РАЗДЕЛ VI. ТРАНСПОРТ

Васильев С.А., Тихонов Н.Ф., Надеждина О.А.
Анализ судовых энергетических установок (СЭУ)

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»
(Россия, Чебоксары)

doi: 10.18411/lj-05-2021-67

Аннотация

В статье дан анализ современных судовых энергетических установок. Проанализированы основные элементы энергетических установок и требования к ним.

Ключевые слова: судовая энергетическая установка, двигатель, турбины, механизм, топливо.

Abstract

The article analyzes modern marine power plants. The main elements of power plants and their requirements are analyzed.

Key words: marine power plant, engine, turbines, mechanism, fuel.

Устройство

Судовая энергетическая установка состоит из:

- главного двигателя, обеспечивающего мощность судна;
- движителя, прибора для преобразования энергии вращения движителя в упор, приложенный к судну;
- валопровода, передающего мощность от главного двигателя к движителю;
- вспомогательных механизмов, обеспечивающих судно электроэнергией, паром, опресненной водой.

Судовая энергетическая установка должна соответствовать определенным требованиям. Она должна быть легкой, компактной, надежной с высоким моторесурсом. Она также должна потреблять мало самого дешевого топлива, то есть иметь низкий расход топлива [1]. Двигатели на судах вырабатывают механическую энергию посредством преобразования тепловой энергии, образующейся при сжигании топлива. Это тепловые двигатели. Они делятся на паровые двигатели и двигатели внутреннего сгорания. Паровые двигатели работают от энергии пара, который образуется в паровых котлах при сжигании топлива в топках. Двигатели внутреннего сгорания работают от энергии газов, образующихся при сгорании топлива в самих двигателях. Так работают и газовые турбины, использующие энергию газов, образующихся при сгорании топлива в специальных камерах.

Двигатели внутреннего сгорания делятся на поршневые, турбинные и реактивные. В первом случае возвратно-поступательное движение поршней под давлением рабочей силы преобразуется во вращательное движение вала. В турбинных двигателях принцип действия заключен во вращении вала под действием скоростного потока частиц пара или газа, воздействующего на лопатки рабочего колеса. Реактивные двигатели создают тягу по иному принципу - под действием реакции струи газов, вытекающей из сопла двигателя.

Деление на типы связано со способом превращения тепловой энергии в механическую. Двигатели, которые устанавливаются на современных судах, делятся на двигатели внутреннего сгорания, паровые турбины, газовые турбины. Они отличаются способом превращения энергии и способом передачи крутящего момента от главного

двигателя к валу. На гражданских судах чаще используются такие установки, как дизельные и паротурбинные.

Современные судовые энергетические установки. Принцип действия

Для того чтобы определить какой тип судовой энергетической установки необходим для судна, нужно провести сравнительную оценку перспективных вариантов, удовлетворяющих поставленным требованиям. Проработка сопоставимых вариантов судовых энергетических установок производится применительно к одним и тем же условиям, определяемым типом и назначением судна [2, 3].

Дизельные энергетические установки состоят из дизеля, топливоподающей системы, системы смазки, системы охлаждения, пусковой системы. Дизель имеет несколько цилиндров, объединенных в единый блок. Поршень внутри цилиндра передает движение в коленчатый вал с помощью шатуна. В результате осуществляется сложный процесс, заключающийся во всасывании воздуха в цилиндр, его сжатии, сопровождающимся нагревом воздуха. Далее происходит впрыск топлива, воспламенение и расширение горячих газов, выхлоп отработавших газов. Процесс может происходить либо за 4 хода, либо за 2. Согласно этому дизели бывают четырехтактными и двухтактными. Первые несколько экономичные, но более громоздкие при равной мощности обоих.

Двигатели внутреннего сгорания делятся на малооборотные (до 250 об/мин), среднеоборотные (300 - 600 об/мин) и высокооборотные [4]. Они могут быть простого действия, если рабочий цикл совершается только в верхней полости цилиндра, и двойного действия, если цикл совершается в обеих полостях. По мере роста оборотов размеры дизеля, его мощность, моторесурс, уменьшаются. Ухудшается его экономичность. Дизели с низким количеством оборотов работают непосредственно на гребной винт. Коэффициент полезного действия судовых дизелей может быть до 45 %.

В паротурбинных установках имеются паровые котлы и паровые турбины. Первые отвечают за подачу топлива, воды, воздуха и отвода пара и дыма. в паровых турбинах подводится пар от котлов к конденсаторам, где отработавший пар снова превращается в воду. Котел состоит из корпуса, топки и газоходов и работает на жидком мазуте, самом дешевом топливе. В корпусе находятся вода (внизу) и пар (вверху). В топке сжигается топливо, дымовые газы выходят в дымовую трубу по газоходам. В паровой турбине потенциальная энергия сжатого пара преобразуется в кинетическую энергию скоростной струи пара, а затем в механическую работу вращения вала. Газотурбинные установки объединяют в себе преимущества паровых турбин и двигателей внутреннего сгорания.

В газовой установке работу выполняют газы, которые образуются при сгорании топлива в специальных камерах. В паровой турбине рабочее тело – пар. Превращение энергии рабочего тела в механическую происходит в результате не возвратно-поступательного, как это происходит в двигателях внутреннего сгорания, а в результате вращательного движения. Устройство газотурбинной установки включает газовую турбину, в которой тепловая энергия горячих газов превращается в механическую; воздушный компрессор, засасывающий и сжимающий воздух, необходимый для сгорания топлива; камеры горения; трубопроводы, по которым воздух попадает к генератору газа, от них в газовую турбину и отводится в атмосферу; утилизационные устройства; топливную и масляную системы и другие элементы.

На некоторых судах применяют комбинированные установки. В частности, на тех, которые имеют два режима хода, отличающихся по потребляемой мощности и продолжительности [5].

Устройство комбинированных установок включает двигатели двух типов — основной - дизель или паровая турбина, обеспечивающий длительный экономический

ход, и форсажный двигатель, служащий для резкого кратковременного увеличения мощности и, как следствие, скорости хода. Комбинированные судовые энергетические установки применяют на пассажирских, контейнерных и других судах, которым необходимо точно выдерживать расписание, независимо от погоды. Некоторые суда оснащены установками с электродвижением. Это ледоколы, паромы, портовые буксиры, называемые также дизель-электроходами, турбоэлектроходами или газотурбоэлектроходами, в зависимости от вида первичного двигателя. Они достаточно маневренны из-за наличия гребных электродвигателей.

Относительно недавно создана новая судовая энергетическая установка – атомная. Она отличается от других типов установок тем, что пар образуется не в котле, а в парогенераторе, который использует тепло, образующееся в результате ядерной реакции в реакторе. Атомные энергетические установки очень экономичны, но громоздки, и в основном могут использоваться на судах дальнего плавания. Например, их применение целесообразно на ледоколах, подводных лодках военного назначения, авианосцах. Дизельные установки отличаются не только экономичностью, но и тяжестью и большими размерами. У них расход топлива равен 180—220 г/(кВт • ч). Паротурбинные установки тратят больше топлива (280—320 г/(кВт • ч)), и менее тяжелы и громоздки.

Современные паротурбинные установки отличаются большим моторесурсом и большей мощностью – 245—260 г/(кВт • ч). Это важно учитывать при выборе энергетической установки.

Газотурбинные установки легче, компактнее, они, с меньшим потреблением топлива. В связи с этим они считаются наиболее перспективными для установки на тех судах, где важен объем. Например, для установки на контейнерных лайнерах.

Дизельные установки способны изменять направления вращения вала [6]. То есть способность к реверсу является их существенным преимуществом. У паротурбинных и газотурбинных установок эта функция отсутствует и для этой цели приходится предусматривать либо турбину заднего хода, либо применять гребной винт, так называемого, регулируемого шага.

Заключение

Таким образом, установление судовых энергетических установок требует изучения характеристик судна и его целевого назначения, что даст ответ на то, какой должна быть комплектация энергетической установки. Имеет значение также и уровень способности судопривода загрязнять окружающую среду и водные ресурсы.

1. Патент на полезную модель № 166326 U1 Российская Федерация, МПК В63Н 23/24. Судовая энергосберегающая установка : № 2016119864/11 : заявл. 23.05.2016 : опубл. 20.11.2016 / В. Н. Тимофеев, Л. В. Тузов, О. К. Безюков [и др.].
2. Жемчугов Г.А., Калашников В.К., Круглин В.А. Этапы создания и перспективы развития систем электродвижения судов. Электричество, № 4, 2000.
3. Патент на полезную модель № 167801 U1 Российская Федерация, МПК В60К 11/02, F01Р 3/20. Система автоматического регулирования теплового режима судового двигателя внутреннего сгорания : № 2016113248 : заявл. 06.04.2016 : опубл. 10.01.2017 / В. Н. Тимофеев, Н. Ф. Тихонов.
4. Иванов М.Ю., Неелов А.Н., Сорокин В.А., Шишкин В.А. Состояние и перспективы развития судовых малооборотных дизелей MAN B&W с электронными системами управления (ЭСУ). Научно-техн. сборник Росс. морского регистра судоходства, СПб., № 27, с.241, 2004.
5. Тимофеев, В. Н. Судовые термоэлектрические генераторы / В. Н. Тимофеев, Н. Ф. Тихонов // Концепции устойчивого развития науки в современных условиях : сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции: в 6 частях, Казань, 14 декабря 2017 года. – Казань: Общество с ограниченной ответственностью "Агентство международных исследований", 2017. – С. 169-178.
6. ГОСТ 21792-89. Установки дизельные судовые. Приемка и методы испытаний на судне.