

## ІННОВАЦІЙНІ ПРОПУЛЬСИВНІ УСТАНОВКИ: ШЛЯХ ДО ЕКОНОМІЇ ПАЛИВА ТА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СУДЕН

*Дощенко Г.Г., Голощанов С.С.*  
*Херсонська державна морська академія*  
*(Україна)*

**Вступ.** Сучасна морська індустрія базується на регулярному морському транспортному сполученні, яке забезпечується відповідними суднами різними можливостями вантажопідйомності та дальності слідування. Тим не менш, більшість морського транспорту, що використовується в даний час оснащені судовими комбінованими пропульсивними установками (КПУ), які забезпечують їх безперербійне слідування як морськими, так і океанічними маршрутами.

Забезпечення повноцінної працездатності судового пропульсивного комплексу та контроль безпеки судноплавства є найбільш актуальною проблемою, яка виникає під час експлуатації суден морського транспорту [1, 2].

**Актуальність досліджень.** Комбіновані пропульсивні комплекси (КПК) поєднують в собі переваги класичної дизельної енергетичної установки з особливостями гребної електричної установки (ГЕУ). Гребні електричні установки знаходять все більше застосування, враховуючи відомі переваги перед прямою механічною передачею енергії від теплового двигуна до гвинта. Електрична технологія передачі енергії від теплового двигуна до рушія зазвичай відбувається за схемою: тепловий двигун – електричний генератор — електричний перетворювач — гребний електродвигун — (редуктор) — гвинт.

**Постановка задачі.** Задачею даної роботи було показати дослідження розвитку судових комбінованих пропульсивних установок в напрямку покращення електроенергетичних показників, які знаходять все ширше застосування на сучасних судах.

**Результати досліджень.** Пропульсивною установкою (ПУ) називають комплекс механізмів та пристроїв, призначений для забезпечення руху судна. Суднова ПУ складається з рушія, валопроводу, головних судових передач, головних теплових чи гребних електричних двигунів. На судах застосовуються ПУ різних типів. Найбільшого поширення нині знаходять пропульсивні установки з головними тепловими двигунами. Широкого поширення набули судові системи електроруху (ССЕ). Цим пропульсивним установкам притаманні переваги та недоліки, які визначають їх сферу застосування. Прагнення поєднувати переваги пропульсивних установок різних типів стимулювало створення комбінованих (гібридних) пропульсивних установок.

Гібридна топологія складається з поєднання механічного та електричного приводу в кінематичному приводі. Отже, ефективність приведення в дію оптимізована, і в той же час швидко та гнучко реагувати на зміну потребу в електроенергії.

Для більшості подібних судових електричних установок (СЕУ) КПК зазначена особливість функціонування єдиної судової електроенергетичної системи (СЕЕС) обумовлена вимогами безпеки, оскільки при експлуатації судна обов'язково необхідний динамічний резерв електроенергії, чого вимагають Морські реєстри.

На цей час розроблено досить багато різних конструкцій пропульсивних установок. Однак завдяки своїй надійності найбільш поширеною є пропульсивна установка COGES, що розшифровується як «Combined Gas and Steam», яка, як відомо з повної її назви, являє собою комбінацію газової та парової турбіни. Газова турбіна, яка знаходиться у складі даної пропульсивної установки забезпечує отримання початкової потужності, яка, тим не менше, потім доповнюється потужністю, одержуваної парової турбіною, що забирає енергію вихлопних газів [1].

Завдяки цьому підвищується потужність усієї рухової установки, яка встановлюється на судні. Відповідно, також підвищується паливна ефективність судна

Завдяки застосуванню пропульсивних установок типу COGES знижуються суднові експлуатаційні витрати, а також знижуються викиди у повітря парникових газів.

Інший тип використовуваних комбінованих пропульсивних установок називається CODLAG, назва якої англійською розшифровується як «Combined Diesel Electric and Gas», які є комбінацією дизель-електричних двигунів та газових турбін. Двигуни живляться від дизельних генераторів. Для більших швидкостей, до валів додатково через трансмісію підключається газова турбіна.

Дизельні двигуни-генератори одночасно використовуються для живлення рушія та виробництва електроенергії для суднової мережі, що значно зменшує вартість загального обслуговування такої системи. Крім того, електродвигуни ефективно працюють в широкому діапазоні обертів і можуть бути підключені безпосередньо до карданного валу, завдяки чому спрощуються редуктори для підключення потужності газових турбін.

Ще однією перевагою дизель-електричної трансмісії є те, що дизель-генератори акустично від'єднані від вала та корпусу корабля, роблячи останній менш шумним. Це широко використовується на військових підводних човнах.

Дане поєднання дозволяє забезпечити їх найбільш ефективно комбіноване використання під час руху судна на різних швидкостях у процесі його експлуатації. Застосування на транспортних суднах комбінованих пропульсивних установок типу CODLAG розширює можливості конструкторів під час проектування суден.

Також сучасні комбіновані пропульсивні системи передбачають впровадження в суднові рухові установки електричних систем управління, що дозволяє ефективно координувати роботу окремих складових рухових установок на різних режимах експлуатації.

У сучасному суднобудуванні постійно здійснюється пошук найбільш ефективних та оптимальних рішень у галузі вдосконалення існуючих типів комбінованих пропульсивних установок з метою забезпечення максимально вигідної експлуатації морського транспорту. Встановлення на суднах тих чи інших комбінованих пропульсивних установок здійснюється на базі вимог, які стоять перед тими, хто експлуатує дані судна [3].

Поточним напрямом досліджень є гібридизація джерел генерування та пристроїв накопичення енергії (ПНЕ) з метою забезпечення конкурентоспроможної експлуатації транспортних засобів, з системами акумуляції енергії в батареї (Battery storage). Аналіз джерел показує, що нині значний прогрес у розвитку пропульсивних установок (ПУ) пов'язаний з використанням літій-іонних АБ. Але, незважаючи на всю привабливість з екологічної точки зору, такі системи мають обмежений характер через значні масово-габаритних та цінових показників та можуть застосовуватися тільки для конкретних маршрутів.

Наприклад, включення в комбіновану установку дизель електричних двигунів забезпечує оптимізацію витрати палива та, відповідно, зниження викиду парникових газів в атмосферу при експлуатації в умовах пасажирських лайнерів, окремих типів торгових суден та в деяких інших випадках [4].

У розвитку конструкторської думки в суднобудуванні одним із найважливіших напрямів стає вдосконалення та розвиток суднових комбінованих пропульсивних установок, експлуатація яких на різних типах суден забезпечує підвищення економічної ефективності використання суден, а також збільшує їх екологічність, що також є важливим фактором в умовах сучасних тенденцій до посилення міжнародних екологічних стандартів.

**Висновки.** У представленій роботі проведено аналіз основних тенденцій розвитку сучасних суднових комбінованих пропульсивних комплексів. Досліджується розвиток суднових комбінованих пропульсивних комплексів для покращення електроенергетичних показників.

Судновласники віддають перевагу комбінованим пропульсивним комплексам з валогенераторами, а також гібридним комплексам з системами акумуляції енергії в батареї (Battery storage). Застосування комбінованих систем дозволяє заощадити до 10% споживаної енергії на судні, оскільки вся енергія на суднах виробляється від спалювання

вуглеводневого палива і тим самим забезпечити дотримання вимог конвенції щодо скорочення викидів з морських суден.

Ці переваги роблять комбіновані пропульсивні комплекси привабливими для застосування в морській галузі та допомагають покращити ефективність та надійність роботи суден, але потребують подальшого дослідження в сфері якості електроенергії.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Zhilenkov A. Investigation performance of marine equipment with specialized information technology [Text] / A. Zhilenkov, S. Chernyi // Energy Procedia. – 2015. – Vol. 100. – P. 1247–1252.

2. Elizabeth Lindstada, Torstein Ingebrigtsen (2020), «Potential power setups, fuels and hull designs capable of satisfying future EEDI requirements», available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920918302578>.

3. Budashko, V. Obniavko, T. Onishchenko, O. Dovidenko, Y. and Ungarov D. (2020), «Main problems of creating energy-efficient positioning systems for multipurpose sea vessels», 2020 IEEE 6th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC), Kyiv, Ukraine. pp. 106-109. Doi: 10.1109/MSNMC50359.2020.9255514.

4. LEROY SOMER (2022), «Marine Solutions/Proven solutions for Marine applications Propulsion & Power Grid», available at: [https://www.leroy-somer.com/documentation\\_pdf/6097\\_en.pdf](https://www.leroy-somer.com/documentation_pdf/6097_en.pdf).