

УДК 656.6

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ СУДОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Салахов Ильяс Рахимзянович¹, кандидат педагогических наук, доцент, директор

e-mail: vguvtkazan@yandex.ru

Воробьев Владимир Владимирович¹, студент

e-mail: vova.vorobev300303@mail.ru

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

Аннотация. В настоящем исследовании приводится материал, позволяющий модернизировать систему охлаждения с использованием электрических элементов, позволяющих за счет автоматизации системы охлаждения повысить технико-экономические показатели дизеля в условиях эксплуатации дизельных установок на переменных режимах.

Ключевые слова: водный транспорт, система охлаждения, судовые двигатели внутреннего сгорания.

MODERNIZATION OF THE COOLING SYSTEM OF MARINE INTERNAL COMBUSTION ENGINES

Ilyas R. Salakhov¹, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

e-mail: vguvtkazan@yandex.ru

Vladimir V. Vorobyov¹, Student

e-mail: vova.vorobev300303@mail.ru

¹ Institute of Maritime and Inland Shipping named after Hero of the Soviet Union M.P. Devyataev – Kazan branch of Volga State University of Water Transport, Kazan, Republic of Tatarstan, Russia

Abstract. This study presents material that allows modernization of the cooling system using electrical elements, which, through automation of the cooling system, allow improving the technical and economic performance of the diesel engine under the operating conditions of diesel units in variable modes.

Keywords: water transport, cooling system, marine internal combustion engines.

Двигатели внутреннего сгорания (ДВС) являются одним из основных элементов судовых энергетических установок (СЭУ).

В настоящее время государство для возрождения отечественного гражданского судостроения разработало Федеральную целевую программу «Модернизация транспортной системы России».

Судостроительная промышленность в значительной мере определяет стратегическую, политическую, транспортную, продовольственную и энергетическую безопасность государства, использует главные достижения научно-технического прогресса при реализации крупных проектов создания гражданской и военной техники, объективно влияет на развитие технологий в таких смежных отраслях промышленности, как металлургия, машиностроение, радиоэлектроника и многие другие. Вместе с тем в судостроительной промышленности в настоящее время не могут эффективно решаться стратегические задачи государства и не обеспечиваются потребности бизнеса в конкурентоспособной отечественной гражданской морской технике. Основной проблемой, на решение которой направлена федеральная целевая программа "Развитие гражданской морской техники" на 2009-2016 годы (далее - Программа), является создание конкурентоспособной отечественной гражданской морской техники. По результатам рассмотрения вопроса развития судостроительной промышленности Президентом Российской Федерации В.В. Путиным дано поручение от 9 марта 2007 года № Пр-395 о необходимости доработки и принятия специальной федеральной целевой программы.

Автоматическое терморегулирование осуществляет отвод лишней тепловой энергии от рабочих деталей судовых дизелей, позволяет осуществить оптимальное регулирование СО судового ДВС.

При этом целесообразно использовать в системе охлаждения электрические элементы, которые позволяют поддерживать требуемый тепловой режим за счет быстрого действия, особенно, при переменных режимах работы дизеля в условиях эксплуатации на Севере и низких температурах.

В настоящем исследовании приводится материал, позволяющий модернизировать систему охлаждения с использованием электрических элементов, позволяющих за счет автоматизации системы охлаждения повысить технико-экономические показатели дизеля в условиях эксплуатации дизельных установок на переменных режимах.

Модернизация системы охлаждения дизеля включает следующие этапы.

1. Оптимизация параметров охлаждения. Для достижения наилучшей эффективности охлаждения необходимо определить оптимальные параметры, такие как скорость потока охлаждающей жидкости, его температура, протяженность контакта охлаждающей жидкости с поверхностью деталей и др. Например, увеличение скорости потока охлаждающей жидкости или снижение ее температуры может значительно улучшить охлаждение и снизить тепловые напряжения в деталях двигателя.

2. Использование термоэлектрических элементов. Термоэлектрические элементы могут эффективно использоваться для охлаждения судовых дизелей. Они работают на основе принципа термоэлектрического эффекта, который заключается в возникновении температурного градиента в материале при прохождении через него электрического тока. Это позволяет создать охлаждающую систему, которая работает без использования движущихся частей и не требует подвода дополнительной энергии.

Кроме того, термоэлектрические элементы могут работать как в режиме подогрева, так и охлаждения. Для перехода от режима охлаждения на режим подогрева достаточно менять полярность термоэлектрических элементов, тогда теплообменник будет работать как подогреватель. Этим свойством можно использовать при пуске холодного двигателя, особенно в осенне-зимнее время, а предложенный цикл Ренкина путем утилизации тепловой энергии отработавших газов дизеля обеспечивает термоэлектрические элементы электрической энергией.



3. Оценка технико-экономических и экологических показателей. Проведение оценки технико-экономических и экологических показателей является неотъемлемой частью работы по совершенствованию систем охлаждения судовых дизелей. Это позволяет оценить эффективность использования модернизированной системы охлаждения, ее влияние на рабочие показатели дизеля, а также определить экономическую целесообразность и экологическую приемлемость использования данной системы.

Проведение данных научных исследований и разработка новой системы охлаждения судовых дизелей с использованием термоэлектрических элементов и оценка ее технико-экономических и экологических показателей позволит создать высокофорсированные и надежные судовые дизели, что будет способствовать развитию судостроения и обеспечению безопасности морского движения.

В результате проведенного анализа систем охлаждения судовых дизелей было выяснено, что они не всегда справляются с поддержанием заданных температурных режимов. Часто происходит перегрев или переохлаждение дизеля на частичных нагрузках. Чтобы решить эту проблему, требуется поддерживать оптимальные режимы охлаждения для каждого вида ДВС, позволяющее уменьшить теплонапряженность, отвечающего его безопасной эксплуатации.

В данной работе предлагается совершенствование системы охлаждения судовых дизелей с помощью использования электрических элементов. Одним из способов совершенствования является использование органического цикла Ренкина с альтернативными рабочими телами, что позволяет утилизировать низкопотенциальную энергию, выбрасываемую в окружающую среду при работе дизеля. Полученная в результате дополнительная электрическая энергия может быть использована для модернизации системы охлаждения, где будут применяться новые электрические элементы.

Также для совершенствования температурного режима предлагается модернизировать существующие системы охлаждения путем использования электрических элементов, таких как термоэлектрические элементы, которые позволяют использовать эффект Пельтье. Они обладают надежностью, быстродействием, однако потребляют электроэнергию. Путем комбинирования органического цикла Ренкина и термоэлектрических элементов можно создать устройство, которое будет использоваться в системах охлаждения судовых дизелей и позволит поддерживать оптимальные температурные режимы.

На рис. 1 представлена схема системы охлаждения судового дизеля.

Регулятор температуры (механический) 3 позволяет использовать традиционный способ перепуска в зависимости от температуры.

Теплообменник 2 содержит три емкости А, В, С. В резервуаре А происходит теплообмен между внутренним контуром и холодной водой между забортной водой; В емкости Б – между холодной водой внутреннего контура и холодной стороной термоэлектрических модулей; С – между морской водой и горячими спаями термоэлектрических модулей. Между клеммами В и С устанавливаются термоэлектрические модули, образующие уплотнение между клеммами теплообменника.

В предлагаемом устройстве может быть предусмотрен блок реверса, который при необходимости, например, при пуске холодного двигателя и работе на частичных нагрузках в северных регионах термоэлектрический холодильник может работать как подогреватель и тем самым создаются благоприятные условия для автоматического поддержания в номинальном тепловом состоянии судового дизеля.

Исходя из требований к тепловому режиму двигателя, элемент автоматики (задатчик) 32 программируется на определенный тепловой режим и подключается к сумматору (блок сравнения) 31. На выхлопе установлен теплообменник 6, к нему подключена закрытая



система с термомаслом, служащая для отвода тепла при работе судового дизеля и включающая канал 14, испаритель 10, канал 15, потребитель тепловой энергии 40, канал 16, теплообменник 6 и цикл замыкается.

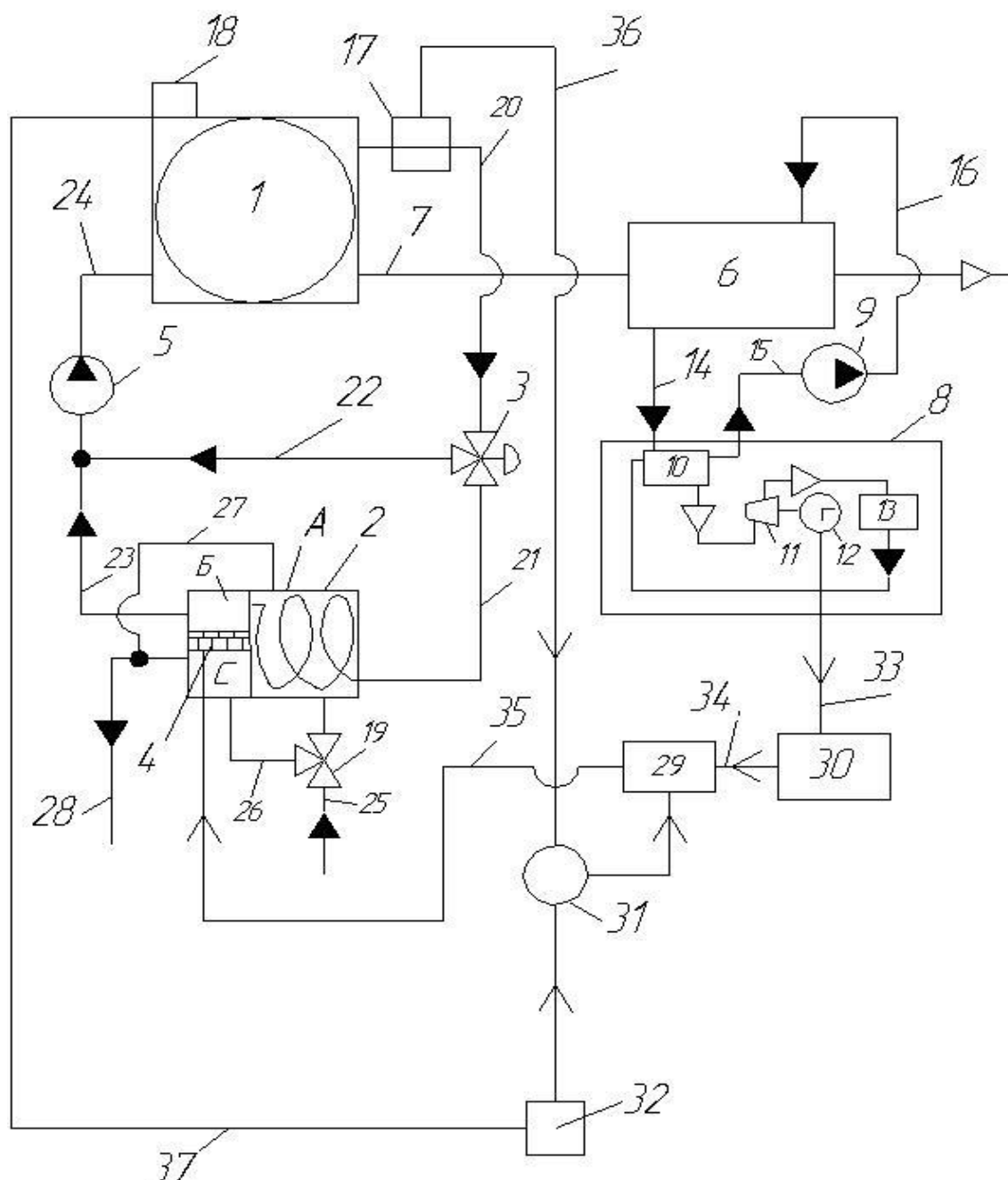


Рисунок 1 – Схема системы охлаждения судового дизеля:

- 1 – главный судовый дизель; 2 – теплообменник (холодильник); 3 – терморегулятор;
 4 – термоэлектрический холодильник- подогреватель; 5 – циркуляционный насос;
 6 – теплообменник; 7 – выхлопной коллектор (трубопровод); 8 - (ОЦР); 9 - насос; 10 – испаритель;
 11 – турбина; 12 – генератора; 13 – конденсатор; 14, 15, 16 – термомасло; 17, 18 – датчики
 контроля температуры и нагрузки; 19 – регулирующий орган (трехходовой вентиль); 20, 21, 22,
 23, 24 – линии связи элементов внутреннего контура СО; 25, 26, 27, 28 – линии связи заборной
 воды; 29 - блок управления; 30 – потребитель электрической энергии; 31 – блок сравнения;
 32 – задатчик; 33, 34, 35 – каналы электрической энергии; 36, 37 – каналы электрических сигналов

После запуска дизеля 1 начинает работать система охлаждения (СО), терморегулятор 3 контролирует температуру внутреннего контура водоохладителя. Например, температура охлаждающей воды, обеспечиваемая внутренним контуром при номинальной нагрузке $t_b = 90$ оС. В то же время датчики температуры и нагрузки контролируют температуру охлаждающей воды. Исходя из требований к температурному режиму двигателя, элемент автоматики (датчик) 32 программируется на определенный температурный режим и подключается к блоку сравнения 31. На выхлопе установлен теплообменник 6, к нему подключена закрытая система с термомаслом, служащая для отвода тепла при работе судового дизеля и включающая канал 14, испаритель 10, канал 15, потребитель тепловой энергии 40, канал 16, теплообменник 6 и цикл замкнут.

Система охлаждения судового топливного двигателя работает следующим образом.

После запуска дизеля 1 начинает работать СО, терморегулятор 3 контролирует температуру внутреннего контура водоохладителя.. Например, температура охлаждающей воды, обеспечиваемая внутренним контуром при номинальной нагрузке $t_b = 90$ оС (Для достижения высокой температуры во время подогрева внутренний контур должен работать в закрытом режиме, т.е. внутренний контур закрывается от сообщения с атмосферой. На схеме это устройство не показано). В то же время датчики температуры и нагрузки контролируют температуру охлаждающей воды. Если в жаркое время года или при работе оборудования в южных регионах температура охлаждающей воды выше допустимого значения $t_b \geq 90$, то в блок сравнения 31 по каналу 38 подается электрический сигнал, и сигнал отправляется на контроллер 32 через канал 39.

Согласно требованиям теплового режима двигателя элемент автоматики (датчик) 32 программируется на заданный температурный режим и подключается к блоку сравнения 21. Сигнал от датчика температуры 17 подается на блок сравнения 31. При этом сигнал с датчика контроля нагрузки 18 поступает на датчик 32, при этом сигнал формируется по заданному закону и поступает в блок сравнения 31. Сравнивая подаваемые сигналы определяется сигнал разногласий, который подается в блок управления 29, который включает термоэлектрический 4. При этом происходит поддержания разности температур между горячими и холодными спаями термоэлектрических модулей и выработка источника холода в емкости Б. В результате теплообмена полученного источника холода забортной водой ее температура доводится до оптимального значения. Сигнал, формируемый на выходе блока управления 29, формируется на основе изменения как контролируемой температуры, так и текущего значения (мощности) нагрузки. Это позволяет использовать комплексное регулирование, сокращает время задержки и повышает качество управления электротермостатом во всех режимах работы двигателя. Если $t_b \leq 90$ оС, блок управления отключением электроэнергии 29 прекращает работу термоэлектрического охладителя 4. Поэтому в данном проекте система охлаждения обеспечивает оптимальный температурный режим во всех режимах работы и надежность, что позволяет использовать данную СЭУ при создании труднодоступных мест Сибири.

Заключение

1. Используя электрические элементы: термоэлектрический холодильник – подогреватель, органический цикл Ренкина, модернизирована система охлаждения судового дизеля.

2. Органический цикл Ренкина позволяет утилизировать тепловую энергию отработавших газов и получить дополнительную электрическую энергию, которая будет использована для работы термоэлектрического холодильника – подогревателя.

3. Термоэлектрический холодильник – подогреватель, установленный во внутреннем контуре системы охлаждения в случае установки реверсного блока, может работать как



подогреватель системы охлаждения на частичных нагрузках и как холодильник – на номинальных нагрузках.

4. В случае, полной автоматизации системы охлаждения, она позволяет:

– увеличить мощность;

– понизить удельный расход топлива;

– уменьшить износ сопрягаемых поверхностей деталей судового двигателя внутреннего сгорания.

5. В случае реализации предложенной системы охлаждения, мы можем повысить технико-экономические показатели судового двигателя внутреннего сгорания.

Список литературы:

1. А.с. №1442681 СССР, МКИ F 01 P 3/20. Система охлаждения двигателя внутреннего сгорания /В.Н. Тимофеев, А.П. Романов (СССР). Оpubл.в БИ 07.12.88.

2. Патент № 217073 МПК Устройство для преобразования тепловой энергии системы охлаждения главного судового дизеля в электрическую энергию (патент на полезную модель/ Салахов И.Р., Кутепова Л.М., Харисова Н.Р., Каюмова Г.Г., Гречко Н.В., Юнусова А.Р., Тиммербулатова И.Р. Оpubл. 16.03.2023 в БИ.

3. Тимофеев В.Н. Методы и средства автоматического регулирования теплового состояния судовых ДВС: дис. докт. техн. наук /В.Н. Тимофеев. – СПб, 2015, 2015, - 385 с.

