

СУЧАСНИЙ СТАН СУДНОВОЇ ГІДРОХВИЛЬОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЙОГО АНАЛІЗ

Настасенко В.О., Блах І.В.

Херсонська державна морська академія

У роботі проведений аналіз конструкцій і техніко-економічних показників сучасних суднових гідрохвильових електро-енергетичних систем провідних закордонних виробників. Робота є актуальною та важливою, оскільки дозволяє не тільки економити традиційне паливо на базі нафти і газу, а й зменшити викиди CO₂ й інших шкідливих речовин, що відповідає вимогам сучасності й екологічним програмам ООН. Показано, що потужності відомих закордонних систем недостатні для повної заміни суднових ДВЗ, що обмежує їх використання на транспортному флоті. Однак запропоновані на рівні винаходів гідрохвильові електро-енергетичні системи маятникового типу усувають вказані недоліки та можуть використовуватися на транспортних судах і на прибережних електростанціях.

Ключові слова: нетрадиційна суднова енергетика, гідрохвильова електроенергетика.

Вступ. Зв'язок проблеми з основними науковими та прикладними напрямками. Робота відноситься до галузей суднобудування та нетрадиційної енергетики, а саме: гідрохвильової і до можливостей її використання на транспортному флоті. Потреба рішення даних проблем обумовлена тим, що в сьогодення на транспортному флоті використовується паливо на базі нафти і газу, а добові витрати його становлять від 10 тон для суден типу ріка-море, до 350 тон для океанських суден магістрального типу. Оскільки загальна кількість транспортних суден світу перевищує 10 тис. шт., тому, в умовах прогнозів ЮНЕСКО [1] про вичерпність запасів нафти в ХХІ столітті, гостро стоїть питання економії палива і повної його заміни. Ще більш гострою є проблема зменшення викидів CO₂ та інших шкідливих речовин при його спалюванні, що відповідає вимогам сучасності та екологічним програмам ООН.

Оскільки раніше економія палива була проблемою в основному судновласників, тому відносно далекі перспективи його повного вичерпання (50 – 100 років [1]), не спонукали їх до розробки альтернативної суднової енергетики, однак вимоги зменшення шкідливості зробили цю проблему нагальною проблемою сьогодення, тому до створення екологічно чистих суден долучилися провідні суднові держави світу та країни «зручного прапору», в т.ч. Ліберія [2].

Аналіз стану проблеми та постановка задач дослідження. Серед основних видів альтернативної енергетики найбільш поширеною є вітрова, що обумовлено її широким використанням на суходолі [3] та в судноплавстві [4], оскільки в недалекому минулому (150–100 років тому) флот був вітрильним. Велика увага також приділяється сонячній енергетиці [5], однак 3-й напрямок – використання на судах гідрохвильової енергетики – в роботі [4] взагалі вважається неможливим, але цей висновок спростовується роботами [6 – 10].

Розв'язання суперечностей і відкидання помилкових висновків, які гальмують прогрес розвитку 3-го напрямку, є важливою задачею, тому в даній роботі основна увага приділена аналізу найбільш відомих суднових гідрохвильових енергетичних систем і розробці нових виконань їх конструкцій. Оскільки від рішення даної проблеми залежить можливість повної відмови від нафти та природного газу, як палива для суден, виконувана робота є актуальною і має велике практичне значення.

Метою даної роботи є аналіз новітніх суднових гідрохвильових електроенергетичних систем і розробка найбільш ефективних систем та умов їх використання на транспортному флоті, здатних повністю замінити головні суднові ДВЗ.

Наукову новизну роботи складає техніко-економічний аналіз відомих суднових гідрохвильових електроенергетичних систем і принципово нового напрямку розвитку

суднової гідрохвильової енергетики – на базі створеного в роботах [6–10] нового класу гідрохвильових електроенергетичних генераторів – маятникового типу.

Оскільки помилковість висновків роботи [4] та перші відомі розробки гідрохвильових енергетичних установок були розглянуті ще в роботах [9, 10], то в даній роботі основна увага приділена сучасним проектам.

Аналіз потужностей сучасних суднових гідрохвильових енергетичних систем.

Не зважаючи на те, що у проекті Японської суднобудівельної компанії Nippon Yusen Kaisha (NYK) – «Super Eco Ship 2030» [11] не передбачена гідрохвильова енергетика, розробки у даному напрямку ведуться в багатьох країнах світу, в т.ч. – в Україні [6–10].

У проекті «E/S ORCELLE» судна 2025 року Шведської фірми Wallenius Wilhelmsen [12], запропоноване використання 3-х видів енергії – вітру та сонця в жорстких поворотних вітрилах із фотодіодним покриттям, а також гідрохвильової, за рахунок коливання хвилями платформ – плавників, встановлених на днищі корпусу (рис. 1). При їх коливанні вгору, через систему важелів і поршень, закачується вода в гідроциліндр, а при коливанні вниз поршень видавлює з цього гідроциліндра струмінь води під великим тиском, направлений на лопатні водяного колеса, яке пов'язане з валом ротора електрогенератора й обертає його.

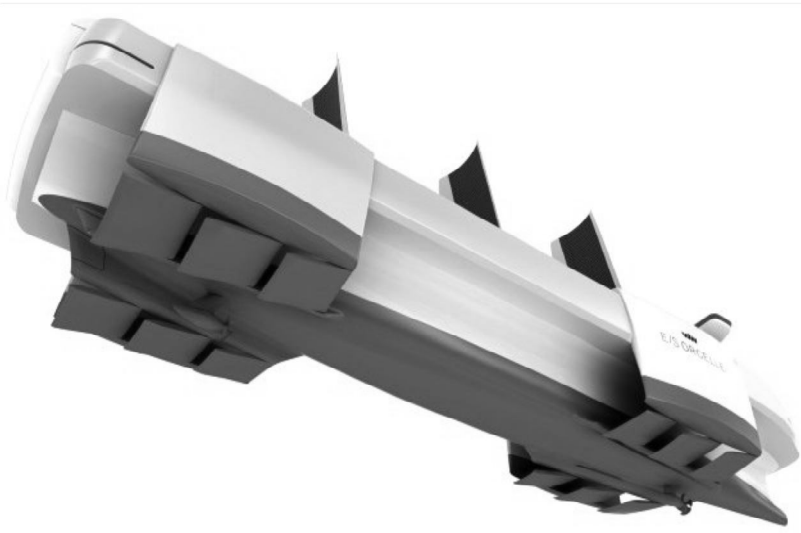


Рисунок 1 – Гідрохвильова енергетична установка проекту судна «E/S ORCELLE» (Швеція)

Аналіз енергетичних можливостей даної гідрохвильової системи показав, що при площі кожної з 12 платформ-плавників по 210 м^2 , їх загальна потужність буде залежати від кута та частоти їх коливання хвилями, які, в свою чергу, залежать від висоти і періоду хвиль.

При висоті хвиль від підшови до гребня $h = 1 \text{ м}$, які діють більшу частину часу рейсу (тому саме ця висота приймається відправною у всіх виконуваних у даній роботі розрахунках потужностей гідрохвильових електроенергетичних установок), амплітуда $a = \pm \frac{1}{2}h$ їх коливань становить $\pm 0,5 \text{ м}$, а кути β коливання платформи розмірами $l \times b = 14 \times 15 \text{ м}$ становлять:

$$\beta = \arcsin \left(\frac{\pm a}{l} \right) = \arcsin \left(\frac{\pm 0,5}{14} \right) = \pm 2^\circ . \quad (1)$$

За спрощеною методикою потенційна енергія платформи-плавника може бути оцінена силою P дії на неї води, яка має щільність $\rho = 1 \text{ т/м}^3$ і об'єм V в межах трикутної призми довжиною $l = 14 \text{ м}$, шириною $b = 15 \text{ м}$ і висотою $a = 0,5 \text{ м}$:

$$V = \frac{1}{2} lba = \frac{1}{2} \times 14 \times 15 \times 0,5 = 52,5 \text{ (м}^3\text{)}; \quad (2)$$

$$P = g\rho V = 9,81 \times 1 \times 52,5 = 515 \text{ (кН)}, \quad (3)$$

де g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81 \text{ (м/с}^2\text{)}$.

При цьому утворюється момент M обертання однієї ($n = 1$) платформи-плавника, величина якого становить:

$$M = P \sum_n^0 (a_1 l_1 + a_2 l_2 + \dots a_n l_n) = P \sum_n^0 \left(\frac{a_1 + a_2 + \dots a_n}{2} \times \frac{l_1 + l_2 + \dots l_n}{2} \right) = \frac{1}{4} P \int_n^0 a l =$$

$$= P \frac{1}{4} n a l = 515 \times \frac{1}{4} \times 1 \times 0,5 \times 14 = 901 \text{ (кНм)}. \quad (4)$$

Оскільки обертальний момент M складає роботу платформи-плавника, а енергія – це здатність виконати роботу, тоді їх енергія за 1 робоче коливання вниз, становить величину E :

$$E = M = 0,9 \text{ (МДж)}. \quad (5)$$

При висоті хвиль 1 м період τ їх коливань становить 2,61 с. Тоді при к.к.д. системи перетворення механічної енергії коливання хвиль в електричну, а електричної – в механічну енергію обертання ходового гвинта $\eta = 0,65$, потужність двох перших платформ-плавників гідрохвильової системи становитиме величину N :

$$N = 2 \frac{\eta E}{\tau} = 2 \times \frac{0,65 \times 0,9}{2,61} = 0,45 \text{ (МВт)}. \quad (6)$$

У даній системі ефективно діють тільки 2 передні платформи-плавники в передній і задній секціях, оскільки досвід використання плотів Коккерелля [13] показав, що перша платформа відбирає $\eta_1 \approx 80\%$ потужності хвиль, друга – $\eta_2 \approx 20\%$, а третя – практично не працює. Тому сумарна потужність 2-х блоків системи становить величину ΣN :

$$\Sigma N = 2\eta_1 N + 2\eta_2 N = 2 \times 0,8 \times 0,45 + 2 \times 0,2 \times 0,45 = 0,9 \text{ (МВт)}. \quad (7)$$

Оскільки кількість блоків з платформ-плавників більша ніж 2 неможлива, виходячи з вимоги відтворення хвиль вздовж довжини корпусу судна, тому даної потужності недостатньо для живлення 2-х його ходових двигунів потужністю по 4 МВт [12] і гідрохвильова енергія в даній системі є додатковою.

При висоті хвиль $h = 5$ м (зони штормів із більшою висотою хвиль рекомендується суднам обходити), їх амплітуда становить величину $a_{\max} = \pm 2,5$ м, а період їх коливань становить $\tau_{\max} = 7,62$ с, тоді максимальна потужність 2-х перших платформ-плавників даної гідрохвильової системи становитиме величину N_{\max} , а сумарна потужність – величину ΣN_{\max} :

$$V = \frac{1}{2} l b a = \frac{1}{2} \times 14 \times 15 \times 2,5 = 131,2 \text{ (м}^3\text{)}; \quad (8)$$

$$P = g\rho V = 9,81 \times 1 \times 131,2 = 1288 \text{ (кН)}; \quad (9)$$

$$E_{\max} = M_{\max} = P_{\max} \frac{1}{4} a_{\max} l = 1,288 \times \frac{1}{4} \times 2,5 \times 14 = 11,27 \text{ (МНм)}; \quad (10)$$

$$N_{\max} = \frac{\eta E_{\max}}{\tau_{\max}} = \frac{0,65 \times 11,27}{7,62} = 0,96 \text{ (МВт)}; \quad (11)$$

$$\Sigma N = 2\eta_1 N + 2\eta_2 N = 2 \times 0,8 \times 0,96 + 2 \times 0,2 \times 0,96 = 1,92 \text{ (МВт)}. \quad (12)$$

Даної потужності теж недостатньо для живлення і повної заміни 2-х ходових двигунів потужністю по 4 МВт.

Недоліки системи: 1) мала потужність, оскільки нахил плавників, тиск на них води і частота їх коливань невеликі, 2) дія задніх плавників неефективна, оскільки хвилі майже повністю передають енергію 2-м переднім плавникам, 3) відносна складність перетворення коливального руху в обертальний рух ротора електрогенератора, 4) зовнішнє розташування плавників-платформ, яке веде до незахищеності їх від дії сильних хвиль у шторм і великої ймовірності пошкодження ними, а також значного руйнування при посадці судна на міліну.

Інший проект гідрохвильової енергетичної системи судна, створений професором лабораторії Subsea Technology of Corpe (Бразилія) – Стефаном Сегеном [14], показаний на рис. 2. Важелі 36 з обох боків корпусу 33 баржі рухаються при підйомі і опусканні хвилями поплавків 34 і створюють тиск в ємності з водою, аналогічно попередньому варіанту, тому процес перетворення енергії та к.к.д. даної системи теж аналогічні попередньому варіанту.

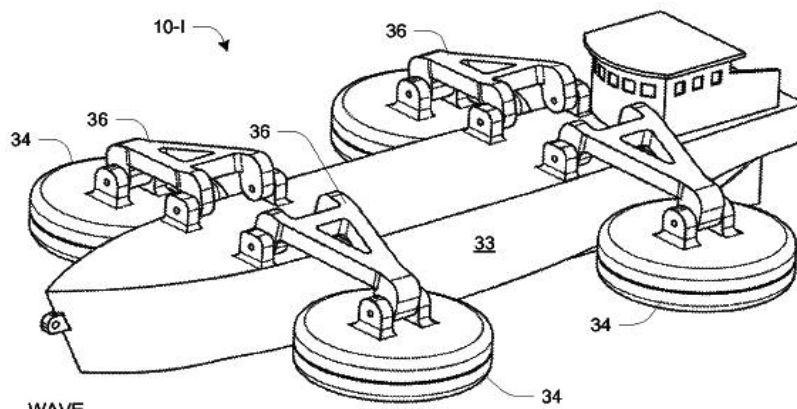


Рисунок 2 – Гідрохвильова суднова система професора Стефана Сегена (Бразилія)

Програма даних досліджень і технологічного розвитку гідрохвильової енергетики проводиться Національним Агентством Електричної Енергії (NAEE) і підтримується урядом Бразилії.

За спрощеною методикою енергетичний потенціал даної гідрохвильової системи може бути оцінений із розрахунку дії хвиль висотою 1 м. При довжині важелів $l = 5$ м і діаметрі поплавків $d = 5$ м виштовхувальна сила 1-го поплавка, зануреного на глибину $h = 1$ м, становить величину P , енергія – величину E , потужність – величину N , а сумарна потужність 4-х поплавків (більша кількість обмежена за умови відновлення дії хвиль на довжині судна) становить величину $\sum N$:

$$P = 9,81\rho \frac{\pi D^2 h}{4} = 9,81 \times 1 \times \frac{3,14 \times 5^2 \times 1}{4} = 0,19 \text{ (МН)}; \quad (13)$$

$$E = M = Pl = 0,19 \times 5 = 0,95 \text{ (МДж)}; \quad (14)$$

$$N = \frac{\eta E}{\tau} = \frac{0,65 \times 0,95}{2,61} = 0,24 \text{ (МВт)}; \quad (15)$$

$$\sum N = 4N = 4 \times 0,24 = 0,96 \text{ (МВт)}. \quad (16)$$

При максимальній висоті хвиль 5 м потенційна енергія зросте в 5 разів і становитиме 4,75 МДж, а потужність при $\tau_{max} = 7,62$ с, досягне $\sum N = 1,6$ МВт, якої може бути достатньо для повної заміни ДВЗ на даному судні, але така висота хвиль – не часто трапляється на переході судна, тому більш реальною є середня потужність у 1 МВт.

Однак подальший аналіз даної системи показав, що пряме перенесення прибережної гідрохвильової системи (рис. 3) на судно – є помилковим, оскільки до берега хвилі йдуть у напрямку важелів, а на судні, яке в більшості випадків долає хвилі носом – поперек до них, окрім того, корпус судна теж коливається хвилями, що відповідно зменшує енергетичний потенціал (16), щонайменше – у 2 рази.

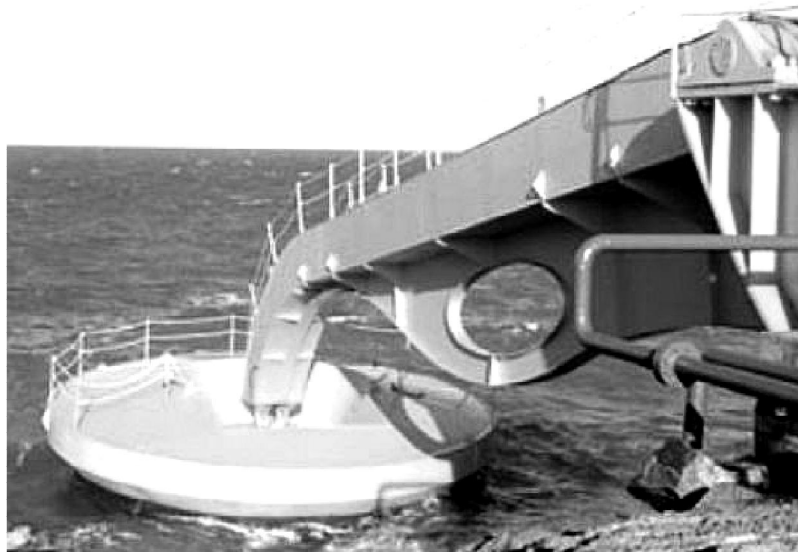


Рисунок 3 – Прибережне розташування поплавків гідрохвильової електростанції

Інші недоліки даної системи: 1) складність перетворень руху хвиль в обертанні ротора електрогенератора, 2) потреба у важелях і поплавках великих розмірів, від об'єму яких залежить виштовхувальна сила та потенційна енергія системи, 3) збільшення площини поперечного перетину й опору руху судна введеними поплавками, що відбирає утворену ними енергію, 4) потреба підйому важелів і поплавків при причалюванні судна, 5) складність розміщення на палубі вантажів, 6) зовнішнє розташування системи та небезпека пошкодження її хвилями у сильний шторм, з можливістю позбавлення судна ходу.

Розвитком даної системи є проект прибережної гідрохвильової електростанції [15], показаний на рис. 4, що накопичує електричну енергію в акумуляторах, які транспортуються на берег. Але дана система займає великий об'єм на палубі або у трюмах судна, що обмежує можливості її використання в судновому варіанті.

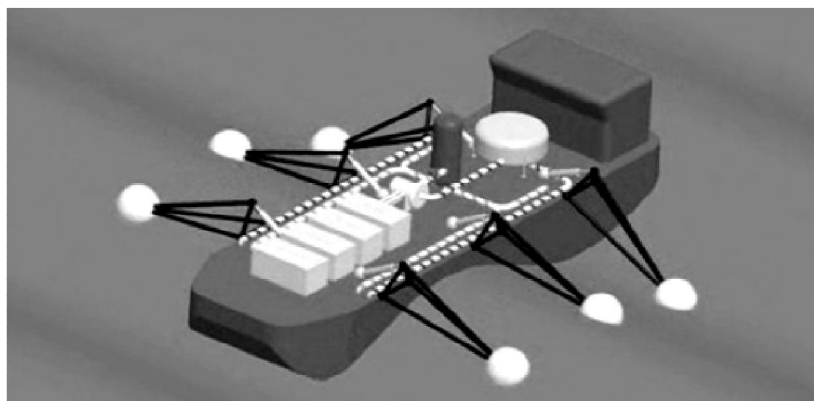


Рисунок 4 – Гідрохвильова система з накопиченням електроенергії в акумуляторах з наступною доставкою їх на берег

Таким чином, проведений аналіз показав, що всі відомі суднові гідрохвильові системи [12, 14, 15] мають суттєві недоліки, тому потрібне їх удосконалення.

Розробка найбільш досконалих гідрохвильових електроенергетичних систем.
 Усувають вказані недоліки гідрохвильові електрогенераторні системи маятникового типу [6 – 10]. Найбільш досконалі з них – системи 4-го покоління, показані на рис. 5, у яких у трюмі корпусу 1 судна вантаж 2, яке воно перевозить, розміщений у сегменті з дуговою основою 3, яка вільно встановна на опорні ролики 4. Це надає вантажу стійку орієнтацію до центра Землі, тому він має можливість коливального руху відносно положень I та II корпусу судна при нахилі його хвилями, яке через опорні ролики і редуктори далі передається валам роторів електрогенераторів. При цьому, вилучаються холості ходи, які мають місце у вище розглянутих системах, тому її потужність щонайменше в 2 рази більша, ніж у відомих систем.

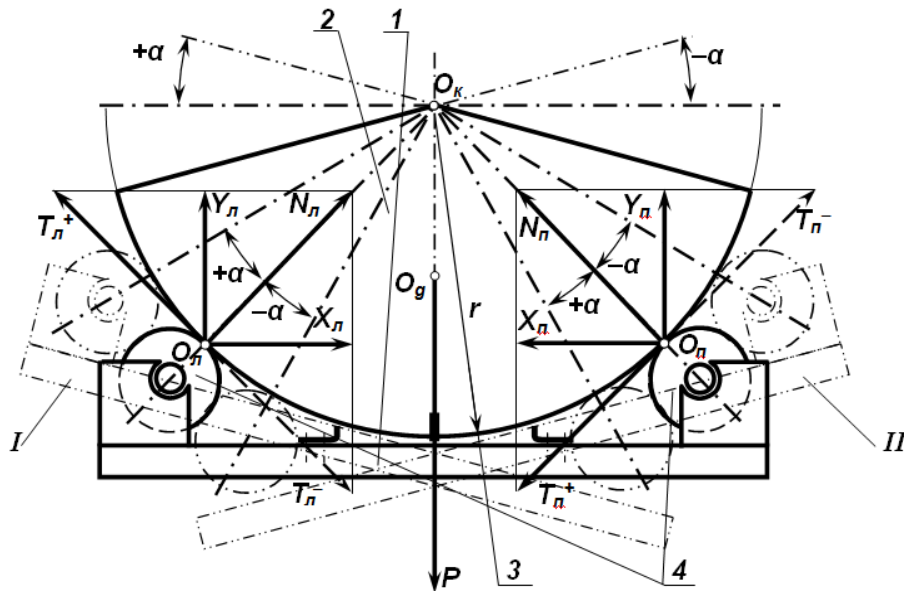


Рисунок 5 – Установка сектора вантажу на опорні ролики і схема дії сил в гідрохвильовій енергетичній установці 4-го покоління за заявкою на патент РФ № 2014103002.

Установку вантажів можна виконувати вздовж і поперек корпусу судна (рис. 6), що дозволяє використовувати дану систему у судновому варіанті.

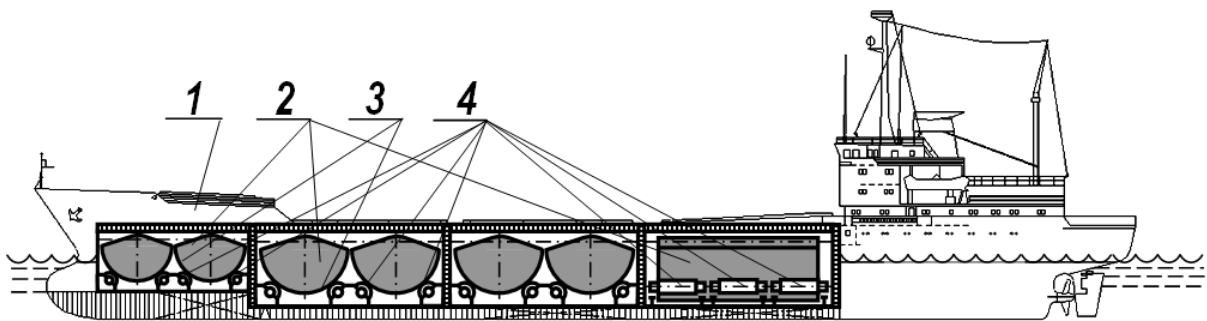


Рисунок 6 – Варіанти поперечного і повздовжнього розміщення в корпусі 1 судна сегментних трюмів 2 з генеральним вантажем, які мають дугову основу 3, встановлену на опорних роликах 4 для сприйняття ними різних напрямків підходу хвиль

Аналіз даної системи, проведений за спрощеною методикою показав (табл. 1), що її потужності достатньо для повної заміни головних суднових ДВЗ.

Таблиця 1 – Енергетичний потенціал гідрохвильових електрогенераторів маятникового типу 4-го покоління з загальним вантажем 2250 т, встановленим на судні довжиною 70 м

Параметр	Формула для розрахунку	Висота хвиль h_0 , м					
		0,5	1	2	3	4	5
Довжина хвилі: λ , м	$\lambda = \sqrt[3]{\left(\frac{h_0}{0,17}\right)^4}$	4,21	10,6	26,8	45,9	67,4	90,8
Період руху хвилі: τ , с	$\tau = \sqrt{\frac{2\pi\lambda}{g}} \approx 0,8\sqrt{\lambda}$	1,64	2,61	4,14	5,42	6,57	7,62
Кут нахилу корпусу хвилями: $\pm\alpha$, град.	$\pm\alpha = \pm \arcsin \frac{2h_0}{L_k}$	0,82	1,64	3,28	4,92	6,56	8,21
Радіус коливання вантажу: r_k , (м)	Обраний конструктивно	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Окружні сили дії вантажу на обох роликах: $\sum T_{n(l)}$ (МН)	$\sum T_{n(l)} = 2 \frac{\sum mg}{2 \cos 45^\circ}$	31,22	31,22	31,22	31,22	31,22	31,22
Потенційна енергія хитавиці вантажів: $\sum E_p$ (МДж)	$\sum E_p = \sum T_{n(l)} r_k \frac{\alpha\pi}{180^\circ}$	3,350	6,700	13,40	20,10	26,81	33,55
Потужність хитавиці вантажів: $\sum N_p$ (МВт)	$\sum N_p = \eta \frac{2\sum E_p}{\tau_a}$	3,063	3,851	4,855	5,537	6,120	6,504
Потужність хитавиці за напрямком руху судна: $\frac{2}{3}\sum N_p$ (МВт)	$\frac{2}{3}\sum N_p$	2,043	2,567	3,237	3,715	4,080	4,403
Питома потужність системи при висоті хвиль 1 м: $\Delta N_p = 228$ Вт/(т·м), повна $\sum N_p = 3,8$ МВт							

Перевагами запропонованої системи є відносна простота перетворень енергії та розміщення всіх елементів всередині корпусу судна, що забезпечує їй повну захищеність від дії хвиль, оскільки корпус судна розрахований на їх сприйняття й ефективну протидію.

Висновки

1. Проведений аналіз показав, що потужності відомих гідрохвильових енергетичних установок недостатні для повної заміни головних ДВЗ суден, а їх к.к.д. $\approx \frac{1}{2} \times (65 \dots 68)\%$.

2. Найкращі показники з потужності та к.к.д. забезпечують маятникові гідрохвильові електрогенераторні системи 4-го покоління – опорно-дугового типу [7], тому їх доцільно використовувати для заміни ДВЗ суден, оскільки їх питомі потужності при висоті хвиль 1 м досягають 228 Вт на 1 т корисної маси та на 1 м радіусу їх коливання та зростають у 1,7 разів при висоті хвиль 5 м, тому вони здатні на сьогодні повністю замінити головні судові ДВЗ.

3. Однак їх ефективне використання обмежене довжиною суден до 150 м та осадом до 3...4 м, а найкращі показники мають судна довжиною до 70 м. Для суден більших розмірів – більш доцільна заміна головного ДВЗ на парові або газові турбіни та на ДВЗ, що працюють на паливі з водню, виробленого електролізом від електричного струму маятникових систем.

4. Усі запропоновані перетворювачі енергії хвиль маятникового типу розташовані в середині базового корпусу судна, тому вони не мають прямого контакту з хвилями та не можуть ними руйнуватися або пошкоджуватися.

5. Однак недоліком маятникових гідрохвильових електрогенераторів 4-го покоління є вільна установка сегментів з вантажами, що більш небезпечно при

перекиданні судна, ніж їх підвішування в маятникових гідрохвильових системах 3-го покоління.

6. Впровадження даних систем не потребує великих витрат і можливе технологічно на вже існуючому промисловому виробництві суднобудівних і електробудівних підприємств, тому воно може бути швидко здійснене та рекомендується для всіх фірм – виробників суден і нетрадиційних електростанцій в усіх провідних морських державах світу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кемпбел К. Грядущий нефтяной кризис / К. Кемпбел. – М. : Группа независимых издателей, 1997. – 210 с.
2. Бержерон С. Liberian Registry запускает проект инициативы по экологически чистым судам // Работник Моря. – № 03 (67) от 11.02.2015. – С. 2.
3. Леонов В. Е. Техничко-економический анализ эффективности работы ветроэлектро-станций // Науковий вісник ХДМІ : науковий журнал. – Херсон : ХДМІ, 2009. – № 1 (1). – С. 115-123.
4. Шурляк В. К. Применение альтернативных видов энергии и альтернативных топлив на морских судах // СПГ как альтернативное топливо для морских судов : Материалы Всерос. семинара – С-Петербург : ГМА им. Макарова, 2012. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.korabel.ru/filemanager/OTHER/0/0/3
5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: energetika.in.ua/ru/books/book-S/partion-2/2-1/2-1-2
6. Патент Российской Федерации на изобретение № 2396673 МПК H02K 19/00 Генератор электрического тока, его варианты и способы их установки. Заявка № 2009100832/09 от 12.01.09. Авт. изобр. Настасенко В. А. // БИ № 22 от 10.08.2010.
7. Заявка на патент Российской Федерации на изобретение № 2014103002 от 28.01.14. Плавающая прибрежная гидроволновая электростанция. Авт. Настасенко В. А.
8. Настасенко В. О. Нова концепція розвитку двигунів внутрішнього згорання / В. О. Настасенко. – Херсон, ХДМІ, 2011. – 26 с.
9. Настасенко В. О. Сучасна суднова гідрохвильова енергетика та її розвиток // Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Т. 2. – Херсон : ХДМА, 2013. – С. 126-132.
10. Настасенко В. О. Гідрохвильова енергетика та нові можливості підвищення її енергетичного потенціалу // Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування : Матеріали Всеукр. наук.-практич. конф. – Херсон : ХДМА, 2013. – С. 298-302.
11. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.nyk.com/english/release/31/NE_090422.html
12. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=wAIAC4vU4IM>
13. Вершинский Н. В. Энергия океана / Н. В. Вершинский. – М. : Наука, 1986. – 152 с.
14. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.newscientist.com/article/mg21128205.600-waverepower>
15. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gizmag.com/wave-power-system-on-ships/19251/>

REFERENCES

1. Kempbel K. Gryaduthiyj neftyanyj krizis / K. Kempbel. – M. : Grupa nezavisimihkh izdateleyj, 1997. – 210 s.
2. Berzheron S. Liberian Registry zapuskaet proekt iniciativih po ehkologicheski chistihm sudam // Rabotnik Morya. – № 03 (67) ot 11.02.2015. – S. 2.
3. Leonov V. E. Tekhniko-ehkonomicheskij analiz ehffektivnosti rabotih vetroehlektro-stancijj // Naukoviyj visnik KhDMI : naukoviyj zhurnal. – Kherson : KhDMI, 2009. – № 1 (1). – S. 115-123.
4. Shurlyak V. K. Primenenie aljternativnihkh vidov ehnergii i aljternativnihkh topliv na morskikh sudakh // SPG kak aljternativnoe toplivo dlya morskikh sudov : Materialih Vseros. seminaru – S-Peterburg : GMA im. Makarova, 2012. [Elektronniyj resurs]. – Rezhim dostupu: www.korabel.ru/filemanager/OTHER/0/0/3
5. [Elektronniyj resurs]. – Rezhim dostupu: energetika.in.ua/ru/books/book-S/partion-2/2-1/2-1-2
6. Patent Rossijskoyj Federacii na izobretenie № 2396673 MPK H02K 19/00 Generator ehlektricheskogo toka, ego variantih i sposobih ikh ustanovki. Zayavka № 2009100832/09 ot 12.01.09. Avt. izobr. Nastasenko V. A. // BI № 22 ot 10.08.2010.
7. Zayavka na patent Rossijskoyj Federacii na izobretenie № 2014103002 ot 28.01.14. Plavuchaya pribreznaya gidrovolnovaya ehlektrostanciya. Avt. Nastasenko V. A.
8. Nastasenko V. O. Nova koncepciya rozvitku dviguniv vnutrishnjogo zgoryannya / V. O. Nastasenko. – Kherson, KhDMI, 2011. – 26 s.
9. Nastasenko V. O. Suchasna sudnova gidrokhviljova energetika ta її rozvitok // Suchasni informacijni ta innovacijni tekhnologii na transporti. Materiali Mizhnarodnoï naukovo-praktichnoi konferencii. T. 2. – Kherson : KhDMA, 2013. – S. 126-132.
10. Nastasenko V. O. Gidrokhviljova energetika ta novi mozhlivosti pidvithennya її energetichnogo potencialu // Suchasni energetichni ustanovki na transporti, tekhnologii ta obladnannya dlya ikh obslugovuvannya : Materiali Vseukr. nauk.-praktich. konf. – Kherson : KhDMA, 2013. – S. 298-302.
11. [Elektronniyj resurs]. – Rezhim dostupu: http://www.nyk.com/english/release/31/NE_090422.html
12. [Elektronniyj resurs]. – Rezhim dostupu: <https://www.youtube.com/watch?v=wAIAC4vU4IM>
13. Vershinskiyj N. V. Ehnergiya okeana / N. V. Vershinskiyj. – M. : Nauka, 1986. – 152 s.
14. [Elektronniyj resurs]. – Rezhim dostupu: <http://www.newscientist.com/article/mg21128205.600-wavepower>
15. [Elektronniyj resurs]. – Rezhim dostupu: <http://www.gizmag.com/wave-power-system-on-ships/19251/>

Настасенко В.А., Блах И.В. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СУДОВОЙ ГИДРОВОЛНОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ И ЕГО АНАЛИЗ

В работе проведен анализ конструкций и технико-экономических показателей современных судовых гидроволновых электро-энергетических систем ведущих зарубежных производителей. Работа является актуальной и важной, поскольку позволяет не только экономить традиционное топливо на базе нефти и газа, но и уменьшить выбросы CO₂ и других вредных выбросов, что отвечает современным требованиям и экологическим программам ООН. Показано, что мощности известных зарубежных систем недостаточны для полной замены судовых ДВС, что ограничивает их использование на транспортном флоте. Однако предложенные на уровне изобретений гидроволновые электро-энергетические системы маятникового типа устраняют указанные недостатки и могут использоваться на транспортных судах и прибрежных электростанциях.

Ключевые слова: нетрадиційна суднова енергетика, гідрохвильова електроенергетика.

Nastasenko V.A., Blah I.V. AN-TO-DATE CONDITION OF VESSEL HYDROWAVE POWER AND ITS ANALYSIS

The work deals with analysis of the designs and technical and economic index of modern vessel hydrowave electric and power systems of leading foreign manufacturers/ This work is urgent and important as it allows not only to save fuel based on oil and gas but also to reduce discarding CO₂ and other harmful substances that meets the demands of modern life and ecologic programmes of the UNO. It is pointed out that the power of famous foreign systems is insufficient for substituting vessel internal combustion engines completely which limits their application on transport fleet. However hydrowave electro-power systems of pendulum type suggested as equal to an invention can eliminate the drawbacks mentioned above and can be used on transport vessels and coastal power stations.

Keywords: nontraditional vessel power, hydrowave electric power.

© Настасенко В.О., Блах І.В.

Статтю прийнято
до редакції 10.05.15