

Сеньков А.Г., к.т.н., доцент, Мякинник Е.Е., магистрант,
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», Минск, Республика Беларусь

АДАПТИВНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА КОРМОВОЙ ДОБАВКИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ЭКСТРУДИРОВАНИЯ

Ключевые слова: цифровое управление, мехатроника.

Аннотация. В работе предложен адаптивный алгоритм поддержания требуемого массового соотношения компонентов кормовой добавки, получаемой методом экструзии. Обеспечивается автоматическая адаптация зерноочистительного оборудования линии экструзии к различным видам используемого зернового сырья с различными механическими характеристиками.

Производство кормов и кормовых добавок методом экструзии становится все более распространенной технологией в области сельского хозяйства [1]. Экструзионное производство представляет собой систему различных аппаратов для очистки исходных кормовых компонентов, их дозирования, смешивания, дробления, экструдирования, охлаждения, затаривания готового продукта [1, 2]. Задачей автоматизации линии экструдирования является обеспечение максимальной производительности экструдера и требуемого качества производимого продукта.

Получаемая кормовая добавка состоит из двух компонентов, массовое процентное содержание которых p_1 , p_2 определяется технологическими требованиями и задается специалистом-технологом перед началом производства. Нории обеспечивают поочередную подачу порций исходных компонентов в сепаратор воздушно-решетный СВР-30, выполняющий очистку исходных зерновых компонентов от тяжелых, легких и пылевидных примесей. Далее конвейеры винтовые обеспечивают поочередную выгрузку порций из модуля сепарации и подачу их в бункер смесителя, установленный на электронных тензовесах.

Одним из основных требований к качеству производимой кормовой добавки является требование к точности ее компонентного

состава [3]. Для поддержания заданного массового соотношения компонентов смеси необходимо контролировать массы зерновых компонентов M_1 , M_2 при их очистке и подаче из зерноочистительной машины в бункер смесителя в соответствии с соотношением:

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{P_1}{P_2} = y. \quad (1)$$

Для этого необходимо своевременно, по сигналу тензосенсоров бункера смесителя прекращать подачу, соответственно, 1-го и 2-го компонентов смеси с выхода зерноочистительной машины в бункер смесителя. Практическая трудность реализации данного подхода заключается в том, что на решетном стане зерноочистительной машины и в шнеках подачи очищенного зерна в смеситель остаются некоторые массы m_1 , m_2 соответствующих компонентов после прекращения подачи компонентов на вход зерноочистительной машины. Таким образом, требуемое идеальное массовое соотношение компонентов смеси (1) на практике преобразуется к следующему виду:

$$\frac{M_1 + m_1}{M_2 + m_2} = w, \quad (2)$$

где значения m_1 , m_2 представляют собой случайные величины, математические ожидания которых будут зависеть от наименования используемых зерновых культур, их влажности, степени засоренности и т.д.

Как показывают экспериментальные данные, для различных зерновых культур (горох, кукуруза, соя) значения m_1 , m_2 могут колебаться в пределах от 10 до 30 кг, что при емкости бункера смесителя, например, 500 кг, может существенно влиять на процентный массовый состав смеси.

В данной работе предложено при автоматическом управлении зерноочисткой и смешиванием компонентов кормовой смеси оценивать значения m_1 , m_2 масс компонентов, задерживающихся внутри зерноочистительной машины вследствие описанного эффекта чистого запаздывания. Подачу зерновых компонентов на вход зерноочистительной машины следует прекращать заблаговременно с учетом оценок значений m_1 , m_2 . Значения m_1 , m_2 программно корректируются управляющим контроллером после очередного замеса по формуле:

$$m_{1,i+1} = m_{1,i} + k \cdot \tilde{M}_{1,i} - M_1 - m_{1,i} ,$$

$$m_{2,i+1} = m_{2,i} + k \cdot \tilde{M}_{2,i} - M_2 - m_{2,i} ,$$
(3)

где $\tilde{M}_{1,i}$, $\tilde{M}_{2,i}$ - реальные значения зерновых компонентов, поданные в бункер смесителя при i -м замесе;

$k \in 0;1$ - коэффициент обучаемости.

Программная реализация предложенной модели прошла экспериментальное апробирование на линии экструдирования кормов в СПК «Лучники» Слуцкого района. Эксперименты показали высокую точность поддержания массового компонентного состава кормовой смеси: отклонения от требуемого процентного соотношения компонентов не превышали 1% по абсолютной величине. При этом разработанный алгоритм управления обеспечивает автоматическую подстройку системы под различные виды используемых зерновых компонентов с различной степенью засоренности исходного сырья, а также различной влажности, плотности и т.д. без дополнительного вмешательства обслуживающего (эксплуатирующего) персонала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Остриков А.Н., Экструзия в пищевых технологиях. – 2004.
2. Афанасьев В.А. Теория и практика специальной обработки зерновых компонентов в технологии комбикормов. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2002. - 296 с.
3. Технологический регламент на производство экструдированного зерна: Регламент // ФГБОУ ВПО Красноярский государственный аграрный университет, Министерство сельского хозяйства и продовольственной политики Красноярского края. 2014. -38 с.