

УДК 621.09.04

М.О. Львовський, С.В. Струтинський

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

ВДОСКОНАЛЕННЯ МАНІПУЛЯТОРА РОБОТИЗОВАНОГО КОМПЛЕКСУ ШЛЯХОМ ЙОГО ОБЛАДНАННЯ РЕГУЛЬОВАНИМИ ДЕМПФЕРНИМИ ПРИСТРОЯМИ

Роботизовані комплекси широко використовуються в різних сферах промисловості та виробництва. Їхні маніпулятори здатні виконувати складні завдання, що потребують високої точності та швидкодії. Проте вібрації та динамічні удари під час роботи маніпулятора можуть негативно впливати на його продуктивність, точність та довговічність [1].

Застосування регульованих демпферних пристроїв в маніпуляторах роботизованих комплексів дозволяє значно покращити їхні динамічні характеристики, зменшити вібрації та динамічні удари, а також підвищити точність й довговічність.

Метою даного дослідження є вивчення впливу регульованих демпферних пристроїв на динамічні характеристики маніпулятора роботизованого комплексу.

Типова роботизована система складається з ланок, шарнірів і може містити захватний пристрій. Для забезпечення рушійної сили в шарнірах встановлені двигуни. Завдяки спільній роботі суглобів роботизовано система може здійснювати обертальний або поступальний рух для виконання різних завдань. Велике перерегулювання, що являє собою різниця між новим положенням важеля та попередньо встановленим положенням і значний час перехідного процесу, що відповідає періоду часу від початкового моменту до того часу, коли регульований параметр буде знаходитися у межах $\pm 1\%$ від заданого значення є двома поширеними проблемами які виникають при позиціонуванні роботизованої руки. Вказані труднощі можуть бути спричинені недостатньо жорстким з'єднанням деталей, низькою жорсткістю елементів і великими навантаженнями. Наприклад, коли ланка значної довжини отримує команду обертатися від 0° до 10° відносно попередньо встановленого положення, вона може виконати кутове переміщення, що перевищить 10° , а потім коливатися навколо цього положення до остаточного затухання вібрацій. Велике пере регулювання та тривалий час перехідного процесу негативно впливають на точність і ефективність роботизованої руки, тому їх слід мінімізувати, щоб покращити технічні характеристики роботизовано системи [2].

Таким чином, введення демпферів до складу існуючої роботизованої системи, що містить ланки, приводи та контролер покращує технічне рішення, особливо в умовах керування позиціонуванням роботизованої руки за умови великого навантаження на вихідну ланку.

У складі роботизовано системи пропонується використати гідро-пневно-магнітний демпфер (ГПМД) (рис 1.). Це пристрій, який поєднує в собі гідравлічне, пневматичне і магнітне демпфування, а також може бути виготовлений із використанням гумових ущільнювачів [3].

Амортизатор механічних коливань працює за рахунок переміщення поршня зі штоком в корпусі під дією осьового навантаження. Магнітні сили утримують поршень на місці, а рідина перетікає через канал та дросель, гасячи енергію коливань. При зростанні навантаження відкривається зворотний клапан, що забезпечує додаткове перетікання рідини. Повітря вільно переміщується між порожнинами поршня, а в кінці ходу поршень стискає повітря, додатково гасячи коливання. Гумовий демпфер спрацьовує лише в крайніх випадках, якщо коливання не вдалося загасити іншими способами. Розширення рідини при нагріванні компенсується гумовими компенсаторами. Величину магнітних сил можна змінювати переміщенням торцевих кришок, а ефективність демпфування регулюється налаштуванням дроселя з рухомих конусом. Термочутливий конус забезпечує автоматичне налаштування дроселя під зміну температури.

Впровадження регульованих демпферних пристроїв, на кшталт гідро-пневно-магнітного демпфера (ГПМД), значно покращує динамічні характеристики маніпуляторів роботизованих комплексів. Це досягається за рахунок комплексного впливу, що включає:

- ГПМД поглинає енергію механічних коливань, що виникають під час роботи маніпулятора. Це призводить до значного зменшення вібрацій та динамічних ударів, негативно впливаючи на точність та довговічність механізмів.
- Підвищення точності позиціонування: Завдяки зменшенню вібрацій та динамічних ударів, ГПМД забезпечує значне покращення точності позиціонування маніпулятора. Це особливо важливо при виконанні складних завдань, які потребують високої прецизійності.
- Збільшення швидкодії: ГПМД може скоротити час перехідного процесу, що призводить до збільшення швидкодії маніпулятора. Це дозволяє роботу збільшити продуктивність при виконанні технологічних операцій.
- Підвищення довговічності: Зменшення вібрацій та динамічних ударів сприяє збереженню механізмів маніпулятора, значно збільшуючи його термін служби.

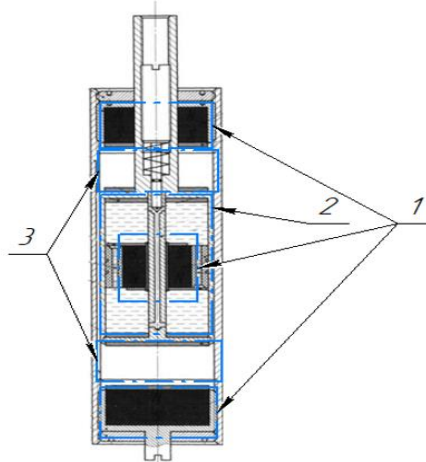


Рис. 1. Схема демпфера: 1 - магнітне демпфування; 2 - гідравлічне демпфування; 3 - пневматичне демпфування [3]

Висновки

Застосування регульованих демпферних пристроїв, таких як ГПМД, може значно покращити динамічні характеристики маніпуляторів роботизованих комплексів. Це призведе до підвищення точності, швидкості та довговічності механізмів із послідовним з'єднанням ланок, а також до зниження рівня вібрацій та динамічних ударів.

Список використаних джерел

1. Strutynskyi S., Nochnichenko I., Kryvosheiev V. THE USE OF ADJUSTABLE DAMPING DEVICES FOR INCREASING TECHNICAL LEVEL OF GROUND ROBOTIC COMPLEXES EQUIPPED WITH A MANIPULATOR / Всеукраїнський науково-технічний журнал «Вібрації в техніці та технологіях» - №4(107). – 2022. – С. 49-58. DOI: 10.37128/2306-8744-2022-4-6
2. Deng L, Sun S, Christie MD, et al. Innovative variable stiffness and variable damping magnetorheological actuation system for robotic arm positioning. *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*. 2023;34(2):123-137. doi:10.1177/1045389X221099453
3. Патент України на винахід № 118815. МПК F16F 6/00, A61F 2/00, A61F 2/60 (2006.01). АМОТИЗАТОР МЕХАНІЧНИХ КОЛИВАНЬ / Луговський О.Ф. (UA); Ночніченко І.В. (UA); Галецький О.С. (UA); Струтинський С.В. (UA); Зілінський А.І. (UA); Костюк Д.В. (UA). - № a201706789; заявл. 30.06.2017; опубл. 11.03.2019, Бюл. № 3.