

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.356
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИИ (Russia) = 0.179
ESJI (KZ) = 1.042
SJIF (Morocco) = 2.031

ICV (Poland) = 6.630

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2015 Issue: 09 Volume: 29

Published: 30.09.2015 <http://T-Science.org>

SECTION 27. Transport.

Aleksandr Nikolayevich Semernin

Candidate of technical sciences, Professor, Chief of «Transport equipment and technologies» department, Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Kazakhstan
Semernin1954@mail.ru

Nikolay Aleksandrovich Semernin

Master of technological machines and equipment, Lecturer of «Transport equipment and technologies» department, Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Kazakhstan
Semernin.nik@mail.ru

Dilshot Arifovich Shamahmudov

Master student of «Transport equipment and technologies» department, Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Kazakhstan
s_d_a_1993@mail.ru

SUBSTANTIATION OF DEVELOPMENT OF THE VOLUMETRIC-TYPE FUEL-WATER FILTER FOR FILTRATION OF DIESEL FUELS

Abstract: The first and second parts of this article provide the information about the most common methods of fuel filtration from mechanical impurities and water. The third part is devoted to the calculation of the design parameters of the fuel-water filters of any sizes. The results of experimental studies of prototypes of the filters are presented in the fourth part of the article. The general conclusions and recommendations on the use of the fuel-water filters are given in the end of the article.

Key words: diesel fuel, fuel filtration, dewatering element, fuel-water filter.

Language: Russian

Citation: Semernin AN, Semernin NA, Shamahmudov DA (2015) SUBSTANTIATION OF DEVELOPMENT OF THE VOLUMETRIC-TYPE FUEL-WATER FILTER FOR FILTRATION OF DIESEL FUELS. ISJ Theoretical & Applied Science 09 (29): 63-71.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-09-29-15> **Doi:**  <http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2015.09.29.15>

УДК 62-731

ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ ФИЛЬТРА-ВОДООТДЕЛИТЕЛЯ ОБЪЕМНОГО ТИПА ДЛЯ ФИЛЬТРАЦИИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Аннотация: В первой и второй частях данной статьи приводятся сведения о наиболее распространенных способах фильтрации топлива от механических примесей и воды. Третья часть посвящена расчету конструктивных параметров фильтров-водоотделителей любого типоразмера. В четвертой части статьи приведены результаты экспериментальных исследований опытных образцов фильтров. В заключении даны общие выводы и рекомендации по применению фильтров-водоотделителей.

Ключевые слова: дизельное топливо, фильтрация топлива, водоотделяющий элемент, фильтр-водоотделитель.

1. Введение

Эффективность работы дизельных двигателей, их мощностные показатели и надежность зависят от технического состояния топливной аппаратуры двигателей. Экономические затраты, связанные с повышенным износом деталей топливной аппаратуры, с увеличенным расходом топлива, значительным количеством отказов в процессе их работы, очень велики, поэтому разработка

эффективных средств очистки дизельного топлива от воды представляют актуальную задачу [1, 2].

2. Гравитационное отстаивание дизельных топлив

Отстаивание или седиментация, является наиболее простым способом обезвоживания топлив. Удаление свободной воды из топлива



осуществляется путём осаждения капель воды под действием гравитационной силы [1, 2, 5].

Для определения скорости осаждения частиц воды в поле гравитации можно использовать следующую формулу [1, 2]:

$$V_{oc} = \frac{g * d^2 * (\rho_w - \rho_m)}{18 * \mu_m}, \text{ м/с} \quad (1)$$

где g – ускорение свободного падения, м/с²; d – диаметр капли, м; ρ_w, ρ_m – соответственно плотность воды и топлива, кг/м³; μ_m – динамическая вязкость топлива, Н*с/м².

Современные представления о процессах протекающих при обезвоживании дизельных топлив методом гравитационного отстаивания изложены в [1, 5].

2. Современные представления о механизме обезвоживания топлив пористыми коагулирующими перегородками

В соответствии с современными представлениями механизм обезвоживания топлив коагулирующей перегородкой включает следующие этапы: приближение и соприкосновение микрокапель воды с волокнами; вытеснение микрокапель воды топливной плёнкой с поверхности волокна; адгезию микрокапли воды к волокну; коалесценцию микрокапель воды, прилипших к волокну с микрокаплями, находящимися в потоке; отрыв капли с поверхности волокна; течение водотопливной эмульсии через коагулирующую перегородку; осаждение капель воды в отстойник [4, 6].

Вытеснение топливной пленки с поверхности волокна.

Адгезия микрокапли воды к волокну может произойти только тогда, когда между ними нет топливной плёнки. Поэтому, капля воды должна вытеснить топливную плёнку с волокна и смочить его. Этот процесс зависит от поверхностных свойств волокна [1, 2].

Топливная плёнка довольно легко смещается с гидрофильных поверхностей (стекло, хлопок), значительно труднее – с гидрофобных, обладающих низкой поверхностной энергией (тефлон, полиэтилен).

Процесс вытеснения топливной плёнки начинается с уменьшения её толщины, у маловязких топлив она может быть менее 0,5 мкм. При коалесценции промежутков времени между соприкосновением капли с волокном и разрывом топливной плёнки достигает нескольких секунд и даже минут [7].

Установлено, что время стекания плёнки пропорционально величине радиуса капли воды, умноженной на 1,5, то есть время стекания плёнки в первоначальный период, когда капли воды малы, не вызывает существенного влияния

на продолжительность их присоединения к волокнам или к другим каплям, задерживаемым на волокнах. Впоследствии время стекания топливной плёнки возрастает, так как скоагулировавшаяся вода представляет собой крупные капли и для удаления топливной плёнки требуется значительно большие промежутки времени, чем для микрокапель воды, содержащихся в исходном топливе [8].

Адгезия капли воды к поверхности волокна.

После вытеснения топливной плёнки с волокна начинается процесс адгезии капли воды к его поверхности. Адгезия капли воды к поверхности волокон коагулирующей перегородки происходит за счёт уменьшения свободной энергии на поверхности раздела трёх фаз [9].

Для установления влияния различных факторов на адгезию капли воды к поверхности обычно рассматривают этот процесс на плоской, сферической и цилиндрической поверхностях.

В трёхфазных системах свободная поверхностная энергия на границе раздела между жидкостью и плоской твёрдой поверхностью в равновесном состоянии равна:

$$F = \sigma * S \quad (2)$$

где σ – поверхностное натяжение жидкости, Н/м; S – площадь соприкосновения жидкости и твёрдой поверхности, м²

Сферическая капля воды после соприкосновения растекается на плоской твёрдой поверхности и достигает равновесного состояния с краевым углом θ (рис. 1).

При этом имеет место соотношение [10]:

$$\sigma_{n-m} - \sigma_{n-e} = \sigma_{e-m} * \theta \quad (3)$$

где $\sigma_{n-m}, \sigma_{n-e}, \sigma_{e-m}$ – межфазное натяжение, соответственно, на границе раздела «поверхность – топливо», «поверхность – вода» и «вода – топливо».

На основании формулы (2) свободная поверхностная энергия на поверхности раздела:

- до адгезии:

$$F_0 = \sigma_{e-m} * S_0 + \sigma_{n-m} * S_{n-e} \quad (4)$$

- после адгезии:

$$F = \sigma_{e-m} * S_{e-m} + \sigma_{n-m} * S_{n-e} \quad (5)$$

Тогда уменьшение свободной энергии в результате адгезии капли воды к поверхности можно определить из выражений:

$$-\frac{\Delta F}{\sigma_{e-m} * S_0} = 1 - \frac{1}{2} * [2 * (1 - \cos \theta)^2 * (2 + \cos \theta)]^{\frac{1}{3}} \quad (6)$$

$$\frac{S_{e-m}}{S_0} = \left[\frac{2}{(1 - \cos \theta) * (2 + \cos \theta)^2} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (7)$$

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	РИИЦ (Russia) = 0.179	
GIF (Australia) = 0.356	ESJI (KZ) = 1.042	
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

где $-\frac{\Delta F}{\sigma_{e-m} * S_0}, \frac{S_{e-m}}{S_0}$ – соответственно относительное уменьшение свободной поверхностной энергии и относительное изменение поверхности раздела между топливом

и каплей воды вследствие её адгезии к поверхности для краевых углов от 0 до 180°.

Таким образом, из выражений (6) и (7) следует, что адгезия капли воды к плоской твёрдой поверхности определяется лишь свойствами этой поверхности, то есть величиной краевого угла.

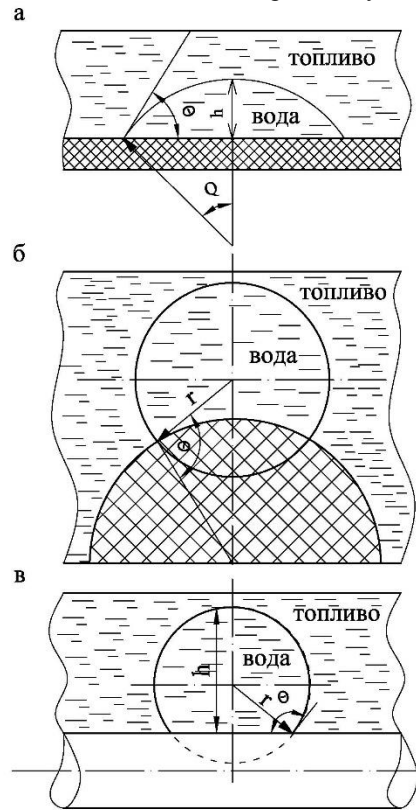


Рисунок 1 – Равновесное состояние капли на поверхности.

а – плоская поверхность; б – сферическая поверхность; в – цилиндрическая поверхность

Установлено, что формула (2) справедлива и для случая адгезии капли на сферической поверхности. На рисунке 1.б показано равновесное состояние капли на твёрдой сферической поверхности с краевым углом θ .

Для сферической поверхности уравнения имеют вид:

$$-\frac{\Delta F}{\sigma_{e-m} * S_0} = \frac{1}{2r_0^2} \frac{r * (2 * r - y) * R * x * \cos \theta}{2r_0^2} \quad (8)$$

$$\frac{S_{e-m}}{S_0} = \frac{r * (2 * r - y)}{2 * r_0^2} \quad (9)$$

где r_0 – относительный радиус капли, м.

Следовательно, адгезия капли воды к сферической поверхности уменьшается с уменьшением диаметра капли и увеличением краевого угла. Относительное уменьшение свободной поверхностной энергии на сферической поверхности при адгезии к ней каплей воды меньше, чем на плоской [1, 2].

При адгезии капли воды к цилиндрической поверхности (рис. 1.в), относительное уменьшение свободной поверхностной энергии имеет промежуточное значение, находящееся между показателями для плоской и сферической поверхностей [8].

Таким образом, из проведённого анализа процесса адгезии следует, что [1, 2, 13, 15]:

- эффективность адгезии капли воды к волокну определяется его поверхностными свойствами (углом θ) и диаметром, а также размером капли воды;

- чем меньше диаметр волокна и больше размер капли, тем быстрее происходит адгезия капли к поверхности волокна.

Следовательно, при разработке коагулирующих элементов для фильтроводоотделителя, необходимо учитывать поверхностные свойства волокон, так как от их правильного подбора во многом зависит процесс

адгезии и эффективность коалесценции микрокапель воды в волокнистом слое [2].

Коалесценция капель воды в коагулирующей перегородке.

При обезвоживании топлив механизм коалесценции капель воды в коагулирующей перегородке зависит от их размера, в связи с чем различают два вида эмульсии воды в топливе – первичную, состоящую из микрокапель воды диаметром 10 мкм и более, и вторичную, состоящую из микрокапель, большинство которых имеет диаметр менее 1 мкм [8].

Коалесценция капель, составляющих первичную эмульсию, происходит по двум механизмам.

В первом случае капли коагулируются на смачиваемой ими поверхности волокнистого материала, образуя жидкостную плёнку, которая стекает по наружной поверхности перегородки.

Во втором случае происходит межкапельная коалесценция в порах коагулирующей перегородки, в этом случае волокна не смачиваются.

Эффективность отделения капель воды их первичных эмульсий определяется отношением средних диаметров капель на входе в коагулирующую перегородку и на выходе из неё и зависит от механизма коалесценции. Обычно эффективность отделения капель воды выше, если они смачивают волокна. При выборе волокон основное значение придаётся структуре волокнистого слоя, поры которого должны быть не менее размера поступающих капель, то есть необходимо учитывать возможность дробления капель воды в результате прямого удара об волокна.

Поэтому, при оптимизации процесса обезвоживания топлива существенную роль играет правильный выбор пористой волокнистой структуры коагулирующей перегородки [1, 2].

Механизм коалесценции вторичных эмульсий значительно отличается от рассмотренных выше и заключается в том, что в начале происходит адгезия капли к поверхности волокна и лишь затем её коалесценция с другой каплей. Конечной задачей, достигаемой при коалесценции капель воды из вторичных эмульсий, является увеличение их размеров до такого уровня, при котором их можно рассматривать как первичную эмульсию. Разделение вторичных эмульсий в пористом слое более эффективно в системах с высоким межфазным натяжением и большой разностью плотностей воды и топлива. При этом особенно важен выбор волокон коагулирующей перегородки. Наиболее эффективными являются пористые среды из тонких волокон с большой шероховатостью. При этом эффективность

разделения эмульсий возрастает с уменьшением диаметра волокон [8].

Отрыв капель воды с поверхности волокна.

При достижении определённых критических размеров капля под действием гидродинамической силы потока и собственной массы срывается с поверхности волокна и выносится из волокнистого пористого слоя в отстойную зону, где вследствие резкого уменьшения скорости и изменения направления потока осаждаётся в отстойник [6, 11].

Критическую скорость потока ($V_{кр}$), перепад давления ($\Delta P_{кр}$) и объём капли ($U_{кр}$), при которых капля срывается с волокна, можно определить по формулам [16]:

$$V_{кр} = \frac{K_n}{\mu * S_n * L} * \sqrt{l^2 * (\sigma_e - \sigma_m + \sigma_{e-m} * \cos \theta)^2 - U^2 * g^2 * (\rho_e - \rho_m)^2} \quad (10)$$

$$U_{кр} = \frac{1}{K_n * (\rho_m - \rho_e) * g} * \sqrt{l^2 * (\sigma_e - \sigma_m + \sigma_{e-m} * \cos \theta * K_n)^2 - V^2 * \mu^2 * S_n^2 * L^2} \quad (11)$$

$$\Delta P_{кр} = \frac{1}{S_n} * \sqrt{l^2 * (\sigma_e - \sigma_m + \sigma_{e-m} * \cos \theta)^2 - U^2 * g^2 * (\rho_e - \rho_m)^2} \quad (12)$$

где K_n – коэффициент проницаемости, м²; U – объём капли, м³; S_n – поперечное сечение поры, м²; l – периметр соприкосновения капли с поверхностью волокна, м.

Анализ уравнений (10-12) показывает, что с увеличением периметра (l) соприкосновения капли с волокном, перечисленные показатели возрастают.

Следовательно, для уменьшения усилия отрыва капли с поверхности волокна, важную роль играет правильный выбор волокон для коагулирующей перегородки [1, 2].

Течение водотопливной эмульсии через коагулирующую перегородку.

Течение водотопливной эмульсии через коагулирующую перегородку представляет собой совместное ламинарное течение двух несмешивающихся жидкостей, подчиняющихся закону Дарси.

В начальный момент работы фильтра-водоотделителя топливо проходит через коагулирующую перегородку, в которой нет воды, и гидравлическое сопротивление потоку топлива обусловлено только трением. По мере накопления воды в перегородке, гидравлическое сопротивление возрастает за счёт уменьшения площади поперечного сечения. В результате перепад давления на пористой перегородке достигает величины достаточной для продавливания через неё воды. При насыщении перегородки водой до равновесного состояния, в пористой перегородке образуются непрерывные

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.356
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.179
ESJI (KZ) = 1.042
SJIF (Morocco) = 2.031

ICV (Poland) = 6.630

водяные каналы, по которым проталкивается вода.

При движении воды и топлива по отдельным непрерывным каналам поверхностное натяжение на границе раздела этих жидкостей отсутствует, и гидравлические потери будут минимальными, зависящими от скорости потока топлива.

Следует отметить, что вода проходит через коагулирующую перегородку по избирательным каналам, которые используются неоднократно. При отсутствии воды в топливе водяные каналы рвутся и снова восстанавливаются в случае её появления, проходят по тем же каналам.

На выходе из коагулирующей перегородки происходит отрыв капель воды, которые имеют сферическую форму.

Размеры капель воды зависят от скорости потока топлива, структуры пористого слоя на выходе из коагулирующей перегородки и величины поверхностного натяжения на границе раздела вода – топливо.

Осаждение капель воды в отстойную зону.

Процесс обезвоживания топлива завершается после того, как укрупнённые капли выйдут из пористой перегородки коагулирующего элемента и попадут в корпус фильтра-водоотделителя, где за счёт резкого изменения скорости и направления потока, а также под действием эффективной силы тяжести происходит их осаждение в отстойную зону фильтра-водоотделителя [1, 2].

Для обеспечения наибольшей эффективности осаждения капель воды большое значение имеет правильный выбор соотношения геометрических размеров корпуса фильтра-водоотделителя и элементов [1, 2].

3. Расчет конструктивных параметров фильтров-водоотделителей любого типоразмера

Ниже приведены основные формулы для расчёта параметров ФВ и топливопроводов системы топливоподачи. Приведённые зависимости можно использовать для расчёта ФВ любого типоразмера [12].

Ширина кольцевого зазора.

Расчёт конструктивных параметров ФВ сводится к определению оптимальной ширины кольцевого зазора между корпусом и

водоотделяющим элементом, высоты элемента и корпуса, и объёма отстойной зоны (рис. 2) [12].

Определение ширины кольцевого зазора приведено в [12]

Высота фильтра-водоотделителя.

Габаритная высота ФВ определяется высотой водоотделяющего элемента, объёмом отстойной зоны и величиной зазора между крышкой и элементом (см. рисунок 2), то есть:

$$H_{\text{фв}} = h_3 + h_{\text{эл}} + h_{\text{от}}, \text{ м} \quad (13)$$

где h_3 – высота зазора между крышкой и элементом, м; $h_{\text{эл}}$ – высота водоотделяющего элемента, м; $h_{\text{от}}$ – высота отстойной зоны, м.

Высота водоотделяющего элемента определяется из условия необходимой пропускной способности ФВ и допустимой скорости фильтрации, при которой обеспечивается требуемая эффективность обезвоживания топлива.

Расчётная поверхность фильтрации коагулирующей ступени водоотделяющего элемента определяется по формуле [2]:

$$F = \frac{Q}{V_{\phi}}, \text{ м}^2 \quad (14)$$

где V_{ϕ} – скорость фильтрации топлива, м/с.

Поверхность фильтрации можно представить следующим образом:

$$F = 2 * \pi * r_1 * h_{\text{эл}}, \text{ м}^2 \quad (15)$$

Подставим выражение (14) в формулу (15) и определим высоту водоотделяющего элемента:

$$h_{\text{эл}} = \frac{Q}{2 * \pi * r_1 * V_{\phi}}, \text{ м} \quad (16)$$

Таким образом, габаритные размеры водоотделяющего элемента зависят от пропускной способности и скорости фильтрации: чем выше пропускная способность, тем больше высота элемента, а с увеличением скорости фильтрации наблюдается обратная зависимость.

Следовательно, высоту водоотделяющего элемента необходимо выбирать таким образом, чтобы элемент имел минимально допустимые габариты, при этом обладал высокой эффективностью обезвоживания при допустимой скорости фильтрации и обеспечивал необходимую пропускную способность [2].

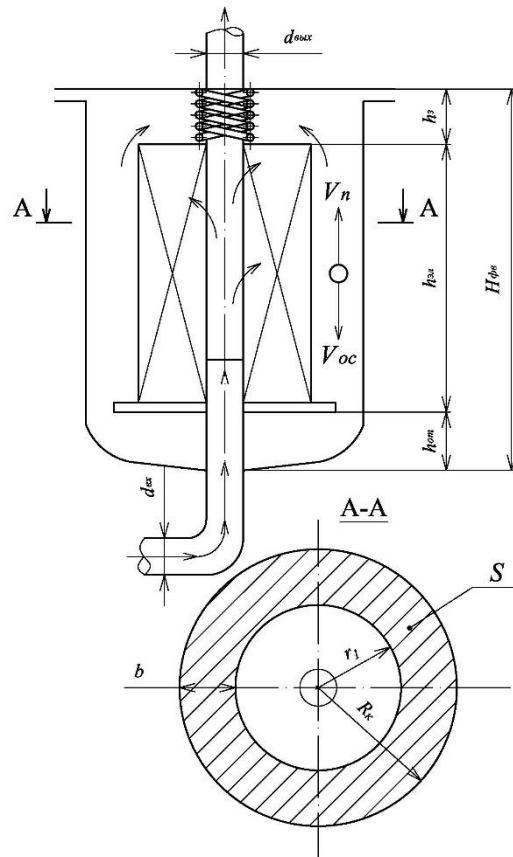


Рисунок 2 – Схема расчёта конструктивных параметров фильтра-водоотделителя [12]

Высота зазора между крышкой и водоотделяющим элементом выбирается такой, чтобы в нём обеспечивался ламинарный режим потока топлива.

Для этого необходимо, чтобы площадь зазора между крышкой и элементом была равна площади кольцевого зазора между элементом и корпусом, то есть должно выполняться условие:

$$S_1 \geq S_k, \text{ м}^2 \quad (17)$$

где S_1 – площадь зазора между крышкой и элементом, м^2 .

После преобразования формулы (18) получаем следующее неравенство [2, 3]:

$$2 * \pi * r_1 * h_s \geq \pi * (R_k^2 - r_1^2), \text{ м}^2 \quad (19)$$

Тогда высота зазора может быть определена по формуле [19]:

$$h_s \geq \frac{r_1}{2} * \left(\frac{R_k^2}{r_1^2} - 1 \right), \text{ м} \quad (20)$$

Объём отстойной зоны ФВ определяют исходя из условия обеспечения накопления критического объёма воды в течении одной рабочей смены трактора или автомобиля, работающего на топливе, содержащем свободную воду, то есть [2, 3]:

$$V_{omc} \geq x * G, \text{ м}^3 \quad (21)$$

где x – максимальное содержание свободной воды в топливе, %; G – количество топлива, потребляемое за смену, м^3 .

Для определения высоты отстойной зоны преобразуем формулу (21) следующим образом:

$$\pi * R_k^2 * h_{omc} \geq x * G \quad (22)$$

Откуда высота отстойной зоны равна:

$$h_{omc} \geq \frac{x * G}{\pi * R_k^2}, \text{ м} \quad (23)$$

Таким образом, общую высоту ФВ можно определить по формуле [3]:

$$H_{\phi\phi} = \frac{r_1}{2} * \left[\frac{R_k^2}{r_1^2} - 1 \right] + \frac{Q}{2 * \pi * r_1 * V_{\phi}} + \frac{x * G}{\pi * R_k^2}, \text{ м} \quad (24)$$

Анализ формулы (39) показывает, что высота ФВ зависит главным образом от размеров водоотделяющего элемента, а также объёма отстойной зоны. Объём отстойной зоны зависит от содержания свободной воды в топливе, наличие которой определяется условиями эксплуатации, хранением топлива и т.д. Следовательно, основным резервом уменьшения высоты ФВ является определение оптимальных конструктивных параметров водоотделяющего

элемента, обладающего необходимой эффективностью обезвоживания топлива.

Диаметр и длина топливопроводов.

Диаметр и длину топливопроводов определяют из условия обеспечения заданной пропускной способности через ФВ. При этом необходимо, чтобы в топливопроводе имело место ламинарное течение топлива, так как в этом случае гидравлические потери напора значительно меньше, чем при турбулентном режиме [13, 14].

Это особенно важно при установке ФВ на линии всасывания, так как в этом случае он имеет небольшой ресурс работы, определяемый перепадом давления на водоотделяющем элементе [2].

Таким образом, основной задачей расчёта является подбор оптимального соотношения диаметра и длины топливопровода, с целью снижения гидравлических потерь напора, то есть:

$$h_f = f(d, l) \rightarrow h_{f \min} \quad (25)$$

где h_f – гидравлические потери напора, кПа; d – диаметр топливопровода, м; l – длина топливопровода, м.

В общем случае для участка топливопровода гидравлические потери определяют по формуле [13]:

$$h_f = h_i + \sum h_j, \text{ кПа} \quad (26)$$

где $\sum h_j$ – местные гидравлические потери напора, кПа; h_i – гидравлические потери напора по длине, кПа.

Местные потери в топливопроводе на линии всасывания (от бака до топливоподкачивающего насоса) для общего случая можно определить по формуле [3]:

$$\sum h_j = h_{p.c.} + h_{p.p.} + h_{p.пов.} + h_{n.пов.}, \text{ кПа} \quad (27)$$

где $h_{p.c.}$ – гидравлические потери для резкого сужения, кПа; $h_{p.p.}$ – гидравлические потери для резкого расширения, кПа; $h_{p.пов.}$ – гидравлические потери для резкого поворота топливопровода, кПа; $h_{n.пов.}$ – гидравлические потери для плавного поворота топливопровода, кПа.

Гидравлические потери для каждого случая определяются по следующим формулам [14]:

$$h_{p.c.} = \zeta_{p.c.} * \frac{V_n^2}{2 * g}, \text{ кПа} \quad (28)$$

$$h_{p.p.} = \zeta_{p.p.} * \frac{V_n^2}{2 * g}, \text{ кПа} \quad (29)$$

$$h_{p.пов.} = \zeta_{p.пов.} * \frac{V_n^2}{2 * g}, \text{ кПа} \quad (30)$$

$$h_{n.пов.} = \xi_{n.пов.} * \frac{V_n^2}{2 * g}, \text{ кПа} \quad (31)$$

$$V_n = \frac{Q}{S} \quad (32)$$

где $\zeta_{p.c.}$, $\zeta_{p.p.}$, $\zeta_{p.пов.}$, $\xi_{n.пов.}$ – коэффициент сопротивления соответственно, для резкого сужения, резкого расширения, резкого поворота и плавного поворота топливопровода; S_m – площадь поперечного сечения топливопровода, м².

Анализ выражений (28-32) показывает, что на величину гидравлических потерь оказывает влияние скорость потока топлива в топливопроводе, при увеличении скорости потери возрастают в квадратичной зависимости. При увеличении диаметра топливопровода скорость потока уменьшается. Таким образом, для снижения местных гидравлических потерь необходимо увеличивать диаметр топливопровода [3].

Величина потерь напора по длине топливопровода определяется по формуле:

$$h_i = \lambda * \frac{l}{d} * \frac{V^2}{2 * g}, \text{ кПа} \quad (33)$$

где λ – коэффициент гидравлического трения.

Коэффициент гидравлического трения зависит от режима течения топлива [14]:

- при ламинарном:

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad (34)$$

- при турбулентном:

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}} \quad (35)$$

Число Рейнольдса определяется по формуле [14]:

$$Re = \frac{V * d}{\nu} \quad (36)$$

где ν – кинематическая вязкость топлива.

Анализ выражений (33-36) показывает, что величина гидравлических потерь напора по длине зависит от длины и диаметра топливопровода. При увеличении его длины потери возрастают, с увеличением диаметра – уменьшаются. Следовательно, методом подбора оптимального соотношения диаметра и длины, можно снизить гидравлические потери напора по длине [2].

Полученные зависимости могут быть использованы для расчёта конструктивных параметров фильтров-водоотделителей для дизельных двигателей любого типоразмера.

4. Исследование характеристик многослойных коагулирующих перегородок

Планирование эксперимента для исследования гидравлических и коагулирующих характеристик многослойных коагулирующих перегородок изложены в [15, 17].

Выводы:

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.179	
GIF (Australia) = 0.356	ESJI (KZ) = 1.042	
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

1. Теоретические исследования обезвоживания дизельных топлив при помощи метода гравитационного показали, что для удаления капель воды с размерами менее 50 мкм требуется довольно длительное время [5].

2. Капли с размерами 20 мкм сохраняются в топливе во взвешенном состоянии в течение 10 часов и более, с размерами менее 10 мкм – более 2 суток [5].

3. Теоретический анализ механизма обезвоживания топлив методом фильтрации показал, что существенное влияние на эффективность водоотделения оказывают поверхностные свойства материалов,

структурный состав коагулирующей ступени фильтра-водоотделителя, толщина и плотность перегородки.

4. На основании теоретического анализа механизма обезвоживания топлива, обоснованно выбирались уровни и интервалы варьирования факторов при проведении экспериментальных исследований.

5. Формулы определения конструктивных параметров фильтра-водоотделителя могут быть использованы для расчета фильтров-водоотделителей любого типоразмера.

References:

1. Semernin AN, Shilibek KK, Semernin NA, Narmagambetov SA (2014) Universalnaya sistema pitaniya dlya dizelej // Materialy X mezinarodni vedecko-prakticka konference "Dny vedy-2014". Dil 33. Technicke vedy.: Praha. Publishing house "Education and science" s.r.o., ISBN 978-966-8736-05-6, – 2014, pp. 22-24. Available: http://www.rusnauka.com/10_DN_2014/Tecnic/4_164852.doc.htm (Accessed: 27.09.2015).
2. Semernin AN (1984) Povisheniye chistoty dizelnyh topliv v traktorah, ekspluatiruyemyh v usloviyah selskogo hozyajstva. – Dis. cand. tekhn. nauk. – Moscow, 1984. – 243 p.
3. Semernin NA (2009) Sovershenstvovaniye sistemy toplivopodachi tehnologicheskikh mashin na baze avtomobilej KamAZ. – Dissertation of master. – Taraz, 2009. – 82 p.
4. Semernin AN, Semernin NA, Kokayev US, Apsamatov MB, Shamahmudov DA, Atankulova AN (2012) Analiz mehanizma obezvozhivaniya svetlyh nefteproduktov // *Mechanika I modelirovaniye protsessov tehnologii*, Taraz Universiteti, – 2012, No. 1, pp. 117-126.
5. Semernin AN, Shilibek KK, Semernin NA, Narmagambetov SA (2014) Gravitatsionnoye otstaivaniye dizelnyh topliv // Materialy X mezinarodni vedecko-prakticka konference "Dny vedy-2014". Dil 33. Technicke vedy.: Praha. Publishing house "Education and science" s.r.o., ISBN 978-966-8736-05-6, – 2014, pp. 63-66. Available: http://www.rusnauka.com/10_DN_2014/Tecnic/2_164853.doc.htm (Accessed: 27.09.2015).
6. Semernin AN, Semernin NA, Kokayev US, Narmagambetov SA (2014) Teoriya obezvozhivaniya topliv koaguliruyushimi peregorodkami // Materials of the X International scientific and practical conference, "Scientific horizons"- 2014. – Vol. 10. Technical sciences. Shiefield. Science and education, ISBN 978-966-8736-05-6, – 2014, pp. 16-18. Available: http://www.rusnauka.com/31_NG_2014/Tecnic/4_178176.doc.htm (Accessed: 27.09.2015).
7. Hartland S (1967) The coalescence of a liquid drop at liquid – liquid interface. *Trans. Inst. Chem.* Vol. 46 No. 1, pp. 97-99.
8. Lawson GB (1967) Coalescence processes. *Chem. Process.* Vol. 48 No. 5, pp. 45.
9. Osipow LJ (1962) Surface chemistry. American society monograph series. – New York: Renhold publishing corporation, – 1962. – 481 p.
10. Voyutskiy SS (1969) Fiziko-himicheskiye osnovy propityvaniya I imprenionorovaniya voloknistyh materialov fispersiyami polimerov. – Leningrad: Himiya. – 1969, – 336 p.
11. Semernin AN, Semernin NA (2013) Teoriya obezvozhivaniya topliv poristymi peregorodkami // *Bulletin d'EUROTALENT-FIDJIP*, France: Editions du JIPTO, ISSN 2101-5317, – 2013, Vol. 3, pp. 34-41. Available: <http://elibrary.ru/item.asp?id=20260267> (Accessed: 27.09.2015).
12. Semernin AN, Semernin NA, Kokayev US, Narmagambetov SA (2014) Raschet parametrov filtrov-vodootdelitelej // Materialy X mezinarodni vedecko-prakticka konference "Nastoleni moderni vedy-2014". – Dil 13. Technicke vedy.: Praha. Publishing house "Education and science" s.r.o., ISBN 978-966-8736-05-6, – 2014, pp. 24-27. Available: http://www.rusnauka.com/30_NNM_2014/Tecnic/4_178175.doc.htm (Accessed: 27.09.2015).



Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	PIHHI (Russia) = 0.179	
GIF (Australia) = 0.356	ESJI (KZ) = 1.042	
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

13. Chugayev RR (1977) *Gidravlika*. – Moskva: Energiya, – 1977. – 437 p.
14. Romanov PG, Kurachkina MI (1982) *Gidromehaniicheskiye protsessy himicheskoy tehnologii*. Leningrad: Himiya, – 1982. – 288 p.
15. Semernin AN, Semernin NA, Atamkulova AN, Shamahmudov DA (2013) *Planirovaniye eksperimenta pri issledovanii ghotsessov filtratsii poristymi peregorodkami // Mechanika I modelirovaniye protsessov tehnologii*, Taraz: Taraz Universiteti, – 2013, No. 1, pp. 87-94.
16. Semernin AN, Semernin NA (2013) *Issledovaniye effektivnosti vodootdeleniya poristymi peregorodkami // Bulletin d'EUROTALENT-FIDJIP*, France: Editions du JIPTO, ISSN 2101-5317, – 2013, Vol. 2, pp. 31-37. Available: <http://elibrary.ru/item.asp?id=20205796> (Accessed: 27.09.2015).
17. Semernin AN, Semernin NA, Kokayev US, Sartay AE (2014) *Planirovaniye eksperimenta pri issledovanii koaguliruyushih peregorodok // Materialy X mezinarnodni vedecko-prakticka konference "Nastoleni moderni vedy-2014"*. – Dil 13. *Technicke vedy.*: Praha. Publishing house "Education and science" s.r.o., ISBN 978-966-8736-05-6, – 2014, pp. 19-23.

