

УДК 547.7/8:662.75

СОЗДАНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИ СТАБИЛЬНОГО БИОТОПЛИВА

© 2019 г. М. М. Мовсумзаде¹, И. М. Ахмедов¹, Л. Р. Махмудова¹*, М. Т. Аббасова¹,
Н. А. Алиев¹, Н. Р. Султанова¹, Г. М. Кулиева¹

¹Институт химии присадок им. акад. А.М.Кулиева НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан

*E-mail: lalamahmudova81@mail.ru

Поступила в редакцию 17.11.2017 г.

После доработки 11.08.2018 г.

Принята к публикации 15.10.2018 г.

Исследована биостойкость биотоплива. Установлено, что чистое биодизельное топливо уже на вторые сутки полностью поражается микроорганизмами. Показано, что введение в состав биотоплива 1-фурил-2-нитроэтена в оптимальной концентрации 0.1–0.3% обеспечивает его полную и длительную защиту от микробиологического поражения. Установлено, что 1-фурил-2-нитроэтен при оптимальной концентрации не влияет на основные физико-химические и эксплуатационные свойства биотоплива.

Ключевые слова: биотопливо, биодизельное топливо, биодизель, микробиологическое поражение, биостойкость, 1-фурил-2-нитроэтен, биоцид.

DOI: 10.1134/S0028242119020126

К концу 20 и началу 21 столетия возрос интерес к синтезу экологически безопасных и обладающих высокими эксплуатационными качествами топлив. Главной предпосылкой является истощение запасов углеводородного сырья в мире. В связи с этим, в последнее время проводятся исследования, направленные на создание альтернативных типов топлива, которые могли бы служить заменой нефти [1, 2]. Одно из направлений проводимых исследований – получение биодизельного топлива на основе растительных масел (подсолнечное, кукурузное, хлопковое, соевое, рапсовое, пальмовое и др.).

Ранее нами в Институте химии присадок им. академика А.М. Кулиева НАН Азербайджана с использованием наноразмерного катализатора разработан новый способ получения биодизельного топлива на базе растительных масел (подсолнечное, кукурузное, хлопковое) и низкомолекулярных спиртов (C_1-C_2) [3–5].

Установлено, что преимуществом биодизеля является его высокое цетановое число, высокие смазывающие и антикоррозионные свойства [6, 7]; исследована возможность использования биотоплива в качестве присадок к дизельному топливу с целью улучшения его эксплуатационных характеристик [8, 9].

Однако литературные данные и наши исследования свидетельствуют о том, что несмотря на такие положительные свойства главный недостаток биодизеля – ограниченный срок его хранения. При хранении более 3 мес. ухудшаются физико-химические свойства, повышается кислотность, коррозионная агрессивность и топливо становится абсолютно непригодным для эксплуатации. Особенно интенсивное ухудшение свойств биодизеля наблюдается при повышенных температуре и влажности.

Ухудшение физико-химических свойств биодизельного топлива некоторые исследователи объясняют микробиологическим поражением. Однако, в литературе до наших исследований отсутствовали достоверные данные в этой области.

Цель настоящей работы заключалась в исследовании биостойкости биодизельного топлива в отношении микроорганизмов, поражающих топлива, и возможности его защиты с помощью биоцидов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Микробиологические исследования биостойкости биотоплива проводили в рамках единой системы защиты от коррозии и старения по ГОСТ 9.023-74 “Метод лабораторных испытаний биостойкости топлив, защищенных противомикробными присадками”. Сущность метода заключается в инкубации топлив в контакте с водно-минеральной средой, зараженной микроорганизмами, наиболее активно развивающимися за счет данного топлива.

Для испытаний использовали наиболее агрессивные штаммы микроорганизмов, которые не более чем через 14 сут дают обильный рост на топливе без биоцида.

Образцы биотоплив заражали чистыми культурами бактерий *Pseudomonas aeruginosa* и гриба *Cladosporium resinae*. Инкубацию проводили в условиях, оптимальных для развития микроорганизмов (температура $29 \pm 2^\circ\text{C}$, влажность 98%).

В качестве присадки для возможной защиты биодизельного топлива от микробиологического поражения нами исследован 1-фурил-2-нитроэтен, который был синтезирован конденсацией фурфурола с нитрометаном по известной методике [10]. Он представляет собой кристаллическое вещество светло-желтого цвета с температура плавления

Таблица 1.

Образец	Эффективная биоцидная концентрация, %	
	бактерии	грибы
1-Фурил-2-нитроэтен	0.1–0.3	0.1–0.3
8-Оксихинолин	0.5–1.0	0.5–1.0
Биодизельное топливо	Полное поражение микроорганизмами	

72–73°C (лит. данные 74–75°C), хорошо растворимо в дизельном топливе и биотопливе.

Для испытаний готовили 0.1, 0.2, 0.3, 0.5 и 1%-ные растворы 1-фурил-2-нитроэтена в биодизельном топливе. В качестве эталона использовали биоцид, рекомендуемый для нефтяного дистиллятного топлива, – 8-оксихинолин [11]. Для этого были приготовлены его растворы в биотопливе аналогичных с 1-фурил-2-нитроэтенем концентраций.

Образцы биотоплива с биоцидами, зараженные бактериями *Pseudomonas aeruginosa*, выдерживали при непрерывном встряхивании в термостате в течение 7 сут, а зараженные грибами *Cladosporium resinae* – 21 сутки. Испытания прекращали при появлении признаков роста микроорганизмов в образцах. Биостойкость оценивали по наличию или отсутствию признаков роста микроорганизмов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате микробиологических испытаний установлено, что уже на вторые сутки в условиях эксперимента чистое биотопливо интенсивно поражается как бактериями, так и грибами.

Образцы же биотоплива, содержащие 1-фурил-2-нитроэтен в указанных выше концентрациях не поражаются ни бактериями, ни грибами, сохраняя абсолютную стерильность на протяжении всего эксперимента.

Известный биоцид-эталон 8-оксихинолин в составе биотоплива эффективен при концентрации 0.5% и выше; его 0.1–0.3%-ные добавки не обеспечивают защиту биотоплива от биопоражения, т.е. он менее эффективен, чем 1-фурил-2-нитроэтен. В табл. 1 приведены результаты испытания биотоплива без биоцидов и с биоцидами с указанием их эффективной концентрации.

Образцы биодизельного топлива в чистом виде и с добавлением 0.3% 1-фурил-2-нитроэтена оставляли на хранения в течение 4-х летних месяцев (май– сентябрь).

Микробиологические испытания образцов после их хранения, проведенные по ГОСТ 9.023-74, показали, что образец биотоплива не содержащий биоцид, поражен микроорганизмами. Наблюдается изменение его внешнего вида и физико-химических показателей: показатель преломления $n_d^{20} = 1.4539$ изменился и стал равным $n_d^{20} = 1.4930$, плотность $d_4^{20} = 0.8812$ изменилась и стала $d_4^{20} = 0.9000$.

Первичная степень защиты металла от коррозии для биотоплива составила 100%, после его 4-х месячного хранения происходит коррозия, сте-

пень которой достигла 22 г/м³ (коррозию определяли на приборе Пинкевича по ГОСТ 5162-49).

Образец биотоплива, в состав которого введена 0.3%-ная добавка 1-фурил-2-нитроэтена за после 4-х месячного хранения не поражается ни бактериями, ни грибами даже в условиях принудительного заражения этими микроорганизмами. Биотопливо сохраняет свои физико-химические свойства, не наблюдается никаких внешних изменений (ни образования осадка, ни помутнения), что является также хорошим признаком отсутствия реакций биоцида с биотопливом.

Таким образом, проведенные нами исследования показали, что биотопливо, полученное на основе растительных масел не биостойко и при хранении более трех месяцев полностью поражается микроорганизмами, в результате чего изменяются его физико-химические и ухудшаются эксплуатационные свойства. Установлено, что использование 1-фурил-2-нитроэтена в концентрации 0.1–0.3% обеспечивает полную защиту биотоплива от микробиологического поражения даже в условиях принудительного заражения микроорганизмами и позволяет продлить срок его хранения и транспортировки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lin C.Y., Lin H.A., Hung L.B. // Fuel 2006. V. 85. P. 1743.
2. Wang Y., Pengzhan S.O., Zhang L.Z. // Energy Conversion and Management. 2007. V. 48. P. 184.
3. Мовсумзаде М.М., Ахмедов И.М., Махмудова Л.Р., Эйвазова И.М. // Патент Азерб. Республики. I 20150076. 2015.
4. Мовсумзаде М.М., Махмудова Л.Р., Алиев Н.А., Мамедов С.А. // Азербайджанское нефтяное хозяйство. 2011. № 5. С. 42.
5. Мовсумзаде М.М., Ахмедов И.М., Махмудова Л.Р., Алиев Н.А., Эйвазова И. М. // Нефтепереработка и нефтехимия. 2013. № 12. С. 39.
6. Мовсумзаде М. М., Ахмедов И.М., Махмудова Л.Р., Алиев Н.А., Кулиева З.Б. // Азербайджанское нефтяное хозяйство. 2015. № 2. С. 44.
7. Мовсумзаде М.М., Ахмедов И.М., Махмудова Л.Р., Алиев Н.А., Эйвазова И.М., Иманова Х.А. // Химические проблемы. 2013. № 3. С. 355.
8. Мовсумзаде М.М., Ахмедов И.М., Махмудова Л.Р., Алиев Н.А., Иманова Х.А. // Нефтепереработка и нефтехимия. 2015. № 9. С. 40.
9. Шевченко Е.Б. // Нефтепереработка и нефтехимия. 2013. № 3. С. 28.
10. Синтезы органических препаратов. М., 1949. Сб. 1. С. 308.
11. Каневская И.Г. // Биологическое повреждение промышленных материалов. М.: Наука, 1984. С. 137.