

Шелковников Александр Николаевич,
магистрант, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: shelkovnikov1985@bk.ru

Семёнов Иван Александрович,
к.т.н. доцент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: semenovia.chem@yandex.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ РЕГЕНЕРАЦИИ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ В ПРОЦЕССЕ СЕРНОКИСЛОТНОГО АЛКИЛИРОВАНИЯ

Shelkovnikov A.N., Semenov I.A.

ENHANCING ENERGY USAGE IN THE TECHNOLOGY OF SULFURIC ACID REGENERATION IN THE ALKYLATION PROCESS

Аннотация. Рассмотрены основные подходы к анализу энергоэффективности технологии регенерации серной кислоты в процессе сернокислотного алкилирования.

Ключевые слова: регенерация, серная кислота, эффективность, эксергетический анализ, пинч-анализ.

Abstract. The main approaches to energy efficiency analysis of sulfuric acid regeneration technology in the process of sulfuric acid alkylation are considered.

Keywords: regeneration, sulfuric acid, efficiency, exergy-analysis, pinch-analysis.

Отработанные технологические газы и реагенты химических и нефтехимических производств необходимо утилизировать. Часто этот процесс проводят путем сжигания отработанных веществ в печах при высоких температурах. Именно такой способ переработки используют в технологии регенерации отработанной серной кислоты, которая выполняет роль катализатора в процессе сернокислотного алкилирования.

Процесс регенерации отработанной серной кислоты можно разбить на четыре этапа:

1. Разложение отработанной кислоты и сероводородсодержащего газа в процессе сжигания;
2. Охлаждение газов разложения, их осушка и отделение от них конденсата и твердых частиц;
3. Каталитическая конверсия SO_2 в SO_3 ;
4. Охлаждение газа и абсорбция из него SO_3 с образованием концентрированной серной кислоты.

Разложение отработанной кислоты проводят при ее сжигании с топливным углеводородным газом. Полученные газы разложения при этом выходят из печей разложения с температурой выше $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$. На стадии охлаждения газы контактируют с водой и охлаждаются вплоть до $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. После отвода конденсата, который образуется при невысоких температурах, и дальнейшей осушки от паров воды, газы опять подвергаются нагреву и каталитической конверсии с достижением температур порядка $400\text{--}600\text{ }^{\circ}\text{C}$. Дальнейший процесс абсорбции

SO₃ при этом проводят при температурах до 100 °С.

Процесс переработки отработанной кислоты включает в себя чередующиеся стадии нагрева и охлаждения технологических газов. Высокую термодинамическую эффективность при этом можно достигнуть за счет развитой системы рекуперации тепла внутри технологической установки. Созданию такой системы должен предшествовать анализ всех стадий процесса. Существуют системные подходы, которые позволяют выполнить такую оценку. Например, это можно сделать за счет проведения эксергетического и пинч-анализов.

Суть эксергетического анализа заключается в поиске в технологической системе точек потерь эксергии – потенциальной термодинамической работы, которую можно получить за счет гипотетического приведения технологического потока к параметрам окружающей среды [1]. Эксергия – понятие абстрактное, однако анализ ее потерь в системе позволяет оценить степень рациональности использования тепловой энергии в системе.

Пинч-анализ, напротив, решает рассматриваемую задачу более прикладным способом. Его применение заключается в построении из всех охлаждаемых технологических потоков технологической установки так называемого единого составного горячего потока. Составной холодный поток установки при этом строится на основе потоков, которые требуется нагреть. Соотношение составных потоков на энтальпийно-температурной диаграмме позволяет рассмотреть всю сложную систему рекуперации тепла на установке так, как будто все процессы теплообмена проводятся в едином многосекционном теплообменнике. Анализ условно-единого процесса теплопередачи позволяет оценить степень эффективности системы рекуперации установки в целом и наметить пути ее совершенствования [2].

Однако, оценке энергоэффективности процесса должно предшествовать математическое моделирование технологической установки. В этой связи на текущем этапе работы мы выполнили анализ топологии технологической схемы производства и произвели первичный сбор исходных данных, которые позволят построить инженерную модель всех стадий и оборудования процесса регенерации отработанной серной кислоты. Мы ожидаем, что выполненный на модели расчет даст сведения по параметрам всех технологических потоков, которые потребуются для выполнения комплексных эксергетического и пинч-анализов установки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ульянов Б.А., Ёлшин А.И., Семёнов И.А. Энергосбережение в процессах ректификации: Монография. Ангарск: Изд-во АГТА, 2007. – 101 с.
2. Смит Р., Клемеш Й., Товажнянский Л.Л. и др. Основы интеграции тепловых процессов. Харьков: НТУ «ХПИ», 2000. – 458 с.