Научная статья
Original article
УДК 629.12

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СУДОВ

OPTIMIZING THE ENERGY EFFICIENCY OF SHIPS

Дерябин Никита Михайлович, студент 4 курса факультета «Кораблестроения», ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова»
Научный руководитель: Елисеева Ольга Владимировна, старший преподаватель кафедры «Кораблестроения», ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова»

Deryabin Nikita Mikhailovich, 4th year student of the Faculty of Shipbuilding, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov»
Scientific adviser: Eliseeva Olga Vladimirovna, senior lecturer of the department "Shipbuilding", Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov»

Аннотация: Постоянно повышающиеся требования Приложения VI к МАРПОЛ вынуждают судовладельцев применять на судах различные меры по сокращению выбросов в окружающую среду, к которым можно отнести использование более экологически чистого топлива и непосредственно уменьшение потребления самого топлива, что повышает энергоэфективность судов. В данной статье рассматриваются различные варианты повышения

энергоэффективности судов на примере тщательного анализа влияния выбросов на энергоэффективность, на примере новых методов оптимизации, электрификации судовых систем и анализа судна в целом. Определены дополнительные направления повышение энергоэффективности судовых систем и резервы для внедрения рассматриваемых мероприятий. Также освещены вопросы защиты окружающей среды в непосредственной связи с энергоэффективностью судна и определены факторы влияния на нее.

Abstract: The constantly increasing requirements of Annex VI to MARPOL force shipowners to apply various measures on ships to reduce emissions into the environment, which include the use of more environmentally friendly fuel and directly reducing the consumption of fuel itself, which increases the energy efficiency of ships. This article discusses various options for improving the energy efficiency of ships by the example of a thorough analysis of the impact of emissions on energy efficiency, by the example of new optimization methods, electrification of ship systems and analysis of the ship as a whole. Additional directions have been identified to improve the energy efficiency of ship systems and reserves for the implementation of the measures under consideration. The issues of environmental protection in direct connection with the energy efficiency of the vessel are also highlighted and the factors influencing it are determined.

Ключевые слова: судно, оптимизация, энергоэффективность, динамический, энергопотребление, выброс, модель, статья, метод, морской.

Keywords: ship, optimization, energy efficiency, dynamic, energy consumption, emission, model, article, method, marine

По мере ежегодного увеличения объемов судоходства, а также объемов потребляемых судами ресурсов, оптимизация энергопотребления судов привлекает большое внимание, так как общество стремится к экономии энергии и сокращению вредных выбросов в атмосферу.

Морская отрасль обладает огромным потенциалом с точки зрения сокращения энергопотребления и контроля за выбросами, особенно в

отношении существующих судов. Конкретные проблемы, стоящие перед судоходством – это энергоэффективность и выбросы; электрификация судов, где это позволяют размеры судов и инфраструктура; и оптимизация эксплуатационных характеристик судов. Одна из этих проблем решается в статье Erdeniz Erol, C. Elif Cansoy, Orhan Ozgür Aybar Assessment of the impact of fouling on vessel energy efficiency by analyzing ship automation data. «В этой статье данные автоматизации судов с гибридными электрическими батареями анализируются с использованием подгонки кривой и анализа отклонений от тренда (DFA), чтобы интерпретировать влияние загрязнения на ухудшение энергетических характеристик судна путем непрерывного мониторинга. Хотя эта методология уже используется для анализа различных данных временных рядов, DFA — это новый подход, который впервые применяется к морским данным, где загрязнение содержит морские биологические свойства. Применение этих методов показало, что всего за 9 месяцев из-за загрязнения, тематического исследование производительности парома столкнулось с потерей средней скорости на 6%» [1].

Международная морская организация приняла правила, устанавливающие ограничения на выбросы парниковых газов, образующихся в результате сжигания топлива на морских судах. В литературе широко предлагалась обширная электрификация судовых двигательных установок и судовых энергетических систем, чтобы сделать бортовые энергетические системы более эффективными. В статье Chalermkiat Nuchturee, Tie Li, Hongpu Xia Energy efficiency of integrated electric propulsion for ships – A review «определены перспективные технологии и практики, применимые к бортовым энергетическим системам полностью электрических судов, а также показана чувствительность полностью электрических судов к энергоэффективности для различных применений. Предлагаемые стратегии должны быть в конечном итоге объединены с альтернативными технологическими и эксплуатационными мерами, применяемыми на обычных двигательных судах, чтобы полностью реализовать потенциал энергоэффективной эксплуатации»

[2].

Энергоэффективность судна сильно зависит от факторов окружающей среды, таких как направление и скорость течения воды, ветра, а также глубина. Вследствие сильной изменчивости во времени этих различных факторов и их неопределенности, очень трудно точно определить оптимальную скорость плавания для разных участков всего маршрута с помощью традиционных статических методов оптимизации, особенно когда погодные условия часто меняются на протяжении всего маршрута судна. В статье Kai Wang, Xinping Yan, Yupeng Yuan, Xiaoli Jiang, Xiao Lin, Rudy R. Negenbornd Dynamic optimization of ship energy efficiency considering timevarying environmental factors «предлагается новый метод динамической оптимизации с использованием стратегии прогнозирующего управления по модели (MPC) для оптимизации энергоэффективности судна с учетом этих изменяющихся во времени факторов окружающей среды. Во-первых, создана модель динамической оптимизации судовой энергоэффективности с учетом изменяющихся во времени экологических факторов и модель нелинейной системы судовой энергоэффективности. На этой основе разработаны алгоритм управления и контроллер для динамической оптимизации энергоэффективности судна (DOSEE). Наконец, для демонстрации действенности этого метода оптимизации проводится тематическое исследование» [3]. Результаты показывают, что оптимальные скорости плавания на разных временных шагах могут быть определены с помощью метода динамической оптимизации. Этот метод может улучшить энергоэффективность судна и эффективно снизить выбросы CO_2.

Судоходные компании все больше озабочены уменьшением энергопотребления не отдельного судна, а всего штата судов в целом. В статье Kai Wang, Jiayuan Li, Xinping Yan, Lianzhong Huang, Xiaoli Jiang, Yupeng Yuan, Ranqi Ma, Rudy R. Negenborn A novel bi-level distributed dynamic optimization method of ship fleets energy consumption «предлагается двухуровневый метод распределенной динамической оптимизации на основе распределенного

модельного прогнозирующего управления. Кроме того, создается оптимизационная модель верхнего уровня для принятия оперативных решений по эксплуатации флота и модель динамической оптимизации энергопотребления флота нижнего уровня. На их основе разработан алгоритм управления для динамической оптимизации энергопотребления флота. Наконец, для демонстрации эффективности метода проводится тематическое исследование. Он позволяет снизить энергопотребление каждого судна как минимум на 1,1% и примерно на 6,8% для всего флота» [4].

Оптимизация энергоэффективности происходит в и области арктического судоходства. В статье Chi Zhang, Di Zhang, Mingyang Zhang, Wengang Mao Data-driven ship energy efficiency analysis and optimization model for route planning in ice-covered Arctic waters «предлагается всесторонний анализ энергоэффективности ледоходных судов. Во-первых, разрабатывается управляемая данными модель, основанная на теории нейронных сетей, для прогнозирования энергоэффективности судов в Арктике. Затем представляется маршрут с оптимальной энергоэффективностью, призванный сократить расходы и быть максимально безопасным для окружающей среды. Наконец, проводится тематическое исследование для анализа производительности учебного судна, плавающего в различных условиях окружающей среды» [5].

Оптимизация энергоэффективности судов является одной из важнейших областей в судостроении и судоходстве. Очень важно оптимизировать энергопотребление судов с целью повышения экономичности и сокращения выбросов CO_2.

Список литературы

1. 1. Erol E., Cansoy C. E., Aybar O. Ö. Assessment of the impact of fouling on vessel energy efficiency by analyzing ship automation data // Applied Ocean Research. 2020. № May (105).
2. 2. Nuchturee C., Li T., Xia H. Energy efficiency of integrated electric propulsion for ships – A review // Renewable and Sustainable Energy Reviews.

2020. № September 2019 (134). С. 110145.

3. 3. Wang K. [и др.]. Dynamic optimization of ship energy efficiency considering time-varying environmental factors // Transportation Research Part D: Transport and Environment. 2018. (62). С. 685–698.
4. 4. Wang K. [и др.]. A novel bi-level distributed dynamic optimization method of ship fleets energy consumption // Ocean Engineering. 2020. № July 2019 (197). С. 106802.
5. 5. Zhang C. [и др.]. Data-driven ship energy efficiency analysis and optimization model for route planning in ice-covered Arctic waters // Ocean Engineering. 2019. № June (186). С. 106071.

© Дерябин Н.М., 2022 Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №6/2022

Для цитирования: Дерябин Н.М. ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СУДОВ// Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №6/2022