

НОВЫЕ ПРОЦЕССЫ МАЛОТОННАЖНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ*

В. С. Арутюнов¹, В. И. Савченко², В. М. Шмелев³, И. В. Седов⁴,
О. В. Шаповалова⁵, И. Г. Фокин⁶, А. В. Никитин⁷, Л. Н. Стрекова⁸,
А. И. Тарасов⁹, А. С. Дмитрук¹⁰, К. А. Тимофеев¹¹

Аннотация: Несмотря на впечатляющие достижения в химической конверсии природных газов в жидкие продукты (GTL (gas-to-liquids) технологиях), даже построенные в последние годы предприятия «мирового класса» балансируют на грани рентабельности. Одна из главных причин — очень высокие затраты на стадию конверсии природного газа в синтез-газ. Как следствие, в ближайшем будущем не прогнозируется заметного увеличения числа GTL предприятий. В работе рассматриваются две альтернативные возможности создания нового поколения GTL процессов. Первая — снижение затрат на стадию получения синтез-газа за счет новой технологии матричной конверсии. Вторая — разработка альтернативных GTL технологий, не требующих стадии получения синтез-газа. Основой для подобных технологий могут стать процессы парциального окисления углеводородов, такие как прямое окисление метана в метанол (ПОММ), селективный оксикрекинг тяжелых компонентов природных и попутных газов, окислительная конденсация метана (ОКМ) в этилен с последующим каталитическим карбонилированием и/или олигомеризацией продуктов окисления.

Ключевые слова: природный газ; попутный газ; GTL, синтез-газ; матричная конверсия; парциальное окисление; оксикрекинг; карбонилирование; олигомеризация

* Работа выполнена при поддержке Министерства науки и образования РФ в рамках Государственного контракта № 14.607.21.0037 и ОХНМ РАН в рамках программы № 7.

¹Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, arutyunov@chph.ras.ru

²Институт проблем химической физики Российской академии наук; Факультет фундаментальной физико-химической инженерии МГУ им. М. В. Ломоносова, vsavch@icp.ac.ru

³Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, shmelev.05@mail.ru

⁴Институт проблем химической физики Российской академии наук; Факультет фундаментальной физико-химической инженерии МГУ им. М. В. Ломоносова, isedov@icp.ac.ru

⁵Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, shapovalova.oksana@gmail.com

⁶Институт проблем химической физики Российской академии наук, ilia@icp.ac.ru

⁷Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, ni_kit_in@rambler.ru

⁸Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, strekova@bk.ru

⁹Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, totalrock79@gmail.com

¹⁰Институт проблем химической физики Российской академии наук; Факультет фундаментальной физико-химической инженерии МГУ им. М. В. Ломоносова, anitadmitruk@gmail.com

¹¹Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, krotmod@yandex.ru

Литература

1. *Савченко В. И., Макарян И. А., Арутюнов В. С.* Анализ зарубежных промышленных технологий по переработке углеводородных газов и оценка перспектив их реализации в нефтегазохимическом комплексе России // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний, 2013. № 11. С. 3–12.
2. *Arutyunov V.* New prospects of low-scale gas chemistry // J. Phys. Conference Ser., 2011. Vol. 291. P. 012001. doi: 10.1088/1742-6596/291/1/012001.
3. *Арутюнов В. С., Шмелев В. М., Лобанов И. Н., Политенкова Г. Г.* Генератор синтез-газа и водорода на основе радиационной горелки // ТОХТ, 2010. Т. 44. № 1. С. 21–30.
4. *Shapovalova O. V., Chun Y. C., Arutyunov V. S., Shmelev V. M.* Syngas and hydrogen production from biogas in volumetric (3D) matrix reformers // Int. J. Hydrogen Energy, 2012. Vol. 37. P. 14040–14046.
5. *Arutyunov V. S., Shmelev V. M., Rakhmetov A. N., Shapovalova O. V.* 3D matrix burners: A new method for small-scale syngas production // Ind. Eng. Chem. Res., 2014. Vol. 53. № 5. P. 1754–1759.
6. *Шановалова О. В. Рахметов А. Н., Шмелев В. М., Захаров А. А., Арутюнов В. С.* Окислительная конверсия углеводородных газов в синтез-газ на основе горелочных устройств с объемными проницаемыми матрицами // Горение и взрыв, 2014. Вып. 7. С. 53–58.
7. *Арутюнов В. С.* Окислительная конверсия природного газа. — М.: КРАСАНД, 2011. 640 с.
8. *Arutyunov V.* Direct methane to methanol: Foundations and prospects of the process. — Amsterdam: Elsevier, 2014. 309 p.
9. *Магомедов Р. Н., Никитин А. В., Савченко В. И., Арутюнов В. С.* Новый тип малотоннажных GTL-процессов на базе прямого парциального окисления углеводородных газов без стадии получения синтез газа // Горение и взрыв, 2014. Вып. 7. С. 46–52.
10. *Белов Г. П., Новикова Е. В.* Поликетоны — чередующиеся сополимеры монооксида углерода // Успехи химии, 2004. Т. 73. С. 292–319.
11. *Савченко В. И., Макарян И. А., Фокин И. Г., Седов И. В., Магомедов Р. Н., Липилин М. Г., Арутюнов В. С.* Малотоннажные GTL-процессы на базе прямого парциального окисления углеводородных газов без стадии получения синтез-газа // Нефтепереработка и нефтехимия, 2013. № 8. С. 21–26.
12. *Makaryan I. A., Sedov I. V., Savchenko V. I.* Platinum group metal-catalysed carbonylation as the basis of alternative gas-to-liquids processes // Johnson Matthey Technol. Rev., 2015. Vol. 59. No. 1. P. 14–25.
13. *Mac Farlan A., Liu D.* CANMET's integrated acetic acid process: Coproduction of chemicals and power from natural gas // Natural gas conversion VI / Eds. E. Iglesia, J. J. Spivey, T. H. Fleish. — Studies in surface science and catalysis ser. — Amsterdam — London — New York — Oxford — Paris — Shannon — Tokyo: Elsevier Science B.V., 2001. Vol. 136. P. 411–416.

Поступила в редакцию 01.11.14