

LITERATURE

1. Горин Е. А. Цифровые технологии в отечественном судостроении. Бюллетень науки и практики. Электрон. журн. 2017, №11 (24), С. 236-242.
2. Попадюк С. 3D-технологии в судостроении. Rational Enterprise Management/ 2017, №2, С. 32-34.
3. Давидович А. Н. Использование виртуального и материального цифрового производства - будущее судостроительной отрасли. CADmaster. - 2010. - №2, С. 66-74.
4. Яглицький Ю.К., Кириченко К.В. Дослідження концепції віртуальної моделі судна у чотиривимірному просторі. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Том 33 (72) № 3 2022. С. 6-12. DOI: 10.32838/2663-5941/2022.3/02

УДК 629.5.01.001.13

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ АКВАТОРІЙ ПОРТІВ УКРАЇНИ
ЗА ДОПОМОГОЮ МОРСЬКИХ ПРИВ'ЯЗНИХ СИСТЕМ****Трунін К. С.***доцент, кандидат технічних наук,**Доцент кафедри менеджменту Факультету економіки моря**Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,**м. Миколаїв, Україна**trunin.konstantin.stanislaw@gmail.com*

Анотація. В результаті мінування північно-західної частини Чорного моря виникла проблема забезпечення судноплавства для українських операторів. Проблема очищення акваторій та портів від мін та інших вибухонебезпечних предметів в умовах воєнних дій та після закінчення війни між Російською Федерацією та Україною потребує використання для цього спеціальних засобів морської техніки: морських прив'язних систем з гнучкими зв'язками та підводних апаратів-роботів.

Ключові слова: безпека акваторії, морська прив'язна система МПС) з гнучким зв'язком (ГЗ), підводний апарат-робот (ПАР).

1. Вступна частина. В умовах війни на морі особливого значення набуває забезпечення морських перевезень та дій ВМФ. Враховуючи те, що останні роки ВМФ України практично був у занепаді і недостатньо фінансувався з боку держави й у війну з Російською Федерацією увійшов практично небоєздатним. В таких умовах українському флоту довелось використовувати наявні сили та вибудувувати захист власного узбережжя. Негативний вплив на це справили: окупація Кримського півострова, наявність ВМБ Російського Чорноморського флоту у Севастополі, захоплення острова Зміїний з можливістю впливу на Чорноморське узбережжя України. Крім того, для переривання морського сполучення суден торговельного флоту та кораблів ВМФ України та послабленню військово-економічної могутності України кораблями ЧФ Російської Федерації (РФ) були застосовані морська блокада узбережжя, операції на морських сполученнях проти торговельного флоту України та іноземних суден шляхом мінних постановок, операції морської авіації та ракетно-артилерійські обстріли ВМБ та портів України. Відомо, що не зважаючи відносну дешевизну та простоту у порівнянні з іншими видами зброї, мінна зброя має великий психологічний вплив на особовий склад ВМФ та має певну скритність і є доволі ефективним засобом у війні на морі, про що говорить військово-морська історія [1, с. 720; 752]. При цьому, вважаючи на закриття чорноморських проток Босфору та Дарданелли Туреччиною, очевидно на складах ЧФ

РФ не виявилось останніх зразків мінної зброї. Судячи з фотографій мін, які були зірвані під час штормів, то це зброя майже середини ХХ ст.

На жаль в умовах війни Український військово-морський флот (ВМФ) виявився не готовим до мінної загрози з боку агресора – ВМФ РФ, і у цей період в Українського ВМФ були відсутні засоби для захисту та розмінування акваторій та узбережжя (тральні сили, пошукові підводні апарати (ПА) та ін.). Не дивлячись на потенційні можливості у створенні подібних ПА (Науково-дослідний інститут підводної техніки, НУК імені адмірала Макарова) фінансування було практично відсутнім. Планується допомога Великої Британії у наданні декількох ПА для розмінування (тральники-шукачі мін типу Sandown).

Таким чином, для налагодження нормального функціонування торгового та військового флотів України на Чорному морі після закінчення війни виникає проблема очищення акваторії та морського дна від морських мін та вибухонебезпечних предметів. Ця робота може зайняти доволі багато часу (до 10 років). Такими засобами можуть стати ПАР та МПС з ГЗ.

2. Мета роботи. Метою роботи є визначення проблеми очищення акваторій Чорного моря та портів від мін та інших вибухонебезпечних предметів в умовах воєнних дій та після закінчення війни між РФ та Україною та використання для цього МПС з ГЗ.

3. Основна частина. Ідея використання НПА для захисту акваторій портів не є новою [2]. Для цього намагалися використовувати всі наявні засоби: від водолазів-бойових пловців і бойових тварин (дельфінів і косаток) до ПА. Не зважаючи на наявність сучасних підводних апаратів-роботів (ПАР) [3] та штучного інтелекту, МПС з ГЗ можуть бути теж широко застосовувані, маючи таку перевагу як значну дешевизну та невеликі габарити потрібного носія у порівнянні з ПАР [4]. Повноцінна експлуатація української частини Азово-Чорноморського басейну обумовлює створення спеціальних засобів морської техніки – ПАР, які забезпечили б моніторинг донної поверхні та водної товщі в природоохоронних цілях, безпечно судноплавство, розвідку й освоєння мінеральних та енергетичних ресурсів моря [5; 6]. Разом з ПАР одним з дієвих технічних засобів забезпечення безпеки на морі є Морські прив'язні системи (МПС) з гнучкими зв'язками (ГЗ), клас яких є дуже різноманітним: надводні, підводні, повітряні, стаціонарні, дрейфуючі. До складу МПС, як правило, включають кілька окремих модулів (ланок) і ГЗ, що з'єднує їх і забезпечує у робочому стані прив'язної системи (ПС) необхідну просторову конфігурацію [7].

Для створення сучасних МПС з ГЗ, які б могли бути використані в якості пошукових засобів мін та ін. підводних об'єктів, необхідна розробка сучасних математичних моделей на основі принципів Суднобудування 4.0 та ВІМ-технологій (використання ВІМ-моделей). Удосконалення проектування МПС з ГЗ в процесі створення (розробки) проекту нової МПС передбачає збір і комплексну обробку всіх необхідних даних (конструкторської, технологічної, економічної та ін. інформації з усіма її взаємозв'язками та взаємозалежностями), коли МПС в процесі проектування розглядається як єдиний об'єкт з усіма його елементами, які мають до нього відношення [8]. Трьохмірна модель ППС (математична модель динаміки МПС з ГЗ зв'язана з базами даних (БД) як МПС, так і її компонентів. Особливість такого підходу полягає у тому, що МПС з ГЗ проектується фактично як єдине ціле: зміни будь-якого параметру компонента системи призводять до автоматичної зміни пов'язаних з ним параметрів та об'єктів до креслень, специфікацій, візуалізацій, графіки проекту.

Концепція удосконалення проектування МПС полягає у створенні комплексної моделі проектування МПС з ГЗ, яка дає можливість враховувати внутрішні фактори МПС та зовнішні фактори оточуючого середовища, які впливають на експлуатацію МПС, і створювати більш досконалі МПС. Вона дає можливість враховувати властивості технічної системи, на які раніше не зважали.

Дана концепція базується на використанні цифровізації, як науково-методологічної основи процесу автоматизованого проектування на ранніх стадіях (технічна пропозиція та ескізне проектування) з використанням принципів Суднобудування 4.0 та Індустрія 4.0, вирішуючи проблему підвищення ефективності проектування та економії часу, а також загальних витрат на процес створення нового виробу (об'єкту).

4. Висновки. Використання даної концепції удосконалення проектування ГЗ МПС та МПС з ГЗ, дасть можливість підвищити конкурентоспроможність виробу, що проектується, у цілому), знизить собівартість та зменшить терміни проектування МПС з ГЗ, оскільки вже на ранніх стадіях проектування дасть можливість отримати конкретний практичний результат та знизить наукову трудомісткість виконуваних робіт. До того ж в майбутньому можлива кооперація з європейськими виробниками подібної техніки.

ЛІТЕРАТУРА:

[1] Доценко В.В. История военно-морского искусства. Т. 1. Вооружения и теория. – М.: Изд-во Эксмо; Terra Fantastica, 2005. – 848 с.

[2] Сиденко К., Голобоков С. Защита портов и одиночных судов с помощью необитаемых подводных аппаратов. // *Морской флот*, №5, 2008. – С. 28–30.

[3] Блінцов В.С., Блінцов О.В., Бабкін Г.В. та ін. Інтегрована система роботизованого моніторингу морської обстановки у територіальних водах України. // *Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: Матеріали Х Міжнародної НТК у 2-х т. т. 2.* – Миколаїв: НУК, 2019. – 448 с. – С. 140–143.

Полтавець, О. Підводні роботи для військово-морських сил [Текст] / О. Полтавець // *КАМУФЛЯЖ*, 2012, №2. – С. 9-11.

[4] Трунін К.С. Використання морських прив'язних систем для забезпечення безпеки акваторій портів. 2021. Міжнародна наукова конференція «Морська безпека Балто-Чорноморського регіону: виклики та загрози. Одеса, 23.12.21 р. Напрямок: Технічне забезпечення морської безпеки. // International scientific conference “Maritime Security of the Baltic-Black sea region: challenges and threats”, December 23, 2021. Odessa. Iespiests tipogrāfijā SIA “Izdevniecība “Baltija Publishing”, p. 419-422.

[5] Моніторинг і методи вимірювання параметрів навколишнього середовища : навч. посібник. / В. М. Ісаєнко, Г. В. Лисиченко, Т. В. Дудар та ін. – К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2009. – 312 с.

[6] Некрасов В.А., Бондаренко А.В. Охрана морского пограничного пространства на основе использования современных средств наблюдения и нейтрализации. // *Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: Матеріали VIII Міжнародної НТК.* – Миколаїв: НУК, 2017. – 544 с. – С. 39–43.

[7] Трунін, К. С. Классификация морских привязных систем. // *Збірник наукових праць Севастопольського військово-морського ордена Червоної Зірки інституту ім. П.С. Нахімова.* – Севастополь: СВМІ ім. П.С. Нахімова, 2009. – Вип. 1(16). – С. 77– 89.

[8] V. Blintsov, K. Trunin. Improving the designing of marine tethered systems using the principles of Shipbuilding 4.0. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* ISSN 1729-3774 #1/13 (109), 2021, UDC 629.5.01.001.63, DOI: 10.15587/1729-4061.2021.225512. pp. 35-48.

Security of Safety of Water Area of Ukrainian Sea Ports with Help of Marine Tethered Systems

Kostiantyn Stanislavovich Trunin,

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The problem of safety of seaborne traffic for Ukrainian operators is arises in result of mine-laying of Nord-West of Black Sea. The problem of clean of water areas and ports from sea mines and explosive risk objects at the war actions and after end of war between Russian Federation and Ukraine

demands of use for it of special marine equipment: Marine tethered system with flexible links and submersible vehicle robots.

Keywords: safety of water area, Marine tethered system (MTS) with flexible links (FL), underwater towed system (UTS), designing, perfection of designing, submersible vehicle robot.

УДК 629. 5.015.2

РОЗРАХУНКИ ОПОРУ СУДНА X-BOW ТИПУ В OPENFOAM

Тимошенко Виктор Федорович,

*кандидат технічних наук, доцент навчально наукового центру гідромеханіки
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова;*

Україна, Миколаїв

vftim@ukr.net,

Анотація. Проведено моделювання опору руху моделі судна з обводами носового краю типу X-BOW з використанням CFD OpenFOAM 8.x пакета в діапазоні швидкостей $FrL=0,06...0,39$. Здійснено порівняння результатів моделювання опору з розрахунками різними солверами у комплексі OpenFOAM. Наведено рекомендації щодо використання CFD пакету OpenFOAM для використання на початкових стадіях проектування суден X-BOW типу.

Ключові слова: опір; судно; X-BOW; CFD; OpenFOAM.

Вступна частина. В даний час проводяться різні дослідження в області ходовості та морехідності корабля, метою яких є зниження буксирувального опору та потужності для підвищення ефективності використання палива. Одним із альтернативних способів зменшити опір судна полягає в установці бульба на носі. Були розроблені різні форми бульбового носового краю, такі як, STX-bow [1,2], Axe bow [3], Ax-bow [4], Ulstein X-Bow [5] та ін. Найбільший інтерес представляє концепція X-Bow, так як в порівнянні зі сферичним і опуклим бульбом, що звужується, X-Bow створює на 10-15% менше повний опір [6], а також менші амплітуди кільової качки і прискорення при штормуванні судна. Такі форми носових обводів широко застосовуються на суднах постачання бурових вишок, буксири рятувальники, середні та великі рибальські траулери та ін.

Метою роботи є перевірка ефективності CFD пакета OpenFOAM v8.x стосовно розрахунків опору руху суден X-Bow типу для використання його в початкових стадіях проектування.

Основна частина. Для перевірки ефективності CFD пакета OpenFOAM 8.x (mingw-w64 Double Precision (of8-64)) була створена в FREE!ship Plus v3.5 модель судна постачання бурових вишок за геометричними даними патенту [5], які представлені на рис. 1.

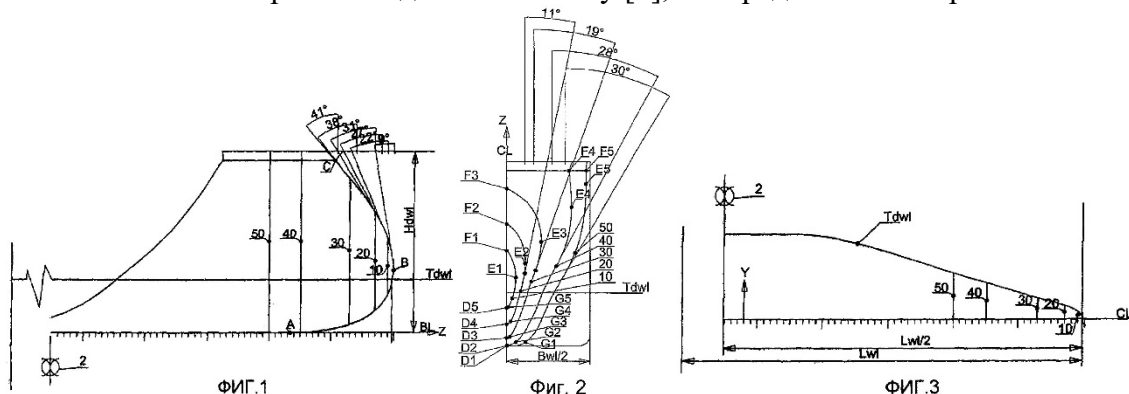


Рисунок 1 – Геометрія носових обводів судна типу Ulstein X-Bow

Параметри 3D моделі корпусу наведено у табл.1, а теоретичне креслення на рис.2.