

УДК 519.63

Численное исследование процесса окислительной регенерации слоя цилиндрического катализатора*

Митрюхин И.В.¹, Язовцева О.С.¹, Усманова А.А.¹

Национальный исследовательский Мордовский государственный университет¹

Аннотация: В работе представлена математическая модель нестационарного процесса окислительной регенерации в слое катализатора, предназначенная для моделирования выжига многокомпонентных коксовых отложений из слоя катализатора с цилиндрической формой зерен.

Ключевые слова: математическое моделирование, численные методы, окислительная регенерация.

Актуальность ресурсосбережения в наше время как никогда высока. В рамках этого стратегического направления лежит вопрос о восстановлении каталитической активности отработанного катализатора, одним из методов которого является окислительная регенерация [1]. Она заключается в выжиге отложений с зерен катализатора. Хорошо известна проблематика процессов горения: с одной стороны, для глубокого тщательного выжига необходимо длительное воздействие высоких температур, с другой – необходимо минимизировать температурное воздействие на катализатор во избежание его порчи. Помимо этой очевидной проблемы возникает множество других, например, температурные забросы, неконтролируемое распространение фронта горения по слою и т.д. Трудности в реализации натурных экспериментов обуславливают использование математического моделирования для исследования процесса окислительной регенерации [2].

Математическая модель окислительной регенерации катализатора как модель каталитического процесса включает в себя несколько частей: кинетическая модель, модель зерна, модель слоя. Они являются системами нелинейных дифференциальных уравнений и описывают основные процессы, протекающие в ходе регенерации: теплообмен, массообмен, теплоперенос, диффузию и конвективные потоки, обладающие различными характерными временами. Вычислительные алгоритмы для них достаточно трудоемки, требуют либо применения явных численных методов с целью распараллеливания алгоритмов, либо использования неявных абсолютно устойчивых разностных схем. Задачи исследования подобных моделей качественными методами нетривиальны, зачастую теоретические условия применения труднодостижимы на практике.

Доклад посвящен исследованию процесса окислительной регенерации зерна катализатора с детальной кинетикой средствами математического моделирования.

Литература

1. Масагутов Р.М., Морозов Б.Ф., Кутепов Б.И. Регенерация катализаторов в нефтепереработке и нефтехимии. Москва: Химия, 1987. 144 с.

*Исследование выполнено при поддержке РНФ, проект № 25-21-00242.

2. Губайдуллин И.М., Пескова Е.Е., Язовцева О.С., Загоруйко А.Н. Численное моделирование окислительной регенерации сферического зерна катализатора // Математическое моделирование. 2022.Т. 34, № 11. С. 48-66. DOI 10.20948/mm-2022-11-04.

MSC 76S05

Numerical investigation of the process of oxidative regeneration of a cylindrical catalyst layer

I.V. Mitryukhin¹, O.S. Yazovtseva¹, A.A. Usmanova¹

National Research Mordovia State University¹

Abstract: The paper presents a mathematical model of a nonstationary oxidative regeneration process in a catalyst layer designed to simulate the burning of multicomponent coke deposits from a catalyst layer with cylindrical grain shape.

Keywords: mathematical modeling, numerical methods, oxidative regeneration.