

2. При слабких маневрах судна траектории движения, рассчитанные по нелинейной и линеаризованным схемам, практически совпадают. При сильных маневрах судна наблюдается расхождение в траекториях, рассчитанные по нелинейной и линеаризованной схемам.

3. Для модернизированной линеаризованной и нелинейной схем расчета наибольшее расхождение в координатах траекторий не превышают 3 %, что является приемлемым для практических расчетов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Войткунский Я.И. Справочник по теории корабля. Судовые двигатели и управляемость. Л. : Судостроение, 1973.

2. Войткунский Я.И. (Ред.). Справочник по теории корабля : В трех томах. (Т. 3) Управляемость водоизмещающих судов. Гидродинамика судов с динамическими принципами поддержания. Л. : Судостроение, 1985.

3. Войткунский Я.И. Справочник по теории корабля. Ходкость и управляемость. Л. : Государственное союзное издательство судостроительной промышленности, 1960.

4. Казарезов А.Я., Донченко М.В. Расчет траектории движения судна на неустановившейся циркуляции : Матеріали Х Міжнар. наук.-техн. конф. «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». У 2 томах. Т. 2. Миколаїв : НУК, 2019. 448 с.

5. Павленко Г.Е. Проблемы статики корабля. М., Л. : Морской транспорт, 1949.

6. Федяевский К.К. Управляемость корабля. Л. : Государственное союзное издательство судостроительной промышленности, 1963.

УДК 621.43.016

ІНТЕГРАЛЬНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК З УРАХУВАННЯМ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ

Кузнецов В.В.¹

¹кандидат технічних наук,

доцент кафедри Технічної теплофізики і суднових паровиробних установок

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

valeriy.kuznetsov@nuos.edu.ua

Анотація. Запропонований інтегральний показник для оцінки комплексної ефективності енергетичної установки, який враховує коефіцієнт корисної дії, екологічності, ресурсу та компактності. Виконаний розрахунок для суднової енергетичної установки з головним двигуном 12S90ME-C9.2 та утилізацією теплоти відпрацьованих газів. Отримані значення показали залежність ефективності і компактності енергетичної установки в залежності від ступеня інтенсифікації тепловіддачі в утилізаційному котлі.

Ключові слова: інтегральний показник, комплексна оцінка, теплообмінний апарат, утилізація, інтенсифікація.

Світова обмеженість паливно-енергетичних ресурсів та посилення екологічних вимог до роботи суднових енергетичних установок викликає необхідність підвищення ефективності перенесення теплоти в їх елементах. Це підвищення впливає на зміну загальних показників установки: коефіцієнта корисної дії установки η_{ey} [1]; екологічності, яка в свою чергу характеризується зменшенням рівня теплових викидів θ та шкідливих викидів [2]; ресурсу $T_{та}$; компактності, яка характеризується показниками геометричної компактності $K_{геом}$ та безрозмірними масовим m та об'ємним v показниками [3].

Для сумісного аналізу впливу зазначених показників запропоновано інтегральний коефіцієнт ефективності у вигляді

$$\overline{IKE} = \frac{\eta_{\text{ey}}^{n_1} \cdot T_{\text{та}}^{n_2} \cdot \overline{K}_{\text{геом}}^{n_3}}{\theta^{n_4} \cdot \overline{m}^{n_5} \cdot \overline{v}^{n_6}}, \quad (1)$$

де геометричний показник компактності входить у відносному вигляді у порівнянні з базовою установкою.

Показники ступенів $n_1 \dots n_6$ є показниками вагомості, які приймають значення 0 або 1 в залежності від наявних вихідних даних та стадії проведення аналізу.

Рівень теплових викидів θ у відповідності до [2] представлено у вигляді

$$\theta = \frac{1 - \eta_{\text{ey}}}{\eta_{\text{ey}}}.$$

В якості базової установки приймається установка, теплопередавальні поверхні якої виконані з гладких труб круглого перерізу.

Кількість показників залежності (1), які враховуються при аналізі, залежить від призначення установки та наявності вихідних даних.

Наприклад, для корабельних енергетичних установок чотири зазначені показники в порядку їх вагомості можна розташувати наступним чином: коефіцієнт корисної дії; показники – компактності, ресурсу, екологічності.

В той же час, для суднових енергетичних установок зазначені показники розташуються як коефіцієнт корисної дії; показники – екологічності, компактності, ресурсу.

В разі відсутності вихідних даних показники меншого ступеня вагомості при аналізі можуть не враховуватись.

На рис.1 та 2 представлені результати аналізу підвищення ефективності суднової енергетичної установки з головним двигуном 12S90ME-C9.2 та утилізацією теплоти відпрацьованих газів [4].

При аналізі прийняті наступні вихідні данні та припущення: потужність головного двигуна складає 69720 кВт або 95% $N_e^{\text{ном}}$; ресурс установки не змінюється, тому показник ресурсу у рівнянні (1) при аналізі на враховується; враховується тільки безрозмірний масовий показник $\overline{m}$; поверхня базового утилізаційного котла виконана оребреною з показником $FAR_{\text{a1}}=0,35$ [4, 5].

За прийнятих умов, ефективність енергетичної установки склала 0,35. Підвищення ефективності при зовнішньому обтіканні розглянуто за рахунок профілювання ребер лунковими системами. Інтервал зміни FAR прийнятий 0,35...0,5. Отримано, що сумарне підвищення ефективності на 31% (відн.) дасть можливість підвищити ККД усієї установки на 23% (відн.) (рис.1).

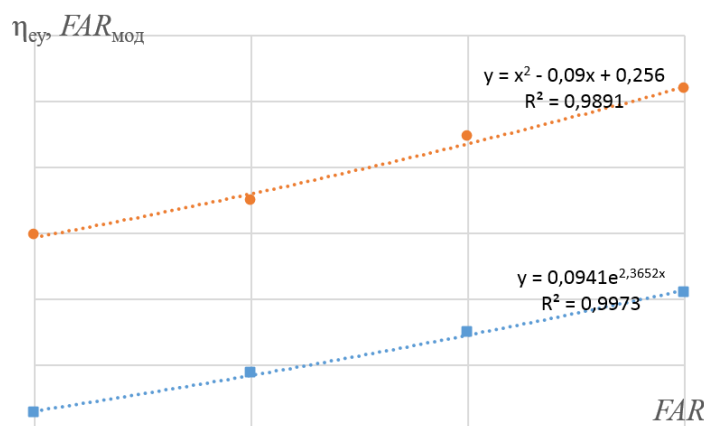


Рис. 1. Зміна ефективності енергетичної установки при вдосконаленні процесів тепловіддачі

За даними отриманого графіка 1 можна виконати аналіз зміни безрозмірного масового показника $\overline{m}$ та інтегрального коефіцієнта ефективності $\overline{IKE}$, що представлені на рис.2.

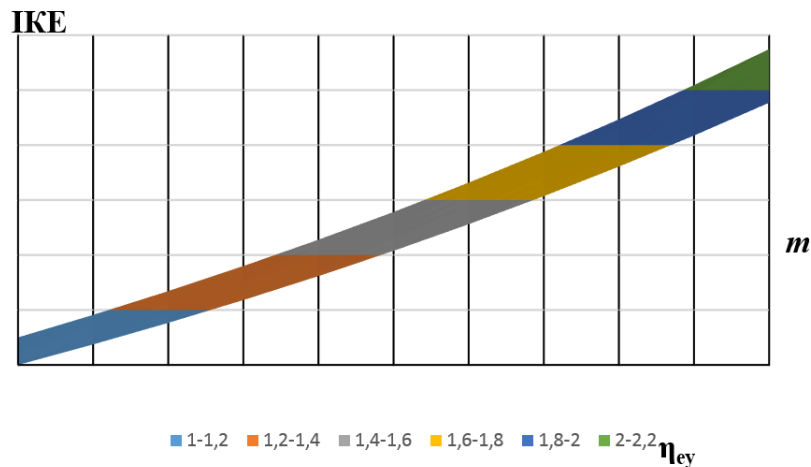


Рис. 2. Зміна інтегрального коефіцієнту ефективності енергетичної установки

ЛІТЕРАТУРА

1. Kuznetsov V. V. Multi-Level Estimation of the Heat Transfer Processes Efficiency in the Power Plants Elements/ Problemele Energeticii Regionale №3 (47) 2020. p. 28-38
2. Кузнецов В.В., Рижков С.С., Шевцов А.П. Енергетичні об'єкти морської інфраструктури: теплофізичні процеси і екологічні показники: Миколаїв: Видавництво Торубари В.В. 2016, 285 с.
3. Kuznetsov V. V. Justification of efficiency of plain shaped heat exchange surfaces to increase the compactness of power plants / Eastern-European Journal of Enterprise Technologies 6/8 (108) 2020 p.17-27
4. Waste Heat Recovery System (WHRS) for Reduction of Fuel Consumption, Emissions and EEDI. (2018). Відновлено з <https://turbocharger.man-es.com/technologies/waste-heat-recovery>.
5. Халатов, А. А., Окишев, А. В., Онищенко, В. Н. (2010). Обобщение опытных данных по фактору аналогии Рейнольдса для интенсификаторов теплообмена различных типов. Пром. Теплотехника, т.32, №5, 5-138.

Integrated assessment of the marine power plants efficiency taking into account heat exchangers

Kuznetsov V. V.¹

¹Admiral Makarov National Shipbuilding University, Mykolayiv, Ukraine

Abstract. An integral indicator for assessing integrated efficiency of the power plant, which takes into account the efficiency of the plant, environmental friendliness, resource and compactness are presented. The calculation for the marine power plant with the main engine 12S90ME-C9.2 and utilization of the heat of the exhaust gases has been performed. The obtained values showed the dependence of the efficiency and compactness of the power plant depending on the degree of intensification and heat transfer in the utilization boiler.

Key words: integral indicator, complex assessment, heat exchange apparatus, utilization, intensification