

УДК 621.431.74

Тимофеев Виталий Никифорович¹, доцент, д.т.н., профессор,
e-mail: timofeev.vitaly2010@yandex.ru

Салахов Ильяс Рахимзянович¹, доцент, к.п.н., директор,
e-mail: ilyas.salakhov.1@mail.ru

Кутепова Людмила Михайловна¹, к.п.н., научный сотрудник,
e-mail: masa_m@bk.ru

Юнусова Айгуль Равилевна¹, преподаватель
e-mail: angel-junusova@mail.ru

¹Институт морского и речного флота имени Героя Советского Союза М.П. Девятаева – Казанский филиал Волжского государственного университета водного транспорта, г. Казань, Россия.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ПЕРЕД ПЛАНОВОЙ ОСТАНОВКОЙ НЕРЕВЕРСИВНОГО СУДОВОГО ДИЗЕЛЯ

Аннотация. Устройство для регулирования температуры охлаждающей жидкости судового двигателя внутреннего сгорания (ДВС) содержит судовой нереверсивный двигатель и модернизированную систему охлаждения. Предлагаемый в статье программируемый электронный терморегулятор для регулирования температуры охлаждающей жидкости судового ДВС позволяет поддерживать требуемую температуру системы охлаждения на всех режимах его работы, и осуществить понижение температуры охлаждающей жидкости при плановой остановке дизеля. Данное техническое решение способствует повышению технико-экономических показателей судового ДВС.

Ключевые слова: нереверсивный судовой двигатель, система охлаждения, терморегулятор, температурный режим, электронный трехходовой вентиль.

Главным условием обеспечения экономичности, экологических и ресурсных показателей судового дизеля является его оптимальное тепловое состояние, которое характеризуется степенью нагрева его основных деталей, зависящей от тепловой нагрузки этих деталей, их теплоотводящей способности, а также интенсивности теплообменных процессов.

Для выполнения этой задачи происходит совершенствование рабочих систем дизелей, в том числе системы автоматического регулирования тепла (САРТ). Так, для улучшения переходных процессов системы охлаждения (СО) используются электрические элементы автоматического регулирования. Разработаны электронные терморегуляторы, которые направлены на улучшение технико-экономических и экологических показателей. При этом в СО на холостом ходу и режимах частичных нагрузок рекомендуется поддерживать более высокую температуру, чем на номинальных.

Однако при плановых остановках нереверсивных судовых дизелей предлагаемые электронные терморегуляторы не позволяют поддерживать оптимальный температурный

режим, что может отрицательно сказаться на эффективности эксплуатации модернизированных САРТ.

Основным недостатком электронных терморегуляторов является то, что при остановке дизеля у данного устройства появляется нарушение технической эксплуатации главных судовых дизелей [1-5]. Плановая остановка главного судового дизеля происходит при температуре охлаждающей жидкости системы охлаждения, равной 95-98°C. Аварийная остановка дизеля может быть выполнена по патенту № 76983 [6].

Исходя из этого, следует, что устройство может охладить основные детали дизеля только по патенту № 76983, что осложняет эксплуатацию судового дизеля и является основным недостатком данного технического решения.

Авторами статьи разработано устройство, позволяющего понизить температуру охлаждающей жидкости до требуемого значения перед плановой остановкой судового двигателя [7].

Этот результат достигается тем, что в системе охлаждения, состоящей из внутреннего и внешнего контуров, электронного программируемого терморегулятора, дополнительно используется электронный пульт управления с переключателями «Работа» и «Остановка».

Программируемый блок управления может быть выполнен по патенту № 2227218 [3].

В электронном блоке управления реализуется программируемый алгоритм управления температурой охлаждающей жидкости в системе охлаждения путем включения электронного трехходового крана и изменения величины силы тока.

Устройство позволяет применять комбинированное регулирование, т.е. сигнал, формирующийся на выходе блока управления, зависит от отклонений, как регулируемой температуры, так и текущего значения нагрузки. Это позволяет уменьшить время запаздывания и повысить качество регулирования температурного режима на всех режимах работы двигателя, увеличивая его энергоэкономические и экологические показатели.

На рис. 1 представлена принципиальная схема системы плановой остановки судового неперверсивного двигателя.

На рис.1 представлен только внутренний контур системы охлаждения. В жидкостно-жидкостном теплообменнике 2 происходит теплообмен между охлаждающей жидкостью внутреннего контура, куда входят дизель 1, датчик температуры 5, электронный трехходовой вентиль 4, теплообменник 2, циркуляционный насос 3 и каналы внутреннего контура 19, 20, 21, 34, 23 и внешним контуром (заборной водой). Каналы заборной воды не показаны.

Электронный трехходовой вентиль 4 выполняется по патенту № 2270923 [2] и позволяет внутреннему контуру СО работать по типу «перепуск», то есть в зависимости от нагрузки и температуры дизеля направляет поток охлаждающей жидкости по каналу 20 на теплообменник 2 или по каналу 23 на перепуск.

Электромагнитные реле 8, 9 со своими контактами 17, 18 обеспечивают блоку управления работать на двух алгоритмах: «Работа», «Остановка».

Пульт управления 14 располагается в ходовой (штурманской) рубке судна и в зависимости от условий эксплуатации вахтенный начальник принимает нужное ему решение по эксплуатации дизельной установки, используя переключатели: «Работа -15» или «Остановка -16».

Электронный блок управления 14 имеет два алгоритма программируемого управления: I алгоритм позволяет блоку управления 7 поддерживать температуру охлаждающей жидкости системы охлаждения двигателя на нагрузках холостого и частичных нагрузок более высокую температуру воды, например, воды 95-98°C ; II алгоритм – поддерживать температуру охлаждающей жидкости двигателя на нагрузках частичных нагрузок и

холостого хода более низкую температуру, например, 50-55°C, т.е. двигатель подготавливается к плановой остановке.

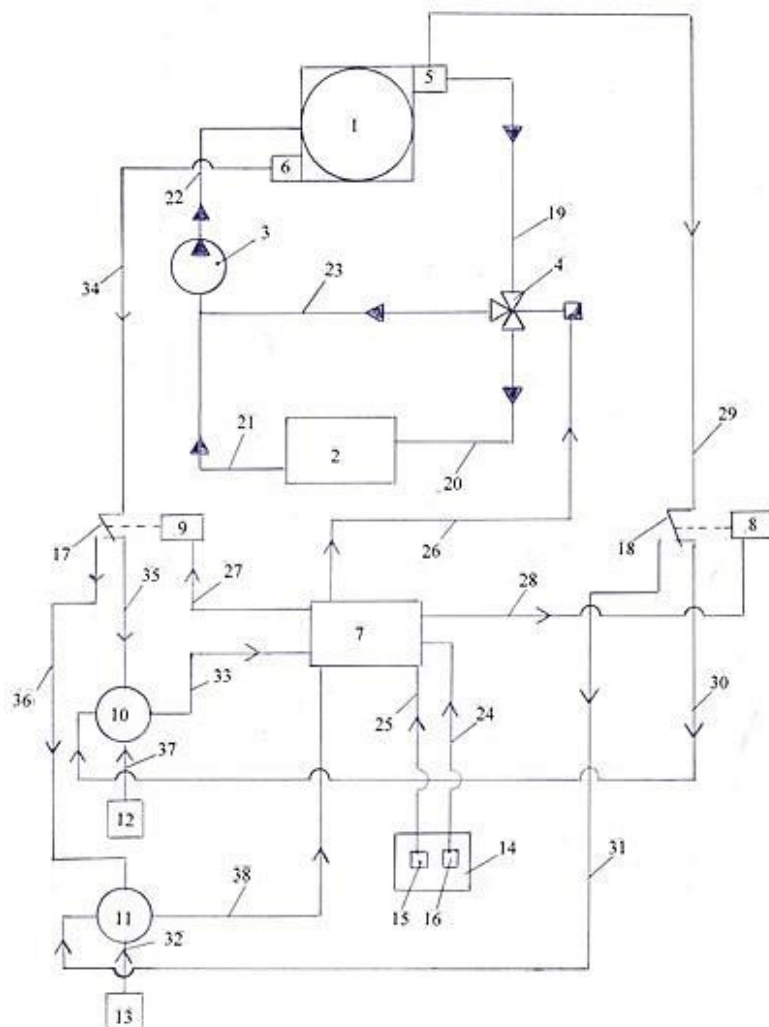


Рисунок 1 – Принципиальная схема системы плановой остановки судового непереворсивного двигателя: 1 -двигатель; 2 - теплообменник; 3 - циркуляционный насос; 4 - электронный трехходовой вентиль; 5, 6 - датчики температуры и нагрузки; 7 - электронный блок управления; 8, 9 -электромагнитные реле; 10, 11 - блок сравнения; 12, 13 - задатчики; 14 - электронный пульт управления; 15 – переключатель «Работа»; 16 - переключатель «Остановка»; 17, 18 - перекидывающие контакты; 19-23 - каналы охлаждающей жидкости внутреннего контура; 24-28 - каналы электрической энергии; 29-38 - каналы электрических сигналов

Предлагаемое устройство для регулирования температуры охлаждающей жидкости судового двигателя внутреннего сгорания работает следующим образом.

После пуска двигателя 1 вахтенный начальник (пользователь), который находится в ходовой рубке на пульте управление 14 включает в положение «Работа - 15», тогда электронная часть устройства начинает работать по алгоритму I. Основной задачей программируемого блока управления 7 является поддержание высокой температуры на частичных и режимах холостого хода более высокую температуру, чем на номинальных нагрузках. При этом сигнал от датчика температуры 5 через канал 29, переключающий контакт 18, канал 30 поступает в блок сравнения 10, одновременно сигнал из датчика нагрузки 6, канал 34, переключающий контакт 17, канал 35 поступает в блок сравнения 10, а из задатчика 12 сигнал по каналу 37 подается в блок сравнения 10. В блоке сравнения 10 происходит вычисление полученных сигналов, а сигнал рассогласования поступает в блок управления 7, который подает электроэнергию по каналу 26 на трехходовой электронный

вентиль 4. При этом, благодаря действию вентиля 4 происходит закрытие канала 20, открытие канала 23 и весь поток охлаждающей жидкости направляется через каналы 23, 22, происходит повышение температуры охлаждающей жидкости двигателя.

Для плановой остановки двигателя 1 перед окончанием рейса пользователь (вахтенный начальник) на пульте управления выключает переключатель 15, включает переключатель 16. При этом, электроэнергия по каналу 24 поступает в блок управления 7, где происходит выключение алгоритма I и включение алгоритма II. И блок управления 7 переходит на работу по алгоритму II. Тогда подачей требуемой электроэнергии по каналу 26 на электронный трехходовой вентиль 4 начинается подача потока охлаждающей жидкости системы охлаждения на перепуск по каналу 23 и на теплообменник по каналу 20 и происходит снижение температуры охлаждающей жидкости СО до заданного значения.

Таким образом, предлагаемое устройство для регулирования температуры охлаждающей жидкости судового двигателя внутреннего сгорания с электронным терморегулятором позволяет поддерживать оптимальное тепловое состояние судового двигателя на всех режимах его работы, и осуществить понижение температуры охлаждающей жидкости СО при плановой остановке дизеля. Данное устройство способствует повышению технико-экономических показателей судового ДВС.

Список литературы:

1. Патент № 2031216 С1. Устройство для регулирования температуры охлаждающей жидкости двигателя внутреннего сгорания с турбокомпрессором, имеющим газовыхлопной патрубок: опубл. 20.03.1995 / Тимофеев В.Н., Киселев Е.А., Кротов Е.В. и др.
2. Патент № 2270923. Россия, МПК F01P 7/16. Электрический термостат : опубл. 27.02.06. / Тимофеев В.Н., Кузин Н.П., Краснов А.Н.
3. Патент № 2227218 Россия, МКИ F 01 P 7/16. Программируемый термостат : опубл. 20.04.04 / Тимофеев В.Н., Юферев А.М., Тимофеев Д.В. и др.
4. Луков Н. М. Автоматическое регулирование температуры двигателей / Н.М. Луков. – М.: Машиностроение, 1977. – 224 с.
5. Design and Controls truck cooling system // Automot Eng. - 1985. -Vol. 1, №1. - P. 66-90.
6. Патент № 76983 Россия, F 02D 17/04, F 01P 5/14. Система аварийной остановки судового дизеля : опубл. 10.10.2008. / Тимофеев В.Н., Тимофеев Д.В.
7. Патент № 208250 U1. Устройство для регулирования температуры охлаждающей жидкости в системе охлаждения судового двигателя внутреннего сгорания: опубл. 10.12.2021 / Тимофеев В.Н., Салахов И.Р., Харисова Н.Р., Кутепова Л.М. и др.

AUTOMATIC CONTROL OF THE TEMPERATURE CONDITION OF HIGH-TEMPERATURE COOLING SYSTEMS BEFORE A SCHEDULED SHUTDOWN OF A NON-REVERSIBLE MARINE DIESEL

Vitaly N. Timofeev, Ilyas R. Salakhov, Liudmila M. Kutepova, Aigul R. Yunusova

Abstract. The device for controlling the temperature of the coolant of a ship's internal combustion engine contains a ship's non-reversible engine and an upgraded cooling system. The programmable electronic thermostat proposed in the article for regulating the temperature of the coolant of a marine internal combustion engine makes it possible to maintain the required temperature of the cooling system in all modes of its operation, and to lower the temperature of the coolant during a planned shutdown of the diesel engine. This technical solution contributes to the improvement of the technical and economic performance of the marine internal combustion engine.

Keywords: non-reversible marine engine, cooling system, thermostat, temperature regime, electronic three-way valve.