

УДК 656.6

**ПЕРСПЕКТИВЫ УЛУЧШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ СУДНА ПУТЕМ ПРОРАБОТКИ СИСТЕМ УТИЛИЗАЦИИ
ТЕПЛОТЫ ГЛАВНЫХ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

Каюмова Гузель Газинуровна¹, кандидат биологических наук, доцент

e-mail: guzelka1003@yandex.ru

Салахов Ильяс Рахимзянович¹, директор Казанского филиала, академик международной академии наук, кандидат педагогических наук, доцент

e-mail: guzelka1003@yandex.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 данной статье показана возможность проведения проработки систем утилизации теплоты главных и вспомогательных двигателей, позволяющая отбирать теплоту у воды охлаждения внутреннего контура главных двигателей с дальнейшим ее использованием для подогрева санитарной воды. Тем самым уменьшая расход топлива и, соответственно, повысить экологические показатели.

Ключевые слова: утилизация теплоты, экологические показатели, расход топлива, теплоутилизационная установка, котлы.

**PROSPECTS FOR IMPROVING THE ENVIRONMENTAL PERFORMANCE OF THE
VESSEL THROUGH THE DEVELOPMENT OF HEAT RECOVERY SYSTEMS FOR
MAIN AND AUXILIARY ENGINES**

Kayumova Guzel Gazinurovna¹, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

e-mail: guzelka1003@yandex.ru

Salakhov Ilyas Rakhimzyanovich², Director of the Kazan branch, Academician of the International Academy of Sciences, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Honored Teacher of the Republic of Tatarstan

e-mail: guzelka1003@yandex.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 article shows the possibility of conducting a study of the heat recovery systems of the main and auxiliary engines, which allows taking heat from the cooling water of the internal circuit of the main engines with its further use for heating sanitary water. Thereby reducing fuel consumption and, consequently, improving environmental performance.

Keywords: heat recovery, environmental indicators, fuel consumption, heat recovery plant, boilers.

Рациональное использование топливно-экономических ресурсов для обеспечения экологической безопасности является одной из главных и наиболее актуальных задач для судов речного флота, где затраты на топливо достигают более 30% от эксплуатационных расходов, увеличивая выход окисей серы и азота.

Одним из эффективных мероприятий, направленных на экономию топлива на судах, является утилизация тепловых потоков дизельной установки.

Практически на всех судах применяются утилизационные котлы (УК) позволяющие использовать теплоту, теряемую с отработавшими газами, для получения пара, обеспечивающего хозяйственно-бытовые нужды в ходовом режиме.

Теплота охлаждающей двигатель воды практически не используется или используется в недостаточной степени и, кроме этого, окружающей среде наносится экологический ущерб. Поэтому уже сейчас должны быть приняты меры по освоению и разработке новых технологий, схем комплексной утилизации теплоты нового оборудования путем анализа существующих и перспективных технологий использования вторичных энергоресурсов, утилизационных устройств и схем утилизации топлива, методов расчета утилизационных и аккумулирующих устройств, разработки новых методов расчета.

Необходимо так же учитывать, что повышенное гидравлическое сопротивление теплообменников, аккумуляторов теплоты и других устройств может вызвать снижение давления в системе охлаждения двигателя водой внутреннего контура, что при неудачном сочетании с определенным значением температуры охлаждающей воды может привести к кавитационным явлениям в полостях охлаждения.

В судовых энергетических установках, как и в других системах снабжения энергией периодически возникают несоответствия во времени и пространстве между производством и потреблением теплоты. Преодоление этих несоответствий является основной целью аккумулярования теплоты. Аккумуляторы теплоты могут заряжаться от горячей воды внутреннего контура дизелей в ходу судна или от конденсирующего пара, вырабатываемого утилизационными котлами в ночное время, и разряжаются с передачей теплоты, например, в системах горячего водоснабжения, в период стоянки или пиковых.

Теплоутилизационная установка монтируется в машинном отделении судна и соединяется трубопроводом с системой санитарной воды, системой пара и конденсата, а также системой охлаждения главных и вспомогательных двигателей.

Теплоутилизационная установка включает в себя три функционально независимых комплекса главных двигателей, утилизации теплоты воды внутреннего контура вспомогательных двигателей и утилизации теплоты отработавших газов главных и вспомогательных двигателей.

Рассмотрим установку. Санитарная вода под давлением, развиваемым насосом гидрофоров, подается по трубопроводам в комплексы утилизации теплоты воды, охлаждающей главные и вспомогательные двигатели. Последовательно проходя через теплообменники, санитарная вода воспринимает тепловой поток от горячей воды внутренних контуров главных двигателей левого борта и диаметральной плоскости нагревается до 65-70^oC, после чего поступает в бойлер санитарной воды.

Другая часть воды поступает в бойлер санитарной воды после чего нагревается горячей водой внутреннего контура вспомогательных двигателей в теплообменнике.

Одновременно с нагреванием санитарной воды в теплообменниках и подачей воды в бойлер, производится зарядка аккумулятора теплоты фазового перехода тепловым потоком отдаваемой воды внутреннего контура правого борта.



При этом тепловой поток воспринимается в теплообменнике водой коллектора аккумулятора теплоты фазового перехода передается теплоаккумулирующим элементом аккумулятора теплоты фазового перехода.

Отбор горячей воды из системы охлаждения главных и вспомогательных двигателей производится следующим образом. На трубопроводах, отводящих нагретую воду из двигателей перед терморегуляторами установлены клапаны.

Параллельно клапанам включены обводные трубопроводы с установленными на них теплообменниками.

Под давлением штатных циркуляционных насосов, установленных на двигателях, горячая вода поступает к клапанам и одновременно по обводным трубопроводам к теплообменным аппаратам, где отдает теплоту санитарной воде и воде контура аккумулятора теплоты фазового перехода.

Выпускные газы главных двигателей поступают в утилизационные котлы. Часть образующего в них пара после сепарации в паровом пространстве автономных вспомогательных котлов подается в водяной аккумулятор теплоты, где проходя по змеевику и конденсируясь отдает теплоту находящейся там воде. Разогрев воды в водяных аккумуляторах теплоты производится до тех пор, пока ее температура не достигнет 1000 С. По достижению 1000 С срабатывает датчик температуры, установленный в водяных аккумуляторах теплоты, после чего по сигналу системы управления сигнализации и защиты закрывается клапан на паровом трубопроводе.

По сигналу датчиков при температуре воды внутреннего контура главных двигателей ниже 500 °С клапан закрывается, электронасос отключается, что обеспечивает безопасный пуск двигателя и защиту от переохлаждения.

Использование теплоутилизационной установки на теплоходах проекта No92-016, по которым были проведены расчеты, обеспечивает нагревание воды до температуры 55-700С в ходовом и стояночном режиме. Теплопроизводительность установки в ходовом режиме до 400 кВт. При работе теплоутилизационной установки на большинстве режимов работы СЭУ могут быть выведены из действия штатные паровые автономные котлы VX410A-11, благодаря чему будет достигнута экономия дизельного топлива 1,600 кг в сутки.

Теплоутилизационная установка при работе в составе СЭУ не приводит к уменьшению надежности СЭУ в целом благодаря простоте системы и надежности ее отдельных элементов. Отрицательным следствием использования теплоутилизационной установки на теплохода проекта No92-016 является увеличение массы СЭУ на 22 000 кг, однако по отношению к массе судна в целом данное повышение составляет всего 0,5 %, что можно считать величиной пренебрежительно малой и не влияющей на его ходовые качества. Расположение АТВ с кожухом и трубопроводами на солнечной палубе приводит к уменьшению устойчивости судна на величину 1%. При этом устойчивость теплохода проекта No92-016 с теплоутилизационной установкой удовлетворяет требованиям.

Сравнение положительных и отрицательных следствий от использования утилизационной установки на теплоход проекта 92-016 показывает большую весомость положительных следствий, что подтверждает целесообразность установки теплоутилизационной установки на судне и позволяет сделать следующие выводы:

Утилизационные котлы являются важнейшими элементами СЭУ обеспечивающими экономии расхода котельного топлива, что максимально положительно сказывается в уменьшении выхлопных газов и сажи.

На пассажирских судах проекта No92-016, мощность электростанций которых соизмерима с помощью главных двигателей, целесообразно предусмотреть объединение газоразрядных трубопроводов.

Применение АТВ дает некоторый эффект при установке этих аппаратов, однако в



каждом конкретном случае необходимо обосновать целесообразность их использования.

Сравнивая расчеты, можно сказать, что предполагаемые мероприятия по оптимизации теплообменного аппарата являются очень эффективными, и внеся небольшие изменения в конструкцию теплообменника, можно достичь значительного снижения суммарной мощности на прокачку теплоносителей за счет замены трех существующих теплообменных аппаратов на один.

Для того, чтобы существенно не нарушать технологические процессы и снизить затраты на изготовление новых деталей, необходимо изменить конструкцию стандартного водяного теплообменного аппарата двигателя 6ЧРН 36/45. Изменять конструкцию следует следующим образом: разрезать корпус теплообменного аппарата на две части, сварить в каждую часть еще по одному патрубку, на срезанные стороны приварить фланцы, накатать медные трубки и собирать из них и трубных досок два трубных пучка, собрать две полученные части теплообменника с использованием кольца, предназначенного для недопущения смешивания теплоносителей между собой.

Эти работы потребуют небольших материальных затрат, которые в скором времени окупятся. Это так же позволит увеличить свободную площадь в машинном отделении и увеличить провозную способность судна в целом. И на основе анализа технико-экономической эффективности можно сделать следующие выводы о целесообразности выполненной работы по модернизации: уменьшились эксплуатационные расходы модернизационного судна за счет снижения затрат на топливо, уменьшился объем выделяющихся газов, тем самым раскрывая перспективы в экологической безопасности судов.

В данной статье показана проработка систем утилизации теплоты главных и вспомогательных двигателей, а так же их компоновка, размещение и установка на судах проекта No92-016, показана, что в результате проведенных мероприятий разработана система, позволяющая отбирать теплоту у воды охлаждения внутреннего контура главных двигателей с дальнейшим ее использованием для подогрева санитарной воды. Одновременно с этим рассмотрен вариант, позволяющий аккумулировать теплоту воды внутреннего контура охлаждения двигателей в аккумуляторе теплоты фазового перехода, который размещен в помещении главного машинно-котельного отделения и в аккумуляторе теплоты водяном, расположенном в двух балластных цистернах.

Все перечисленные мероприятия приводят к большому сокращению времени работы вспомогательного котла и к экономии в конечном итоге топлива. Соответственно, совпадение экономической и экологической проблем в сокращении расхода топлива является перспективным направлением в создании современных судов и модернизации проектов прошлых лет.

В нашей статье выявлено, что результаты расходы на топливо снижаются приблизительно на 6,6%, что уменьшает выбросы выхлопных газов на 12 – 13%.

Список литературы:

1. Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
2. Бабенко Э.Г. Расчет режимов резания при механической обработке металлов и сплавов. – Хабаровск: ДВГУПС, 1997. – 65с.
3. Баукин В.Е., Вялов А.П. и др. Оптимизация конструкции термоэлектрических генераторов большой мощности // Термоэлектрики и их применения: Доклады XIII межгосударственного семинара. – ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург., 2002 г., с. 411 – 416.



4. Борисов, Н.Н «Основные требования к дипломным проектам и их оформлению». Методические указания. / Н.Н. Борисов, В.В. Колыванов, М.Ю. Храмов, М.Х. Садеков. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2015. – 68с.

5. Веденеев В.П., Гречко Н.М. и др. Технология термоэлектрических батарей радиально-кольцевой геометрии // Термоэлектрики и их применения: Доклады X межгосударственного семинара. – ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург., 2006 г, 369 – 372 с.

6. Ляшков В. И. Теоретические основы теплотехники: Учеб. пособие. 2-е изд., стер. М.: Изд-во Машиностроение-1, 2005. – 260 с.

7. Матвеев Ю.И. Повышение долговечности деталей судовых дизелей с использованием плазменного напыления и лазерной обработки // Автореф. дисс. д.т.н. Н. Новгород.: Нф ИМАШ РАН, 2003. – 42 с.

