

О ВЛИЯНИИ ДАВЛЕНИЯ И ГЕТЕРОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПИРОЛИЗ И ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ КРЕКИНГ ЛЕГКИХ АЛКАНОВ*

А. С. Паланкоева¹, Я. С. Зимин², М. Г. Брюков³, А. А. Беляев⁴, В. С. Арутюнов⁵

Аннотация: Результаты экспериментальных исследований и кинетического моделирования пиролиза и окислительного крекинга легких алканов (этана и пропана) в диапазоне температур 773–1023 К и давлений 1–3 атм в проточном реакторе позволяют сделать вывод, что давление не оказывает существенного влияния на термические процессы их превращения, но заметно влияет на окислительные процессы. В реакторах лабораторного масштаба влияние гетерогенных процессов на кинетику пиролиза легких алканов незначительно, что позволяет использовать для их количественного описания современные гомогенные механизмы. Для количественного описания окислительных процессов с участием легких алканов в реакторах лабораторного масштаба гомогенные механизмы необходимо дополнять гетерогенными стадиями на поверхности реактора.

Ключевые слова: природный газ; этан; пропан; этилен; пиролиз; парциальное окисление; окислительный крекинг; кинетическое моделирование

DOI: 10.30826/CE21140405

Литература

1. Арутюнов В. С. Окислительная конверсия природного газа. — М.: КРАСАНД, 2011. 640 с.
2. Арутюнов В. С., Голубева И. А., Елисеев О. Л., Жафаров Ф. Г. Технология переработки углеводородных газов. — М.: Юрайт, 2020. 723 с.
3. Arutyunov V. S., Magomedov R. N., Proshina A. Yu., Strekova L. N. Oxidative conversion of light alkanes diluted by nitrogen, helium or methane // Chem. Eng. J., 2014. Vol. 238. P. 9–16. doi: 10.1016/j.cej.2013.10.009.
4. Арутюнов В. С., Дмитрук А. С., Никитин А. В. Влияние давления на закономерности окислительного крекинга легких алканов C₂–C₄ // Известия Акад. наук. Сер. хим., 2016. С. 2405–2410.
5. Арутюнов В. С., Савченко В. И., Седов И. В., Никитин А. В., Магомедов Р. Н., Прошина А. Ю. Кинетические закономерности и технологические перспективы селективного окислительного крекинга легких алканов // Успехи химии, 2017. Т. 86. № 1. С. 47.
6. Брюков М. Г., Паланкоева А. С., Беляев А. А., Арутюнов В. С. Парциальное окисление этана в диапазоне температур 773–1023 К // Кинетика и катализ, 2021. Т. 62. № 6. С. 666–677. doi: 10.31857/S0453881121060022.
7. Магомедов Р. Н., Прошина А. Ю., Арутюнов В. С. Газофазный окислительный крекинг этана в атмосфере азота // Кинетика и катализ, 2013. Т. 54. № 4. С. 401.
8. Магомедов Р. Н., Прошина А. Ю., Пешнев Б. В., Арутюнов В. С. Влияние газовой среды и гетерогенных факторов на газофазный окислительный крекинг этана // Кинетика и катализ, 2013. Т. 54. № 4. С. 413.
9. Дмитрук А. С., Никитин А. В., Стрекова Л. Н., Арутюнов В. С. Влияние давления на окислительный крекинг легких алканов // Горение и взрыв, 2016. Т. 9. № 3. С. 21.
10. NUIGMech1.1 National University of Ireland Galway, 2020. <http://c3.nuigalway.ie/combustionchemistrycentre/mechanismdownloads/>.
11. C₁–C₁₆ HT+LT+NO_x mechanism. The CRECK Modeling Group, Politecnico di Milano. 2020. <http://creckmodeling.chem.polimi.it/menu-kinetics/menu-kinetics-detailed-mechanisms/107-category-kinetic-mechanisms/406-mechanisms-1911-tot-ht-lt-nox/>.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Комитета по науке Республики Армения в рамках научного проекта № 20-53-05001.

¹Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н. Н. Семенова Российской академии наук; Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Факультет фундаментальной физико-химической инженерии, anitadmitruk@gmail.com

²Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н. Н. Семенова Российской академии наук; Институт проблем химической физики Российской академии наук, iaroslav.zimin@gmail.com

³Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н. Н. Семенова Российской академии наук, mgbryukov@mail.ru

⁴Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н. Н. Семенова Российской академии наук, belyaevINF@yandex.ru

⁵Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н. Н. Семенова Российской академии наук; Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Факультет фундаментальной физико-химической инженерии; Институт проблем химической физики Российской академии наук, arutyunov@chph.ras.ru

12. Chemical Workbench 4.3. Kintech Laboratory, 2021. <http://www.kintechlab.com/products/chemical-workbench/>.
13. Miller J. A., Klippenstein S. J. The reaction between ethyl and molecular oxygen II: Further analysis // Int. J. Chem. Kinet., 2001. Vol. 33. P. 654.
14. Арутюнов В. С., Басевич В. Я., Веденев В. И., Романович Л. Б. Кинетическое моделирование прямого газофазного окисления метана в метанол при высоком давлении // Кинетика и катализ, 1996. Т. 37. № 1. С. 20.
15. Франк-Каменецкий Д. А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. — М.: Наука, 1987. 502 с.
16. Вильямс Ф. А. Теория горения / Пер. с англ. — М.: Наука, 1971. 616 с. (*Williams F. A. Combustion theory. — 2nd ed. — Addison Wesley, 1965. 447 p.*)
17. Рид Р., Праусниц Дж., Шервуд Т. Свойства газов и жидкостей / Пер. с англ. — Л.: Химия, 1982. 592 с. (*Reid R., Prausnitz J., Sherwood T. Properties of gases & liquids. — New York, NY, USA: McGraw Hill, 1977. 703 p.*)
18. Годунов С. К., Рябенский В. С. Разностные схемы. — М.: Наука, 1977. 440 с.

Поступила в редакцию 15.11.2021