

Литература

1. Постоянный технологический регламент АО «ННК» Цех № 18 (Производство катализатора ИМ-2201). Новокуйбышевск, 2017 г. – 150 с.
2. Технические условия АО «ННК» ТУ 38.103706-90. Катализаторы ИМ-2201, ИМ-2201М. Новокуйбышевск, 2020 г. – 54 с.
3. Воробьева Н.А., Беззубов С.И., Ефимов А.А. Почему золь–гель метод столь популярен? // Нанометр. – 2010. – № 5. – С. 27–30.

УДК 665.658

Карпинчик Е.В., Агабеков В.Е., Южик Л.И.
(ГНУ ИХНМ НАН Беларуси)

НАНОДИСПЕРСНЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ГИДРИРОВАНИЯ «ТЯЖЁЛЫХ» НЕФТЯНЫХ ОСТАТКОВ В ПРИСУТСТВИИ КОМПОНЕНТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Важнейшей проблемой нефтеперерабатывающей промышленности является углубленная переработка нефтяного сырья, вовлечение в неё «тяжёлых» нефтей и нефтяных остатков, битумов, гудрона. Классические способы вторичной переработки «легких» нефтей для данного вида сырья малоэффективны и нерентабельны. Для получения из такого сырья светлых углеводородов требуются новые технологии, обеспечивающие эффективность его переработки. Наиболее интенсивно для этой цели ведутся поиски стабильных и эффективных катализаторов, важнейшей характеристикой которых является их структурное состояние. Одним из наиболее приемлемых вариантов решения проблемы может служить технология, предусматривающая гидроконверсию «тяжелого» нефтяного сырья с использованием катализаторов в нанодисперсном состоянии [1]. Эффективность нанодисперсного состояния твёрдых веществ доказана в многочисленных областях материаловедения и их ореал постоянно расширяется. В тоже время, успешное продвижение нанотехнологий в химической и нефтехимической отраслях промышленности все еще незначительны. Проявление размерного эффекта следует предполагать в каталитических процессах, поскольку они весьма чувствительны не только к природе активной фазы, но и к ее физическому состоянию, что открывает путь для регулирования активности и селективности процесса.

В отличие от катализатора, активный компонент которого нанесен на подложку, в наногетерогенном состоянии вся его поверхность является доступной для молекул органического вещества любой формы и размера, тем самым удаётся избежать проявления специфических свойств носителя, в частности, стерического фактора, обусловленного размером, формой и количеством его пор.

Для осуществления наногетерогенного катализа «тяжёлого» нефтяного сырья каталитическую систему с активной фазой в нанодиспергированном состоянии формируют *in situ* смешением его с расчётным количеством прекурсора [1-3], что обеспечивает образование седиментационно-устойчивых нано частиц, равномерно распределённых в объёме углеводородной массы. Рентабельность процесса гидроконверсии можно повысить допированием углеводородного нефтяного сырья углесодержащим компонентом [4]. Для этой цели целесообразно использовать отходы растительного происхождения (опилки, льнокостра, лигнин и др.) или низкосортные угли. Из такого рода композиции можно рассчитывать на увеличение выхода жидких «синтетических» углеводородов.

Наногетерогенную гидроконверсию гудрона в комплексе с сосновыми опилками осуществляли с использованием молибденсодержащих и алюминий-циркониевых нанокатализаторов, приготовленных *in situ* с использованием в качестве прекурсора молибдата аммония [5]. Количественное содержание наночастиц катализатора, сформированных непосредственно в реакционной зоне, составляло 0,05% масс. от массы сырья. Средний размер частиц растительного компонента составлял 600-700 нм.

Гидроконверсию смеси гудрона с опилками и нанокатализатором проводили в автоклаве при интенсивном перемешивании, давлении водорода 7,0 МПа и непрерывным отводом парофазовой фракции. Длительность процесса составляла 2 часа, температура 4000С. Установлено, что в этих условиях выход кокса уменьшается на 91,8% (до 0,8%), а значения йодных чисел образующихся жидких продуктов снижается с 51 до 19, что свидетельствует о снижении количества непредельных углеводородов. При гидрокрекинге смеси гудрона с бурым углем (30 масс. %) выход газа и твердых продуктов увеличивается на 14,9 и 14,5 % и достигает 29,1 и 24,10 масс.% соответственно, при этом доля жидкой фракции составляет 31,7%.

Таким образом, экспериментально подтверждена эффективность наногетерогенного катализа для совместной переработки остаточного нефтяного сырья в комплексе с ископаемым бурым углем и древесными отходами. При этом одновременно решаются несколько важных

для экономики задач: повышение глубины переработки нефти, использование для производства моторных топлив и продуктов нефтехимического синтеза тяжелых нефтяных остатков, растительного (древесные отходы) и альтернативного сырья (бурый уголь), улучшение качества и повышение выхода продуктов гидрогенизации.

Преимущества используемых нанокатализаторов заключаются в их высокой селективности в разрыве С-С связей, обессеривании и деазотировании, гидрировании диеновых продуктов реакции, стойкости к каталитическим ядам, простоте регенерации и возможности проведения гидрокрекинга в «мягких» условиях (при давлении до 7-8 МПа).

Литература

1. Хаджиев С.Н. // Наногетерогенный катализ – новый сектор нанотехнологий в химии и нефтехимии // Нефтехимия. 2011. Т. 51. № 1. С. 3–16.

2. Кадиева М.Х. // Автореф. Дис. канд.хим. наук. Москва, 2011.

3. Хисмиев Р.Р., Петров С.М., Башкирцева Н.Ю. // Современное состояние и потенциал переработки тяжелых высоковязких нефтей и природных битумов // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – № 21. С. 312–315.

4. Есипчук М.А., Корбут В.И., Аннаев С.А., Кадиев Х.М. Гидроконверсия смесей гудрона с льно-кострой и гидролизным лигнином / Альтернативные источники сырья и топлива, Минск, 2017, С. 37.

5. Strizhakov D.A., Korbut V.I., Kadiev Kh.M.m, Agabekov V.E., Khadzhiev S.N., // Petroleum Chemistry/ – 2013. – Vol. 53. – № 4. – P. 255.

УДК 665.775.4

**Шрубок А. О., Грушова Е.И.,
Юсевич А.И., Степанович Ю.А. (БГТУ)**

НЕФТЯНЫЕ БИТУМНЫЕ ВЯЖУЩИЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Нефтяные битумы находят широкое применение во многих областях народного хозяйства: при производстве дорожного полотна, кровельных и строительных материалов, специальных и гидроизоляционных покрытий, клеев, мастик и эмульсий. Мировые мощности по производству нефтяных битумов достигают 110 млн. т/г, и ежегодно возрастают в среднем на 3–4 %. Объем производства битумов в Респуб-