

**УДК 621.865**

**Р.І. Михайлишин, канд. тех. наук, В.Б. Савків, канд. тех. наук, доц., Р-В. М. Павловський**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **ПРОЄКТУВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАВЧАЛЬНОГО МАЛОГАБАРИТНОГО РОБОТА**

**R.I. Mykhailyshyn, Ph.D., V.B. Savkiv, Ph.D., Assoc. Prof., R-V.M. Pavlovskyi**

### **DESIGN AND RESEARCH OF OPERATIONAL CHARACTERISTICS OF EDUCATIONAL SMALL-SIZED ROBOT**

Промислові роботи є важливою частиною автоматизованої гнучкої виробничої системи (ГВС), яка може підвищити продуктивність праці, збільшити точність виготовлення деталей, підвищити швидкість переміщення об'єктів виробництва. Типове застосування промислових роботів включає такі операції, як зварювання, складання, розпилення, відбір проб та їх встановлення, перевірка та тестування виробів, упакування, які мають високу точність, швидкість та надійність. Промислові роботи в процесі виробництва можуть виконувати основні та допоміжні технічні операції [1-2]. У наш час є необхідним отримання навичок програмування промислових роботів студентами, тому розробка малогабаритних промислових роботів на базі Arduino є актуальною задачею. Такий робот можна було б використовувати в навчальному процесі, для практики і реалізації різного роду операцій, як основних так і допоміжних. З цією метою була розроблена 3D-модель малогабаритного промислового робота з кутовою системою координат, вантажопідйомність якого становить до 1кг. Попередньо конструкція промислового робота була спроектована в програмному середовищі SolidWorks (Рис. 1).

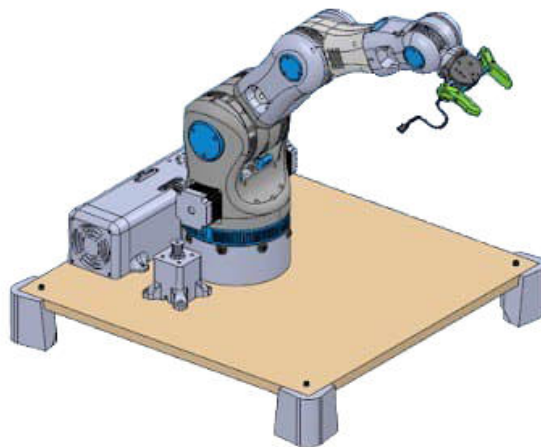


Рисунок 1. Конструкція малогабаритного промислового робота в SolidWorks

Після цього всі елементи були надруковані на 3D-принтері, використовувався 3D-принтер Wanhao Duplicator 6 (D6), деталі були виготовлені з платіску ABS та PLA. Для контролю параметрів друку використовувалось програмне забезпечення Wanhao Cura, де встановлювались різні параметри, такі як, швидкість друку, температура сопла, температура столу, товщина стінок, заповнення деталей, підстилка, підтримка навісних елементів. Отриману модель було імпортовано в програмне середовище RobotStudio.

Це програмне середовище для керування роботами та їх симуляцій [2]. В RobotStudio зібрано малогабаритний промисловий робот та підключено всі елементи живлення.

Використовуючи програмний пакет RobotStudio [3-5] для програмування і симуляції промислових роботів, продемонструємо для розробленого промислового робота. Для симуляції вибрано виконання повороту маніпулятора на 30 градусів. У такому випадку система використовує траєкторію із трапецієподібним швидкісним профілем прискорення проте він є переривчастим [3]. Як наслідок ривок (похідна прискорення) приймає нескінченні значення. Такі параметри руху маніпулятора викликаючи вібрації. А причиною вібрацій є стрибки потужності двигунів маніпулятора Рис. 2 через те, що прискорення на стадіях розгону і уповільнення приймають максимальні значення (в нашому випадку 3 і 5 м/с<sup>2</sup>).

Для того, щоб уникнути такої проблеми, планування траєкторії змінено, додано функцію з безперервним прискоренням. В програмному середовищі RobotStudio для цього використовується функція PathAccLim (PathAccLim TRUE \AccMax := 0.3, TRUE \DecelMax := 0.3). В результаті отримуємо трапецієподібний профіль в фазах прискорення і уповільнення Рис. 3. З рисунку 3 можна побачити, що коливання потужності двигуна відсутні, фази розгону і уповільнення проходять монотонно.

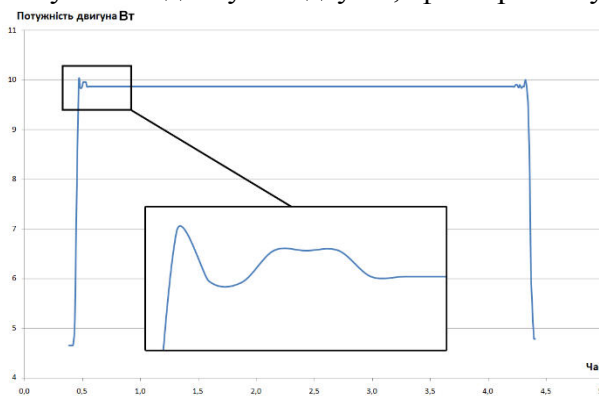


Рисунок 2. Графік потужності двигуна маніпулятора

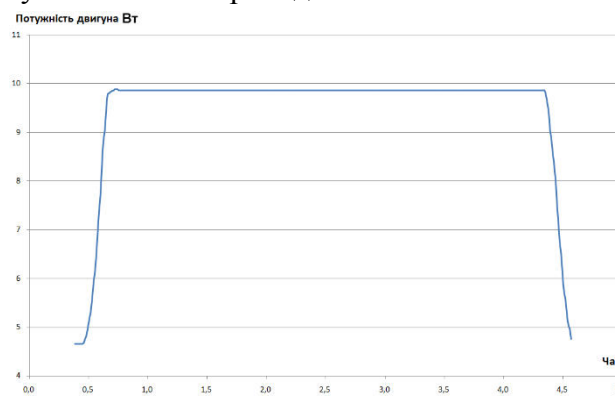


Рисунок 3. Графік потужності двигуна маніпулятора

У роботі проведено дослідження експлуатаційних характеристик малогабаритного промислового робота в програмному середовищі RobotStudio. Та виготовлений експериментальний зразок малогабаритного промислового робота для практичних занять із програмування промислових роботів на базі Arduino.

#### Література

1. Energy efficiency analysis of the manipulation process by the industrial objects with the use of Bernoulli gripping devices / V. Savkiv, R. Mykhailiushyn, F. Duchon, M. Mikhailishin // Journal of Electrical Engineering. – 2017. – № 68 (6). – P. 496 – 502. – DOI: 10.1515/jee-2017-0087.
2. Михайлишин Р.І. Обґрунтування параметрів та орієнтації струминного захоплювача маніпулятора для автоматизації вантажно-розвантажувальних операцій: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.05.05 “Піднімально-транспортні машини” / Р.І. Михайлишин. – Тернопіль, 2018. – 21 с.
3. Михайлишин Р. І. Аналіз методів планування траєкторій маніпуляторів / Р.І. Михайлишин, В.Б. Савків // Збірник наукових праць «Перспективні технології та прилади» Луцький НТУ. – Луцьк, 2016. – №8 (1). – С. 61 – 69.
4. «Створення роботизованої станції в програмному середовищі RobotStudio» методичні вказівки до лабораторної роботи № 7 з курсу “Гнучкі комп’ютеризовані системи та робототехніка” для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології» / укл. : Р. І. Михайлишин, В. Б. Савків. – Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2019. – 19 с.
5. «Визначення базових точок та траєкторії промислового робота» : методичні вказівки до лабораторної роботи № 2 з курсу “Гнучкі комп’ютеризовані системи та робототехніка” для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології» / укл. : Р. І. Михайлишин, В. Б. Савків. – Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2019. – 17 с.