

Change pf output = 100%

$$PB = \frac{\text{Range of error}}{\text{Range of control}} = \frac{2 \cdot 0.2}{5} \quad (8)$$

$$\text{Therefore change of input} = \frac{2 \cdot 0.2 \cdot 100}{5} = 8 =$$

$$\% \text{Proportional Band} \quad (9)$$

$$\text{And Gain} = \frac{1}{\%PB} \cdot 100 = \frac{100}{8} = 12.5 \quad (10)$$

Proportional action is a stable control action that moves the control valve in the correct direction to oppose the change that is happening to the process under control. It puts the control valve in the correct position for the new loading, but leaves offset or error after a load change has taken place. The size of the offset can be controlled using the Proportional Gain control (PB%). Increasing the gain to reduce the offset causes system instability because the higher the gain setting the more sensitive the system becomes. Reducing the gain has the opposite effect. If we can use the offset to produce a further movement to the valve, it should be possible to reduce it further.

4. Conclusions

ON/OFF control is mainly used for processes with a high demand side capacity and a low supply side. ON/OFF control is cheap and simple but has the disadvantage that it can only cater for load changes up to a certain value and so is unsuitable for precision control.

In order to provide engineers with a starting point when set to work on control systems, various

empirical formulae must be derived to calculate initial settings for controllers.

The experiments examine the response of various parts of the control system to a step change of voltages in the desired value.

The aim of controls theory is to combine proportional, integral and derivative action in the controller in order to achieve optimum closed loop system response.

References

1. DNV-GL - 0264, Class Guideline, Edition September 2018, Autonomous and remotely operated ships, <https://rules.dnv.com/docs/pdf/DNV/cg/2018-09/dnvgi-cg-0264.pdf>
2. Guide for Autonomous and Remote Control Functions July 2021, American Bureau of Shipping, https://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/rules-and-guides/current/other/323_gn_autonomous/autonomous-guide-july21.pdf
3. A Model of Ship Auxiliary System for Reliable Ship Propulsion, Dragan Martinovic, Mato Tudor, Dean Bernecic, University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Studentska 2, 51000 Rijeka, Croatia, 2021, https://www.researchgate.net/publication/272807299_A_Model_of_Ship_Auxiliary_System_for_Reliable_Ship_Propulsion
4. Marine Engineering Series, Marine Auxiliary Machinery, Sixth Edition, David W. Smith, J. Crawford, P. S. Moore, ISBN: 9781483100012
5. <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/proportional-band>.

УДК 621.431.74: 662.756.3

DOI: 10.34046/aumsuomt 103/20

СМЕСИТЕЛЬ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОТОПЛИВА, ПРИМЕНЯЕМОГО В СУДОВЫХ ДИЗЕЛЯХ

А.В. Громаков, кандидат технических наук, доцент

А.В. Филь, кандидат технических наук, доцент

В статье рассмотрены вопросы приготовления смеси МЭРМ и дизельного топлива. Приведены достоинства и недостатки различных видов смесителей для получения смешанного топлива. Обоснована конструктивная схема гидродинамического смесителя. Рассмотрен принцип работы гидродинамического смесителя. Сделаны выводы об эффективности применения гидродинамического смесителя в качестве устройства для приготовления смеси МЭРМ и дизельного топлива.

Ключевые слова: Судовой двигатель, биотопливо, метиловый эфир, гидродинамический смеситель

MIXER FOR THE PRODUCTION OF BIOFUELS USED IN MARINE DIESEL ENGINES

A.V. Gromakov, A.V. Fil

The article deals with the preparation of a mixture of MERM and diesel fuel. The advantages and disadvantages of various types of mixers for producing mixed fuel are given. Substantiation of the design diagram of the hydrodynamic mixer. The principle of operation of a hydrodynamic mixer is considered. Conclusions are drawn about the efficiency of using a hydrodynamic mixer as a device for preparing a mixture of MERM and diesel fuel.

Keywords: Marine engine, biofuel, methyl ether, hydrodynamic mixer

Морской транспорт имеет большое значение для мировой экономики, так как более 80% мировой торговли осуществляется по морю, поэтому это наиболее рентабельный способ транспортировки товаров по всему миру. Судовые двигатели имеют очень высокий расход топлива из-за своих размеров, а, следовательно, и высокие показатели вредных выбросов с отработавшими газами.

Вредные выбросы с отработавшими газами судовых энергетических установок (СЭУ) представляют серьезную экологическую проблему. Одним из путей повышения экологической эффективности и энергетической безопасности судов является переход на альтернативные топлива, использование которых обеспечивает сокращение вредных выбросов в окружающую среду судовыми двигателями [1].

Анализ последних исследований свидетельствует о значительном интересе к биотопливу как к перспективному альтернативному топливу для судовых двигателей.

Наиболее эффективен процесс получения биотоплива путем смешивания двух компонентов: метилового эфира рапсового масла (МЭРМ) и дизельного топлива (ДТ) [2].

Для реализации процесса смешивания МЭРМ и ДТ необходимо адаптировать существующую инфраструктуру. Для начала важно выбрать тот вариант смешивания, который наилучшим образом отвечает потребностям при максимально возможном использовании существующего оборудования.

В настоящее время смешивание компонентов биотоплива на борту судна запрещено. Возражения против смешивания биотоплива на борту судов были впервые высказаны правительствами Нидерландов и Великобритании в 2008 году. С 1 января 2014 года ИМО были введены новые правила (SOLAS Глава VI Конвенции VI/5-2), которые запрещают физическое смешивание грузов во время морского рейса [3].

Смешивание компонентов биотоплива должно проводиться только в то время, когда судно находится в пределах порта.

Прежде чем предпринимать какие-либо действия по смешиванию компонентов биотоплива на борту судов, судовладельцы и фрахтователи должны подтвердить договоренность со своим государством или местными прибрежными и портовыми властями. В связи с этим производство биотоплива на борту судна затруднено и практически не представляется возможным [4].

Смешивание МЭРМ с дизельным топливом можно производить на нефтеперерабатывающих заводах, поскольку нефтеперерабатывающие заводы обычно лучше оснащены оборудованием для проверки качества топлива.

Независимо от способа смешивания, важно учитывать некоторые важные физико-химические особенности МЭРМ, которые могут влиять на процессы смешивания.

МЭРМ имеет более высокую плотность (от ~ 0,88 до 0,84 кг/л) и более высокую вязкость (макс. от 5 до 4 мм²/с при 40 °С) по сравнению с дизельным топливом. Чтобы смесь была однородной: компоненты добавляются в резервуар в определенной последовательности (МЭРМ не должен быть первым компонентом). Это важная мера позволяет избежать образования несмешанного нижнего слоя [5].

МЭРМ также имеет точку помутнения, как и дизельное топливо. При добавлении в смешительный резервуар дизельного топлива его температура должна быть выше точки помутнения МЭРМ, что обеспечит предотвращение образования шламов.

Смешивание МЭРМ и дизельного топлива может осуществляться различными способами, в зависимости от целого ряда факторов: наличия установок, процентного содержания МЭРМ в смеси, температуры окружающей среды и т. д.

Одним из способов смешивания является последовательное смешивание. Последовательное смешивание — это операция, при которой МЭРМ и дизельное топливо последовательно загружаются в цистерну транспортного средства для его перевозки на судно. Во время транспортировки к порту оно смешивается. В некоторых случаях это считается достаточным. Однако этот метод смешивания не рекомендуется, потому что существует риск того, что продукт не будет однородным, когда транспортное средство прибудет в пункт назначения, особенно зимой при низкой температуре.

Также необходимо учитывать рекомендации по смешиванию МЭРМ и дизельного топлива, полученные на нефтеперерабатывающих заводах. Качество используемого дизельного топлива должно быть таким, чтобы смесь дизельного топлива после добавления МЭРМ соответствовала стандарту EN 590 (2009). Если смешивание основано на контроле объемного расхода, то отсутствие аналитических лабораторных методов не позволит оценить качество и однородность получаемого биотоплива [6].

Большую роль в производстве биотоплива играют технологии и устройства для смешивания его компонентов. Основные требования к ним – равномерность распределения по объему МЭРМ и ДТ. Добиться выполнения этого требования можно, используя устройства, обеспечивающие высокую производительность и качество смешивания.

В связи с этим возникает необходимость в разработке эффективного устройства для осуществления процесса получения биотоплива для судовых дизелей.

Для получения подобных композиций существует множество различных смешивающих устройств: аппараты с механическими мешалками, роторные аппараты, смешивание в трубопроводе.

При смешивании в резервуаре механическими мешалками требуемое количество МЭРМ и дизельного топлива закачивается отдельно в резервуар и перемешивается посредством внутренней циркуляции содержимого резервуара.

Применяя этого метода смешивания важно учитывать, что биотопливо имеет более высокий удельный вес, чем дизельное топливо. Основа этой технологии смешивания заключается в том, что МЭРМ следует «распылять» на верхний слой дизельного топлива, уже загруженного в резервуар. Если этот порядок не соблюдается, топливо не будет смешано должным образом.

Обработка аппаратами с механическими мешалками происходит либо в условиях ламинарного, либо турбулентного потока. Ёмкость для смешивания в таких устройствах представляет собой вертикальный цилиндрический резервуар. Иногда используются нестандартные емкости с квадратным или прямоугольным поперечным сечением. Аппараты с механическими мешалками состоят из нескольких элементов: крыльчатки, вала, уплотнения вала, редуктора и двигателя.

Эти устройства классифицируются по положению вала мешалки, по конструктивной форме или по типу создаваемого ими потока жидкости.

Вал смесителя может располагаться вертикально в резервуаре смесителя (рисунок 1).

В высоких резервуарах вал с мешалкой установлен снизу (рисунок 2) для уменьшения длины вала и обеспечения механической устойчивости.

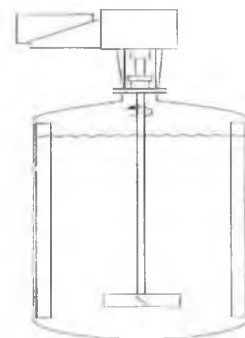


Рисунок 1 – Механическая мешалка с вертикальным расположением вала

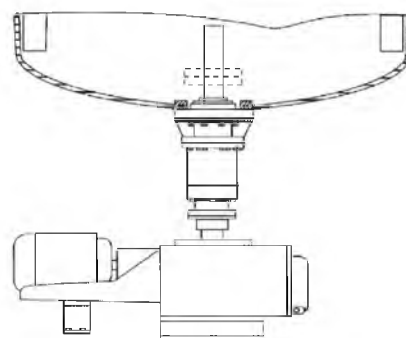


Рисунок 2 – Механическая мешалка с нижним расположением вала

Вал с мешалкой может устанавливаться сбоку (рисунок 3) для больших резервуаров для хранения продукта и смешивания или сверху под углом (рисунок 4) для небольших резервуаров.



Рисунок 3 – Механическая мешалка с боковым расположением вала

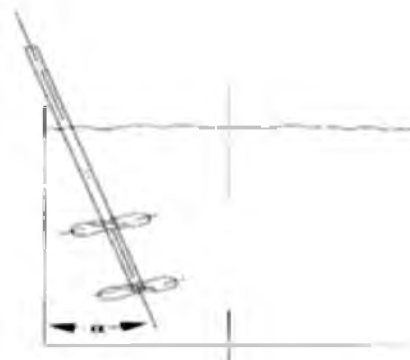


Рисунок 4 – Механическая мешалка с наклонным расположением вала

Существует четыре типа механических мешалок, которые характеризуются режимом потока и уровнем создаваемого ими сдвига: мешалки с осевым потоком, с радиальным потоком, с крыльями и мешалки с высокой интенсивностью перемешивания.

Мешалки с осевым потоком (рисунок 5) используются в основном для смешивания и суспендирования твердых частиц и жидкостей с высокой вязкостью. Существуют следующие разновидности мешалок с осевым потоком: пропеллерная мешалка, турбина с наклонными лопастями, мешалки с отводными лопастями, разработанные компанией Pfaudler, мешалки осевого потока Mig и Internig, разработанные компанией Ekato.

Мешалки с радиальным потоком (рисунок 6) обычно используются для смешивания жидкостей с низкой и средней вязкостью. По сравнению с мешалками с осевым потоком они обеспечивают более высокую интенсивность смешивания и турбулентности при более низкой перекачке продуктов смешивания.

Мешалки с радиальным потоком нагнетают жидкость радиально наружу к стенке резервуара. С помощью подходящих перегородок эти потоки перемещаются сверху вниз как над, так и под рабочим колесом мешалки. Мешалки с радиальным потоком могут иметь диск (турбину

Rushton) или могут иметь либо плоские, либо изогнутые лопасти. Недавно разработанные мешалки с полыми лопастями (Scaba SRT Chemineer CD6 и рабочее колесо Smith) обеспечивают более интенсивную диспергирующую способность, чем турбина Rushton.

Мешалки с крыльями (рисунок 7) были разработаны для смешивания и суспендирования твердых частиц. Такие мешалки имеют три или четыре сужающиеся скрученные лопасти, которые имеют изогнутую форму и иногда изготавливаются с закругленными передними кромками. Lightnin A310, Chemineer HE3 и EMI Rotofoil характеризуются низким коэффициентом прочности, определяемым площадью проекции лопастей мешалки. Двухлопастный Ekato Interprop разработан с большим углом атаки. Эта конфигурация обеспечивает более интенсивный осевой импульс по сравнению с другими мешалками с крыльями.

Мешалки с высокой интенсивностью перемешивания (рисунок 8) работают на высоких скоростях при создании эмульсий. Мешалки Chemshear имеют конические лопасти, что обеспечивает дополнительное перемешивание. Пилообразные мешалки с очень высокой интенсивностью перемешивания состоят из диска с зубцами по окружности. Это обеспечивает достаточно высокую интенсивность турбулентности.

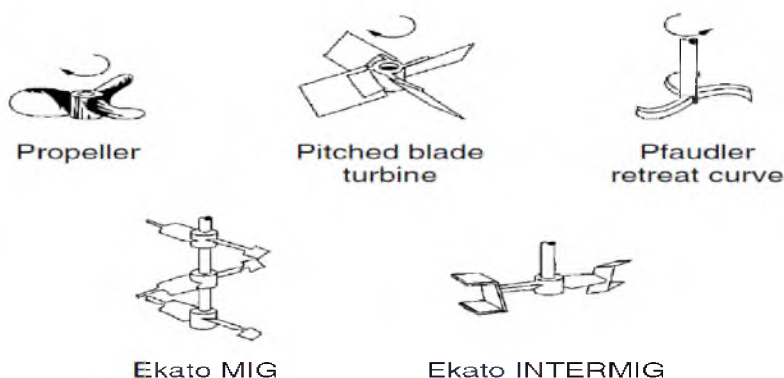


Рисунок 5 – Механические мешалки с осевым потоком

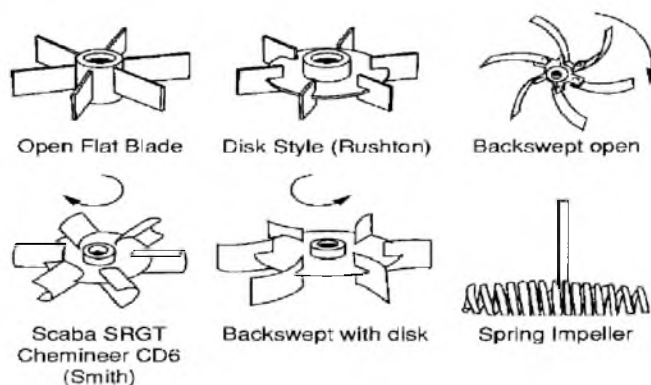


Рисунок 6 – Механические мешалки с радиальным потоком

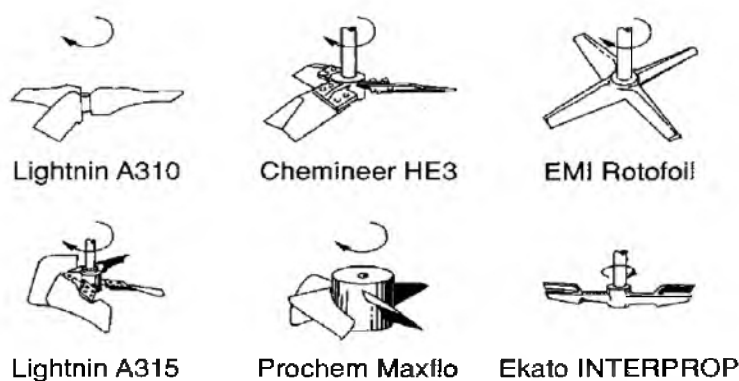


Рисунок 7 – Механические мешалки с крыльями

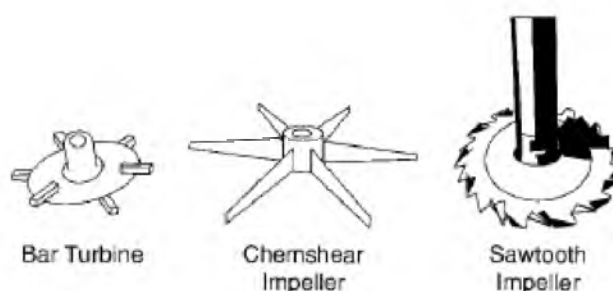


Рисунок 8 – Механические мешалки с высокой интенсивностью перемешивания

Однако, механические мешалки имеют ряд недостатков: низкое насосное действие, крупная дисперсность, недостаточно полное перемешивание во всем объеме ёмкости, турбулентность в объеме смешиваемой жидкости происходит медленно [7].

Отличительной особенностью роторных смесителей является высокоскоростной ротор (приводной смесительный элемент) в непосредственной близости от статора (неподвижный смесительный элемент). Типичные скорости ротора находятся в диапазоне от 10 до 50 м/с. Их также называют устройствами с высоким усилием сдвига, потому что локальное рассеяние энергии и скорости сдвига, генерируемые в этих устройствах, намного выше, чем в обычных сосудах с механическим перемешиванием. Локальное рассеивание энергии может быть на три порядка

больше, чем в обычном сосуде с механическим перемешиванием. Высокая скорость, высокий сдвиг и большая мощность - основные характеристики роторных смесителей. Совместное действие ротора и статора создает энергию смешения, напряжения сдвига и растяжения, турбулентность и кавитацию (в различных пропорциях в зависимости от скорости, вязкости и других параметров потока жидкости), которые обеспечивают смешивание жидкостей.

Существует множество геометрических вариаций конструкции роторных смесителей. Их можно разделить на две основные группы: для периодической или непрерывной работы.

Схема роторного смесителя представлена на рисунке 9.

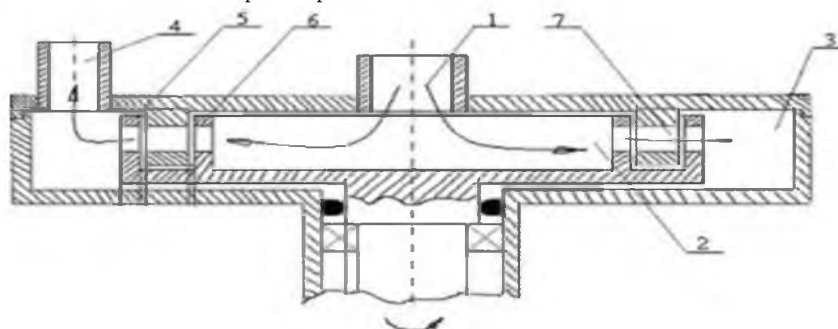


Рисунок 9 – Схема роторного смесителя:

1 – входного патрубка; 2 – полости ротора; 3 – рабочая камера; 4 – выходной патрубок;
5 – каналы наружного ротора; 6 – каналы внутреннего ротора; 7 – каналы статора

Роторные смесители применяют с целью увеличения продолжительности смешивания. Однако они обладают рядом недостатков, таких как: высокая энергоёмкость, крупная дисперсность получаемой смеси.

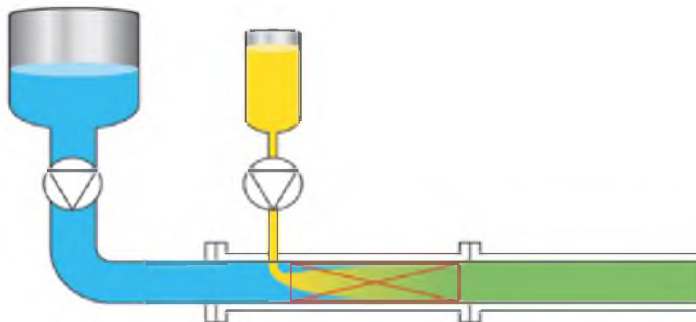


Рисунок 10 – Смешивание в трубопроводе

В отличие от смешивания механическими мешалками и роторными аппаратами смешивание в трубопроводе имеет ряд преимуществ: сокращение времени смешивания компонентов, непрерывность работы, компактные размеры, не требуют особого обслуживания, отсутствуют проблемы с герметизацией.

Одним из важных условий для перемешивания в трубопроводе является определение гидродинамического режима или режима потока. Определяющими факторами являются скорость потока и физические свойства жидкости. Режим потока может меняться в зависимости от скорости обработки. Кроме того, необходимо понимать, что свойства текучей среды могут изменяться со временем в процессе перемешивания. При смешивании в трубопроводе свойства текучей среды и режим потока изменяются по его длине. Определение гидродинамического режима потока необходимо для расчета степени смешения, расхода энергии (перепада давления), теплопередачи и размера капель в случае многофазных процессов. Расчетные соотношения часто действительны только для одного режима потока [9].

Для достижения большой площади массообмена и высокой турбулентности в трубопровод помещают специальные вставки, струйные насосы или эжекторы, что приводит к интенсивному контакту между смешиваемыми компонентами. Поток смеси направляется в эжектор, где происходит преобразование кинетической энергии в статический напор.

Эжектор - устройство, которое подвергает жидкость мгновенному ускорению и кавитации. Применение эжекторов ограничено в связи с отсутствием научных исследований о характере

Смешивание жидкостей в трубопроводе (рисунок 10) достигается как за счет непрерывного разделения, так и радиального перемещения потока.

протекания рабочего процесса с учётом изменения вязкости рабочей жидкости и характеристик потока в различных условиях эксплуатации.

В этих устройствах ускорение жидкости происходит от нагнетания насосом прямого вытеснения через сопло с отверстием, в результате чего жидкость ускоряется на короткое расстояние для поддержания потока.

Кавитация возникает из-за пустот, образующихся при изменении скорости жидкости на очень коротком расстоянии. В некоторых смешивающих устройствах высокого давления на пути прохождения жидкости используются пластины для создания дополнительной кавитации.

Учитывая вышеперечисленные достоинства и недостатки смешивающих устройств, можно сделать вывод, что эжекторы являются оптимальными устройствами для получения смеси МЭРМ и ДТ

Наиболее перспективными смешивающими устройствами являются гидродинамические смесители эжекторного типа, в которых кавитация возникает при взаимодействии потоков между собой и дополнительными кавитаторами.

С целью обоснования схемы гидродинамического смесителя проведен анализ существующих эжекторов, которые представлены в таблице 1.

В результате проведенного анализа из всех рассмотренных смесителей наиболее предпочтительным является гидродинамический смеситель, схема которого показана на рисунке 11.

Однако, этот смеситель не обеспечивает качество получаемого биотоплива. Это обусловлено тем, что длина камеры смешивания такого смесителя имеет недостаточную длину.

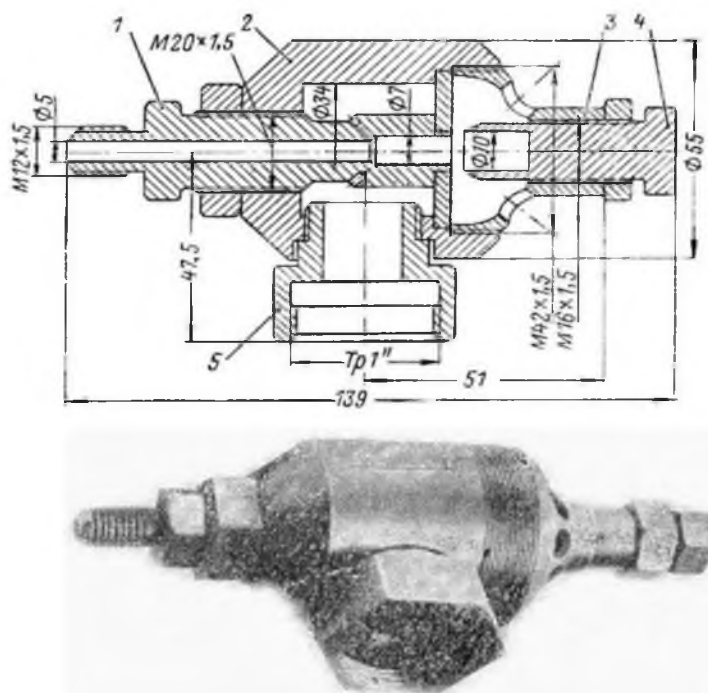


Рисунок 11 – Вихревой гидродинамический смеситель

Для того чтобы решить эту проблему была разработана структурная синтезированная типовая схема гидродинамического смесителя (рисунок 12).

В этом смесителе предлагается увеличить камеру смешивания, что позволит повысить кавитационное воздействие на компоненты биотоплива.

Из ёмкости 2 ДТ в количестве q_1 дозируется в эжектор 3, который имеет переменную площадь S_1 отверстия сопла, после чего эта порция ДТ под давлением P_1 в распыленном состоянии поступает в смесительную камеру 4. Одновременно из ёмкости 1 в смесительную камеру 4 поступает q_2 МЭРМ. После чего, под давлением P_2 смешанное топливо в количестве (q_1+q_2) направляется в дополнительную камеру смешивания 5 и

оттуда под давлением P_3 поступает в накопительный бак 6.

Этот смеситель позволяет создавать достаточно высокую степень турбулентности, интенсифицирующую процесс смешивания МЭРМ и ДТ, и получать биотопливо с различными долевыми пропорциями его компонентов, что очень важно для эксплуатации различных судовых дизелей.

В гидродинамическом смесителе (рисунке 13) происходит смешивание и обмен энергией двух потоков жидкостей, находящихся под разным давлением, с образованием смешенного потока, находящегося под промежуточным давлением [8].

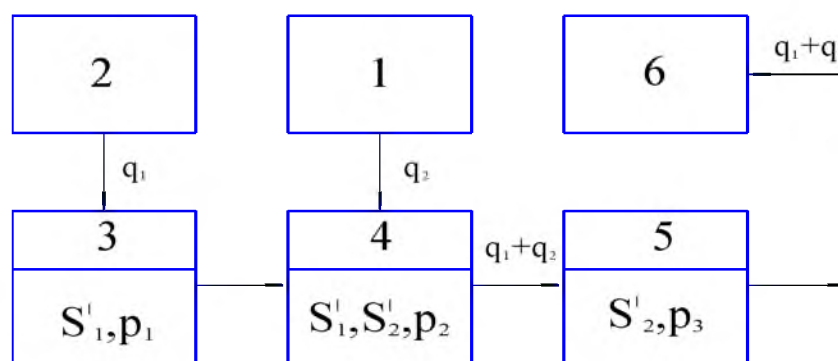
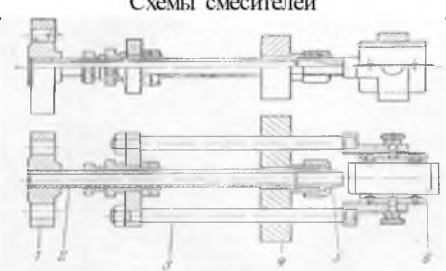
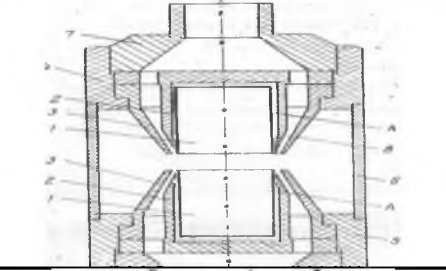
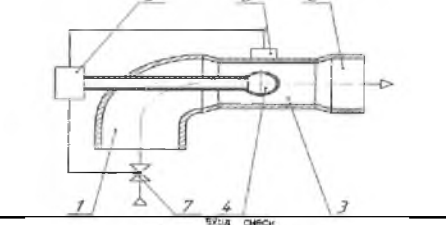
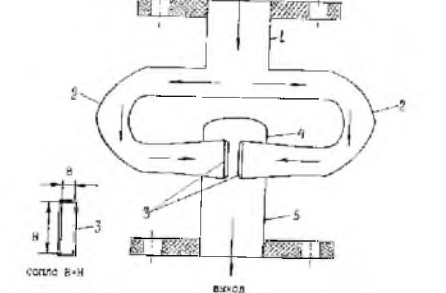
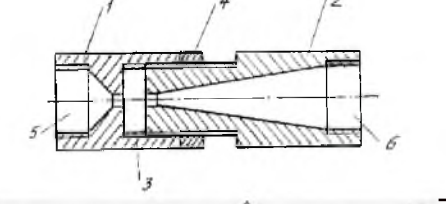
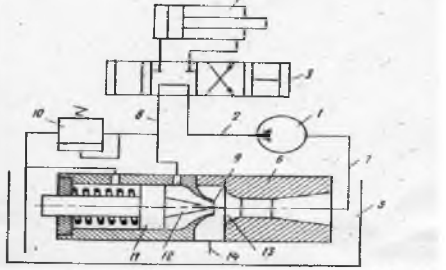
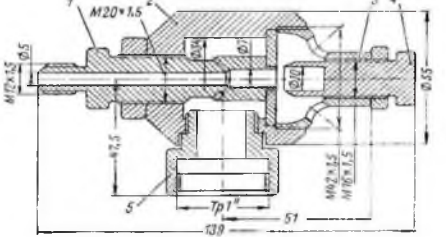


Рисунок 12 – Структурная синтезированная схема гидродинамического смесителя

Таблица 1 – Конструкции гидродинамических смесителей с эжектором

№	Схемы смесителей	Особенности процесса смешивания	Недостатки
1		Смешивание МЭРМ и ДТ осуществляется за счет резонансной пластины и возникновения кавитации в смешиваемой жидкости	Кавитационное разрушение пластины
2		Смешивание компонентов биотоплива происходит за счет столкновения потоков жидкости, выходящей из сопла о кромку резонатора	Кавитационное разрушение резонатора
3		Смешивание компонентов биотоплива осуществляется за счет колебания кавитатора	Кавитационное разрушение кавитатора
4		Смешивание компонентов биотоплива осуществляется за счет соударения смешиваемых потоков, выходящих из сопел, расположенных друг напротив друга	
5		Смешивание компонентов биотоплива осуществляется за счет кавитации, возникающей за срезом сопла	Недостаточная интенсивность смешивания
6		Смешивание компонентов биотоплива осуществляется за счет кавитации за срезом сопла	
7		Смешивание компонентов биотоплива осуществляется за счет кавитации за срезом сопла и удара потока об отражатель	Недостаточная длина камеры смешивания

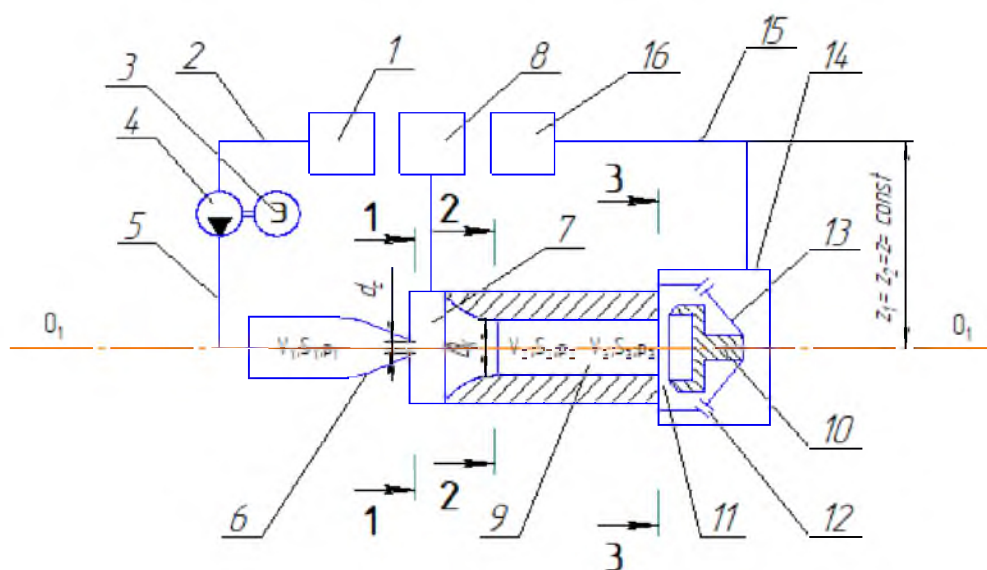


Рисунок 13 – Технологическая схема гидродинамического смесителя:

1 – емкость с ДТ; 2 – всасывающая гидролиния; 3 – электродвигатель; 4 – объемный насос; 5 – напорная гидролиния; 6 – сопло; 7 – приемная камера; 8 – емкость с МЭРМ; 9 – камера смешивания; 10 – отражатель; 11 – целевое сопло; 12 – отверстие; 13 – конус; 14 – корпус; 15 – сливная гидролиния; 16 – емкость сбиотопливом

Гидродинамический смеситель имеет существенные преимущества по сравнению с остальными смесителями: меньшие удельные затраты энергии и малая материалоемкость, простота конструкции смесителя, непрерывное функционирование, высокая производительность, регулирование кавитационно-кумулятивного воздействия.

Выводы

Результаты проведенных исследований показали, что для получения смеси МЭРМ и дизельного топлива оптимальными устройствами являются струйные аппараты (эжекторы) по простоте и невысокой стоимости конструкции, отсутствию трущихся и вращающихся деталей, многофакторному воздействию на смешиваемые компоненты за счет возникновения кавитации в турбулентных потоках. Разработана конструктивная схема гидродинамического смесителя для получения смеси МЭРМ и ДТ.

Гидродинамический смеситель является наиболее предпочтительным смешивающим устройством, однако для более эффективного функционирования необходимо определить его конструктивно-режимные параметры.

Литература

1. Таманджа, И. Перспективы и обоснование использования биодизеля в судовых дизельных установках / И. Таманджа, Н. Н. Шуйтасов // Вестник АГТУ. Сер.: Морская техника и технология. – 2010. – № 1. – С. 158-166.
2. Черный В.С. Технология получения биотоплива

для судовых дизелей / В.С. Черный, А.В. Громаков // Проблемы совершенствования и эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов: Сб. материалов 78-й Всеросс. науч.-практ. конф. студ. и молод. исслед. (г. Зерноград, АЧИИ ФГБОУ ВО ДГАУ, 3-5 апреля 2019 г.). – Зерноград, 2019. – С. 82-83.

3. Громаков А.В. Перспективы биотоплива, как топлива для судовых дизелей / А.В. Громаков, А.В. Филь // Эксплуатация морского транспорта. – 2019. – № 4 (93). – С. 53-59.
4. Bruin de D. Tankers: On Board Blending (26 August 2015). [Electronic resource]. - URL: <https://www.bmt.org/insights/tankers-on-board-blending/>
5. Biodiesel Blending. Procedures and Guidelines for Blending Biodiesel. How Does Biodiesel Blending Work? [Electronic resource]. - URL: <https://www.targray.com/biofuels/feedstock>
6. Tasić I., Mičić R., Tomić M., Aleksić A., Simikić M. Storing, distribution and blending of bio-diesel// Agricultural Engineering International: CIGR Journal [Electronic resource]. – 2020. - Vol. 22. - №2. – P.105-111. - URL: <https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/download/5583/3307>
7. Hemrajani R. R., Tatterson G.B. Mechanically Stirred Vessels (Chapter 6)// Handbook of industrial mixing science and practice/ Paul E.L. (eds.), Atiemo-Obeng V.A. (eds.), Kresta S.M. (eds.). - Hoboken, New Jersey, USA: Published by John Wiley & Sons, Inc., 2004. – P.345-390.
8. Громаков А.В. Устройство для производства смешанного топлива / А.В. Громаков // Техника в сельском хозяйстве. – 2013. – № 6. – С. 28-29.

9. Дат Х.Н. Функционирование гидродинамического смесителя при производстве биодизельного топлива из масла яatroфы / Х.Н. Дат, Г.Г. Пархоменко, В.И. Пахомов, В.Б. Рыков, С.И. Быр'ко, И.В. Божко // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2015. – № 3. – С. 21-25.

References

1. Tamandzha, I. Perspektivy iobosnovaniya ispol'zovaniya biodizelya v sudovykh dizel'nykh ustanovkakh / I. Tamandzha, N. N. SHujtasov // Vestnik AGTU. Ser.: Morskaya tekhnika i tekhnologiya. – 2010. – № 1. – С. 158-166.
2. CHernyj V.S. Tekhnologiya opolucheniya biotoplivnykh asudovykh dizel'ey / V.S. CHernyj, A.V. Gromakov // Problemy sovershenstvovaniya i ekspluatatsii transportnykh i transportno-tekhnologicheskikh mashin i kompleksov: Sb. Materialov 78-j Vseross. nauch.-prakt. konf. stud. imolod. issled. (g. Zernograd, ACHII FGBOU VO DGAU, 3-5 aprelya 2019 g.). – Zernograd, 2019. – С. 82-83.
3. Gromakov A.V. Perspektivy biotopliva, kak toplivnykh asudovykh dizel'ey / A.V. Gromakov, A.V. Fil' // EHKsplatatsiya morskogo transporta – 2019. – № 4 (93). – С. 53-59.
4. Bruin de D. Tankers: On Board Blending (26 August 2015). [Electronic resource]. – URL: <https://www.bmt.org/insights/tankers-on-board-blending/>
5. Biodiesel Blending. Procedures and Guidelines for Blending Biodiesel. How Does Bio-diesel Blending Work? [Electronic resource]. – URL: <https://www.targray.com/biofuels/feedstock>
6. Tasić I., Mićić R., Tomić M., Aleksić A., Simikić M. Storing, distribution and blending of bio-diesel // Agricultural Engineering International: CIGR Journal [Electronic resource]. – 2020. – Vol. 22. – № 2. – P.105-111. – URL: <https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/download/5583/3307>
7. Hemrajani R. R., Tatterson G.B. Mechanically Stirred Vessels (Chapter 6) // Handbook of industrial mixing science and practice/ Paul E.L. (eds.), Atiemo-Obeng V.A. (eds.), Kresta S.M. (eds.). – Hoboken, New Jersey, USA: Published by John Wiley & Sons, Inc., 2004. – P.345-390.
8. Gromakov A.V. Ustrojstvo i proizvodstvo smesevogo topliva / A.V. Gromakov // Tekhnika v sel'skom khozyajstve. – 2013. – № 6. – С. 28-29.
9. Дат Х.Н. Функционирование гидродинамического смесителя при производстве биодизельного топлива из масла яatroфы / Х.Н. Дат, Г.Г. Пархоменко, В.И. Пахомов, В.Б. Рыков, С.И. Быр'ко, И.В. Божко // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2015. – № 3. – С. 21-25.

УДК 621

DOI: 10.34046/aumsuomt.103/21

OPERATIONAL METHODS USED FOR IMPROVEMENT OF ENERGY EFFICIENCY OF A SHIP

Mihail-Vlad VASILESCU, A.I. Epikhin

In this article there are covered several operational methods for improving energy efficiency of a ship using the Fluid Flow Modeling (CFD) program, Ansys Fluent. The maritime transport sector is under considerable pressure to increase energy efficiency. While CO_2 emissions are decreasing in many other sectors, maritime transport emissions are expected to be increased in the future. Shipping Industry currently accounts for about 3% of global CO_2 emissions. As a result of increased transportation, and in combination with difficulties in implementing effective energy efficiency measures, its share is expected to grow. Fuel efficiency is linked to air emissions, measures and policies that successfully improve energy efficiency. Various researches have been carried out in the field of alternative power sources and into technical, operational and structural energy saving measures for shipping industry. In order to reduce fuel consumption and to increase energy efficiency we should take care about the position of the bow thruster, the location of the fins, the bilge keels, the form of the central skeg, the sea chest openings dimensions, the seemingly of the propellers, the rudders form, the hull openings position, the zinc anodes & lifting eyes position, the hull surface condition. The evaluated savings in resistance correspond to savings of the fuel that is consumed by the propulsion. Speed range of 18kn to 21kn is considered for the improvement percentages.

Keywords: energy efficiency, shipping industry, measures

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СУДНА

Mihail-Vlad VASILESCU, PhD. (Romania)

А.И. Епихин, кандидат технических наук

В этой статье рассматриваются несколько эксплуатационных методов повышения энергоэффективности судна с использованием программы Fluid Flow Modeling (CFD) Ansys Fluent. Сектор морского