

ПРИМЕНЕНИЕ ФИЛЬТРА ТОНКОЙ ОЧИСТКИ ТОПЛИВА С ПРЕДПУСКОВЫМ ПОДОГРЕВАТЕЛЕМ И МЕТОДИКА ЕГО РАСЧЕТА

Захаров А.В.¹, к.т.н., доцент, Сапун Л.Г.¹, к.т.н., доцент,

Захарова И.О.¹, Сулейманов М.И.², к.т.н.

¹БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

²ФГБНУ «ФНАЦ ВИМ», г. Москва, Российская Федерация

Универсально-пропашные трактора «Беларус» серий «800, 900 и 1000» Минского тракторного завода по-прежнему одна из наиболее используемых единиц техники в сельскохозяйственных предприятиях Беларуси. Тракторы этих моделей так же работают в холодное время года (подкормка посевов, транспортные работы, обслуживание животноводческих ферм и т.д.) поэтому пусковые качества дизелей должны быть достаточно высокими.

Согласно ГОСТ 18509-88 «Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний» оценка пусковых качеств дизелей, оборудованных электростартерной системой пуска производится пусковыми характеристиками и характеристиками прокручивания коленчатого вала дизеля.

Пусковые характеристики определяют для серийно выпускаемых дизелей с электростартерной системой пуска при температуре окружающего воздуха в диапазоне от $-8...-10^{\circ}\text{C}$ до $-24...-26^{\circ}\text{C}$, для тракторных дизелей от $-4...-6^{\circ}\text{C}$ до $-14...-16^{\circ}\text{C}$. Что особенно важно, допускается применять средства облегчения пуска, входящие в комплект дизеля и (или) трактора.

Для подогрева двигателей применяют электрические нагреватели разных типов: нагреватели сопротивлений, индукционные, электродные, полупроводниковые [1, 2].

Главным недостатком большинства электрических нагревателей является значительная разрядка аккумуляторов за время предпускового подогрева топлива, а также перегрев и создание пожароопасной ситуации.

Нами предлагается оснастить односекционный фильтр тонкой очистки (ФТО) инерционно-щелевого типа с жёстким литым креплением электрическим предпусковым подогревателем топлива, выполненным из керамики с положительным температурным коэффициентом сопротивления (ПТК-керамика, позистор). Односекционные фильтры устанавливаются на двигатели Д-243, Д-245 и их модификации которыми оснащаются тракторы «Беларус» серий «800, 900 и 1000».

Определенную сложность составляет теплотехнический расчет ФТО с такими подогревателями результатами которого являются:

- температуры нагревающей поверхности, обеспечивающей требуемый тепловой режим для выбранного режима работы;
- потребляемой электрической мощности;
- времени подготовки устройства к работе.

Определяющими условиями работы устройства можно принять: температуру окружающей среды -30°C и максимальную частоту вращения к.в. дизеля при прогреве двигателя на холостом ходу, например, 1500 мин^{-1} . Поскольку, очевидно, что при повышении частоты вращения к.в. и увеличении расхода топлива через ФТО степень подогрева топлива падает. Необходимую температуру подогретого топлива на входе в фильтрующий патрон можно принять равной $+5^{\circ}\text{C}$.

Теплопотерями торцевых частей нагревательного элемента и кольцевых зазоров пренебрегаем из-за их очевидной малости.

Конструктивные параметры устройства определены возможностями его установки в корпусе ФТО и также заданы на рисунок 1.

Основными конструктивными показателями для расчёта являются:

$d_1 = 0,086\text{ м}$ – внутренний диаметр нагревательного стакана;

$d_2 = 0,094\text{ м}$ – внешний диаметр нагревательного стакана;

$d_3 = 0,098\text{ м}$ – внутренний диаметр корпуса ФТО;

$H = 0,110$ м – высота фильтрующего патрона и соответствующего ему нагревательного стакана и участка цилиндрической стенки корпуса ФТО.

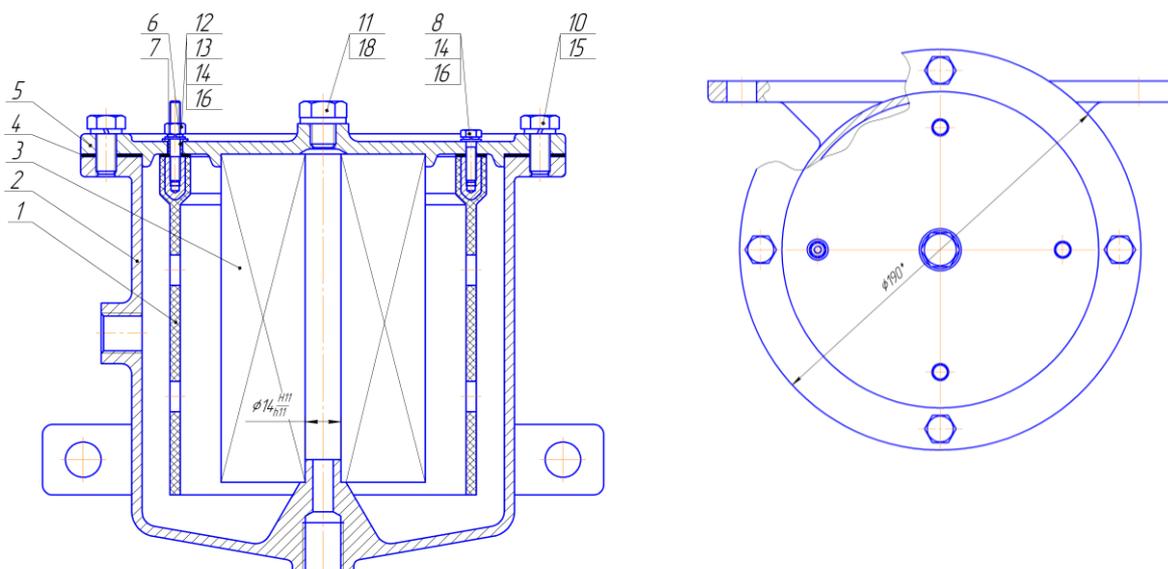


Рисунок 1 - Фильтр тонкой очистки топлива с предпусковым подогревателем топлива из ПТК-керамики:

1- нагреватель, 2-корпус, 3-элемент фильтрующий, 4,7- прокладки, 5-крышка, 6-изолятор, 8,9,10,11- болты, 12-шпилька, 13- гайки, 14,15,16,17,18-шайбы

Такой расчёт выполним путём последовательного приближения по следующему алгоритму. Задаётся предполагаемая температура нагревающей поверхности и при этом допущении рассчитываются основные теплотехнические показатели процесса. Далее на их основе делается поверочный расчёт выходной температуры подогретого топлива. При несовпадении указанной температуры с требуемой (в нашем случае, требуемую выходную температуру мы задали на уровне $+5$ °С) - корректируется температура нагревающей поверхности, и расчёт повторяется. До тех пор, пока требуемая температура не совпадёт с данными поверочного расчёта.

В ходе расчёта рассчитываются критерии подобия: Рейнольдса, Re (определяющий характер течения жидкости) и Прандтля, Pr (определяющий физические свойства жидкости, критерий Прандтля может быть взят по справочным данным) [3].

По величине критерия Рейнольдса выбирается и используется формула расчёта безразмерного коэффициента теплоотдачи (критерия Нуссельта, Nu), по нему определяется коэффициент теплоотдачи и количество теплоты, сообщённой подогреваемому дизтопливу.

Далее легко выполняется определение требуемой мощности подогревателя и расчёт времени подготовки устройства к работе (разогрева нагревательного элемента до необходимой температуры).

Так как имеем сложное течение жидкости, требующее ряда упрощений и допущений. Весь процесс течения и теплопередачи лучше рассматривать состоящим из 2-х этапов.

Первый этап – дизтопливо, имеющее температуру -30 °С, входит в зазор между цилиндром нагревательного стакана и внутренней цилиндрической поверхностью корпуса ФТО, практически, по касательной к внешнему диаметру нагревательного стакана. Предполагаем, что дизтопливо мгновенно распределяется на всю высоту ФТО и поперечно обтекает стакан нагревательного элемента по всей его окружности, постепенно проходя через отверстия в стакане (перфорацию) внутрь ФТО к фильтрующему патрону. Тогда в конце пути по окружности стакана скорость потока дизтоплива равна нулю.

Второй этап – дизтопливо, имеющее входную температуру -15 °С, входит через перфорацию нагревательного элемента в кольцевой зазор между ним и фильтрующим патроном, контактирует с внутренними нагревающими поверхностями указанных отверстий перфора-

ции и нагревательного элемента и через перфорацию обечайки фильтрующего патрона поступает к фильтровальному бумажному пакету.

Результаты теплотехнического расчета ФТО с электрическим предпусковым подогревателем представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты теплотехнического расчета

Необходимая температура нагревательного элемента + 40 °С;

Время разогрева устройства до рабочей температуры 61,4 с - не более

Режимы работы дизелей Д-243 и Д-245	Выходная температура дизтоплива	Потребляемая электронагревателем мощность
Прогрев $n = 1500 \text{ мин}^{-1}$	+ 5 °С	82,4 Вт
Пуск $n = 120 \text{ мин}^{-1}$	+ 14 °С	48,9 Вт

Электроподогреватель ФТО за время предпускового подогрева топлива обеспечит быстрый прогрев топливной системы, исключит интенсивные термо-окислительные процессы в топливе, автоматически изменяет затраты мощности на подогрев топлива в зависимости от его расхода и температуры, нечувствителен к колебаниям напряжения в бортовой сети трактора и имеют высокую термическую эффективность.

Разработанная методика расчета, таких электрических предпусковых подогревателей позволит расширить их применения, например на топливопроводах, топливозаборниках баков и т.д. с оптимальными для каждого случая параметрами.

Литература

1. Пермяков В.А. и др. К вопросу выбора типа топливных подогревателей для топливных систем // Промышленная энергетика, 2000. №4, с. 37-44.
2. Барон В.Г. Тонкостенные теплообменные интенсифицированные аппараты – альтернатива пластинчатым теплообменникам. // Теплоэнергоэффективные технологии, 2003. №4 с. 52-55.
3. Калинин Э.К., Дрейцер Г.А., Копп И.З., Мякочин А.С. Эффективные поверхности теплообмена. – М.: Энергоатомиздат, 1998, - 408 с.

УДК 631.3.072

ПОДВЕСКА ПЕРЕДНЕГО МОСТА ТРАКТОРА «БЕЛАРУС 3022» С ГИДРОПНЕВМАТИЧЕСКИМ УПРУГИМ ЭЛЕМЕНТОМ

Захаров А.В., к.т.н., доцент, **Ващула А.В.**, к.т.н., доцент,

Сапун Л.Г., к.т.н., доцент, **Захарова И.О.**

БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

В целях рационального использования дорогостоящих колесных тракторов класса 3.0...5.0 в период межсезонья полевых работ, тракторы интенсивно используют на транспортных работах. За последние 10 лет произошло существенное (с 35...40 до 50...60 км/ч) повышение их максимальной транспортной скорости. В 2015 году среди новых тракторов удельный вес по диапазонам транспортных скоростей составил [1, 2]: $V_{\max} < 40 \text{ км/ч} - 8...10\%$; $V_{\max} > 40 \text{ км/ч} - 90...92\%$; $V_{\max} > 50 \text{ км/ч} - 20...25\%$.

Повышение скоростей движения тракторов приводит к:

- повышению динамической нагруженности ПВМ, ЗВМ и остова трактора;
- ухудшению плавности хода, повышению крутильных колебаний в силовой передаче;
- повышению вертикальных, поперечных и продольных колебаний, и в результате к:
- повышению низкочастотных колебаний и вибрации на рабочем месте водителя;
- возможности потери контакта шин ПВМ с дорогой;
- потере управляемости и снижению производительности МТА.

Анализ показал, для снижения перечисленных воздействий практически все зарубежные фирмы применяют зависимую подвеску мостов на всем диапазоне мощностей тракторов