

¹Микола Миколайович Конотопець (канд. техн. наук, доцент)²Олександр Олегович Каніфольський (канд. техн. наук, доцент)¹Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна²Одеський національний морський університет, Одеса, Україна

ПОРІВНЯННЯ ПОКАЗНИКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ МАЛОГО ШВИДКІСНОГО ПОРОМА ТА ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ

Інформація про енергоефективність різних технічних пристроїв, на сучасному етапі, є необхідним знанням при створенні нової та модернізації існуючої техніки. У статті розглянуто міжнародні вимоги до енергоефективності автомобільного транспорту та вимоги міжнародної морської конвенції МАРПОЛ до суден. Вимоги цього міжнародного документа стосуються EEDI (Energy Efficiency Design Index). Показник EEDI об'єднує кілька важливих точок зору різних наук на судно: теорії проектування суден, теорії корабля, економіки та екології. Директива Комісії Євросоюзу з енергетики і транспорту вимагає, щоб автомобілі були класифіковані залежно від кількості вуглекислого газу, що викидається, в грамах на кілометр. Порівняльний аналіз показників енергоефективності був проведений для автомобільного та морського транспорту. Вище названі показники спрямовані на зниження вмісту у вихлопних газах двигунів вуглекислого газу, як речовини що бере участь у створенні парникового ефекту.

Ключові слова: інформація про енергоефективність; показники екологічної безпеки автомобільного та морського транспорту.

Вступ

Останнім часом в різних сферах людської діяльності приділяється увага енергоефективності, що зокрема пов'язано з питаннями економії енергоресурсів і захистом навколишнього середовища. Цей процес йде не тільки на рівні побутової техніки, але й охоплює сферу транспорту. У деяких випадках необхідно порівняти енергоефективність різних видів транспорту.

Актуальність проблеми та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. На даному етапі існують різні погляди на енергоефективність деяких видів транспорту, тому на практиці дослідник отримує результати, які можуть вимірятися в різних одиницях. Іноді виникає необхідність практично оцінити класи енергоефективності засобів транспорту за допомогою теоретичних знань та порівняти між собою результати.

Аналіз останніх досліджень, публікацій. Як інструмент виміру енергоефективності в роботі був застосований показник EEDI (Energy Efficiency Design Index), який описується в нових вимогах міжнародної морської конвенції МАРПОЛ [1]. Ці правила поширюється на нові судна валовою місткістю 400 і більше. Суть цих нововведень направлена на обмеження викиду шкідливих речовин в атмосферу, зокрема CO₂, при експлуатації суден різних типів.

Тому **метою статті** є порівняння розрахунковим шляхом енергоефективності малотоннажного швидкісного порома і легкових автомобілів, які можуть бути перевезені на його борту, за обраним напрямом перевезення.

Виклад основного матеріалу дослідження

Формула, яка наведена в нових правилах МАРПОЛ для розрахунку досягнутого EEDI, наведена нижче, у скороченому вигляді. Необхідним є варіант коли досягнутий EEDI менше ніж той, що вимагається, тобто необхідно намагатися зменшувати значення цього коефіцієнта.

$$EEDI = \frac{\left(\prod_{j=1}^n f_j\right) \left(\sum_{i=1}^{nME} P_{ME(i)} C_{FME(i)} SFC_{ME(i)}\right)}{f_i f_c Capacity f_w v_{ref}} \quad (1)$$

У чисельнику цього рівняння не наводяться всі елементи конвенційної формули, так як вони пов'язані з потужностями допоміжних двигунів, гребних електромоторів, двигунів з інноваційними технологіями та утилізацією тепла, що відходить. На ранній стадії проекту можна знехтувати цими складовими рівняння. Коефіцієнт f_j пов'язаний з наявністю льодових підсилень корпусу судна і може приймати значення не більше ніж 1. Показник f_i застосовується у разі обмеження по місткості (дедвейту) і у всіх інших випадках повинен бути не менше ніж 1. Значення f_c залежить від співвідношення дедвейту та об'єму вантажних танків газозовів і хімічних танкерів, але для інших типів суден цей коефіцієнт дорівнює одиниці. Фактор f_w залежить від стану моря при експлуатації і може бути прийнятий рівним одиниці.

При розрахунку по конвенційній формулі, приймається значення 75% від потужності головного двигуна $P_{ME} = 0,75N$.

Для розрахунку за формулою (1) приймається швидкість судна v_{ref} при використанні 75% потужності головного двигуна.

Складова $saracity$ - або дедвейт (для суден не пов'язаних з пасажирськими перевезеннями), або валова місткість GT (у разі перевезення пасажирів). Формула, що зв'язує валову місткість і водотоннажність, для пасажирських суден, запропонована проф. А.В. Бронниковим [2] $GT \approx \Delta$.

Наступний з наведених у формулі (1) показників - це коефіцієнт C_{FME} , який показує співвідношення між витратою палива і викидами вуглекислого газу.

Останній з розглянутих показників SFC_{ME} - характеризує питому витрату палива двигуном.

За рекомендаціями [3], значення двох останніх характеристик можуть бути прийняті 3,1144 г CO₂ / г палива і 190 г / кВт год.

Час рейсу швидкохідного порома обладнаного пасажирськими салонами літакового типу, буде обмежуватися періодом часу, який може витримати пасажир, без виникнення дискомфорту. Дослідник Леві [4] пропонує обмежити такий період десятьма годинами і площею приміщень рівною півтора метра квадратних на пасажира.

Один з можливих напрямків розвитку вантажопасажирських швидкохідних поромів - порт Одеса - порт Бальчик, як найближчий до України порт Болгарії. Враховуючи поганий стан українських автомобільних доріг у напрямку Румунії та відсутність ефективних переправ через річку Дунай, така лінія, яку буде обслуговуватися малими швидкохідними вантажно-пасажирськими поромами була б затребуваною і ефективною. Пасажиромісткість такого порома близько сорока осіб, автомобілемісткість близько дванадцяти легкових машин, час у дорозі десять годин. При призначенні конкурентоспроможних з автомобільним транспортом цін на квитки (прив'язка до ціни на паливо для автомобіля) і ціни на перевезення автомобіля, а також економії часу, що витрачається на прикордонні та митні перевірки, такий вид перевезень буде користуватися попитом. Враховуючи, що посилюються міжнародні вимоги до обладнання та пристроїв суден по запобіганню забруднення атмосфери, можна припустити, що нове судно, яке задовольняє цим вимогам, може принести порівняно невелику шкоду навколишньому середовищу, ніж працюючі двигуни автомобілів, які можуть бути перевезені на цьому судні.

Це дослідження включало процес визначення головних розмірів судна на підставі даних роботи [5] і враховувало морехідні та техніко-експлуатаційні якості майбутнього судна. Розрахунки також включали уточнення остійності судна, при русі в перехідному режимі, з урахуванням гідродинамічних сил підтримки [6].

Малий швидкісний пором долає відстань морем між портами, що дорівнює 240 морським милям. Підрахувавши коефіцієнт EEDI для такого судна, за вищенаведеною формулою, одержимо значення рівне 371 г CO₂/т милю.

Таблиця 1.

Головні параметри малого швидкохідного порома

Довжина	30,6 м
Ширина	5,1 м
Осадка	1,0 м
Швидкість	24 узл.
Число пасажирів	40 чел.
Число легкових автомобілів	12
Потужність головних двигунів	1150 кВт

Аналогічний коефіцієнт типу EEDI можна розрахувати для легкового автомобіля. Відстань Одеса - Бальчик (Болгарія), по автомобільним дорогам - 620 км. У розрахунках прийнята потужність дизельного двигуна автомобіля рівною $P_{ME} = 0,75N$ або 75 кВт, вага авто 2 тонни, викид вуглекислого газу 3,1144 г CO₂/г палива, середня витрата палива 80 г/кВт год, швидкість 90 км на годину (49 вузлів). Після підстановки в формулу для розрахунку коефіцієнта енергоефективності отримуємо значення 191 г CO₂/т милю.

Згідно з директивами Комісії Євросоюзу з енергетики і транспорту автомобілі повинні класифікуватися за кількістю викиду вуглекислого газу в грамах на кілометр.

Таблиця 2.

Класи енергоефективності автомобілів

Викид вуглекислого газу в г/км						
A	B	C	D	E	F	G
<100	<120	<140	<160	<200	<250	>250

Цікавий той факт, що якщо зв'язати отриманий коефіцієнт EEDI і клас енергоефективності автомобілів, вививши EEDI автомобіля в одиницях гCO₂/км, то можна отримати значення характерне для класу E, викид вуглекислого газу близько 200 г/км.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Аналізуючи результати дослідження можна відзначити, що питоми показник EEDI має більше значення для малого швидкохідного порома, ніж для легкового автомобіля. Шляхи вирішення даної проблеми для порома потрібно шукати в напрямках: зменшення вагової водотоннажності судна, за рахунок застосування легких сплавів і прийняття необхідних рішень при виборі головних розмірів судна; підвищення значення пропульсивного коефіцієнта корисної дії; зниження опору середовища руху судна,

виконання вимог до дизелів; застосуванні високоякісних сортів палива.

Необхідно врахувати також, що розглянутий паром може перевозити дванадцять автомобілів, але вагова водотоннажність порома буде більше, ніж сумарна вага перевезеного сухопутного транспорту. Важлива також специфіка кожної лінії, співвідношення відстані між початковим і кінцевим пунктом перевезення сухопутним і морським шляхом.

Розвиток швидкохідних автомобільно-пасажирських перевезень із застосуванням малих поромів, в умовах відсутності на території нашої країни якісних автомобільних шляхів, може стати одним з можливих ефективних рішень.

Література

1. **Resolution** МЕРС.203(62). Amendments to the Annex of the protocol of 1997 to amend the international convention for the prevention of pollution from ships, 1973, as modified by the protocol of 1978. 2. **Бронников А. В.** Проектирование судов. – Л.: Судостроение, 1991. – 319с. 3. **Resolution** МЕРС 215(63). Guidelines for calculation of reference lines for use with the energy efficiency design index (EEDI). 4. **Левы Б. З.** Пассажирские суда прибрежного плавания. – Л.: Судостроение, 1975. – 320с. 5. **Канифольский А. О.** Определение главных

размерений быстроходных однокорпусных водоизмещающих судов на начальных стадиях проектирования: Дис. на соискание ученой степени кандидата технических наук / А.О. Канифольский; Одесский национальный морской университет. Одесса, 2003. 153 с. 6. **Kanifolskyi O. O.** The stability of high speed small ship in transitional mode // International Journal of Small Craft Technology. - London: The Royal Institution of Naval Architects, 2014. – Vol 156, Part B1. – pp. 35–38.

СРАВНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МАЛОГО СКОРОСТНОГО ПАРОМА И ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ

¹*Николай Николаевич Конотопец (канд. техн. наук, доцент)*

²*Александр Олегович Канифольский (канд. техн. наук, доцент)*

¹*Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина*

²*Одесский национальный морской университет, Одесса, Украина*

В статье рассмотрены международные требования к энергоэффективности автомобильного транспорта и требования международной морской конвенции МАРПОЛ к судам. Требования этого международного документа касаются EEDI (Energy Efficiency Design Index). Показатель EEDI объединяет несколько важных точек зрения различных наук на судно: теории проектирования судов, теории корабля, экономики и экологии. Директива Комиссии Евросоюза по энергетике и транспорту требует, чтобы автомобили были классифицированы в зависимости от количества выбрасываемого углекислого газа в граммах на километр. Сравнительный анализ показателей энергоэффективности был проведен для автомобильного и морского транспорта. Выше названные показатели направлены на снижение содержания в выхлопных газах двигателей углекислого газа, как вещества участвующего в создании парникового эффекта.

Ключевые слова: информация об энергоэффективности; показатели экологической безопасности автомобильного и морского транспорта.

COMPARISON OF ENERGY EFFICIENCY INDEX OF THE SMALL SPEED FERRY AND THE PASSENGER VEHICLE

¹*Mykola M. Konotopets (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor)*

²*Oleksandr O. Kanifolskyi (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor)*

¹*National Defense University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine*

²*Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine*

The information about the energy efficiency of various technical devices, at present, is a necessary knowledge to design new and upgraded equipment. International requirements for energy efficiency of road transport and international maritime requirements of MARPOL for ships are considered in the article. The requirements of this international document are related to EEDI (Energy Efficiency Design Index). The EEDI index combines several important points of view of different sciences to the ship: the theory of ship design, ship theory, economics and ecology. The directive of the European Commission for energy and transport requires that cars must be categorized according to the amount of carbon dioxide, which is emitted in grams per kilometer. Comparative analysis of energy efficiency was conducted for road and sea transport. The aforementioned parameters are directed to reduce the content in engine exhaust gases the carbon dioxide, as the substance, which can create the greenhouse effect.

Keywords: information about energy efficiency design index; parameters of ecological safety of road and sea transport.

References

1. **Resolution** МЕРС.203(62). (1973), Amendments to the Annex of the protocol of 1997 to amend the international convention for the prevention of pollution from ships, as modified by the protocol of 1978. 2. **Bronnikov A.V.** (1991), Planning of courts: monograph. [*Proektirovanie sudov*], Shipbuilding, Leningrad, 319 p. 3. **Resolution** МЕРС 215(63). Guidelines for calculation of reference lines for use with the energy efficiency design index (EEDI). 4. **Levy B.Z.** (1975), Passenger ships coastal navigation. [*Passazhirskie suda pribrezhnogo plavanija*], Leningrad Sudostroenie, 320 p. 5. **Kanifolskyi A.O.** (2003),

Determination of main size of high-speed single-hull displacement courts on the initialstages of planning. [*Opredelenie glavnyh razmerenij bystrohodnyh odnokorpusnyh vodoizmeshhajushhih sudov na nachal'nyh stadijah proektirovanija*], Author's thesis. avtoref. dis. kand. tech. nauk, spec: 05.08.03., Odessa, 20 p. 6. **Kanifolskyi O.O.** (2014), The stability of high speed small ship in transitional mode // International Journal of Small Craft Technology, London: The Royal Institution of Naval Architects, Vol 156, Part B1. pp. 35–38.

Отримано: 25.02.2015 року