

керуючий сигнал, який через оптопару подається на керуючі входи тиристорів. Тиристири відкриваються, і напруга поступає на двигун, той в свою чергу починає обертання.

Як тільки напруга мережі досягне нуля, тиристири закриваються, а з початком наступного напівперіоду процес відліку часу повториться знову. Змінюючи величину затримки, користувач може змінювати потужність, а значить і швидкість обертання двигуна. Так само користувач має можливість спостерігати за показниками роботи двигуна, а саме за швидкістю обертання двигуна і за струмом в обмотці якоря. Це дозволяє віддалено стежити за роботою ДПС [4].

Висновки. Запропонована схема системи керування двигуном постійного струму має дуже широкі можливості. За допомогою широтно-імпульсної модуляції напруги, що подається на якірні обмотки, можна здійснювати розгін двигуна, гальмування, керування кутовою швидкістю за заданою програмою.

Пропонована система керування була змодельована і показала хороші результати при роботі з двигуном М12.07-11-202М промислового робота М10П.62.01 і може бути рекомендована для використання в різних електромеханічних системах і пристроях.

ЛІТЕРАТУРА

1. Денисенко В.В. Тиристоры: вопросы реализации // Современные технологии автоматизации. – 2008. – № 1. – С. 72–80.
2. Микропроцессорный электропривод постоянного тока. [Електронний ресурс] : Режим доступу: <https://lemzspb.ru/mikroprotsessornyu-elektroprivod-postoyannogo-toka/> .
3. Микропроцессорная система управления двигателем постоянного тока. Н. И. Смирнов. [Електронний ресурс] : Режим доступу: <http://library.eltech.ru/files/vkr/bakalavri/2491/2016VKP249112Смирнов.PDF>
4. Модель микропроцессорного управления двигателем постоянного тока для приводов робототехнических систем. Бахчаев А. С, Михайлов В. В. Вестник науки Сибири. 2012. №4 (5) с.160-164. Режим доступу до журн. : <https://elibrary.ru/item.asp?id=17920014> .

Microprocessor system dc motor control for industrial robot drives

Vasilyev O.G.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The paper considers the possibility of upgrading the control system of DC motors using a microprocessor post-current drive model 3200i company Sprint Electric (England).

Keywords. control algorithm, DC motor, microprocessor electric drive, thyristor converter.

УДК 629.5

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ СТАБІЛІЗАЦІЇ ШВИДКОСТІ АНПА ПРИ ПЛОСКОМУ КРИВОЛІНІЙНОМУ РУСІ

Грудініна Г.С.¹, Овсянников В. М.²

¹викладач кафедри електронної інженерії суднових та роботизованих комплексів
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна

hanna.hrudinina@nuos.edu.ua;

²к.т.н., доцент, доцент кафедри електронної інженерії суднових та роботизованих комплексів
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна

vasyl.ovsiannikov@nuos.edu.ua

Анотація. В роботі, шляхом математичного моделювання отримано діаграми залежності упору рушія автономного ненаселеного підводного апарату (АНПА) від швидкості та кута потоку води, що набігає на гребний гвинт під час плоского криволінійного руху підводного апарату. Методом апроксимації експериментальних даних на базі штучної нейронної мережі синтезовано систему автоматичної стабілізації швидкості руху АНПА, висока точність роботи якої досягається за рахунок компенсації зниженого упору гребного гвинта, обумовленого роботою рушія у косому потоці води.

Ключові слова: автоматична система керування, підводний ненаселений апарат, упор гребного гвинта, апроксимація, штучна нейронна мережа.

Мета та актуальність роботи. Метою роботи є удосконалення системи стабілізації швидкості криволінійного плоского руху автономного ненаселеного підводного апарату шляхом урахування нелінійної залежності упору гребного гвинта від кута та швидкості потоку води, що набігає на РРК.

Актуальність роботи полягає у необхідності підвищення якості стабілізації швидкості руху ненаселених підводних апаратів, що рухаються за заданою траєкторією, під час виконання складної місії. Як правило, представлені підводні апарати оснащені видео та гідролокаційним обладнанням, та під час сканування поверхні якість отриманого зображення буде залежати від стабільності руху АНПА.

Математичну модель прямолінійного руху автономного ненаселеного підводного апарату, моделювання якої проводилось в MATLAB, було доповнено оптимальним за швидкодією регулятором швидкості руху АНПА, що надало можливість стабілізувати швидкість апарата та підтримувати її з максимальною точністю [1]. Однак, для виконання багатьох важливих місій, в яких застосовуються АНПА, важливо підтримувати стабільну швидкість апарату при траєкторному русі.

Під час криволінійного руху АНПА гребний гвинт починає працювати у косому потоці води, при цьому упор гвинта \vec{P} , розпадається на дві складові: реакцію відхиленого потоку \vec{P}_δ і додаткову реакцію \vec{R}_δ , що виникає в результаті натікання частини потоку на відхилений руль, рис. 1.

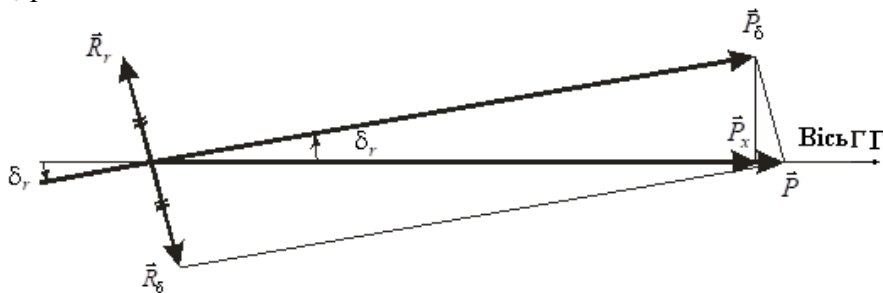


Рис. 1. Схема сил, створених рушієм при перекладці руля

Для визначення залежності упору гребного гвинта від кута потоку води, що набігає, математичну модель АНПА було доповнено моделлю РРК типу гвинт в поворотній насадці. Проектування утвореної сили на діаметральну та горизонтальну площини дозволяє отримати наступний результат:

$$P_x = P_\delta \cos \delta_c = P_k (1 - \sin^2(\theta_n \delta_n)),$$

$$P_y = P_\delta \sin \delta_c = P_k \sin(\theta_n \delta_n) \cos(\theta_n \delta_n),$$

де $\delta_c = \theta_n \delta_n = (1 - a_n \delta_n) \delta_n$, a_n коефіцієнт апроксимації, який для насадок без стабілізатора, визначається за виразом: $a_n = 0,04838 - 0,067865 \bar{l}_n + 0,023328 \bar{l}_n^2$.

Тоді результуюча сила упору насадки в косому потоці води дорівнює $P_{\delta} = \sqrt{(P_x)^2 + (P_y)^2}$ [2, с. 144].

Для перевірки якості розробленої математичної моделі виконано дослідження впливу скошеного потоку води, що набігає на РРК типу «гребний гвинт – поворотна насадка» в системі Simulink. Моделювання проводилось для різних кутів повороту насадки та при різній швидкості руху АНПА в заданому діапазоні швидкостей.

За результатами дослідження встановлено характер нелінійної залежності упору РРК від кута потоку води, що набігає при зміні кута повороту насадки від 5° до 35° та швидкості руху АНПА в діапазоні 0,2 – 3,0 м/с, рис. 2, [3, с. 20].

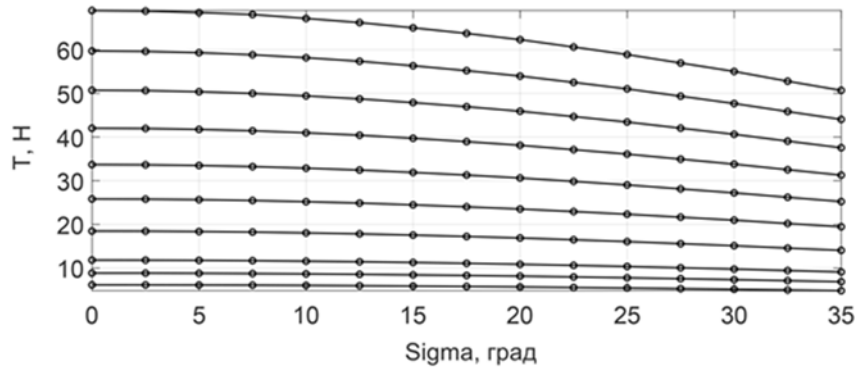


Рис. 2. Діаграма залежності упору від кута повороту насадки

Необхідно зазначити, що моделювання проводилось для криволінійного руху з малими прискореннями, коли приєднаними масами води можна знехтувати. З-за конструктивних особливостей АНПА в моделюванні приймається ламінарний характер потоку води, що набігає на РРК.

При нульовому куті перекидання насадки та співвісному натіканні потоку води робота РРК повністю визначається залежностями, що наводяться у керівництві по розрахунку РРК. Для визначення зміни сили упору гвинта і повздовжньої сили РРК під час перекидання насадки до розрахунків додаються коефіцієнти q_T , q_E , q_Q , які виражені у відносних одиницях і є функцією від кута перекидання насадки.

Методом математичного моделювання криволінійного руху АНПА з поворотною насадкою отримано дані необхідні для розрахунку вказаних коефіцієнтів. Для моделювання обрано відносну довжину насадки $l_n = 0,6$. На рисунку 3, а представлено залежність повздовжньої сили (упору) РРК від кута повороту насадки в діапазоні кутів від 0° до 35° . На рис. 3, б представлено дану залежність, яку отримано під час експериментальних випробувань роботи РРК у дослідному басейні [4].

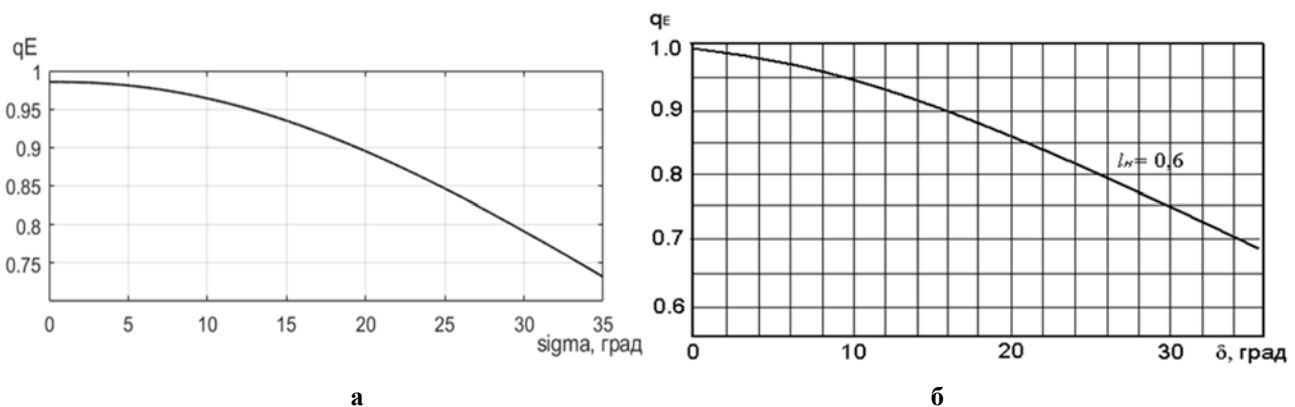


Рис. 3. Залежність сили упору комплексу отримана:
а – шляхом математичного моделювання; б – у дослідному басейні

Висновки. За результатами роботи видно, що розроблена математична модель надає можливість дослідити гідродинамічні параметри рушійно-рульового комплексу, який працює у скошеному потоці під час плоского криволінійного руху АНПА.

З отриманих графіків видно, що зміна кута повороту насадки суттєво впливає на упор РРК, та при збільшенні швидкості руху апарату упор РРК зменшується по суттєво нелінійному закону. Це можна пояснити тим, що максимальне значення упору гребного гвинта досягається, коли РРК працює у співвісному потоці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Блінцов, С. В., Грудініна, Г. С. (2009). Розробка оптимальних за швидкістю систем керування підводним апаратом в умовах невизначеності на базі штучних нейронних мереж. [Електронне видання]. Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування, 1.
2. Hrudinina, H. S. (2018). Mathematical modeling of an autonomous uninhabited underwater vehicle dynamics with propeller in the rotary nozzle. *Shipbuilding and Marine Infrastructure*, NUOS, 2(10), 144-153. DOI 10.15589/SMI.
3. V. Blintsov, H. Hrudinina. (2019). Mathematical modeling of autonomous underwater vehicle propulsion and steering complex operation in oblique (beveled) water flow. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4/9 (100), 10-28.
4. Гофман, А. Д. (1988). Движительно-рулевой комплекс и маневрирование судна. Ленинград: Судостроение, 360 с.

Improving the accuracy of auv speed stabilization at a plane curved line

Hanna Hrudinina¹, Vasyly Ovsyannikov²

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine

Abstract. Diagrams of the dependence of the propulsion stop of the autonomous underwater vehicle (AUV) on the speed and angle of water flow during the flat curvilinear motion of the AUV were obtained by mathematical modeling. On the basis of an artificial neural network the system of automatic stabilization of speed of movement of AUV which high accuracy of work is reached at the expense of compensation of the lowered stop of the propeller caused by work of the propulsion in an oblique stream of water is synthesized.

Keywords: automatic control system, underwater uninhabited vehicle, propeller stop, approximation, artificial neural network.

УДК 621.319.4

СТВОРЕННЯ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО ВИСОКОВОЛЬТНОГО ІМПУЛЬСНОГО КОНДЕНСАТОРА, ЩО ПРИЗНАЧЕНИЙ ДЛЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ В РЕЖИМАХ З ВИСОКОЮ ЧАСТОТОЮ СЛІДУВАННЯ ЗАРЯДІВ-РОЗРЯДІВ

Гуцько В.І.¹, Дмитрішин О.Я.², Перекупка І.А.³, Танасова Е.Д.⁴, Фещук Т.А.⁵

¹⁻⁵Інститут імпульсних процесів і технологій НАН України,

м. Миколаїв, Україна

dphc@iipr.com.ua

Ця робота є заключною у частині створення багатофункціонального високовольтного імпульсного конденсатора (ВІК), що призначений для експлуатації в режимах з високою частотою слідування зарядів-розрядів до 100 Гц. Це дає можливість сформулювати ємкісний накопичувач електричної енергії з одного конденсатора, який дозволяє варіювати параметрами розрядного імпульсу при одночасній зміні електричної ємності конденсатора та його робочої напруги.