

Висновки. В результаті проведених досліджень отримано математичну процесів керованого перетворення енергії в ХвЕС. Отримані результати дозволяють обчислювати робочі параметри електростанції на етапах проектування та експлуатації.

Література

1. Ocean Energy Strategic Roadmap 2016, building ocean energy for Europe. Ocean Energy Forum. 2016 [Electronic resource], 2016 URL:https://webgate.ec.europa.eu/maritimeforum/sites/maritimeforum/files/OceanEnergyForum_Roadmap_Online_Version_08Nov2016.pdf
2. Joao Cruz Ocean Wave Energy: Current Status and Future Perspectives. – Springer, 2008. – 431 pages.
3. Nerubenko, G., Blintsov, V., Mozgovyy, A., Biliuk, I., The Novel Wave Energy Harvesting Buoy. Proc. of the 5th International Conference on Power Generation Systems and Renewable Energy Technologies (PGSRET), 26-27 August, Turkey. 6 pages.

Mathematical model of energy conversion processes in a wave power plant

I.S. Biliuk, S.O. Havrylov, O.V. Savchenko, A.O. Beziazyka, I.P. Koptev
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The design of the electromechanical energy converter of the wave power plant is considered. An analysis of the design features of linear generators was carried out and the possibility of their application in wave power stations was determined. A mathematical model of energy conversion processes in a linear generator of a wave power plant has been obtained.

Keywords: wave power plant, linear generator, electromechanical energy converter, mathematical model, simulation modeling.

УДК 004.942

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ УПРАВЛІННЯ РУХОМ ТРАНСПОРТНОГО МОБІЛЬНОГО РОБОТА

Васильєв О.Г.

*кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики,
grigorich041949@gmail.com*

Ольшевский С.І.

*старший викладач кафедри автоматики,
sergo70966@gmail.com*

Гостєв Г.Р.

*магістр гр.6371м, georgijgostev@gmail.com
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова
Україна, Миколаїв*

Анотація. В роботі розглядається задача розробки алгоритму управління рухом мобільного робота, оснащеного мікроконтролером. Для підвищення ефективності роботи окремого транспортного мобільного робота на складі необхідно регулювати положення, швидкість, прискорення та напрямок руху мобільного робота в кожний момент часу за відомим маршрутом. Запропоновано методику форсованого управління рухом транспортного мобільного робота. На її основі у середовищі Simulink розроблено блок керування різними маневрами рухів робота, який обчислює його відстань до найближчої точки повороту або зупинки та відповідну швидкість у кожний момент часу.

Ключові слова: транспортний мобільний робот, алгоритм керування, моделювання руху, рівноприскорений рух

Вступ. За останні десятиліття збільшився науково-практичний інтерес світових компаній до транспортних мобільних роботів (ТМР), які стали невід'ємною частиною сучасних логістичних систем [1].

Сферою застосування складських мобільних роботів є сортувальні склади підприємств із великою кількістю деталей. Наприклад, автоматизовані ТМР здатні автономно здійснювати навантаження палет на території складу, переміщати важкі вантажі або здійснювати складання деталей, що замінює рутинну людську працю. [3].

Щоб збільшити продуктивність складу та знизити ризики помилок, великі компанії інвестують у автоматизацію складів. Особливо активно роботизація розвивається у США. Українські підприємства також автоматизують свої склади. У 2020 році великий поштовий оператор Нова Пошта почав використовувати роботів на своїх логістичних комплексах у Львові. Компанія закупила роботизовані візки у українського розробника SB Robotics., а дистриб'ютор автозапчастин OMEGA працює над проектом AGV-сортування [2].

Метою даної роботи є підвищення ефективності роботи ТМР на складі за рахунок мінімізації витраченого часу, яка досягається завдяки оптимальному регулюванню швидкості його руху за різних маневрів.

Основний зміст роботи. Завдання створення роботів, здатних переміщатися без допомоги людини, уникаючи зіткнення з перешкодами, тобто здійснення автономного руху, складається в основному з трьох задач. По-перше, спланований шлях повинен пролягати від точки А в точку В. По-друге, цей шлях повинен забезпечувати рух робота з обходом можливих перешкод. По-третє, шлях повинен серед всіх можливих шляхів, які відповідають першим двом вимогам, бути оптимальним.

Як правило, математична постановка задачі керування рухом мобільного робота зводиться до вирішення оберненої задачі кінематики його транспортної платформи [4]. Є низка робіт, які пропонують різні підходи до реалізації оптимальних систем управління технічними системами за комплексними критеріями. У роботі розглядається завдання оптимального управління мінімізацією часу руху, яке не враховує енергетичні витрати. В основу запропонованого рішення завдання було покладено метод форсованого управління [5], який характеризується наявністю детермінованих початкового та кінцевого станів об'єкта управління без випадкових збурень та з урахуванням обмежень на максимальне значення управління.

В якості прототипу був обраний транспортний робот-візок з такими характеристиками: швидкість 0,37-2 м/с, вага вантажу на платформі базового робота 15-300 кг, кількість програмованих маршрутів не обмежена, є можливість реверсивного руху [6].

При моделюванні було розглянуто три стандартні випадки: 1. Рух на великій дистанції, коли V_{cur} (поточна швидкість ТМР) досягає максимуму і деякий час залишається постійною. 2. Рух на таку відстань, де після завершення розгону відразу настає етап гальмування, тобто V_{cur} досягає свого максимального значення, але не зберігає його. 3. Поворот ТМР місці на 90° .

Результати моделювання показали, що розроблена методика форсованого управління підходить для мобільного робота за умови заданої максимальної швидкості та при максимальних прискореннях для розгону та гальмування. На підставі формули $T = t_1 + t_2 + t_3$, яка задовольняє умові $\frac{V_{max}(a_a + a_b)}{2a_a a_b} + \frac{S_k}{V_{max}}$, розраховується загальний час, необхідний для проходження довгої дистанції.

Тут: t_1 - час розгону, t_2 - відрізок часу, коли швидкість досягає максимуму і залишається постійною, t_3 - час гальмування, a_a - прискорення при розгоні, a_b - прискорення при гальмуванні, S_k - загальна відстань, яку має пройти робот із виходом на максимальну швидкість. Якщо ж

відстань виявляється меншою, ніж в умові $\sqrt{\frac{2S_k(a_a + a_b)}{a_a a_b}}$, то використовується формула $T = t_1 + t_3$ для коротких дистанцій і формули $T = \frac{V_{\max}(a_a + a_b)}{2a_a a_b} + \frac{\pi b \alpha}{360 \cdot V_{\max}}$, $T = \sqrt{\frac{\pi b \alpha (a_a + a_b)}{180 \cdot a_a a_b}}$ для повороту ТМР на місці на 90° .

На основі запропонованої методики форсованого управління у середовищі Simulink було розроблено блок управління маневрами, який працює за принципом кінцевого автомата (рисунок 1).

На вхід розробленого блоку подаються поточний час t і довжина шляху S_k , який має проїхати ТМР, а на вихід – потрібна лінійна швидкість V у кожний момент часу t . Значення швидкості визначається за формулою $V = V_0 + at$, значення прискорення – $a(t) = a \cdot \text{sign}(\tau - t)$.

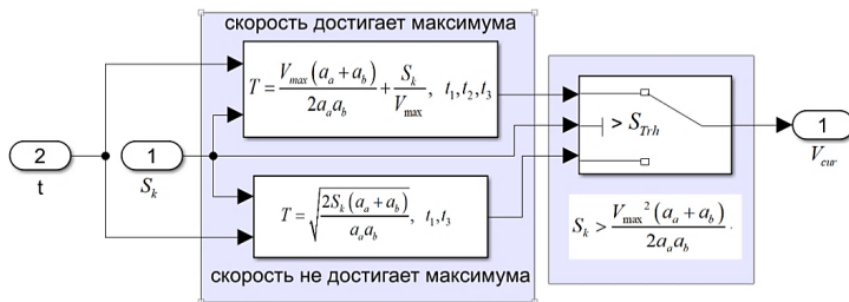


Рисунок 1 - Блок управління маневрами

Тут τ - дискретний момент часу перемикання управління. Якщо довжина заданого шляху більша, ніж граничне значення S_{Trh} , то $\tau = [t_1, t_2, t_3]$, де t_1, t_2, t_3 обчислюються за формулами

$$t_1 = \frac{V_{\max}}{a_a a_b}, \quad t_2 = \frac{2S_k a_a a_b - V_{\max}^2 (a_a + a_b)}{2V_{\max} a_a a_b}, \quad t_3 = \frac{V_{\max}}{a_b}.$$

$$\text{В іншому випадку } \tau = [t_1, t_3] \text{ та } t_1 = \frac{V_{cur}}{a_a} = \sqrt{\frac{2S_k a_b}{a_a(a_a + a_b)}}, \quad t_3 = \frac{V_{cur}}{a_b} = \sqrt{\frac{2S_k a_a}{a_b(a_a + a_b)}}.$$

Висновки

У роботі запропоновано методику розрахунку швидкості мобільного робота при проектуванні систем управління ТМР у складських приміщеннях. Розроблена методика та отримані результати експериментів допоможуть спрогнозувати положення та пересування мобільного робота по складському приміщенню.

Література

1. Planning and control of autonomous mobile robots for intralogistics: Literature review and research agenda / G. Fragapane [et al.] // European J. of Operational Research. – 2021. – Vol. 294, no. 2. – P. 405–426. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.01.019>
2. Робота без помилок: приклади роботизації складів у світі та Україні. [Електронний ресурс]: Режим доступу: <https://wareteka.com.ua/blog/skladskie-roboty-dlya-sortirovki/>.
3. Ким, Т. Ю. Форсированное управление движением мобильного робота / Т. Ю. Ким, Г. А. Прокопович, А. А. Лобатый // Информатика. – 2022. – Т. 19, № 3. – С. 86–100. <https://doi.org/10.37661/1816-0301-2022-19-3-86-100>.
4. Сейдж, Э. П. Оптимальное управление системами / Э. П. Сейдж, Ч. С. Уайт; пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1982. – 392 с.
5. Абуфанас, А. С. Аналитический синтез форсированного импульсного управления электроприводом системы слежения / А. С. Абуфанас, А. А. Лобатый, Ю. Ф. Яцына //

Системный анализ и прикладная информатика. – 2017. – № 4. – С. 16–20.
<https://doi.org/10.21122/2309-4923-2017-4-16-20>.

6. Робот-візок. [Електронний ресурс]: Режим доступу: <http://robosklad.com.ua/wp-content/uploads/2016/.pdf>.

Development of the mobile transport mobile robot motion control algorithm

Vasilyev O.G. candidate of technical sciences, Associate Professor of the Department of Automation,

Olshevsky S.I., senior lecturer of the Department of Automation,

Guestev G.R., master of group 6371m

National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov Ukraine, Mykolaiv

Abstract. The paper considers the task of developing a motion control algorithm for a mobile robot equipped with a microcontroller. In order to increase the efficiency of the individual transport mobile robot in the warehouse, it is necessary to adjust the position, speed, acceleration and direction of movement of the mobile robot at each moment of time along a known route. A method of forced control of the movement of a transport mobile robot is proposed. Based on it, a control unit for various maneuvers of the robot's movements is developed in the Simulink environment, which calculates its distance to the nearest turning or stopping point and the corresponding speed at each moment of time.

Keywords: transport mobile robot, control algorithm, motion simulation, uniformly accelerated motion

УДК 681.5

ЕЛЕКТРОПРИВОД ГІЛЬЙОТИННИХ НОЖИЦЬ

Войтасик А. М.

кандидат технічних наук,

доцент кафедри електричної інженерії суднових

та роботизованих комплексів

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

andrii.voitasyk@nuos.edu.ua

Анотація. Представлено кінематичну схему та розроблено 3D модель згідно до якої запропоновано реалізувати електроприводний механізм руху леза гильйотинних ножиць призначених для швидкого виготовлення плоских алюмінієвих заготовок товщиною до 4 мм, які у подальшому закладаються в основу відкритої рамної конструкції підводного транспортного засобу. Сформульовано основні технічні характеристики розробки та детально описано принцип роботи запропонованого електроприводного механізму руху леза.

Ключові слова: верстат; рубка металу; електропривод.

Вступна частина. Електричні гильйотинні ножиці – це електромеханічний пристрій для рубки матеріалів, який має в своїй конструкції рухливий ніж з косою проточкою, що рухається в одній площині без зміни кута нахилу. Призначені для прямої поздовжньої і поперечної рубки листового і смугового матеріалу зі сталі, кольорових металів та їх сплавів на початковому етапі виробництва. Основна перевага гильйотинних ножиць полягає в тому, що в момент рубки, тиск на матеріал який розрублюється прикладається не по всій довжині рубки, що знижує необхідне зусилля. Чим більше кут нахилу, тим менше зусилля і гірше якість рубки. Для утримання