

УДК 656.61.052.004.14

В.И. Истомин, профессор, д-р техн. наук,

А.А. Жмур, студент

Севастопольский национальный технический университет

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Украина, 99053

root@sevgtu.sebastopol.ua

РАСЧЕТ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ СУДНА «FRIO HELLENIC» НА РЕЖИМЕ ЭКОНОМИЧНОГО ХОДА

Разработаны методические рекомендации для экипажей морских судов по правильному выбору экономической скорости при движении в полном грузу на тихой воде на примере транспортного рефрижератора «FRIO HELLENIC», что позволяет существенно уменьшить затраты на горюче-смазочные материалы.

Ключевые слова: экономичность, горюче-смазочные материалы, экономичный ход, эксплуатация судов.

В настоящее время все актуальнее становится задача экономии топлива при эксплуатации судов, вследствие повышения цен на нефть и горюче-смазочные материалы (ГСМ). За период с 1970 г. цена на нефть выросла более чем в 10 раз (в ценах 2008 года) и, как следствие из этого, значительно повысилась стоимость эксплуатации судов транспортного флота. Около 80 % стоимости эксплуатации судна составляет стоимость ГСМ[1].

Поэтому одним из эффективных средств снижения удельного расхода топлива является работа главного двигателя (ГД) на режимах экономичного хода, которые позволяют снизить расходы топлива за рейс на 10-15%. Это обусловлено кубической зависимостью мощности двигателя от скорости судна, из которой следует, что даже незначительное снижение скорости позволяет получить ощутимый выигрыш в потребляемой двигателем мощности и, следовательно, в расходе топлива.[2]

В рассмотренных публикациях [1-4] была использована модель «статистические данные→технические стандарты→вычисление→сравнение со стандартными данными ГД» такой подход не совсем корректен, т.к. не учитывает специфики работы разных типов судов при различных условиях их эксплуатации судов. Исходными данными являются данные о расходе топлива отдельно взятым судном, которые обрабатываются и сравниваются со статистикой. Более точной и рациональной есть модель расчета экономхода судна: «данные по судну→вычисление→сравнение с данными ГД судна» затем полученные данные могут быть использованы на всех судах подобного типа для определения рациональной скорости движения судна.

Разработка научно-обоснованных решений вопроса повышения экономичности эксплуатации судна при движении на режиме экономичного хода на примере рефрижераторного судна «FRIO HELLENIC», основанных на комплексном, системном подходе, с использованием возможностей ЭВМ(программы MS Excel), который позволил разработать методики расчета наиболее оптимальной с точки зрения расхода топлива скорости движения данного судна.

Режим работы главного судового дизеля может быть определен частотой вращения вала двигателя и индикаторной мощностью или средним индикаторным давлением. Поскольку нагрузка двигателя внутреннего сгорания определяется цикловой подачей топлива, зависящей от положения топливной рукоятки управления двигателем, и при неизменной цикловой подаче топлива независимо от частоты вращения вала среднее индикаторное давление сохраняет свое значение, в качестве одной из основных ограничительных характеристик принято считать зависимость среднего индикаторного давления или индикаторной мощности от частоты вращения вала двигателя.

Предлагаемые для практического использования диаграммы являются зависимостями среднего индикаторного давления в цилиндрах двигателя $P_i=f_1(n, C_p)$ и индикаторной мощности двигателя $N_i=f_2(N, C_N)$ от частоты вращения вала двигателя n и значения коэффициентов квадратических парабол C_p и кубических парабол C_N , представляющих винтовые характеристики работы двигателя.

Расчет и построение этих диаграмм выполнены с использованием ограничительных характеристик $p_i=f(n)$, разработанных отделом теплотехники Черноморского морского пароходства.

Рассмотренные методы расчета и построения рабочих диаграмм с помощью ЭВМ, а также методы определения режима работы двигателей и анализа эффективности экономичного хода применимы ко всем транспортным судам с дизельными установками.[1]

Экономичный ход – это скорость судна, при которой мощность главного двигателя ниже номинальной. Экономичную скорость определяют при наличии резерва ходового времени, позволяющего судну своевременно прибыть в порт назначения. При этом обеспечивается минимальный расход топлива и смазочных материалов. Однако при выборе экономичных ходов следует учитывать не только экономические соображения, но и условия обеспечения оптимального рабочего процесса

двигателя, его высокой надежности и работоспособности. Если проанализировать характер зависимости относительно расхода топлива от относительной скорости судна, то видно, что максимальная экономия топлива достигается в зоне скоростей малого хода, равных 0,5 — 0,6 номинальной. Однако эти режимы не могут быть рекомендованы в качестве длительных эксплуатационных из-за ухудшения качества распыливания и сгорания топлива, интенсивного нагарообразования в цилиндрах двигателя и выпускном тракте. Кроме того, не обеспечивается работа утилизационных систем, что нарушает общий режим работы дизельной установки.[3]

Наименьшие значения мощности главного двигателя, рекомендованные для работы на режимах экономичного хода (экономхода) судна $N_{э, \min}$ имеющие основной целью предотвращение интенсивного заброса и коксования масла в выпускной системе двигателя, составляют 50% от наибольшей, допустимой с точки зрения тепловой и динамической загрузки двигателя при работе на одной и той же винтовой характеристике.[1]

В связи с этим, если в данных эксплуатационных условиях работы судна, определяемых осадкой и дифферентом, ветроволновым воздействием, состоянием подводной части корпуса и гребных винтов, глубины под килем и т. д., мощность главного двигателя, на экономходу принять за единицу, то полноту использования экономхода можно характеризовать коэффициентом $K_э$ (1), равным нулю на полном ходу и единице (или 100%) на режиме наименьшей мощности главного двигателя $N_{э, \min}$ при работе судна экономходом.

$$K_э = (N_n / N_э) - 1 \quad (1)$$

Графическая зависимость коэффициента полноты использования экономхода ($K_э$) для судна «FRIO HELLENIC» при движении в полном грузу ($T=9,5\text{м}$) на тихой воде представлена на рисунке 1. При этом $N_{en} = 11061 \text{ кВт}$ при $n=130 \text{ мин}^{-1}$

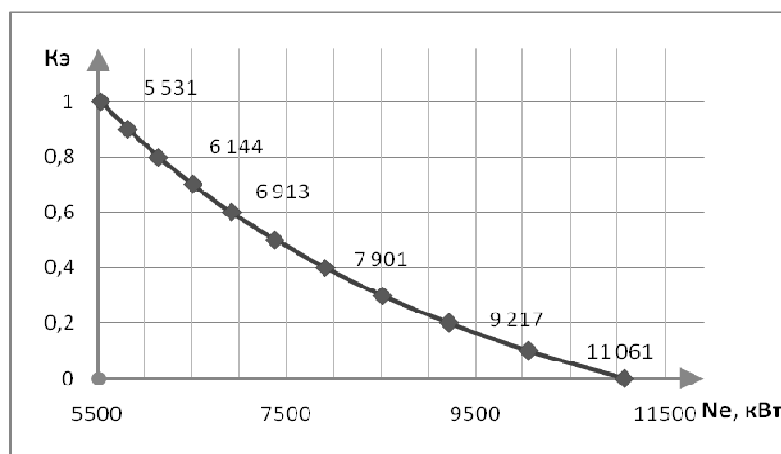


Рисунок 1 – График зависимости $K_э$ от мощности ГД

В ходе выполнения работы были также получены следующие графики, отражающие зависимости в пропульсивном комплексе судна при его движении на экономичных ходах. Они представлены на рисунках 2-5.

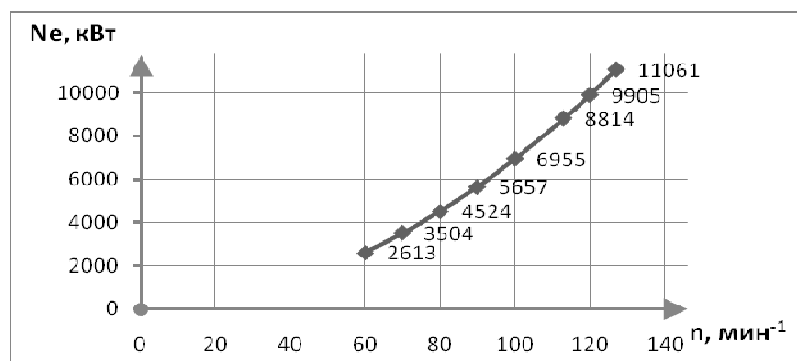


Рисунок 2 – График зависимости мощности ГД от частоты вращения ГВ

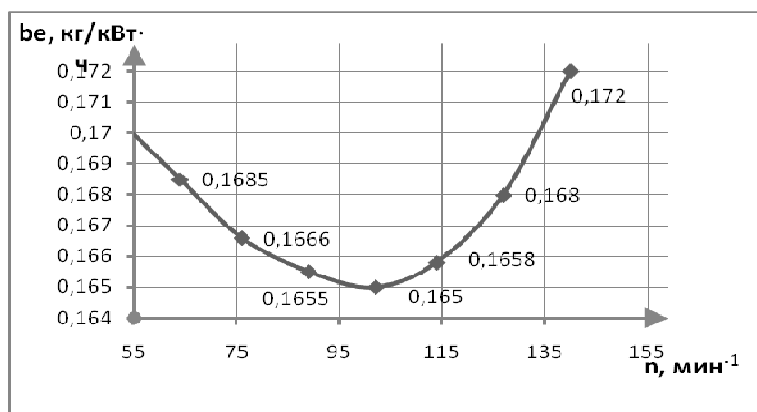


Рисунок 3 – График зависимости удельного расхода топлива от частоты вращения гребного вала

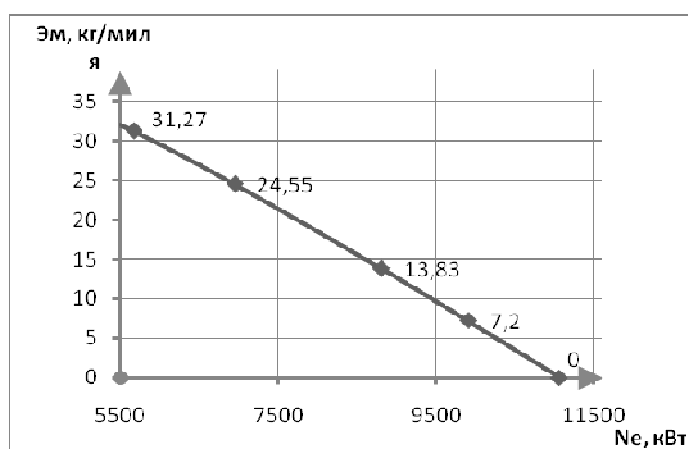
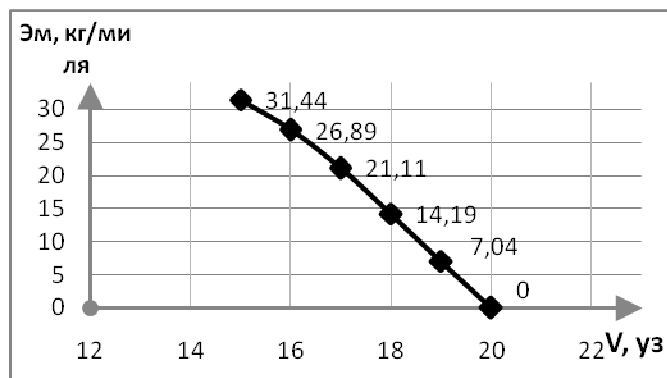
Рисунок 4 – График зависимости экономии топлива на милю пути Эм от мощности ГД

Рисунок 5 – График зависимость экономии топлива от скорости

Из анализа рисунка 3 можно сделать вывод о том, что оптимальной частотой вращения гребного винта, с точки зрения удельного расхода топлива, является частота, равная 104 мин⁻¹ при этом затрачивается минимальное количество топлива на выработку 1 кВт мощности в час. Однако данная частота вращения и соответствующая ей скорость движения судна ($V_s = 17,4$ уз) не есть рациональной для получения максимальной экономии топлива на милю пути, т.к. зависимость скорости судна от мощности ГД есть кубической. Графики зависимостей экономии топлива на милю пути (Эм) от мощности ГД и скорости движения судна «FRIO HELLENIC» представлены на рисунках 4 и 5, из которых можно сделать следующие выводы.

Максимальная экономия топлива на милю пути Эм достигается при мощности ГД N_e 50% и частоте вращения гребного винта 80% (для судна «FRIO HELLENIC» мощность равна 5500 кВт при частоте вращения ГД 104 мин⁻¹ и скорости 15 уз.). Также следует заметить, что для предотвращения

нагарообразования на деталях цилиндрично-поршневой группы следует режим экономхода в течение 11 часов чередовать периодом работы ГД на полном ходу в течение 1 час.

По графикам работы пропульсивного комплекса можно решать вопрос об эффективной скорости движения на тихой воде при различных случаях практической эксплуатации судна FRIO HELLENIC. В процессе дальнейших исследований будут рассмотрены такие проблемы как выбор оптимальной скорости при движении на волнении, при различной осадке и при других условиях.

Библиографический список использованной литературы

1. Капитонов И.В. Режимы работы судовых дизелей на экономичном ходу / И.В. Капитонов. — М.: В/О «Мортехинформреклама», 1985. — 48 с.
2. Шостак В.П. Проектирование пропульсивной установки судов с прямой передачей мощности на винт: учеб. пособие / В.П. Шостак, В.И. Гершаник, В.П. Кот, М.С. Бондаренко; под ред. Шостака В.П. — Николаев: УГМТУ, 2003. — 500 с.
3. Глотов Ю. Г. Эксплуатация судовых энергетических установок: учеб. пособие для мореход. училищ / Ю.Г. Глотов, В.А. Семченко, И.Г. Беляев. — М.: Транспорт, 1995. — 342 с.
4. Взаимодействие элементов судового пропульсивного комплекса: учебное пособие. — М.: ЦРИА «Морфлот», 1982. — 48 с.

Поступила в редакцию 27.03.2012 г.

Істомін В.І., Жмур А.А. Розрахунок раціональних параметрів руху судна «FRIO HELLENIC» на режимі економічної ходи

Розроблені методичні рекомендації для екіпажів морських суден з правильного вибору економічної швидкості при русі в повному вантажу на тихій воді на прикладі транспортного рефрижератора «FRIO HELLENIC», що дозволяє суттєво зменшити витрати на паливно-мастильні матеріали.

Ключові слова: економічність, паливно-мастильні матеріали, економічний хід, експлуатація суден.

Istomin V.I., Zhmur A.A. Calculation of the rational parameters of «FRIO HELLENIC» movement on the economical speed mode

Methodical recommendations are developed for crews of sea ship on correct selection of the full-loaded vessel speed on a calm water with example of reefer «FRIO HELLENIC», that will allow to reduce cost of fuel.

Keywords: economical efficiency, fuel-lubricant oil, economic speed, ships exploitation.