

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Подсекция 1 – Угледородное сырье

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

В.И. Ерофеев, профессор, заслуженный деятель науки РФ

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последние годы в связи с сильной выработкой более 90 % действующих месторождений так называемой «легкой» нефти в мире все больший вклад в общий сырьевой нефтяной баланс вносят трудноизвлекаемые тяжелые нефти, что требует огромных затрат не только по их добыче, но и созданию новых высокоэффективных технологий по глубокой переработке различных тяжелых дистиллятов и нефтяных остатков с использованием катализаторов и различных термических процессов.

Трудноизвлекаемые тяжелые нефти многих современных месторождений мира в отличие от ранее добываемых месторождений нефти обладают повышенной плотностью, высоким содержанием различных полиароматических углеводородов и гетероатомных соединений, особенно сернистых веществ и располагаются преимущественно в низкопроницаемых горных породах. Переработка таких тяжелых нефтей и их дистиллятов требует применения для их переработки различных гидрогенизационных процессов: гидрокрекинга, гидроочистки, каталитического крекинга и термических гидропроцессов [1-3].

Кроме того необходимо отметить, что развитие современной мировой нефтепереработки характеризуется постоянным ужесточением экологических требований к физико-химическим и эксплуатационным характеристикам моторных топлив, выполнение которых требует огромных капитальных и эксплуатационных затрат.

Все больший вклад в общий сырьевой энергетический баланс вносят различные виды легкого углеводородного сырья: природный и попутные нефтяные газы, газовые конденсаты, что требует огромных затрат для создания и разработки новых эффективных технологий по их глубокой переработке в различные ценные продукты.

Нефтегазохимия стала частью нефтегазового комплекса, входя составным элементом в структуру крупнейших нефтегазовых компаний мира. Важной особенностью современной нефтегазопереработки является создание новых эффективных ресурсо- и энергосберегающих экологически чистых процессов переработки углеводородного сырья. Одним из наиболее перспективных направлений развития отечественной нефтегазохимии являются создание новых прямых процессов переработки природных и попутных нефтяных газов и газовых конденсатов в различные ценные продукты: низшие олефины C_2-C_4 , ароматические соединения, высоколиквидные моторные топлива: высокооктановые бензины различных марок, дизельные и авиационные топлива [4-10].

Альтернативными технологиями переработки природных и попутных нефтяных газов могут быть процессы получения различных классов углеводородов через синтез-газ по Фишеру-Тропшу. Технология Фишера-Тропша позволяет получать различные смеси парафинов с олефинами или линейные парафины нормального строения, переработка которых требует комплексной схемы производства. Существующие в настоящее время процессы фирм Sasol и Shell недостаточно технологичны и требуют огромных капиталовложений. Технология получения углеводородов из синтез-газа значительно менее производительна, чем процессы получения метанола или диметилового эфира.

В отличие от многих процессов нефтепереработки современные газохимические технологии – это более сложные, многостадийные энергоемкие процессы, требующие огромных энергетических и капитальных затрат. Это объясняется термодинамическими, кинетическими и другими технологическими особенностями процессов нефте- и газохимии.

Если в основе нефтехимических процессов лежит преимущественно разрыв относительно слабых C-C и C-H связей в длинных углеводородных цепочках различных молекул нефтяных дистиллятов с целью получения более низкомолекулярных соединений, то основное направление газохимических процессов прямо противоположно: из небольших и очень химически стабильных молекул метана и его ближайших гомологов (этана, пропана и бутанов) необходимо получать различные по строению более высокомолекулярные соединения, что требует значительных энергетических затрат, а также более эффективных катализаторов. Также важно отметить, что в основе многих нефтехимических процессов лежит в первую очередь разработка активных и долговечных катализаторов, то в газохимических процессах на первом плане стоит достижение необходимой селективности процессов по целевым продуктам [11-16].

Данные газохимические процессы требуют использования новых эффективных, высокостабильных и активных катализаторов для получения смеси углеводородов и разработка наноструктурированных катализаторов может позволить увеличить эффективность этих процессов. Наиболее перспективными для

переработки природного газа, попутных нефтяных газов и газовых конденсатов являются катализаторы на основе микропористых высококремнеземных цеолитов типа MFI, которые благодаря своей микропористой структуре (диаметр пор 6-8 Å) и молекулярно-ситовым свойствам активны и селективны в реакциях дегидрирования, крекинга, олигомеризации и дегидроциклизации с образованием олефиновых, изопарафиновых и ароматических углеводородов.

Важными техническими решениями при создании этих процессов может быть использование сларри – реакторов, микроканальных реакторов. Также, возможно, решение, связано с использованием наноструктурированных мембран и другие высокоэффективные технологии.

Таким образом, в заключение необходимо отметить, что для газохимии важнейшими признаны технологии, связанные с переработкой природных и попутных нефтяных газов в синтез-газ, с конверсией синтез-газов через метанол в бензины и олефины, конверсией диметилового эфира в бензины, получением олефинов из диметилового эфира, получение метанола из синтез-газа в кипящем слое, мембранные технологии разделения и выделения водорода, получение синтез-газа с раздельным окислением – восстановлением, получение этилена из метана окислительной димеризацией и другие процессы, направленные на переработку различных дешевых видов углеводородного и органического сырья на получение низших олефинов, алкилароматических и кислородсодержащих соединений, высоколиквидных моторных топлив и других ценных продуктов.

Литература

1. Арутюнов В.С., Лапидус А.Л. Газохимия как ключевое направление развития энергохимических технологий XXI века. // Рос. хим. ж. – 2003. – Т. 47. – № 2. – С. 23 – 32.
2. Брагинский О.Б., Шлихтер Э.Б. Мирровая нефтепереработка: экологическое измерение. – М.: Академия, 2003. – 262 с.
3. Ерофеев В.И. Проблемы и перспективы развития нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности России. // В Сб.: «Проблемы геологии и освоения недр: Труды XVII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 150-летию со дня рождения академика В.А. Обручева и 130-летию академика М.А. Усова, основателей Сибирской горно-геологической школы. Том II; Томский политехнический университет; под ред. А. Ю. Дмитриева. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. Т. 2. С. 44–47.
4. Erofeev V.I., Adyaeva L.V., Kukhareno O.A. Effect of high-temperature treatment of Pentasils on their acid catalytic properties in conversion of straight-run Naphthas. // Russ. J. Appl. Chem. 2001. V. 74. № 11. P. 1846 – 1849.
5. Trofimova A.S., Koval L.M., Erofeev V.I. Synthesis of Lower Olefins from C₃-C₄ Alkanes on ZSM-5 Zeolites Modified with Alkali Metals. // Rus. J. of Physical Chemistry. – 2000. – V. 74. – Suppl. 3. – pp. S537–S540.
6. Erofeev V.I., Adyaeva L.V. Transformations of straight-run Naphthas on Indium-modified pentasils. // Russ. J. Appl. Chem. 2003. V. 76. № 7. P. 1083–1088.
7. Vosmerikov A.V., Erofeev V.I. Effect of high-temperature steam treatment on acidic and catalytic properties of Catalysts for Aromatization of lower Alkanes // Russian Journal of Physical Chemistry. – 2000. – V. 74. – Suppl. 3. – P. 537 – 540.
8. Trofimova A.S., Erofeev V.I., Koval L.M. The Preparation of the lower olefins from C₃-C₄ Alkanes on ZSM-5 Zeolites modified by Lithium // Russian Journal of Physical Chemistry. – 2002. – V. 76. – N 6. – P. 922–925.
9. Safronova S.S., Koval L.M., Erofeev V.I. Catalytic activity of Ga-containing zeolite catalysts in the coupled reforming of methanol and C₃-C₄ alkanes. // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. – 2008. – V. 42. – № 5. – P. 550–555.
10. Ерофеев В.И., Хасанов В.В., Егорова Л.А. Получение ароматических углеводородов из низших алканов C₃-C₄ на цеолитсодержащих катализаторах. // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 10, ч. 3. – С. 433–437.
11. Ерофеев В.И., Хасанов В.В., Вайсбеккер М.С., Егорова Л.А. Конверсия попутных нефтяных газов C₃-C₄ на цеолитных катализаторах, модифицированных гетерополисидами состава Mo-P-Co. // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 7. – С. 7–11.
12. Pidko E.A., Santen R.A.V. Activation of light alkanes over zinc species stabilized in ZSM-5: A comprehensive DFT study. // J. Phys. Chem.: C. – 2007. – V. 111. – № 6. – P. 2643 – 2655.
13. Bhan A., Delgass W.N., Propane aromatization over HZSM-5 and Ga/HZSM-5 catalysts. // Catalysis Reviews – Science and Engineering. – 2008. – V. 50. – № 1. – P. 19–151.
14. Bai L.Y., Zhou Y.M., Zhang Y.W., Liu H., Tang. Influence of Calcium Addition on Catalytic Properties of PtSn/ZSM-5 Catalyst for Propane Dehydrogenation. // Catal. Lett. – 2009. – V. 129. – P. 449–456.
15. Choudhary V.R., Mantri K., Sivadinarayana C. Influence of zeolite factors affecting zeolitic acidity on the propane aromatization activity and selectivity of Ga/H-ZSM-5. // Microporous and Mesoporous Materials. - 2000. - V. 37. - P. 1–8.
16. Asachenko E.V., Rodina O.V., Ordonskii V.V., Gurev Yu.V., Ivanova I.I. Specifics of the deactivation of acid and zinc-containing propane aromatization catalysts. // Petroleum Chemistry. – 2008. – V. 48. – № 2. – P. 100 – 104.