

выход низкокипящих фракций и снизить концентрацию серосодержащих соединений. ма-

тричная структура имеет низкую себестоимость производства.

### Список литературы

1. J.G. Speight. *Handbook of petroleum product analysis* John Wiley and Sons, New Jersey (2002).
2. M.L. Occelli, R.G. Anthony *Hydrotreating Catalysts*, Texas A & M University, College Station, TX, USA (1989).

## СВОЙСТВА УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ПРОЦЕССА ФИШЕРА-ТРОПША

Т.М. Гладченко, Е.В. Попок  
 Научный руководитель – к.т.н., доцент А.И. Левашова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, Tanya\_gl\_92@mail.ru

В развитых странах химическая промышленность, металлургия и моторные топлива составляют более 60% от общего потребления энергии и энергоносителей. Этот сектор потребления обеспечивается углеводородным сырьем. Добываемая нефть обеспечивает 70% потребностей в химическом сырье и моторных топливах. Ограниченность известных запасов нефти обуславливает необходимость поиска новых источников для производства моторных топлив. Альтернативами нефти могут быть природный и попутные газы, уголь и биомасса. Запасы природного газа по современным представлениям практически исчерпаемы. Именно поэтому большую роль в современной науке играют GTL-технологии [1]. В их число входит синтез жидких углеводородов методом Фишера-Тропша.

Катализатор в процессе Фишера-Тропша является главным компонентом, который влияет на состав и качество продуктов синтеза. Выбор типа катализатора зависит, прежде всего, от потребностей рынка в конечных продуктах и исходного сырья [2].

Цель работы заключается в изучении свойств ультрадисперсных железных катализаторов полученных при электрическом взрыве железных проволочек в различных газовых средах (оксида и диоксида углерода и азота) [3].

Для анализа каталитических свойств порошка были проведены исследования гранулометрического состава, удельной поверхности, рентгенофазовый анализ, сканирующая микроскопия и парамагнитный резонанс.

Распределение частиц по размерам было исследовано методом лазерной дифракции на

приборе «HORIBA LA-950S2» (Япония). Анализируемый катализатор является железным порошком со сферической формой частиц диаметром 80 и 105 мкм.

Удельная поверхность является одним из наиболее важных параметров катализатора. Измерения проводились на аппарате СОРБИ-М методом теории БЭТ. Результаты представлены в таблице 1.

Из рентгенофазового анализа было выявлено, что все образцы находятся в аморфном состоянии и содержат различные модификации железа. В большей степени присутствует  $\alpha$ -железо.

Для получения элементного состава была проведена электронная сканирующая микроскопия (табл. 2).

По результатам электронного парамагнитного анализа дана предварительная оценка каталитической активности.

Проанализировав полученные результаты,

**Таблица 1.** Результаты исследований удельной поверхности

Металл (среда)	Fe (CO)	Fe (CO <sub>2</sub> )	Fe (N)
$S_{уд}$ , м <sup>2</sup> /г	8,	8,4	5,6
Удельный объем монослоя, см <sup>3</sup> /г	1,8	1,9	1,3

**Таблица 2.** Элементный состав катализаторов

Катализатор	Элементы, % масс			
	Fe	O	Mg	C
Fe(CO)	94,3	6,3	0,5	следы
Fe(CO <sub>2</sub> )	87,2	6,6	0,4	следы
Fe(N <sub>2</sub> )	89,1	6,5	0,3	–

выявлено, что катализатор, полученный в среде оксида углерода, обладает более высокой активностью, так как имеет наибольшее количество неспаренных электронов ( $1,162 \cdot 10^{16}$ ), развитую удельную поверхность и большой объем монослоя, что указывает на высокое содержание ак-

тивных центров. Имея в своем составе наиболее активную модификацию железа ( $\alpha$ -Fe), оксид и карбид железа, катализатор не нуждается в предварительном восстановлении, что уменьшает его себестоимость, и обладает высокой избирательностью при синтезе жидких углеводородов.

### Список литературы

1. Pour A.N. // *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 2014.– №20.– P.591–594.
2. Левашова А.И. // *Фундаментальные исследования*, 2013.– №8.– С.645–649.
3. Назаренко О.Б. *Формирование наночастиц в условиях электрического взрыва проводников*.– Т.: ТПУ, 2008.– 87с.

## РАЗРАБОТКА МОДЕЛИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ВЫПУСКА АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ ОМСКОГО НПЗ

П.А. Глик, И.М. Долганов, В.А. Чузлов

Научный руководитель – д.т.н., профессор Э.Д. Иванчина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, glik.pavel@mail.ru

Потребность в автомобильных бензинах, соответствующих современным экологическим требованиям Евро-4, Евро-5, ежегодно растет. Увеличение объемов производства бензинов требует планирования производства исходя из имеющихся запасов по сырью. При этом качество получаемой марки бензина определяется эксплуатационными характеристиками и составом идущих на смешение сырьевых потоков.

В процессе получения автомобильных бензинов компаундированием на смешение направляется до 40 различных потоков (углеводородного и гетероатомного элементного состава). Между компонентами потоков смешения происходит химическое взаимодействие, которое обуславливает отклонение свойств потока смешения от принципа аддитивности. Таким образом, расчёт свойств автомобильных бензинов на основе аддитивности свойств не позволяет получить топливо с требуемыми показателями качества.

Задачей исследования является разработка и создание математической модели, в основе которой заложен учет химического взаимодействия углеводородов в потоках, с целью планирования промышленного производства автомобильных бензинов.

Для действующего производства автомобильных бензинов была разработана математическая модель, в основе которой лежит принцип

расчёта свойств потоков смешения с поправками на химическое взаимодействие компонентов смеси. Созданная моделирующая система "Compounding" позволяет рассчитывать свойства и показатели качества автомобильных бензинов, полученных в результате смешения различных сырьевых потоков, то есть проводить текущий расчет с целью проверки партии бензина на соответствие требованиям к качеству товарной продукции (А-80, АИ-92, АИ-95, АИ-98).

Одновременно с текущим контролем качества моделирующая система позволяет получить из имеющихся потоков смешения требуемый объем товарного бензина с минимальным запасом по качеству, что позволяет обеспечить снижение себестоимости продукции.

В рамках работы по разработке системы

**Таблица 1.** Планирование производства различных марок бензина

Сутки	Производство бензина, тонн			
	А-80	АИ-92	АИ-95	АИ-98
1	1801	5200	1650	–
2	–	10100	–	1082
3	–	5712	2600	–
4	–	3800	2201	–
5	–	4000	2100	–
Итого	1801	28812	8851	1082