



УДК 629.12 :502.7

А.С. Курников, зав. кафедрой ТКМ и МР д.т.н., профессор ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
Е.В. Крылов, студент ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СУДОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ (ДВС) И ИХ РЕШЕНИЕ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЖЕКТОРА – КАВИТАТОРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДО-ТОПЛИВНОЙ ЭМУЛЬСИИ (ВТЭ)

Ключевые слова: водо - топливная эмульсия, струйные аппараты, отработавшие газы, двигатели внутреннего сгорания.

В статье рассматриваются способы получения водо – топливной эмульсии (ВТЭ). Приведен состав отработавших газов с выделением токсичных компонентов. Указано влияние присадок к топливу и ВТЭ для повышения экологичности ДВС. Рекомендовано применение эжектора – кавитатора для получения ВТЭ.

1. Общие положения

Судовые двигатели внутреннего сгорания (ДВС) в большей своей части являются поршневыми, они же в свою очередь занимают «львиную» долю в таких немаловажных отраслях как энергетика и транспорт.

У ДВС есть один, немаловажный недостаток – они одни из самых больших (в своей общей совокупности) загрязнителей окружающей среды. Загрязнения происходит по трем основным системам [1, 2]:

1. Системой выпуска отработавших газов (ОГ)
2. Системой вентиляции картера
3. Системой питания

На долю ОГ приходится наибольшая доля вредных выбросов (70-80%) от общего числа при выполнении своих функций. В состав ОГ входят более 200 различных соединений, основные перечислены в табл. 1.

Все компоненты в большей или меньшей мере пагубно воздействуют на окружающую атмосферу и, соответственно, на организм человека, что негативно влияет на их жизнедеятельность.

Таблица 1 – Компоненты отработавших газов ДВС [3]:

Компоненты ОГ	Содержание по объему, %	Токсичность
Азот	76,0 - 78,0	нет
Кислород	2,0 - 18,0	нет
Пары воды	0,5 - 4,0	нет
Диоксид углерода	1,0 - 10,0	нет
Оксид углерода	0,01 - 5,0	да
Углеводороды неканцерогенные	0,009 - 0,5	да
Альдегиды	0,001 - 0,009	да
Оксид серы	0 - 0,03	да
Сажа, г/м ³	0,01 - 1,1	да
Бензопирен, мг/м ³	до 0,01	да

В связи с этим происходит постоянное обновление и ужесточение требований и норм отечественных и зарубежных стандартов на выбросы вредных веществ с ОГ судовых двигателей. Поэтому возникла необходимость в разработке специальных способов снижения вредных выбросов с ОГ, которые можно разделить на классы:

1. Влияние на ОГ
2. Воздействующие на состав топлива

2. Способы воздействия на ОГ

2.1. Селективные и неселективные нейтрализаторы.

Селективные нейтрализаторы уменьшают концентрацию одного компонента, а неселективные термические двух и более. Обладая высокой эффективностью очистки ОГ, они чрезмерно дорогие и имеют большие габариты и массу.

2.2. Фильтрация отработавших газов.

Для предупреждения отрицательного воздействия твердых и жидких составляющих ОГ на работоспособность нейтрализаторов газовых токсичных компонентов ОГ необходимо предварительно очищать от этих примесей. Основным компонентом твердых частиц в ОГ является сажа. Для их улавливания применяются фильтры. Просты в обслуживании, но не долговечны (даже при условии регенерации), добавляют гидродинамическое сопротивление выпуска ОГ, очищают только от одного компонента – сажи.

2.3. Рециркуляция отработавших газов.

Рециркуляция ОГ (их перепуск во впускной коллектор) находит достаточное применение на «малых» ДВС. Ей присущи простота конструкции и дешевизна. К недостаткам можно отнести: требования оптимального и точечного регулирования, при большой степени рециркуляции (более 5%) возрастает расход топлива, снижается мощность двигателя.

3. Способы воздействия на топливо

3.1. Применение присадок влияющих на процесс сгорания в дизелях.

Присадки делятся на две группы: интенсифицирующие горение и антидымные (эффект достигается за счет влияния на процесс сгорания).

В случае применения присадок, интенсифицирующие горение, повышается цетановое число топлива, что позволяет уменьшить количество вредных выбросов при пуске ДВС и «прогревочных» режимах. Они не приводят к повышению износа и не увеличивают кол-

во отложений в цилиндра двигателя. Но дорогие, при этом нужна отдельная цистерна для хранения и перевозки, сами присадки токсичны для человека и взрывоопасны, не стабильны при долгом хранении.

Антидымные присадки – используют для уменьшения в ОГ количества сажи. Они подразделяются на органические и металлосодежащие (повышают полноту сгорания). При введении 1% присадок отмечается уменьшение количества сажи в ОГ на (60 – 70%). Не изменяют тактико-технические характеристики ДВС, в малой степени оказывают влияние на износ. Но механизм действия присадок мало изучен, присадки после сгорания сами являются загрязнителями. Они также являются дорогими и токсичными и требуют особого внимания при хранении и транспортировке.

Широкого распространения на флоте применение присадок не получило.

3.2. Применение в качестве топлива метанола и природного газа.

Они способствуют существенному снижению выбросов вредных веществ. К положительным качествам относятся низкая стоимость топлива и недефицитность. Но отсутствие заправочных комплексов, изменения в конструкции ДВС, пожаро – взрывоопасность до сих пор сдерживают внедрение газового топлива.

3.3. Обработка топлива перед подачей его в ДВС.

К таким способам относятся электростатическую и магнитную обработку топлива перед топливным насосом высокого давления, каталитическую обработку и озонирование топлива.

Первые два способа очень энергозатратны и требуют сложных технических устройств, по этому почти не нашли применения в практике.

Каталитическая обработка происходит путем установки катализатора в трубопровод или расходную цистерну. Катализатор представляет собой засыпку шариков из оловянного сплава, помещенных в отдельный корпус. Олово участвует в реакции благодаря коррозии и электро-химическим процессам, возникающим вследствие разности потенциалов между разнородными металлами. При этом отмечается снижение расхода топлива (7-10%) уменьшение нагарообразования и вредных веществ в ОГ. К отрицательным факторам можно отнести уменьшение максимального давления цикла и повышение температуры ОГ

Введение озона в к топливо. Озон как присадка к топливу, повышает полноту его сгорания, снижает токсичность ОГ и расход топлива. Но образование пены и невозможность приготовления топлива в запас сдерживает использование этого способа.

3.4. Применение ВТЭ.

Является достаточно эффективным, освоенным и практически реализуемым на действующих ДВС, которые используют тяжелые и дизельные марки топлив [4, 5]. Применение ВТЭ позволяет существенно уменьшить содержание вредных веществ в ОГ при сохранении и даже улучшении топливной экономичности. Для ДВС в топливо можно добавлять до 20% воды. При использовании ВТЭ конструкция ДВС не изменяется. Анализ приведенного материала показывает, что на сегодняшний день это самый перспективный способ повышения экологичности ДВС. Рассмотрим способы получения ВТЭ.

4. Способы получения водотопливной эмульсии

Установки для получения ВТЭ должны быть просты по конструкции, надежны и эффективны в эксплуатации. Для получения ВТЭ могут быть использованы смесители различного принципа действия и конструкции [5].

1). Коллоидные мельницы приготавливают эмульсии высокого качества (средний диаметр капель $d_K = 3-5$ мкм), однако требуют больших энергозатрат и имеют малую производительность.

2). Механические мешалки не позволяют получить мелкодисперсную эмульсию ($d_K = 12-18$ мкм), хотя имеют большую производительность и меньшие затраты энергии.

3). Струйные диспергаторы просты по конструкции, однако необходимо дополнительное оборудование (шестеренчатые насосы) и многократная (14-15 раз) обработка для получения высококачественной эмульсии ($dK = 2-8$ мкм).

4). Барбатажные устройства характеризуются неравномерностью распределения частиц дисперсной фазы по объему эмульсии, крупными размерами капель ($dK = 5$ мкм) и высоким расходом энергии.

5). Гомогенизаторы используются для получения эмульсии с размерами капель 1 мкм и менее. Однако они сложны по конструкции, работают при высоких давлениях (до 35 МПа), что ведет к преждевременному износу и поломке деталей, требует многократной обработки эмульсии и больших энергозатрат.

6). Гидродинамические сирены (центробежные и роторно-пульсационные аппараты) просты по конструкции, надежны в эксплуатации, имеют малые затраты энергии, причем интенсивность процессов тепло и массо обмена в них на 1-2 порядка выше, чем в существующих устройствах.

7). В роторно-пульсационном аппарате (РПА) при одно - двукратной обработке можно получить эмульсию со средним размером частиц 3-6 мкм, причем время обработки составляет 20-30 с, что на 2~3 порядка меньше, чем при получении такой же эмульсии в аппарате с мешалкой, однако он конструктивно сложнее.

8). Ультразвуковые и кавитационные установки имеют высокую стоимость, сложны по конструкции и в эксплуатации, хотя позволяют получать эмульсию с размерами частиц до 5 мкм

9). Струйные аппараты.

Из всех перечисленных способов применительно к судовым системам наибольший интерес представляют гидродинамические струйные аппараты – эжекторы [6]. Данные устройства в настоящее время используются в целом ряде судовых систем – очистки сточных и нефтесодержащих вод, обеззараживание балластных вод, приготовление питьевой воды, очистка ОГ.

Эжектор по своей конструкции уже является источником кавитации [6, 7]. Кавитационные процессы в нем возможно усилить за счет изменения классической конструкции диффузора – выполнить его ступенчатым с целью обеспечения условий возникновения вторичной кавитации. Такая конструкция получила название «Эжектор – кавитатор».

Но до настоящего времени данное устройство не применялось для получения ВТЭ. Поэтому целью для дальнейшей работы авторов является получение математической модели работы эжектора – кавитатора, которая позволит разработать методику проектирования данного аппарата.

Заключение.

1. Указаны токсичные компоненты ОГ.
2. Приведены способы снижения вредных выбросов с ОГ.
3. Установлено, что самым технологическим и экологическим способом является использование ВТЭ.
4. На основе анализа приведенного материала показано, что наиболее приемлемым для ВТЭ является «эжектор – кавитатор».

Список литературы:

- [1] Курников А.С., Садеков М.Х., Митрошина С.В. Подготовка компонентов питания судовых дизелей внутреннего сгорания. Судовые озонаторные станции и их автоматизация. Под редакцией Этина В.Л. Сборник научных трудов «ВГАВТ». Выпуск 294 Н.Новгород, Изд-во «ВГАВТ», 2000. – С. 85-97.
- [2] Зубрилов С.П., Ищюк Ю.Г., Косовский В.И. Охрана окружающей среды при эксплуатации судов – Л.: Судостроение 1989г – 256с.

- [3] Марков В.А., Баширов Р.М., Габито И.И. Токсичность отработавших газов – М.: второе издание 2002г. – 376с
- [4] Иванов В.М. Топливные эмульсии – М.: АН СССР, 1962. – 274с.
- [5] Курников А.С., Панов В.С., Повышение показателей качества водотопливных эмульсий (А.С. Курников, В.С. Панов // Журнал университета водных коммуникаций - 2010.- №8 – С30-33.
- [6] Соколов Е.Я., Зингер Н.М. Струйные аппараты. –третье издание – М.: Энергия 1989. – 352с.
- [7] Курников А.С., Мизгирев Д.С., Михеева Т.С. Проектирование эжекторов-кавитаторов как одного из элементов судовых систем. – Вестник ВГАВТ. Выпуск 47. – Н.Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ». 2016. – С.68-76.

**THE PROBLEM OF IMPROVING THE ENVIRONMENTAL PERFORMANCE OF
THE MARINE ENGINES, AND THEIR DECISION ON BASIS OF APPLICATION
EJECTOR-CAVITATOR FOR OBTAINING
WATER-FUEL EMULSION.**

A.S. Kurnikov, E.V. Krylov

Keywords: water- fuel emulsion, jet apparatus, exhaust gases, internal combustion engines.

The article discusses ways of obtaining water fuel emulsion (VTE). Given the composition of the exhaust gas emission of toxic components. Decree-but the impact to fuel additives, and VTE to enhance the environmental friendliness of internal combustion engines. Recommended Vano application of ejector – cavitator for obtaining a VTE.