

Калюжный А. Б.

Калюжный Б. Г.

Платков В. Я.

**ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА
ВЫСОКОПОРИСТЫМИ ФТОРОПЛАСТАМИ**

Монография

Харьков. Изд. ХНЭУ, 2007

Введение

Одним из путей повышения надежности дизельных двигателей в условиях реальной эксплуатации является применение высококачественного топлива. Важным требованием, предъявляемым к дизельному топливу, является отсутствие в нем воды [80]. Известно [55], что вода попадает в топливо практически на всех этапах его транспортирования, слива, хранения, налива и заправки. При транспортировании по железной дороге частичное обводнение может происходить вследствие плохой герметизации люков железнодорожных цистерн. На нефтебазах обводнение нефтепродуктов происходит за счет попадания атмосферных осадков в складские резервуары и емкости автоцистерн, а также при сливноналивных операциях за счет смешения с остатками подтоварной воды. При хранении светлых нефтепродуктов свободная вода образуется в них в основном из-за конденсации водяных паров, при изменении температуры и давления воздуха в резервуаре [84].

Вода, находящаяся в дизельном топливе, оказывает отрицательное влияние как на свойства топлива, так и на эксплуатационную стойкость топливной аппаратуры современных дизельных двигателей [43]. Отрицательное влияние на эксплуатационные свойства оказывает главным образом свободная вода, находящаяся в топливе в виде эмульсии высокой дисперсности [2, 26], которая приводит к коррозии металла и ухудшению смазывающих свойств топлива.

При наличии воды в топливе из-за коррозии происходит заклинивание плунжера в гильзе, поршня подкачивающего насоса, валика привода дозатора (табл. 1) [88]. При заклинивании плунжера ломаются шестерни привода, изгибается валик регулятора и топливный насос выходит из строя.

Кроме того, наличие воды в топливе, содержащем смолистые соединения, оказывает существенное влияние на эффективность фильтрации топлива, так как за счет адгезионной способности капелек воды на их поверхности удерживаются органические загрязнители, которые, достигнув относительно больших размеров, способны закупоривать поры фильтрующего материала [89].

Причины отказов топливной аппаратуры

Наименование отказа	Количество, %	Причина
Заклинивание плунжера	26,7	Вода или грязь в топливе
Заклинивание поршня подкачивающего насоса	13,3	Вода в топливе
Заклинивание валика привода дозатора	12,2	Вода или грязь в топливе
Нарушение работы двигателя на холостом ходу	6,7	Вода в топливе
Преждевременный износ подшипников и других деталей насоса	6,1	Отсутствие масла
Полная коррозия насоса	13,2	Загрязненность масла
Другие	21,8	Ослабление затяжек гаек

На основании изложенного можно сделать вывод, что повышение надежности и долговечности топливных систем дизельных двигателей невозможно без эффективной очистки топлива от свободной воды.

1. Методы и средства для обезвоживания нефтепродуктов

В настоящее время известен ряд способов отделения свободной воды от нефтепродуктов, основанных на химических, физических и физико-химических процессах. Эти способы описаны в ряде монографий [41, 44, 55, 76, 79, 80] и технологических процессах нефтяных производств. Однако, лишь немногие из известных способов разрушения эмульсий и отделения воды от нефтепродуктов могут быть применены для обезвоживания дизельного топлива.

1.1. Разделение водотопливной эмульсии методом отстаивания

Одним из распространенных методов обезвоживания дизельных топлив является метод отстаивания [26, 55]. Осаждение глобул воды осуществляется под действием сил гравитационного поля.

Глобулы воды под действием силы тяжести с течением времени оседают, образуя некоторое распределение их концентрации по высоте резервуара, а доходя до дна резервуара, выпадают в осадок, образуя

подтоварную воду. Процессы коагуляции и коаисценции глобул воды без прикладывания внешних воздействий в водотопливной эмульсии практически не протекают, и разрушение дисперсной системы происходит только за счёт седиментации. При отстаивании происходит не разрушение эмульсии, а разделение на чистое топливо и концентрированную эмульсию в нижней части резервуара [71].

Отстаивание в гравитационном поле является наиболее простым методом очистки топлива, не требующем затрат энергии и сложного оборудования. Недостатком данного метода является длительность процесса, так как вследствие небольшой разницы в удельных весах воды и топлива и малых размеров глобул оседание их идет очень медленно. Например, время осаждения глобул воды размером 5 — 7 мкм на глубину 1 м может достигать 25 суток [9].

1.2. Отделение воды методом центрифугирования

Для ускорения очистки топлив от загрязнений применяют центробежные очистители (центрифуги), в которых обезвоживание дизельных топлив осуществляется под действием сил центробежного поля. Так же, как и метод отстаивания, этот метод основан на законе Стокса, только сила земного притяжения F заменена в нем эквивалентной ей центробежной силой [18]:

$$F = kmRn^2, \quad (1.1)$$

где k — коэффициент, включающий все постоянные величины;

m — масса глобулы воды;

r — радиус вращения центрифуги;

n — число оборотов в мин.

Из выражения 1.1 видно, что для повышения эффективности обезвоживания нефтепродуктов необходимо повышать число оборотов центрифуги. На автомобилях и тракторах применяются центрифуги с числом оборотов ротора до 8000 об/мин. В результате этого скорость очистки топлив от загрязнений в 2000 раз больше, чем при обычном отстаивании [18].

К недостаткам данного метода относятся: большие энергетические затраты, необходимость в квалифицированных специалистах, высокая стоимость центрифуг, а так же невозможность отделения глобул воды размером менее 3 мкм.

1.3. Разделение эмульсий в электрическом поле

По сравнению с гравитационным электрическое поле приводит к увеличению скорости отстаивания в десятки и сотни раз.

В постоянном электрическом поле глобулы воды, имеющие обычно отрицательный заряд, мигрируют под воздействием поля к электроду с противоположным знаком. При оседании на электрод они сливаются и образуют пленку воды, которая под действием силы тяжести стекает вниз [44]. С уменьшением диаметра глобул воды эффективность электрообезвоживания повышается. Увеличение неоднородности электрического поля приводит к увеличению коалесценции глобул воды. Особенно выгодно применять неоднородное электрическое поле для удаления мелких глобул воды (табл. 1.1) [9].

Таблица 1.1

**Влияние радиуса глобул воды на время осаждения
в различных полях**

Радиус глобул, мкм	Время осаждения глобул, час	
	в гравитационном поле	в электрическом поле
1	5472	120
10	600	45
20	150	15
50	22	3
100	5,5	0,5

Недостатками данного метода является сложность аппаратуры и необходимость в квалифицированном обслуживающем персонале. Так же данный метод пожароопасен.

1.4. Обезвоживание нефтепродуктов пористыми материалами

Широкое распространение при обезвоживании нефтепродуктов получили методы, основанные на применении пористых материалов (фильтрационные методы). Фильтры-сепараторы используются для обезвоживания нефтепродуктов на различных этапах их производства, транспортирования, хранения, заправки техники и применения при эксплуатации этой техники [23, 47, 50, 64, 77, 78, 90].

Содержание

Введение	3
1. Методы и средства для обезвоживания нефтепродуктов	4
1.1 Разделение водотопливной эмульсии методом отстаивания	4
1.2 Отделение воды методом центрифугирования	5
1.3. Разделение эмульсий в электрическом поле	6
1.4 Обезвоживание нефтепродуктов пористыми материалами	6
1.5 Требования к пористым материалам, применяемым в сепараторах	7
1.6 Конструкции сепараторов и материалы, применяемые в них	10
2. Изготовление пористых материалов на основе фторопласта-4	15
2.1 Подготовка порообразователя	16
2.2 Изготовление пористого материала	17
3. Методы исследования пористого материала	19
3.1. Структурные характеристики материала	19
3.1.1 Пористость материала	19
3.1.2. Максимальный и средний диаметры межпоровых каналов пористого материала	20
3.1.3. Коэффициента извилистости пор	23
3.1.4. Распределения межпоровых каналов по их проницаемости	24
3.2. Сепарирующие свойства пористого материала	29
3.2.1. Стенд для приготовления водотопливной эмульсии и исследования сепарирующих свойств пористого материала	29
3.2.2. Изучение характера движения глобул воды в поровом пространстве сепарирующих материалов	30
3.2.3. Оптико-микроскопический метод анализа водотопливной эмульсии	31
4. Установление оптимальных параметров поровой структуры высокопористых материалов на основе фторопласта-4	38
4.1. Моделирование поровой структуры	38
4.2. Структура пористых материалов и ее протеканность из данных компьютерного моделирования	41
4.3. Релаксация деформирующих напряжений в высокопористом фторопласте-4	46
4.4. Оптимальная пористость из данных компьютерного моделирования	49

5. Сепарация водотопливной эмульсии пористыми Фторопластовыми материалами	53
5.1. Структурные параметры сепарирующих материалов	53
5.2. Влияние способа формирования поровой структуры материала на его водоотделяющие свойства	54
5.3. Гидродинамические характеристики пористых материалов и их роль в процессе водоотделения	58
5.4. Влияние толщины пористого фторопластового материала на эффективность водоотделения	60
5.5. Физический механизм сепарации воды из дизельного топлива пористыми фторопластовыми материалами	61
5.6. Повышение эффективности водоотделения посредством использования комбинированных пористых материалов	66
5.7. Установка для обезвоживания дизельного топлива.	68
Выводы	72
Литература	74