

- Макогон Ю. Ф. Газогидраты. История изучения и перспективы освоения //Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2010. – №. 2.
- Nakata T. Study of natural gas hydrate (NGH) carriers //Proceeding of 6th International Conference on Gas Hydrate, Vancouver, Canada, 2008.

### ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ВОЛЬФРАМ-КОБАЛЬТОВОГО ПОРОШКА В СИНТЕЗЕ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ СИНТЕЗ-ГАЗА

В.А. Пивовар, Е.В. Попок

Научный руководитель – к.х.н., гл.технолог, С.П. Журавков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Значительная часть нефтяных и газовых месторождений России, одного из мировых лидеров по добыче природного газа, находится на удалении от газотранспортных сетей и газоперерабатывающих заводов и поэтому нуждается в решении проблемы утилизации попутного газа. Одним из возможных решений может стать признанная наиболее перспективной технологией переработка газа по методу Фишера-Тропша (СФТ) в жидкие углеводороды. Они будут использованы для обеспечения топливом и маслами как самого завода, так и для отправки в другие регионы.

В СФТ одну из ведущих ролей играет катализатор. От выбора катализатора зависит выход различных фракций и полнота переработки исходного сырья, а также другие особенности процесса.

Свойства катализатора зависят от его структуры в подавляющей степени. Электроискровое диспергирование металлических гранул в воде или другой жидкости [1] позволяет получить частицы с высокой удельной поверхностью заданного фазового состава, многоуровневой организацией структуры и значительным запасом свободной энергии.

Целью данной работы является изучение каталитической активности вольфрам-кобальтового порошка, в процессе синтеза жидких углеводородов по методу Фишера-Тропша.

Исследования проводились на лабораторной установке разработанной проектной организацией ЗАО «Катакон», работающей при повышенном давлении, схема которой представлена на рисунке 1.

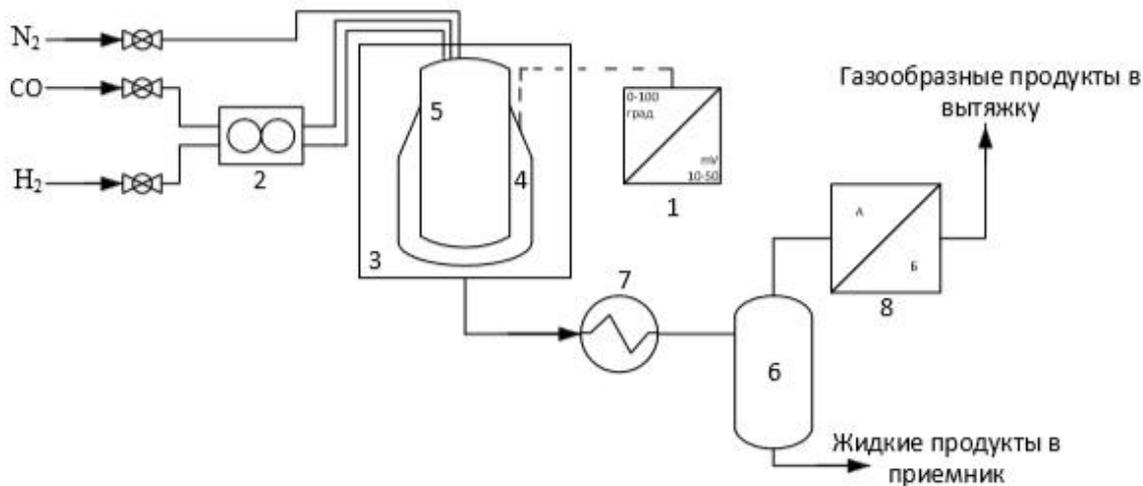


Рис. 1 Схема каталитической установки: 1 – регулятор температуры, 2 – блок дозирования газов, 3 – термошкаф, 4 – рубашка реактора, 5 – реактор, 6 – сепаратор, 7 – холодильник, 8 – хроматографический комплекс

Объем загружаемого катализатора составлял 10 см<sup>3</sup>, суммарный расход реагентов – 300 мл/мин. Все опыты проводились под давлением 13,5 бар. Для проведения исследования использовалось соотношение реагентов Н<sub>2</sub>:СО = 2:1. Газообразные продукты синтеза анализировались непосредственно во время проведения опытов на хроматографическом комплексе «Кристалл 5000». Жидкие продукты синтеза отбирались и хранились в морозильной камере для их анализа по ГОСТ Р 52714-2007 «Бензины автомобильные. Определение индивидуального и группового углеводородного состава методом капиллярной газовой хроматографии».

При обработке результатов экспериментальных исследований было выявлено, что рабочая температура для данного порошка находится в температурном интервале 320–370 °С [2]. Общая степень конверсии пропорционально растет с повышением температуры, и достигает своего максимума 10,67% при 370°С. С дальнейшим повышением температуры, порошок ведет себя не стабильно. Увеличение температуры приводит не только к росту общей степени конверсии, но и к увеличению концентрации побочного продукта синтеза – углекислого газа и метана, рисунк 2.

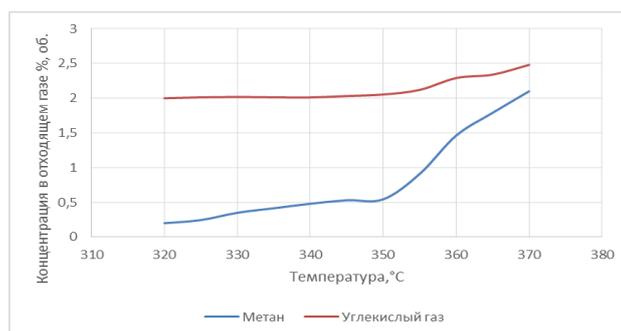


Рис. 2 Изменение концентрации  $CH_4$  и  $CO_2$  от температуры опыта

Очевидно, что катализатор обладает низкой общей степенью конверсии, но высокой селективностью к жидким углеводородам; так, при минимальной рабочей температуре (320 °C) выход углекислого газа ( $CO_2$ ) – около 2 об. % и метана ( $CH_4$ ) – 0,2 об. %. Для сравнения: на железном катализаторе выходы  $CO_2$  и  $CH_4$  составляют 13,9 и 20,6 об. % соответственно при минимальной рабочей температуре (270 °C) [3].

В жидких продуктах синтеза преобладают углеводороды парафинового строения с количеством атомов углерода до 15. Содержание нафтенов и ароматических соединений достаточно низкое (до 11 и до 5 % масс. соответственно), что позволяет сделать вывод о приближении данной фракции по составу к дизельным топливам [2].

Вольфрам-кобальтовый порошок, полученный методом электроискрового диспергирования в рабочем интервале температур ведет себя стабильно, подчиняется основным принципам синтеза Фишера-Тропша, активность катализатора растет с ростом температуры, однако это приводит к увеличению выхода побочных продуктов. Влияние на качественный состав жидких продуктов синтеза возможно изменением технологических условий процесса. Данный порошок обладает низкой общей степенью конверсии и высокой селективностью в процессе синтеза жидких углеводородов из  $CO$  и  $H_2$ . Полученная смесь жидких углеводородов пригодна для дальнейшей переработки с целью повышения эксплуатационных свойств.

#### Литература

1. Поболь А.И., Горанский Г.Г., Журавков С.П., Лобанова Г.Л., Сапрыкин Ф.Е., Петюкевич М.С. Изучение свойств тонкодисперсных частиц, полученных при диспергировании твердого сплава  $W_6$  электроимпульсным методом // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия физико-технических наук №2. -2016.
2. Пивовар В.А., Попок Е.В., Журавков С.П. Исследование каталитической активности металлических порошков, полученных электроимпульсными методами, в синтезе Фишера Тропша // Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2017. – 736 с.
3. Popok E. V. et al. Electro-explosive iron powders as a catalyst of synthesis liquid hydrocarbons from  $CO$  and  $H_2$  in Fischer-Tropsch process //Petroleum & Coal. – 2016. – Т. 58. – №. 7.

### ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ НЕФТЕПОЛИМЕРНЫХ СМОЛ НА ТЕМПЕРАТУРУ ЗАСТЫВАНИЯ И ОСАДКООБРАЗОВАНИЕ МОДЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Е.А. Саврасова<sup>1</sup>, И.В. Литвинец<sup>2</sup>

Научный руководитель – к.х.н., доцент Л.И. Бондалетова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

<sup>2</sup>Институт химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук, г.Томск, Россия

В последнее время в общем объеме добываемого углеводородного сырья преобладают парафинистые нефти с высоким содержанием смолисто-асфальтеновых компонентов (САК). Процесс добычи и транспорта таких нефтей неразрывно связан с образованием асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО) на поверхности нефтепромыслового оборудования, что приводит к уменьшению пропускной способности нефтепровода. Снижение общей производительности системы, повышение износа оборудования и расхода электроэнергии негативно отражаются на экономических показателях: значительно увеличивается стоимость транспортировки и переработки нефти [1]. В нефтедобывающих районах Западной Сибири эта проблема дополнительно осложняется низкотемпературными климатическими условиями.

Предотвращение осадкообразования нефтей осуществляется введением полимерных присадок, количество которых на мировом рынке повышается, однако зарубежные присадки дорогостоящие, и их поставки нестабильны в силу внешней политики страны на данный момент, а отечественные не всегда удовлетворяют спрос. В качестве полимерных присадок наибольшую популярность приобрели полиалкилакрилаты и сополимеры этилена с винилацетатом, либо их модификации [2]. Актуальным направлением повышения