

ОСОБЕННОСТИ НЕЧЕТКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА

А. М. Джамбеков

Кафедра автоматизации и управления, Астраханский государственный технический университет

Астрахань, Россия

E-mail: azamat-121@mail.ru

В работе рассматриваются особенности применения аппарата теории нечеткой логики при разработке системы управления процессом стабилизации катализатора риформинга. Предложен подход к оценке диапазонов изменения лингвистических переменных и накоплению продукционных правил нечеткого регулятора. Сравнительная оценка показателей качества полученных переходных процессов в системах с нечетким и ПИД-регулятором отражает значительные преимущества нечеткого регулятора при внедрении в автоматизированную систему управления процессом каталитического риформинга.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время каталитический риформинг является наиболее распространенным методом каталитического обогащения прямогонных бензиновых фракций. Достаточно сложной является задача управления установкой каталитического риформинга. Главным образом, это связано с затруднениями при получении адекватного математического описания процесса каталитического риформинга. Основной проблемой при математическом моделировании процесса каталитического риформинга является наличие большого количества информации о процессе, которую нельзя формализовать традиционным математическим аппаратом (информация о компонентном составе газосырьевой смеси, состоянии оборудования и пр.). Математическое описание на основе теории нечетких множеств [1,2] позволяет представить качественную информацию в формализованном виде [3]. Представляется возможным построение нечеткой системы регулирования на основе экспертной информации, сформулированной в виде правил типа: «если давление высоко и температура мала или очень мала, то управляющее воздействие большое положительное» [4,5]. Объектом исследования в данной работе является стабилизационная колонна установки каталитического риформинга. Целью данной работы является разработка системы нечеткого управления процессом стабилизации катализатора.

I. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ БЛОКА СТАБИЛИЗАЦИИ КАТАЛИЗАТА

Нестабильный катализат поступает в блок стабилизации катализатора из предыдущего блока установки риформинга (блока каталитического риформинга), направляется в стабилизационную колонну К-2 через теплообменник Т-6 (трубное пространство), обогревается стабильным катализатом из колонны К-2 (см. рис. 1) [6]. В колонне К-2 происходит стабилизация катализата. С верха колонны К-2 выводятся газ стабилизации, нестабильная головка стабилизации, кото-

рые после охлаждения и частичной конденсации в аппаратах воздушного охлаждения ХК-3/1, ХК-3/2 и водяном ХК-4 до температуры не выше плюс 45°C сепарируются в емкости орошения Е-2. Жидкая фаза из емкости Е-2 возвращается на верхнюю тарелку колонны К-2 насосами Н-10, Н-11 (1 рабочий + 1 резервный) в качестве орошения.

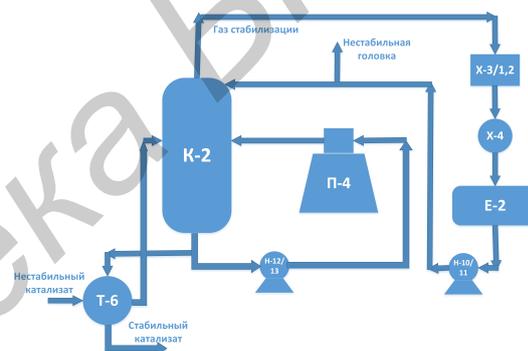


Рис. 1 – Упрощенная технологическая схема блока стабилизации катализатора

Балансовое количество головки стабилизации выводится насосами Н-10, Н-11 (1 рабочий + 1 резервный) из Е-2, контролируется расходомером и передается на комбинированную установку комплекса на блок очистки и получения сжиженных газов. Температура низа колонны К-2 поддерживается за счет циркуляции стабильного катализата через трубчатую печь П-4 насосами Н-12, Н-13 (1 рабочий + 1 резервный). Стабильный дебутанизированный катализат из куба стабилизационной колонны К-2 после теплообмена с нестабильным катализатом в теплообменнике Т-6 охлаждается в аппаратах воздушного охлаждения, затем в конечном водяном холодильнике до температуры не выше плюс 40°C и направляется на блок выделения бензолной фракции.

II. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ НЕЧЕТКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СТАБИЛИЗАЦИИ КАТАЛИЗАТА РИФОРМИНГА

Структура системы управления температурой низа стабилизационной колонны К-2 с нечетким регулятором (НР) приведена на рис. 2.



Рис. 2 – Система управления с НР

Для оценки диапазонов изменения значений ошибки регулирования температуры, первой и второй производных ошибки и управляющего воздействия на объект были использованы результаты работы одноконтурной АСР с ПИД-регулятором, которая позволяет получать удовлетворительные показатели качества переходного процесса.

Моделирование НР производилось с использованием пакета нечеткой логики (Fuzzy Logic Toolbox) интерактивной системы MATLAB. Выбрана система нечеткого вывода Мамдани, дефаззификация лингвистических переменных (ЛП) производится методом центра тяжести. Для входных и выходной ЛП НР было принято число термов равным 3 и использованы треугольные ФП. Все ЛП характеризуются как отрицательные (N), положительные (P) или близкие к нулю (Z).

Предложено получение лингвистических правил НР на основе оценки конкретных значений ошибки регулирования температуры e , скорости изменения ошибки e_1 , ускорения ошибки e_2 и управляющего воздействия на объект m путем фиксации значений в определенные моменты времени в среде MATLAB. Затем для полученных значений в зависимости от попадания в тот или иной интервал изменения ЛП НР ставятся в соответствие оценки из терм-множества ЛП. В результате полученных оценок была сформирована база знаний НР (рис. 3).

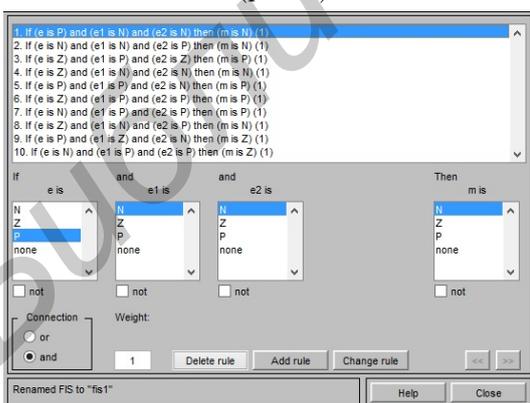


Рис. 3 – База знаний НР

Получена сравнительная характеристика переходных процессов в системах регулирования температурой низа колонны К-2 с НР и ПИД-регулятором (рис. 4). Даже не проводя количественный расчет критериев качества процессов можно считать наиболее приемлемой систему регулирования с НР.

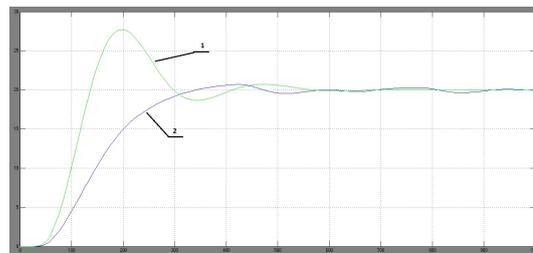


Рис. 4 – Переходные процессы в системах: 1 – с ПИД-регулятором; 2 – с НР

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, была получена система автоматического регулирования температуры низа стабилизационной колонны К-2 с нечетким регулятором. По характеристикам переходного процесса данная система превосходит систему регулирования с ПИД-регулятором. В частности, значение квадратичного интегрального критерия качества в системе с НР превосходит в примерно 1,17 раза значение интегрального критерия в системе с ПИД-регулятором. Величина перерегулирования в системе с НР примерно в 9 раз ниже соответствующей величины в системе с ПИД-регулятором. Таким образом, полученная система управления с нечетким регулятором позволяет получать переходные процессы с высокими показателями качества и может быть применена для разработки комплексной системы управления процессом каталитического риформинга.

1. Щербатов, И. А. Система поддержки принятия решений для операторов слабоформализуемых ТП / И. А. Щербатов, О. М. Проталинский // Автоматизация в промышленности. – 2009. – №. 7. – С. 41.
2. Проталинский, О. М. Гибридная модель каталитического реактора процесса Клауса / О. М. Проталинский, Ю. И. Мичуров, И. А. Щербатов // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Техн. науки. – 2005. – Прил. №. 7. – С. 23–24.
3. Проталинский, О. М. Гибридный метод обучения нейронных сетей для классификации каталитической стадии процесса Клауса / О. М. Проталинский, И. А. Щербатов, И. О. Беляев // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2010. – Т. 4, №. 2. – С. 38–43.
4. Щербатов, И. А. Снижение объемов промышленных выбросов крупнотоннажных установок с использованием экспертной информации / И. А. Щербатов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер. Управление, вычислительная техника и информатика. – 2009. – №. 1. – С. 121–125.
5. Проталинский, О. М. Оптимальное управление технологическим процессом Клауса в условиях неопределенности / О. М. Проталинский, А. Н. Савельев, И. А. Щербатов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Сер. Технические науки. – 2006. – №. Спец. вып. – С. 19а–25.
6. Кондрашева, Н. К. Технологические расчеты и теория каталитического риформинга бензина: Учебное пособие / Н. К. Кондрашева, Д. О. Кондрашев, К. Д. Абдульминев // Уфа: ООО «Монография», 2008. – 160 с.