

УДК 656.61.052

## МОРСЬКИЙ ПЕРЕСУВНИЙ ЕНЕРГЕТИЧНИЙ КОМПЛЕКС «КАСКАД»

**Ремізов П. П.**, капітан далекого плавання, винахідник, e-mail: [remizov.pavel@gmail.com](mailto:remizov.pavel@gmail.com), ORCID: 0000-0002-3087-2972;

**Товстокорій, О. М.**, к.т.н., завідувач кафедри управління судном Херсонської державної морської академії, e-mail: [otovstokory@gmail.com](mailto:otovstokory@gmail.com), ORCID: 0000-0003-3048-0028;

**Сілеверстов І. А.**, к.т.н., доцент, декан факультету інженерії та транспорту Херсонського національного технічного університету, e-mail: [sia04041972@gmail.com](mailto:sia04041972@gmail.com), ORCID: 0000-0002-6886-4820;

**Даньшин М. І.**, технічний дизайнер ТОВ «Premizlab UA», e-mail: [tax.danshin@gmail.com](mailto:tax.danshin@gmail.com), ORCID: 0000-0003-3465-5219

**DOI: 10.33815/2313-4763.2019.2.21.051-058**

*В останні кілька десятиліть спостерігається активний розвиток вітроенергетичних проєктів на прибережних шельфах морів. Працюють численні діючі і встановлюються нові вітрові ферми, що генерують «зелену» електроенергію. Почалося освоєння глибоководних ділянок морських районів з інтенсивною вітровою активністю. Динамічно розвиваються два напрямки – установка вітряків на різних плавучих платформах, на якірних системах далеко у відкритому морі. Другий тип – це глибоководні морські вітрові установки з поплавковим принципом утримання «класичних» вітрових генераторів у вертикальному положенні.*

*Розвиток цих технологій свідчить про те, що освоєння вітрової енергії у відкритій частині морів і океанів з активним вітровим навантаженням вже розпочато і що в майбутньому ця робота буде розвиватися ще більш інтенсивно.*

*Але в основному вітрові турбіни пропонуються з горизонтальними валами, що вимагає все більше і більше збільшення розмірів для підвищення потужності. Крім цього до уваги береться потенціал гідроенергетики при проєктуванні таких вітрових турбін.*

*Пропонується проєкт морського пересувного енергетичного комплексу «Каскад». Комплекс, розташований на плавучій платформі, включає в себе активне вітрило, що складається з: поворотної опори (поворотний підшипник великого діаметра) на якій встановлений каркас з ферм під обтічник і двох вертикальних турбін карусельного типу. Установка також має під турбінами на несучих фермах електричні генератори з мультиплікаторами. Електричні генератори по електричним кабелям і через безконтактний пристрій передають вироблену електроенергію на електророзподільний щит і енергосховище.*

*Особливий вплив на керованість платформи надають активне вітрило і підводні гідротурбіни.*

*Активне вітрило на поворотній платформі може розташовуватися до вітру під певним заданим кутом, що дозволить платформі рухатися гаслами у напрямку до вітру і утримуватися на генеральному курсі. Підводні гідротурбіни на правому і лівому підводному борту катамарана. Їх розташування може бути по одній з кожного борту як показано на малюнку або симетрично по дві на кожен борт.*

*Вони служать для вироблення електроенергії від зустрічного потоку води при русі платформи в результаті роботи активного вітрила.*

*Пропоновані пристрої можуть бути різних розмірів у залежності від призначення і встановленої потужності. Платформи «Каскад» можуть встановлюватися на стаціонарні якірні місця і подавати електроенергію на найближчий берег. Можуть бути океанських розмірів з потужностями турбін у кілька Гігават, з споживанням потужності прямо на борту або з передачею електрики через заряд і транспортування акумуляторів.*

**Ключові слова:** «зелена» енергетика, вітрова турбіна, гідротурбіна, активне вітрило, плавуча платформа.

**DOI: 10.33815/2313-4763.2019.2.21.?-?**

**Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими або практичними задачами.** В останні декілька десятиріччя спостерігається активний розвиток вітроенергетичних проєктів на прибережних шельфах морів, що омивають Північну Європу. У цьому регіоні працюють багаточисленні діючі та ті, що встановлюються, нові вітрові ферми, які генерують «зелену» електроенергію. Почалось

освоєння глибоководних ділянок морських районів з інтенсивною вітровою активністю. Ряд країн запускає проекти зі встановлення в глибоководних районах (з глибинами більш за 100 м) вітрових ферм з генераторами великої потужності. Динамічно розвиваються два напрями – встановлення вітряків на різноманітних плавучих платформах, та глибоководні морські вітрові установки з поплавковим принципом утримання «класичних» вітрових генераторів у вертикальному положенні. Обидва типи фіксуються на якірних системах у відкритому морі.

Динаміка розвитку даних технологій свідчить про те, що освоєння вітрової енергії у відкритій частині морів і океанів з активним вітровим навантаженням вже розпочато і буде розвиватися ще більш інтенсивно.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв’язання даної проблеми і виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.**

Останнім часом вчені та інженери все більше і більше стали звертатися до теми використання сили вітру для отримання як енергії для руху суден, так і для отримання електричної енергії. [2, 3].

Розглянуто принципи дії та методи використання вітроенергетики і гідроенергетики з прив’язкою до конкретних конструкцій [4, 5].

Розвиток офшорного видобутку вуглеводнів дав необхідні технічні інструменти та багатий досвід для розвитку альтернативної енергетики у відкритому океані. Але в той же час сам видобуток і реалізація видобутих вуглеводнів гальмує саму альтернативну енергетику, по суті, будучи її прямим конкурентом.

Проте, як свідчить останній звіт Maritime Strategies International (MSI), розроблений на замовлення Європейського кліматичного фонду, баланс сил поступово змінюється. Відсоток викопного палива у морській галузі стрімко зменшується на користь відновлювальних та екологічних джерел енергії [6].

В останні роки, завдяки отриманому досвіду роботи офшорної індустрії видобутку вуглеводнів, постала нова, незалежна галузь прибережної відновлюваної енергетики. Вона бурхливо розвивається, і їй стає тісно на прибережних шельфах, вона все далі прагне відірватися від берега, далі в море.

Розвиток прибережної вітрової енергетики широко обговорюється [7]. У провідних світових економічних і технічних виданнях активізувалася критика технологій, що використовуються у «традиційній» вітроенергетиці. Так, критикується: велика частка пластика при виготовленні вітрових генераторів, кошовна його переробка, а, в умовах відкритого моря, ці матеріали збільшують ризик забруднення середовища. Другим фактором є технічні обмеження у використанні класичних вітряків – допустима робоча сила вітру складає 25–30 метрів за секунду. При більших швидкостях вітру вітряк зупиняється і переводиться в штормовий режим очікування, іншими словами ставиться на гальмо і розгортається до вітру боком для зменшення опору лопатей. Пікові, або максимальні вітрові навантаження залишаються незадіяними, зважаючи на технічні обмеження, вітрових установок, що прийняті «на озброєння» [8].

Останнім часом вітроенергетичні генеруючі потужності припинили обов’язково прив’язувати до ґрунту. Майже два роки тому, з’явилася перша плавуча вітроелектростанція і результати її роботи перевищили навіть найсміливіші очікування [9, 10]. Але, в основному вітрові турбіни пропонуються з горизонтальними валами, що вимагає все подальшого збільшення розмірів для підвищення потужності. Крім цього до уваги не береться потенціал гідроенергетики при проектуванні таких вітрових турбін.

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** Метою статті є пропозиція плавучої вітрогідроелектростанції нового типу.

**Виклад матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.** Авторами проекту «Морський пересувний енергетичний комплекс «Каскад» представлено своє бачення вітроенергетики відкритих морів найближчого майбутнього. Воно засноване на використанні авто-керованих плавучих платформ-катамаранів, що

оснащені сучасним автоматизованим управлінням і навігаційним обладнанням, вітровими і гідродинамічними пристроями з вироблення електроенергії, які здатні впливати на управління плавучою платформою, утримувати її на заданому курсі, і обладнанням, що дозволяє акумулювати і використовувати отриману електроенергію.

Метою проекту «Каскад» є виробництво плавучих морських енергетичних комплексів нового типу. Одним із факторів, що ускладнюють просування вітроенергетики в глибоководні райони відкритого моря є, на думку автора, відсутність різноманітності в вітроенергетичних пристроях, задіяних на глибоководних шельфах. Найчастіше вітрогенератори, які використовуються на суші, просто переносяться в морські умови з адаптацією лише несучих засобів – платформи, поплавкові пристрої і т.ін., а самі ж вітрові генератори не відчувають будь-яких конструктивних змін, хоча в умовах відкритого моря вітрові навантаження бувають набагато інтенсивніше берегових і прибережних, зі швидкостями вітру понад 70 метрів в секунду, що спричиняє підвищення експлуатаційних ризиків для подібних дорогих вітрових комплексів.

На думку автора проекту «Каскад», океанічна вітрова енергетика тільки народжується, відносно інших технологій вона запізнюється в розвитку на кілька десятиліть.

Протягом останніх десяти років автор проекту здійснював пошук технічного рішення максимального використання сил природи у відкритому морі.

Спостерігаючи силу стихії, перетинаючи штормові широти або ухиляючись від зустрічних циклонів і тропічних ураганів, він уявляв можливість створення пристроїв, здатних надійно працювати в штормових умовах, при цьому бути повністю роботизованими. Великий вплив на інтерес до пошуку інноваційних рішень, справила інформація про катастрофічні урагани біля узбережжя Флориди і Сходу США, Індійському океані, на Мадагаскарі і Філіппінах, Індонезії і т.ін.

Вчені Стенфордського університету США [11] з'ясували, що використання вітрових генераторів у районах, схильних до ураганів, можуть істотно зменшити руйнівну дію стихії, допомогти уникнути збитків від неї.

Не менш важливим і очевидним фактором є посилення кліматичних змін, викликаних глобальним потеплінням. Генеральна ідея проекту полягає в тому, що вже сьогодні можливо і далі нарощувати світове споживання енергії – не тільки без негативного впливу на середовище, але і з одночасним виправленням скоєної раніше шкоди.

Постійний інтерес до цієї проблеми допоміг автору в створенні проекту «Каскад», в якому він спробувати об'єднати його з загальною концепцією розвитку прибережної або офшорної вітроенергетики, намалювати перші начерки вітроенергетики відкритих морів і океанів, запропонувати своє бачення використання вітрових пристроїв у морському транспорті недалекого майбутнього.

Відкритий океан є невичерпним ресурсом як вітрової енергії, так і енергії течій.

Технічні можливості країн, що ведуть освоєння прибережних шельфів під вітрові електростанції, значно зросли, напрацьований дуже важливий і значний досвід морського базування і обслуговування вітрових ферм у морі. Прокладаються кабельні траси по морському дну, по яким електроенергія надходить з офшорних ферм на берег до споживача. Вітрова енергетика стоїть на порозі виходу у відкрите море.

**Проект «Каскад».** Один із варіантів автономного енергетичного комплексу працює на енергії вітру і води, що рухається, представлений у проекті «Каскад» (рис. 1). Експериментальна установка спочатку будувалася як стаціонарний вітряк на катамарані, що стоїть на якорі. Але в процесі експлуатації установки стало зрозуміло, що призначення пристрою можна модифікувати як не тільки плавучий катамаран, з вітровою установкою, що встановлюється на якорі, а й як плавучий засіб, що приводиться до руху за допомогою активного вітрила нового типу. Це активне вітрило типу «Каскад», спроектоване, побудоване і випробуване в Україні, у місті Херсон на річці Дніпро підприємством Premizlab UA.



Рисунок 1 – Загальний вигляд яхти-катамарана, що має електродвигуни як у звичайного судна, але основним рушієм якої є активна енергетична вітрильна установка нового типу

Більш детально конструкцію активного вітрила показано на рис. 2.



Рисунок 2 – Пристрій активного вітрила: поворотна опора (поворотний підшипник великого діаметра) (а), на якій встановлено каркас обтічника (б) і дві вертикальні турбіни (в) карусельного типу, електричні генератори з мультиплікаторами (г)

Електричні генератори по електричним і через безконтактний пристрій передають вироблену електроенергію на електророзподільний щит і енергосховище. Поруч на технічній палубі розташовані пристрої для стиснення і поділу повітря на рідкий азот і кисень – газотурбодетендери. Отримані рідкі компоненти повітря передаються по трубопроводах і накопичуються під водою в накопичувальних підводних транспортних танках. Отримані компоненти можуть транспортуватися підводним буксируванням, або перекачуватися в спеціальні транспортні танкери надводним шляхом або під водою.

Особливий вплив на керованість платформи має активне вітрило і підводні гідротурбіни.

Активне вітрило на поворотній платформі може розташовуватися до вітру під певним заданим кутом, що дозволить платформі рухатися галсами у напрямку до вітру і утримуватися на генеральному курсі.

Підводні гідротурбіни встановлено на правому і лівому підводному борту катамарана. Їх розташування може бути по одній з кожного борту, як показано на рис. 3, 4, або симетрично по дві на кожен борт. Вони служать для вироблення електроенергії від зустрічного потоку води при русі платформи в результаті роботи активного вітрила.

Гідротурбіни також впливають на управління платформи шляхом гальмування правої або лівої гідротурбіни зниженням обертів через збільшення електричного навантаження на електрогенератор гідротурбіни. Також турбіни можуть працювати як активні рушії, при зміні режиму роботи електрогенератора на режим «електромотор». На палубі активного вітрила катамарана під турбінами розташований навігаційний місток управління з круговим автоматичним оглядом, що дозволяє керувати платформою дистанційно. Платформа обладнана усіма необхідними навігаційними вогнями і знаками, які працюють автоматично цілодобово.

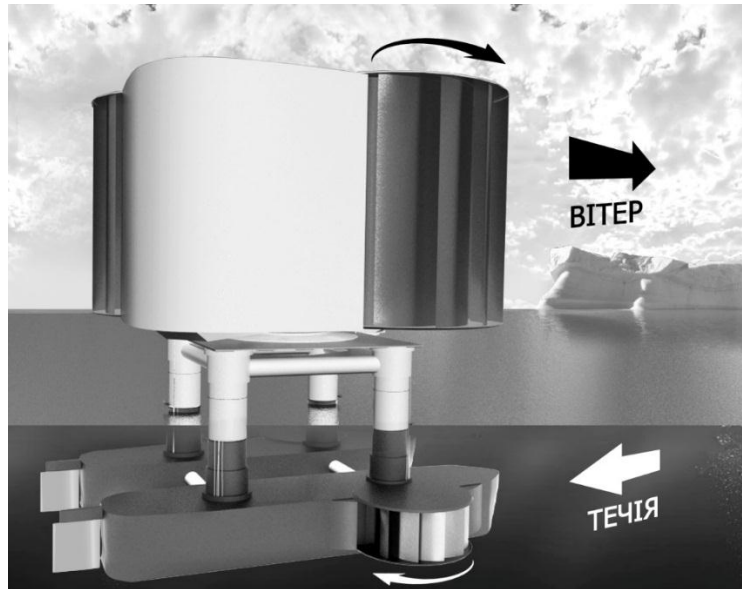


Рисунок 3 – Вигляд морського пересувного енергетичного комплексу «Каскад» у роботі

Як і всі морські платформи дана оснащена вертолітним майданчиком, підводним терміналом, технічними ліфтами, вантажними кранами та лебідками, якірним пристроєм. Для збільшення парусності платформи, можуть використовуватися парашутні пристрої.

Розвиток технологій транспортування електроенергії обіцяє швидкий прогрес, який, наприклад, дозволить транспортувати заряджені акумулятори на берег до споживача. Дані платформи можуть забезпечувати електроживленням або підзарядкою вантажні судна, що проходять повз, або рибальський флот, або станції з видобутку корисних копалин у відкритому морі.

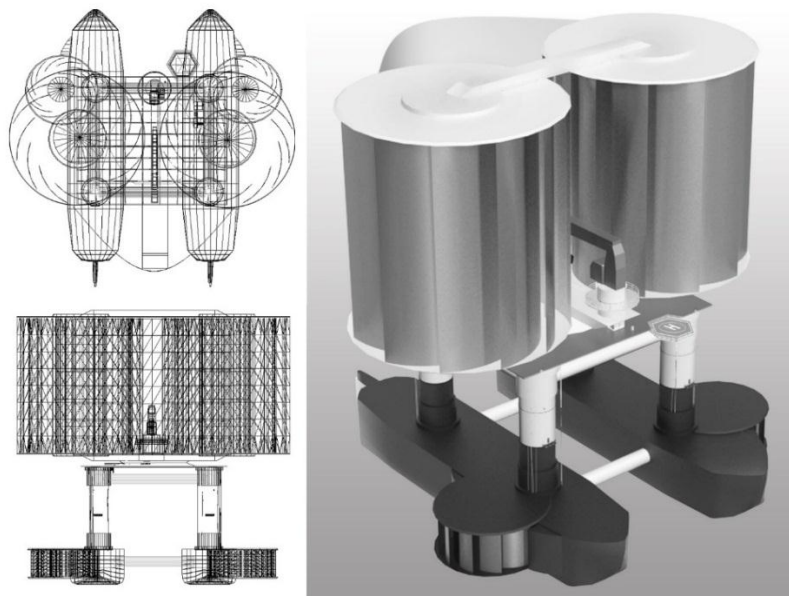


Рисунок 4 – Морський енергетичний комплекс «Каскад» у проєкціях

**Висновки.** Пропоновані пристрої можуть бути різних розмірів у залежності від призначення і встановленої потужності. Платформи «Каскад» можуть встановлюватися на стаціонарні якірні місця і подавати електроенергію на найближчий берег. Можуть бути океанських розмірів з потужностями турбін у кілька гігават, з споживанням потужності прямо на борту або з передачею електричної енергії через заряд і транспортування акумуляторів, або в недалекому майбутньому бездротовим способом, існування якого довів Нікола Тесла, та який вже робить перші кроки у мобільних пристроях.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Энергетичний комплекс «Каскад-3» : патент 91379 Україна : МПК: F03B 3/04, F03D 3/02, F03B 13/08, F03B 13/10. № а 2013 11898; заявл. 9.10.2013; опубл. 10.07.2014, Бюл. № 13.
2. Roadmap for Sail Transport: Engineering. URL: [http://www.nrsail.eu/wp-content/uploads/2015/11/SAIL\\_FinalReport\\_Engineering.pdf](http://www.nrsail.eu/wp-content/uploads/2015/11/SAIL_FinalReport_Engineering.pdf)
3. Тим Скоренко. То ли мачта, то ли парус. URL: <https://www.popmech.ru/magazine/2011/101-issue/#>
4. Фалеев Д. С. Возобновляемые и ресурсосберегающие источники энергии : учебное пособие. Хабаровск : ДВГУПС, 2001. 175 с.
5. Michael, Shellenberger. (2019). The renewables can't power modern civilization is because they were never meant to. *Der Spiegel*, 19/4.5.
6. Марк Шевченко. Экология прежде всего, или горе перевозчикам. *Порты Украины* : веб-портал. URL: <https://ports.com.ua/articles/ekologiya-prezhde-vsego-ili-gore-perevozhchikam> (дата зверення 09.08.2019)
7. Галина Шмидт, Андрей Конеченков. Оффшорная ветроэнергетика. *Терминал*. 2015. № 28 (770). URL: [http://uwea.com.ua/uploads/publications/PUBLIC\\_13072015.pdf](http://uwea.com.ua/uploads/publications/PUBLIC_13072015.pdf) (дата зверення 13.07.2015)
8. Анатолий Ализар. Мегаконструкции. Самые большие ветрогенераторы. URL: <https://habr.com/ru/post/373021/>
9. Владимир Скрипин. Возле берегов Шотландии заработала первая в мире плавучая ветряная электростанция. *Hywind Scotland*. URL: <https://itc.ua/news/voze-beregov-shotlandii-zarabotala-pervaya-v-mire-plavuchaya-vetryanaya-elektrostantsiya-hywind-scotland/> (дата зверення 20.10.2017)
10. Владимир Сидорович. Первая в мире плавучая ветровая электростанция работает лучше, чем ожидалось. URL: <http://renen.ru/the-world-s-first-floating-wind-power-plant-works-better-than-expected/> (дата зверення 19.02.2018)
11. Offshore wind farms could tame hurricanes before they reach land. *Stanford University*. URL: <https://www.sciencedaily.com/releases/2014/02/140226075019.htm> (дата зверення 26.02.2014.)

## REFERENCES

1. *Enerhetychnyi kompleks «Kaskad-3»* : patent 91379 Ukraine : MPK: F03B 3/04, F03D 3/02, F03B 13/08, F03B 13/10. # a 2013 11898; zaiavl. 9.10.2013; opubl. 10.07.2014, Biul. # 13.
2. Roadmap for Sail Transport: Engineering. Retrieved from : [http://www.nrsail.eu/wp-content/uploads/2015/11/SAIL\\_FinalReport\\_Engineering.pdf](http://www.nrsail.eu/wp-content/uploads/2015/11/SAIL_FinalReport_Engineering.pdf)
3. Tim Skorenko. To li mачта, to li parus. Retrieved from : <https://www.popmech.ru/magazine/2011/101-issue/#>
4. Faleev D. S. (2001). *Vozobnovlyaemihe i resursosberegayuthie istochniki ehnergii* : учебное пособие. Khabarovsk : DVGUPS.
5. Michael, Shellenberger. (2019). The renewables can't power modern civilization is because they were never meant to. *Der Spiegel*, 19/4.5.

6. Mark Shevchenko. (2019). *Ehkologiya prezhdе vsegо, ili gоre perevozchikam. Portih Ukrainih. ports.com.ua*. Retrieved from : <https://ports.com.ua/articles/ekologiya-prezhde-vsego-ili-gore-perevozchikam>
7. Galina Shmidt, Andrey Konechenkov. (2015). *Offshornaya vetroehnergetika. Terminal, № 28 (770)*. Retrieved from : [http://uwea.com.ua/uploads/publications/PUBLIC\\_13072015.pdf](http://uwea.com.ua/uploads/publications/PUBLIC_13072015.pdf)
8. Anatoliy Alizar. *Megakonstrukcii. Samihe boljshie vetrogeneratorih*. Retrieved from L: <https://habr.com/ru/post/373021/>
9. Vladimir Skripin. (2017). *Vozle beregov Shotlandii zarabotala pervaya v mire plavuchaya vetryanaya ehlektrostantsiya. Hywind Scotland*. Retrieved from : <https://itc.ua/news/voze-beregov-shotlandii-zarabotala-pervaya-v-mire-plavuchaya-vetryanaya-elektrostantsiya-hywind-scotland/>
10. Vladimir Sidorovich. (2018). *Pervaya v mire plavuchaya vetrovaya ehlektrostantsiya rabotaet luchshe, chem ozhidalosj*. Retrieved from : <http://renen.ru/the-world-s-first-floating-wind-power-plant-works-better-than-expected/>
11. *Offshore wind farms could tame hurricanes before they reach land. Stanford University*. URL: <https://www.sciencedaily.com/releases/2014/02/140226075019.htm>

**Ремизов П. П., Товстокорый О. Н., Селиверстов И. А., Даньшин М. И.** МОРСКОЙ ПЕРЕДВИЖНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «КАСКАД»

*В последние несколько десятилетий наблюдается активное развитие ветроэнергетических проектов на прибрежных шельфах морей. Работают многочисленные действующие и устанавливаются новые ветровые фермы, генерирующие «зеленую» электроэнергию. Началось освоение глубоководных участков морских районов с интенсивной ветровой активностью. Динамично развивается два направления – установка ветряков на различных плавучих платформах, на якорных системах далеко в открытом море. Второй тип – это глубоководные морские ветровые установки с поплавковым принципом удержания «классических» ветровых генераторов в вертикальном положении.*

*Развитие данных технологий свидетельствует о том, что освоение ветровой энергии в открытой части морей и океанов с активной ветровой нагрузкой уже начато и что в будущем эта работа будет развиваться еще более интенсивно.*

*Но в основном ветровые турбины предлагаются с горизонтальными валами, что требует все большее и большее увеличение размеров для повышения мощности. Кроме этого не учитывается потенциал гидроэнергетики при проектировании таких ветровых турбин.*

*Предлагается проект морского передвижного энергетического комплекса «Каскад». Комплекс, расположенный на плавучей платформе, включает в себя активный парус, состоящий из: поворотной опоры (поворотный подшипник большого диаметра) на которой установлен каркас из ферм под обтекатель и двух вертикальных турбин карусельного типа. Установка также имеет под турбинами на несущих фермах электрические генераторы с мультипликаторами. Электрические генераторы по электрическим кабелям и через бесконтактное устройство передают выработанную электроэнергию на электрораспределительный щит и энергохранилище.*

*Особое влияние на управляемость платформы оказывают активный парус и подводные гидротурбины.*

*Активный парус на поворотной платформе может располагаться к ветру под определенным заданным углом, что позволит платформе двигаться галсами по направлению к ветру и удерживаться на генеральном курсе. Подводные гидротурбины на правом и левом подводном борту катамарана. Их расположение может быть по одной с каждого борта как показано на рисунке либо симметрично по две на каждый борт.*

*Они служат для выработки электроэнергии от встречного потока воды при движении платформы в результате работы активного паруса.*

*Предлагаемые устройства могут быть различных размеров в зависимости от назначения и установленной мощности. Платформы «Каскад» могут устанавливаться на стационарные якорные места и подавать электроэнергию на ближайший берег. Могут быть океанских размеров с мощностями турбин в несколько ГигаВатт, с потреблением мощности прямо на борту или с передачей электричества через заряд и транспортировку аккумуляторов.*

**Ключевые слова:** «зеленая» энергетика, ветровая турбина, гидротурбина, активный парус, плавучая платформа.

**Remizov P., Tovstokory O., Seliverstov I., Danshin M. MOBILE MARINE ENERGY FACILITY “CASCAD”**

*In the past few decades, there has been an active development of wind energy projects on the coastal shelves of the seas. Numerous existing wind farms and those under construction, operate, generating “green” electricity. The development of deep-sea sections of marine areas with intense wind activity has begun. Two directions are being developed dynamically - the installation of windmills on various floating platforms, on anchor systems far in the open sea. The second type is the deep-sea offshore wind units with the floating principle of keeping the “classic” wind generators in an upright position.*

*The development of these technologies indicates that the wind energy utilization in open seas and oceans with active wind load, has already begun and that in the future this work will be further developed.*

*But mostly, wind turbines are offered with horizontal shafts, which requires size enlargement in order to increase the power being generated. In addition, the hydropower potential is taken into account when designing such wind turbines.*

*The project of the “Cascad” marine mobile energy facility is being proposed. The facility, located on a floating platform, includes an active sail, consisting of: a rotary support (large diameter rotary bearing) on which a frame of trusses under the fairing and two vertical turbines of a carousel type are mounted. The installation also has electric generators with multipliers mounted under the turbines on the load-bearing trusses. Electric generators transmit electric energy through electric cables and through the contactless device to the switchboard and energy storage.*

*The active sail and underwater hydraulic turbines have a particular impact on the platform handling.*

*The active sail on the rotary platform may be positioned at a certain predetermined angle to the wind, which will enable the platform to move in the direction of the wind and remain on the general course. Underwater hydroturbines are located on the starboard and port underwater sides of the catamaran. They can be one on each side or two on each side symmetrically.*

*Their purpose is to generate electricity of the oncoming water flow while the platform is moved by the active sail.*

*The devices in question can be of various sizes depending on the purpose and installed capacity. “Cascad” platforms can be installed on stationary anchor places and supply electricity to the nearest shore. They can be of ocean size with turbine capacities of several Gigawatts, with power consumption directly on board or with the transfer of electricity by charging and transporting it by electric power storage units.*

**Key words:** “green” energy, wind turbine, hydraulic turbine, active sail, floating platform.

© Ремізов П. П., Товстокорий О. М., Селіверстов І. А., Даньшин М. І.

Статтю прийнято  
до редакції 26.09.19