

Д.И. Бевза
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ СУДОВЫХ УТИЛИЗАЦИОННЫХ КОТЛОВ

Ранее построенный и строящийся транспортный флот России имеет, в основном, дизельные энергетические установки, в которых в полезную работу превращается 38–42% теплоты, полученной от сжигания топлива. Остальная часть теплоты уходит от двигателя с охлаждающей жидкостью, отбирается системой смазывания, отдаётся двигателем в окружающую среду со своей поверхности.

Самая же ценная часть вторичной теплоты (22–28%) – та, которая отбирается от отработавших газов, имеющих температуру до 400–600°C.

Рациональное использование тепла выхлопных газов энергетических установок судов увеличивает их КПД, даёт значительную экономию топлива и снижает себестоимость перевозок грузов или пассажиров. Поэтому имеет смысл уделить внимание установкам утилизации теплоты, а конкретно, задаче создания эффективной и надёжной конструкции утилизационного котла.

Существует достаточное множество конструкций утилизационных котлов, которые находят или находили своё применение на судах. Однако все они, помимо положительных качеств, имеют и существенные недостатки.

Конструкция водотрубного утилизационного котла с естественной циркуляцией позволяет получать пар без использования энергии извне для прокачки холодного теплоносителя, а изогнутая форма трубок не препятствует термическим расширениям. Однако необходимо в значительной степени учитывать гидравлические сопротивления в трубках с целью обеспечения скорости движения теплоносителя, достаточной для надёжной и эффективной работы котла. К тому же его массогабаритные показатели, относительная сложность изготовления элементов и сложность очистки внутритрубного пространства оставляют желать лучшего.

Несколько лучшими массогабаритными показателями характеризуются водотрубные утилизационные паровые котлы с многократной принудительной циркуляцией, получившие широкое распространение на отечественных судах. В основном, это котлы с цилиндрической формой кожуха и спиралевидной формой трубных змеевиков. Спиралевидная форма позволяет добиться увеличения площади теплообмена, за счёт центробежных сил сформировать в центре потока турбулентные завихрения, увеличивающие теплоотдачу, и компенсировать температурные расширения.

Однако, как и в выше рассмотренных котлах, существует проблема очистки и сложности изготовления его элементов. К тому же, как показала практика, есть вероятность образования застойных зон в некоторых областях змеевиковых трубок с возможностью перегрева «холодного» теплоносителя и дальнейшей поломки котла.

Утилизационные газотрубные паровые и водогрейные котлы, также нашедшие применение на судах, отличаются более простой конструкцией по сравнению с выше рассмотренными котлами, простотой изготовления, обслуживания и ремонта. Но тяжёлые температурные условия, в которых находятся элементы котла, пониженная надёжность, необходимость компенсации температурных расширений из-за использования прямых труб, а также более низкий коэффициент теплоотдачи заставляют задуматься о целесообразности использования подобных котлов.

Хотелось бы отметить, что уже достаточно давно идёт спор относительно выбора между водотрубными и газотрубными котлами. Этот спор является актуальным и для систем утилизации теплоты, потому что, кроме своих недостатков, котлы обоих типов обладают значительными преимуществами.

Котлы с дымогарными трубками, как уже упоминалось, более просты по конст-

рукции, более технологичны, имеют удобную компоновку, обладают большим водосодержанием, а значит и более устойчивой температурой воды на выходе.

Буквально перечёркивает перечисленные преимущества газотрубного котла его пониженная надёжность, вызванная зонами перегрева в узлах крепления трубок в переднюю трубную доску. К тому же, проблему усугубляет затрудненная очистка межтрубного внутрикорпусного пространства от накипных и иных отложений.

Что же касается водотрубных котлов-утилизаторов, то конструктивно они более сложны, чем газотрубные, и имеют менее удобную компоновку.

Однако, котлы этого типа значительно надёжнее, химически и коррозионно стойки ввиду иного, стабильно низкого температурного режима работы его элементов; более манёвренны и более эффективны. Кроме того, в корпусе котла отсутствуют высокие давления, а возможность удаления накипи с поверхности трубок представляется более простой и полной.

В настоящее время, доминирующее предпочтение отдаётся водотрубным котлам. Но представляется заманчивым объединить преимущества котлов обоих типов.

Задача разработки эффективной и надёжной конструкции водотрубного утилизационного котла, объединяющей преимущества котлов и водотрубных, и газотрубных, является основной задачей будущей научной работы. В качестве конструкции-прототипа, имеющей свои перспективы на дальнейшую доработку, а после и внедрение в судовые энергетические установки, представлена следующая конструкция водотрубного утилизационного котла (рис. 1).

Котёл имеет цилиндрический кожух и матрицу, образованную прямыми трубками, что делает доступным механическую чистку, уменьшает сопротивление движению теплоносителя и предотвращает возможность образования мест локального скопления загрязнений.

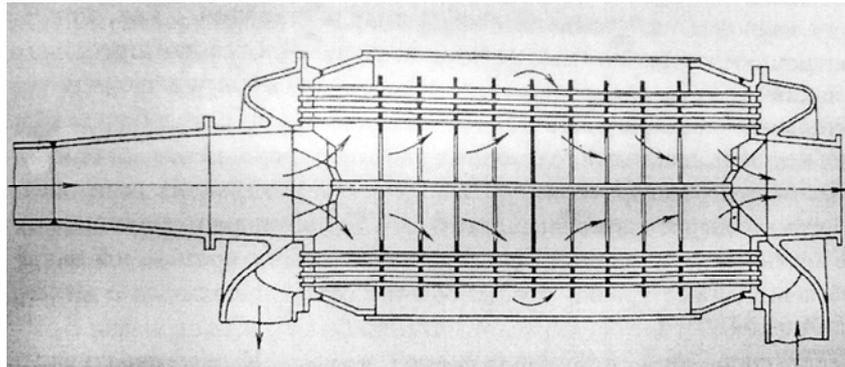


Рис. 1. Прототип конструкции нового водотрубного утилизационного котла

Осевая цилиндрическая компоновка котла обеспечивает высокую компактность и удобство его монтажа в любых стесненных условиях.

Особо организованная, П-образная, схема тока делает омывание трубок поперечным (более эффективным), равномерным, протекающим с большей скоростью, а горячие газы, пройдя через пучок трубок, приходят в соприкосновение с корпусом котла уже достаточно остывшими. Пониженная температура корпуса способствует снижению тепловых потерь и позволяет уменьшить толщину изоляции.

Также, низкое давление выхлопных газов делает возможным применение в качестве компенсации температурных напряжений гофр на корпусе котла.

Однако есть и «минусы» в представленной конструкции. Внутреннее пространство котла имеет множество поперечных перегородок. Было бы эффективнее заменить их каким-либо устройством, позволяющим равномернее направлять поток, одновременно сохраняя давление дымовых газов.

Кроме того, эффективным было бы создание большей ходовости за счёт изменения конструкции подводящей и отводящей полостей.

Использование рёбер жёсткости в виде прутков с устройством для компенсации температурных расширений было бы рациональнее.

Поскольку будущий котёл предполагается эксплуатировать в системах с глубокой утилизацией тепла, должное внимание необходимо уделить материалу изготовления трубок.

При создании качественно новой конструкции утилизационного котла, имеющей все шансы найти применение на отечественных судах, возникает необходимость в разработке математических моделей её расчёта. Данная задача является ещё одним предметом исследований в предстоящей научной работе.

В заключении хотелось бы отметить, что является перспективным внедрение утилизационных котлов и в состав стационарных систем когенерации на береговые тепловые станции, в большей степени мини ТЭС. Эти станции обладают автономностью, пониженной в разы стоимостью выработки тепла и электроэнергии, малыми потерями при их транспортировке и высоким качеством тепловой и электрической энергий.

Н.А. Пономарев
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

НЕСООТВЕТСТВИЯ ТЕРМИНОЛОГИИ В ДИСЦИПЛИНЕ «ЭКСПЛУАТАЦИЯ СУДОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК»

Основные термины в различных областях науки и техники должны быть стандартизованы, чтобы каждый понимался одинаково всеми специалистами. Это позволяет избежать двоякого толкования. Применение терминов-синонимов стандартизованного термина недопустимо.

Выпущен целый ряд Государственных стандартов, устанавливающих термины и их определения, например:

ГОСТ 26069-86. Механизмы палубные и судовые устройства. Термины и определения

ГОСТ 24060-80. Средства активного управления судами. Термины и определения

ГОСТ Р 51852-2001. Установки газотурбинные. Термины и определения

Термины и их определения для дноуглубительных снарядов стандартизованы на международном уровне: в 1991 г. утвержден стандарт ИСО 8384 «Судостроение и морские сооружения – Дноуглубительные снаряды – Словарь».

В Академии наук есть комитет, который устанавливает терминологию, рекомендуемую к применению в научно-технической литературе, информации, учебном процессе, стандартах и документации. В частности, в выпуске «Термодинамика. Терминология» в разделе «Общие понятия» определены термины, используемые при изучении обсуждаемой нами дисциплины: «Работа процесса (работа)», «Теплота процесса (теплота)», «Рабочее тело», «Термодинамические параметры» и многие другие.

Каждая часть Российского Речного Регистра начинается с раздела «Определения и пояснения», см. например [3].

Упорядочению применяемых в технике терминов способствует издание политехнических словарей и энциклопедий [1, 2].

Дисциплина «Эксплуатация судовых энергетических установок» изучается на 3-ем курсе факультета судовождения (специальность 180402). Она включает разделы, которые кратко излагают дисциплины, читаемые на электромеханическом факульте-