

УДК 623.4.018

Головні аспекти проектування маніпуляторів мобільних роботів спеціального призначення

Струтинський В.Б., Юрчишин О.Я., Кравець О.М.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

Анотація:

Основною функцією мобільних роботів є заміна участі людини при виконанні небезпечних або трудомістких операцій. Актуальною є задача зменшення кінцевої вартості розроблюваного продукту при виготовленні та мінімізація витрат на експлуатацію роботів. Важливим є також забезпечення показників безпеки під час роботи в особливо небезпечних середовищах та ситуаціях. За цільовим призначенням мобільні роботи можна розділити на декілька функціональних груп, а саме: ударні, розвідники, бойового забезпечення, спецоперацій, транспортні та інші. Об'єднати в одне ціле в одному роботі складна і можливо нездійснена задача. Робот може виконувати одночасно декілька функцій але транспортний робот і робот розвідник мають занадто відмінні функції і відповідно компоновання і конструкцію. Розглядатимемо мобільні роботи які найбільше підходять для ролі розміновувача, хоча також можуть виконувати роль ударних чи розвідувальних моделей.

Ключові слова: маніпулятор; мобільний робот; шасі; система керування

Мобільні роботи спеціального призначення реалізуються у вигляді наземних роботизованих комплексів [1, 2]. Вони включають шасі, оснащене системою керування, яка забезпечена засобами навігації та маніпуляторами для роботи з різноманітними об'єктами. Специфіка маніпуляторів полягає у відсутності жорсткої основи та обмеженому електроживленні.

Наземні роботизовані комплекси середнього класу мають незначну масу та габарити [3, 4]. Вони переміщуються в складних дорожніх умовах та по бездоріжжю. Колісний або гусеничний рушій комплексу допускає його переміщення по дорогах з різним видом покриття або по відкритому ґрунту. При цьому, умови опирання коліс або гусениць та вид покриття є невизначеними і змінюється в широких межах. Невизначені умови опирання комплексу роблять його чутливим до виду і характеру динамічних навантажень, зокрема, гравітаційних та інерційних навантажень на маніпулятор.

Проектування маніпуляторів мобільних роботів здійснюється на основі проведення широкого кола теоретичних та експериментальних досліджень. Теоретичні дослідження базуються на застосуванні математичного моделювання динамічних процесів у маніпуляторах, розміщених на рухомій основі.

Шляхом математичного моделювання визначено характер просторового руху комплексу при дії різноманітних навантажень. При цьому, враховано суттєвий вплив маніпулятора на динаміку мобільного робота в цілому.

Математична модель враховує нечітко визначенні (fuzzy) умови опирання коліс або гусениць на дорожнє покриття різного виду. Опис просторового руху маніпулятора здійснено шляхом надходження траєкторій переміщення його характерних точок та фазових діаграм, які пов'язують швидкості поступальних та поперечно-кутових переміщень елементів маніпулятора із зміною положення його центра мас та просторового поперечно-кутового положення шасі.

Теоретичні дослідження мобільних роботів проведено в поєднанні із широким колом експериментальних досліджень. Використано експериментальний зразок наземного роботизованого комплексу, розроблений в КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Експериментальний зразок побудовано по блочно-модульному принципу з можливістю реалізації шасі як з гусеничним, так і колісним рушієм. Маніпулятор експериментального зразка мобільного комплексу включає взаємозамінні вузли і деталі, які дозволяють реалізувати різноманітні схемні і конструктивні рішення маніпулятора.

На основі проведених досліджень сформульована впорядкована система наукових положень, методів, висновків і рекомендацій, яка дає можливість виконати проектування маніпуляторів мобільних роботів різноманітного призначення. В результаті визначено основні аспекти проектування маніпуляторів мобільних роботів. Пропонується спеціальний підхід до проектування, який полягає у виконанні маніпуляторів із універсальних конструктивних елементів, які поєднані в блоки та допоміжні пристрої.

Серед основних блоків – комплектні приводи поворотних переміщень ланок маніпулятора, поєднані із шарнірними вузлами та пристроями вимірів кута повороту привода. Приводи включають високомоментний двигун із потужними постійними магнітами, редуктор безлюфтового типу та прецизійні шарнірні опори кочення. Комплектні приводи утворюють розмірний ряд. Що дозволяє реалізувати маніпулятори різної вантажопідйомності. В якості допоміжних пристроїв використані важелі, траверси, кронштейни та з'єднувальні елементи. Вони виконані із композитних матеріалів і мінімізовані по масі. Допоміжні пристрої мають високу жорсткість. Передбачене зєднання допоміжних пристроїв із приводами та можливість проведення комунікацій, призначених для керування всіма приводами маніпулятора.

Із запропонованих конструктивних елементів будуються як маніпулятори розімкненого типу так і пристрої з паралельними кінематичними зв'язками. Системи маніпуляторів такого типу будуються по схемі механізмів-триподів, гексаподів або триглайдів, гексаглайдівта ін. При малій масі вони мають значну вантажопідйомність традиційних маніпуляторів важільного типу, що включають розімкнені кінематичні ланцюги.

Набір конструктивних елементів дає можливість реалізувати маніпулятори із різноманітними масо-габаритними характеристиками та з різною вантажопідйомністю.

На основі розроблених положень раціонального проектування маніпуляторів мобільних роботів запропоновані нові технологічні засади розроблення мобільних наземних роботизованих комплексів. Їх основою є застосування спеціально розроблених і відпрацьованих маніпуляторів, складених із конструктивних елементів, що включають шарніри, приводи, вимірювачі та інші пристрої для безпосередньої побудови необхідних варіантів експериментальних зразків мобільних роботизованих комплексів, оснащених системами маніпуляторів.

Запропоновані методи проектування та технологічної реалізації маніпуляторів мобільних роботів забезпечують гнучкість реалізації технічних характеристик маніпуляторів мобільних роботів із врахуванням обмежень по масі і габаритам.

Розроблені методи проектування маніпуляторів мобільних роботів апробовані при створенні експериментального зразка наземного роботизованого комплексу спеціального призначення.

Список літератури

1. <http://www.army-guide.com/eng/index.php>
2. https://patentscope.wipo.int/search/ru/detail.jsf?docId=WO2009078940&_cid=P11-KBGQML-20657-1
3. https://patentscope.wipo.int/search/ru/detail.jsf?docId=CN179526288&_cid=P11-KBGQNH-20923-1
4. https://patentscope.wipo.int/search/ru/detail.jsf?docId=EP97205003&_cid=P11-KBGQOQ-21284-1

The main aspects of designing manipulators of mobile robots for special purposes

Strutinsky Basil, Yurchyshyn Oksana, Kravets Alexander

Abstract: The main function of mobile robots is to replace human participation in dangerous or time-consuming operations. The task of reducing the final cost of the developed product in the manufacture and minimizing the cost of operating robots is urgent. It is also important to ensure safety when working in particularly hazardous environments and situations. According to the purpose of mobile work can be divided into several functional groups, namely: shock, reconnaissance, combat support, special operations, transport and others. Combining together in one work is a difficult and possibly impossible task. The robot can perform several functions simultaneously, but the transport robot and the reconnaissance robot have too different functions and, accordingly, layout and design. We will consider mobile robots that are most suitable for the role of a deminer, although they can also act as percussion or reconnaissance models.

Keywords: manipulator; mobile robot; chassis; control system