

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

реализуется параболический профиль скоростей, т.е. пуазейлевское течение, на втором – сходящееся течение, отвечающее растяжению расплава. Показано, что продольная вязкость всегда выше сдвиговой, причем с повышением степени наполнения эта разница возрастет. Показано, что при введении наночастиц в оптимальной концентрации в термопластичную матрицу наблюдается их агломерация, которая сопровождается анамальным поведением дисперсной системы со снижением вязкости. Анализ концентрационной зависимости сдвиговой вязкости показал, что на ней имеется минимум при содержании дисперсных наполнителей ~ 0,2-0,4% об.

Изменение вязкостных свойств водоугольных суспензий при добавлении карбонатного шлама водоочистки

А.Р. Шайхутдинова¹, А.О. Макарова¹, Д.В. Ермолаев², О.С. Зуева¹,
Ф.И. Бурганова¹, Д.Р. Салихзянова¹, Э.Р. Зверева¹

¹ Казанский государственный энергетический университет,
Казань, Россия

² Исследовательский центр проблем энергетики КазНЦ РАН,
Казань, Россия

alenkadar369@gmail.com

В последние годы возрос интерес к использованию в малой и средней энергетике угля и нетрадиционных видов топлива. В ближайшей перспективе прогнозируется повышение роли угля в топливно-энергетическом балансе страны, что связано с его крупными запасами. Однако экологические ограничения требуют разработки и внедрения новых угольных технологий, обеспечивающих высокую полноту использования топлива в энергетических системах и комплексах с целью повышения их экономичности, надежности, безопасности и снижения вредного воздействия на окружающую среду. Решение указанных проблем может быть достигнуто при создании конкурентоспособных технологий переработки угля и утилизации отходов в виде суспензионных угольных топлив [1-3]. Использование водоугольного топлива (ВУТ) позволяет решить ряд вопросов, связанных с транспортировкой угля в ряде случаев более экономичным и пожаробезопасным видом транспорта - трубопроводным. При этом исключаются потери, связанные с ухудшением качества топлива: процессами окисления, выветривания, пыления, смерзания и т.п., что является важным элементом энергосбережения и ресурсосбережения при транспортировке энергоносителей, решении проблем

развития энергетики городов и регионов, энергетических систем и комплексов.

Транспортировка ВУС и надежность их трубопроводного транспорта в значительной мере определяется физическими характеристиками этих систем - в первую очередь реологическими свойствами. Реологические методы необходимы для изучения процессов структурообразования в дисперсных системах в зависимости от химического состава, температуры дисперсионной среды, количества и вида твердых компонентов и т.п., и для прогнозирования структурно-механических свойств дисперсных материалов в условиях воздействия факторов внешней среды.

Целью данного исследования явилось изучение реологических свойств ВУТ при различных концентрациях присадок обезвоженного карбонатного шлама. Карбонатный шлам, образуемый в процессе коагуляции и известкования природных вод на тепловых электростанциях, с производственной точки зрения является отходом. Как продукт, полученный химическим осаждением, он обладает комплексом специфических физико-химических свойств, в частности, высокой дисперсностью, пористостью и поверхностной активностью. По своему строению и качествам обезвоженный карбонатный шлам близок к наноструктурным образованиям. В качестве присадки к топливу целесообразно использовать тонкодисперсную фракцию обезвоженного карбонатного шлама с размером частиц не более 0,09 мкм с суммарным содержанием карбонатов кальция и магния не менее 85 %. Накопленные объемы шлама водоподготовки, а также их ежегодный прирост являются неограниченным ресурсом для того, чтобы начать массовое и планомерное применение обезвоженного карбонатного шлама в энергетической отрасли в качестве доступной и дешевой присадки к различным видам топлива. Выбор карбонатного шлама в качестве присадки диктовался полученными нами ранее хорошими результатами по улучшению реологических свойств топливных мазутов при использовании данной присадки [4,5].

Предварительные результаты, полученные нами для проб водугольного топлива, приготовленного на основе тощего угля Кузнецкого месторождения в присутствии карбонатного шлама в концентрации 0.5 мас. %, показали возможность значительного снижения вязкости ВУТ при использовании шлама (рис. 1) в случае нагрева топлива до температур 65 °С и 75 °С [6]. Однако при транспортировке ВУТ температура топливной суспензии должна быть другой. В данной работе было проведено изучение с помощью вискозиметра Энглера ВУ-М-ПХП условной вязкости ВУТ в диапазоне температур 30–45 °С. Основной целью работы было исследование концентрационных зависимостей условной вязкости и определение наиболее оптимальных значений концентрации присадки – карбонатного шлама.

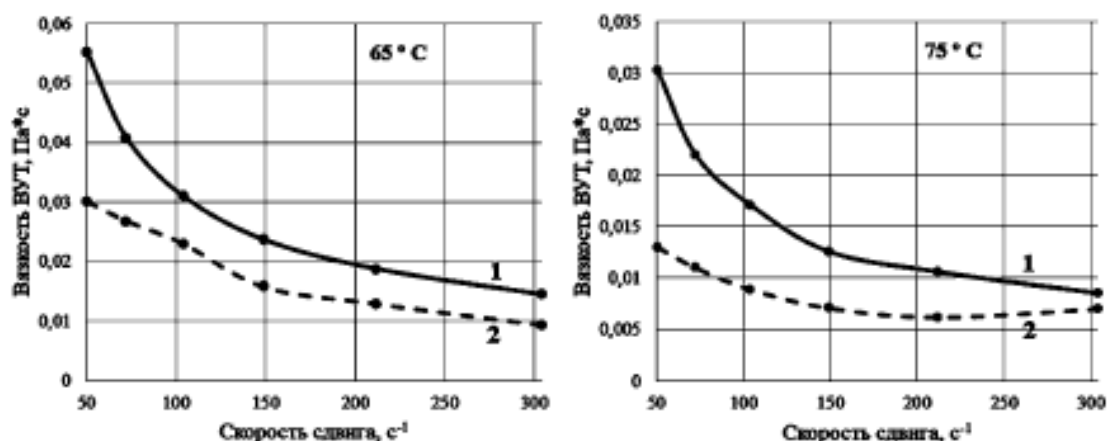


Рис. 1. Зависимость динамических вязкостей проб чистого водоугольного топлива (1) и ВУТ с добавлением 0.5 мас. % карбонатного шлама (2) от скорости сдвига при температурах 65 °С, 75 °С

Приготовление образцов водоугольной суспензии проводилось следующим образом: дробленый уголь из бункера направлялся на измельчение в вибрационную мельницу. Полученная угольная пыль просеивалась на отдельные фракции. Частицы с определенными размерами взвешивались и подавались в смеситель, в который дозировалась дистиллированная вода из мерной емкости и готовилась водоугольная суспензия путем перемешивания компонентов. В данной работе были изучены водоугольные суспензии с размерами частиц угля 0.09÷0.125 мм и 0.005÷0.01. Доля угля в суспензии составляла 30%. Концентрация присадки – обезвоженного карбонатного шлама варьировалась от 0 до 0.5 мас. % (были взяты значения 0, 0.1, 0.3, 0.5 мас. %).

Результаты экспериментальных исследований представлены в виде концентрационных зависимостей условной вязкости ВУТ (рис. 2).

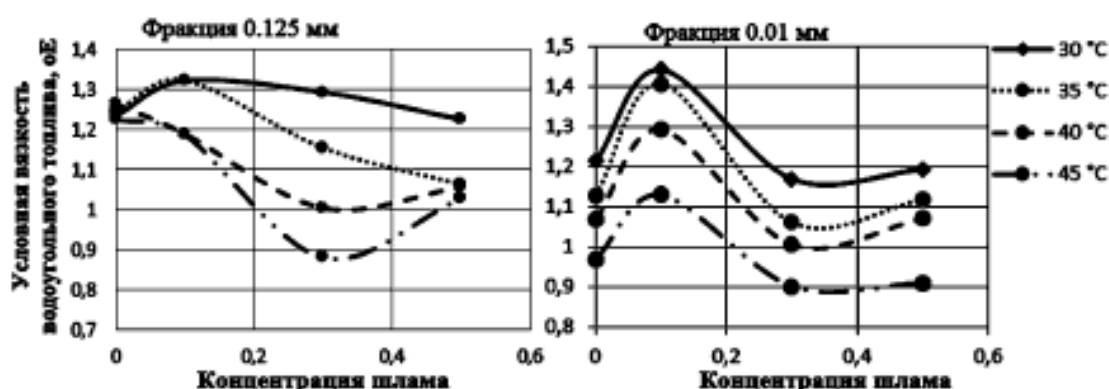


Рис. 2. График зависимости условной вязкости ВУТ от концентрации присадки — карбонатного шлама для двух фракций частиц угля при различных температурах

При анализе полученных кривых обнаружено достаточно сильное изменение условной вязкости композиционного водоугольного топлива в зависимости от концентрации и температуры образца. Введение малых количеств карбонатного шлама (0.1 мас. %) приводило к увеличению вязкости ВУТ. При добавлении 0.3 мас. % карбонатного шлама вязкость образцов снижалась до своего минимального значения. Дальнейшее увеличение концентрации приводило к росту условной вязкости. Поскольку по своему строению и свойствам частицы обезвоженного карбонатного шлама являются наноструктурными образованиями, проведенные эксперименты относятся к воздействию наночастиц на поведение жидких гетерогенных систем. В наших предыдущих работах на основании анализа литературных данных, описывающих вязкость растворов и расплавов гетерогенных систем различного состава в присутствии наночастиц, выявлены особенности механизма влияния внедряемых наноструктурных образований на реологические характеристики дисперсных систем, в том числе на вязкостные характеристики различных видов углеводородного топлива [7,8]. Для объяснения реологического поведения нефтяных и водоугольных гетерогенных систем нами было предложено использовать выдвинутую ранее модель гетеросфер [8] – областей дополнительного структурообразования дисперсионной среды вокруг наночастиц в жидкости, приводящих при некоторой достаточно малой концентрации наночастиц к послойному сдвиговому течению. С помощью этой теории можно объяснить наблюдаемые эффекты.

Воздействие малых концентраций карбонатного шлама сводится к поглощению наиболее жидкой фракции дисперсионной среды и к повышению вязкости ВУТ. Увеличение концентрации присадки до 0.3 мас. % приводит к возникновению внутреннего структурообразования вокруг частиц шлама. Указанная концентрация способствует образованию структур с малопрочными коагуляционными контактами по плоскостям, определяющим значительное развитие пластичных деформаций, приводящих к послойному сдвиговому течению и снижению вязкости.

Проведенные исследования вязкости композиционного водоугольного топлива при различных концентрациях карбонатного шлама и температурах позволили определить оптимальные значения концентрации присадки в исследованных образцах топлива, составляющие 0.3 мас. % и позволяющие значительно уменьшить вязкость ВУТ.

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

ЛИТЕРАТУРА

1. Наноматериалы и нанотехнологии в энергетике /Под редакцией Шамсутдинова Е.В. и Зуевой О.С. Казань, изд-во Каз. гос. энерг. ун-та. В 2 томах.

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