

Институт нефтехимического синтеза
имени А. В. Топчиева РАН

Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова

Реологическое общество имени Г.В. Виноградова

V конференция молодых
учёных



РЕОЛОГИЯ
И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ
МЕХАНИКА
ГЕТЕРОФАЗНЫХ СИСТЕМ

19—20 июня 2017 года
Москва

УДК 52 134:541.186/6

В сборнике помещены программа и тексты докладов V конференции молодых ученых «Реология и физико-химическая механика гетерофазных систем».

Тематика докладов охватывает широкий круг актуальных проблем реологии полимеров, дисперсных, медицинских и пищевых сред, а также физико-химической механики гетерофазных систем. Сборник представляет интерес для научных работников, студентов высших учебных заведений, аспирантов, врачей-практиков, инженерно-технического персонала, связанного с формированием полимерных материалов, композитов и производством пищевых продуктов.

Доклады публикуются в авторской редакции.

СВЕДЕНИЯ О КОНФЕРЕНЦИИ

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

В.Г. Куличихин (председатель), Н.М. Задымова, Л.И. Иванова, Ф.А. Куликов-Костюшко, А.Я. Малкин, В.Г. Сергеев, З.Н. Скворцова, В.Ю. Траскин, Н.Б. Урьев, Э.И. Френкин.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ И РЕГЛАМЕНТ

Конференция проводится по адресу: Москва, Ленинский проспект, дом 29, Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН.

Открытие конференции — в 9:30 19 июня 2017 года.

Все выступления устные.

На лекции выделяется 30 минут, на доклады — не более 15 минут, включая ответы на вопросы.

ISBN 978-5-9905815-6-2



9 785990 581562

Компьютерная вёрстка:
Ф.А. Куликов-Костюшко

2. Зверева Э.Р., Лаптев А.Г., Ганина Л.В. // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2007. № 11-12. С. 12-18.
3. Zvereva E.R., et al. // International Journal of Pharmacy & Technology. 2016. Vol. 8 (4). P. 26744–26752.
4. Зверева Э.Р., Мингалева Г.Р., Хабибуллина Р.В., Ахметвалиева Г.Р. // Нефтехимия. 2016. Т. 56. № 1. С. 73–75.
5. Zvereva E.R., et al. // Material Science Forum. 2016. Vol. 870. P. 666-670.
6. Зверева Э.Р. и др. Улучшение эксплуатационных и экологических характеристик жидких органических котельных топлив добавками, включающими углеродные нанотрубки // Отчет за 2016 г. по гранту РФФИ № 16-08-00731. – 81 с.
7. Zvereva E.R., Zueva O.S., Khabibullina R.V., Makarova A.O. // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2016. Vol. 11. P. 2950-2954.
8. Зверева Э.Р., Зуева О.С., Хабибуллина Р.В. Влияние углеродных наноматериалов на реологические характеристики гетерогенных систем / Сборник статей XXIII Всерос. конф. «Структура и динамика молекулярных систем» – Москва: ИФХЭ РАН, 2016. С. 279-288.

Улучшение реологических свойств тяжелого котельного топлива при добавлении углеродных нанотрубок

А.Р. Шайхутдинова¹, Э.Р. Зверева¹, А.О. Макарова¹, Д.В. Ермолаев²,
Ю.К. Монгуш¹, О.С. Зуева¹

¹ Казанский государственный энергетический университет,
Казань, Россия

² Исследовательский центр проблем энергетики КазНЦ РАН,
Казань, Россия

alengkadar369@gmail.com

Мазут продолжает играть важную роль в топливно-энергетическом балансе нашей страны. В последние годы наблюдается устойчивая тенденция снижения качества топлива, поступающего на предприятия топливно-энергетического комплекса, в том числе на тепловые электрические станции, котельные и предприятия нефтедобычи и нефтепереработки, обусловленная увеличением в топливе доли тяжелых остаточных фракций за счет более глубокой переработки нефти. Улучшение технологических свойств топлива возможно при введении в них специальных веществ – присадок. В последнее время при создании нетрадиционных присадок к маслам и топливам используются методы и материалы нанотехнологий, в том числе функциональные наноразмерные структуры, дисперсии в маслах и топливах, нанокатализаторы горения, моющие наноконпоненты и др. Уменьшение вязкости топлива, приводящее к снижению энергетических затрат при его перекачке по трубопроводам, разгрузке из цистерн и подаче в котел, имеет принципиальное значение

в целях энергосбережения. Известно, что для улучшения реологических свойств жидких гетерогенных систем, к которым относятся и топливные мазуты, могут быть использованы малые добавки наночастиц любой природы, в том числе углеродные нанотрубки [1,2]. Для объяснения эффектов, наблюдавшихся в гетерофазных системах, были предложены различные механизмы снижения вязкости, объяснявшие изменение морфологии композита и переход к стратифицированному (послойному) течению. При исследовании концентрационных кривых зависимостей вязкости рассматриваемых жидкостей было отмечено наличие минимумов при некоторой концентрации наночастиц [2].

Все вышесказанное дает основания для изучения возможностей использования углеродных наноматериалов с целью улучшения эксплуатационных и экологических свойств органического котельного топлива, в том числе совместно с другими наноструктурными добавками, уже доказавшими ранее свою эффективность. Следует отметить, что углеродные нанотрубки, несмотря на то, что они являются биологически неразлагаемыми веществами, полностью сгорают вместе с топливом, поскольку состоят из чистого углерода, а их каталитические свойства приводят к более полному сгоранию других компонентов топлива. Целью данной работы явилось нахождение оптимальной концентрации углеродных нанотрубок, добавляемых в тяжелые топливные мазуты для улучшения их реологических свойств, а также степени снижения вязкости полученного композиционного топлива.

В качестве добавок были использованы многостенные углеродные нанотрубки (УНТ) углеродного наноматериала «Таунит» (<http://www.nanotc.ru>), диспергированные в водной дисперсии додецилсульфата натрия (ДСН, анионный ПАВ) с концентрацией 100 мМ и в дипроксамине (хорошо растворимый в маслах неионогенный ПАВ, <http://www.kazanorgsintez.ru>). Выбор указанных ПАВ диктовался их распространенностью и имеющимся у авторов опытом работы с ними [3-7]. В качестве котельного топлива были взяты образцы высокосернистого топочного мазута марки М100 производства Нижнекамского НПЗ, используемого на ТЭЦ г. Казани в качестве аварийного и резервного топлива. Следует отметить, что пробы одинаковой марки чистого мазута М100, но различных месторождений достаточно сильно отличаются по вязкостным и другим свойствам.

Проведенные нами опыты по исследованию реологических свойств мазута с добавлением углеродных нанотрубок, диспергированных в водных растворах анионного ПАВ – додецилсульфата натрия, доказали существование снижения вязкости при введении достаточно большого количества УНТ (0,82 мас. %) [3]. Использовать углеродные нанотрубки в таких концентрациях нерентабельно. Поэтому в качестве более пригодной среды диспергирования для УНТ был выбран неионогенный ПАВ — Дипроксамин-157 производства КАЗАНЬОРГСИНТЕЗ

(<http://www.kazanorgsintez.ru>), обычно использующийся в качестве деэмульгатора и ингибитора парафиноотложений. Предварительные результаты исследования динамической вязкости данного композиционного топлива при температурах 65 °С и 75 °С приведены на рис. 1.

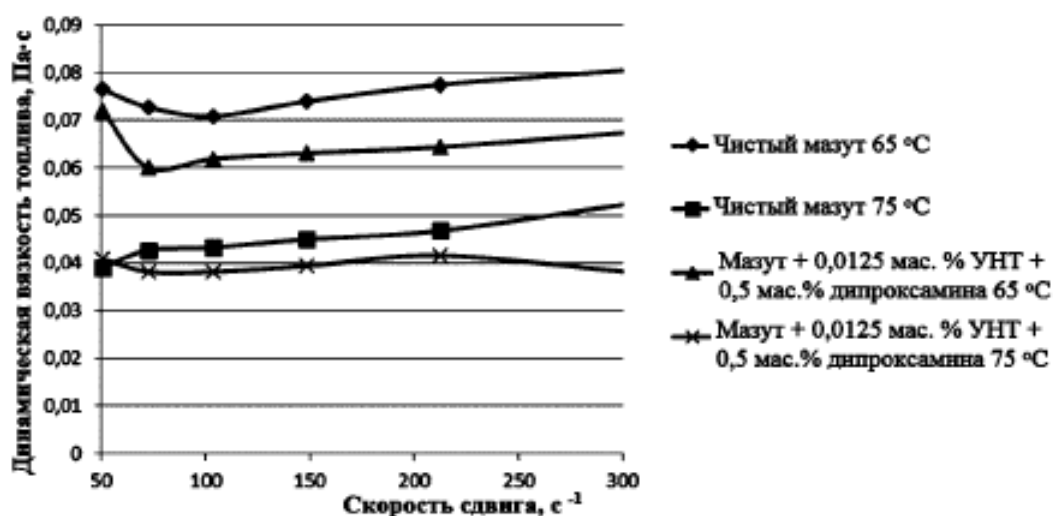


Рис. 1. Зависимость динамической вязкости проб чистого мазута и мазута с добавлением 0.0125мас. % УНТ, диспергированных в дипроксамине, от скорости сдвига

При проведении исследований с помощью ротационного вискозиметра Rheomat RM 100 угловая скорость вращения цилиндра варьировалась от 50 до 300 с⁻¹. Определялся вращающий момент, пропорциональный тангенциальному напряжению в кольцевом зазоре, который преобразовывался в электрический сигнал. Значения вязкости вычислялись при помощи встроенного микропроцессора, анализирующего изменения крутящего момента и скорости сдвига. Работа вискозиметра управлялась с персонального компьютера через программное обеспечение «VISCO-RM SOFT».

Полученные результаты хорошо описываются предложенной в работе [8] концепцией гетеросфер – дополнительного структурообразования дисперсионной среды вокруг наночастиц в жидких гетерогенных системах. В частности, ход кривых рис. 1 говорит о том, что наличие углеродных нанотрубок приводит к изменению внутренней структуры топочного мазута, характеризуемой возникновением структурной сетки, связывающей большие ассоциаты молекул высокомолекулярных алканов или смолисто-асфальтеновых компонентов. Углеродные нанотрубки сами начинают играть роль структурообразующих центров, вокруг которых под действием избыточной поверхностной энергии наночастиц

образуются упорядоченные слои компонентов материала матрицы. Механическое воздействие приводит к разрушению связей, т.е. к уменьшению вязкости.

Согласно теории гетеросфер, особую роль приобретают концентрационные зависимости вязкости, позволяющие определить оптимальную концентрацию наночастиц, соответствующую почти полному структурированию в объеме образца. В этом случае гетеросферы становятся разделенными тонкими прослойками оставшейся менее плотной части дисперсионной среды. При этом плоскость скольжения от приложенной деформации будет приходиться именно на эту прослойку, приводя к возникновению послойного сдвигового течения и, соответственно, резкому уменьшению вязкости для небольшой области концентраций. Последующее увеличение концентрации наночастиц приводит к сцеплению гетеросфер и увеличению кинематической вязкости.

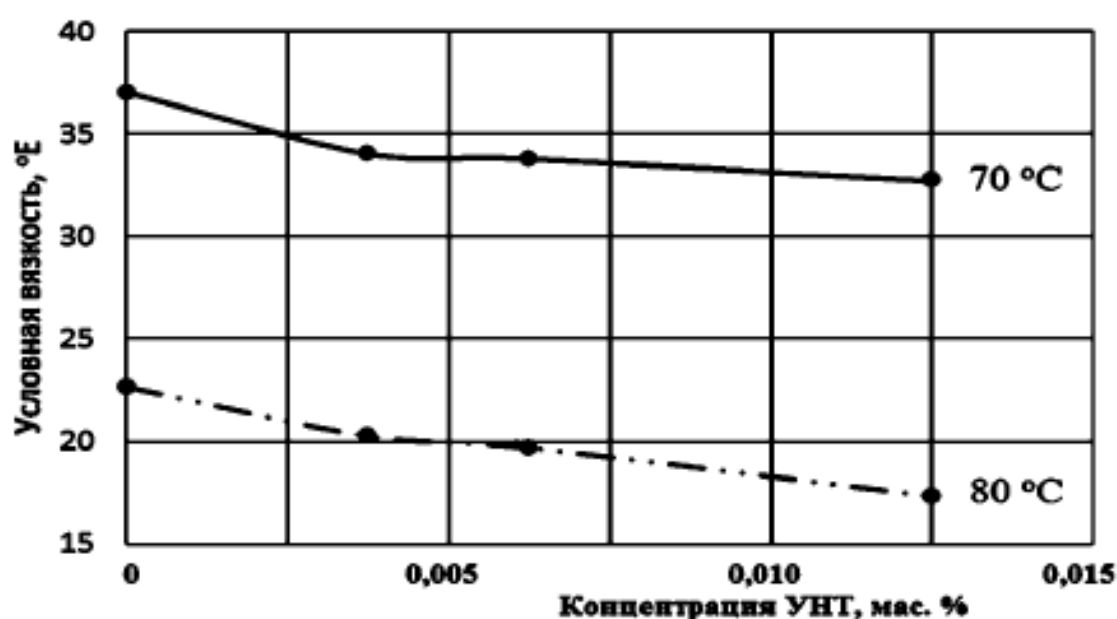


Рис. 2. Зависимость условной вязкости проб мазута от концентрации УНТ для температур 70 °C и 80 °C.

В связи с вышесказанным нами была исследована на вискозиметре Энглера ВУ-М-ПХП условная вязкость очередных проб мазута марки М100 в зависимости от концентрации углеродных нанотрубок (рис. 2). К сожалению, исследованная нами фракция топлива отличалась очень большими значениями вязкости и не соответствовала образцу, исследованному ранее (рис. 1). Полученные нами кривые в исследованной области концентраций не имеют минимума в отличие, например, от аналогичных зависимостей для водоугольного топлива. Значения условной вязкости понижаются по мере увеличения концентрации углеродного

наноматериала. Скорее всего, это говорит о том, что для образцов такого тяжелого топлива оптимальная концентрация УНТ не была достигнута.

Таким образом, проведенные нами исследования вязкости образцов топливного мазута показали возможность улучшения его реологических свойств при введении присадки – углеродного наноматериала в концентрации 0,0125 мас. %.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 16–08–00731–а).

ЛИТЕРАТУРА

1. Зверева Э.Р., Зуева О.С., Хабибуллина Р.В. Влияние углеродных наноматериалов на реологические характеристики гетерогенных систем / Сборник статей XXIII Всерос. конф. «Структура и динамика молекулярных систем» – Москва: ИФХЭ РАН, 2016. С. 279-288.
2. Пыхтин А.А. и др. // Вестник МИТХТ. 2013. Т. 8. № 4. С. 113-117.
3. Зверева Э.Р. и др. // Химия и технология топлив и масел. 2016. № 5 (597). С. 15–19.
4. Zvereva E.R., et al. // Material Science Forum. 2016. Vol. 870. P. 666-670.
5. Губайдуллин А.Т. и др. // Известия АН. Сер. химическая. 2016. № 1. С. 158–166.
6. A.O. Borovskaya, B.Z. Idiatullin, O.S. Zueva // J. Phys. Conf. Ser., 2016. Vol. 690. № 012030.
7. Зуева О.С. и др. // Известия Академии наук. Серия химическая. 2016. № 5. С. 1–7.
8. Мокощунина Т.В. Упрочняющее модифицирование продуктов нефтепереработки углеродными наночастицами. Дисс. на соискание уч. степени к.т.н. Москва, 2015.

Изучение процесса отверждения эпоксиаминного связующего, модифицированного полиариленэфиркетонем

М.К. Шмарова, В.А. Костенко, М.В. Шустов, М.Л. Кербер,
И.Ю. Горбунова

Российский химико-технологический университет
им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

marya.shmarova@yandex.ru

Изучение процессов отверждения очень важно при получении материалов с заданными свойствами. Особенности процесса структурирования определяют технологию получения связующих, степень отверждения (т.е. неизменность свойств в процессе эксплуатации) и конечные эксплуатационные характеристики. Поэтому исследование процесса отверждения композиций на основе реакционно-способных олигомеров и их математическое описание являются важными задачами.