

DOI: 10.18372/2310-5461.40.13270

УДК 551.466.6.001.57(045)

К. І. Капітанчук, канд. техн. наук, доц.
Національний авіаційний університет
orcid.org/0000-0003-3605-0977
e-mail: k.kapitanchuk@ukr.net;

М. П. Андрійшин, канд. техн. наук, доц.
Національний авіаційний університет
orcid.org/0000-0002-4439-3526
e-mail: andriishinmp@gmail.com

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ СИЛ ТА МОМЕНТІВ, ЩО ДІЮТЬ НА ПОВЕРХНЮ ЕНЕРГОПОГЛИНАЛЬНОГО ЕЛЕМЕНТА МОРСЬКОЇ ХВИЛЬОВОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ПРИ РІЗНОМУ ЗБУРЕННІ ПОВЕРХНІ МОРЯ

Вступ

Світовий океан містить велетенський енергетичний потенціал, який формується під дією енергії Сонця та енергії тяжіння Місяця. Енергія Сонця, поглинута океанською водою, проявляється у вигляді енергії морських течій, хвиль, прибою та різниці температур різних шарів морської води. Енергія тяжіння Місяця спричиняє морські припливи й відпливи. Використовується цей великий і екологічно чистий потенціал ще вкрай мало. Вміння реалізовувати енергію морської хвилі в любий інший вид роботи для відтворення нетрадиційного джерела енергії — найважливіше завдання. [1].

Проблеми створення морських хвильових електростанцій міститься не стільки в науково-технічній, скільки у філософській площині, тому що сучасні технічні можливості дозволяють відтворити будь-який технічний проект. У більшості такі проекти змінюють природні процеси під впливом особливостей технічних пристроїв, а саме:

– передбачають перетворення енергії морських хвиль в потенційну сконцентровану енергію, шляхом будівництва дамб, з подальшим примусовим використанням накопиченої енергії на громіздких турбінах, найчастіше однорежимних, які мають вузький діапазон керування і не здатні працювати в складних кліматичних умовах;

– потребують обов'язкового будівництва ліній передачі електроенергії в складних прибережних умовах, постійного обслуговування, необхідності мати великий штат персоналу та технічні пристрої;

– невідворотно призводять до порушення екологічних процесів, змінення клімату, знищення навколишнього середовища, флори і фауни, до лиха і трагедії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Усі відомі дослідні хвильові установки класифікують залежно від типу носія, призначення, розташування, способу перетворення енергії, діапазону висот хвиль. Вони складаються з п'яти основних частин: несучої конструкції, робочого органу — енергопоглинального елемента, робочого тіла, силового перетворювача та системи кріплення [2; 3].

Загальним недоліком усіх створених у світі хвильових станцій незалежно від їх принципу дії, є нестійкість до руйнівного впливу морських хвиль у період різкого підвищення сили вітру, коли умови роботи станції сильно відрізняються від розрахункових значень.

Альтернативним напрямком створення технічних пристроїв для ефективної роботи в умовах природних процесів є конструювання технічних пристроїв на філософії «єднання з природою», а саме:

- хвильові установки, взаємодіючі і відбираючи необхідну кількість енергії, не повинні порушувати хід природних процесів;

- хвильові установки повинні мати конструкцію з «нульовою плавучістю» і виконуватись із композитних матеріалів;

- хвильові установки не повинні негативно впливати на навколишнє середовище, його флору і фауну.

За ініціативою НВФ «Крок-1» (м. Київ), спільними зусиллями науковців Національного авіаційного університету, Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова та Інституту гідромеханіки НАН України створена, виготовлена та випробувана конструкція хвильової електростанції з гнучким енергопоглинальним елементом, яка принципово відрізняється від всіх сучасних аналогів [4–7].

Мета статті (постановка завдання)

Існує проблема з визначенням композитних матеріалів для виробництва окремих вузлів хвильової електростанції, особливо енергопоглинального елемента, оскільки при збільшенні розрахункової потужності значно зростають вимоги до їх міцності. Крім того, при заданих габаритних параметрах хвильової електростанції його форма трансформується від спіралі на розрахунковому режимі до гофрованої поверхні з переходом у форму стрічки при незбуреному стані поверхні моря [8].

Постановка задачі на дослідження

Для визначення переліку композитних матеріалів при виробництві енергопоглинального елемента хвильової електростанції з подальшим розрахунком його на міцність необхідно розробити методику визначення сил та моментів, що діють на його поверхню, при різному збуренні поверхні моря.

Результати досліджень

Форма та геометричні розміри залежать від траєкторії руху кожної окремо взятої елементарної точки поверхні енергопоглинального елемента станції в процесі переміщення її під впливом енергії морської хвилі. Кожна окремо взята елементарна точка поверхні приймає участь в складному русі вздовж поверхні циліндра з радіусом R_i і поверхні хвилі з амплітудою a та довжиною хвилі λ [2; 3]. Необхідно визначити основні рівняння траєкторії руху та змінення площі контакту енергопоглинального елемента під час коливання поверхні моря для визначення габаритних та енергетичних параметрів станції.

Залежності змінення складових сили, що діє на поверхню енергопоглинального елемента

Енергія морської хвилі, впливаючи на поверхню енергопоглинального елемента, виконує механічну роботу по переміщенню його довільної елементарної ділянки в максимально можливе вертикальне положення. Повна енергія хвилі, віднесена до одиниці товщини стовпа води, виконує роботу з піднімання тіла на інтервалі довжини хвилі.

Вона визначається за формулою

$$dT_i / dx_i = y_i \rho g y_i = y_i p_i = y_i dF_i / dS_i. \quad (1)$$

Отже,

$$dF_i / dx_i = p_i dS_i / dx_i, \quad (2)$$

де $p_i = \rho g y_i$ — тиск стовпа рідини.

Динамічна складова тиску у цьому випадку не розглядається, тому що передбачається рух енергопоглинального елемента разом із потоком.

Розглянемо змінення складових сили, що діє на енергопоглинальний елемент, на всіх поверхнях прямокутної системи координат у межах однієї довжини хвилі при фіксованому часі.

Зовнішня сторона енергопоглинального елемента за полуперіод проходить шлях, який дорівнює

$$y_i = R[1 - \sin(2\pi/\lambda)(x - ct)],$$

тоді як його внутрішня сторона — шлях рівний

$$y_i = (R - b)[1 - \sin(2\pi/\lambda)(x - ct)],$$

де c — швидкість розповсюдження фронту хвилі вздовж горизонтальної осі x .

Тому тиск, що діє на проекцію площі в напрямку осі y , визначається як

$$p_i = \rho g R [1 - A \sin(2\pi/\lambda)(x - ct)]. \quad (3)$$

Звідси залежність змінення сили, що діє на площину Ozx енергопоглинального елемента, має вигляд

$$dF_y / dx = \rho g R [1 - A \sin(2\pi/\lambda)(x - ct)] b \cos \varphi. \quad (4)$$

За умови $R_i = a$

$$F_y = \rho g R b \int_{\lambda/4}^{3\lambda/4} \cos \varphi [1 - A \sin(2\pi/\lambda)x] dx,$$

де $A = 1 - b / 2R$. (5)

Розв'язанням виразу (5) є вираз

$$F_y = -\frac{\rho g R b}{\pi} (2 + \cos \varphi_1 + \cos \varphi_2) \times \left[\frac{\lambda}{2} - \frac{A\lambda}{2\pi} \left(2 + \cos \frac{2\pi}{\lambda} x_1 + \cos \frac{2\pi}{\lambda} x_2 \right) \right],$$

або $F_y = \frac{\rho g R b \lambda}{\pi} \left(1 - \frac{2A}{\pi} \right).$ (6)

Максимальна величина $(dF_y / dx)_{\max}$ визначається шляхом диференціювання виразу (4) за умови

$$\sin \varphi = \frac{-1 + \sqrt{1 + 8A^2}}{8A} \quad \text{або}$$

$$x = \frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{2\pi} \arcsin \frac{\sqrt{1 + 8A^2} - 1}{8A} \quad (7)$$

становить величину

$$(dF_y / dx)_{\max} = \rho g R b \sqrt{1 - \sin^2 \varphi} (1 - A \sin \varphi). \quad (8)$$

Результати розрахунку складової сили енергопоглинального елемента на площину Ozx від радіуса при умови $R = a$ та різних величинах R/b показано на рис. 1, 2.

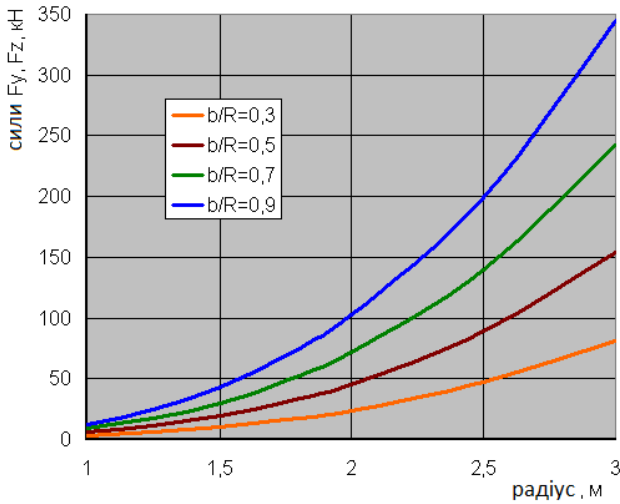


Рис. 1. Залежність складової сили на площини Oyx та Ozx від радіуса за умови $R = a$ та різних величинах R/b

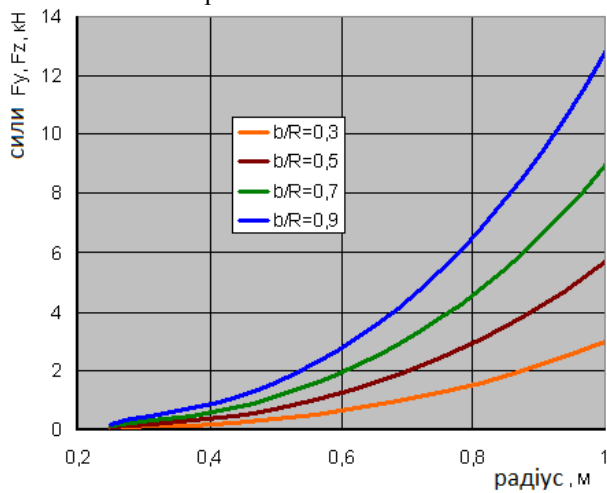


Рис. 2. Залежність складової сили на площини Oyx та Ozx від радіуса за умови $R = a$ (до 1м) за умови $R = a$ та різних величинах R/b

Тиск, що діє на проекцію площі в напрямку осі z , визначається, як і в першому випадку, за допомогою виразу (4). Закон змінення складової сили на площину Oyx представляється у вигляді

$$dF_z / dx = \rho g R [1 - A \sin(2\pi / \lambda)(x - ct)] b \sin \varphi. \tag{9}$$

За умови $Ri = a$

$$F_z = \rho g R b \int_{\lambda/4}^{3\lambda/4} \sin \varphi [1 - A \sin(2\pi / \lambda)x] dx. \tag{10}$$

Розв'язанням виразу (10) є вираз

$$F_z = -\frac{1}{\pi} \rho g R b (\sin \varphi_1 + |\sin \varphi_2|) \times \left[\frac{\lambda}{2} - \frac{A\lambda}{2\pi} \left(2 + \cos \frac{2\pi}{\lambda} x_1 + \cos \frac{2\pi}{\lambda} x_2 \right) \right],$$

або

$$F_z = \frac{\rho g R b \lambda}{\pi} \left(1 - \frac{2A}{\pi} \right). \tag{11}$$

Максимальна величина $(dF_z / dx)_{\max}$ визначається аналогічно процесу визначення максимальної величини $(dF_y / dx)_{\max}$.

Відзначимо, що величина складової сили енергопоглинального елемента на площину Oyx за умови $R = a$ дорівнює величині складової сили на площину Ozx . Тому для визначення величини складової сили на площину Oyx можна використовувати дані рис. 1, 2.

Складові сили енергопоглинального елемента на площину Oyz представляється у вигляді

$$F_x = p_x S_x = \frac{1}{4} \rho g R^2 b A \varphi. \tag{12}$$

За умови $Ri = a$

$$F_x = \frac{1}{2} \pi \rho g R^2 b A. \tag{13}$$

Таким чином, виявлено всі складові сили, що діють на енергопоглинальний елемент під впливом морської хвилі. За умови $Ri = a$ вона визначається як

$$F = \sqrt{F_y^2 + F_z^2 + F_x^2} \quad \text{або}$$

$$F_{\Sigma} = \frac{2\rho g R b \lambda}{\pi} \sqrt{\left(1 - \frac{2A}{\pi}\right)^2 + \left(\frac{\pi R}{4}\right)^2}. \tag{14}$$

Складові сили у вигляді $F_{i\dot{a}} = \sqrt{F_y^2 + F_z^2}$ створює обертальний момент $M_{об}$, який визначається як $M_{об} = F_{i\dot{a}} R_{i\dot{a}}$, де $R_{i\dot{a}}$ — радіус, на якому розташована точка прикладення рівнодійної сили.

Залежності змінення моменту від складових сили, що діє на поверхню енергопоглинального елемента

Залежність змінення моменту від складових сили, що діє на поверхню енергопоглинального елемента на площину Ozx представляється у вигляді

$$M_y = \sum M_{yi} = R A \cos \varphi \sum F_{yi} \tag{15}$$

$$\text{або } M_y = \rho g R^2 b A \int_{\lambda/4}^{3\lambda/4} \cos \varphi [1 - A \sin(2\pi / \lambda)x] dx \tag{16}$$

За умови $R = a$ розв'язанням рівняння (15) є вираз

$$M_y = \frac{1}{\pi} \rho g R^2 b \lambda A (2 + \cos \varphi_1 + \cos \varphi_2) \times \left[\frac{\lambda}{2} - \frac{A\lambda}{2\pi} \left(2 + \cos \frac{2\pi}{\lambda} x_1 + \cos \frac{2\pi}{\lambda} x_2 \right) \right],$$

або

$$M_y = \frac{\rho g R^2 b \lambda}{\pi} A \left(1 - \frac{2A}{\pi} \right). \tag{17}$$

Оскільки $M_y = F_y z_c$, де z_c — плече точки прикладення сили F_y , то з урахуванням (5)

$$z_c = -RA. \tag{18}$$

Результати розрахунку моменту складової сили енергопоглинального елемента на площину Ozx від радіуса за умови $R = a$ та різних величинах R/b представлено на рис. 3, 4.

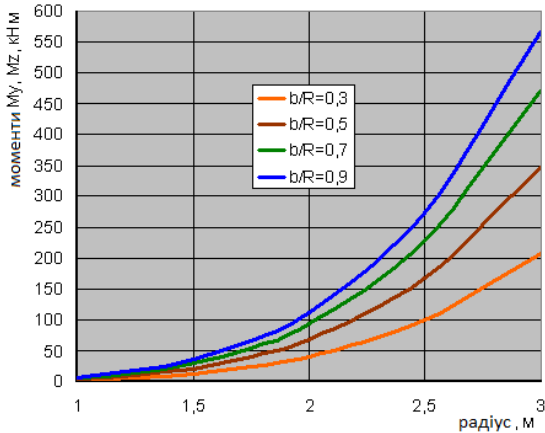


Рис. 3. Залежність моментів складової сили на площини Oyx та Ozx від радіуса за умови $R = a$ та різних величинах R/b

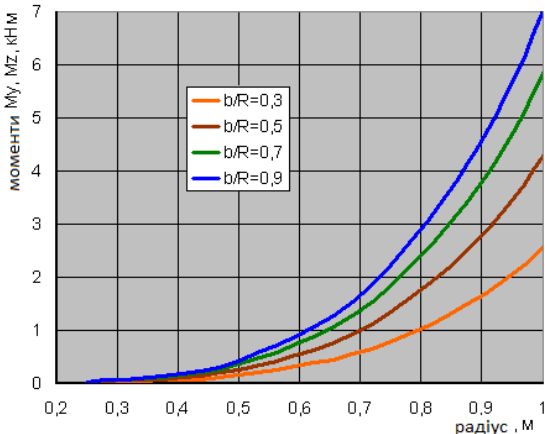


Рис. 4. Залежність моментів складової сили на площини Oyx та Ozx від радіуса за умови $R = a$ (до 1 м) за умови $R = a$ та різних величинах R/b

Залежність зміни моменту від складової сили, що діє на поверхню енергопоглинального елемента на площину Oyx показано у вигляді

$$M_z = \sum M_{zi} = RA \sin \varphi \sum F_{zi}, \tag{19}$$

або

$$M_z = \rho g R^2 b A \int_{\lambda/4}^{3\lambda/4} \sin \varphi \left[1 - A \sin \left(\frac{2\pi}{\lambda} x \right) \right] dx. \tag{20}$$

Результатом розв'язання (20) є вираз

$$M_z = \frac{1}{\pi} \rho g R^2 b A (\sin \varphi_1 + |\sin \varphi_2|) \times \left[\frac{\lambda}{2} - \frac{A\lambda}{2\pi} \left(2 + \cos \frac{2\pi}{\lambda} x_1 + \cos \frac{2\pi}{\lambda} x_2 \right) \right],$$

$$\text{або } M_z = \frac{\rho g R^2 b \lambda}{\pi} A \left(1 - \frac{2A}{\pi} \right). \tag{21}$$

Оскільки $M_z = F_z y_c$, де y_c — плече точки прикладення сили $F_{z\Sigma}$, то з урахуванням (5)

$$y_c = -RA. \tag{22}$$

Відзначимо, що величина моменту складової сили, що діє на поверхню енергопоглинального елемента на площину Oyx за умови $R = a$ дорівнює величині моменту складової сили, що діє на площину Ozx . Тому для визначення величини складової сили на площину Oyx можна використовувати дані рис. 3, 4. Таким чином, обертальний момент складе величину добутку $M_{об} = M_y + M_z$ і визначається з формули

$$M_{об} = 2 \frac{\rho g R^2 b \lambda}{\pi} A (1 - 2A). \tag{23}$$

Результати розрахунку моменту складової сили енергопоглинального елемента на площину Ozx від радіуса при умові $R = a$ та різних величинах R/b представлено на рис. 5, 6.

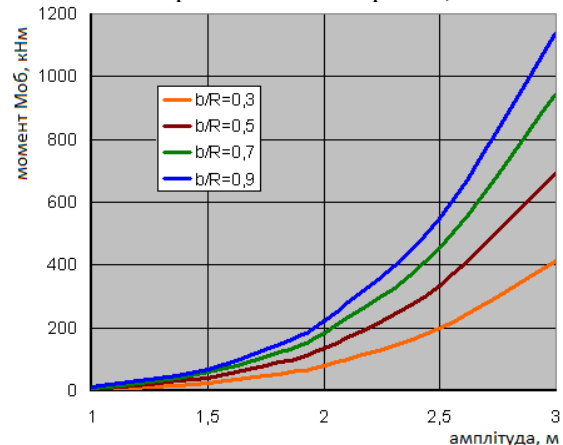


Рис. 5. Залежність обертального моменту від радіуса енергопоглинального елемента за умови $R = a$ та різних величинах R/b

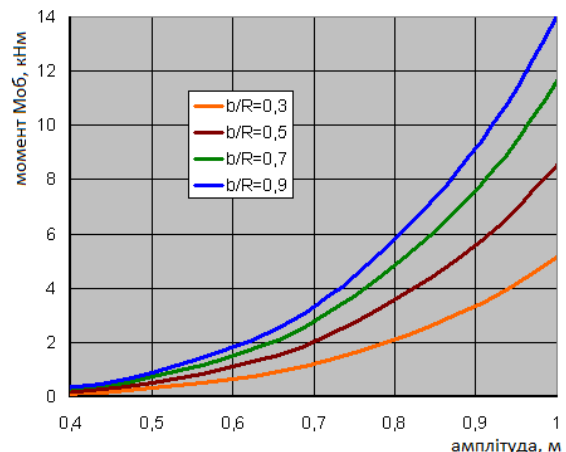


Рис. 6. Залежність обертального моменту від радіуса (до 1 м) енергопоглинального елемента за умови $R = a$ та різних величинах R/b

Плече точки прикладення сили $F_{x\Sigma}$ визначається за відомими по величинами x_c та y_c :

$$x_c = \frac{\lambda}{2} \left[1 + \frac{\arctg(y_c/z_c)}{\pi} \right] = \frac{5\lambda}{8}. \quad (24)$$

Таким чином, за умови $R_i = a$ точка прикладення сили, яка діє на енергопоглинальний елемент, має координати, які визначаються за формулами (18), (22), (24). Ця точка розташована на радіусі $R_c = \sqrt{2}AR$ при $\varphi = \frac{5}{4}\pi$.

Висновки

Уперше розроблено методику визначення сил та моментів, що діють на поверхню енергопоглинального елемента морської хвильової електростанції під час різного збурення поверхні моря, а саме:

1. Залежності змінення складових сили, що діє на поверхню енергопоглинального елемента, та обертового моменту дають змогу визначитися з енергетичними та геометричними параметрами станції.

2. Залежно від акваторії моря, сезонного впливу атмосфери, потреби споживачів електроенергії приймається рішення на визначення геометричних параметрів станції (довжина, радіус енергопоглинального елемента та ін.).

3. Користуючись методикою, визначаються складові сили, що діють на поверхню енергопоглинального елемента та обертовий момент.

4. Розраховують епюри сил та моментів уздовж радіуса енергопоглинального елемента з метою визначення критичних перерізів та найслабших місць з погляду міцності.

5. Приймаються конструкторські рішення щодо форми енергопоглинального елемента та композитних матеріалів для виробництва окремих вузлів хвильової електростанції.

Перспективи подальших досліджень

Для визначення габаритних та енергетичних параметрів, конструкційних матеріалів основних елементів хвильової електростанції, що здатні

довготривало витримувати руйнівну силу морських хвиль, проведення розрахунків на міцність необхідно вивчити її енергетичні характеристики в умовах, що відрізняються від розрахункових.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Енергетичні ресурси та потоки.** Київ: Українські енциклопедичні знання, 2003. 472 С.

2. **Ищенко Ю. А.** Захват энергии взаимодействия глубин и волн Мирового океана. *Энергия*. 2003, №3. С. 28–36.

3. **Капітанчук К. І., Овсянкін В. В.** Досвід розробки та впровадження хвильової електричної станції. *Промислова гідраліка і пневматика: матеріали XIV міжнар. наук.-тех. конф. АС (Одеса, 2013).* «ГЛОБУС-ПРЕС». 2013. С. 126–127.

4. **Патент України №56481.** Пристрій для перетворення енергії хвиль водної поверхні. МКИ7 F03B13/12.

5. **Греков П. І., Капітанчук К. І., Овсянкін В. В.** Методика розрахунку глибини занурення морської енергетичної станції при збільшенні висоти хвиль. *Вісник НАУ*. 2006. №4(30). С. 166–168. DOI: 10.18372/2306-1472.30.1399.

6. **Капітанчук К. І., Сотников А. В., Овсянкін В. В.** Один из путей независимого энергетического обеспечения подразделений Вооруженных Сил Украины приморского базирования. *Арсенал—XXI*. 2007. №1. С. 37–41.

7. **Капітанчук К. І., Овсянкін В. В., Ластивка І. А., Греков П. І.** Децентрализованное энергетическое обеспечение жизнедеятельности населения прибрежных областей Украины. *Васильків — південні ворота столиці: тези доповідей I Всеукр. наук.-практ. конф. (Васильків, 2008).* Ч. I. Васильків: Сяйво, 2008. С. 87–88.

8. **Капітанчук К. І., Андрієшин М. П.** Розрахунок подовження енергопоглинального елемента морської хвильової електростанції трансформації спіралі у площину. *Наукоємні технології*. №3 (39), 2018. С. 387–392. DOI: 10.18372/2310-5461.39.13097.

Капітанчук К. І., Андрієшин М. П.

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ СИЛ ТА МОМЕНТІВ, ЩО ДІЮТЬ НА ПОВЕРХНЮ ЕНЕРГОПОГЛИНАЛЬНОГО ЕЛЕМЕНТА МОРСЬКОЇ ХВИЛЬОВОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ПРИ РІЗНОМУ ЗБУРЕННІ ПОВЕРХНІ МОРЯ

Світовий океан містить велетенський енергетичний потенціал, який формується під дією енергії Сонця та енергії тяжіння Місяця. Використовується цей великий і екологічно чистий потенціал ще вкрай мало. Вміння реалізувати енергію морської хвилі в будь-який інший вид роботи для відтворення нетрадиційного джерела енергії — найважливіше завдання.

Загальним недоліком всіх створених у світі хвильових станцій незалежно від їх принципу дії є нестійкість до руйнівного впливу морських хвиль в період різкого підвищення сили вітру, коли умови роботи станції сильно відрізняються від розрахункових значень.

Проблема руйнівного впливу хвиль в період різкого змінення сили вітру і, відповідно, амплітуди коливань поверхні моря, розв'язано шляхом підтоплення станції на глибину, де коливання хвиль відповідають

розрахунковим значенням, без змінення режиму роботи самої станції. При цьому споживачі стабільно отримують заявлену кількість електроенергії при любых погодних умовах.

Існує проблема з визначенням композитних матеріалів для виробництва окремих вузлів хвильової електростанції, особливо енергопоглинального елемента, оскільки при збільшенні розрахункової потужності значно зростають вимоги до їх міцності.

Розроблено методу, яка в залежності від акваторії моря, сезонного впливу атмосфери, потреби споживачів електроенергії дає змогу приймати рішення на визначення геометричних параметрів станції (довжина, радіус енергопоглинального елемента та ін.). Користуючись методикою, визначаються складові сили, що діє на поверхню енергопоглинального елемента, та обертальний момент.

Після проведення розрахунку епюр сил та моментів вздовж радіуса енергопоглинального елемента з метою визначення критичних перерізів та найслабших місць приймаються конструкторські рішення щодо форми енергопоглинального елемента та композитних матеріалів для виробництва окремих вузлів хвильової електростанції.

Ключові слова: морська хвильова електростанція; енергопоглинальний елемент; композитні матеріали.

Капитанчук К. І., Андришшин М. П.

METHODOLOGY OF DETERMINING STRESS FORCES AND ANGULAR MOMENTUM THAT AFFECT POWER TAKE-OFF ELEMENT OF WATER ENERGY CONVERTER DURING STORM

Marine energy (also sometimes referred as Global Ocean power) contains enormous energy potential carried by ocean waves, tides, salinity and temperatures differences. This is vast and mostly untapped source of renewable and clean energy that can provide 20,000–80,000 terawatt-hours per year (TWh/y) of electricity (according to year 2007 International Energy Agency annual report on Ocean Energy Systems IEA-OES). When evaluating wave energy as a source of electricity it is important to understand engineering challenges of chosen approach.

Common flaw of typical wave energy converters designed and currently in use around world is a vulnerability to sudden changes in environment conditions during storms that could greatly differ from conditions used for calculations.

Problem of destructive influence of waves during sudden changes in wind force and direction is solved by flooding of a power take-off element and a platform to the depth where parameters of waves met calculation values, without station operational mode change. Thus consumers stably receive the declared quantity of the electric power.

Important issue is to choose correct materials for parts of wave energy converter, especially power take-off element, due to increased forces applied during storms. Environmental concerns of marine energy developments are to consider influence of engineered structure on ocean fauna and flora therefore:

- wave converters have to take away energy from ecosystem without disrupting usual nature processes;*
- consider risk of marine mammal, fish and plants being struck by energy converter's turbine blades; physical presence of marine energy project to alter the behavior of ecosystem flora and fauna by attraction or avoidance;*
- potential effect on nearfield and farfield marine environment and processes as sediment transport or water quality.*

Suggested method allows to create water energy converter according to water area seasonal conditions and atmospheric environmental conditions. Using this method will determine forces that affect power take-off element. After calculations are finished the information about velocity diagrams and stress-strain curves along power take-off element radius will allow to engineer the form of power take-off element and choose corresponding materials for certain parts.

Keywords: wave energy converter; power take-off element; composite materials.

Капитанчук К. И., Андришшин М. П.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СИЛ И МОМЕНТОВ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ПОВЕРХНОСТЬ ЭНЕРГОПОГЛОЩАЮЩЕГО ЭЛЕМЕНТА МОРСКОЙ ВОЛНОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВОЛНЕНИЯХ ПОВЕРХНОСТИ МОРЯ

Мировой океан имеет огромный энергетический потенциал, который формируется под воздействием энергии Солнца и энергии притяжения Луны. Используется этот большой и экологически чистый потенциал еще крайне мало. Умение реализовать энергию морской волны в любой другой вид работы для создания нетрадиционного источника энергии — задача наиважнейшая.

Общим недостатком всех созданных в мире волновых станций независимо от их принципа действия является неустойчивость к разрушительному воздействию морских волн в период резкого повышения силы ветра, когда условия работы станции сильно отличаются от расчетных значений.

Проблема разрушительного воздействия волн в период резкого изменения силы ветра и, соответственно, амплитуды колебаний поверхности моря, решена путем подтопления энергопоглощающего элемента и платформы станции на глубину, где колебания волн соответствуют расчетным значениям, без изменения режима работы самой станции. При этом потребители стабильно получают заявленное количество электроэнергии при любых погодных условиях.

Существует проблема с определением композитных материалов для производства отдельных узлов волновой электростанции, особенно энергопоглощающего элемента, так как при увеличении расчетной мощности возрастают требования к их прочности.

Разработана методика, которая в зависимости от акватории моря, сезонного влияния атмосферы, потребности потребителей электроэнергии дает возможность для принятия решений на определение герметических параметров станции (длина, радиус энергопоглощающего элемента и т.д). Используя методику, определяют составляющие силы, которая действует на поверхность энергопоглощающего элемента, и вращательный момент. После проведения расчета эпюр сил и моментов вдоль радиуса энергопоглощающего элемента с целью определения критических сечений принимаются конструкторские решения по форме энергопоглощающего элемента и композитных материалов для производства отдельных узлов волновой электростанции.

Ключевые слова: морская волновая электростанция; энергопоглощающий элемент; композитные материалы.

Стаття надійшла до редакції 16.10.2018 р.
Прийнято до друку 26.11.2018 р.