ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКООКТАНОВОЙ КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩЕЙ ПРИСАДКИ В МОТОРНОЕ ТОПЛИВО

Дьяконова Юлия Валерьевна
магистрант, Уфимский государственный нефтяной технический университет, РФ, г. Уфа
E-mail: dyakonovauv@mail.ru

Аллагужина Алия Ильгизовна
магистрант, Уфимский государственный нефтяной технический университет, РФ, г. Уфа
E-mail: a.allaguzhina2017@yandex.ru

Гильмутдинов Амир Тимерьянович
д-р техн. наук, проф. кафедры ТНГ, Уфимский государственный нефтяной технический университет, РФ, г. Уфа

RESEARCH OF A METHOD FOR PRODUCING A HIGH-OCTANE OXYGEN-CONTAINING ADDITIVE IN MOTOR FUEL

Yulia Dyakonova
masters degrees candidate, Ufa State Petroleum Technological University, Russia, Ufa

Alia Allaguzhina
masters degrees candidate, Ufa State Petroleum Technological University, Russia, Ufa

Amir Gilmutdinov
doctor of Technical Sciences, professor of TNG department, Ufa State Petroleum Technological University, Russia, Ufa

АННОТАЦИЯ

В данной работе разработан метод получения кислородсодержащей присадки в моторное топливо в целях повышения его октанового числа. Предложен способ получения этил-*трет*-бутилового эфира на основе катализатора Purolite CT-175. Синтезированная присадка привела к росту октанового числа бензина АИ-92, тем самым доказав свою эффективность.

ABSTRACT

In this work we developed a method of producing an oxygen-containing additive in motor fuel to increase its octane number. A method for producing ethyl tert-butyl ether based on the Purolite CT-175 catalysts is proposed. The synthesized additive led to an increase in the octane number of AI-92 gasoline, thereby proving its effectiveness.

Ключевые слова: оксигенаты, присадки в моторное топливо, этил-*трет*-бутиловый эфир (ЭТБЭ) , октановое число, Purolite CT-175.

Keywords: oxygenates, additives to motor fuel, ethyl tert-butyl ether (ETBE), octane number, Purolite CT-175.

На сегодняшний день проблема загрязнения окружающей среды не перестает терять свою актуальность. Количество автомобилей на нашей планете в настоящее время составляет более 1 млрд ед., и к середине XXI в. прогнозируется в объеме 1,5 млрд ед. В последние годы увеличение вредных выбросов мировым автомобильным парком составляет 1100 млн

Библиографическое описание: Дьяконова Ю.В., Аллагужина А.И., Гильмутдинов А.Т. Исследование метода получения высокооктановой кислородсодержащей присадки в моторное топливо // Universum: Технические науки : электрон. научн. журн. 2020. № 5(74). URL: http://7universum.com/ru/tech/archive/item/9415

т/год [2]. Поэтому отработанные газы различных видов двигателей представляют серьезную опасность для здоровья и жизни людей.

Бензин является одним из основных видов топлива для двигателей внутреннего сгорания и представляет собой смесь бензиновых фракций различного рода технологических процессов, осуществляемых на НПЗ. К главным свойствам бензина относится детонационная стойкость. Детонация влечет за собой чрезмерный перерасход топлива, прогар поршней и выхлопных клапанов, а также износ и перегрев двигателя. Следовательно, качество топлива влияет на успешную работу двигателя.

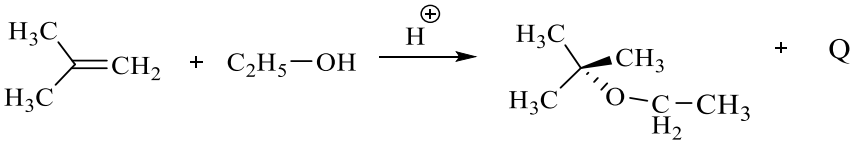
Работа дизельных двигателей отличается от карбюраторных двигателей способами смесеобразования и условиями воспламенения. Удельный расход дизельного топлива, получающегося смешением прямогонных и гидроочищенных фракций, на 25–30 % ниже в связи с их высокой степенью сжатия в двигателях внутреннего сгорания. Несмотря на всю сложность их изготовления, дизельные двигатели отличаются хорошей экономичностью и надежностью.

Для снижения выбросов вредных веществ в качестве добавок стали применять кислородсодержащие соединения, такие как метанол, этанол, этил-*трет*-бутиловый эфир (ЭТБЭ), метил-*трет*-бутиловый эфир (МТБЭ), метил-*трет*-амиловый эфир (МТАЭ), диизопропиловый эфир (ДИПЭ) и другие [1]. Оксигенаты снижают содержание токсичных веществ в отработанных газах, увеличивая полноту сгорания топлива. Они рассматриваются как основная альтернатива металлоорганическим антидетонаторам и высокооктановым ароматическим компонентам бензинов.

Наиболее распространенными оксигенатами являются МТБЭ и ЭТБЭ. С 2006 года применение МТБЭ стало запрещено в США на федеральном уровне в связи с проблемой загрязнения грунтовых вод. В странах Евросоюза применение МТБЭ в автомобильных бензинах постепенно сокращается. Тенденция к увеличению выпуска данного оксигената будет возрастать как за счет пуска новых производств, так и в результате переоснащения установок МТБЭ.

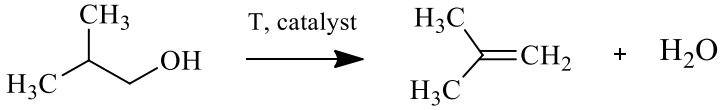
В свою очередь, добавки в дизельное топливо заметно улучшают его свойства. Использование топливных присадок позволяет достичь экономической выгоды и довести продукт до требуемых стандартов. К тому же они сохраняют исходные свойства топлива при хранении, транспортировке и использовании, способствуют улучшению процесса сгорания. Наибольшее применение получили депрессорно-диспергирующие присадки, улучшающие низкотемпературные и эксплуатационные свойства дизельных топлив. Как и в случае автомобильного бензина, для качественной работы дизеля важным условием является химический состав, а именно уменьшение содержания ароматических углеводородов в моторном топливе.

В промышленности синтез диалкиловых эфиров основан на принципе взаимодействия изобутилена и соответствующего спирта на сульфокатионитах. В данной работе было проведено исследование каталитической активности Purolite CT-175. Катализатор представляет собой полистирольную макропористую, сильнокислотную ионообменную смолу. Из-за своей крупной пористости, высокой кислотности и большой термической стабильности он считается наиболее привлекательным. Кроме этого, катализатор обладает свойствами незначительно сжиматься и набухать, что обеспечивает ему исключительную механическую прочность и осмотическую стабильность. Реакция между этанолом и изобутиленом с образованием ЭТБЭ является обратимой, умеренно экзотермической (теплота реакции – 35 кДж/моль при 298 К) и обычно протекает под действием при температуре ниже 80 °С и давлении 0,6 МПа.



Способ получения ЭТБЭ в данной работе проходил в две стадии: 1 – получение изобутилена дегидратацией изобутилового спирта; 2 – взаимодействие этилового спирта с изобутиленом с образованием целевого продукта.

Дегидратация изобутилового спирта проходила на собранной вручную установке пропусканием его паров над катализатором Al_2O_3 при температуре 380 °С по данной реакции:



Состав газообразных углеводородов в газометре осуществляли хроматографическим методом на хроматографе «Хроматек Кристалл 5000.1». Наряду с побочными продуктами анализ показал высокий выход изобутилена в 93 %. Этанол последовательно осушали длительным кипячением с CaO и перегоняли над стружками металлического кальция. Контроль за содержанием воды в спирте проводили хроматографическим методом.

На рисунке 1 представлена схема лабораторной экспериментальной установки проточного типа по получению этил-*трет*-бутилового эфира. Химическая реакция протекала на катализаторе Purolite CT-175, помещенном в реактор с водяным обогревом. Температура катализаторного пространства и стенки реактора замерялась с помощью вмонтированных датчиков-термопар. Изотермические условия в реакционном пространстве обеспечивались подачей воды в рубашку реактора (схема подачи не указана). Данный эксперимент проводился при 4 температурах от 50 °С до 80 °С.

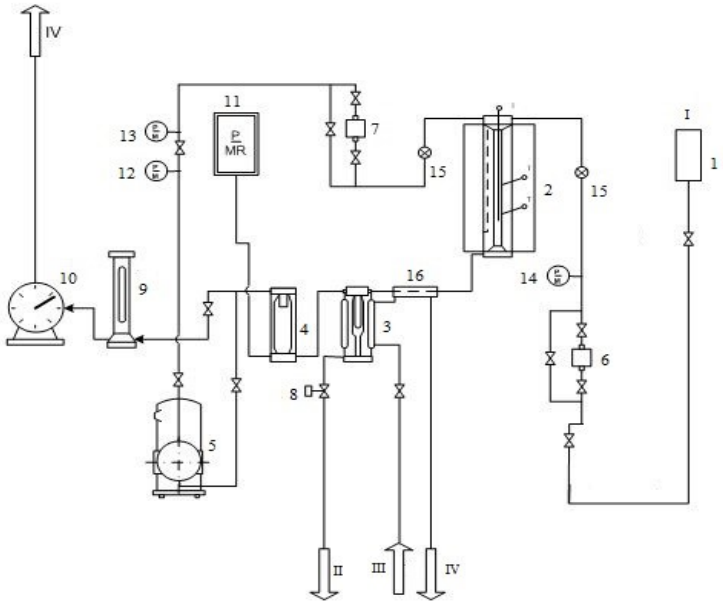


Рисунок 1. Схема проточной лабораторной установки получения ЭТБЭ:
1 – баллон с сырьем; 2 – реактор; 3 – сепаратор жидкости; 4 – сепаратор газа (каплеотбойник);
5 – дожимной компрессор; 6 – расходомер жидкости; 7 – расходомер «рецикла»; 8 – электромагнитный клапан; 9 – ротаметр; 10 – газовые часы; 11, 12, 13, 14 – манометры; 15 – обратный клапан;
16 – водяной холодильник.
I – этиловый спирт; II – жидкие продукты реакции; III – газообразные продукты реакции;
IV – вода на охлаждение

После этого над полученной композицией проводился хроматографический анализ для определения состава продуктов (рисунок 2).

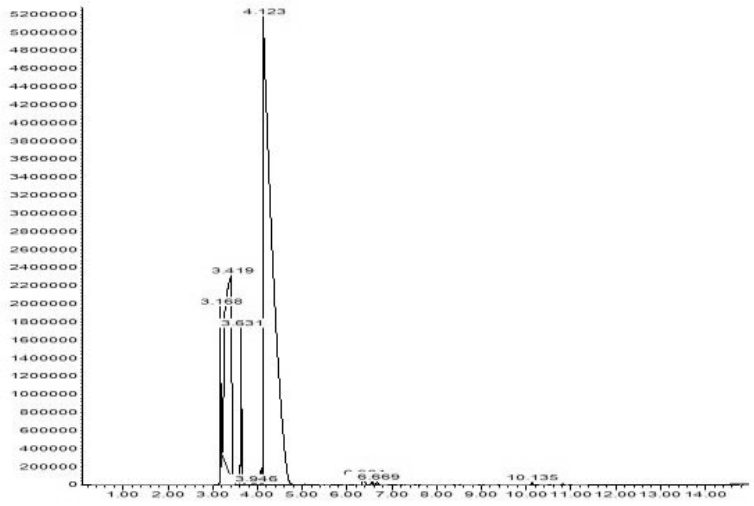


Рисунок 2. Хроматограмма катализата, полученного при T = 70 °C

Хроматографический анализ катализата показал, что основным продуктом реакции является этил-*трет*-бутиловый эфир (пик 4.123), в полученной смеси присутствуют побочные продукты. По данному исследованию кислородсодержащая присадка содержит в себе помимо этил-*трет*-бутилового эфира следующие вещества: изобутилен (пик 3,168), этиловый спирт (пик 3,419), метил-этиловый спирт (пик 3,631), метил-*трет*-бутиловый эфир (пик 3,946), этилпропиловый эфир (пик 6.361), 2,4,4-триметилпентен-2 (пик 6,669), а также 2,3,4,5-тетраметил-2,4-гексадиен (пик 10,135). Кроме этого, в результате исследования была установлена оптимальная температура получения ЭТБЭ – 70 °С, при которой был получен максимальный выход целевого продукта, составляющий около 74 %.

Также было исследовано влияние ЭТБЭ на октановое число бензина. Первоначально были сделаны искусственные смеси бензина марки АИ-92 и кислородсодержащей присадки (1,75 %) из этилового спирта и ЭТБЭ (табл. 1).

Таблица 1.

Октановые числа смеси бензина АИ-92 и кислородсодержащей присадки (конц. 1,75 %) при различный температурах

Температура	Исследовательский метод	Моторный метод	Антидетонационный эффект
АИ-92	84,2	78,3	83,9
50 °С	95,2	85,6	91,2
60 °С	95,4	86,5	91,6
70 °С	95,7	86,7	92
80 °С	96,8	86,4	91,3

Из таблицы 1 видно, что полученная композиция повышает октановое число бензина в исследованных температурных интервалах. Наибольшее октановое число 92 наблюдается при температуре 70 °С, именно при этой температуре наблюдался максимальный выход ЭТБЭ. Далее было изучено влияние концентрации кислородсодержащей присадки на октановое число бензина АИ-92. Результаты анализа приведены на рисунке 3.

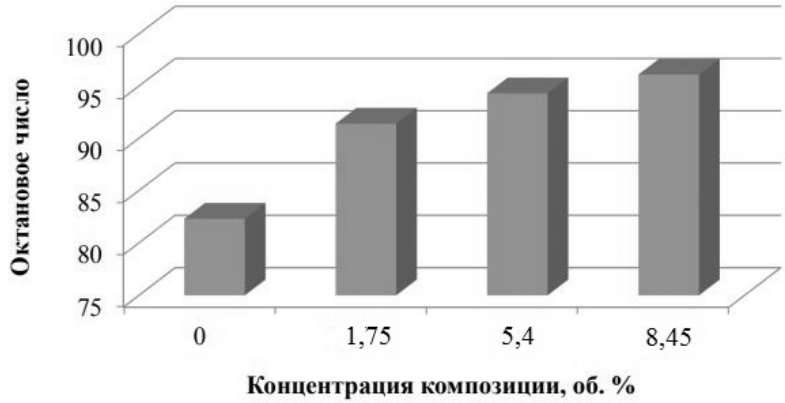


Рисунок 3. Зависимость октанового числа смеси бензина АИ-92 и кислородсодержащей присадки, полученной на Purolite CT-175 при 70 °С, от объемной концентрации

Результаты. Из рисунка 3 мы видим, что полученная кислородсодержащая присадка значительно повышает октановое число бензина. На первом столбце показано октановое число чистого бензина АИ-92, и далее видно, что даже небольшое количество кислородсодержащей присадки (1,75 %) в бензине сильно влияет на октановое число, способствуя его росту с 83,9 до 92. При добавлении 8,45 % кислородсодержащей присадки к бензину происходит увеличение октанового числа до 96,2. Таким образом, чем больше концентрация кислородсодержащей присадки в бензин, тем выше октановое число. Высокий показатель октанового числа улучшает работу двигателя, в конечном итоге способствуя уменьшению количества выбросов в окружающую среду.

Список литературы:

1. Капустин В.М. Оксигенаты в автомобильных бензинах / В.М. Капустин, С.А. Карпов, А.В. Царёв. – М. : КолосС, 2011. – 336 с.
2. Капустин В.М. Технология производства автомобильных бензинов. – М. : Химия, 2015. – 256 с.