

В нашем случае резонансная амплитуда при двухузловой форме колебаний (частота колебаний 3306 кол/мин) достигает максимальной величины, а следовательно, и напряжения будут максимальными. Варьируя элементами системы (моментами инерции масс и податливостью участков вала), можно сместить частоту колебаний и тем самым снизить резонансную амплитуду и напряжения, исключив запретную зону из диапазона частот вращения двигателя.

Для любого МДК на стадии проектирования варьированием элементами системы и приведенными выше зависимостями можно получить те частоты колебаний, при которых нет необходимости в установке демпфера крутильных колебаний.

Сложные современный инструментарий измерения вибро- и тензохарактеристик, технологию его использования в лабораторных и натуральных (судовых) условиях, а также методику обработки результатов с оценкой возможных погрешностей авторы представят в отдельной статье.

Список литературы

1. Терских В. П. Крутильные колебания валопровода силовых установок / В. П. Терских. — Л.: Судостроение, 1969–1970. — Т. 1–4. Прил.
2. Российский морской регистр судоходства. Правила классификации и постройки морских судов. — СПб., 2008. — Т. 2. — 691 с.
3. Истомин П. А. Крутильные колебания в судовых ДВС / П. А. Истомин. — Л.: Судостроение, 1968. — 304 с.

УДК 629.5.03.001.26

И. А. Доровикова,
канд. техн. наук, доцент,
Санкт-Петербургский государственный
морской технический университет

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ СУДОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

OPTIMIZATION OF SHIP POWER PLANT WORK

В предлагаемой работе на основе анализа современных тенденций развития энергетических установок приводятся методика выбора исходных параметров судовых энергетических установок новых проектов судов, дается по возможности лаконичное логическое изложение основных зависимостей, положенных в основу выбора исходных параметров и при оптимизации работы установки, и последующего анализа реализуемой конструкции.

The paper, on the basis of thorough analysis of current trends in the development of power plants gives the methods of selecting initial parameters of power plant for new ship designs. The paper presents possible logical statement of the basic dependencies as the basis of initial parameters choice and for optimization of the plant and subsequent analysis of the implemented design.

Ключевые слова: судовые энергетические установки, оптимизация работы СЭУ, энергоёмкость тракторной установки, режим оптимального энергоиспользования, анализ энергосбережения судна.

Key words: ship power plants, optimization of the SPP, the energy intensity of transportation, mode of optimal energy use, analysis of vessel energy-saving.

ОТЗВАНЫЙ / RETRACTED 15.03.2022

Н А практике традиционно под экономичным режимом судовой энергетической установки (СЭУ) понимается работа с минимальным количеством путевого расхода топлива (b_y). На этом режиме работы установки увеличивается дальность плавания судна или достигается экономия топлива при заданном пути.

Между тем такой ход судна обеспечивается на режимах работы главных двигателей в диапазоне 50–60 % номинального, которые являются неблагоприятными для работы систем утилизации вторичных ресурсов установки и теплового состояния двигателей [1]. Кроме того, при оценке b_y не учитываются внутренняя схема энергообеспечения установки, условия эксплуатации судна (например, степень его загрузки), а также то, что главные и вспомогательные элементы установки как правило, используют различные виды топлива [2].

Лишен этих недостатков способ оптимизации работы СЭУ, исходя из минимума энергоёмкости транспортной работы судна (энергоёмкости транспортировки):

$$e = (x \cdot B_r \cdot P_r Q_n + x_b \cdot B_b \cdot Q_{nb} + x_k \cdot B_k \cdot Q_n - x_v \cdot b_r \cdot P_v \cdot Q_n - x_y \cdot Q_y - x_{др} \cdot Q_{др}) G \cdot v \rightarrow \min,$$

где x , x_b , x_k , x_v , x_y и $x_{др}$ — число работающих в ходовом режиме главных двигателей, вспомогательных двигателей, автономных котлов, валогенераторов, утилизационных котлов и других устройств, использующих вторичные ресурсы установки (далее — утилизирующих устройств);

P_r и P_v — долевая мощность главного двигателя и агрегатная мощность валогенератора;

B_r , B_b и B_k — долевой часовой расход топлива главного двигателя, часовой расход топлива вспомогательного двигателя и часовой расход топлива автономного котла в ходовом режиме;

Q_{nb} и Q_n — низшая удельная теплота сгорания топлива, используемого вспомогательными и главными двигателями;

Q_y и $Q_{др}$ — теплопроизводительность утилизационных котлов и других утилизирующих устройств в ходовом режиме;

b_r — долевой удельный расход топлива главного двигателя в ходовом режиме;

G — масса перевозимого груза;

v — скорость движения судна.

Варьируемыми величинами при расчете энергоёмкости транспортировки являются:

— число работающих элементов СЭУ (главных и вспомогательных двигателей, автономных и утилизационных котлов, валогенераторов и других утилизирующих устройств) в пределах их количества в составе СЭУ;

— долевая мощность главного двигателя при работе его по соответствующей винтовой характеристике (нормальной, облегченной или утяжеленной);

— долевые удельный и часовой расход топлива при работе главного двигателя по соответствующей винтовой характеристике (нормальной, облегченной или утяжеленной); скорость движения судна;

В результате на основе анализа возможных схем энергообеспечения судна (движения судна, тепло- и электроснабжения) определяются:

— оптимальная скорость движения судна (скорость движения судна при $e = e_{\min}$);

— соответствующие ей режим работы главных двигателей и схема тепло- и электроснабжения судна, которые позволяют с возможно максимальной эффективностью использовать энергию расходуемых топлив.

При этом учитываются структура установки, потребности в тепло- и электроэнергии, возможности их (теплоты и электроэнергии) получения на долевых режимах работы главных двигателей и конкретные эксплуатационные условия (техническое состояние судна и движительного комплекса, его загрузка, навигационные и климатических условия). Последнее (эксплуатационные условия) учитывается выбором соответствующих скоростных характеристик элементов главного энергетического комплекса.

Обоснованный таким образом режим работы СЭУ называется режимом оптимального энергоиспользования.

Оптимизация работы СЭУ производится с помощью модели, состоящей из функционала (приведенной выше зависимости для энергоемкости транспортировки) и системы ограничений и граничных условий для величин, входящих в указанную зависимость.

У большинства транспортных судов режим оптимального энергоиспользования располагается в диапазоне 70–80 % номинального режима работы главных двигателей. Работа установки на этом режиме позволяет существенно (до 40 % по сравнению с номинальным режимом) экономить расход топлива и сохранять ресурс вспомогательных двигателей и котлов.

Выводы:

1) задачу оптимизации работы СЭУ следует рассматривать как поиск оптимальных технических решений. Конечная цель оптимизации — отыскание наиболее эффективного решения для некоторых задаваемых условий;

2) для выявления наилучшего соотношения различных технологических и энергетических процессов работы СЭУ с точки зрения обеспечения благоприятного протекания рабочих процессов и режимов энергоемкости транспортной работы судна при одновременном сохранении или улучшении их на экономичном режиме, то есть оптимального энергоиспользования, необходимо проведение объемного расчетного эксперимента с использованием методов математического планирования.

Список литературы

1. Стародомский М. В. Оптимизация температурного состояния дизельных двигателей / М. В. Стародомский, Г. А. Максимов. — Киев: Наук. думка, 1987. — 168 с.
2. Даниловский А. Г. Оптимизация судового пропульсивного комплекса: моногр. / А. Г. Даниловский, М. А. Орлов, И. А. Боровикова. — СПб.: СПбГМТУ, 2008. — 173 с.