

# Утилизация отходов нефтепродуктов

Поляков А. А., CORVUS Company  
Полякова Э. А., магистр,  
Рижский Технический Университет

В процессе эксплуатации промышленных предприятий, нефтебаз, железнодорожного и автомобильного транспорта, морских, рыбопромысловых, речных судов образуется значительное количество отходов нефтепродуктов в виде загрязненных топлив, донных отложений, отработанных масел с повышенным содержанием воды и механических примесей, не подлежащих использованию и представляющих опасность для окружающей среды (поскольку еще имеет место нелегальный слив).

Основные источники отходов нефтепродуктов:

- На судах при сепарации тяжелых топлив, на которых работают главные двигатели, отходы составляют от 3 до 5% топлива [1,2];
- Продукты зачистки мазутных резервуаров, железнодорожных цистерн и автоцистерн;
- Проливы в процессе транспортировки;
- Отходы котельного топлива, дизельного топлива, моторного топлива после фильтрации, сепарации и зачисток емкостей на промышленных предприятиях;
- Донные отложения из грузовых танков танкеров, а также из расходных топливных цистерн.

Как правило (на 80-85%), это отходы тяжелых топлив, типа мазута 40 или 100.

Вопросами утилизации различного вида отходов нефтепродуктов, в том числе и обводненных, давно и успешно занимались в Институте горючих ископаемых [3]. Было показано, что наиболее предпочтительным вариантом является приготовление из них водотопливных эмульсий. Сравнительные данные о горении безводного и обводненного эмульгированного топлива показали, что эмульгированное жидкое топливо сгорает значительно быстрее, чем безводное: содержание воды до 20% в эмульгированном топливе не ухудшает, а даже интенсифицирует процесс горения за счет дополнительного внутритопочного дробления капель, увеличения поверхности испарения частиц и улучшения перемешивания горючего с воздухом; сокращение времени горения эмульгированного топлива благоприятно сказывается на стадии догорания сажистых остатков, улучшает общую полноту сгорания топлива и уменьшает отложения сажи (нагар) на рабочих поверхностях [3]. Там же было сказано, что эффективность применения топливных эмульсий в значительной степени определяется условиями подготовки эмульсий.

Наибольшее распространение получили способы приготовления топливных эмульсий в клапанных гомогенизаторах высокого давления, ультразвуковых смесителях, аппаратах вихревого слоя, роторно-пульсационных аппаратах, роторных диспергаторах типа коллоидной мельницы.

Сравнительные испытания клапанных гомогенизаторов высокого давления показали, что несмотря на высокое качество приготовленной эмульсии - порядка 1 мкм они обладают такими недостатками, как большие габариты и масса, высокая стоимость, большой расход энергии на приготовление 1 т эмульсии - 8-10 кВт.ч, частые выходы из строя основного элемента - гомогенизирующих клапанов; измельчение механических примесей до 1-20 мкм, что является основной причиной износа прецизионных деталей топливной аппаратуры и цилиндрично-поршневой

группы двигателей [4].

Ультразвуковые смесители, имеющие меньшую массу и габариты, чем клапанные гомогенизаторы, также характеризуются значительным расходом энергии на приготовление 1 т эмульсии (более 10 кВт-ч) и требуют многократного (30-50 раз) прокачивания топлива [5,6].

В аппаратах вихревого слоя типа АВС интенсивное перемешивание и диспергирование топлива происходит в результате соударения ферромагнитных частиц, движущихся под действием вращающегося магнитного поля [7,8]. Расход энергии (3 кВт-ч) на приготовление 1 т эмульсии значительно меньше, чем у клапанных гомогенизаторов и ультразвуковых смесителей, однако к этим аппаратам необходим прокачивающий насос; быстрый износ ферромагнитных частиц (и переход их в топливо в виде металлических включений) делает аппараты вихревого слоя неудобными в эксплуатации.

Роторно-пульсационные аппараты имеют меньшую массу и габариты и расходуют меньше, энергии на приготовление 1 т эмульсии. Однако для приготовления эмульсии с глобулами порядка 10-15 мкм необходима (в аппарате ГАРТ-ПрМ) 4-6-кратная циркуляция топлива [9].

Роторные диспергаторы являются, по-видимому, наиболее перспективными для систем топливоподготовки энергетических установок. Они обладают меньшей массой, небольшими габаритами, просты в изготовлении, надежны в работе, мало расходуют энергии на приготовление 1 т эмульсии.

Некоторые характеристики вышеперечисленных аппаратов приведены в табл. I.

В Рижском филиале ЦНИИ морского флота, как видно из табл. I, разрабатывались роторные диспергаторы ДРС (диспергатор роторный судовой). Широкое распространение получил диспергатор ДРС-2 [10]. Отличительной особенностью его является то, что для более полного использования рабочей поверхности для диспергирования на передней крышке установлена съемная металлическая сетка. Модификация диспергатора - роторный эмульсатор (ДРС-4), выпускался опытными партиями предприятием ОРИОНТ НПО "Силава" Латвии [11,12].

Сравнительные испытания выпускаемых промышленностью диспергаторов ГК-1 и ГАРТ ПрМ, а также роторных диспергаторов конструкции РФ ЦНИИМФ, проведенные на экспериментальном стенде Рижского судоремонтного завода, показали, что диспергаторы ДРС-2 и роторный эмульсатор являются более эффективными. Данные о результатах испытаний представлены на рис. 1 [13].

Все роторные диспергаторы прошли испытания при сжигании водомазутных эмульсий в котлах различных конструкций. Испытания проводились для того, чтобы проверить:

-Возможности сжигания в паровых котлах обводненного мазута, приготовленного в виде водотопливной эмульсии в диспергаторе;

-Возможности сжигания в паровых котлах нефтеостатков от сепарации льяльных вод путем добавления их к основному котельному топливу;

-Влияние сжигания водотопливных эмульсий, а также смеси нефтеостатков с основным котельным топливом на характеристики паровых котлов;

-Эффективность работы роторного диспергатора в эксплуатационных условиях;

**Таблица 1: Характеристики диспергаторов**

Наименование диспергаторов	Расход энергии на приготовление 1 т эмульсии, кВт. ч	Масса аппарата, кг	Габариты аппарата (длина x ширина x x высота), мм
Клапанные гомогенизаторы:			
К5-ОГА-1,2 (Одесский механический завод)	8,3	850	965 x 930 x 1400
А1-ОГМ (Одесский механический завод)	8,0	1710	1430 x 1110 x 1640
ГТС-1,5 (НИИЭКИпродмаш)	8,7	630	990 x 882 x 1062
FEС6-3TBS (Мантон Гаулин, США)	10	1550	735 x 990 x 965
		(без мотора)	
Ультразвуковые диспергаторы	10-15	-	-
Аппараты вихревого слоя			
АВС-100 (НИИЭМАЛЬХиммаш)	3	522	770 x 680 x 1560
Роторно-пульсационные аппараты:			
ГАРТ Пр (Таллинский машиностроительный завод)	1,4	840	1000 x 1000 x 2250
ГАРТ ПрМ (Таллинский машиностроительный завод)	1,6	150	540 x 540 x 970
Роторные диспергаторы:			
ГК-1 (Эстония)	2,0	150	1000 x 360 x 360
ДРС (РФ ЦНИИМФ, Латвия)	1,0	140	900 x 330 x 380
ДРС-2 (РФ ЦНИИМФ, Латвия)	0,8	120	740 x 330 x 380
Роторный эмульсатор (НПО "Силава", Латвия)	0,6	95	683 x 296 x 366
DRS 10 (CORVUS Company, Латвия)	0,55	65	525 x 280 x 300

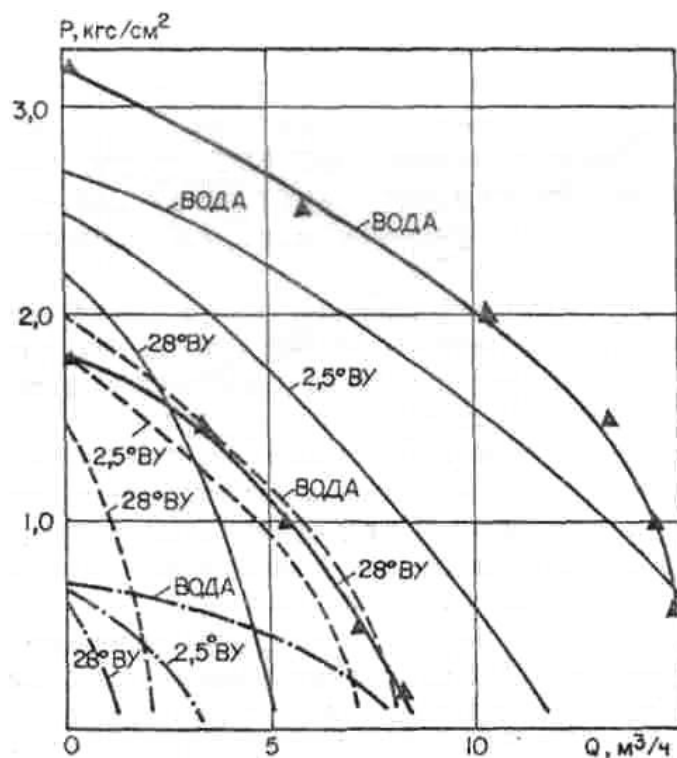


Рис. 1. Характеристики диспергаторов ГК-1, ГАРТ ПрМ, ДРС-2 и роторного эмульсатора (ДРС-4).  
 Условные обозначения: — · — · — · — ГК-1, — — — — ГАРТ ПрМ, — — — — ДРС-2, — — — — ▲ — роторный эмульсатор (ДРС-4).

-Время работы паровых котлов между чистками внешних поверхностей нагрева при сжигании водотопливных эмульсий.

Одно из первых испытаний было проведено на промышленном судне - БМРТ "Теодор Нетте". Роторный диспергатор ДРС-2 был установлен в системе топливоподготовки котельной установки.

На первом этапе проводили испытания котла КВС 30/II-A на водомазутной эмульсии с обводненностью 10, 20 и 30 % (по объему топлива, равного 1000 л). В одну из секций расходной цистерны котельного топлива закачивали воду от опреснителя. В качестве топлива был использован мазут Ф-5.

Проводили подготовку водомазутной эмульсии, причем осуществлялась одно-, дву- и четырехкратная циркуляция смеси. Через каждые 30 мин работы роторного диспергатора со дна расходной цистерны отбирали пробы эмульсии. По окончании подготовки эмульсию проверяли на стабильность контрольным спуском отстоявшейся воды через клапан отбора проб на расходной цистерне. Продолжительность определения стабильности составляла 24 ч.

Перед проведением испытаний котла на эмульсии была обследована поверхность нагрева. На экранных трубках и конвективном пучке был незначительный слой нагара в виде кокса и сажи.

Переход на эмульсию осуществлялся без тушения факела переключением клапанов на топливном трубопроводе с секции чистого мазута на секцию эмульгированного. Кроме того, определяли возможность воспламенения факела после кратковременной остановки котла на водомазутной эмульсии.

Контроль горения эмульсии осуществляли визуально через смотровое устройство. Анализ дымовых газов не проводили.

Во время испытаний использовали штатные приборы котельной установки.

На втором этапе испытания использовали смесь остатков нефтепродуктов от сепарации льяльных вод (с содержанием 20 и 50 %) и чистого мазута.

На третьем этапе испытания использовали смесь мазута с нефтеостатками после сепарации нефтесодержащих вод. Расход чистого мазута и эмульсии замеряли по смотровому стеклу расходной цистерны.

Данные о результатах испытаний представлены на рис.2. Верхняя - кривая иллюстрирует отношение расхода водомазутной смеси (эмульсии)  $G_{см}$  к расходу чистого мазута  $G_M$  при одинаковых режимах работы котла в зависимости от обводненности эмульсии  $W$ . Как видно из рис. 2, при дву- и четырехкратной обработке водомазутной смеси кривая хорошо отражает закономерность зависимости расхода смеси от обводненности (точки ложатся удовлетворительно). Выпадающие точки - однократная обработка смеси в диспергаторе - не являются характерными, так как отобранные пробы не отражают истинного содержания воды в топливе. Поскольку прием воды и топлива через два приемных патрубка у диспергатора происходит одновременно (причем через один патрубок, забирающий среду со дна, идет вода, а через второй — топливо), то при однократной циркуляции невозможно получить заданную водотопливную эмульсию с равномерным распределением воды по всему объему. Необходима, как минимум, двукратная циркуляция, но, как показывают графики, ее и достаточно для получения стойкой водотопливной эмульсии.

Как видно из верхней кривой, с увеличением количества воды в мазуте часовой расход водомазутной эмульсии возрастает.

Нижняя кривая на рис. 2 отражает отношение количества "сухого" топлива  $G_{сух}$  в водотопливной эмульсии к расходу чистого мазута  $G_M$ . При работе котла на водомазутной эмульсии с содержанием воды до 21% происходит экономия топлива.

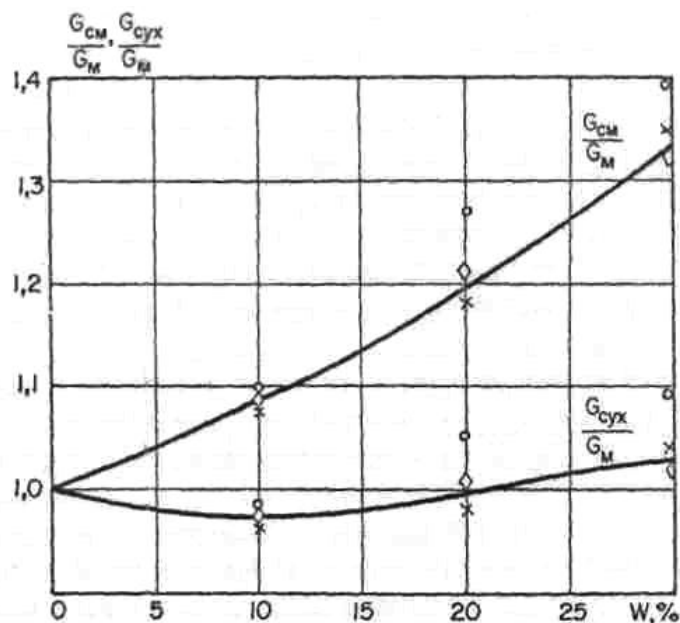


Рис.2. Зависимость относительного расхода обводненной водомазутной смеси и "сухого" топлива в водомазутной смеси от обводненности для котла КВС 30/II-A. Условные обозначения:

○ - однократная циркуляция, x - двукратная, ◇ - четырехкратная

Во время испытаний горение водомазутных эмульсий было надежным, безотказным и бездымным. Факел горячей водотопливной эмульсии при однократной обработке имеет искрение, при дву- и четырехкратной обработке он устойчив. Пламя имеет яркий цвет.

Воспламенение водомазутных эмульсий с обводненностью 10 и 20 % не отличается от воспламенения чистого мазута. Воспламенение эмульсии с обводненностью 30% не проверяли.

Давление пара в котле поднималось с такой же скоростью, как это было при работе на чистом мазуте. Топливная аппаратура котла работала надежно. Результаты испытаний котла при работе на смеси нефтеостатков от сепарации льяльных вод (при содержании их в смеси, равном 20 и 50%) и чистого мазута Ф-5 показали, что при сжигании этих смесей отклонений в работе котла не отмечалось.

При сжигании отсепарированных нефтеостатков льяльных вод в смеси с мазутом количество нагара на поверхностях нагрева не увеличивается, причем отложения более рыхлые и сыпучие, особенно в верхней части конвективного и экранного пучков. Их можно легко удалить с помощью воздуха. Коррозии на трубках не обнаружено.

Аналогичным образом проводили испытания вспомогательного автоматизированного котла КАВ 4/7 на т/х "Иван Нестеров" Литовского морского пароходства [14]. Роторный диспергатор был установлен в системе топливоподготовки котла КАВ 4/7.

В процессе испытаний проверяли работу вспомогательного котла на топливах: мазут М 2,0; мазут М 2,0 с обводненностью 10 и 20 %; смесь мазута М 2,0 с нефтеостатками (50 и 25%) из шламовой цистерны, а также эти смеси с обводненностью 5 и 10 %. Обводненность осуществлялась искусственно, путем добавления пресной воды. Истинная обводненность смесей (нефтеостатки, добавленные в мазут, содержали воду) была впоследствии определена лабораторным путем. В качестве нефтеостатков использовали отмывки после мойки топливных танков, которые собирали в шламовую цистерну; нефтеостатки закачивали в расходную цистерну котельного топлива без предварительной фильтрации или сепарации.

Данные о результатах испытаний котла КАВ 4/7 приведены на рис.3. Верхние кривые изображают зависимость отношения расхода водомазутной эмульсии и обводненной смеси мазута с нефтеостатками к расходу мазута от обводненности при одинаковых режимах работы котла. Как видно из рис. 3, общий расход эмульсии по сравнению с таковым при работе котла на чистом мазуте увеличивается.

Нижние кривые на рис. 3 показывают зависимость отношения количества "сухого" топлива в водотопливной эмульсии к расходу мазута при одинаковых режимах работы котла от обводненности. Из рис. 3 видно, что несмотря на общее увеличение расхода эмульсии расход чистого ("сухого") топлива при определенных значениях обводненности уменьшился. Так, экономия мазута наблюдается при сжигании водомазутной эмульсии с содержанием вода до 18%, а смеси мазута с нефтеостатками - при содержании воды до 15 %. Наибольшая экономия топлива наблюдается при содержании в эмульсии от 7 до 13 % воды, причем экономия мазута составляет приблизительно 3%, а смеси мазута с нефтеостатками - 1,5 %. Следует отметить, что в качестве нефтеостатков сжигали самые "неблагоприятные" нефтеостатки - отмывки после мойки топливных танков.

Аналогичные испытания проводили на котле КВВА 12/15 т/х "В.Киквидзе" Грузинского морского пароходства, где в качестве диспергатора использовали роторный эмульсатор. Закономерности расхода топлива были такими же, как и на вышеупомянутых судах; однако максимальная экономия топлива при сжигании

обводненных отходов нефтепродуктов достигала 5 %, (что выше, чем при всех ранее проводившихся испытаниях -1-3 %). Такая высокая экономия топлива

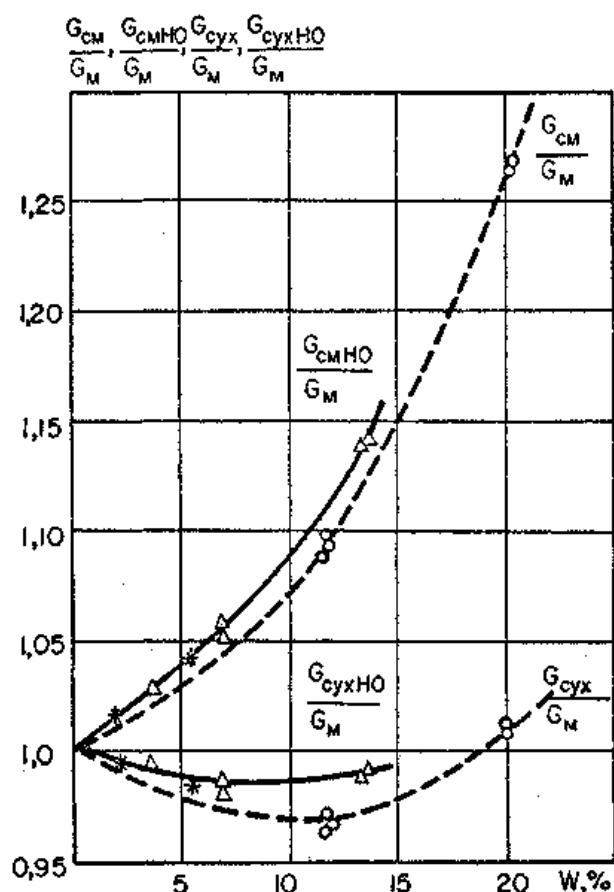


Рис. 3. Зависимость относительного расхода обводненных мазута и смеси мазута с нефтеостатками, а также "сухого" топлива в водомазутной смеси от обводненности для котла КАВ 4/7. Условные обозначения:  $\circ$  - мазут,  $\Delta$  - смесь мазута и 50% НО, \* - смесь мазута и 25% НО.

вызвана, по-видимому, повышенной теплотворной способностью нефтеостатков по сравнению с мазутом (сжигали мазут Ф-5): нефтеостатки содержали значительное количество протечек масла и дизельного топлива.

Роторные диспергаторы подготавливали качественную и стабильную эмульсию: размеры основной массы глобул воды после обработки топливной эмульсии в ДРС-2 составляли 10-15 мкм, в роторном эмульсаторе - 1-5 мкм.

Наряду с положительными явлениями при сжигании водомазутных эмульсий в котлах (экономия топлива, благотворное воздействие на сажистые отложения) в процессе испытаний были выявлены особенности, которые необходимо учитывать при использовании роторных диспергаторов:

-Во избежание засорения системы топливоподготовки перед установкой диспергатора необходимо очистить расходную цистерну котельного топлива;

-Подсоединение диспергатора к расходной цистерне котельного топлива надо проводить таким образом, чтобы в цистерне не возникало застойных зон;

-При работе котла с нагрузкой менее 30% сжигать водотопливную эмульсию не рекомендуется во избежание коррозии хвостовых поверхностей котла.

Успешно прошли испытания смесители – диспергаторы ДРС также и на котельных промышленных предприятий, в частности на заводе железобетонных

конструкций, где сжигался отработанный эмульсол в виде эмульсии с основным котельным топливом, и на Рижском судоремонтном заводе, где сжигались обводненные отходы нефтепродуктов из подтоварной воды. В обоих случаях сжигание производилось в котлах ДКВР 20-13.

Котельная РСЗ работает на мазуте марок 40 или 100. На завод топливо доставляется в железнодорожных цистернах. Разогрев топлива в цистернах производится паром, при этом топливо как бы искусственно обводняется. Особенно значительно такое обводнение зимой: более 20%. Слив отстоявшейся воды производится в цистерну омазученных вод емкостью 60 м<sup>3</sup>. Кроме того, что сдача омазученных вод на очистные сооружения связана с дополнительными затратами, завод теряет и часть топлива, сдавая эти воды на очистные сооружения.

Для утилизации омазученных вод была разработана система подачи топлива в цистерну омазученных вод, создания гомогенной смеси и подача ее в расходную цистерну котельного топлива. Гомогенная смесь образуется за счет подключения роторного диспергатора ДРС и обработки смеси в нем по замкнутому контуру. Смесь подготавливается таким образом, чтобы омазученные воды составляли от 5 до 10% от общего объема. В этом случае вода, входящая в состав топлива, не оказывала отрицательного влияния на работу котла.

Сжигание водотопливных эмульсий производилось в водотрубных двухбарабанных котлах ДКВР 20-13. Котлы без пароперегревателя, с экономайзером. Общая поверхность нагрева котла - 390,5 м<sup>2</sup>, часовой расход топлива  $V=1890$  кг/ч, к.п.д. при сжигании мазута с теплотворной способностью  $Q_{\text{нр}}^{\text{н}} = 9170$  ккал/кг - 90%. Форсунки с паровым распылом типа ГМГБ - 5,6.

За время работы котлов на водотопливной эмульсии никаких видимых отклонений не отмечалось. Факел горячей эмульсии был устойчив. Срыва факела за время работы не было ни разу. Форсунки, применяющиеся для распыла мазута пригодны и для подачи эмульсии. Полнота горения эмульсии была хорошей. Применение водотопливных эмульсий уменьшает дымность уходящих газов. Повышение содержания воды в водотопливной эмульсии до 30% и кратковременная работа котла на такой эмульсии позволяет уменьшить трудозатраты на очистку котла, поскольку на теплопередающих поверхностях котла отложения становятся рыхлыми.

Успешно работает диспергатор, установленный “CORVUS Company” в 2002 году в систему топливоподготовки котла VITOMAX 200 HS (немецкой фирмы VIESSMANN) на цементном заводе CEMEX (латвийский филиал третьего крупнейшего производителя цемента в мире CEMEX Sa de CV). Приготовленная топливная эмульсия была гомогенной и стабильной, а полнота горения ее была хорошей.

Учитывая вышеописанный опыт, специалисты фирмы “CORVUS Company” (часть из которых в прошлом сотрудники РФ ЦНИИМФ) совместно со специалистами Рижского технического университета разработали, испытали и организовали выпуск смесителей-диспергаторов новой конструкции – DRS 10 [15,16]. Смеситель-диспергатор сертифицирован по соответствующим директивам Евросоюза. Производительность диспергатора DRS 10 – 10 м<sup>3</sup>/ч, давление на выходе – 0,2 МПа. Остальные характеристики приведены в таблице 1.

Диспергатор рис.4 состоит из электродвигателя 9, на фланце которого установлен корпус 1, промежуточного вала 3, закрепленного на валу электродвигателя. На валу 3 установлены рабочие 6 диски и промежуточные шайбы 7. Со стороны большего рабочего диска установлена крыльчатка 4. Вал, рабочие диски, шайбы и крыльчатка образуют ротор с формой усеченного конуса. Корпус 1 имеет два входных и один выходной патрубки. Защита электродвигателя от жидкости осуществляется манжетой 8, установленной в промежуточном диске 2, скрепленном вместе с корпусом 1 на фланце электродвигателя 9. Для выпуска воздуха из системы служит пробка 5, установленная в верхней части корпуса 1



диспергатора.

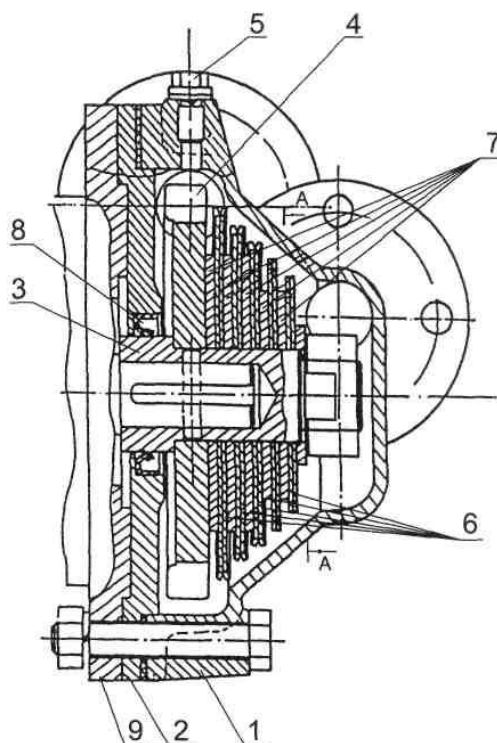


Рис. 4. Смеситель-диспергатор

1. Корпус; 2. Диск промежуточный; 3. Вал; 4. Крыльчатка; 5. Пробка;
6. Диски рабочие; 7. Шайбы промежуточные; 8. Манжета;
9. Электродвигатель

Диспергатор соединяется с расходной цистерной трубопроводами, Рис. 5 (такое соединение на основе опыта в судовых котельных выбрано как наиболее рациональное).

Работа диспергатора происходит следующим образом. Топливо или смесь его с водой поступают в диспергатор самотеком в два входных отверстия с двух разных уровней (см. рис. 5): с нижней точки расходной цистерны и с точки забора топлива на котел. Ротор, вращаясь от электродвигателя, рабочими дисками интенсивно перемешивает топливо или смесь топлива и воды и перемещает ее от малого диска ротора к крыльчатке, которая выбрасывает готовую эмульсию через выходное отверстие диспергатора в расходную цистерну. При перемешивании асфальтосмолистые частицы топлива и включения воды эмульгируются как за счет удара зубьев дисков, так и за счет кавитационных процессов. В результате образуется высокодисперсная стабильная эмульсия.

После двукратного пропускания содержимого расходной цистерны через диспергатор топливо готово к сжиганию в котельных установках.

На рис.6 показан один из диспергаторов, установленных в котельной завода.

Фирма "CORVUS Company" собирает все упомянутые выше отходы нефтепродуктов с целью приготовления из них утилизируемого топлива (один из видов деятельности фирмы).

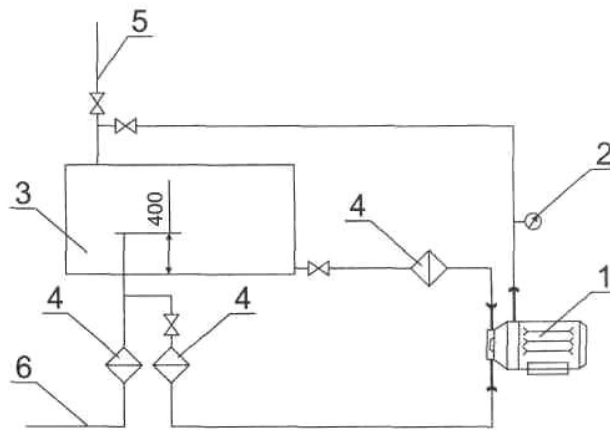


Рис. 5. Схема включения смесителя-диспергатора в систему топливоподготовки котельной установки  
 1. Смеситель-диспергатор; 2. Манометр; 3. Расходная цистерна; 4. Фильтр; 5. Подача топлива; 6. В котёл.

Как показывают анализы и последующее сжигание приготовленного утилизируемого топлива в котельных, диспергатор DRS приготавливает гомогенную стабильную эмульсию.

Поскольку некоторые котельные используют для сжигания полученные отходы нефтепродуктов из других источников, они приобретают смесители-диспергаторы DRS 10 у «CORVUS Company» и устанавливают их по схеме, представленной на рис.5. Это гарантирует получение стабильных гомогенных топливных эмульсий и их качественное горение.



Рис.6. Диспергатор на заводе «Болдерай»

Диспергаторы DRS используются не только в котельных (Латвии, России, Беларуси), но и для приготовления водотопливных эмульсий для главных двигателей судов (Литва), а также на лакокрасочных заводах для приготовления смесей из красок (Латвия).

Разработанный специалистами фирмы смеситель-диспергатор DRS 10 соответствует Европейским директивам и позволяет приготавливать стабильные гомогенные эмульсии, которые используются в системах топливоподготовки котельных установок промышленных предприятий, судовых котельных установках, двигателей внутреннего сгорания.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Применение тяжелого топлива. [www.infomar.org/ru/news/184.html-87k](http://www.infomar.org/ru/news/184.html-87k).
2. Сомов В.А., Ищук Ю.Г. Судовые многотопливные двигатели. Л., Судостроение, 1984. 240 с.
3. Иванов В.М. Топливные эмульсии. М., Изд-во АН СССР, 1962. 216 с.
4. Пугачев Ю.П., Зубков П.В. Утилизация нефтеостатков на судах. - Морской флот, 1979, № 8, с. 38-41.
5. Ультразвуковой кавитатор. [www.energoefektas.boxmail.biz](http://www.energoefektas.boxmail.biz)
6. Квартальнов В., Вавилин В. Виноградов Б. Гидродинамический метод обработки топлива. - Речной транспорт, 1980, № 12, с. 32.
7. Сердюк О. Подготовка тяжелого топлива в аппарате вихревого слоя. - Морской флот, 1977, № 12, с. 50.
8. Переработка нефтепродуктов [www.snab.ru/stati/16\\_4.html-15k](http://www.snab.ru/stati/16_4.html-15k)
9. Акивис Ю.М. Стендовые испытания аппарата ГАРТ ПрМ. Отчет. Клайпедское отделение ГИПРОРЫБФЛОТ, 1976. 27 с.
10. Поляков А.А., Пугачев Ю.П., Зубков П.В. Диспергатор. А.с. № 774578 (СССР). - Б.И. 1980, № 40, с. 13.
11. Поляков А.А. Пугачев Ю.П., Зубков П.В. Смеситель-диспергатор. А.с. № 860847 (СССР). - Б.И. 1981, № 33, с. 24.
12. Поляков А.А. Роторный эмульсатор. Информ. листок № 85-67, Рига, ЛатНИИНТИ, 1985. 4 с.
13. Пугачев Ю.П., Зубков П.В. Использование диспергаторов ГК-I и ДРС для утилизации топливных остатков в судовых вспомогательных котлах. Информ. листок, сер. II а-II, № 163 (I-178), Рига, ЛатНИИНТИ, 1978. 4 с.
14. Поляков А.А., Лапайн Г.Я. Сжигание водомазутных эмульсий в автоматизированном котле. В/о "Мортехинформреклама". Сер.Техническая эксплуатация флота. М., 1984, № 4(576), с. 13-24.
15. Смеситель-диспергатор. Полож решение от 21.11.2006 о выдаче патента на изобретение по заявке № 20051288/64/15(032394).
16. Dispergators-maisītajs. Lēmums par patenta pieskīršanu 28.05.2007 pēc pieteikuma Nr. P-07-30 (положительное решение о выдаче патента от 28.05.2007).