

**Таблица 3.** Сравнение различных методик расчета

Параметр	Смесь 1					Смесь 2				
	Эксп.	Адд. расч.	Расч. по хр	$\Delta$ Хр	$\Delta$ Адд	Эксп.	Адд. расч.	Расч. по хр	$\Delta$ Хр	$\Delta$ Адд
Доля отгона, % об. при: 70 °С	32,3	34,9	43,5	11,20	2,63	33,6	35,3	40,7	7,06	1,69
100 °С	54,4	55,2	62,6	8,20	0,81	54,7	55,5	58,2	3,50	0,80
150 °С	87,4	86,9	93,9	6,50	0,53	86,8	86,8	83,1	3,66	0,05
Т.к.к., °С	196,5	198,2	197,7	1,20	1,75	199,9	198,8	204,3	4,33	1,18
Параметр	Смесь 3					Смесь 4				
	Эксп.	Адд. расч.	Расч. по хр	$\Delta$ Хр	$\Delta$ Адд	Эксп.	Адд. расч.	Расч. по хр	$\Delta$ Хр	$\Delta$ Адд
Доля отгона, % об. при: 70 °С	33,8	36,1	43,1	9,30	2,29	32,9	34,8	41,0	8,17	1,93
100 °С	53,4	54,3	60,2	6,78	0,85	54,6	55,9	59,9	5,31	1,29
150 °С	83,5	83,9	85,2	1,67	0,40	87,6	88,2	90,3	2,70	0,57
Т.к.к., °С	207,1	205,3	208,6	1,52	1,75	196,6	195,9	199,3	2,70	0,68

образцы товарных автомобильных бензинов трех различных марок. Сведения о закупленных образцах представлены в таблице 1.

Для каждого образца были экспериментально определены фракционный и индивидуальный углеводородный составы.

Далее, из закупленных образцов были приготовлены смеси для исследования, составы которых представлены в таблице 2.

Затем были экспериментально определены фракционные составы полученных смесей. В то же время был рассчитан фракционный состав смесей по углеводородному составу компонен-

тов, а также как аддитивная сумма фракционных составов компонентов. Сравнение полученных результатов приведено в таблице 3.

Сравнение погрешностей показывает, что точность аддитивного расчета выше, однако при отсутствии экспериментальных данных по фракционному составу компонентов, возможно использовать метод, реализованный в программе «Compounding». Метод характеризуется погрешностью сопоставимой с погрешностью расчета фракционного состава для отдельных компонентов.

### Список литературы

- ГОСТ 32513-2013 «Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан.

URL:<http://vsegost.com>, свободный. – Дата обращения: 01.02.2018 г.

## УЛЬТРАДИСПРЕСНЫЕ ПОРОШКИ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА КАК КАТАЛИЗАТОРЫ СИНТЕЗА ЖИДКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ СО И Н<sub>2</sub>

Л.А. Лисовская

Научный руководитель – доцент Е.В. Попок

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, [bysyalsk@yandex.ru](mailto:bysyalsk@yandex.ru)

Синтез Фишера-Тропша (СФТ) позволяет получать широкий спектр газообразных, жидких и твердых продуктов. Современные исследования направлены, в основном, на получение жидких углеводородов бензинового ряда с высоким выходом желаемых продуктов [1]. Катали-

заторами СФТ являются металлы VIII группы, наиболее активные: Ru, Co, Fe, Ni. Наиболее перспективными катализаторами СФТ считаются в настоящее время кобальтовые и железные системы, которые позволяют получать жидкие и твердые парафиновые углеводороды с селектив-

**Таблица 1.** Состав жидких продуктов синтеза

Группа веществ	Парафины	Изопарафины	Ароматические УВ	Нафтыны	Олефины
Концентрация	14,1	21,5	44,5	14,3	4,7

ностью до 90% [2].

Целью данной работы являлось изучение каталитической активности ультрадисперсных порошков железа, полученных методом электрического взрыва проводника в среде оксида углерода, в синтезе жидких углеводородов по методу ФТ.

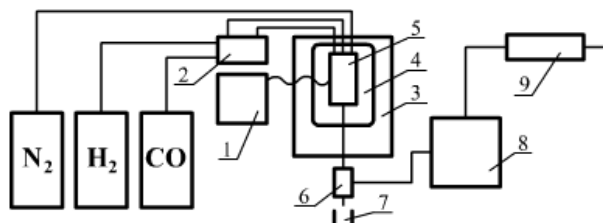
Исследования проводились на каталитической установке, которая работает при повышенном давлении, ее схема представлена на рисунке 1.

Объем загружаемого катализатора был равен 6 см<sup>3</sup>, суммарный расход реагентов – 300 мл/мин. Условия синтезов: давление 1,5 МПа, температурный интервал 220–250 °С, соотношение реагентов Н<sub>2</sub>:СО 2:1. Длительность каждого опыта составляла не менее 6 час с момента установления стационарного режима. Газообразные продукты синтеза анализировались непосредственно во время проведения опытов на хроматографическом комплексе «Кристалл 5000». Жидкие продукты синтеза подвергались анализу по ГОСТ Р 52714-2007 «Бензины автомобильные. Определение индивидуального и группового углеводородного состава методом капиллярной газовой хроматографии».

Перед синтезом проводилось восстановление образца катализатора при температуре 300 °С в токе водорода. Начало синтеза контролировалось по составу газа, выходящего из реактора. Жидкие продукты синтеза начинали собираться в секции сбора жидкости вертикального сепаратора при температурах 220–230 °С.

### Список литературы

1. Крылова А.Ю., Козюков Е.А. Получение жидких углеводородов из природного газа // *Газохимия*, 2008.– С.65–70.
2. 3. Караханов Э.А. Синтез-газ как альтер-



**Рис. 1.** Схема каталитической установки: 1 – регулятор температуры, 2 – блок дозирования газов, 3 – термошкаф, 4 – рубашка реактора, 5 – реактор, 6 – сепаратор, 7 – приёмник, 8 – хроматографический комплекс, 9 – вытяжка

Общей степени превращения СО порядка 10% удалось достичь уже при температуре 220 °С. Повышение температуры выше 240 °С не рассматривалось, так как в этом случае происходит резкое увеличение концентраций побочных газообразных продуктов синтеза – диоксида углерода и метана, что является нецелесообразным. Состав жидких продуктов синтеза приведен в табл. 1. Выход жидкости в расчете на 1 м<sup>3</sup> переработанного синтез-газа в данном случае незначительно уменьшился до 40,5 г.

Таким образом, предварительное восстановление ультрадисперсных железных катализаторов синтеза Фишера-Тропша позволяет не только снизить температурный режим синтеза, но и повлиять на качественный состав получаемых жидких продуктов. При этом, невысокие значения выхода жидкого продукта в расчете на 1 м<sup>3</sup> газа не позволяют использовать проточные установки синтеза, необходима обязательная организация рецикла непрореагировавшего газа.

*натива нефти. Процесс Фишера-Тропша и оксо- синтез // Соросовский Образовательный Журнал, 1997.– Т.19.– №3.– С.7–69.*