

Можна уявити, що під час конкурування автомобілів на вуглеводневому паливі та водневих автомобілів як і раніше буде продовжуватись видобуток викопних палив – вугілля, нафти. Можливо це буде достатньо довго. До того ж деякі ДВЗ взагалі не зникнуть зі списку джерел енергії. Навряд чи військова техніка буде обладнана водневими двигунами. Видобуток нафти супроводжується присутністю супутніх газів – пропану, бутану та їх сумішей. Тому буде ще багато автомобілів з ДВЗ, що працюють на цих газах, які в системах зберігання знаходяться в зрідженому вигляді.

Таким чином можна запропонувати двопаливну ЗС, на якій буде зо середжено два вида палива – безпосередньо зріджений газ для заправки автомобілів з ДВЗ і водень, отриманий з зрідженого газу в плазмово-конверсійних процесах, очищений та стиснутий для водневих автомобілів. Все необхідне обладнання при цьому зосереджується на одній ЗС з відповідними засобами безпеки.

Це можна назвати ЗС перехідного періоду поки водень не витеснить з ринку палив паливо вуглеводневе.

Література

1. Колесніков В.О. Гібридні та електричні транспортні засоби. Підрозділ: «Водневий транспорт та водневі технології», ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», Полтава, 2023. С. 11.

2. Akande O., Bongju L. Plasma steam methane reforming (PSMR) using a microwave torch for commercial-scale distributed hydrogen production (2021) / International Journal of Hydrogen Energy, №47, doi:[10.1016/j.ijhydene.2021.10.258](https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.10.258).

ПЕРЕХІД ДО «ЗЕЛЕНОГО» ПАЛИВА В СУДНОПЛАВСТВІ: ВИКЛИКИ ТА МОЖЛИВОСТІ

Гогоренко Олексій Анатолійович, канд. техн. наук, в.о. завідувача кафедри двигунів внутрішнього згорання, установок та технічної експлуатації, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, e-mail: oleksiy.gogorenko@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9157-6659

Вахник Сергій Олександрович, здобувач освіти, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, e-mail: vahniksergij@gmail.com, ORCID: 0009-0008-4395-2737

Сьогодні ключову роль у морському транспорті відіграє традиційне нафтове паливо, яке, при спалюванні, зумовлює значні викиди шкідливих речовин та інших забруднювачів у атмосферу. Під час згорання нафтового палива в суднових двигунах, крім викидів вуглеводнів і сажі, також утворюються парникові гази, зокрема CO₂ і NO_x, які негативно впливають на клімат та загрожують здоров'ю людини через забруднення повітря [1-3]. Країни-члени на

засіданні Комітету із охорони морського середовища ІМО (МЕРС 80), що відбулося в липні 2023 року, узгодили досягти нульових викидів парникових газів приблизно до 2050 року [4]. Узгоджені контрольні точки, які вимагають скорочення викидів парникових газів по роках представлені на рис. 1.

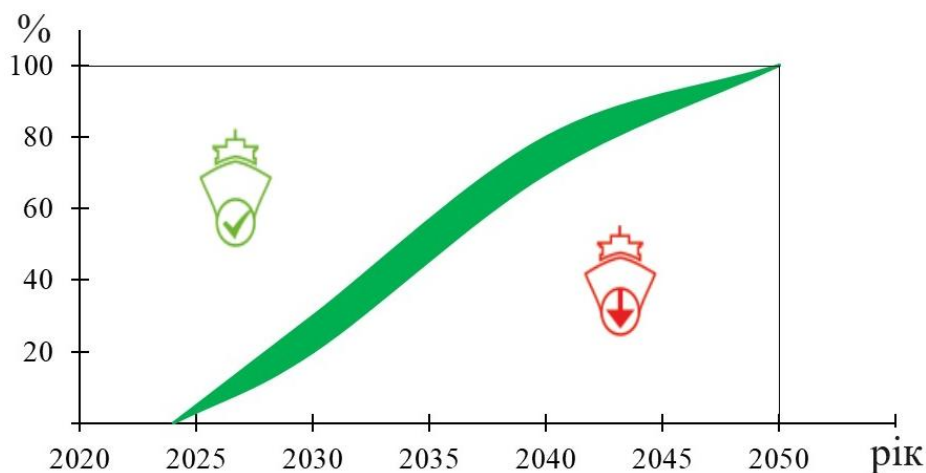


Рисунок 1 – План скорочення викидів парникових газів

Судна, які не будуть до встановленого строку відповідати узгодженим вимогам СІІ (Carbon Intensity Indicator), повинні бути виведені з експлуатації. Згідно з оцінками компанії Wärtsilä, 47 % флоту торговельних суден ризикує не відповідати вимогам СІІ, якщо компанії-судновласники не будуть вживати заходів для вирішення цієї проблеми [5]. Одним із шляхів виходу із ситуації в морському секторі може бути використання палива з низьким вмістом вуглецю, як альтернативи традиційним нафтовим паливам. Потенційно до таких палив можна віднести: водень, аміак та метанол [6, 7].

При згорянні водню утворюється лише водяна пара та тепло, тому викиди CO_2 та інші шкідливі речовини практично відсутні [7]. Крім того, водень може бути вироблений різними методами, включаючи електроліз води, газифікацію біомаси або риформінг природного газу, що робить його доступним у різних куточках світу.

Однак, використання водню як палива включає в себе ряд завдань, таких як забезпечення безпеки його зберігання та транспортування, розвиток водневої інфраструктури в портах, а також проведення комплексних технічних змін та адаптацій для забезпечення ефективної та безпечної роботи дизельного двигуна при роботі на водневому паливі.

Так само, як і при згорянні водню, при спалюванні аміаку виділяється лише водяна пара та азот, і не утворюються викиди CO_2 та інші шкідливі речовини [6].

Однак двигуни, які працюють на аміаку, повинні бути адаптовані для цього виду палива. Крім того, аміак потребує спеціальних умов зберігання та транспортування через його високу токсичність та корозійні властивості, і вимагає вжиття особливих заходів безпеки під час його використання.

Потенційним лідером серед альтернатив традиційному нафтовому паливу може стати метанол [8, 9]. Як і всі інші палива з низьким вмістом вуглецю, метанол має такі ж самі позитивні властивості під час його спалювання. На відміну від водню та азоту, метанол може бути легко використаний у судових двигунах, призначених для роботи на дизельному і особливо на газоподібному паливі. Для переходу на метанол потрібні лише невеликі адаптації існуючих двигунів. Звичайно, використання метанолу вимагає деяких заходів безпеки при зберіганні та транспортуванні, але ці вимоги зазвичай менші, ніж для аміаку або водню.

Метанол може бути виготовлений з різних джерел [10] і, відповідно, мати різні назви, що вказують на джерело його походження. Наприклад, «сірий» метанол виробляється з використанням природного газу – риформінг природного газу, який є одним із основних методів виробництва метанолу. «Зелений» метанол виробляється з біомаси (деревина, солома або відходи сільськогосподарського виробництва). «Синій» метанол виробляється з використанням водню (коли природний газ розщеплюється на водень і CO_2). «Коричневий» метанол отримують в процесі газифікації кам'яного вугілля.

Використання «сірого» метанолу замість флотського мазуту (HFO) може зменшити викиди CO_2 на 7 % [5]. Однак, при використанні «зеленого» метанолу викиди CO_2 можна скоротити до 88 % [5]. Саме це робить «зелений» метанол привабливим паливом, використання якого може задовольнити вимогам СІІ.

«Зелений» метанол на сьогоднішній день є дорожчим, ніж дизельне паливо. Проте, додаткову вартість використання метанолу слід розглядати не лише в порівнянні з поточною вартістю дизельного палива, але й у ширшій площині.

Наприклад, вартість будівництва нового судна або можливі збитки, спричинені примусовою зупинкою операцій через те, що судно не відповідає вимогам СІІ, оскільки такі судна просто не будуть допущені до експлуатації. Крім того, включення морського транспорту до Системи торгівлі викидами Європейського Союзу, ймовірно, зробить дизельне паливо дорожчим у використанні, що, в свою чергу, збільшить конкурентоспроможність «зеленого» метанолу.

Ще одним фактором на користь використання метанолу є те, що він легко розчиняється у воді та швидко біологічно розкладається. З точки зору безпеки на судні, існують добре встановлені правила та норми, що стосуються використання метанолу як судового палива у формі ІМО MSC.1-Circ.1621 [11].

Крім того, завдяки хімічним властивостям метанолу, його бункерування вимагає лише незначних адаптацій до існуючої портової інфраструктури. Оскільки метанол при атмосферному тиску має рідкий стан, то його можна зберігати в резервуарах, подібних для зберігання традиційного дизельного палива. У 2023 році директор Інституту метанолу підтвердив, що метанол вже доступний у понад 120 портах по всьому світу [12], а морська інфраструктура для транспортування метанолу постійно розширюється.

Одним із основних факторів, що може стримувати переведення головних суднових двигунів на роботу з метанолом, є те, що судно, головний двигун якого працює на метанолі, вимагає приблизно подвійного об'єму паливної цистерни, щоб підтримувати той самий рівень запасу палива, що й судно, з головним двигуном, який працює на дизельному паливі. Цистерни із метанолом також потребують перегородок, щоб запобігти будь-яким потенційним виливам палива. Знайти місце на судні для розміщення метанолових паливних цистерн і обладнання для транспортування палива можуть бути головними проблемами в проектах переобладнання.

Незважаючи на стримуючі фактори, перехід до використання палива з низьким вмістом вуглецю, зокрема метанолу, ймовірно, відбудеться впродовж найближчого десятиліття. Наразі у світі експлуатується лише 25 суден, що використовують метанол як паливо. Наприклад, одна з найбільших судноплавних компаній у світі, Stena Line, ще у 2015 році провела модернізацію енергетичної установки круїзного порому Stena Germanica для одночасної роботи на метанолі або традиційному судновому паливі [13]. Компанія Wärtsilä розробила серію двигунів, які працюють на «зеленому» метанолі, зокрема Wärtsilä 32 Methanol із діапазоном потужності 3480...5220 кВт [14]. За прогнозами Інституту метанолу, кількість суден на метанолі у 2030 році сягне вже 1200 одиниць [12].

Висновки

В результаті проведених досліджень встановлено, що використання «зеленого» метанолу в якості основного палива для головних суднових двигунів може суттєво зменшити викиди парникових газів та покращити якість повітря. Крім того, метанол вже широко доступний і легко зберігається, що робить його привабливим вибором в якості палива для судноплавства.

Подальші дослідження спрямовані на техніко-економічне обґрунтування переведення головних двигунів на метанол з метою визначення очікуваної користі від інвестицій.

Література

Jun-Soo Kim, Jae-Hyuk Choi. (2023). A study on analysis of green house gaseous emitted from ships through operation information. *Journal of International Maritime Safety, Environmental Affairs, and Shipping*, V.7, Issue 2-3, 1–8. <https://doi.org/10.1080/25725084.2023.2234163>

Chatzinikolaou, S. D., Ventikos, N. P. (2016). Critical analysis of air emissions from ships: Lifecycle thinking and results. *Green Transportation Logistics: The Quest for Win-Win Solutions*, 226, 387–412. https://doi.org/10.1007/978-3-319-17175-3_11

Lindstad, E., Lagemann, B., Riialand, A., Gamlem, G. M., Valland, A. (2021). Reduction of maritime GHG emissions and the potential role of E-fuels. *Transportation Research, Part D: Transport & Environment*, 101, 103075. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.103075>

Marine Environment Protection Committee (MEPC 80), 3-7 July 2023 [Electronic resource] available at: [https://www.imo.org/en/MediaCentre/ Meeting Summaries/Pages/MEPC-80.aspx](https://www.imo.org/en/MediaCentre/MeetingSummaries/Pages/MEPC-80.aspx) (last access 26/02/2024).

Four clear examples – proof that methanol could really work for your vessel [Electronic resource] available at: <https://www.wartsila.com/insights/whitepaper/4-clear-examples-proof-that-methanol-could-really-work-for-your-vessel> (last access 26/02/2024).

Blanco E. C., Sánchez A., Martín M., Vega P. (2023). Methanol and ammonia as emerging green fuels: Evaluation of a new power generation paradigm. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, V. 175, 113195, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113195>

Laursen R., Patel H., Dowling M., Sofiadi D., Ji C., Nelissen, D., Király J.; van der Veen R., Pang E., (2023). Potential of Hydrogen as Fuel for Shipping, American Bureau of Shipping, European Maritime Safety Agency, 571 p.

Nader R. Ammar (2019). An environmental and economic analysis of methanol fuel for a cellular container ship. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, V.69, 66-76. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.02.001>

Methanol as fuel heads for the mainstream in shipping [Electronic resource] available at: <https://www.dnv.com/expert-story/maritime-impact/Methanol-as-fuel-heads-for-the-mainstream-in-shipping.html> (last access 26/02/2024).

Гомонай В. І., Богоста А. С. Проблема пального та шляхи її вирішення. *Науковий вісник УжНУ. Серія «Хімія»*. 2010. Вип. 24, С. 167-174.

Interim Guidelines for The Safety of Ships Using Methyl/Ethyl Alcohol as Fuel (2020). MSC.1/Circ.1621

Marquez C. (2023). Marine Methanol Future-Proof Shipping Fuel. *Methanol Institute*. 61 p.

Next port of call – the methanol bunkering station? [Electronic resource] available at: <https://www.wartsila.com/insights/article/next-port-of-call-the-methanol-bunkering-station> (last access 26/02/2024).

The Wärtsilä 32 methanol engine: A new route to maritime decarbonization [Electronic resource] available at: <https://www.wartsila.com/marine/products/engines-and-generating-sets/wartsila-32-methanol-engine> (last access 26/02/2024).