

**ФИЛЬТР-НАГРЕВАТЕЛЬ ДЛЯ ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

Удлер Э.И., Халтурин Д.В.

**Томский государственный архитектурно-строительный университет,
Томск, Россия**

Аннотация: Предложен фильтр-нагреватель, устанавливаемый в штатный фильтр-отстойник с целью повышения эффективности очистки дизельного топлива от загрязнений.

Ключевые слова: дизельное топливо, эффективность очистки, фильтрация, фильтроматериал, подогрев, гидравлический расчет потерь.

**FILTER-HEATER FOR FUEL SYSTEMS OF AGRICULTURAL
MACHINERY**

Udler E.I., Khalturin D.V.

Tomsk state university of architecture and building, Tomsk, Russia

Abstract: The filter-heater placed into the regular gravitation filter to increase the efficiency of diesel fuel purifying was offered.

Key words: diesel fuel, efficiency of purifying, filtration, filtering material, heating, hydraulic calculation of losses.

Надежность эксплуатации транспортных, дорожных, строительных и сельскохозяйственных машин в значительной степени определяется работой дизельного двигателя. Анализ отказов его систем свидетельствует, что от 30 до 50 % из них приходится на систему питания [1].

При эксплуатации сельскохозяйственной техники при положительных температурах это во многом связано с повышенной загрязненностью дизельного топлива и, как следствие, интенсивным износом прецизионных деталей топливной аппаратуры. При эксплуатации сельскохозяйственных машин в зимнее время распространенным видом отказов являются самопроизвольные остановки двигателя. Их причина в парафинизации топлива и образовании в нем кристаллов льда, которые забивают поровую структуру фильтра тонкой очистки.

Таким образом, одним из перспективных направлений повышения надежности эксплуатации сельскохозяйственных машин является повышение качества очистки топлива от загрязнений и его подогрев при эксплуатации машин в условиях низких температур.

Системы питания современных сельскохозяйственных машин предусматривают двух-, иногда трехступенчатую очистку топлива от загрязнений. Наибольшее распространение получила система очистки,

состоящая из двух последовательно установленных фильтров грубой (ФГО) и тонкой (ФТО) очистки. В качестве ФГО, как правило, применяется фильтр-отстойник, который обеспечивает очистку топлива от крупнодисперсных загрязнений и воды. В качестве ФТО чаще используются фильтры, выполненные на основе фильтровальных бумаг или картонов, обеспечивающих очистку топлива с тонкостью 3...5 мкм.

Основными недостатками современных ФГО (фильтров-отстойников) является низкая эффективность очистки топлива от загрязнений; ФТО с бумажным фильтроэлементом – их малый ресурс.

Одним из перспективных направлений совершенствования средств очистки нефтепродуктов является применение синтетических деформируемых (сжимаемых) пористых материалов (например, иглопробивного нетканого материала) и создание на их основе фильтрующих элементов с переменной поровой структурой [2]. Качество очистки (тонкость фильтрации) жидкости в подобных конструкциях определяется пористостью Ψ_{\min} в области наибольшего сжатия фильтрующего материала.

Исследования зависимости тонкости фильтраций $d_{0,95}$ от степени обжатия n иглопробивного нетканого материала показали, что она удовлетворительно описывается эмпирической зависимостью вида:

$$d_{0,95} = 79,43 \cdot n^{1,466} \cdot 10^4, \quad (1)$$

где $d_{0,95}$ – размер частиц загрязнений, 95 % которых задерживается фильтрующим элементом.

Связь между пористостью фильтрующего материала в свободном состоянии Ψ_0 и обжатого в n раз до Ψ_{\min} определяется зависимостью

$$\Psi_{\min} = 1 - 1 - \Psi_0 \cdot n \quad (2)$$

На рис. 1 представлена схема фильтрующего элемента объемного типа, изготовленного путем последовательной намотки фильтровальной ленты из иглопробивного нетканого материала – 1 вокруг перфорированного каркаса – 2.

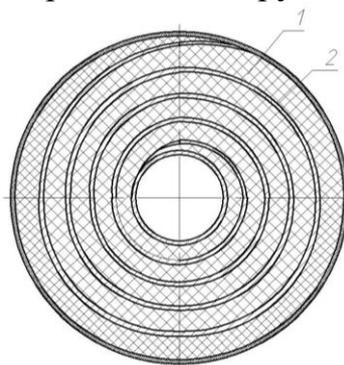


Рисунок 1 – Схема навивки фильтрующего элемента

Намотка фильтровальной ленты с постепенным уменьшением уплотнения позволяет получить фильтрующий элемент с пористостью, увеличивающейся от Ψ_{\min} (в областях прилегающих к каркасу) до Ψ_0 (на периферии элемента). В процессе очистки жидкость последовательно проходит от периферии к центру. При этом задержка частиц больших размеров осуществляется в областях, близких к периферии, меньших размеров – в слоях меньшей пористостью.

Подобная структура фильтрующего материала позволяет обеспечить равномерную забивку частицами загрязнений, повысить ресурс его работы.

Длина фильтровальной ленты L при ее намотке по закону логарифмической спирали может быть определена по формуле

$$L = \frac{\pi r_i - r_a^2}{\delta} \left(\frac{2 - \Psi_0 + \Psi_{\min}}{2(1 - \Psi_0)} \right), \quad (3)$$

где r_n, r_b – соответственно, наружный и внутренний радиусы фильтроэлемента, м; Ψ_0 – пористость фильтроматериала, из которого изготовлена фильтровальная лента в необжатом состоянии; Ψ_{\min} – минимальная требуемая пористость этого фильтровального материала на трубке, обеспечивающая требуемое качество очистки фильтруемой жидкости; δ – толщина пластины фильтроматериала.

На рис. 2 приведена конструкция фильтра для очистки топлива с фильтрующим элементом, выполненным по схеме, рис. 1. Для повышения надежности эксплуатации машины в зимних условиях фильтрующий элемент дополнен встроенным нагревателем, который расположен между слоями фильтровальной ленты, изготовленный из нетканого синтетического иглопробивного материала и работает от бортовых источников питания машины.

В процессе работы топливо поступает в корпус фильтра, последовательно проходит через слои фильтрующего материала и через выпускной канал удаляется по трубопроводу к ФТО.

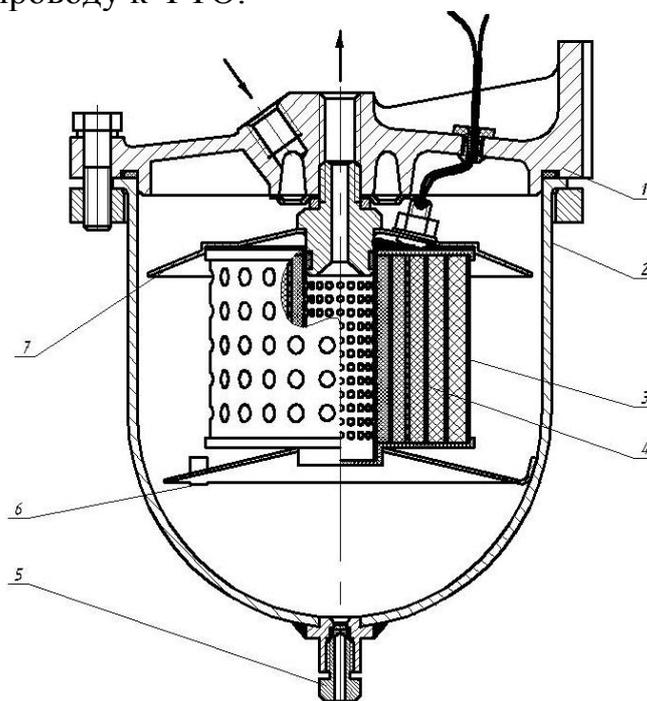


Рисунок 2 – Фильтр-нагреватель: 1 – крышка корпуса фильтра; 2 – корпус фильтра; 3 – фильтроэлемент (патент RU 2112582 СИ В 01 D29/48); 4 – нагревательный элемент; 5 – сливная пробка; 6 – успокоитель; 7 – отражатель

Фильтроэлемент, установленный в корпусе фильтра, работает следующим образом. Дизельное топливо под напором проходит через наружный перфорированный каркас, равномерно распределяется в объеме

фильтроэлемента, и поступает в фильтровальную ленту из иглопробивного нетканого материала. Одним концом лента соединена с перфорированной внутренней трубкой и намотана на нее по закону логарифмической спирали с уплотнением, увеличивающимся от наружного перфорированного каркаса к центру фильтроэлемента, что обеспечивает постепенную фильтрацию жидкости от крупных частиц загрязнений на периферии до мелких к центру фильтроэлемента. Фильтруемая жидкость омывает поверхность подложки, которая играет роль нагревательного элемента, расположенного во всём объёме фильтроэлемента, что обеспечивает равномерный и быстрый нагрев в условиях низких температур. Очищенная и нагретая жидкость выходит через внутреннюю перфорированную трубку и далее по топливопроводу поступает к остальным элементам системы питания дизеля.

Разработанный фильтроэлемент отвечает всем вышеизложенным требованиям по очистке, а также позволяет осуществить нагрев очищаемой жидкости в условиях низких температур и тем самым обеспечить заданное качество очистки независимо от температуры окружающей среды.

Так, представленная в данной работе конструкция разработана на основе ФГО, устанавливаемого на двигателе трактора Т-150К. Конструкция корпуса фильтра и его крышки при этом претерпевают незначительные изменения. Подложка, используемая в этой разработке, работает автономно от бортовых источников питания транспортного средства. Так, в режиме предварительного разогрева топлива питание нагревательного элемента осуществляется от бортовой аккумуляторной батареи, а после запуска двигателя – от генератора.

Задача исследования возможности и эффективности использования конструкции в качестве фильтра-нагревателя заключалась в определении начального гидравлического сопротивления модельного образца при прохождении через него фильтруемого топлива с тем, чтобы сравнить его суммарное гидравлическое сопротивление с допустимой величиной. Для этой цели была разработана методика, позволяющая на стадии проектирования оценить потери давления в фильтре-нагревателе (ФН).

На рис. 3 представлена схема для расчета потерь давления фильтруемого топлива.

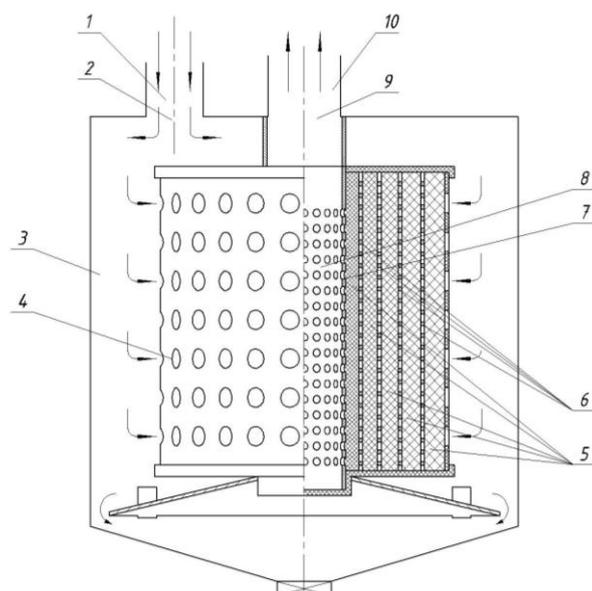


Рисунок 3 – Схема для расчета потерь давления

Расчет потерь давления в представленной конструкции проводился по известным зависимостям [3–5].

Таким образом, расчетное сопротивление фильтроматериала, выполненного из иглопробивного материала, составляет от 14,79 до 64,77 Па, что значительно ниже допустимого для подобных изделий [3].

При отрицательных температурах окружающей среды сопротивление фильтроэлемента увеличивается не более чем на 5 %.

Литература

1. Баширов, Р.М. Надежность топливной аппаратуры тракторных и комбайновых дизелей. / Р.М. Баширов [и др.] – М.: Машиностроение, 1978. – 184 с.
2. Удлер, Э.И. Фильтрация нефтепродуктов. / Э.И. Удлер – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1988.–216 с.
3. Башта, Т.М. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы. М.: Машиностроение, 1982. – 423 с.
4. Удлер, Э.И. Фильтрация углеводородных топлив. – Томск.: Изд-во Томск. ун-та, 1981. – 152 с.
5. Альтшуль, А.Д. Гидравлические сопротивления. – М.: Недра, 1972, – 224 с.