

АЛГОРИТМ СВЯЗАННОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ ЗЕРНА И ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ЗЕРНОВЫХ СУШИЛОК

Ю.А. Сидоренко, канд. техн. наук, доцент, М.В. Белохвост, ассистент (БГАТУ)

Аннотация

Предложен алгоритм связанного автоматического управления температурой зерна и теплоносителя. Связанное автоматическое управление температурой зерна и теплоносителя позволит снизить энергоёмкость технологического процесса сушки.

An algorithm of the associated automatic temperature control of grain and coolant is offered. Associated automatic temperature control of grain and the coolant will reduce the power consumption of the process of drying.

Введение

Процесс сушки зерна на современных зерносушильных комплексах является сложным технологическим процессом. Работа оператора сопряжена с большими физико-психическими нагрузками и большой ответственностью за полученный результат – качество зерна на выходе. Поэтому зерносушильные комплексы стремятся максимально автоматизировать. Однако не все вопросы автоматизации зерновых сушилок решены, и требуется большая работа для решения этих вопросов. В частности, актуальным является разработка системы связанного управления температурой зерна и теплоносителя, что позволит снизить энергоёмкость технологического процесса сушки.

Основная часть

Основной управляемой величиной зерновых сушилок является влажность зерна на выходе из зерносушилки, которую необходимо обеспечить с высокой точностью ($\pm 1\%$) и минимально возможными энергозатратами при выполнении всех ограничений на технологический процесс сушки. Основными ограничениями являются допустимые температура теплоносителя и температура зерна, которые непосредственно влияют на качество высушенного зерна. Предельные допустимые температуры теплоносителя и зерна определяются культурой и целью дальнейшего использования зерна (продовольственное зерно, фуражное зерно, посевной материал) и варьируются для различных вышесприведённых условий в широких пределах.

Температуру теплоносителя желательно поддерживать на максимальном допустимом уровне, поскольку при этом энергозатраты на процесс сушки минимальные [1]. В этих условиях влажность зерна на выходе зерносушилки целесообразно регулировать путем изменения времени прохождения зерна через зерносушилку (путем изменения производительности зерносушилки). Температура зерна при этом изменяется в результате возмущающих воздействий на

систему. Такими воздействиями являются изменения различных параметров состояния зерна на входе в зерносушилку – температуры, влажности, физических свойств зерна. На температуру зерна влияет также основное управляющее воздействие на систему – изменение производительности зерносушилки.

Оператору рекомендуется снизить температуру теплоносителя в случае, если температура зерна превысила допустимый уровень. С этого момента добросовестный оператор должен постоянно отслеживать изменение температуры зерна, снижать температуру теплоносителя при повышении температуры зерна, или повышать температуру теплоносителя при понижении температуры зерна для достижения энергоэффективности. При этом оператор опасается перегрева зерна, поскольку это приведет к потере его качества и, как следствие, к большим материальным потерям. Поэтому оператор, как правило, ограничивается просто снижением температуры теплоносителя.

Проблема может быть эффективно решена разработкой связанной системы автоматического управления температурой зерна и теплоносителя. В настоящее время основной проблемой является разработка эффективного алгоритма такого управления. Реализация алгоритма на базе современных цифровых управляющих устройств (контроллеров) является инженерной задачей и может быть безусловно решена при физической реализации системы для конкретной зерносушилки.

В современных зерновых сушилках для стабилизации температуры теплоносителя используют системы автоматического регулирования. Управляющим воздействием на теплогенератор является изменение подачи топлива. Наиболее простым решением являются позиционные системы регулирования, когда при превышении температуры теплоносителя выше заданного уровня, подача топлива в форсунку большого огня прекращается, а при понижении температуры ниже заданного уровня, подача топлива возобновляется при срабатыва-

нии релейного электромагнитного исполнительного механизма. Для стабилизации температуры теплоносителя также используют линейные законы регулирования. Поскольку это не влияет на алгоритм контура, обеспечивающего связанное управление, на структурной схеме системы (рис. 1) для определенности изображено позиционное регулирование.

Связанное регулирование рационально организовать путем введения контура управления уставкой регулятора температуры теплоносителя. При таком подходе контур регулирования температуры теплоносителя остается таким, каким он реализован в конкретной зерносушилке, и в его синтезе необходимости нет.

Структурная схема предложенной системы изображена на рис. 1:

1 – пример структурной схемы позиционного регулирования температуры теплоносителя; 2 – подсистема регулирования температуры зерна путем изменения уставки температуры теплоносителя; 3 – пропорциональный канал регулирования температуры зерна; 4 – интегральный канал регулирования температуры зерна; 5 – дифференциальный канал регулирования температуры зерна; 6 – блок ограничений на входе интегрального канала; 7 – блок ограничений на выходе каналов регулирования температуры зерна; A_{OTT} – оператор математического описания теплогенератора как объекта управления температурой теплоносителя; A_{OTZ} – оператор математического описания зерносушилки как объекта управления температурой зерна; D_T – математическое описание датчика температуры теплоносителя; D_3 – математическое описание датчика температуры зерна; $\theta_{T,max}$ – максимальная допустимая температура теплоносителя; θ_{3T} – заданная температура

теплоносителя; e_T – ошибка температуры теплоносителя; N – тепловая мощность форсунки большого огня; F_T – возмущающее воздействие на теплогенератор (например, температура наружного воздуха); θ_T – температура теплоносителя; F_3 – возмущающее воздействие на зерносушилку как объект управления температурой зерна (например, температура зерна на входе зерновой сушилки); θ_3 – температура зерна; $\theta_{3,max}$ – максимальная допустимая температура зерна; e_3 – ошибка температуры зерна; e_u – сигнал ошибки на входе интегрального канала регулирования; $\Delta\theta_T$ – поправка на заданную температуру теплоносителя.

Каналы регулирования температуры зерна работают следующим образом. Пусть в начальный момент времени температура зерна ниже допустимой. Тогда ошибка e_3 – положительна. Пропорциональный канал 3 формирует положительный сигнал поправки $\Delta\theta_T$, но он не проходит через блок ограничений 7. Интегральный канал 4 формирует положительный сигнал, который не проходит через блок ограничений 6. Если температура зерна не изменяется, то сигнал ошибки не проходит через дифференциальный канал 5. Однако, если происходит быстрое увеличение температуры зерна, то дифференциальный канал формирует отрицательный сигнал, подавляя быстрое увеличение температуры зерна. Все каналы формируют сигналы при повышении температуры зерна выше допустимой, уменьшая заданную температуру теплоносителя. Смысл ограничений 6 в увеличении эффективности работы системы, поскольку интегральный канал не может сформировать сигнал больше $\theta_{T,max}$, и время на обратную отработку сигнала интегрального канала не затрачивается.

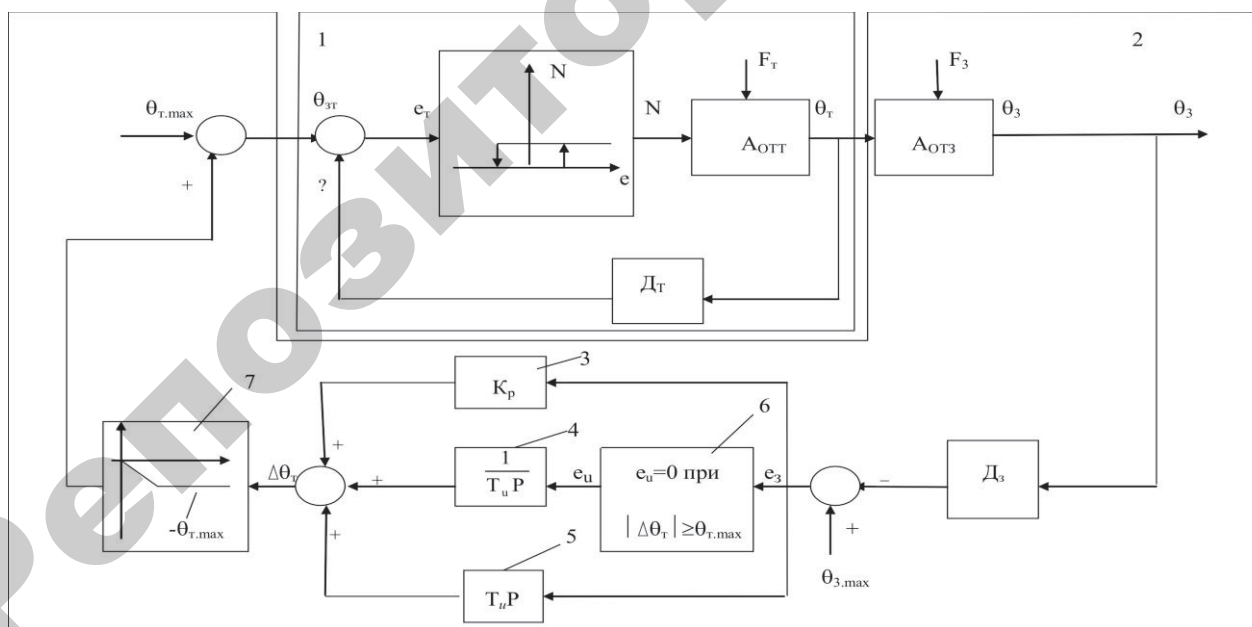


Рисунок 1. Структурная схема связанной системы автоматического управления температурой теплоносителя и зерна зерновых сушилок

Параметры каналов регулирования K_p , T_u и T_d должны быть оптимизированы для каждой зерносушилки при найденных операторах $A_{отг}$ и $A_{отз}$. Сделать это целесообразно путем моделирования на ЭВМ [2] с использованием поисковых экспериментальных методов оптимизации, например, последовательного симплексного метода.

Выводы

Предложена система связанного автоматического управления температурой зерна и теплоносителя зерновых сушилок, обеспечивающая ограничение температуры зерна не выше допустимого уровня и

максимально возможную при этом температуру теплоносителя не выше допустимого уровня, что обеспечит энергетическую эффективность процесса сушки при обеспечении качества зерна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов / И.Ф. Бородин, Ю.А. Судник. – Москва: Колос, 2003. – 344 с.
2. Сидоренко, Ю.А. Особенности синтеза систем автоматического управления путем моделирования на ЭВМ / Ю.А. Сидоренко // Агропанорама, 2009. – № 4. – С. 44-48.

УДК 541.183.12

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 10. 11. 2011

СВЯЗЫВАНИЕ МЕТАЛЛОВ-ЭКОТОКСИКАНТОВ ГУМИНОВЫМИ КИСЛОТАМИ ТОРФА

И.П. Козловская, докт. с.-х. наук, профессор (БГАТУ); С.И. Коврик, канд. техн. наук (ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси»)

Аннотация

Изучена возможность фиксации тяжелых металлов гуминовыми кислотами торфа. Показано, что в зависимости от условий связывания могут образовываться осадки с различным содержанием металлгуминовых комплексов.

The possibility of fixation of heavy metals by humic acids of peat is investigated. It is shown that the formation of the precipitation with different content of metallguminovy complexes depends on the conditions of binding.

Введение

Одной из экологических проблем современности является загрязнение экосистем тяжелыми металлами (ТМ), к которым относят более 40 металлов периодической системы Д.И. Менделеева. Концентрирование последних в прикорневом слое почв создает условия поступления их в растения и в конечном итоге – в пищу человека.

Значительные количества ТМ поступают с промышленно-бытовыми сточными водами. Загрязнение почв ТМ также возможно при использовании в качестве удобрений осадков сточных вод.

Наибольшую экологическую опасность для природных экосистем представляют соединения меди, никеля и хрома, что связано с широким их использованием в промышленности и в сельском хозяйстве.

В почвах Беларуси среднее содержание меди составляет 13,0 мг/кг (ПДК 55,0 мг/кг), цинка – 35,0 мг/кг (ПДК 55,0 мг/кг), хрома – 36 мг/кг (ПДК – 100 мг/кг) [1].

Повышение количества ТМ в почвах приводит к нарушению минерального питания, что в свою очередь приводит к изменениям видового состава фито-, зоо- и микробоценозов, снижению количества и качества урожаев сельскохозяйственных растений и животноводческой продукции. Высокая токсичность ТМ

для живых организмов в относительно низких концентрациях, а также способность к биоаккумуляции обуславливают необходимость детального изучения миграции и аккумуляции ТМ в агроэкосистемах.

Для понимания факторов, которые регулируют концентрацию ТМ в природных средах, их химическую реакционную способность, биологическую доступность и токсичность, необходимо знать не только валовое содержание, но и долю свободных и связанных форм.

Интенсивность загрязнений определяется формами связывания ТМ компонентами почв. Наибольшую способность к связыванию ТМ и образованию металлгуминовых комплексов (МГК) проявляют гуминовые вещества [2, 3], поэтому для высокогумусированных почв, и особенно торфяных, характерна активная фиксация ТМ.

Основная часть

В работе [4] исследованы закономерности формирования МГК в почвах на примере хрома, меди и никеля в зависимости от pH и ионной силы растворов. Диапазон соотношений – тяжелый металл (Cr, Cu, Ni): гуминовые кислоты (Me:ГК) выбран относительно невысоким, позволяющим полностью фиксировать ТМ почвами.