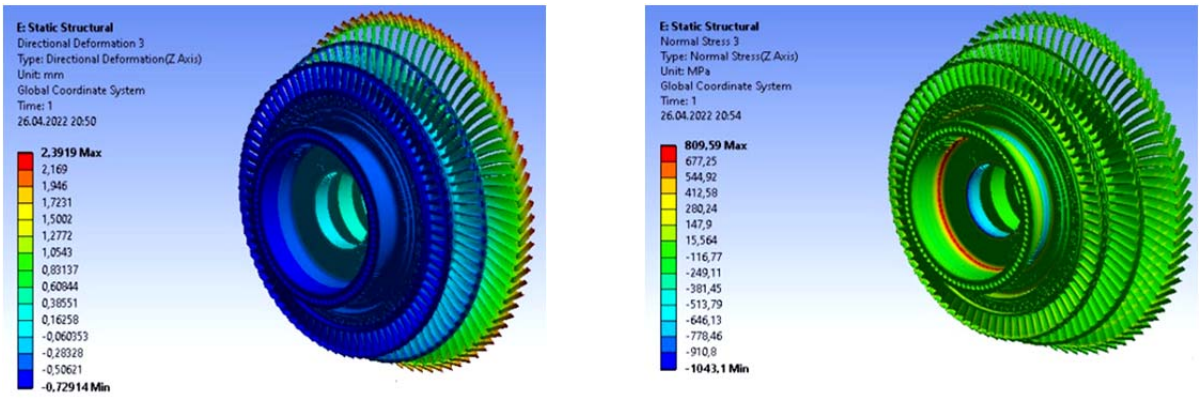

(a) **(b)**

Fig. 2. Turbine rotor thermal deformations (a) and thermal stresses (b) of turbine rotor

Analyzing data represented on the fig 2 we can see that the highest thermal deformations are in the *x* and *y* coordinate axis directions. Deformation in *z* axis direction is much less in comparison with *x* direction and increases from the first impeller to the third. It can be explained by taking in consideration the rotor rotation that causes centrifugal force. Thus the third impeller blades according to their geometric characteristics are more malleable than the first impeller blades.

Normal stresses, caused by the influence of heat flux and centrifugal force are much bigger in the *xy* plane than in *z* axis direction. They are caused by a sharp temperature gradients between the blade and the disk for each impeller. Further more the drop of thermal stresses is present even between the different parts of the blade, because the blade feather peripheral part is hot up more than the blade root part.

REFERENCES

[1] S. MORHUN, S. VILKUL (2022) Gas dynamic analysis of the modern single shaft gas turbine engine flow path. International Journal of Turbo and Jet Engines. https://doi.org/10.1515/tjeng-2022-019.

[2] S.WANG,, L. SHOUZUO, L. LEI, ZH. ZHAO, D. WEI, S. BENGT (2021) A high temperature turbine blade heat transfer multilevel design platform. Numerical Heat Transfer, Part A: Applications 79(2), 122−145. https://doi.org/10.1080/10407782.2020.1835104.

[3] L. LUO, C. L. WANG, B. SUNDEN, S. T. WANG (2016) Heat transfer and friction factor performance in a pin fin wedge duct with different dimple arrangements, Numerical Heat Transfer, Part A: Applications 69(2) 209−226. https://doi:10.1080/10407782.2015.1052301.

УДК 62-838

ДИЗАЙН ПРОПУЛЬСИВНОГО КОМПЛЕКСУ В АВТОНОМНИХ ПІДВОДНИХ АПАРАТАХ

Діасамідзе Б. Т.
Доктор філософії (Phd),
асистент кафедри експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
badri.diasamidze@nuos.edu.ua

Анотація. Незважаючи на те, що океани покривають дві третини світу, інтерес до морських технологій, пов'язаних з їх вивченням відставав у порівнянні з дослідженням іншого середовища, від того, який виявлений до технологій, але останнім часом почав проявлятися

великий розвиток у цій сфері. Кидаючи виклик світовому океану, людство дійшло до автономних підводних апаратів. Це в свою чергу відкрило ряд проблем, в тому числі пов'язаних з дизайном пропульсивного комплексу в таких апаратах.

Ключові слова: пропульсивний комплекс, малі судна, автономні підводні апарати

У теперішній час дослідження під водою проводяться у цивільних та військових сферах з різних цілей, таких як захист та дослідження природних ресурсів, дослідження підземних джерел, різноманітні будівельні роботи, пошук та порятунок, берегова та національна безпека[1-5].

Також акцентують увагу на використанні безпілотних платформ, таких як підводні роботи (ROV)[6] та автономні підводні апарати (АПА), щоб не піддавати ризику життя людини та знизити витрати порівняно з великими підводними човнами.

Безпілотні підводні апарати надзвичайно важливі, оскільки вони можуть працювати як на мілких, так і на глибоких водах в областях, таких як дослідження всіх глибин океану, мінеральні ресурси на дні океану або отримання достатньої інформації про живі організми. Для цього було розроблено, створено та вироблено широкий спектр дистанційно керованих підводних апаратів для використання у дослідженнях океану по всьому світу.

Автономні підводні апарати у галузі наукових досліджень є масштабованими та модульними транспортними засобами згідно з категорією та призначенням; їх можна обладнати відеокамерами, регульованим освітленням, акустичними та датчиками спостереження, маніпулятором, захоплювачем, поворотним дротом, гаком. [1-7]

Малі безпілотні підводні апарати з обладнанням, таким як камери, світло та зондування, зазвичай використовуються для моніторингових місій.

Деякі з них потребують роботизованих рук або захоплювачів, щоб брати зразки з-під води, але головним чином вони використовуються для спостереження.

Середні та великі безпілотні підводні апарати з більшим обладнанням використовуються для більш обширних довгих місій, особливо на глибоких водах через збільшення дистанції комунікації. [1-7]

На Рисунку 1 відображена спрощена схема запропонованої конфігурації системи приводу пропульсивного комплексу АПА «Tifone». лінійні рухи вздовж напрямків x–z та обертання по диференту і рисканню безпосередньо керуються системою приводів, що складається з двох головних пропелерів (поздовжніх) та чотирьох рушіїв (вертикальних та бічних).[8]

Положення акумуляторів може бути постійно змінюване для керування диференту транспортного засобу. Така конфігурація системи приводу в основному призначена для адаптації транспортного засобу до широкого спектру застосування, не жертвуючи ефективністю та зручністю використання: точне низьковольтне маневрування у режимі зависання. Бічні та вертикальні рушії, проходячи через тіло транспортного засобу, забезпечують хороші можливості зависання та дуже зручне керування, що може бути досить корисним, наприклад, для візуального огляду ділянки. [8]

Рушії, що проходять через тіло, часто використовуються з цієї причини на багатьох автономних підводних апаратах, наприклад, на C-Scout23, або у переважаючому співвідношенні з поверхнями керування. [8]

Стабільний та енергоефективний рух для тривалих місій: використання рушіїв, що проходять через тіло, слід мінімізувати, коли транспортний засіб має рухатися з крейсерською швидкістю тривалий час, наприклад, в разі акустичних місій. У цьому випадку активацію рушіїв можна уникнути, головним чином, з двох причин: Енергоефективність. Коефіцієнт корисної дії рушіїв досить низький, і він ще більше знижується, особливо в умовах поперечного потоку, як це зазначено в багатьох теоретичних та експериментальних дослідженнях, доступних в літературі; Турбулентність та шум. Активація рушіїв може спричинити турбулентність та шум. Реакційні моменти моторів можуть викликати збурення, порушуючи плавний рух транспортного засобу[8].

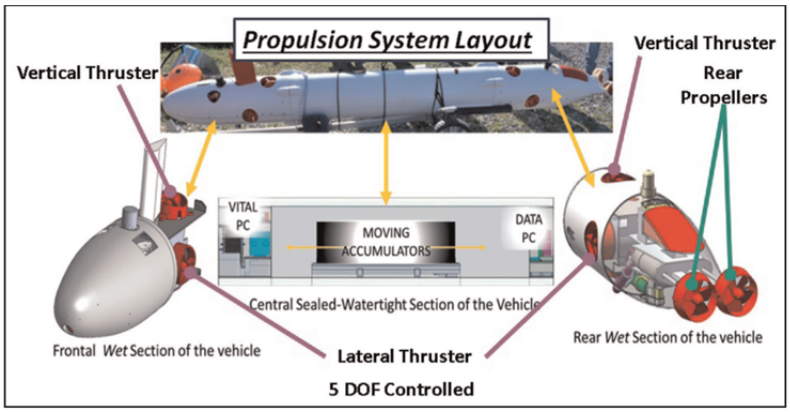

Рисунок 1 – Пропульсивний комплекс АПА «Tifone» [8]

З цієї причини, коли транспортний засіб рухається з крейсерською швидкістю, обертання навколо вертикальної осі керується шляхом диференціювання обертових швидкостей лівих і правих задніх пропелерів, тоді як кут дифиренту та, відповідно, глибина, керуються за допомогою налаштування положення акумуляторів: Мінімізація поверхонь керування, таких як рульові пристрої та стабілізуючі плавники: ці частини піддаються випадковим розривам, заклинанню та іншим труднощам і часто повинні бути вилучені або захищені під час транспортування транспортного засобу.Нижче приведено основні переваги та можливі рекомендації в проектуванні пропульсивного комплексу АПА «Tifone». Стабілізація транспортного засобу: кут крену стабілізується лише статичною (гідростатичною) позицією транспортного засобу. Використовуючи два пропелери, що обертаються в протилежних напрямках, збурення, введені реакційними моментами, мінімізуються. Ця функція дуже корисна в усіх застосунках, де потрібно забезпечити кутове вирівнювання між транспортним засобом та об'єктом огляду. Пропелери бічних і вертикальних тягунів також обертаються в протилежних напрямках, щоб зменшити збурення, спричинені реакційними моментами на стадії зависання[8].

Спрощена конструкція електроніки та керування. Вся система приводу, включаючи керування положенням акумуляторів, виконується семи керованими контролерами, характеристики яких (розмір, виробник та протокол зв'язку) є однаковими. Таким чином, можливо великою мірою спростити дизайн, конструкцію програмування та обслуговування електроніки транспортного засобу[8].

Для шести приводів, які керують задніми пропелерами та рушіями, максимальна потужність пікового навантаження оцінюється на приблизно 200 Вт. Ті ж приводи та двигуни можна легко налаштувати для петлі керування положенням (двигуни з інтегрованими енкодерами та приводи з налаштовуваною петлею положення), тому той же електронний та електричний апарат також можна використовувати для керування положенням руля або будь-яким іншим видом навігаційних/керувальних поверхонь транспортного засобу[8].

Спрощений механічний дизайн. Діаметр пропелерів та рушіїв також однаковий (120 мм) і максимізований з урахуванням доступних обмежень, щоб покращити ефективність[8].

Таким чином, можна стверджувати, що дослідження у сфері пов'язаних з дизайном та попереднім тестуванням пропульсивної системи автономних підводних апаратів, є актуальним викликом в різних прикладних сферах застосування.

Література

1. Sahoo, A., Dwivedy, S. K., & Robi, P. S. (2019). Advancements in the field of autonomous underwater vehicle. Ocean Engineering, 181, 145-160.

2. Bellingham, J. G. (2019). Platforms: Autonomous underwater vehicles. In Encyclopedia of Ocean Sciences. Elsevier, pp. 159–169. https://doi.org/10.1016/B978- 0-12-813081-0.00730-8

3. Woods Hole Oceanographic Institution. (2022, May). REMUS SharkCam: The Hunter and the Hunted. [Online]. Available: https://www.whoi.edu/multimedia/remussharkcam-the-hunter-and-the-hunted/

4. SAAB Underwater Systems (2022, May). SAAB Sabertooth. [Online]. Available: https://www.saab.com/products/sabertooth

5. Houston Mechatronics Inc., (2022, May). Aquanaut. [Online]. Available: https:// robots. ieee.org/robots/aquanaut/

6. Marine Technology Society (2022, May). A brief history of ROVs. [Online]. Available: https://rov.org/history/

7. Dobref, V., Popa, I., Popov, P., & Scurtu, I. C. (2018, June). Unmanned Surface Vessel for Marine Data Acquisition. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 172, p. 012034). IOP Publishing.

8. Allotta, B., Pugi, L., Bartolini, F., Ridolfi, A., Costanzi, R., Monni, N., & Gelli, J. (2015). Preliminary design and fast prototyping of an autonomous underwater vehicle propulsion system. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment, 229(3), 248-272.

Design of the propulsion system in autonomous underwater vehicles

Diasamidze B.T.

Abstract. Despite covering two-thirds of the world, the interest in marine technologies related to ocean exploration has lagged behind compared to the study of other environments. However, recent times have witnessed significant development in this field. Challenging the vast oceanic domain has led humanity to the realm of autonomous underwater vehicles, consequently bringing forth a range of issues, including those related to the propulsion system design in such vehicles.

Keywords: propulsion system, small vessels, autonomous underwater vehicles

УДК 665.753.4.038.2:537.612

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВИХ ДИЗЕЛІВ ШЛЯХОМ ОБРОБКИ ПАЛИВА МАГНІТО-ГІДРОДИНАМІЧНИМИ АКТИВАТОРАМИ

Гурин К.Ю.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
khurynpo@gmail.comp,
Андреєв А.А.
кандидат технічних наук, професор НУК,
завідувач кафедри суднового машинобудування та енергетики Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
andrii.andreiev@nuos.edu.ua

Анотація. Витрати на паливо становлять вагому частку у собівартості продукції. Саме тому вдосконалення паливозберігаючих технологій має значний економічний та соціальний ефект. При обробці палива з допомогою інтенсивних магнітних і кавітаційних процесів підвищується ступінь дисперсності частинок залишкових фракцій, руйнуються конгломерати продуктів полімеризації мазуту.

Ключові слова: судновий дизель, паливна апаратура, магнітна обробка палива, кавітаційна обробка палива, магніто-гідродинамічний активатор.