

РАСЧЕТ РЕАКТОРА ПАРОВОЙ КОНВЕРСИИ МЕТАНА ПО ОДНОМЕРНОЙ КИНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Голдобин Т.А.¹, Никитин А.Д.¹, Рыжков А.Ф.¹

¹⁾ Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия
E-mail: tifev.moget@gmail.com

CALCULATIONS OF A METHANE STEAM REFORMING REACTOR USING A ONE-DIMENSIONAL KINETIC MODEL

Goldobin T.A.¹, Nikitin A.D.¹, Ryzhkov A.F.¹

¹⁾ Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Calculations of the methane steam-reforming reactor were carried out using a one-dimensional kinetic model in the DWSIM program. The results are compared with thermodynamic calculations. For operating modes of an industrial reactor, the discrepancy between these calculations is from 5 to 8%.

Одной из перспективных целей, стоящей на сегодняшний день перед промышленностью и энергетикой, является развитие технологий для производства водорода [1]. Перевод на производство водорода возобновляемых источников энергии, несмотря на их бурное развитие, не обеспечит потребности человечества в водороде из-за недостаточного энергетического потенциала. Для атомных электростанций остается открытой проблема утилизации ядерных отходов. Основным источником водорода, по-видимому, останется ископаемое топливо (природный газ) [2]. В связи с этим требуется совершенствование технологии производства водорода в результате паровой конверсии природного газа.

В ходе предыдущих работ была создана расчетная модель технологической схемы промышленной установки паровой конверсии природного газа в программе DWSIM и выполнены термодинамические расчеты режимов работы установки. Целью данной работы является расчет реактора конверсии метана по одномерной кинетической модели для уточнения расчетов промышленной установки. Для расчета использована стандартная одномерная модель проточного реактора, представленная в программе DWSIM. Модель основана на законах сохранения массы и энергии и системе дифференциальных уравнений с производными первого порядка. Кинетические параметры, используемые при расчете, были выбраны по литературным данным в результате отдельно выполненного сопоставления значений скорости реакции паровой конверсии метана, рассчитанных по данным из нескольких источников.

Исходные данные для расчета (температура газа на входе и на выходе из реактора, давление газа на входе, соотношение H_2O/CH_4 в газе и расход газа на

входе в реактор,) выбраны с учетом режима работы промышленной установки и возможными диапазонами изменения режимных параметров. Проведены серии расчетов с варьированием режимных параметров. В результате расчета определен состав синтез-газа на выходе из реактора и степень конверсии метана. Полученные результаты сопоставлены с расчетами аналогичных режимов по термодинамической модели.

При увеличении отношения $\text{H}_2\text{O}/\text{CH}_4$ в газе на входе в реактор до 4 и расходе газа в 150 % от номинального, термодинамический расчет завышает степень конверсии метана на 7,2 % отн. При увеличении давления газа на входе в реактор на 5 % и номинальном расходе газа термодинамический расчет завышает степень конверсии метана на 5,3 % отн. Наименьшая ошибка при использовании термодинамического расчета (1,5 % отн.) имеет место при отношении $\text{H}_2\text{O}/\text{CH}_4$ в газе на входе в реактор равном 2. Полученные данные будут использованы для дальнейшего уточнённого расчета технологической схемы и оптимизации режима ее работы.

1. M. Jafari et al., *Renew. Sust. Energ. Rev.* 158, 112077 (2022)
2. R. Yakesh Kannah et al., *Bioresour. Technol.* 319, 124175 (2021)