

УДК 629.5.064

**ОЦІНКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СУДНА «OCEAN STARLET»
УКРАЇНСЬКОЇ СУДНОПЛАВНОЇ КОМПАНІЇ «КААЛБАЙ ШИППІНГ»**

І.В. Логішев

к.т.н., доцент, професор кафедри «Технічна експлуатація флоту»

Л.М. Царьов

старший викладач кафедри «Технічна експлуатація флоту»

Національний університет «Одеська морська академія» (НУ «ОМА»)

Анотація. На базі результатів теплотехнічних випробувань енергетичної установки теплохода «Ocean Starlet» визначені показники екологічної безпеки роботи судна за методикою ІМО. Шляхом порівняння результатів стендових, здавальних ходових та проведених випробувань дано рекомендації судновласнику по проведенню заходів з реконструкції пропульсивного комплексу та технічного обслуговування елементів енергетичної установки з метою досягнення припустимих коефіцієнтів енергоефективності.

Ключові слова: енергетична установка, екологічна безпека роботи, теплотехнічні випробування, коефіцієнти енергоефективності.

**ОЦЕНКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СУДНА «OCEAN STARLET»
УКРАИНСКОЙ СУДОПЛАВНОЙ КОМПАНИИ «КААЛБАЙ ШИППИНГ»**

И.В. Логишев

к.т.н., доцент, профессор кафедры «Техническая эксплуатация флота»

Л.Н. Царев

старший преподаватель кафедры «Техническая эксплуатация флота»

Национальный университет «Одесская морская академия» (НУ «ОМА»)

Аннотация. На базе результатов теплотехнических испытаний энергетической установки теплохода «Ocean Starlet» определены показатели экологической безопасности работы судна по методике ИМО. Путем сравнения результатов стендовых, сдаточных ходовых и проведенных испытаний даны рекомендации судовладельцу по проведению мероприятий по реконструкции пропульсивного комплекса и техниче-ского обслуживания элементов энергетической установки с целью достижения допустимых коэффициентов энергоэффективности.

Ключевые слова: энергетическая установка, экологическая безопасность работы, теплотехнические испытания, коэффициенты энергоэффективности.

© Логішев І.В., Царьов Л.М., 2018

УДК 629.5.064

ESTIMATION OF ENERGY EFFICIENCY OF WORK OF VESSEL «OCEAN STARLET»
OF THE UKRAINIAN SHIPPING COMPANY «KAALBAI SHIPPING»

I.V. Logeshev

Ph.D., Associate Professor, Professor of the Department «Technical Operation of the Fleet»

L.N. Tsarev

Senior lecturer of the department «Technical fleet operation»

National University «Odessa Maritime Academy» (OU «OMA»)

Abstract. On the basis of the results of thermal engineering tests of the power plant of the ship «Ocean Starlet», the indicators of the environmental safety of the vessel's operation are determined by the IMO method. By comparing the results of bench tests, commissioning tests and tests, the shipowner was advised to carry out measures to reconstruct the propulsion complex and maintenance of the power plant elements in order to achieve acceptable energy efficiency coefficients.

Keywords: power plant, environmental safety of work, heat engineering tests, recommendations for increasing the level of coefficients of energy efficiency.

1. Актуальність проблеми. У світовому масштабі викиди окислів азоту (NO_x) із суден оцінюються приблизно в 10 мільйонів тонн на рік, що еквівалентно 50 % усіх викидів NO_x на суші в США або 14 % від загального обсягу викидів NO_x усіх викопних палив [1].

Морські джерела викидів мають значний вплив на якість повітря на суші, особливо поблизу найбільш завантажених прибережних водних шляхів.

На рис. 1 дано відсотковий розподіл видів речовин в відпрацьованих газах дизельного двигуна [2].

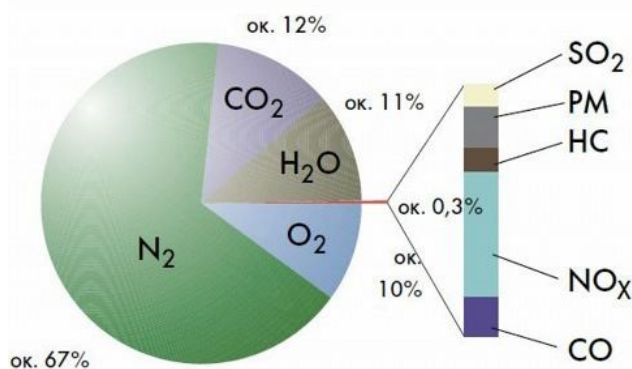


Рис. 1. Типовий склад відпрацьованих газів суднового дизеля

У Додатку VI до МАРПОЛ про забруднення повітря викиди NO_x обмежувалися до 1 січня 2016 року до 14,4 г/кВт·год для малооборотних морських дизелів при випробуваннях, а зараз діє ще більша жорсткість по викидах NO_x – 3,4 г/кВт·год [3].

Відповідно до резолюції (MEPC.203(62) від 15.07.2011) комітету із захисту морського середовища ІМО потрібно виконати наступне: починаючи з 1 січня 2013 р. при первісному огляді нового судна, що потрапив під вимоги глави 4 Додатка 6 до МАРПОЛ, для введення його в експлуатацію слід одержати Міжнародне свідчення енергоефективності судна на відповідність вимогам глави 3 Додатка 6 до МАРПОЛ. Процес огляду складається з 3 етапів:

– перевірка даних енергоефективності судна, що полягає з розрахунку attained Energy Efficiency Design Index (EEDI), далі – необхідний конструктивний коефіцієнт $K_{KE(T)}$ на основі даних стендових випробувань устанавленого встаткування, представлених виробниками в процесі розробки й будування судна, а також визначення $K_{KE(P)}$ (розрахунковий), відповідного до отриманих даних у результаті ходових випробувань судна, згідно з вимогами правила 21 Додатка 6;

– розробка Суднового плану керування його енергоефективністю відповідно до правила 22 Додатка 6 до МАРПОЛ;

– перевірка суднової енергоефективності в експлуатації розрахунком коефіцієнта Energy Efficiency Operational Indicator (EEOI) за звітний період часу експлуатації судна згідно MEPC.1/Circ.684 та подальшим розрахунком його в результаті застосування поліпшуючих заходів в випадку незадовільних первісних значеннях коефіцієнтів.

Таким чином, вищезгадані коефіцієнти характеризують не тільки екологічну безпеку судна, але й технічний стан судна та його енергетичної устанавки.

2. Теплотехнічні випробування суднової енергетичної устанавки (СЕУ) m/v «Ocean Starlet» с/к «Каалбай Шиппінг Україна, ООО», м. Одеса. По заяві судноплавної компанії «Каалбай Шиппінг» з метою встановлення енергоефективності було проведено теплотехнічні випробування СЕУ суховантажного судна «Ocean Starlet».

Крім того, вирішувалися задачі визначення експлуатаційних характеристик дизельної устанавки та устанавлення технічних нормативів роботи судна.

Основні характеристики судна представлено нижче в таблиці 1. При випробуванні на стенді заводу-виготівника головний дизель 6L42MC (6ДКРН42/136-10) фірми MAN&B-W мав наступні показники:

- максимальна тривала потужність (MCR) $Ne = 5100$ кВт при частоті обертання $n = 168$ хв⁻¹;

- експлуатаційна потужність $Ne = 4335$ кВт при частоті обертання $n = 162$ хв⁻¹;

- питома витрата палива $ge = 177 + 7$ г/кВт·год;

- питома витрата циліндрового мастила $g_e = 0,5 \pm 0,7$ г/кВт·год;
- питома витрата циркуляційного мастила $g_e = 0,82$ г/кВт·год.

Результати теплотехнічних випробувань СЕУ, проведених по методиці [4] було оброблено та зведено в таблиці, і далі побудовано графіки, деякі з них представлено на рис. 2; 3; 4.

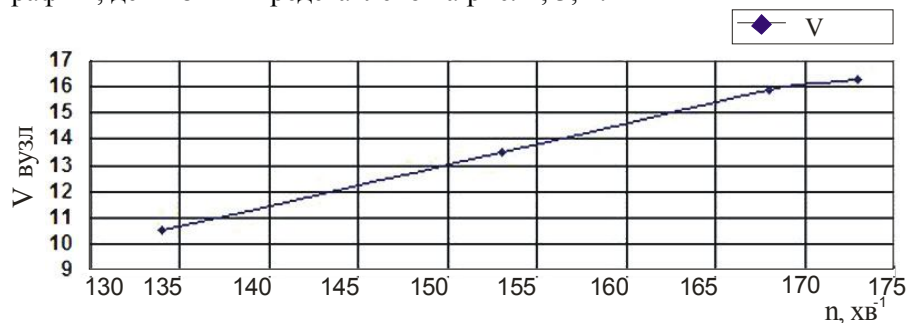


Рис. 2. Залежність швидкості судна від частоти обертання головного двигуна

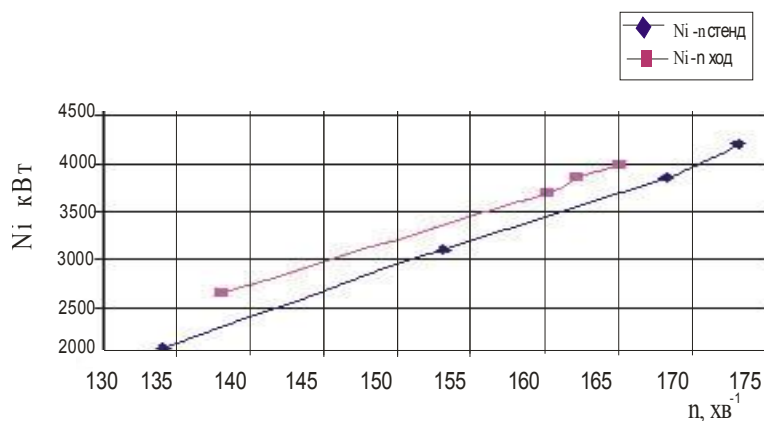


Рис. 3. Залежність потужності двигуна від частоти обертання

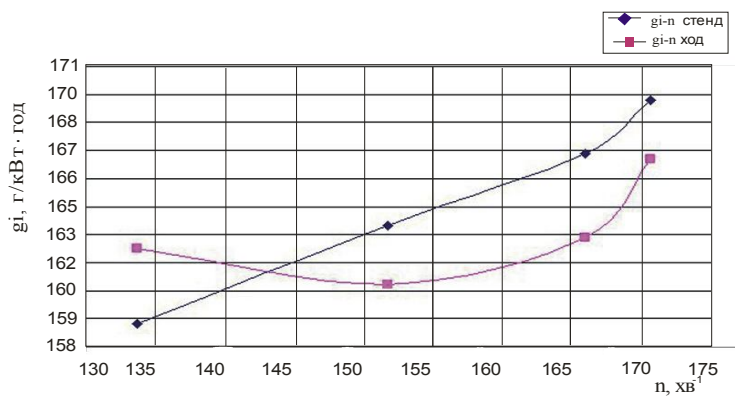


Рис. 4. Залежність питомої витрати палива від частоти обертання двигуна

3. Конструктивний коефіцієнт EEDI (K_{KE}) енергоефективності судна «Ocean Starlet»

Таблиця 1

Дані судна «Ocean Starlet»

Найменування параметру	Значення
Тип судна	суховантажник
Довжина, м	134,2
Довжина між перпендикулярами, м	133,1
Ширина, м	19,9
Осадка, м	9,0
Дедвейт, т	7276
Головний двигун	МАН-Бурмейстер і Вайн
Тип	6L42MC
Паливо	HFO, $CFME = 3,11$
Максимальна тривала потужність (MCR), кВт	5100
PME (75% MCR), кВт	3825
Питома витрата палива при 75 % MCR (SFC), г/(кВт-год)	180
Кількість головних двигунів	1
Допоміжний двигун	ДП «ПМЗ»
Тип	8ЧН25/34
Максимальна тривала потужність (MCR), кВт	500
Кількість ДГ	3
Питома витрата палива при 50 % MCR (SFC), г/(кВт-год)	185
Потужність PAE, кВт	250
Тип палива	DO, $CFAE = 3,21$
Швидкість судна на глибокій воді на вантажнім осіданні при 75% MCR, вузл.	14,1

Значення усіх потрібних формул для розрахунку K_{KE} знаходимо у [3]:

- а) визначення теоретичного $K_{KE(t)} = 107,5 \cdot 7276^{-0,216} \approx 15,80 \frac{\Gamma_{CO_2}}{T \cdot \text{милю}}$;
- б) визначення розрахункового $K_{KE(p)}$;

$$K_{KE(p)} = \frac{1 \cdot (3825 \cdot 3,11 \cdot 180) + (250 \cdot 3,21 \cdot 185)}{1 \cdot 7276 \cdot 14,1 \cdot 1} = 22,47 \frac{\Gamma_{CO_2}}{T \cdot \text{милю}}$$

Тому що $K_{KE(p)} > K_{KE(t)}$, то конструкція судна та його складових по цьому коефіцієнту неенергоєфективна і потрібна його модернізація.

4. Експлуатаційний критерій енергетичної ефективності ЕЕОІ судна «Ocean Starlet». Судно за певний період зробило два рейси – 1) Джибуті – Анкона; 2) Анкона – Кардіфф (табл. 2).

Таблиця 2

Кількість палива та відстаней за два переходи судна

Назва та тип судна – m/v «Ocean Starlet», суховантажник				
Рейс або день	витрата палива в морі і в порту, тонн		вихідні дані для рейсу	
	тип палива (HFO)	тип палива (DO)	кількість вантажу, м, тонн	пройдена відстань, D, милі
1	121,44	1,90	7200	2477
2	100,05	1,80	7200	2048

$$EEOI = \frac{(221,49 \cdot 3,11) + (3,7 \cdot 3,21)}{7200(2477 + 2048)} = 21,50 \frac{\Gamma_{CO_2}}{T \cdot \text{милю}}$$

Значення експлуатаційного коефіцієнта ЕЕОІ збігається зі значенням конструктивного ЕЕДІ. Тому й по цьому коефіцієнту робота судна неенергоєфективна.

5. Висновки з випробувань СЕУ судна «Ocean Starlet». Розрахунки показників енергоєфективності роботи судна узгоджуються з результатами теплотехнічних випробувань судна, які показали незадовільний стан складових судна та СЕУ.

Для досягнення припустимих коефіцієнтів енергоєфективності судновласнику надані наступні рекомендації:

1. Провести технічне обслуговування безповоротних нагнітальних клапанів паливних насосів високого тиску.
2. Провести регулювання паливних насосів високого тиску.

3. Відповідно до рекомендацій фірми MAN&B-W провести регулювання лубрикаторів по точкам мащення.
4. В зв'язку зі зниженням значення тиску наддування провести ревізію газотурбокомпресора.
5. При можливості замінити «легкий» гребний гвинт.
6. До заміни гребного гвинта держати частоту обертання головного двигуна 158-162 хв⁻¹.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Riom E., Olsson L.O., Hagström U. NO(x) emission reduction with the humid air motor concept. CIMAC, Proceedings of the 23rd World Congress on Combustion Engine Technology for Ship Propulsion, Power Generation, Rail Traction. CIMAC. – Hamburg, 2001. – P. 430-439.*
2. *Marine Engine IMO Tier III – MAN Diesei&Turbo. – Germany, 2014.*
3. *MARPOL Annex VI, MEPC.1/Circ.684. Guidelines for voluntary use of the ship energy efficiency operational indicator (EEOI). – 17 August. – 2009.*
4. *РД 31.21.29-85 Методика испытаний судовых энергетических установок. – М.: Мортехинформреклама, 1985. –15 с.*

Стаття надійшла до редакції 12.06.18.

Рецензенти:

кандидат технічних наук, доцент кафедри «Суднові енергетичні установки та технічна експлуатація» Одеського національного морського університету **Л.С. Вітюк**

доцент кафедри «Суднові енергетичні установки» Національного університету «Одеська морська академія» **С.В. Сагін**