

## Исследования и разработки

# Топливо — экономика, экология

Н. Л. Ефимова,  
к.х.-т.н.

Б. А. Новиков,  
директор ОАО «Трансфер»

Ю. А. Пименов,  
к.х.-т.н.

Исследования в области усовершенствования производства и применения углеводородных топлив интенсивно проводятся во всем мире. Относительная ограниченность запасов нефти и неравномерность их географического размещения при высоких ежегодных объемах добычи, ухудшение качества вновь открываемых месторождений вызывают рост затрат на их разработку и технологию переработки. В данной ситуации возрастает роль технологий топливоподготовки, позволяющих использовать более тяжелые нефтяные фракции. Следует также заметить, что большинство применяемых в настоящее время сортов топлив, получаемых из нефти, не удовлетворяют постоянно возрастающим требованиям по содержанию экологически опасных веществ в отработанных газах. Вместе с тем, очевидно, что постоянно будет возрастать роль тяжелых фракций нефти и природных битумов, угля, горючих сланцев и т. п.

Среди множества вариантов решения этой задачи, включая разработку новых типов двигателей и переход на альтернативные виды топлива, одним из наиболее перспективных является использование водосодержащих топлив в виде водотопливных эмульсий (ВТЭ) высокой стабильности. По данному направлению опубликовано значительное количество научно-технической литературы, освещающей отдельные вопросы использования эмульсий, регуляторов горения, параметров работы двигателя и др. Однако анализ публикаций показывает, что до настоящего времени практически нет работ, которые бы решали эту проблему в широком системном аспекте — от сравнительной оценки и выбора топливных композиций до конкретных условий их использования на энергетических установках.

Предлагаемая статья — одна из попыток восполнить этот пробел, хотя очевидно, что невозможно охватить все стороны проблемы ввиду их многогранности, сложности и недостаточной изученности тех или иных вопросов.

В связи с вышеизложенным, данную публикацию следует рассматри-

вать как попытку изложения комплексного решения проблемы и привлечения внимания специалистов к оптимизации топливоподготовки для разнообразных энергетических установок — от котельных до двигателя внутреннего сгорания.

Анализ научно-технической информации по использованию ВТЭ в энергетике показал, что наиболее исследованы эмульсии на основе тяжелых топлив (мазатов), которые содержат в своем составе эффективные поверхностно-активные вещества (ПАВ), позволяющие получать при соответствующей обработке достаточно стабильные композиции при содержании воды до 50–60% масс. Разработка рецептур ВТЭ для светлых топлив (бензина, дизтоплива) наталкивалась на серьезные трудности, начиная с высокой вязкости системы топливо — вода, отсутствия эффективных ПАВ для эмульсий вода — топливо и кончая их низкой стабильностью при экономически целесообразном содержании ПАВ (0,1–1,0% масс) и отсутствием надежных методик оценки их стабильности во времени для агрегативно устойчивых эмульсий.

Для получения высококачественных эмульсий необходимы надежные и малогабаритные смесители-эмульгаторы, снабженные системой контроля влажности. Такая аппаратура серийно не выпускается, имеются только опытные образцы.

В своем подходе к разработке технологии изготовления ВТЭ мы ориентировались на механический принцип эмульгирования, позволяющий реализовать виброкавитационную технологию и создать на ее основе компактное, высокопроизводительное оборудование, обеспечивающее получение стабильных топливных композиций на всех используемых в настоящее время жидких углеводородных топливах.

Процесс подготовки топлива может проводиться как в периодическом, так и в непрерывном режиме. В обоих случаях установки перемешивают и эмульгируют топливо до размеров капель не более 0,5–5,0 мкм в зависимости от марки топлива. Установки имеют один привод, в качестве которого

Цель настоящего раздела — продвижение на рынок новых проектов, технологий, продукции, установление контактов в научно-технической сфере, в области технологического бизнеса и наукоемкого производства

Тел. для контактов:

(812) 234-66-58

(812) 234-09-18

(ОАО «Трансфер»)

БИРЖА ТЕХНОЛОГИЙ  
И КОНТАКТОВ

используются, в основном, стандартные асинхронные электродвигатели.

На выходе гомогенизатора может устанавливаться диэлькометрический датчик влажности, позволяющий контролировать и при необходимости регулировать соотношение перемешиваемых компонентов. Некоторые значения параметров установок приведены в таблице.

Модель	Производительность по воде, л/час	Максимальная вязкость, сПз	Мощность, кВт	Габариты, мм	Масса, кг
ВКГ-30	250	1000	0,1–0,2	200×100×100	1–4
ВКГ-60	800	1200	0,2–1,2	400×200×200	3–10
ВКГ-100	4000	1500	1,5–4,0	600×250×350	50–80
ВКГ-140	10 000	1500	7,5–11,0	1000×350×400	90–150
ВКГ-160	15 000	1500	11,0–15,0	1150×350×400	150–250

В настоящее время проведены расчеты и выполнена техдокументация на установку производительностью до 25 м<sup>3</sup>/час.

Эксперименты показали, что формирование ВТЭ на основе мазутов различных марок (М–100, IFO40–IFO180), как правило, не вызывает проблем. Значительно сложнее, но, тем не менее, реально приготовление ВТЭ на основе легких топлив. В качестве присадок, традиционных для ВТЖ, являются ПАВ. В наших исследованиях проверялись ПАВ различных классов, как серийно выпускаемые, так и опытные, отечественные и зарубежные. Для получения стабильных ВТЭ типа топливо — вода минимальное содержание ПАВ всего 0,07–0,1% масс.

Однако для практической цели значительно больший интерес представляют эмульсии обратного типа (капли воды в топливе), т.к. они имеют вязкость, сравнимую с вязкостью исходного топлива, более широкий диапазон применения, оптимальное соотношение компонентов и т.п. Но их

приготовление связано с использованием более узкого круга ПАВ, которые в настоящее время выпускаются только опытными партиями.

Условия реальной эксплуатации не позволяют увеличивать количество ПАВ в эмульсии свыше 1–2% масс по экономическим и экологическим соображениям. Исследовались ВТЭ с влагосодержанием до 30% масс. Наибо-

лее стабильные эмульсии получены на специально разработанных ПАВ класса азот- и гидроксисодержащих эфиров жирных кислот. Обработка ВТЭ на виброкавитационных установках увеличивает их стабильность более чем в 5 раз. Особенностью полученных эмульсий является то, что после седиментационного расслоения в результате длительного хранения или воздействия высокой температуры, эти эмульсии легко восстанавливаются после простого механического перемешивания.

Проведен комплекс работ, позволивших получить маслорастворимые ПАВ в виде водорастворимых композиций, что в ряде случаев облегчает их использование в практических условиях.

В процессе исследований была разработана система контроля влажности ВТЭ, и на ее основе предложен диэлькометрический метод контроля устойчивости ВТЭ, который показывает как абсолютное содержание воды, так и его изменение во времени. Этот метод может быть рекомендован

для реализации в лабораторных и производственных условиях.

Проведенные спектральные исследования различных типов ВТЭ, полученных по виброкавитационной технологии, показали, что в процессе формирования устойчивых ВТЭ происходят изменения не только на макроуровне, но и на молекулярном уровне, а именно, наблюдается образование свободных радикалов с их последующей рекомбинацией.

Возможности предлагаемой технологии:

- ✓ получение стабильных эмульсий на основе как дизельного топлива, так и мазутов различных марок отечественного и зарубежного производства;
- ✓ использование тяжелых вязких топлив и сливов мазута с влажностью до 50% масс;
- ✓ использование виброкавитационной технологии подготовки горючих композиций для энергетических установок позволяет улучшить их физико-химические свойства и, соответственно, значительно уменьшить вредные выбросы в атмосферу;
- ✓ применение установок такого типа вместо стандартных реакторов позволяет вести процесс непрерывно при минимальной загрузке рабочей зоны 0,05–1,0 л и достижении гомогенности смеси за доли секунды;
- ✓ переработка высоковязких суспензий с содержанием твердой фазы до 80% масс позволяет получать высококачественные композиции для различных областей народного хозяйства, в том числе и для военной;
- ✓ переработка высокотоксичных отходов, в том числе и сточных вод, путем приготовления стабильной эмульсии и сжигания ее в котлоагрегатах при сохранении их КПД;
- ✓ предлагаемая технология позволяет использовать в энергетических установках альтернативные виды топлив.