

Способ электростатической депарафинизации дизельных топлив для получения зимних сортов топлив в проточном режиме



И. О. Генрих,
к. т. н., старший научный
сотрудник, научно-
исследовательский отдел
научно-исследовательского
центра Военно-морского флота
digenrih@mail.ru



Б. И. Турышев,
к. т. н., старший научный
сотрудник, научно-
исследовательский отдел
научно-исследовательского
центра Военно-морского флота
bturyshev@mail.ru



А. В. Шалдыбин,
к. т. н., доцент,
начальник научно-
исследовательского центра
Военно-морского флота

Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего профессионального образования Военный учебно-научный центр Военно-морского флота «Военно-морская академия им. Адмирала Флота Советского Союза Н. Г. Кузнецова», г. Санкт-Петербург

В статье изложен способ электростатической депарафинизации дизельных топлив для получения зимних сортов топлив путем разделения в электростатическом поле на депарафинизированное топливо и парафиновый концентрат в проточном устройстве с коаксиально расположенными электродами с улучшенными показателями низкотемпературных свойств топлива (температура застывания, фильтруемость, помутнение) для энергообеспечения объектов инфраструктуры ВС РФ в Арктической зоне.

Ключевые слова: химмотология углеводородных топлив, депарафинизация дизельных топлив, сепарация выкристаллизованных парафинов, метод поляризации.

Одним из важнейших факторов развития Арктической зоны Российской Федерации является ее надежное и бесперебойное энергообеспечение. Климатические условия и удаленность от материка накладывают существенные ограничения на темпы развития инфраструктуры Арктики, определяют повышенные требования к средствам энергообеспечения, эксплуатирующимся в арктических широтах.

Кроме того, ресурсный потенциал Арктики недооценен, поскольку рассматривается преимущественно по разведанным запасам первичного, не переработанного продукта — в «сыром» виде, без учета добавочной стоимости, получаемой за счет его переработки и получения нового продукта.

Одним из вариантов решения задачи эффективно функционирования ВВСТ в низкотемпературных условиях окружающей среды является использование зимних арктических сортов дизельных топлив, полученных сепарацией выкристаллизованных парафинов и различных механических примесей из топлив методом электростатической очистки. Данный метод разработан специалистами Военного учебно-научного центра

Военно-морского флота «Военно-морская академия им. Адмирала Флота Советского Союза Н. Г. Кузнецова». В настоящее время запатентованы устройство и способ получения арктических и субарктических дизельных топлив, изготовлен действующий макет проточного электростатического фильтра, определены аналитические и экспериментальные критические свойства топлива и характеристики устройства, проверена реализуемость способа и работоспособность макета устройства в лабораторных условиях.

В настоящее время существуют и широко используются на автономных объектах энергоснабжения в северных широтах, Арктике, на кораблях ВМФ и судах, решающих задачи в Северной морской зоне, способы подготовки топлив, основанные на изменении физического состояния топлив (паровым, электрическим, индукционным подогревом, а также гомогенизацией) или воздействии на физико-химический состав топлив (очистка от примесей). В практике наиболее распространены два способа улучшения низкотемпературных свойств дизельных топлив — это использование различных дизельных и керосиновых фракций прямой

и вторичной перегонки и применение депрессорно-диспергирующих присадок, например, путем обработки раствором карбамида или с использованием вакуумных фильтров.

При остывании топлива из него выпадают кристаллы парафина, создающие кристаллическую решетку, если при этом в топливе присутствуют мельчайшие частицы воды, то они являются центрами кристаллизации парафина. Водно-парафиновые эмульсии нестойки и легко разрушаются при подогреве [1].

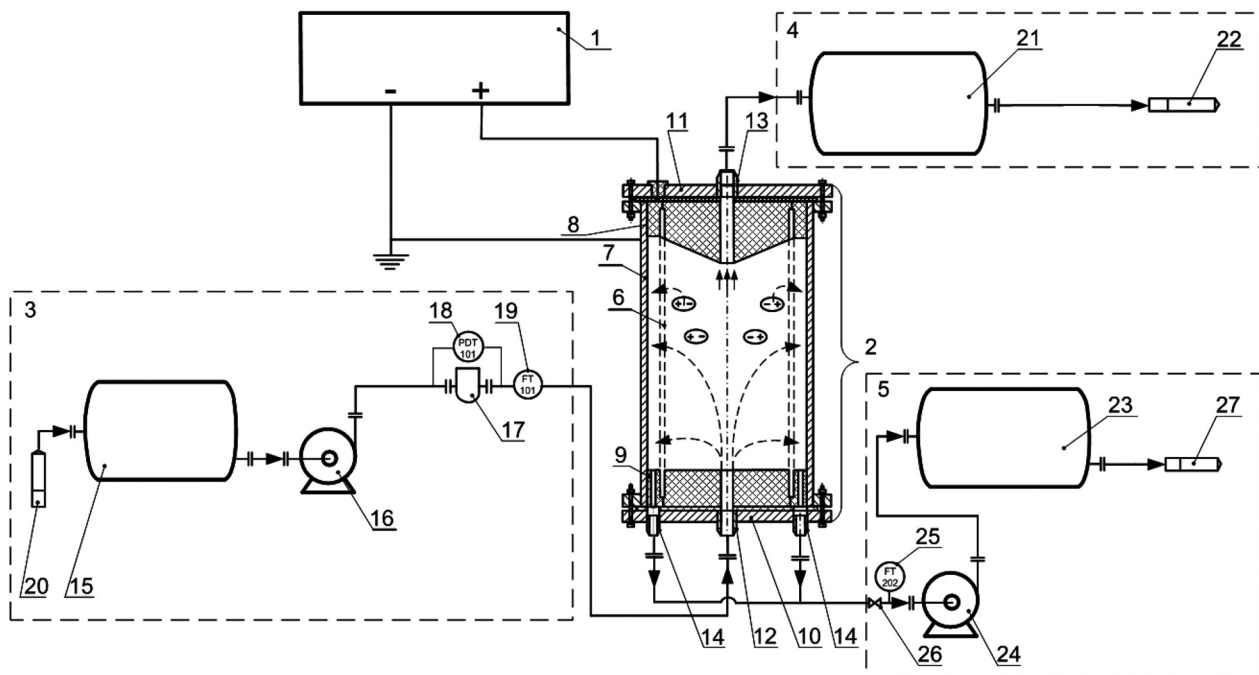
Подогрев топлив перед подачей в энергоустановку используется для обеспечения его прокачиваемости, предотвращения его застывания в магистралях и цистернах запаса, качественного распыления через форсунки. Температура подогрева устанавливается в зависимости от требуемой вязкости. Топливо, находящееся в цистернах основного запаса, должно иметь температуру, предотвращающую образование в нем кристаллов парафина, т. е. его температура должна быть не менее чем на 5-8°C выше температуры помутнения.

На подогрев топлив расходуется значительное количество энергии энергетической установки — порядка 2% и более от ее мощности, что приводит к повышению расхода топлив. При подогреве топлива возможно возникновение различных негативных последствий, которые связаны с перегревом, ведущим к изменению стабильности топлива, появлению осадков, потемнению, снижению вязкости, разложению цетан-

повышающих присадок и, как следствие, уменьшению периода задержки воспламенения, повышению жесткости работы двигателя, увеличению нагрузки на подшипники. Распыление топлива вблизи сопел форсунок вызывает их растрескивание из-за высокой температуры газов в районе распылителя.

Для подогрева топлив на стационарных и мобильных объектах — судах и автономных береговых объектах в дизельгенераторах используются паровые, электрические и индуктивные теплообменники, паровые змеевики (для подогрева топлива в цистернах), паровые и электрические спутники (для подогрева топлива в трубопроводах на пути его следования к форсункам).

Также в таких системах подготовки топлив широко используется их фильтрация с использованием фильтров предварительной очистки (ФПО), грубой очистки (ФГО) и тонкой очистки (ФТО). Первые предназначены для задерживания наиболее крупных примесей, попадание которых в топливоперекачивающие насосы может вызвать их повреждение, вторые — отделяют примеси размером выше 40 мкм, третьи — очищают топливо до примесей размером 5-15 мкм. Состояние фильтров в процессе эксплуатации контролируют по величине перепада давлений на них. Нормальный перепад на чистом устройстве должен составлять 0,02-0,05 МПа. Увеличение перепада в 1,5-2 раза свидетельствует о загрязнении фильтра. Снижение перепада является признаком повреждения фильтрующего



Устройство депарафинизации дизельных топлив проточного типа:

1 — источник высокого напряжения; 2 — устройство депарафинизации (6 и 7 цилиндрические электроды, соединенные с полюсами источника высокого напряжения 1, 8 и 9 — кольцевые изоляторы, 10 и 11 — фланцы, 12 — входной штуцер для подачи исходного топлива, 13 — выходной штуцер для вывода депарафинизированного топлива, 14 — выходные штуцера для вывода парафинового концентрата); 3 — блок подачи исходного дизельного топлива (емкость 15, насос 16, фильтр 17, датчик давления 18, датчик расхода 19 и входной канал 20 подачи исходного дизельного топлива в емкость 15); 4 — блок приема депарафинизированного дизельного топлива (приемная емкость 21 и выходной канал депарафинизированного дизельного топлива 22); 5 — блок приема парафинового концентрата (приемная емкость 23, насос 24, датчик расхода 25, вентиль 26 и выходной канал отбора концентрата парафинов 27)

элемента. Традиционная система фильтрации топлив не имеет возможности использования ФТО для очистки топлив от механических примесей размером менее 5 мкм. Она повышает длительность и качество работы энергоустановки, но сильно увеличивает стоимость фильтрующих элементов и снижает их ресурс.

К системам подготовки топлив, воздействующим на их физико-химический состав, можно отнести и разработанный способ депарафинизации топлив [2]. При этом одновременно с процессом электростатической депарафинизации протекает процесс сепарации топлив от механических примесей размером меньше 5 мкм.

Использование электростатического способа подготовки топлив [2] для мобильных и стационарных автономных энергетических установок является наиболее перспективным, он менее энергозатратен и обеспечивает высокую степень очистки топлив от механических примесей. Схема устройства, реализующего разработанный способ депарафинизации дизельных топлив на потоке методом поляризации, представлена на рисунке.

Принцип работы устройства заключается в сепарации выкристаллизованных парафинов и различных механических примесей из топлив методом электростатической очистки. Устройство содержит источник высокого напряжения 1 и электростатический фильтр, состоящий из аппарата проточного типа, внутри которого размещены наборы электродов для активации и осаждения парафинов и механических примесей 2.

В устройстве, под действием электрического поля, происходит перемещение дисперсных частиц парафинов и механических примесей к осадительному электроду и образуется прозрачное низкозастывающее депарафинизированное углеводородное топливо.

В ходе проведенных специалистами Военно-морской академии экспериментов для электродепарафинизации использовался компонент дизельного топлива со следующими свойствами: температура застывания — -21°C , температура помутнения — $-7...9^{\circ}\text{C}$, плотность при 20°C — 826 кг/м^3 , вязкость при 20°C — $3,9\text{ мм}^2/\text{с}$, анилиновая точка — $69,5^{\circ}\text{C}$, содержание углеводородов, образовавших комплекс с карбамидом — $4,2\%$ масс; при 281°C выкипает 50% дизельного топлива [3].

Блок электродепарафинизации охлаждают до температуры депарафинизации $-10...15^{\circ}\text{C}$. При напряженности электрического поля $6000...10000\text{ В/см}$ в межэлектродном пространстве происходит разделение помутневшего нефтепродукта на парафиновые углеводороды, образующие осадок на электродах, и прозрачные низкозастывающие углеводороды — депарафинированное топливо.

Время охлаждения исходного дизельного топлива до 60 мин, время электрообработки (осаждения) 10-60 мин. Другие параметры депарафинизации: температура депарафинизации — $-11...17^{\circ}\text{C}$.

Эффективность процесса депарафинизации нефтепродуктов оценивалась по выходу депарафинированного топлива, понижению температуры застывания и помутнения депарафинированного топлива относительно температуры помутнения, застывания

исходного топлива и выражалась в температурах депрессии помутнения и застывания.

Результаты проведенных экспериментов показали, что снижение температурного режима депарафинизации дизельного топлива приводит к снижению температуры застывания и помутнения дизельного топлива, а также к увеличению выхода дизельного топлива практически во всех опытах как с использованием депрессоров, так и без них.

Введение депрессоров положительно сказывается на увеличении выхода дизельного топлива, а также происходит значительное снижение температуры помутнения и кристаллизации при увеличении концентрации депрессоров в топливе.

Введение незначительных количеств воды вместе с поверхностно-активными веществами (ПАВ) в дизельное топливо также положительно влияет на выход дизельного топлива и снижение температур помутнения и кристаллизации на всех температурных режимах процесса депарафинизации дизельного топлива.

Таким образом, разработанный способ подготовки топлив по сравнению с существующими способами, имеет следующие преимущества:

- менее энергозатратен — существенно снижает энергопотребление, необходимое для подогрева топлива перед подачей его на энергоустановки, эксплуатируемые в низкотемпературных режимах северных широт и уменьшить расход топлива на $2...5\%$;
- позволяет удалить значительное количество механических примесей размером менее 5 мкм в топливе перед его подачей в энергоустановки и тем самым значительно снизить затраты, связанные с их эксплуатацией, увеличить ресурс и межремонтный интервал обслуживания топливных систем и энергетических установок;
- высокое качество получаемого топлива обеспечивает в условиях сверхнизких температур его прокачиваемость (транспортировку), предотвращение его застывания в магистралях и цистернах запаса, качественное распыление через форсунки, а также позволяет обеспечить бесперебойный холодный запуск и тем самым еще больше повысить надежную эксплуатацию техники в районах Крайнего Севера.

Описанным выше способом депарафинизации достигается возможность получения таких зимних сортов топлив, которые можно хранить и эксплуатировать при температурах от -40°C до -67°C .

Выводы

Одним из вариантов решения задачи эффективного функционирования ВВСТ в низкотемпературных условиях окружающей среды является использование зимних арктических сортов дизельных топлив, полученных сепарацией выкристаллизованных парафинов и различных механических примесей из топлив методом электростатической очистки путем разделения в электростатическом поле топливной массы на депарафинизированное топливо и парафиновый концентрат в проточном устройстве с коаксиально расположенными

электродами. Реализация метода позволяет получить дизельное топливо с улучшенными показателями низкотемпературных свойств (температура застывания, фильтруемость, помутнение) для энергообеспечения объектов инфраструктуры в северных широтах.

Разработанный способ подготовки топлива по сравнению с существующими способами:

- существенно снижает энергопотребление, необходимое для подогрева топлива перед подачей его на энергоустановки, эксплуатируемые в низкотемпературных режимах северных широт и повышает энергоотдачу депарафинизированного топлива, и уменьшает расход топлива на 2-5%;
- позволяет значительно снизить затраты, связанные с эксплуатацией энергоустановок, работающих на дизельном топливе, увеличить ресурс и межремонтный интервал их обслуживания за счет удаления значительного количества механических примесей размером менее 5 мкм в топливе перед его подачей в систему;
- обеспечивает его надежную и бесперебойную транспортировку, предотвращение его застывания в магистралях и цистернах запаса, качественное распыление через форсунки, а также бесперебойный холодный запуск в низкотемпературных условиях эксплуатации техники в районах Крайнего Севера.

Описанным здесь способом депарафинизации достигается возможность получения таких зимних сортов топлив, которые можно хранить и эксплуатировать при температурах от -40°C до -67°C .

Список использованных источников

1. А. Н. Переверзев, Н. Ф. Богданов, Ю. Н. Рошин. Производство парафинов. М.: Химия, 1973. С. 161-164.
2. И. О. Генрих, В. А. Головачев, В. А. Горюнов, И. В. Геращенко, Б. И. Турышев. Способ получения низкотемпературных сортов топлив депарафинизацией. РФ. Патент № 2509143. Бюл. № 16. 10.03.2014 г.
3. В. В. Усачев. Карбамидная депарафинизация. М.: Химия, 1967. С. 114-117.

Method of electrostatic deparaffinization of diesel fuels for receiving winter varieties of fuels in a flow mode

I. O. Heinrich, candidate of technical sciences, senior researcher.

B. I. Turyshev, candidate of technical sciences, senior researcher.

A. V. Shal'dybin, candidate of technical sciences, docent, chief of science centre/

Federal state military educational establishment of higher professional education military training and research center of the navy «Naval academy named after Admiral of the Fleet of the Soviet Union N. G. Kuznetsov».

The article describes the method of electrostatic dewaxing of diesel fuels to produce winter fuels by dividing the electrostatic field into a dewaxed fuel and paraffin concentrate in a flow-through device with coaxially arranged electrodes with improved low-temperature properties of the fuel (pour point, filterability, turbidity) for energy supply — infrastructure objects of the RF Armed Forces in the Arctic zone.

Keywords: chemotology of hydrocarbon fuels, dewaxing of diesel fuels, separation of crystallized paraffins, polarization method.

12-14 марта в КВЦ «Экспофорум» пройдет юбилейная 15-я Петербургская техническая ярмарка (ПТЯ) — ведущее промышленное мероприятие Северо-Запада

ПТЯ — комплексное мероприятие, которое включает в себя отраслевые экспозиции, деловую программу, профессиональные и научные конкурсы. На площадке будет представлена вся технологическая цепочка — от научных разработок и производств металла до продукта машиностроительного комплекса.

В этом году выставка собрала более 200 участников из 7 стран, в числе которых Германия, Италия, Чехия, Республика Беларусь, Индия, Китай, Турция и более 20 регионов России.

Традиционно, на одной на площадке с ПТЯ проходит выставка инноваций НИ-ТЕСН и XIII Петербургский Партнериат малого и среднего бизнеса «Санкт-Петербург — регионы России и зарубежья».

Впервые в рамках XIII Петербургского Партнериата малого и среднего бизнеса «Санкт-Петербург — регионы России и зарубежья» будет организована специальная зона Industrial Startup Village — встреча 10 компаний — стартаперов с инвесторами и представителями власти. На площадке будут представлены инновационные проекты компаний, технопарков и бизнес-инкубаторов.

Деловая программа ПТЯ будет представлена конференциями и семинарами по станкостроению, литейному делу, крепежу и промышленным инновациям.

Приглашаем специалистов посетить мероприятие, приглашительный билет Вы можете получить на сайте выставки <http://ptfair.ru/visitors/ticket>.

Место проведения: КВЦ «Экспофорум», павильон F.

Организатор: Выставочное объединение «РЕСТЭК»

Свяжитесь с нами: тел.: +7 (812) 320-80-97, e-mail: ptf-pr@restec.ru

Сайт мероприятия: www.ptfair.ru.