

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ
ВИБРОКАВИТАЦИОННЫЕ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛИ
ВКИ
В СИСТЕМАХ ТОПЛИВОПОДГОТОВКИ

И.А. Филиппов Генеральный директор ЗАО «ГРЕЙ», к.т.н.

Большое количество тяжелых топлив в настоящее время получают путем компаундирования легкого дистиллята и нефтяного остатка, что приводит к нарушению его стабильности и полноты сгорания. Недостатками такого топлива являются также неоднородность и широкий фракционный состав, наличие неуглеводородных высокомолекулярных соединений смол и асфальтенов, что, в свою очередь ухудшает его эксплуатационные и экологические характеристики. Нестабильный состав топлива приводит к его расслоению, при этом тяжелые фракции выпадают в осадок и происходят существенные потери топлива.

Виброкавитационные установки ВКИ, широко используются для приготовления высокостабильных топливных смесей из различных нефтепродуктов, в т.ч. полученных при отмывке различных резервуаров. Обработка на ВКИ компаундированного мазута позволяет получать топливо с мелкодисперсной однородной структурой асфальтосмолистых веществ (смотри Рис.1 и Рис.2), что улучшает эксплуатационные характеристики топлива и процесс его горения. Кроме снижения расхода топлива обработка (гомогенизация) мазута в установке ВКИ снижает дымность отработанных газов дизельного двигателя в два раза и повышает мощность двигателя.

Испытания установок ВКИ при обработке мазута для двигателей проводились в Центральном научно-исследовательском и проектно-конструкторском институте морского флота ЦНИИМФ, а для котельного оборудования в котельной ЭУ-6 ГП «ТЭК Санкт-Петербурга» с участием Центрального котлотурбинного института ЦКТИ.

После обработки в установке ВКИ (гомогенизации) компаундированного высоковязкого сверхтяжелого топлива класса RML 45 (по международному стандарту ISO-8217) высшая теплота сгорания увеличилась на 1,6%, коксуемость уменьшилась на 0,7 %.

Это показывает, что установка ВКИ эффективно обрабатывает коллоидную структуру мазута и за счет этого увеличивает полноту сгорания. Подтверждением глубокого воздействия служит снижение после гидродинамической обработки содержания серы на 1,8%, что может быть объяснено разрушением непрочных связей серы с выделением сероводорода в газовую фазу. После обработки флотского мазута Ф-5 на установке ВКИ-2В мощность двигателя (в режиме постоянной подачи топлива) возросла с 2,4 кВт до 2,8 кВт, то есть увеличилась на 16 % (смотри Рис.3 и Рис. 4).

Предлагаемое оборудование позволяет получать стабильные топливные смеси, например мазут Ф-5 можно получать за одну обработку смешением мазута М-100 (66%) с дизельным топливом (34%).

Оборудование так же позволяет эмульгировать содержащуюся в топливе воду. Получаемая

эмульсия имеет оптимальный с точки зрения эффективности горения и стабильности размер капель воды 5-10 микрон. Водотопливные эмульсии обеспечивают более полное сгорание топлива и улучшение экологических характеристик продуктов сгорания. Для дизельных двигателей дымность уменьшается в 3-5 раз, содержание окислов азота снижается на 30-40 %, экономия топлива составляет в среднем около 3%.

Оптимальным для экономии топлива считается содержание воды в эмульсии в пределах от 8 до 15 %. Обводненность топлива (содержание воды в топливе) обычно меньше 15 %, поэтому целесообразна гомогенизация всего объема топлива с эмульгированием всей содержащейся в ней воды. Это позволит избежать потерь топлива, улучшить экологические характеристики продуктов сгорания (отработанных газов), уменьшить нагарообразование в двигателе, снизить расход топлива в двигателе. Общая экономия топлива при использовании установок ВКИ для топливоподготовки на судах морского флота составляет от 4 до 8 %.

Из официального отзыва ЦНИИ морского флота об эффективности работы установки ВКИ-2В по результатам стендовых испытаний: «Традиционные методы подготовки на судах нефтяных топлив сопровождаются потерей части горючей составляющей с отходами, образующимися в процессе отстаивания - до 8%, сепарации 3 - 4 %, фильтрации - до 2%. В тоже время, собранные на борту судна отходы создают опасность загрязнения окружающей среды и требуют либо их утилизации либо уничтожения, что связано с дополнительными затратами равно как на судах так и на берегу. В результате испытаний установки ВКИ-2В на стенде лаборатории топлива и масел ЦНИИ морского флота (двигатель ИТ9-3) установлено, что ВКИ-2В не только эффективно обрабатывает топливо, но и обеспечивает его экономию до 3%. Достаточно высокая эффективность ВКИ-2В получена как при обработке высоковязкого топлива (мазут Ф-5), так и водотопливных эмульсий с содержанием воды 10 и 15% по объему. Установка ВКИ-2В рекомендуется для использования в системах топливоподготовки энергетических установок (дизельных, котельных, газотурбинных), использующих высоковязкие топлива (ВВТ) и водотопливные эмульсии (ВТЭ) на базе последних, а также для гомогенизации (или приготовления) топливных смесей. Гомогенизация высоковязких топлив и водотопливных эмульсий позволяет снизить отходы горючей составляющей до уровня не более 0,5% от объема обработанных ВВТ и ВТЭ «При этом улучшаются экологические показатели энергетической установки, а техническое состояние дизелей и котлов находится на уровне требований, отвечающих Правилам Морского Регистра Судоходства и Правилам Речного Регистра».

ВТЭ, приготовленные из топлив повышенной и высокой вязкости (моторное топливо ДТ, флотские и топочные мазуты) и пресной воды обладают достаточно высокой стабильностью за счет содержания в топливе природных поверхностно-активных веществ. При приготовлении ВТЭ из дизельного топлива ДЛ для придания стабильности необходимо дополнительно вводить поверхностно-активные вещества (стабилизатор).

В 1967 году институтом инженеров железнодорожного транспорта (Ростов на Дону) были про-

ведены исследования в дизелях ЯАЗ-204 и 2Д-100 водотопливной эмульсии, содержащей дизельное топливо, 15% воды и 15% мазута М-20 в качестве стабилизатора. В ходе испытаний были получены значения экономии топлива от 4 до 10%. Экологические показатели сгорания ВТЭ находились на уровне чистого дизельного топлива.

Использование мазута как добавки-стабилизатора и одновременно более дешевого топлива является одним из самых перспективных направлений развития ВТЭ. Мазут, стабилизируя воду, образует вокруг частиц воды защитный слой из самых тяжелых фракций. В результате при “микровзрыве” капель ВТЭ эти тяжелые фракции хорошо распыляются и быстрее сгорают, обеспечивая нормальное сгорание топлива и стабильную работу двигателя.

Получение оптимальной структуры ВТЭ в первую очередь зависит от используемого диспергатора (гомогенизатора).

Нами был определен оптимальный состав трехкомпонентной ВТЭ, отвечающей требованиям к топливам, используемым в судовых дизельных установках при условии соблюдения экологической безопасности выброса вредных веществ в окружающую среду. Испытания проводились в Центральном научно-исследовательском и проектно-конструкторском институте морского флота (ЦНИИМФ) на судовом двигателе 2Ч 8,5/11(5Д2). Трехкомпонентные ВТЭ готовились в гомогенизаторе ВКИ – 2В на базе дизельного топлива ДЛ, мазута и пресной воды. Результаты проведенных испытаний представлены в таблице..

В результате проведенных стендовых испытаний определены составы трехкомпонентной водотопливной эмульсии отвечающие требованиям, предъявляемым к эксплуатации дизеля и экологии выпускных газов:

1. Дизельное топливо - 37,5%,
 мазут Ф-5 - 32,5%,
 вода - 30%.
2. Дизельное топливо - 48,5%,
 мазут М-100 - 21,5%,
 вода - 30%.

Испытания проводились при температуре топлива 18°C. При этой температуре дымность уходящих газов, а также содержание в них окиси углерода и углеводородов находилось на уровне чистого дизельного топлива, то есть указанные составы 1 и 2 при сгорании в двигателе по параметрам горения соответствовали чистому дизельному топливу.

При предварительном подогреве ВТЭ до 50°C дымность и содержание углеводородов стали ниже чем для дизельного топлива, что свидетельствует о повышении полноты сгорания топлива.

Приготовленная трехкомпонентная ВТЭ сохраняла стабильность в течение 5-6 часов, после че-

го начинала расслаиваться на концентрированную ВТЭ и дизельное топливо. После длительного хранения трехкомпонентной ВТЭ (в течение 10 месяцев) вода не выделялась и при перемешивании вручную восстанавливалась ее исходная структура. В связи с этим при использовании данной ВТЭ необходимо обеспечить ее циркуляцию, что для судов не составляет сложности. Пуск и остановку двигателей также как и при применении обычных ВТЭ следует производить на топливе без воды.

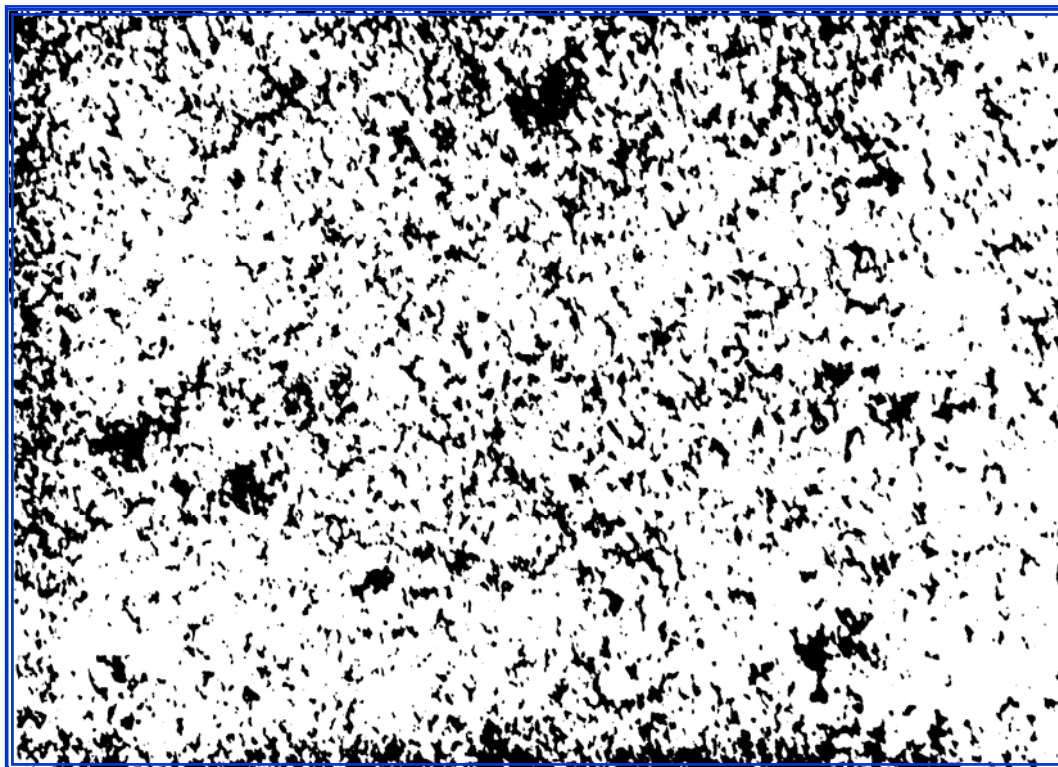


Рис. 1 Необработанный мазут Ф-5, увеличение 300

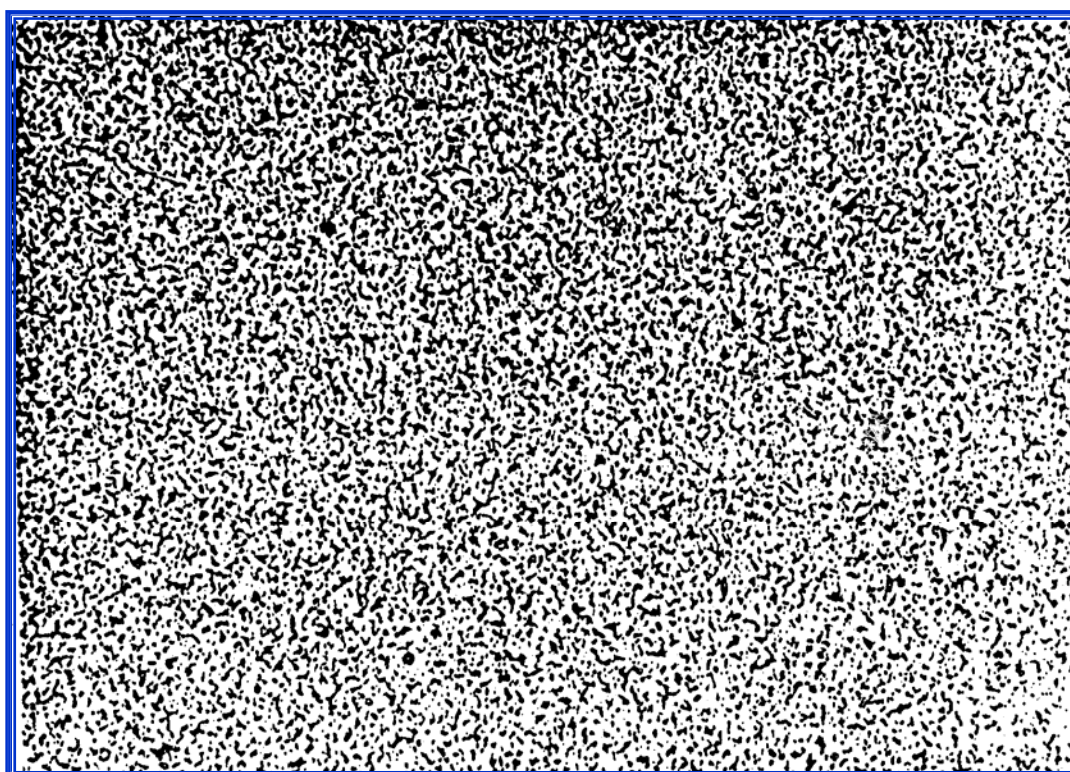


Рис. 2 Обработанный в ВКИ-2В мазут Ф-5. Увеличение 300

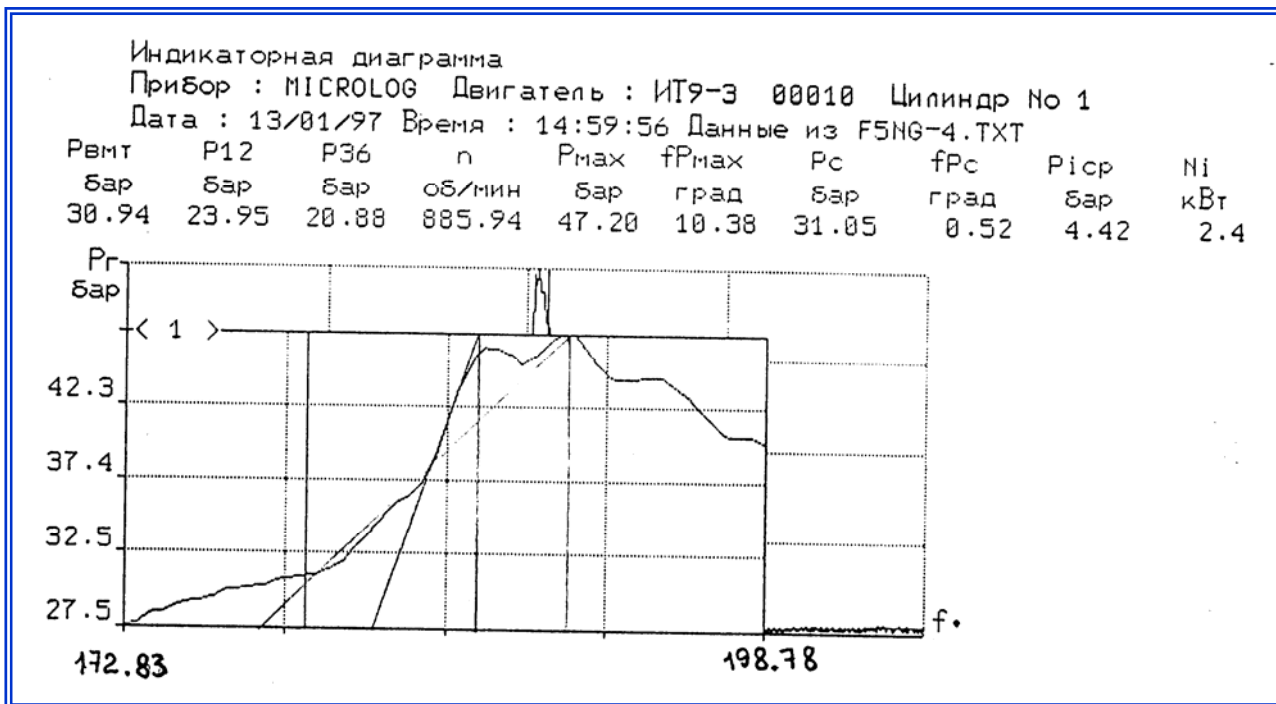


Рис. 3 Индикаторная диаграмма давления газов в цилиндре при использовании мазута Ф-5

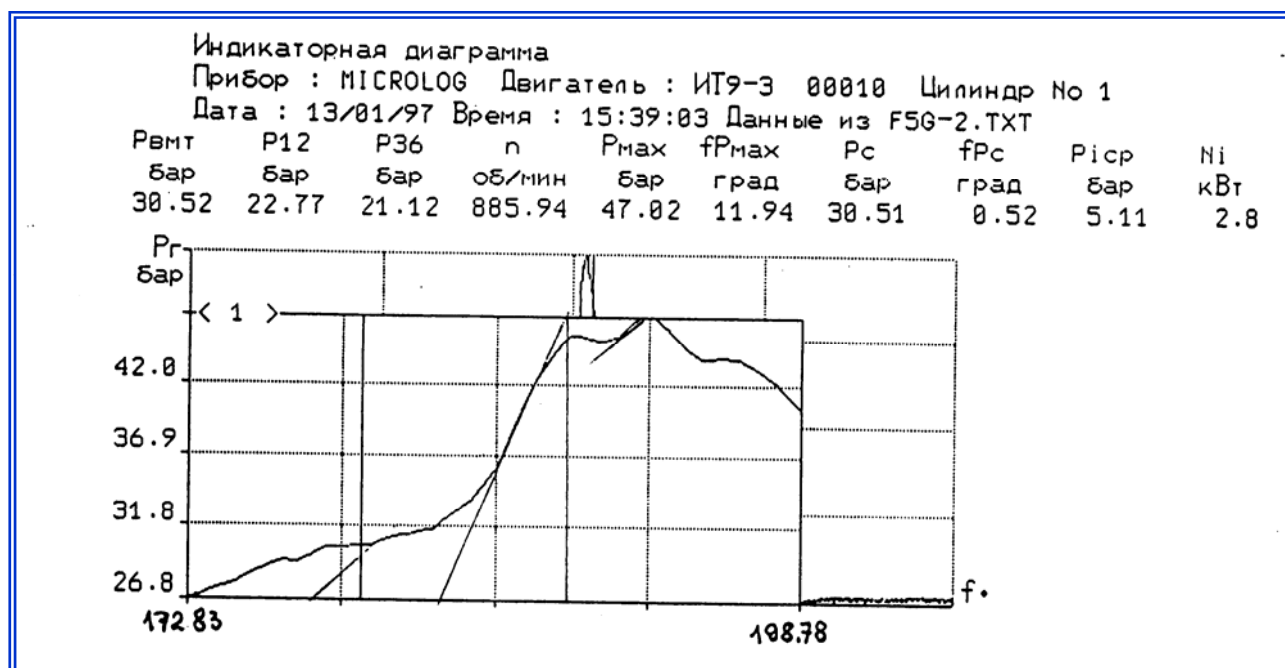


Рис.4 Индикаторная диаграмма давления газов в цилиндре при использовании гомогенизированного мазута Ф-5

Таблица 1. Результаты испытаний трехкомпонентных ВТЭ на судовом двигателе 2Ч 8,5/11(5Д2)

№ ВТЭ	Состав ВТЭ; % масс.			Марка мазута	Вязкость при 18°С ° ВУ	Дымность		СО; %	СН; млн ⁻¹
	Дизельное топливо ДЛ	Вода	Мазут			К _{max,ср} , м ⁻¹	N _{max,ср} , %		
1	100	-	-	-	0,85	0,375	19,9	0,13	106
2	70	30	-	-	5,14	0,229	12,5	0,14	157
3	60	40	-	-	1,27	0,161	8,4	0,09	74
4	77,7	13	9,3	М-100	0,93	0,510	32,3	0,12	104
5	70	15	15	М-20	0,97	0,345	18,5	0,13	109
6	55	26	19	М-100	1,08	0,633	33,6	0,13	107
7	48,5	30	21,5	М-100	1,26	0,437	22,9	0,15	139
8	37,5	30	32,5	Ф-5*	1,10*	0,367	16,3	0,14	71
9	37,5	30	32,5	Ф-5	1,27	0,486	24,9	0,13	64
10	37	37	26	М-100	2,23	7,16	98,5	1,05	184
11	-	40	60	Ф-5**	2,44**	10,27	99,7	0,61	951

Примечание:

* - температура ВТЭ 50°С.

** - температура ВТЭ 75°С.

