УДК 658.012.011.56+681.5

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ ДИЗЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ МНОГОЦЕЛЕВЫХ ГУСЕНИЧНЫХ И КОЛЕСНЫХ МАШИН

Лепешинский И.Ю.[1], Чикирев О.И.[1], Варлаков П.М.[1], Маркелов А.С.[1]

[1]*ГОУ ВПО «Омский государственный технический университет», Омск, Россия (644050, г. Омск, проспект Мира, 11), e-mail: asm2009@mail.ru*

На сегодняшний день для эффективного охлаждения дизельной силовой установки применяют системы, состоящие из нескольких механизмов переноса тепла. Система охлаждения двигателя внутреннего сгорания есть совокупность устройств, обеспечивающая подвод охлаждающей среды к нагретым деталям двигателя и отвод от них в атмосферу излишков тепла. Система охлаждения предназначена для поддержания оптимального теплового состояния двигателя в пределах, определяемых его конструкцией. При сильном нагреве может произойти нарушение нормальных зазоров и, как следствие, увеличение износа деталей, заклинивание и поломка, а также снижение мощности двигателя, за счет ухудшения наполнения цилиндров горючей смесью. Предлагаемая система автоматизации охлаждения состоит из двух подсистем. Первая отвечает за управление открытием и закрытием выходных жалюзи, служащих для регулировки объема циркулирующего воздуха. Вторая – за управление вентилятором охлаждения. Использование такой системы позволит значительно упростить процесс охлаждения силовой установки. Высвобождается мощность, расходуемая в существующей системе на работу вентилятора. Увеличивается ресурс работы силовой установки. Облегчается процесс управления.

Ключевые слова: система охлаждения, автоматизация, дизельная установка, механизм переноса тепла, мощность двигателя.

AUTOMATED COOLING SYSTEM OF DIESEL POWERPLANT OF MULTIPURPOSE TRACKED AND WHEELED VEHICLES

Lepeshinskiy I.Y.[1], Chikirev O.I.[1], Varlakov P.M.[1], Markelov A.S.[1]

[1] *Omsk State Technical University, Omsk, Russia (644119, Omsk, Prospekt Mira, 11), e-mail: asm2009@mail.ru*

Today for effective cooling of diesel powerplants systems with several heat transfer mechanisms are used. Cooling system of an internal combustion engine is a combination of devices that supply heated engine parts with coolant and transfer excessive heat to the atmosphere. Cooling system keeps optimal thermal condition of the engine within designed limits. Overheating causes gap damage, which involves increased engine wear, jams, breaks and power loss as the result of reduced breathing efficiency. Suggested automated cooling system consists of two subsystems. The first subsystem controls opening and closure of outbound shutters that regulate the volume of circulated air. The second subsystem controls the cooling fan. Suggested system simplifies the cooling process of diesel powerplant, saves power that was spent in the existing system on the cooling fan, increases durability and simplifies control of the powerplant.

Keywords: cooling system, automated, diesel powerplant, heat transfer mechanism, engine power.

Введение

Система охлаждения двигателя с регулированием подачи воздуха для поддержания теплового состояния силовой установки многоцелевой гусеничной или колесной машины это совокупность устройств, обеспечивающая подвод охлаждающей среды к нагретым деталям двигателя и отвод от них в атмосферу излишков тепла.

Двигатель танка Т-72 – двенадцатицилиндровый, четырехтактный, многотопливный дизель. Как и все двигатели внутреннего сгорания, при работе выделяет тепло и имеет оптимальный диапазон рабочих температур в пределах 70-100 °С (±10 °С). В этих условиях между сопряженными узлами механизмов двигателя образуются расчетные зазоры, создаются наилучшие условия для их смазки, с двигателей снимается наибольшая мощность

[6]. На данный момент для охлаждения двигателя танка Т-72 применяется комбинированная система охлаждения (рис. 1).

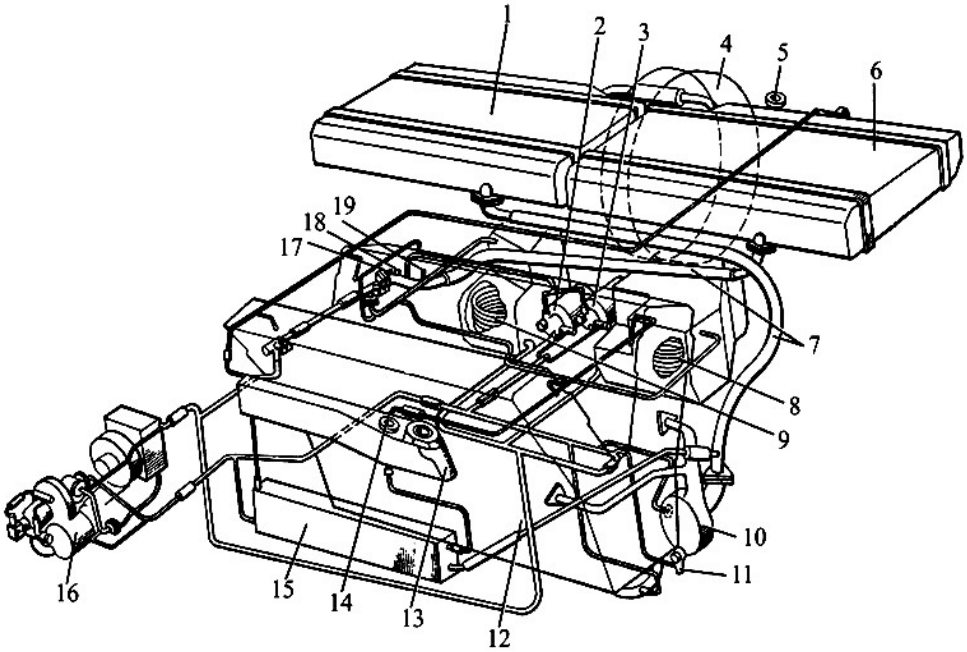

Рис. 1. Система охлаждения и подогрева:

1 – радиатор водяной правый; 2 – водяная рубашка МЗН двигателя; 3 – водяная рубашка МЗН буксира; 4 – вентилятор; 5 – заправочная горловина радиаторов; 6 – радиатор водяной левый; 7 – компенсаторные шланги; 8 – змеевик маслобака системы гидроуправления и смазки силовой передачи; 9 – змеевик маслобака двигателя; 10 – водяной насос; 11 – сливной клапан; 12 – двигатель; 13 – расширительный бачок; 14 – заправочная горловина расширительного бачка; 15 – пополнительный бачок; 16 – подогреватель; 17 – датчик термометра; 18 – датчик критической температуры воды; 19 – датчик критической температуры антифриза.

Техническая характеристика системы охлаждения двигателя Т-72: тип - жидкостная закрытая с принудительной циркуляцией охлаждающей жидкости, вентиляторная; заправочная емкость системы - 90 литров.

Применяемая ОЖ:

- летом вода с антикоррозийной трехкомпонентной присадкой;

- зимой низкозамерзающая охлаждающая жидкость (НОЖ) марки 40 или 65.

Температура ОЖ, °С:

- нормальная эксплуатационная для воды 70-100, НОЖ 70-90;

- максимально кратковременно допустимая для воды 115, НОЖ 105;

- минимальная в обоих случаях 60.

Предмет исследования

Рассмотрим подробнее состав и принцип работы системы охлаждения. Вентилятор центробежного типа служит для создания потока охлаждающего воздуха через масляные и водяные радиаторы. Он изготовлен из алюминиевого сплава и расположен в кормовой части

машины. Вентилятор состоит из диска, обода и лопаток, приклепанных к диску и ободу. Вентилятор закреплен болтами на ведомой ступице фрикциона. Для повышения КПД вентилятор помещен в специальный кожух (улитку) [2].

Конструктивной особенностью вентилятора является то, что он приводится в движение от шестереночной передачи, связанной с двигателем внутреннего сгорания, и, как следствие, обороты охлаждающего вентилятора напрямую зависят от оборотов двигателя.

Жалюзи (рис. 2) предназначены для поддержания необходимого температурного режима двигателя за счет регулирования количества воздуха, затягиваемого вентилятором через радиаторы, и защиты агрегатов в силовом отделении от боевых повреждений. Входные жалюзи не регулируемые; рукоятка привода выходных жалюзи находится в отделении управления справа от сиденья механика-водителя. Нормальное положение рукоятки среднее.

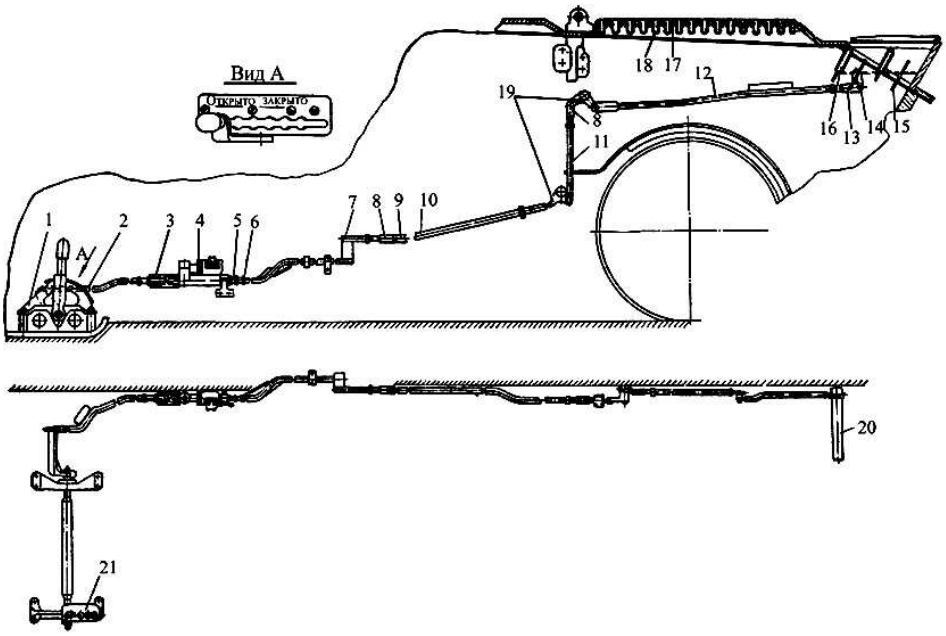

Рис. 2. Жалюзи и привод жалюзи:

1 – кулиса привода жалюзи; 2, 7, 10, 11, 12 – тяги; 3 – пружина; 4 – механизм привода жалюзи; 5 – болт стяжной; 6 – контргайка; 8 – вилка; 9 – поводок; 13 – рычаг; 14 – поводок; 15 – створка (подвижная); 16 – створка (неподвижная); 17 – верхняя створка; 18 – нижняя створка; 19 – двуплечий рычаг; 20 – валик; 21 – планка.

Методы исследования

При работе двигателя циркуляция охлаждающей жидкости осуществляется водяным насосом двигателя. Из водяного насоса охлаждающая жидкость поступает в рубашки цилиндров и головки, охлаждая их. Нагретая охлаждающая жидкость, вышедшая из двигателя, разветвляется по трем потокам:

− первый (основной) поток по трубопроводу поступает в радиаторы, где охлаждается атмосферным воздухом; движение воздуха через радиаторы обеспечивается вентилятором, охлаждающая жидкость из радиаторов по трубопроводу вновь поступает в водяной насос двигателя;

− второй поток по трубопроводам направлен через змеевики в основном масляном баке двигателя и баке системы гидроуправления и смазки силовой передачи, обогреваемые полости маслозакачивающих насосов, котел подогревателя и радиатор обогревателя боевого отделения;

− третий поток циркулирует по дренажно-компенсационному контуру из головок двигателя и левого водяного радиатора по трубопроводам в расширительный бачок, из которого через пополнительный бачок поступает в водяной насос.

Дренажно-компенсационный контур предназначен для уменьшения парообразования и исключения срывов циркуляции охлаждающей жидкости. Контроль температуры охлаждающей жидкости осуществляется электрическим термометром, приемник которого установлен в трубопроводе, выходящем из двигателя, а указатель – на щите контрольных приборов механика-водителя. Кроме того, в трубопроводе установлен сигнализатор критической температуры воды с пределом срабатывания 112–118 °С и сигнализатор критической температуры антифриза с пределом срабатывания 104–109 °С. При срабатывании сигнализаторов загораются две сигнальные лампы, установленные на выносном пульте. Охлаждающая жидкость из системы охлаждения и подогрева сливается через клапан, установленный на водяном насосе двигателя [4]. Циркуляция воздуха в воздушном тракте системы охлаждения осуществляется вентилятором. Воздух засасывается вентилятором через входные жалюзи, проходит через масляные и водяные радиаторы и через выходные жалюзи выбрасывается наружу. Интенсивность воздушного потока регулируется положением подвижных створок выходных жалюзи, а также установкой соответствующей ступени привода вентилятора.

К достоинствам системы охлаждения танка Т-72 можно отнести многопоточность отвода охлаждаемой жидкости и смешанный тип охлаждения. Также нужно отметить простоту конструкции, отсутствие энергозатрат и дополнительных электрических потребителей [3].

Однако существующая система охлаждения имеет ряд недостатков. Одним из основных недостатков является то, что контроль над работой системы охлаждения осуществляется механиком-водителем. Ему необходимо постоянно следить за температурным режимом двигателя. В случает нагрева больше допустимой температуры вручную открывать выходные жалюзи и, наоборот, при необходимости закрывать жалюзи для поддержки оптимального температурного режима. В условиях боевых действий, при необходимости интенсивной эксплуатации танка, такая система не совершенна.

Еще одним серьезным недостатком является то, что охлаждающий вентилятор двигателя связан зубчатой передачей с основным двигателем. Скорость его вращения напрямую зависит от оборотов двигателя танка. Создается дополнительная нагрузка и, как следствие,

потеря мощности. Вентилятор приводится в действие при запуске двигателя, производя ненужную работу на момент прогрева, и увеличивает время, которое танку необходимо для достижения оптимального рабочего диапазона температур.

Результаты исследования

Избавиться от ряда недостатков имеющейся охлаждающей системы танка можно с помощью предлагаемой авторами автоматизированной системы охлаждения танка Т-72.

Автоматизированная система управления (АСУ) - предназначена для обеспечения эффективного функционирования объекта управления путем автоматизированного выполнения функций управления [1]. В настоящее время АСУ получили широкое применение в различных областях науки и техники. Исходя из проведенного анализа, можно сделать вывод о том, что применение автоматизированной системы управления для охлаждения танка Т-72 наиболее целесообразно.

Предлагаемая система автоматизации охлаждения состоит из двух частей. Первая часть отвечает за управление открытием и закрытием выходных жалюзи. Вторая часть - за управление вентилятором охлаждения.

Разработка автоматизированной системы открытия и закрытия выходных жалюзи.

Данная система должна срабатывать при определенных условиях. Таким условием является температура двигателя. В случае высокой температуры выходные жалюзи должны находиться в открытом положении для большей циркуляции воздуха в системе. Для обеспечения прироста температуры в двигателе жалюзи необходимо закрыть.

Автоматизация данного процесса возможна с использованием дополнительного датчика температуры, установленного в двигателе танка. Датчик будет срабатывать при достижении температуры в 80 °С (оптимальная температура для начала движения танка). Сигнал с датчика через компаратор поступает на силовое реле, которое в свою очередь будет включать электромагнит, управляющий открыванием жалюзи. В случае понижения температуры происходит обратный процесс (рис. 3).

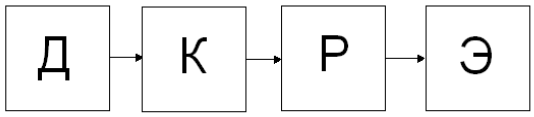

Рис. 3. Структурная схема процесса автоматизации жалюзи танка Т-72:
Д – датчик температуры; К – компаратор; Р – реле; Э – электромагнит.

Вторая часть системы отвечает за автоматизацию управления двигателем вентилятора. Так как вентилятор охлаждения связан с двигателем танка, то в существующей системе охлаждения отсутствует возможность управлять охлаждающим винтом. Для решения этой проблемы устанавливается дополнительный электрический двигатель, на который установлен винт. Автоматическое управление этим двигателем реализуется на базе

микроконтроллера, сигнал на который поступает с дополнительного датчика температуры двигателя. Далее посредством широтно-импульсной модуляции (ШИМ) сигнал с микроконтроллера поступает на силовой транзистор, подключенный к блоку питания. Регулировка скважности ШИМ осуществляется за счет датчика температуры в двигателе. Для обеспечения наибольшей точности реализуется система обратной связи. На двигатель охлаждения устанавливается датчик количества оборотов, а сигнал с этого датчика поступает обратно на микроконтроллер для сравнения и корректировки результатов (рис. 4).

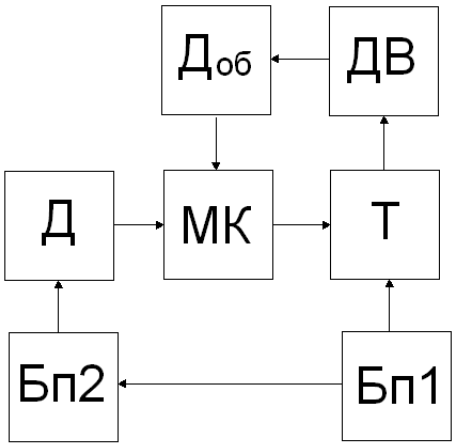

Рис. 4. Структурная схема автоматизации двигателя охлаждения:
Д – датчик температуры; МК – микроконтроллер; Т – транзистор; Бп1 –блок питания двигателя; Бп2 – блок питания датчика; ДВ – электрический двигатель; Доб – датчик обратной связи.

Заключение

Использование такой системы позволит значительно упростить процесс охлаждения силовой установки. Обеспечит возможность механику-водителю не отвлекаться на управление режимами охлаждения силовой установки, а сосредоточиться на выполнении боевой задачи [5].

Достоинством такой автоматизации процесса охлаждения является то, что благодаря установке отдельного двигателя, управляющего приводом вентилятором охлаждения, высвобождается мощность, расходуемая в существующей системе на работу вентилятора. Увеличивается ресурс работы силовой установки. Облегчается процесс управления.

К недостаткам следует отнести появление дополнительного потребителя электрической энергии, но учитывая тот факт, что в современных образцах многоцелевых гусеничных и колесных машин военного назначения постоянно повышаются мощности генераторов, этот недостаток можно считать не существенным.

Таким образом, предлагаемая автоматизированная система охлаждения танка Т-72 позволит устранить выявленные недостатки существующей системы охлаждения и повысить боевую эффективность применения танка в целом.

Список литературы

1. ГОСТ 24.103-84. Автоматизированные системы управления. Основные положения.
2. Лепешинский И.Ю. Устройство бронетанковой техники / И.Ю. Лепешинский, А.В. Пепеляев, Е.В. Брусникин, С.Д. Герасимов, А.А. Русанов, Д.В. Погодаев : учеб. пособие. – Омск, 2011. – Ч. 1.
3. Лепешинский И.Ю. Устройство бронетанковой техники / И.Ю. Лепешинский, А.В. Пепеляев, Е.В. Брусникин, С.Д. Герасимов, А.А. Русанов, Д.В. Погодаев : учеб. пособие. – Омск, 2011. – Ч. 2.
4. Никонова Г.В. Оптимизация управления режимом энергопотребления насосных агрегатов // Омский научный вестник. - 2011. - № 3 (103). - С. 170-174.
5. Чикирев О.И. Повышение уровня диагностирования с введением голосовой аварийной сигнализации бронеобъектов / О.И. Чикирев, И.Ю. Лепешинский, Е.В. Костин, В.А. Мунин // Омский научный вестник. – 2012. - № 3 (113). – С. 258 – 262.
6. Чобитов В.А Теория движения танков и БМП : учебник. – М. : Военное издательство, 1984. – 264 с.

Рецензенты:

Денисов В.П., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Тепловые двигатели и автотракторное электрооборудование» ФБГОУ ВПО «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия» (СибАДИ), г. Омск.

Бирюков С.В., д.т.н., профессор, профессор кафедры «Физика» ФГБОУ ВПО «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия», г. Омск.