

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛА ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ НА СУДАХ

Черкаев Г.В.¹, Корнилова А.С.², Дрягина Д.Р.³, Никонова Р.А.⁴

¹Черкаев Георгий Владимирович - кандидат технических наук, доцент;

²Корнилова Анастасия Сергеевна – магистрант;

³Дрягина Дарья Романовна – магистрант;

⁴Никонова Рада Андреевна – магистрант;

кафедра экологии промышленных зон и акваторий;

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

Санкт-Петербургский государственный морской технический университет,

г. Санкт-Петербург

Аннотация: в статье рассматриваются преимущества использования тепла отходящих газов энергетической установки судна, значение вспомогательных и утилизационных котлов как элементов судовой энергетической установки, а также возможность замещения вспомогательного котла утилизационным с целью повышения экономичности энергетической установки и снижения негативного воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: утилизационный котел, вторичные энергоресурсы, судовая энергетическая установка.

Проблемы экономии топлива и использования вторичных энергоресурсов весьма актуальны на современном флоте, который является одним из крупнейших потребителей топлива.

Эксплуатация судовых энергетических установок сопровождается выбросами отработавших газов. Вместе с ними более половины всей тепловой энергии, подводимой к СЭУ, сбрасываются в окружающую среду.

Оборудование судов утилизационными установками, которые используют теплоту отработавших газов, позволит снизить негативное влияние на окружающую среду и повысить экономичность энергетической установки.

В настоящее время более 85% отечественного морского и речного флота оборудовано дизельными энергетическими установками. Установленные на судах двигатели внутреннего сгорания, которые в настоящее время считаются наиболее эффективными машинами для преобразования тепловой энергии в работу, используют менее 50% тепловой энергии топлива.

Эффективный КПД современных судовых дизелей изменяется в пределах 0,36-0,45. Наибольшая доля энергетических потерь в двигателе приходится на непревратимую часть тепла, переданного рабочему телу при горении топлива (16,64%), а также на потери с выпускными газами (20%) и охлаждающей средой (17,25%) [1]. Следует отметить, что потеря с выпускными газами включает в себя часть потери с охлаждающей средой на линии выпуска. Потеря с охлаждающей средой тоже входит в состав механических потерь. Таким образом, потеря с охлаждающей средой при рассмотрении энергетического баланса относительно мощности на валу двигателя будет превышать 20%.

Анализ параметров рабочего процесса современных судовых дизелей показывает, что все мероприятия, связанные с уменьшением потерь за счет совершенствования конструкции и рабочего процесса дизелей, не могут дать существенного повышения КПД [1]. Следовательно, основным направлением совершенствования судовых дизельных энергетических установок является изыскание возможностей комплексного использования потерь тепла в дизелях для обеспечения всех потребителей судна.

Большинство судов мирового флота оборудуются вспомогательными котельными установками и утилизационными котлами. В вспомогательных котлах источником энергии для получения пара служит топливо, сжигаемое в их топках. В утилизационных котлах, работающих только на ходу судна, используется теплота выпускных газов главных двигателей. Она является основной тепловой потерей в двигателе; поэтому утилизация теплоты может дать экономию топлива в пределах 8-11%. Вспомогательные и утилизационные котлы являются основными типами котлов на современных судах.

Значение вспомогательных и утилизационных котлов как элементов судовой энергетической установки весьма существенно. Об этом свидетельствуют следующие данные: отношение мощности вспомогательных котлов к мощности главной энергетической установки (ГЭУ) на морских транспортных судах составляет от 20-60% (на сухогрузах) до 200-300% (на танкерах); на промысловых судах (в среднем по всему флоту) - 175%; на судах речного флота от 10-60% (сухогрузы, пассажирские) до 100% (танкеры). Мощность утилизационных котлов на крупных морских судах достигает 40-50% мощности ГЭУ [1].

Вспомогательная котельная установка служит для получения пара или горячей воды, используемых различными судовыми потребителями. Часть этих потребителей обеспечивает работу главной энергетической установки (подогреватели топлива и масла, обогреватели кингстонов забортной воды и

др.), другая часть, включающая отопительные приборы, душевые, камбуз, прачечные - хозяйственные и бытовые нужды. Перечисленных потребителей обычно объединяют под общим названием системы теплоснабжения судна.

Значительный расход пара требуется для подогрева жидкого груза на танкерах и обеспечения технологических нужд на промысловых судах. На крупнотоннажных дизельных танкерах, а также промысловых судах — рыбозаводах и плавбазах производительность парогенераторных установок может достигать 35 т/ч и более и приближаться к производительности главных паровых котлов (ГПК), устанавливаемых на паровых судах. Так как пар выполняет вспомогательные функции, то установки, его производящие, называются вспомогательными [2].

Расход тепловой энергии в ходовом режиме на современных судах можно частично или полностью покрывать за счет работы утилизационных котлов. Возможность замещения вспомогательного котла утилизационным в ходовом режиме зависит от типа судна, его грузоподъемности, мощности энергетической установки и района плавания.

На рисунке 1 приведены расходы тепловой энергии для различных типов судов в зависимости от мощности главных двигателей при плавании в холодное время навигации. На этом же графике представлено количество тепла, которое может быть преобразовано в тепловую энергию за счет тепла выпускных газов и охлаждающей воды для двигателей без наддува (линия А) и количество тепла, которое может быть получено только за счет тепла выпускных газов (линия Б).

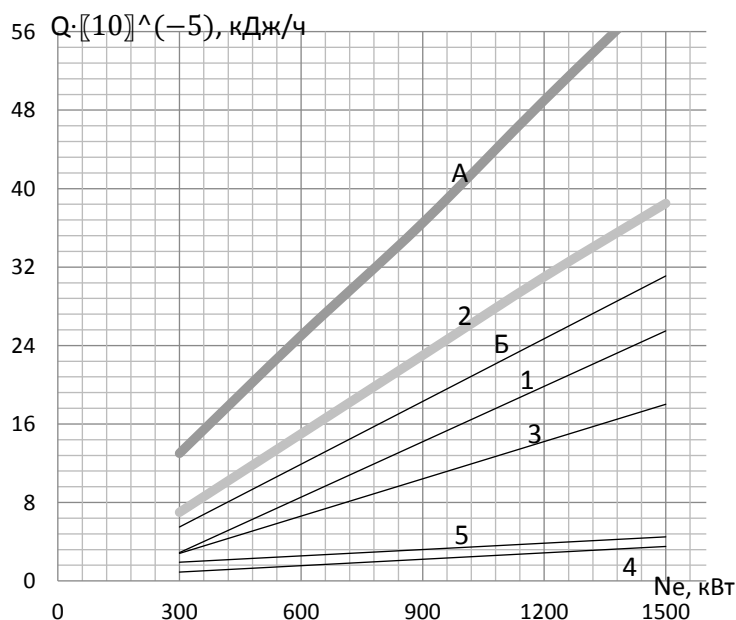


Рис. 1. Расход тепловой энергии и количество тепла, получаемое за счет отходов тепла главных двигателей, для различных типов судов в зависимости от мощности установки:
 1 - грузопассажирские суда; 2 - танкеры (осенний период); 3 - танкеры (летний период); 4 - буксиры и толкачи; 5 - сухогрузные суда; А - количество тепла, получаемое от дизеля за счет тепла выпускных газов и охлаждающей воды; Б - то же, только за счет выпускных газов.

Из сопоставления приведенных зависимостей видно, что при использовании отходов тепла главных двигателей буксирных и сухогрузных судов на системы теплоснабжения тепловые схемы получаются чрезмерно избыточными. На танкерах избыточная тепловая схема имеет место в летний период навигации и при перевозке легких нефтепродуктов [1].

Разность между теплом, которое можно утилизировать от двигателя, и теплом расходуемым на системы теплоснабжения и подогрева груза, может быть использована для выработки электроэнергии в турбогенераторе вместо получения ее в дизель-генераторе.

У большинства судов (за исключением танкеров, перевозящих нефтепродукты и требующих значительных расходов теплоты на подогрев груза) количество теплоты, которое можно использовать в утилизационных котлах, значительно превышает судовые потребности. Избыток располагаемой теплоты выпускных газов над ее потреблением на теплоснабжение и другие нужды (кроме подогрева груза) возрастает с увеличением мощности энергетической установки (ЭУ). Поэтому на современных крупных морских судах применяют так называемые системы глубокой утилизации теплоты (ГУТ), где пар используется для теплоснабжения и выработки электрической энергии.

С начала 1970-х гг. получили распространение системы с глубокой утилизацией теплоты. В ней используется не только энергия уходящих газов, но и тепло охлаждающей воды, смазочного масла и наддувочного воздуха ДВС. Это тепло используется для подогрева питательной воды, проходящей через поверхностные подогреватели. Энергии пара, производимого подобными системами, достаточно не только для обеспечения нужд судна и работы утилизационного турбогенератора, но и для привода пропульсивной паровой турбины, работающей через передачу на гребной винт параллельно главному двигателю. Системы с глубокой утилизацией теплоты в настоящее время активно применяются в составе СЭУ транспортных судов большого водоизмещения [3].

Опыт эксплуатации морских транспортных судов отечественной и зарубежной постройки показал, что при мощности ЭУ более 7,5-11 тыс. кВт (в зависимости от типа судна и параметров двигателя) системы ГУТ позволяют полностью обеспечить потребность судна в тепловой и электрической энергии на основных ходовых режимах, а при мощности более 18,5 тыс. кВт часть избыточной утилизируемой энергии передать на гребной винт для движения судна [2].

Таким образом, утилизационная энергетическая установка, состоящая из утилизационного котла, турбогенератора, конденсатора и других элементов, входящих в состав обычной паротурбинной энергетической установки, может полностью заменить в основных ходовых режимах вспомогательный котел и дизель-генератор. Если расход пара превышает паропроизводительность котла-утилизатора, то включается вспомогательный, генерирующий недостающее количество пара.

Список литературы

1. *Хряпченков А.С.* Судовые вспомогательные и утилизационные котлы. / А.С. Хряпченков. Л.: Судостроение, 1988.
2. Перспективы развития судовых электроэнергетических систем. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.kamlib.ru/files/book/book002/seu-3.pdf/> (дата обращения: 15.10.2017).
3. Судовые энергетические установки: научно-технический сборник. Вып. 16. Одесса: ОНМА, 2006.