

ОБРАБОТКА ЗЕРНА И КОМБИКОРМОВ В РЕАКТОРЕ-КОНДИЦИОНЕРЕ

Е. КЛЫЧЕВ, канд. техн. наук, ГНУ ВНИИ электрификации сельского хозяйства

В настоящее время для повышения усвояемости комбикормов используют технологии углубленной обработки: экструдирование, экспандирование, микронизацию, плющение и др. Однако такие способы обработки кормов требуют больших затрат электроэнергии — более 100 кВт·ч на 1 т продукта. К тому же жесткое и экстремальное воздействие потоков энергии высокой плотности на питательные вещества корма вызывает не только положительные, но и необратимые отрицательные изменения (денатурация белка, жира).

Как показал анализ разработок в данной области, недостатки экстремальных технологий в значительной степени могут быть устранены путем предварительной гидротермической обработки (ГТО) сырья в реакторе, или кондиционере длительной выдержки. Это позволит добиться равномерного и полного увлажнения сырья, значительного повышения (на 50–75%) производительности, снижения (до 20%) потребления энергии на основных этапах углубленной переработки сырья, обеззараживания комбикормов — такая обработка почти полностью уничтожает колонии микроскопических грибов и патогенные микроорганизмы. Кроме того, в реакторе, на этапе гидротермической обработки, комбикорм можно обогащать жидкими добавками, в том числе вводить жир до 6% без ухудшения работы основного оборудования, например пресс-гранулятора.

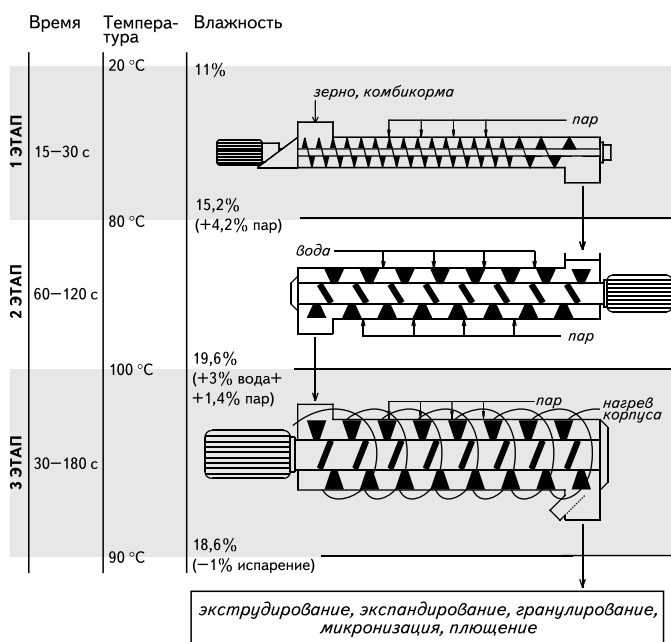
Разработанный способ позволяет обеспечить высокую интенсивность тепло- и массообмена в реакторе-кондиционере, благодаря чему сокращается продолжительность гидротермической обработки как важнейшего элемента экономичности процесса. Другая особенность такого процесса — использование более «мягких» температурных режимов обработки для первоначального качественного преобразования продукта. Дальнейшие изменения структуры питательных веществ достигаются при более жестком воздействии в экструдере, экспандере и т.д.

При разработке способа гидротермической обработки в реакторе использовались результаты исследований, проведенных во ВНИИ электрификации сельского хозяйства, Воронежской государственной технологической академии и ВНИИ комбикормовой промышленности. Они были опубликованы в научных трудах исследователей этих организаций.

Достижение ресурсосбережения и рационализация данного процесса основывались на принципах соответствия каждой стадии технологии кинетическим закономерностям обработки продукта, соответствия гидродинамических и гидротермических условий отдельных стадий технологической обработки изменяющимся состояниям и свойствам продукта, исключая возможность ухудшения качества продукта. Кинетические характеристики гидротермической обработки различных материалов (зерна, крупы, комбикормов) рассматривались в пределах типичных для ГТО режимов — небольшого увлажнения (на 3–8%) и малой продолжительности обработки (до 240 с), соответствующих начальной стадии качественного преобразования внутренней структуры продукта.

Исследования влияния различных режимов подачи теплоносителя и распыляемой воды на слой продукта с различным гидродинамическим состоянием во взаимосвязи с кинетическими закономерностями влагопоглощения позволили предложить наиболее рациональный способ гидротермической обработки зерна и комбикормов в гидротермическом реакторе-кондиционере (см. рисунок). Это трехсекционный аппарат, в котором продукт равномерно увлажняется и частично желатинизируется. В таком виде он затем поступает в основную установку углубленной переработки зерна и комбикормов (пресс-гранулятор, экструдер, экспандер, микронизатор, плющилку и т.п.).

В первой секции — секции нагрева, представляющей собой тихоходный шнековый транспортер, плотный слой продукта непрерывно пронизывается снизу вверх потоком теплоносителя (насыщенным паром) при периодическом механическом перемешивании без распыления воды. На первом этапе (в первой секции) на поверхности частиц продукта конденсируется пар и, вследствие высоких значений коэффициентов теплообмена, продукт нагревается до температуры 80–85°C. За счет того, что градиенты температуры и влажности совпадают и направлены к центру частиц, влага интенсивно перемещается внутрь и в течение 15–30 с продукт увлажняется до 15–17%. Его влажность в нижнем слое, прилегающем к газораспределительной



Этапы и параметры интенсивной ГТО зерна и комбикормов:

1 этап — нагрев продукта паром в плотном слое при периодическом перемешивании; 2 этап — тепловая обработка продукта с импульсной подачей воды и пара при активном перемешивании; 3 этап — выдержка (темперирование) продукта в плотном слое при постоянном перемешивании

решетке, меньше, чем в верхнем слое продукта, в котором конденсация протекает интенсивнее. Для равномерного увлажнения всего продукта по высоте его необходимо периодически перемешивать. Необходимая пропускная способность данной секции устанавливается изменением частоты вращения шнека и режима подачи пара.

Вторая секция представляет собой лопастной смеситель непрерывного действия, в котором в течение 60–120 с происходит интенсивное смешивание, увлажнение до 19–22%, кондиционирование продукта с нагревом до 95–100°С в импульсном псевдооживленном слое. Этот слой образуется за счет попеременного воздействия (с импульсной частотой 1–3 Гц) пара, пронизывающего слой продукта, и распылением воды над ним. Происходит чередование активной фазы, в которой продукт находится во взвешенном состоянии под воздействием потока теплоносителя, и неактивной фазы — плотного слоя продукта, на который распыляется вода. Тонкодисперсное распыление воды с помощью форсунок способствует меньшему контактированию поверхности частиц со свободной жидкостью в слое, то есть непереувлажнению их поверхности, а значит, меньшему комкованию частиц и образованию агломератов дисперсного материала.

На втором этапе используется газомеханическое псевдооживление — пронизывание слоя перемешиваемого продукта насыщенным паром. Скорость и кинетическая энергия пара здесь могут быть снижены до минимума, а недостаток энергии для псевдооживления, подводимой потоком пара, компенсируется работой лопастного вала. Вращаясь с определенной частотой, он создает пульсирующий гидродинамический режим влаготепловой обработки, который особенно эффективен в слое, реология которого определена частицами с наиболее сильным внутренним взаимодействием.

Пульсационный режим подвода пара и жидкости позволяет избежать снижения потенциала влагопоглощения продукта, обеспечить периодическое воздействие теплоты на частицы продукта, снизить расход теплоносителя и образование клейстера на поверхности частиц, что способствует лучшему тепло- и массообмену, сокращению продолжительности обработки, повышению эффективности использования энергетического потенциала теплоносителя и качества готового продукта.

Специальная конструкция рабочих лопастей смесителя обеспечивает необходимую интенсивность смешивания при снижении остатков продукта в рабочих зонах по окончании процесса. В зависимости от вида обрабатываемого продукта и характера гидротермической обработки наиболее рациональный ее режим и оптимальная продолжительность процесса достигаются изменением частоты вращения лопастного вала и угла атаки лопастей, а также режимов подачи пара и воды (непрерывный, периодический, частота пульсаций подачи влаги, количество распыляемой воды, место распыления и др.).

Третья секция — секция выдержки (темперирования), конструктивно представляет собой транспортер с большой удерживающей способностью и специальной конфигурацией рабочих элементов, обеспечивающей равномерное перемещение потока продукта с заданной скоростью и небольшой механической нагрузкой. Тут продукт выдерживается до полной готовности при постоянной температуре, набранной им при обработке с паром в первых двух секциях и поддерживаемой непосредственным вводом пара в слой либо контактным нагревом через обогреваемый корпус, без дополнительного подвода воды. На третьем этапе ГТО физико-химические свойства веществ изменяются наиболее полно при меньшем расходе пара, чем на первом этапе.

Время прохождения продуктом зоны выдержки, в зависимости от условий применения, может меняться в пределах от 30 до 180 с путем изменения частоты вращения рабочих органов. Благодаря постоянному механическому перемешиванию влага в плотном слое продукта распределяется с требуемой равномерностью — коэффициент вариации составляет не более 1,5%. Выдержка продукта в третьей секции реактора гарантирует, что весь объем продукта и каждая его частичка прошли одинаковую тепловую обработку, обеспечивающую высокую эффективность всего процесса ГТО.

Предлагаемый способ интенсифицированной гидротермической обработки зерна и комбикормов в импульсном псевдооживленном слое с механическим перемешиванием и распылением воды над слоем позволяет сократить в 1,5–2 раза продолжительность теплового воздействия на продукт по сравнению с обработкой промышленным способом под избыточным давлением (в аппаратах Неруша) или на 15–20% по сравнению с аналогичными технологическими режимами в плотном слое. Кроме того, при использовании более «мягких» температурных режимов сохраняются первоначальные вкусовые и питательные свойства продукта.

Благодаря конструктивно-технологической схеме гидротермического реактора-кондиционера, состоящей из трех стандартизированных элементов, можно выстраивать гибкие модульные решения для удовлетворения различных потребностей комбикормовых предприятий. Гидротермический реактор-кондиционер предпочтительнее применять при производстве энергопротеиновых концентратов, в том числе полножирной сои, экспандированных или гранулированных комбикормов для сельскохозяйственной птицы и свиней, экструдированных кормов для рыб и домашних животных.



**ОАО УФИМСКИЙ
КОМБИНАТ
ХЛЕБОПРОДУКТОВ**

Крупный производитель
продукции комбикормовой
и мукомольно-крупяной
промышленности

**ПРИГЛАШАЕТ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ
В КОНКУРСЕ НА ВАКАНСИЮ
ГЛАВНЫЙ ТЕХНОЛОГ**

ТРЕБОВАНИЯ К КАНДИДАТУ:

- высшее образование, специальность
«Технология хранения и переработки зерна»
- опыт работы в аналогичной должности
в отрасли от 5 лет
- уверенный пользователь ПК

Оформление в соответствии с ТК РФ,
стабильная заработная плата,
полный социальный пакет.

Телефон: (347) 271-01-27
Факс: (347) 271-00-92
E-mail: kadryukxp@mail.ru