

**0.1. Писарев А.В., Шакиров С.Р., Квашнин А.Г.
Разработка цифровой модели установки
по переработке органических отходов**

В данной работе продолжены исследования, результаты которых были опубликованы ранее [1–3]. Рассмотрены результаты разработки математических моделей для опытно-промышленного образца установки переработки органических отходов, которые позволяют на этапе проектирования технологического оборудования и АСУ ТП оценить правильность принятых решений. Кроме того, предполагается их использование в прикладном программном обеспечении АСУ ТП установки. Используемая в работе классификация математических моделей приведена в [4]. Контролирующие модели созданы на основании физических закономерностей и представлениях о протекающих технологических процессах. Используются балансовые модели, основанные на уравнениях материального и теплового балансов. Расчеты учитывают взаимодействие узлов и агрегатов установки и выполняются для трех режимов работы установки: сжигание, газификация и пиролиз. Для всех режимов работы установки определяется их осуществимость и производится выбор режима в реальном времени, исходя из соответствующего критерия оптимальности. Например, для пиролиза у рассматриваемой установки критерием осуществимости процесса является его автотермичность [5]. Реакции окисления углерода являются основными технологическими процессами и характеристики протекания этих реакций определяются по косвенным измерениям, основываясь на расчетах по математическим моделям в режиме реального времени. Математические модели реакций окисления углерода построены на системе материальных балансов газовой среды. Динамические модели позволяют определять значения параметров технологических процессов во времени и строятся на основании дифференциальных уравнений тепловых и материальных балансов. В структурах автоматических систем регулирования (АСР) динамические модели определяются в режиме реального времени при идентификации динамических характеристик объектов регулирования [1–3]. Динамические модели позволяют обеспечить более высокую точность стабилизации технологических параметров. Статистические прогнозирующие модели позволяют получить информацию о состоянии технологического процесса в конце протекания по его состоянию в начале и значениям управляющих воздействий. Используя экстремальные статистические характеристики процессов окисления углерода (органического топлива) можно применить экстремальные регуляторы-оптимизаторы. Используя зависимость коэффициентов полезного действия (КПД) камеры сжигания и сушилки от других технологических параметров установки, мож-

но в каждый момент времени обеспечить максимальное значение КПД, непрерывно рассчитываемое вычислительным устройством. Разработанные математические модели позволят повысить эффективность (технико-экономические показатели) работы установки путем усовершенствования технологической схемы и оптимизации режимов работы.

Список литературы

- [1] ШАКИРОВ С.Р., КВАШНИН А.Г., ПИСАРЕВ А.В. Моделирование работы адаптивной системы управления процессом сушки в установке утилизации органических отходов // Автометрия. 2018. № 5. С. 122–128.
- [2] ШАКИРОВ С.Р., КВАШНИН А.Г., ПИСАРЕВ А.В. Синтез нейро-нечеткого регулятора тепловой нагрузки установки переработки органических отходов // Промышленные АСУ и контроллеры. 2019. № 9. С. 54–62.
- [3] ШАКИРОВ С.Р., КВАШНИН А.Г., ПИСАРЕВ А.В. Разработка и исследование математических моделей элементов газоздушного тракта для создания АСУ ТП установки по переработке органических отходов // Мехатроника, автоматизация, управление. 2020. № 10. С. 575–583.
- [4] ПАРСУНКИН Б.Н., АНДРЕЕВ С.М., МИХАЛЬЧЕНКО С.Е. Автоматизация технологических процессов и производств (в металлургии): Курс лекций. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2009. 157 с.
- [5] BASU P. Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction: Practical Design and Theory. Acad. Press, 2018. 470 p.