

[9]. Тепловой расчет котлов: (Нормативный метод). Издание 3-е, перераб. И доп. Изд-во НПО ЦКТИ, СПб, 1998. – 256 с.

[10]. Кутателадзе С.С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление: Справочное пособие. М.: Энергоатомиздат, 1990. – 367 с.

[11]. Гогоренко А.А. Создание перспективных конструкций охладителей наддувочного воздуха тепловозных двигателей. Вісник НУК. – 2011. – № 1. – Режим доступу: <http://ev.nuos.edu.ua/ru/publication?publicationId=8012> (дата звернення 25.07.2023).

[12]. Кондратюк В.А., Письменний Є.М., Терех О.М. Теплообмін та аеродинаміка пакетів плоскоовальних труб з лунками. Scientific Journal «ScienceRise». – 2015. – №11/2(16). – С.10-14.

Increasing the efficiency of marine power plants by profiling heat exchangers tube bundles by dimple systems

Kuznetsov V. V., Shevtsov A.P.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

The direction of increasing the efficiency of marine power plants by using heat exchange elements that implement intensive methods of heat transfer, which are characterized by a predominant increase in heat transfer over aerodynamic resistance, is considered. The research method is mathematical modeling of processes in power plants at the level of their individual elements – heat engine, power and technological heat exchangers. The adequacy of the mathematical model for research the efficiency of power plants is justified by the results of verification and validation by comparing the results of calculations with the results of a physical experiment that have a discrepancy not exceeding 9.3%. The goal of the research is the improving the economic, environmental, resource and weight-size parameters of power plants by using heat exchange elements with the intensification of the processes of convective transfer of heat and mass by using finned surfaces with dimples. Thanks to the performance of dimple systems on the edges of round pipes with spiral-ribbon finning and elliptical pipes with lamellar finning, it is possible to increase the heat transfer coefficient up to 36%, while the resistance coefficient of the beam remains unchanged. The use of heat exchangers with the proposed heat transfer elements as part of ship power plants with low-speed engines and gas-and-steam turbine units allows to improve their economic and environmental characteristics. It was obtained that for tankers of the PANAMAX type, the increase in the efficiency of the ship's power plant is 1.3% due to the use of elliptical surfaces with plate finning and hole systems on the ribs in the utilization boiler. The ship's EEDI index decreased by 1.7%. For container ships with a deadweight of more than 100,000 tons, the change in these indexes was 2.5 and 2.7%, respectively. For a marine gas-and-steam turbine plant efficiency increase was 2.4%.

Key words: marine power plant, efficiency, heat exchanger, tube bundle, intensification, fins, dimple

УДК 621.6

АНАЛІЗ ПРОПУЛЬСИВНИХ УСТАНОВОК ПЛАВУЧИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Чередніченко О.К.

доктор технічних наук,

професор кафедри суднових енергетичних установок та теплоенергетики

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова м. Миколаїв, Україна

oleksandr.cherednichenko@nuos.edu.ua

Коробейнікова Н.В.

асистент кафедри суднових енергетичних установок та теплоенергетики

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова м. Миколаїв, Україна

natalya.korobeinikova@nuos.edu.ua

Анотація. С кожним роком зростає видобуток зрідженого природного газу. Розглянуто перспективи використання плавучих електростанцій та переведення їх на зріджений природний газ. Проаналізовано сучасні тенденції розвитку суднової енергетики.

Ключові слова: плавуча електростанція; зріджений природний газ; судна-газовози.

Світове виробництво первинної енергії зростає на 1,5 % на рік з 2012 по 2035 рік.

На рис. 1 порівняно довгострокові прогнози 2013 р. та 2019 р., які були надані в щорічних аналітичних доповідях U.S. Energy Information Administration's (EIA) [1,2]. EIA виконує свої дослідження за допомогою всесвітньої системи енергопрогнозування (WEPS+), інтегрована економічна модель якої фіксує довгострокові зв'язки між енергопостачанням, попитом та цінами в регіонах за різними допущеннями. Слід відмітити, що прогнози на енергетичному ринку є невизначеними, оскільки події, що формують майбутні зміни в галузі технологій, демографічні зміни, економічні тенденції та доступність ресурсів, є динамічними та багатовекторними. Прогнози не містять вплив деяких можливих майбутніх змін, наприклад, змін національних кордонів та міжнародних угод, руйнівні геополітичні або економічні події, появу проривних технологій, зміни в діючій політиці та інше. Наочною ілюстрацією цього є катастрофічне обрушення цін на нафту в першому кварталі 2020 року в зв'язку з впливом епідемії коронавірусу на світову економіку та «газова криза» у Європі за результатами повномасштабного військового вторгнення РФ в Україну. Частка загального споживання газу зростає з 31% у 2012 році до 34% у 2035 році.

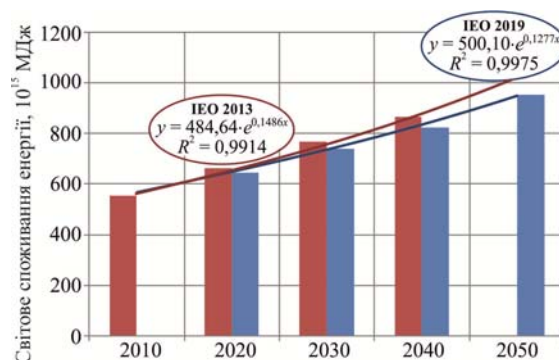


Рис. 1 Прогноз сумарного світового споживання енергії

В цей же час збільшується і потреба в електричній енергії, особливо для віддалених районів, де побудова електростанцій коштує великих грошей та є проблеми з паливостачанням. Для прибережних регіонів або великих річкових ділянок «плавучі електростанції» є ідеальним рішенням для задоволення потреб в електропостачанні на швидкій основі [3]. Кількість плавучих електростанцій збільшується в останні десятиліття. Більшість плавучих електростанцій працюють на нафтогазовому паливі і генерують викиди в повітря, створюють шум і скидають викиди у воду, що впливає на місцеве середовище, якість повітря і води, а також клімат [4].

Плавучі електростанції використовуються в якості:

- довгострокового виробництва електроенергії, в країнах, що розвиваються;
- тимчасової заміни електростанції на суші, яка будується або тимчасово вийшла з ладу;
- аварійного джерела, коли електроенергія тимчасово відсутня на суші через природні перешкоди;
- забезпечення електроенергією судна біля причалу, щоб вони могли відключити свої генератори. Це може призвести до скорочення викидів у портах, якщо плавелектростанція працює на ЗПГ, а суднові генератори працюють на мазуті, перебуваючи біля причалу.

На сьогоднішній день існує два типи плавучих судових електростанцій: самохідні судна, які призначені для вироблення електричної енергії, та несамохідні баржі, які, як правило, є спеціально побудованими плавучими спорудами, в яких розміщується електростанція.

Потужність плавучих електростанцій зазвичай коливається приблизно від 30 МВт до 500 МВт. Судна мають середню потужність 125 МВт, що дещо більше, ніж потужність несамохідних барж (в середньому 70 МВт). Більшість плавучих електростанцій працюють на нафтовому паливі. Мазут раніше був основним паливом, але все більша кількість плавучих електростанцій мають двопаливні двигуни генераторів або працюють виключно на ЗПГ. Паливо іноді зберігається на борту, але частіше зберігається на березі або в плавучому сховищі. Загальна потужність виробництва електроенергії всіх плавучих електростанцій, що працюють на нафтогазовому паливі, становить трохи менше 10 ГВт, що становить приблизно 0,1% від світової потужності електроенергії.

Під час нормальної роботи плавучі електростанції повинні дотримуватись всіх вимог загальноприйнятих світових стандартів та конвенцій за кількість викидів парникових газів, закису азоту, оксиду сірки, летких органічних сполук та твердих частинок (NO_x , SO_x і PM), а також навколишній і підводний шум. Тому на плавучих електростанціях використовують для переміщення та вироблення електроенергії такі типи двигунів: ДВЗ, які працюють на мазуті, дизельному паливі, газойлі та біопаливі [5]; двопаливні (DF) двигуни, що використовують як рідке, так і газоподібне паливо; газові турбіни, які здатні працювати тільки на газі.

За останні 11 років (2012 – 2022) Австралія та США очолили зростання глобальних потужностей ЗПГ, додавши 75% від загального збільшення глобальних потужностей за цей період [2].

В той же час зростають виробничі потужності заводів LNG на арктичному узбережжі Канади. Так гігантський проект Shell LNG Canada завершено майже на 85 відсотків і має план до відвантаження перших вантажів до середини десятиліття. Закінчена перша фаза проекту LNG Canada яка передбачала будівництво двох установок зрідження потужністю 14 млн тон на рік. Окрім Shell, серед інших партнерів першого канадського експортного терміналу СПГ – малайзійська Petronas, PetroChina, японська Mitsubishi Corporation і південнокорейська Kogas, а головним підрядником проекту є JGC Fluor [6]

Частка природного газу, що використовуються для виробництва електроенергії плавучими електростанціями, швидко збільшується, особливо за рахунок проектів з використанням ЗПГ:

Спалювання природного газу виділяє менше забруднюючих речовин, ніж звичайні нафтові види палива, і може мати менші викиди парникових газів. ЗПГ також розглядається як перехідне паливо. Зацікавлені сторони вважають, що плавучі електростанції можуть легко перейти на поновлювані види палива, такі як метанол, аміак або водень, у майбутньому. [7]

Оскільки плавучі електростанції в даний час використовують аналогічні палива судноплавній промисловості для виробництва електроенергії, цілком ймовірно, що вони будуть слідувати тій же тенденції до використання альтернативних видів палива в середньостроковій і довгостроковій перспективі.

Література

- [1]Alves LG, Nebra SA. Thermoeconomic Evaluation of a Basic Optimized Chemically Recuperated Gas Turbine Cycle. Int.J. Thermodynamics, 2023, Vol.6 (No.1), pp.13-22
- [2]Hydrocarbon Engineering. Growth in global LNG export capacity will be limited in 2023. Retrieved from: <https://www.hydrocarbonengineering.com/gas-processing/03022023/growth-in-global-lng-export-capacity-will-be-limited-in-2023>
- [3] MAN Diesel & Turbo. Floating Diesel power stations. 2023, p.11
- [4]Delft, CE Delft. Summary assessment of the status of floating powerplants. July 2022. p.122
- [4]Engines - the key driver of the energy transition, 2023. Retrieved from: <https://www.wartsila.com/energy/learn-more/technology-comparison-engine-vs-aero/three-reasons-engines-are-driving-the-energy-transition-article>
- [6] BP Energy Outlook 2035 (2016).
- [7]Raucci, C., Bonello, J. M., Suarez de la Fuente, S., Smith, T. & Søgaard, K., 2020.Aggregate investment for the decarbonisation of the shipping industry: UMAS

ANALYSIS OF POWER PLANTS FOR FLOATING POWER STATIONS

Oleksandr K. Cherednichenko, Natalya V. Korobyeynikova
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv

Abstract. The production of liquefied natural gas is growing every year. The prospects for the use of floating power plants and their conversion to liquefied natural gas are considered. The current trends in the development of marine energy are analyzed.

Key words: Floating power stations; liquefied natural gas; LNG carrier

УДК 628.165:621.44

ЗНИЖЕННЯ ГАБАРИТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СУДНОВИХ ДИЗЕЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК З ГЛИБОКОЮ УТИЛІЗАЦІЄЮ ТЕПЛОТИ

Кузнецова С.А.

кандидат технічних наук,

*доцент кафедри Експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова*

м. Миколаїв, Україна

svitlana.kuznetsova@nuos.edu.ua

Анотація. Представлені результати оцінки ефективності використання глушника-економізатора при глибокій утилізації теплоти дизель-генераторів та головних дизельних двигунів. Застосування такого елемента дозволяє об'єднати два елемента - котел та глушник у єдиному корпусі і для інтенсифікації тепловіддачі додатково використати систему лунок на ребрах. Ці комплексні заходи дозволили знизити габарити цього елемента. Додатково перевірена можливість задоволення вимог по зниженню шуму. Числа Струхала 0,184-0,190 при максимальному допустимому значенні 0,210 підтверджують забезпечення необхідного рівня шуму при використанні цього елемента.

Ключові слова: суднова енергетична установка, дизельний двигун, глушник, економізатор, утилізація, габаритні показники.

Підвищення вимог Міжнародної морської організації (*International Maritime Organization – IMO*) до екологічної ефективності суднових енергетичних установок обумовлює пошук способів для забезпечення їх відповідності [1, 2]. Одним з таких є глибока утилізація теплоти вторинних енергоресурсів, що забезпечує зниження витрати палива енергетичною установкою, зменшуючи таким чином загальний обсяг викидів шкідливих речовин в атмосферу.

Компанія MAN B&W розробила та пропонує для дизельних енергетичних установок контейнеровозів ряд теплових схем глибокої утилізації теплоти вторинних енергоресурсів – надувного повітря та відпрацьованих газів головного двигуна та відпрацьованих газів допоміжних двигунів [3]. Реалізація таких схем з додатковими утилізаційними елементами ускладнюється із-за зростання і так відносно високих габаритних показників. Також обмеженість газовипускних систем по висоті та наявності додаткових елементів, що знижують викиди по NO_x та SO_x , ще більше загострюють ситуацію. Аналіз сучасних дизельних установок суден за даними Significant Ships [4] показав, що реалізація подібних схем можлива не тільки для контейнеровозів, а і для балкерів або суден типу Con-ro. Особливістю складу їх енергетичних установок є один головний малообертовий двотактний двигун (ГД) та 3-5 дизель-генератора (ДГ) з високообертовими чотирьохтактними двигунами. Присутні і обмеження по потужності, а саме не менш ГД – 12000 кВт та ДГ – 600 кВт.