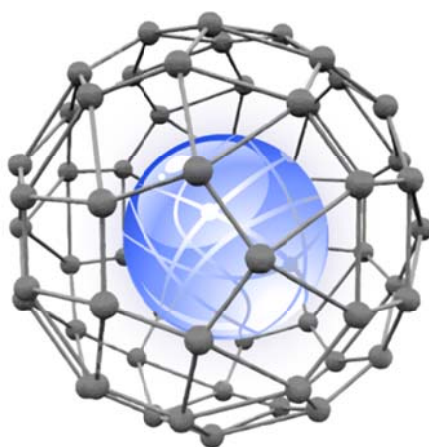


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Химический факультет

# ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Материалы Международной научной конференции  
21–22 мая 2015 г.

Том 2



Томск  
Издательский Дом Томского государственного университета  
2015

Установлено, что узкопористые цеолитные катализаторы (H-ZSM-12, H-ZSM-5) не проявляют каталитической активности в реакции анилина с ацетоном, конверсия анилина на них близка к нулю. На более широкопористых цеолитах (H-Beta, H-Y) конверсия анилина составляет 17 %. Наиболее активным в реакции является цеолитный катализатор H-Y-МММ. Его отличительной особенностью является комбинированная структура, в которой микропоры цеолита Y сочетаются с мезо- и макропорами, формирующимися между сrostками кристаллов цеолита в процессе его синтеза. Такая структура позволяет снизить диффузионные затруднения для молекул реагентов и продуктов реакции, в результате чего конверсия анилина достигает 100 %, а выход МГХ составляет 68 %.

При исследовании влияния условий реакции показано, что с увеличением температуры (от 60 °С до 230 °С) конверсия анилина возрастает в 25 раз, а селективность образования МГХ в 7 раз (рис. 1). При этом увеличивается количество тяжелых побочных продуктов. Увеличение концентрации катализатора (10–50 %) способствует повышению конверсии реагирующих веществ, селективность образования 2,2,4-триметил-1,2-дигидрохинолина при этом увеличивается на 34 % (рис 2).

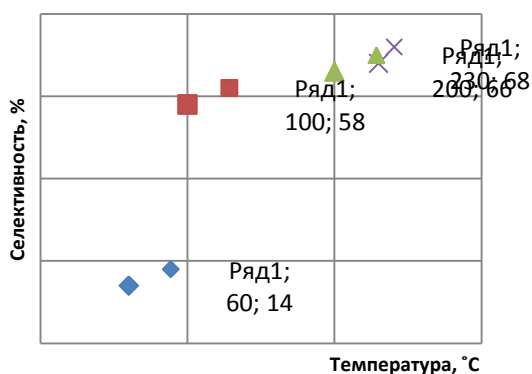


Рис. 1 Влияние температуры реакции на селективность МГХ

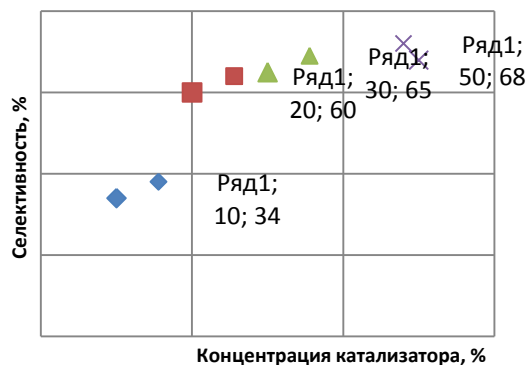


Рис. 2 Влияние концентрации катализатора на селективность МГХ

### Список литературы

1. V. Mohan, N. Narender, Catal.Sci.Technol. 2012. P. 471-487.
2. J. Aguilar, A. Corma, F.V. Melo and E. Sastre, Catal. Today. 2000. Vol.55. P. 225.
3. G. Ohlmann, H.-G.Jerschke, G. Lischke, B. Parltitz, M. Richter and R. Eckelt. Z. Chem. 1988. Vol. 28. P. 161.

УДК 662.758.2

## ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТОВАРНЫХ БЕНЗИНОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ВВЕДЕНИЕМ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ НАНОСТРУКТУРНОГО УГЛЕРОДА

**Шамсутдинова Анастасия Нафисовна**, аспирант, Национальный исследовательский Томский государственный университет, химический факультет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36,  
E-mail: selenet\_1408@mail.ru

**Бричков Антон Сергеевич**, канд. техн. наук, Национальный исследовательский Томский государственный университет, химический факультет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36,  
E-mail: busyness@mail.ru

**Козик Владимир Васильевич**, д-р техн. наук, профессор кафедры неорганической химии, Национальный исследовательский Томский государственный университет, химический факультет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36, E-mail: vkozik@mail.ru

На практике выделяющиеся из нефтегазовой жидкостной смеси газ напрямую без очистки направляется на факельную систему, что способствует загрязнению атмосферного воздуха, и является нарушением пп. 3.8, 6.1. ПБ 09-12-92 «Правил устройства и безопасной эксплуатации факельных систем».

Пунктом 1 Постановления Правительства РФ от 08.01.2009г. № 7 установлен целевой показатель сжигания ПНГ. Данный показатель выгоден и с экономической, и с экологической сторон. Однако на практике процент утилизации газа составляет гораздо большее значение. В лаборатории электроники СФТИ при ТГУ разработан метод получения нанодисперсного углерода из природного газа [1]. Основная часть углеродного продукта имеет вид легко собираемых гранул, обогащенных углеродными нанотрубками. Комплекс модифицирующих свойств наноструктурного углерода (НСУ) обуславливает повышенный интерес ученых к поиску новых областей для его применения. Актуальным направлением среди множества проводимых исследований является анализ процессов, протекающих при взаимодействии НСУ с органическими растворителями, в том числе смесового состава. Цель работы заключалась в проведении хроматографического анализа растворов товарных бензинов, а также их модифицированных наноструктурным углеродом версий. В ходе работы проведен хроматографический анализ растворов товарных бензинов марки АИ–92 купленных на заправках трех компаний: «Газпром», «Роснефть» и «Elke Auto», а также их модифицированных наноструктурным углеродом версий. Установлено, что при введении наноструктурного углерода увеличивается содержание ароматических углеводородов, что способствует повышению октанового числа бензинов. При этом полученные бензины удовлетворяют требованиям по содержанию аренов, в частности бензола.

**Ключевые слова:** наноструктурный углерод, товарный бензин, повышение октанового числа, детонационная стойкость, ароматические углеводороды.

## CHROMATOGRAPHIC STUDY COMMERCIAL GASOLINE, MODIFIED BY INTRODUCTION OF ADDITIVES BASED ON NANOSTRUCTURED CARBON

**Anastasia N. Shamsutdinova**, postgraduate student, National Research Tomsk State University, Chemistry Department, 36, Lenina Avenue, Tomsk, 634050, Russia, E-mail: selenet\_1408@mail.ru

**Anton S. Brichkov**, Ph.D., National Research Tomsk State University, Chemistry Department, 36, Lenina Avenue, Tomsk, 634050, Russia, E-mail: busyness@mail.ru

**Vladimir V. Kozik**, D.Sc., Professor of Department of Inorganic Chemistry, National Research Tomsk State University, Chemistry Department, 36, Lenina Avenue, Tomsk, 634050, Russia, E-mail: vkozik@mail.ru

In practice, the oil and gas released from the liquid mixture gas directly without treatment directed to the flare system. This contributes to air pollution, and is a violation of paragraphs. 3.8, 6.1. PB 12/09/92 "Rules of construction and safe operation of flare systems. Paragraph 1 of the Decree of the Government of the Russian Federation of 08.01.2009 № 7 set a target of flaring. This indicator is beneficial from an economic and environmental sides. However, in practice, the gas utilization rate is much higher value. In the laboratory, electronics SPTI at TSU developed a method for nanostructured carbon production from natural gas [1]. The main part of the carbon product has the form of easy-going pellets enriched carbon nanotubes. Complex modifying properties of nanostructured carbon (NSO) causes an increased interest of scientists to explore new areas for its application. Actual direction among many of the research is to analyze the processes occurring in the interaction of the NSO with organic solvents, including a blending composition. The aim of the work was to conduct a chromatographic analysis of solutions of commercial gasoline, as well as their modified nanostructured carbon versions. The work carried out chromatographic analysis of solutions of commercial gasoline AI–92 purchased at the pump three companies: "Gazprom", "Rosneft" and «Elke Auto», as well as their carbon nanostructure modified versions. Found that the introduction of carbon nanostructure aromatic content increases, thereby increasing the octane number of gasoline. Thus obtained satisfy the requirements for gasolines arene content, in particular benzene.

**Key words:** nanostructured carbon, commercial gasoline, increase octane, detonation resistance, aromatic hydrocarbons

Бензин является смесью большого числа углеводородов с температурой кипения от 33 °С до 205 °С [2]. Для установления конкретных групп углеводородов, вступающих во взаимодействие с поверхностью наноструктурного углерода, получения более полной информации о составах товарных бензинов и их модифицированных наноструктурным

углеродом версий, целесообразней применять метод хроматографического анализа. На основе хроматограмм разделения смесей углеводородов можно не только получить данные о качественном и количественном составах образцов, но и судить об изменениях их некоторых важных характеристических показателях [3, 4].

В ходе эксперимента было приготовлено 6 серий растворов бензинов, которые получены пропуском товарного бензина через гранулы углеводорода при комнатной температуре. Растворы анализировали в набивной колонке на хроматографе «Цвет 100М»: детектор пламенно-ионизационный; колонка хроматографическая капиллярная OV-101 (100 мм x 0,25 мм x 0,5 мкм), газ-носитель – азот. Температура испарителя – 250 °С. Режим анализа: температура термостата 50 °С в течение 20 мин и далее в режиме программирования до 250 °С со скоростью нагрева 3 град/мин и в изотермическом режиме при 250 °С до выхода всех анализируемых компонентов. Сигнал с детектора поступал на компьютер, где записывался, обрабатывался и выводится на монитор в виде хроматограмм разделения углеводородной смеси.

Количественный анализ продуктов реакции проводили с помощью метода внутренней нормализации. Метод основан на определении соотношений между концентрациями компонентов смеси [5].

Хроматографический анализ исходных бензинов показал, что из трех партий образцов лишь две соответствуют установленным стандартам ЕВРО-4 по содержанию ароматических углеводородов, в частности бензола [6]. Поэтому, в дальнейших исследованиях по влиянию наноструктурного углерода на свойства бензинов использованы партии образцов «Газпром» и «Elke Auto».

Результаты исследований показывают, что при введении наноструктурного углерода полученные образцы соответствуют предъявляемым требованиям по количеству бензола. Для образцов, полученных из бензина «Elke Auto», также соблюдены условия по содержанию аренов. Суммарное количество ароматических соединений в образцах, полученных из бензинов «Газпром», соответствует требованиям ЕВРО-3.

Установлено, что при обработке товарного бензина наноструктурным углеродом увеличивает содержание ароматических углеводородов. Это способствует повышению октанового числа бензинов. Отмечаем, что при добавлении наноструктурного углерода с размером частиц менее 1 мкм, октановый показатель имеет наибольшее значение для всех образцов. Увеличение содержания ароматических углеводородов сопровождается снижением количества алканов, изоалканов, олефинов, и незначительным повышением циклоалканов. Данное явление можно объяснить превращением ациклических углеводородов в циклические. Для этого необходимо наличие на поверхности наноструктурного углерода кислотных центров, способных инициировать реакцию циклизации [8]. Поэтому для подтверждения сделанных выводов требуются дополнительные исследования свойств активных центров поверхности наноструктурного углерода.

Результаты хроматографического анализа показали, что взаимодействие товарных бензинов с поверхностью наноструктурного углерода способствует снижению количества углеводородов имеющих низкую химическую стабильность. Отмечаем значительное уменьшение олефинов в составах бензинов, обработанных наноструктурным углеродом с размером частиц более 10 нм. При снижении концентрации олефинов, получаемые бензины становятся более устойчивыми к окислению, что позволяет продлить сроки и упростить условия хранения.

*Работа выполнена в рамках гранта УМНИК (контракт № 11661p/17206 от 05 апреля 2013 г).*

### Список литературы

1. Получение наноуглеродных структур из природного газа в плазме СВЧ-разряда / В.Б. Антипов, Ю.В. Медведев, С.А. Фирсов, Ю.И. Цыганок // Доклады ТУСУРа. 2011. № 2. С. 7–9.
2. Хайитов Р. Р. Анализ углеводородов бензина АИ–80 методом ГЖХ / Р. Р. Хайитов, Х. О. Обидов // Молодой ученый. 2013. № 6. С. 167–169.
3. Мачулин Л.В. Хроматографический метод экспресс-определения октановых чисел / Л.В. Мачулин // Нефть и газ. 2013. № 7. С. 45–50.
4. Черепица С.В. Методика газохроматографического анализа автомобильных бензинов / С.В. Черепица [и др.] // Химия и технология топлив и масел. 2001. № 4. С. 44–48.
5. Барковский В.Ф. Физико-химические методы анализа / В.Ф. Барковский, С.М. Горелик, Т.Б. Городенцева. М.: Высшая школа, 1972. 327 с.
6. ТР ТС 013/2011 О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту.
7. Смышляева Ю.А. Разработка базы данных по октановым числам для математической модели процесса компаундирования товарных бензинов / Ю.А. Смышляева [и др.] // Известия Томского политехнического университета. 2011. № 3. С. 75–80.
8. Corma A. Catalysis by acids and bases / A. Corma, V. Farnes, B. Imelik et al. // Studies in surface science and catalysis. 10. Elsevier, 1985. P.409.

### References

1. Poluchenie nanouglernodnyh struktur iz prirodnoho gaza v plazme SVCH-razryada / V.B. Antipov, Yu. V. Medvedev, S.A. Firsov, Yu.I. Tsiganok // Doklady TUSURa. 2011. No 2. S. 7–9.
2. Hayitov R.R. Analiz uglevodorodov benzina AI–80 metodom GZHH / R.R. Hayitov, H.O. Obidov // Molodoy uchenyy. 2013. No 6. S. 167–169.
3. Machulin L.V. Hromatograficheskiy metod ekspress-opredeleniya oktanovykh chisel / L.V. Machulin // Neft I gaz 2013. No7. S. 45–50.
4. Cherepitsa S.V. Metodika gazohromatograficheskogo analiza avtomobilnykh benzinov / S.V. Cherepitsa [i dr.] // Himiya i tehnologiya topliv i masel. 2001. No 4. S. 44–48.
5. Baranovskiy V.F. Fiziko-himicheskie metody analiza / V.F. Baranovskiy, S.M. Gorelik, T.B. Gorodentseva. M.: Vysshaya shkola, 1972. 327 s.
6. TR TS 013/2011 O trebovaniyah k avtomobilnomu i aviatsionnomu dizelnomu i sudovomu toplivu, toplivu dlya reaktivnykh dvigateley i mazutu.
7. Smyshlyayeva Yu.A. Razrabotka bazy dannykh po oktanovym chislam dlya matematicheskoy modeli protsesa kompaundirovaniya tovarnykh benzinov / Yu.A.Smyshlyayeva [i dr.] // Izvestie Tomskogo politehnicheskogo universiteta. 2011. No 3. S. 75–80.
8. Corma A. Catalysis by acids and bases / A. Corma, V. Farnes, B. Imelik et al. // Studies in surface science and catalysis. 10. Elsevier, 1985. P.409.

УДК 678.01:54+678.84

## СИНТЕЗ ПОЛИМАГНИЙФЕНИЛСИЛОКСАНА

**Шапкин Николай Павлович**, д-р хим. наук, профессор кафедры общей, неорганической и элементоорганической химии, Дальневосточный федеральный университет, Школа естественных наук, 690000 г. Владивосток, ул. Октябрьская, 27, E-mail: npshapkin@gmail.com

**Капустина Алевтина Анатольевна**, канд. хим. наук, профессор кафедры общей, неорганической и элементоорганической химии, Дальневосточный федеральный университет, Школа естественных наук, 690000 г. Владивосток, ул. Октябрьская, 27, E-mail: kapustina.aa@dvfu.ru

**Гардионов Сергей Владиславович**, специалист кафедры общей, неорганической и элементоорганической химии, Дальневосточный федеральный университет, Школа естественных наук, 690000 г. Владивосток, ул. Октябрьская, 27, E-mail: gardionov.sv@dvfu.ru

**Хальченко Ирина Григорьевна**, старший преподаватель кафедры общей, неорганической и элементоорганической химии, Дальневосточный федеральный университет, Школа естественных наук, 690000 г. Владивосток, ул. Октябрьская, 27, E-mail: khalch@mail.ru

Актуальность работы: разработка способов получения металлосилоксанов с использованием ацетилацетоната магния имеет перспективу технологического использования полимагнийфенилсилоксана в качестве трибохимической присадки для машинных масел.

Цель работы: заключалась в изучении взаимодействия бис(ацетилацетоната) магния с полифенилсилоксаном в среде кипящего толуола при эквимолярном соотношении металлокомплекса и полимера.