

Выводы. Получены обобщенные зависимости: коэффициента полезного действия, удельной плотности теплового потока от времени суток при изменении расхода теплоносителя в солнечном коллекторе от 0,5 до 3,0 м³/ч в зависимости от пропускательной способности различных вариантов светопрозрачного покрытия. Погрешность расчетов не превышает 6 %.

Литература

1. Селихов Ю.А., Ведь В.Е., Бухкало С.И., Костин В.М. Конструкционные особенности увеличения эффективности работы гелиоустановок. Экотехнологии и ресурсосбережение.– Киев: Типография НАН Украины, № 3, 2004.– С. 70–75.
2. Гелиоводонагрівник. Патент України № 75178, Бюл.№ 3, 2006
3. Полімерна композиція. Патент України № 72078 А, Бюл.№ 1, 2005
4. Даффи Дж., Бекман У.А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. – М: Мир,– 1977.– 420 с.
5. Додж М., Стинсон К. Эффективная работа с Microsoft Excel 2000. – СПб.: Питер, 2001. – 1056 с.
6. Коцаренко В.О., Селіхов Ю.А., Горбунов К.О. Розрахунки в середовищі Excel: навч. посіб. – Харків: Вид-во «Підручник НТУ «ХПІ», 2011. – 272 с.

УДК 75.080

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАВИТАЦИИ НА КАЧЕСТВО ЭМУЛЬСИИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ТОПЛИВНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Щепкин В.И., Целень Б.Я., канд. техн. наук, Радченко Н.Л., канд. техн. наук,
Институт технической теплофизики НАН Украины, г. Киев

Приведен обзор существующих способов приготовления топливных композиций, а также их состава. Предложен способ кавитационного воздействия с целью получения эмульсий необходимой дисперсности и стабильности при низком энергопотреблении.

A review of the existing methods of cooking fuel compositions, as well as their composition is considered. Provides a method of cavitation for the production of emulsions and dispersions needed stability with low power consumption.

Ключевые слова: топливные композиции, кавитационное воздействие, качество эмульсии, снижение энергозатрат.

Известно, что мировая энергетика и транспорт являются основными потребителями топлива. Существующий в мире дефицит данного ресурса вынуждает к более эффективному его использованию, а также созданию новых видов топлива как на основе нетрадиционных источников сырья, так и создании топливных композиций.

Анализ существующих патентов в этом направлении за период с 1995 по 2013 годы показал, что основная масса запатентованных разработок приходится на создание новых топливных композиций путем введения в традиционное топливо присадок (до 0,5%) и добавок (до 2%), что улучшает сгорание топлива, уменьшает выделение вредных веществ и повышают срок эксплуатации двигателей.

В ряде патентов топливные композиции получают путем смешивания нескольких компонентов, содержание которых в составе топлива превышает 2%. Среди них по составу можно выделить следующие группы:

- композиции на основе традиционного топлива с добавлением в качестве антидетонатора до 10% метилтретбутилового эфира;
- композиция на основе нефтяного топлива (40-85%) с добавлением воды (до 40%) и различных стабилизирующих добавок;
- композиции, в которых предлагается смешивать нефтяное или газообразное топливо со спиртами (до 20%), а также смешивать отходы гидролизного производства этилового спирта (2-20%) с бензином;
- композиции, в которых предлагается смешивать в разнообразных пропорциях высшие и низшие углеводороды (фракции с различными температурами кипения с преобладанием легких и средних фракций), прямогонный бензин с бензином крекинга и риформинга;

- композиції на основі дизельного палива з додаванням до 50% ефірів (получених переетерифікацією рослинних і тваринних жирів), до 60% емульгованого рослинного масла, а також до 20% сивушних масел;
- композиціїна основесмешивания 5-25% скипидара со спиртом C₁₋₆, нефтяного палива со сжиженними газами, а також виключительно спиртового палива.
- По способу приготування паливних композицій необхідно виділити:
- компаундування різноманітних видів бензинів і дизельних палив з використанням смесителів різних конструкцій либо смешивания непосредственно в автомобильной цистерне;
- емульгування з попереднім гідрокисленням компонентів;
- введення в паливо кисню або озонувоздушной суміші з обробкою композиції електромагнітним полем (ізлученням);
- використання різних присадок.

В настоящее время для приготовления топливных композиций используются гомогенизаторы, ротонные, вибрационные и ультразвуковые аппараты, которые просты в конструкции, имеют высокую производительность и позволяют получать эмульсию с дисперсностью 10-25 мкм. Принцип их работы основан на использовании физических эффектов и явлений, относящихся к области механохимии (ультразвука, ультрафиолетового облучения, ионизации, гидродинамической кавитации).

Теоретические и практические вопросы кавитации, а также ее связи с процессом получения эмульсий наиболее широко рассмотрены в трудах А.Н.Колмогорова, Р.И.Нигматулина, М.В.Келдыша, Б.В.Роушенбаха, Н.Е.Жуковского, М. Билле, В.М.Ивченко, А.Ф.Немчина и других исследователей как в Украине, так и за рубежом [1–5].

Промышленный опыт ЦНИИТЭНЕФТЕХИМ показал, что использование кавитационных смесителей обеспечивает повышение интенсивности смешивания в 2-3 раза, улучшение качества и выхода полученных продуктов с увеличением КПД более чем в 2 раза в сравнении с ультразвуковыми аппаратами аналогичного назначения. Кроме этого, они просты в работе, удобны в обслуживании, легко внедряемы в существующие технологические линии [6]. При сопоставлении дисперсности эмульсий и акустических спектров различных устройств, таких как пропеллерная мешалка, струйный смеситель и ультразвуковой

излучатель наблюдается четкая зависимость между относительной дисперсностью эмульсий $\frac{d_{max} - d_{min}}{d_{min}}$ и относительной шириной спектра акустического излучения $\frac{f_{max} - f_{min}}{f_{min}}$ выделяемого этими устройствами.

В таблице 1 приведены соответствующие данные для трех различных типов эмульгирующих устройств при эмульговании трансформаторного масла в воде (при 20 °С без применения эмульгаторов).

Таблица 1 – Взаимосвязь спектров излучения при кавитации с кривыми распределения капель по размерам в эмульсиях

Устройство	Технические характеристики	Диаметр капель, мкм		Границы спектра, Гц		Степень соответствия	
		d_{max}	d_{min}	d_{max}	d_{min}	$\frac{d_{max} - d_{min}}{d_{min}}$	$\frac{f_{max} - f_{min}}{f_{min}}$
Лопастная мешалка	Скорость вращения 385 об/с	0,96	9,5	640	6450	8,9	9,2
Струйный смеситель	Скорость потока 24 м/с	1,3	8,0	1015	6450	5,15	5,35
Ультразвуковой аппарат	Частота 16 кГц; интенсивность 2,5 Вт/см ²	0,25	1,25	10240	51600	4,0	4,2

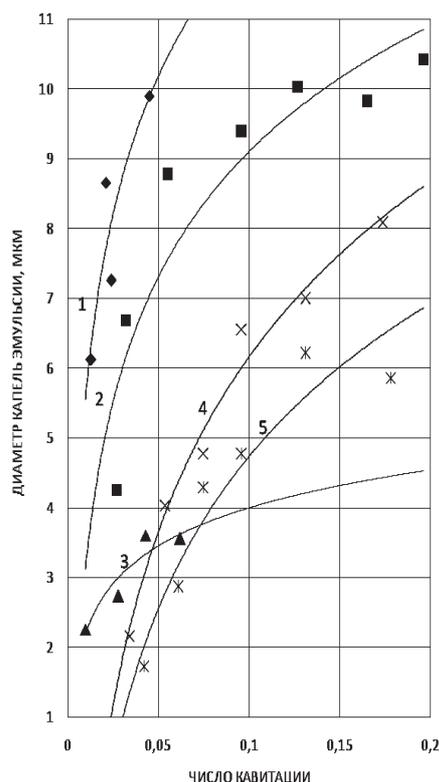
В области создания эмульсий особое значение имеет выбор моделей, приемлемых для описания и расчета турбулентного переноса в системе жидкость-жидкость и гидродинамической обстановки в реакторе.

При получении топливных композиций одним из основных качественных показателей наряду со стабильностью эмульсии является ее дисперсность. Поэтому при разработке опытной экспериментальной установки данный показатель будет основным объектом исследования.

Изготовленная экспериментальная установка предназначена для изучения процессов турбулентного переноса в аппаратах с крыльчаткой, конструктивных и гидродинамических характеристик профилей крыльчаток и физико-химических свойств топливных композиций. Установка состоит из рабочей камеры, насоса вакуумного, электропривода, трехлопастной крыльчатки, закрепленной на валу, который крепится через муфту к выходному валу электропривода и подъемного механизма.

Объектом исследования являлся прямогонный бензин с добавлением от 1,25 до 7,5% смеси метанола с ПАВ в качестве дисперсной фазы. Содержание ПАВ (спиртов алканового ряда) в дисперсной фазе составляло от 0,2 до 1,2% в зависимости от поставленных условий эксперимента. В эксперименте варьировали количество компонентов, давление, время обработки смеси и число оборотов крыльчатки в зависимости от поставленной задачи. Рабочую камеру объемом 6 л заполняли исходными компонентами в соответствии с дозировкой, после чего герметизировали с последующим вакуумированием. В ходе эксперимента измерялась температура, потребляемая мощность, кавитационный шум, поля скоростей в рабочей камере и качество эмульсии. Для ускорения исследований образцов эмульсии на стабильность, образцы обрабатывали на лабораторной центрифуге. Отношение разделения жидких систем в поле центробежных сил и разделение жидких систем методом отстаивания в поле ускорения свободного падения определяли общепринятыми методиками [7]. Также исследовали влияние количественного состава компонентов и гидродинамической кавитации на дисперсность и стабильность эмульсии.

На рис. 1 показаны результаты зависимости диаметра капель эмульсии от концентрации дисперсной фазы и числа кавитации.



1, 2 – концентрация дисперсной фазы (метанола с ПАВ) 7,5%, время обработки 10 и 30 с соответственно; 3 – концентрация дисперсной фазы 2,5%, время обработки 10 с; 4, 5 – концентрация дисперсной фазы 1,25%, время обработки 10 и 30 с соответственно.

Рис. 1 – Зависимости диаметра капель эмульсии прямогонного бензина с метанолом от концентрации дисперсной фазы и числа кавитации

Исследование зависимости продолжительности кавитационного воздействия от концентрации дисперсной фазы показали, что увеличение концентрации дисперсной фазы в 2 раза (с 1,25 до 2,5%) при значениях числа кавитации в интервале 0,033...0,046 с целью получения капель размером 2 мкм приводит к увеличению продолжительности обработки в 6 раз, а затрат энергии – в 4 раза. Увеличение концентрации дисперсной фазы в 6 раз (с 1,25 до 7,5 %) приводит к увеличению продолжительности обработки и затрат энергии в 8 и 6 раз соответственно. При этом, увеличение числа кавитации до 0,15 ... 0,2 также приводит к увеличению продолжительности обработки почти на порядок.

Уменьшение числа кавитации в пределах 0,018...0,04 при концентрации дисперсной фазы 7,5%, а также в пределах 0,013...0,06 при концентрации дисперсной фазы 1,25% приводит к резкому уменьшению размеров капель эмульсии.

Результаты исследований показали, что турбулизирующие элементы (крыльчатки) с определенными гидродинамическими характеристиками обеспечивают необходимую дисперсность эмульсии (табл. 2), что, в свою очередь, способствует возрастанию ее кинетической стабильности. Увеличение стабильности эмульсии также можно объяснить образованием на внешней поверхности капель дисперсной фазы абсорбционно-сольватированного слоя.

Таблица 2 – Характеристики бензино-метанольной смеси, обработанной в режиме кавитации

За- траты смеси, л/мин	Давление на входе в рабочий учас- ток, кПа	Давление на выходе из рабочего участ- ка, кПа	Число кавитации	Дисперс- ность капель, мм	Концент- рация метано- ла, %
0,21	600	500	4,12	0,150...0,200	2
0,22	500	430	4,20	0,150...0,250	2
0,23	480	320	3,16	0,050...0,020	2
0,24	300	230	2,80	0,050...0,015	2
0,25	580	480	3,96	0,002...0,007	2
0,25	500	420	4,15	0,003...0,009	2
0,25	400	320	3,50	0,004...0,010	2
0,25	300	220	2,17	0,003...0,009	2
0,25	200	120	1,48	0,002...0,005	2

Выводы. Результаты исследования показали, что параметры происходящих гидродинамических процессов в аппаратах с крыльчаткой зависят от их конструктивных и гидродинамических характеристик, которые способствуют образованию пелены кавитационных пузырьков, мелкомасштабных пульсаций, созданию эмульсий нужной дисперсности и стабильности.

В результате проведенных исследований получены математические зависимости для расчета крыльчатки, гидродинамического сопротивления аппарата и скорости кавитационного движения потока, необходимого для достижения заданного размера капель.

Литература

1. Промтов М.А. Перспективы применения кавитационных технологий для интенсификации химико-технологических процессов // Вестник ТГТУ. – 2008. – Т.19, №4. – С. 861–868.
2. Влияние кавитационного воздействия на углеводородное топливо / А.Ф. Немчин [и др.] // Промышленная теплотехника – 2002. – Т.24, №6. – С. 60-63.
3. Билле М., Холл Дж. Масштабные эффекты при различных типах органической кавитации // Труды ASME, ТОИР. – 1981. – Т.103, №3 – С.96–107.
4. Пат. 2069688 Россия, МКИ С10 L1/32. Топливо для двигателей внутреннего сгорания / Асланов А.А. (RU), Ортман В.Й. (DE), Сургат В.Е. (UA), Шварцман Л.М. (UA) – №9300364/04; Заяв. 22.01.93; Опубл. 27.11.96; бюл. №33.
5. Ивандаев А.А., Кутушев А.Г., Нигматулин Р.Н. Газовая динамика многофазных сред. – Ударные и детонационные волны в газовзвесьях. – В кн. Итоги науки. Механика жидкости и газа. – М.: ВИНТИ. – 1981. – 10. – С. 209–287.
6. Ивченко В.М., Немчин А.Ф. Метод эквивалентной СК-решетки. – СБ.: Тезисы докладов на XXII Всесоюзной конференции по теории кораблестроения. – Л.: Судостроение. – 1973. – Вып.3, С.64–66.
7. Ивченко В.М., Кулак А.П. О размерах каверны в трубах со сплошными и перфорированными стенками // Изв. АН СССР, МЖГ. – 1979. – №2 – С.163–167.