

Modeling of the ability of the transom structure of a small vessel made of HDPE to withstand a thrust with acceptable structural parameters without additional reinforcements was carried out.

Keywords: small vessels, hull structures, propulsion complexes, design requirements, high density polyethylene, ISO standards.

УДК: 629.5

ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ CFD МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ УТОЧНЕННЯ ЗНАЧЕННЯ УПОРУ РУШІЯ В КОСОМУ ПОТОЦІ

Грудініна Г. С.

*кандидатка технічних наук, викладачка кафедри електричної інженерії суднових
та роботизованих комплексів*

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

hanna.hrudinina@nuos.edu.ua

Анотація. Методом математичного моделювання проведено дослідження гідродинамічних параметрів рушійно-кормового пристрою автономного ненаселеного підводного апарату (АНПА). Отримано залежності упору рушійних пристроїв типу гребний гвинт в поворотній насадці та гвинтова поворотна колонка при роботі в косому потоці води. В роботі пропонується виконати розрахунок гідродинамічних параметрів рушійного пристрою засобами Flow Vision.

Ключові слова: автоматична система керування, автономний ненаселений підводний апарат, рушійно-кормовий пристрій, упор рушій.

Мета та актуальність роботи. Метою роботи є отримання уточненого значення упору рушійно-кормових пристроїв при роботі в косому потоці води шляхом математичного моделювання.

Актуальність роботи полягає у необхідності підвищення якості стабілізації швидкості руху ненаселених підводних апаратів, що рухаються за заданою траєкторією, під час виконання місії.

Основна частина. Упор рушійно-кормового пристрою (РКП) є головною рушійною силою АНПА. В залежності від конструктивних особливостей рушіїв з гребними гвинтами загальний упор складається з упору гвинта та упору керма, прямої або поворотної насадки. Дані типи рушіїв широко застосовуються на АНПА малого і середнього класів для забезпечення апаратів необхідною тягою та маневреністю. Очевидно, що для підвищення точності керування такими апаратами необхідно мати більш детальне уявлення про залежність упору рушій від зовнішнього впливу, а саме швидкості та кута потоку, що набігає на рушій.

Взагалі, для визначення упору рушіїв було проведено велику кількість експериментальних досліджень з використанням дослідних басейнів та обладнання, але таке дослідження носить досить обмежений за можливостями та собівартістю характер. Однак, використання математичної моделі АНПА з відомими параметрами РКП, робить дану задачу більш універсальною, доступною для швидкого дослідження параметрів рушіїв того ж класу. Також, під час розробки системи автоматичного керування АНПА може виникнути необхідність отримати уточнені дані для окремих діапазонів керування. В таких випадках доцільно застосування програмних продуктів з можливостями поєднання конструктивних параметрів рушіїв та моделей турбулентних потоків рідини, до таких належать засоби Computational Fluid Dynamics (CFD) моделювання.

Дослідження упору гребного гвинта в поворотній насадці в косому потоці води. Поворот насадки на деякий кут призводить до відхилення потоку, що набігає на гвинт, та зменшення

упору пристрою. Для дослідження описаної залежності проведено CFD моделювання роботи РКП PN160-2 із заданими кутами перекладки насадки [1]. Для моделювання використано 3D

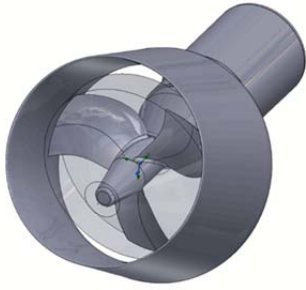


Рисунок 1 – Модель РКП PN160-2

модель РКП PN160-2, для визначення діючих сил і моментів застосовано модуль Flow Simulation, поворот насадки здійснюється засобами CAD SolidWorks, рис. 1 [2, 3]. Далі представлено результат CFD моделювання роботи РКП PN160-2 із заданими кутами перекладки насадки.

На графіках, рис. 2, представлено залежність упору та бічної сили, що виникає в результаті набігання потоку на відхилений профіль насадки від кута перекладки насадки δ° :

$$F_x = T_x + R_x + T_{nx} \text{ – сумарний упор РКП;}$$

$$F_y = T_y + R_y + T_{ny} \text{ – сумарна бічна сила на РКП,}$$

де: T_x – упор гребного гвинта; T_y – бічна сила на гребному гвинті; R_x – співвісна сила на комплексі привод-насадка; R_y – бічна сила на комплексі привод-насадка; T_{nx} – упор насадки; T_{ny} – бічна сила на насадці.

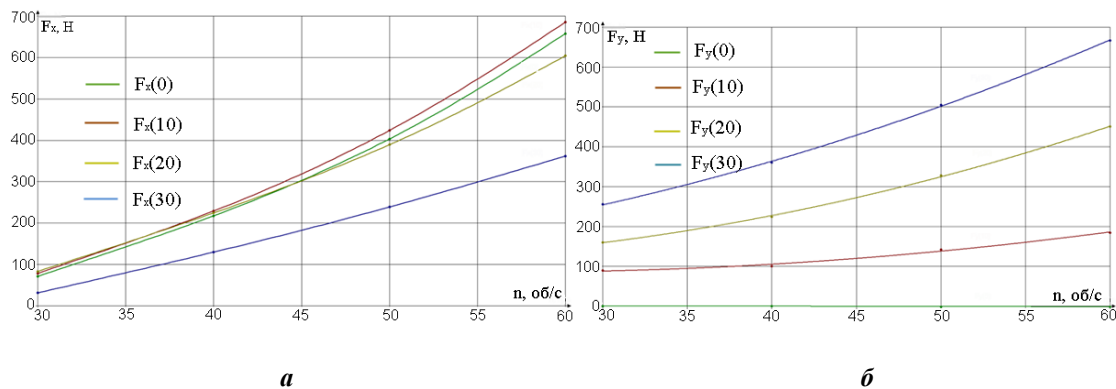


Рисунок 2 – Залежність: а – упор $F_x(n, \delta^\circ)$; б – бічна сила $F_y(n, \delta^\circ)$

Дослідження упору поворотної гвинтової колонки в косому потоці.

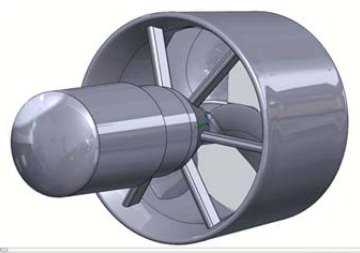


Рисунок 3 – Модель PN160-1

Для більш детального вивчення залежності упору ПГК від кута та швидкості набігання потоку доцільно застосування CFD моделювання рушія PN160-1 в косому потоці. На рис. 3 представлено 3D модель гребного гвинта, насадки та приводу PN160-1, побудована в CAD Solid Works. Далі на графіках представлено результат CFD моделювання роботи гвинта в напрямній насадці (PN160-1) у косому потоці. На рисунку 4 представлено залежність упору поворотної гвинтової колонки в косому потоці $F_x(n, \delta^\circ)$ та бічної сили $F_y(n, \delta^\circ)$. Робота ПГК PN160-1 у косому потоці супроводжується виникненням помітних бічних

сил, що призводить до зростання упору рушія але не призводить до істотної зміни необхідної потужності приводу.

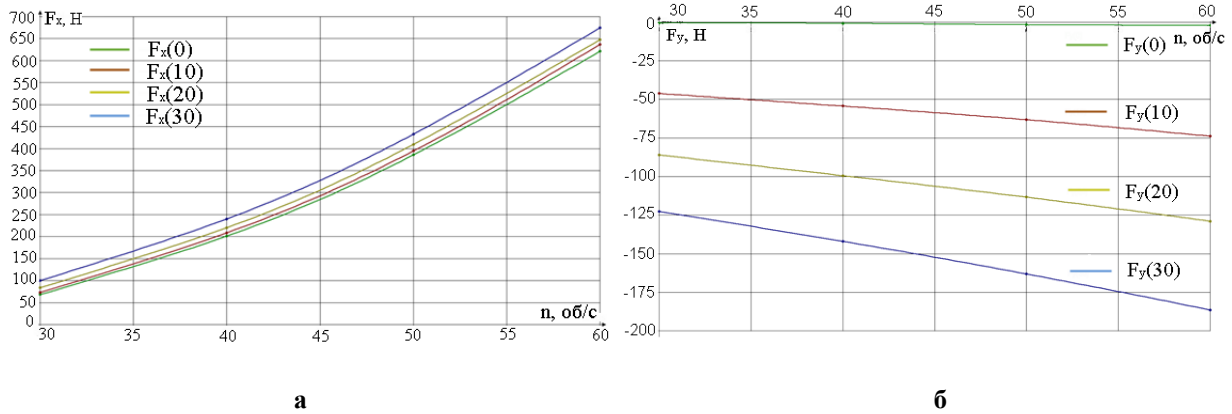


Рисунок 4 – Залежність: а – упор ПГК $F_x(n, \delta^\circ)$; б – бічна сила $F_y(n, \delta^\circ)$

В результаті проведених досліджень отримано залежності упору гребного гвинта в поворотній насадці та поворотної гвинтової колонки від кута та швидкості потоку води в діапазоні швидкості потоку від 0 до 3 м/с та кутів набігання потоку від 0 до 35°.

Висновки. Для уточнення упору рушіїв у встановленому діапазоні кутів та швидкостей в роботі проведено моделювання в програмному комплексі Flow Vision. В роботі використано твердотільні 3D моделі рушіїв Model PN160-1 (поворотна гвинтова колонка) та Model PN160-2 (гребний гвинт в поворотній насадці). Для побудови 3D моделей використані авторські програми генерації насадок і гребних гвинтів а для визначення діючих сил і моментів застосовано модуль Flow Simulation.

В результаті чисельного розрахунку отримано наступні параметри: співвісна сила упору комплексу гвинт-привод-насадка PN160-1; необхідна потужність, що підводиться до гребного гвинта PN160-1; бічна сила на рушії PN160-1; сумарний упор РКП PN160-2; сумарна бічна сила на РКП PN160-2; потужність необхідна для обертання гребного гвинта PN160-2. Кожна отримана крива відповідає встановленій швидкості та куту набігання потоку: $v = [1; 2; 3]$ м/с, $\delta = [0; 10; 20; 30]^\circ$.

Література

- [1] Король, Ю. М., Дудченко, О. Н. та Корнелюк, О. Н. (2018). Розробка та використання програмного забезпечення для мульти параметричної генерації 3D моделей гребних гвинтів. Інновації в суднобудуванні та океанотехніці, матеріали МНТК, Миколаїв: НУК.
- [2] Король, Ю. М. та Бражко, О. С. (2012). Методи обчислювальної гідродинаміки у проблемах проектування телекерованих підводних апаратів, Матеріали МНТК «Інженерні системи 2012», Миколаїв: МНТК.
- [3] Caccia, M. Indiveri, G. and Veruggio, G. (2000). Modeling and identification of open-frame variable configuration unmanned underwater vehicles, *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, 25.

APPLICATION OF CFD MODELING TOOLS TO SPECIFY THE VALUE OF PROPULSION THRUST IN OBLIQUE FLOW

Hanna S. Hrudinina, candidate of engineering sciences, lecturer at the Department of Electrical engineering of ship and robotic complexes.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine.

hanna.hrudinina@nuos.edu.ua

Abstract. A study of the hydrodynamic parameters of the propulsion and steering device of the autonomous unmanned underwater vehicle was carried out using the method of mathematical modeling. The dependences of the thrust of propulsion devices such as a propeller in a rotary nozzle

and a rotary screw column when working in an oblique water flow were obtained. The paper proposes to calculate the hydrodynamic parameters of the propulsion device using Flow Vision.

Keywords: automatic control system, autonomous unmanned underwater vehicle, propulsion and steering device, thruster force.

УДК 629.5

ВИБІР КРИТЕРІЮ ОПТИМІЗАЦІЇ ДЛЯ ПАСАЖИРСЬКОГО СУДНА З АУТРИГЕРАМИ

Морозов К. О.

викладач КІТ та ІГ

kostiantyn.morozov@nuos.edu.ua

Морозов О. О.

викладач КІТ та ІГ

oleksii.morozov@nuos.edu.ua

*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна*

Анотація. Наведено вибір критерію оптимізації для пасажирського судна з аутригерами на початкових стадіях його проектування, як цільова функція задачі оптимізації головних елементів судна розглядається критерій чистої плинної вартості. Для пасажирського судна з аутригерами цей критерій пов'язаний як з економічною ефективністю майбутнього судна (прибуток), так і з витратами на будівництво й експлуатацію судна (будівельна вартість судна, експлуатаційні витрати).

Ключові слова: вибір критерію оптимізації; головні елементи судна; пасажирське судно з аутригерами.

Постановка проблеми. На початку ХХІ ст. почалося широке використання багатокорпусних суден. Такий інтенсивний розвиток визначається специфікою названих суден.

Можливість забезпечення практично будь-якої потрібної початкової поперечної остійності, що вкрай важливо при проектуванні пасажирських суден і великий водонепроникаючий об'єм надводної платформи, що з'єднує корпуси, робить судна з аутригерами (САР) набагато безпечнішими і відповідно кращим типом суден для експлуатації як пасажирський. Практично будь-яке необхідне подовження корпусів гарантує САР енергетичні переваги за досить високих відносних швидкостей у порівнянні з однокорпусними суднами[2, 3].

Основна частина. Сучасні економічні умови характеризують дедалі жорсткішу конкуренцію у ринку морських пасажирських перевезень, що ставить перед проектантами і судовласниками нові проблеми, до яких можна віднести: створення економічно вигідних суден, дозволяють отримувати найбільший прибуток; підвищення якості проектування та побудови судна; зниження витрат, пов'язаних із створенням та експлуатацією судна; обмеженість часу будівництва та введення його в експлуатацію.

Основний чинник, визначаючий конкурентоспроможність судна чи іншого морського об'єкта – економічна ефективність роботи.

Як цільову функцію завдання оптимізації головних елементів судна використовується критерій чистої поточної вартості K_{NPV} .

Обґрунтування критерію K_{NPV} відбувається через три рівні показників судна: технічних, експлуатаційних (або експлуатаційно-технічних) та економічних (або техніко-економічних).