

УДК 629.5.01

Я.П. Саустіян

**АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ
БЕЗЕКІПАЖНИХ НАДВОДНИХ КАТЕРІВ**

У статті розглядаються основні архітектурно-конструктивні особливості безекіпажних надводних катерів (БЕК). Здійснена їх класифікація за типом корпусу, за розмірами і типом виконуваних завдань, за ступенем автономності.

Ключові слова: *безпілотні системи, тип корпусу, напівзанурений, користне навантаження, водотонажний, глісуючий, платформа, обладнання, автономний.*

В статье рассматриваются основные архитектурно-конструктивные особенности безэкипажных надводных катеров (БЭК). Осуществлена их классификация по типу корпуса, по размерам и типу выполняемых задач, по степени автономности.

Ключевые слова: *беспилотные системы, тип корпуса, полупогруженный, полезная нагрузка, водоизмещающий, глиссирующий, платформа, оборудование, автономный.*

The article deals with the main architectural and structural features of unmanned surface vehicle (USV). Their classification by type of body, size and type of tasks performed, on degree of autonomy is carried out.

Keywords: *unmanned systems, body type, semi-submersible, payload, conventional planing, semi-planing, platform, equipment, autonomous.*

Вступ. Сьогодні у світі сконцентрована увага щодо витоків загроз, можливих місць нападів та засобів, за допомогою яких вони можуть бути здійснені.

Разом з цим виникають потреби застосовувати сучасні методи захисту, використовуючи різні безпілотні системи. До таких систем належать:

- unmanned surface vehicle (USV);
- unmanned undersea vehicle systems (UUVs);
- unmanned aerial vehicles (UAVs);
- uninhabited combat air vehicles (UCAVs);
- unmanned ground vehicles (UGVs).

Такі системи можуть виконувати безліч можливостей, включаючи спостереження та розвідку, знаходження цілей, здійснення оцінки пошкоджень вузлів зв'язку, проведення різних екологічних вимірювань, виявлення та ідентифікації ядерних, біологічних і хімічних загроз та ін.

© Саустіян Я.П., 2017

Для забезпечення охорони морського простору використовують безкіпажні надводні катери (USV). Такі системи забезпечують значну стійкість на воді та таємні можливості. Вони можуть працювати повністю або частково автономним режимом, заздалегідь виконувати визначені місії, надавати оптичні або акустичні знімки, дані різного типу про морське середовище та обстановку на воді.

Безкіпажні надводні катери вже протягом багатьох десятиліть розробляються різними країнами. Особливу увагу приділяють дослідженням та розробкам нових БЕК ВМС США та Ізраїлю. Проте значних успіхів в цьому напрямку досягнуто за останні пару десятиліть.

У роботі [1] розглядаються технології розробки систем безпілотних морських транспортних засобів (Unmanned Maritime Vehicles) за останні двадцять років та досліджуються безкіпажні надводні катери. Також здійснено оцінку комерційних та експлуатаційних результатів.

Метою статті є аналіз та огляд основних архітектурно-конструктивних особливостей безкіпажних надводних катерів для точного збору та класифікації статистичних даних.

Виклад основного матеріалу. Основним критерієм при проектуванні БЕК є його форма корпусу. Експлуатація на морській поверхні дає можливість БЕК постійно обмінюватися інформацією наземними, повітряними і підводними об'єктами, які обладнані відповідним чином. Враховуючи вищезазначене, були розглянуті наступні типи БЕК:

- напівзанурені (semi-submersible craft);
- водотоннажні (conventional planing hull craft);
- напівглісуючі (semi-planing hull craft);
- на підводних крилах (hydrofoils);
- інші типи (other craft types).

Так як у напівзанурених БЕК (рис. 1) [2] більша частина корпусу знаходиться під водою, то він має більш низький лобовий опір, ніж традиційні конструкції корпусу. При усуненні хвильового опору сумарний опір БЕК значно зменшується, що дозволяє використовувати більший відсоток його потужності для інших цілей, таких як буксирування чи електроживлення. Через співвідношення опору тиску (опору форми) до необхідної потужності швидкість БЕК обмежена до 25 вузлів (для катерів довжиною 7 м). Для катерів довжина, яких менше 7 метрів, обмежень по швидкості немає. Такі напівзанурені безкіпажні катери оснащуються високоефективними пропульсивними системами, що роблять їх конкурентоспроможними порівняно з катерами інших конструктивних типів.

Така конструкція менше піддається впливу стану моря, що робить період його експлуатації в різних погодних умовах більш тривалим. Вплив морського хвилювання знижується, що корисно для стабілізації датчиків і корисного вантажу, наприклад, гідролокаторів та антен для місії з протимінної оборони. Також через те, що більша частина корпусу знаходиться під водою, його радіолокаційна та візуальна помітність знижується, що сприяє виконанню завдань, які вимагають скритності.



Рис. 1. Напівзанурений БЕК Sentry (QinetiQ, Велика Британія)

Напівзанурені БЕК мають більшу вартість, ніж катери з корпусом звичайного типу через підвищену складність систем та їх специфічність.

Корпуси БЕК водотонажного типу бувають різних форм. Найбільш поширеними є корпуси типу «V-Hull» (рис.2.) [3], «Modified-V» і «M-Hull».

В залежності від форми та навантаження катера, корпус типу «V-Hull» має поєднання продуктивності і широкого діапазону швидкостей, включаючи максимальну швидкість, що перевищує 20 вузлів. Цей тип корпусу є кращим у порівнянні з іншими типами корпусів з точки зору ефективності транспортування (швидкість, корисний вантаж і дальність). Такий БЕК має високу масу корисного вантажу.

Корпус типу «Modified-V» поєднує в собі кращі характеристики інших типів. Такий тип корпусу має більшу швидкість у порівнянні з «V-Hull». Технологія «M-Hull» поєднує в собі аеростатичні та гідродинамічні характеристики форми корпусу, що створює стабільну платформу для розміщення обладнання. Така конструкція корпусу має велику швидкість та здатність перевезення більш корисного навантаження. Такий тип корпусу дозволяє БЕК для військових операцій перевищувати обмеження по швидкості [4].

На малих швидкостях БЕК зі звичайним корпусом менш стійкий на воді і схильний до бортової хитавиці, а на високих – ударяється об воду і не ефективний на перехідних швидкостях. Такі БЕК при їх побудові обходяться дешевше через схожість зі звичайними суднами, що обумовлюється економією за рахунок масштабів виробництва.



*Рис. 2. БЕК з корпусом типу «V-Hull» Protector
(Rafael Advanced Defense Systems Ltd., Ізраїль)*

При роботі на помірних швидкостях корпус БЕК напівглісуючого типу забезпечує більш низький опір і більш високу стійкість на хвилюванні порівняно зі звичайним корпусом типу «V-Hull» та його варіантами. БЕК з таким типом корпусу здатний розвивати швидкість більше 30 вузлів, і він є більш ефективним у широкому діапазоні швидкостей. Як правило, даний тип корпусу має меншу масу корисного вантажу порівняно зі звичайним корпусом для відповідної довжини ватерлінії, тому він більш вузький – з великим співвідношенням довжини до ширини (L/B). Наприклад, БЕК компанії Textron, Inc. (США) Common Unmanned Surface Vessel (CUSV) (рис. 3) рухається зі швидкістю 35 вузлів та має $L/B = 3,5$ [5].

БЕК на підводних крилах (рис. 4) [6] має найменший опір і краще утримується на воді серед всіх типів корпусу. Також на швидкості він являє собою стабільну в помірних морських умовах платформу. Такі БЕК здатні розвивати швидкість понад 40 вузлів та не підходять для завдань буксирування: оптимізація пропульсивної системи (рушія) з метою досягнення високошвидкісної роботи не сумісна з низькими швидкостями і високою тягою, необхідних для ефективного виконання завдань буксирування. Через складність конструкції цей тип корпусу є більш дорогим, ніж корпус напівглісуючого типу.



Рис. 3. БЕК напівглісуючого типу Common Unmanned Surface Vessel (CUSV) (Textron, Inc., США)

Існує безліч інших традиційних і нетрадиційних типів корпусу БЕК. Серед них – вітрильники, інші типи, що створюють піднімальну силу; катери з малою площею ватерлінії, хвилерізи та багатокорпусні (рис. 5) [7]. Як правило, такі типи добре підходять для конкретних вузьконаправлених цілей, а не для використання за загальним призначенням. При цьому витрати на них можуть змінюватися: БЕК може бути використаним як одноразово, так і стати основним капіталовкладенням.



Рис. 4. БЕК на підводних крилах USSV-HS (Naval Surface Warfare Center – Carderock Division, США)

Безкіпажні катери, як правило, мають невеликі розміри. Якщо розглядати тільки БЕК, які застосували у бойових операціях або, принаймні, успішно пройшли всі кваліфікаційні випробування, то їх розміри не перевищують 41 метр, при цьому переважна більшість БЕК має розміри 7 і 11 метрів. Відповідно до Додатка Д «USV Master Plan» (США) [8]. БЕК за розмірами і типом виконуваних завдань можна розділити на чотири основні класи:

- 1) X-Class;
- 2) Harbor Class (7m);
- 3) Snorkeler Class (semi-submersible);
- 4) Fleet Class (11m).



Рис. 5. Bonefish USV (SAAB and PT. Lundin Industry Invest, Швеція)

До X-Class відносять БЕК спеціального призначення довжиною менше 3-х м, побудовані для вирішення конкретного завдання. При конструюванні не використовується модульний підхід, як наслідок цього БЕК такого класу неможливо реконструювати під вирішення іншого завдання. Проте, цей підхід цілком виправданий при створенні малорозмірних БЕК. Решта три класи мають всі переваги модульної побудови, а системи управління всіх чотирьох класів уніфіковані.

БЕК X-Class використовують, для підтримки операцій сил спеціального призначення. Вони мають істотні обмеження по запасу ходу, корисного навантаження, озброєння і морехідності.

Яскравим прикладом БЕК такого класу є Stingray USV (рис. 6). Stingray USV – безкіпажний катер компанії Elbit Systems Ltd. (Ізраїль), який призначений для охорони морських шляхів та підводних пошукових операцій. Але основними місіями при виконанні бойових завдань є стеження, спостереження та розвідка (англ. ISR) [9].

До класу Harbor відносять 7-метрові надувні човни з жорстким набором корпусу. Крім виконання завдань у безпілотному режимі вони використовуються і під управлінням екіпажу. Такі БЕК стандартизовані для розміщення на борту військових кораблів і платформ, спільно з якими можна виконувати різні військові операції та операції для забезпечення безпеки при виконанні розвідки і спостереження. На борту, як правило, розміщуються засоби радіоелектронної боротьби, пристрій для спуску на воду і підйому на борт малих автономних незаселених підводних апаратів (АНПА) [8].

Представником класу Harbor є Spartan Scout USV (рис.7), що був розроблений у 2002 році Naval Undersea Warfare Center (США). Призначений для патрулювання акваторій портів і внутрішніх водних шляхів сполучення. Радіокерований надувний човен. Оснащений летальною зброєю та обладнанням для спостереження [10].



Рис. 6. Stingray USV (Elbit Systems Ltd., Ізраїль)



Рис. 7. Spartan Scout USV (Naval Undersea Warfare Center, США)

До класу Snorkeler відносять напівзанурені БЕК (рис. 1), що розміщуються на борту великих військових кораблів. Вони призначені для вирішення широкого кола завдань. Під час виконання бойової операції БЕК класу Snorkeler знаходяться в напівзануреному стані, так, що над поверхнею залишається тільки їх надбудова [8]. Цей режим роботи забезпечує значно більшу стійкість апарата при сильному хвилюванні. Необхідність розробки БЕК такого класу обумовлена завданнями протимінної і протичовнової боротьби.

БЕК Sentry компанії QinetiQ (Велика Британія) (рис. 1) виконує задачі розвідки. Здатний нести різне навантаження. Керувати ним можна на відстані до 30 кілометрів. При цьому зовсім не обов'язково, щоб катер знаходився в полі зору оператора. БЕК має автопілот і можливість повністю автономного виконання запрограмованої місії. З метою забезпечення безпеки судноплавства катер можна налаштувати так, щоб він автоматично уникав певних районів плавання [11].

До класу Fleet відносять 11-метрові глисируючі БЕК. Вони забезпечують або помірну швидкість і невеликий запас ходу під час буксирування апаратури для пошуку мін, або високу швидкість і значний запас ходу під час виконання місій по боротьбі з підводними човнами, надводних військових операцій або ведення радіоелектронної боротьби [10]. Реконструкція під поставлену задачу можлива завдяки модульній побудові рушійної системи. БЕК класу Fleet можливо використовувати під керуванням екіпажу (в пілотованому режимі) завдяки швидкому демонтажу корисного навантаження.

БЕК Silver Marlin (рис. 8), розроблений компанією Elbit Systems (Ізраїль), входить до класу Fleet, здатний в автономному режимі патрулювати територію радіусом до 500 км. Призначення Silver Marlin може бути дуже різним. Це розвідка, спостереження і рекогносцировка, охорона транспортних суден від терористичної і піратської загрози, виявлення і ліквідація морських мін, пошуково-рятувальні операції [12].



Рис. 8. Silver Marlin (Elbit Systems, Ізраїль)

Крім описаних основних чотирьох класів Національний науково-дослідний інститут оборони США (National Defense Research Institute – NDRI) додатково виділив ще 3 класи – E, F, G – для більших БЕК.

За ступенем автономності БЕК можна розділити на три категорії: дистанційно-керовані, напівавтономні та автономні. Дистанційно-керовані БЕК можна в свою чергу розділити на дві групи – безперервно керовані, коли абсолютно всі завдання здійснюються вручну, починаючи від планування траєкторії руху і закінчуючи безпосереднім виконанням поставленого завдання і поверненням на базу, і керовані системою управління БЕК, коли вона може самостійно пропонувати варіанти траєкторій, і при необхідності вказувати на помилки оператора, які можуть призвести до зіткнення з перешкодами, аварії внаслідок невірної розрахованого маневру і т.п. Очевидно, що в першому випадку навантаження на оператора максимальне, а контроль з боку системи управління БЕК відсутній.

У напівавтономних БЕК передбачено супервидимий режим керування, коли вся місія розбивається на автономно виконуючі підзадачі, запуск і контроль виконання яких здійснюється оператором. При виконанні бойового завдання, пов'язаного зі знищенням об'єктів противника, в систему управління БЕК надходить інформація від блоку розпізнавання противника типу «свій-чужий», проте підтвердження розпізнавання цілі і дозвіл нанесення удару здійснюється оператором.

Автономні БЕК виконують свою місію самостійно, у тому числі і в групі. При цьому рівень автономності членів групи може бути різним. Наприклад, в групі може бути визначений «лідер», який координує дії інших членів. Важливою особливістю автономних БЕК є можливість виконання завдання в умовах мінливої обстановки та повернення на базу в умовах повної відсутності зв'язку з командним пунктом [8].

Висновки. У результаті роботи проведено аналіз архітектурно-конструктивних особливостей безкіпажних надводних катерів. Наведено критерії, за якими здійснювалася класифікація, відповідно до яких можна точно провести збір статистичних даних БЕК.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Justin E. Manley. *Unmanned maritime vehicles, 20 years of commercial and technical evolution*. [Electronic resource]/ OCEANS 2016 MTS/IEEE Monterey. – 2016. – 01 December. – Available at: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7761377>
2. Jon Skillings. *Qinetiq's Sentry is one stealthy boat*. [Electronic resource]. – 2007. – 01 September. – Available at: [https:// www.cnet.com/news/qinetiqs-sentry-is-one-stealthy-boat](https://www.cnet.com/news/qinetiqs-sentry-is-one-stealthy-boat)
3. *Top future weapons of Israel*. [Electronic resource]. – Available at: http://israelpalestine-speedy.blogspot.com/2012_03_01_archive.html

4. Raunekk. Learn About M-Hull Technology. [Electronic resource]. – 2009. – 29 November. – Available at: <http://www.brighthubengineering.com/seafaring/57366-learn-about-m-hull-technology>
5. Fleet-Class Common Unmanned Surface Vessel (CUSV), United States of America. [Electronic resource]. – Available at: <http://www.naval-technology.com/projects/fleet-class-common-unmanned-surface-vessel-cusv>
6. USSV-HS. [Electronic resource]. – Available at: http://en.ruvsa.com/catalog/ussv_hs
7. Bonefish unmanned surface vessel. [Electronic resource]. – Available at: <http://saab.com/about-saab/sites/2015/pacific/products-on-display/naval1/bonefish>
8. U.S. Department of the Navy, The Navy Unmanned Surface Vehicle (USV) Master Plan. [Electronic resource]. – 2007. – 23 July. – Available at: <http://www.navy.mil/navydata/technology/usvmppr.pdf>
9. Stingray Unmanned Surface Vehicle (USV). Elbit Systems. [Electronic resource]. – Available at: <http://defense-update.com/products/s/stingray.htm>
10. Northrop grumman naval UxV developments. [Electronic resource]. – Available at: <http://www.navaldrones.com/Northrop-Grumman.html>
11. Британцы разработали беспилотный катер-невидимку. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.float.ru/news/2007-09-17-2.htm>
12. Израильский беспилотный катер «Silver Marlin». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://zonwar.ru/news4/news_642_Silver_Marlin.html

Стаття надійшла до редакції 18.09.2017

Рецензенти:

кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри «Теорія та проектування корабля ім. проф. Ю.Л. Воробйова» Одеського національного морського університету **О.В. Демідюк**

кандидат технічних наук, доцент кафедри «Теорія та проектування корабля ім. проф. Ю.Л. Воробйова» Одеського національного морського університету **О.О. Каніфольський**