

УДК 621.09.04

Струтинський Сергій Васильович, д.т.н., доцент, Семенчук Роман Вікторович, аспірант
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

Розроблення конструкції високоточного поворотного вузла для маніпулятора наземного роботизованого комплексу

Анотація. Основним елементом маніпуляторів наземних роботизованих комплексів є високотехнологічні поворотні вузли, що включають електричний двигун, механічну передачу та підшипниковий вузол. У результаті проведених досліджень запропонована компактна конструкція поворотного вузла, що використовує циклоїдальну передачу, виконану по кінематичній схемі $2k-h$. Механічна передача забезпечує високе передатне відношення та не містить проміжних тіл кочення, що дозволяє реалізувати функціонально-орієнтований підхід при проектуванні обладнання. Реалізація підходу здійснюється шляхом створення інтегрованого у поворотний вузол мотор-редуктора. Для сприйняття значних зовнішніх навантажень конструкція включає спеціальний підшипниковий вузол. Використання сучасних технологій та матеріалів дозволяє створити поворотний вузол низької вартості який забезпечує необхідні характеристики маніпулятора.

Ключові слова: шарніри; приводи; маніпулятор; роботизований комплекс; високоточний шарнір; циклоїдальна передача.

Одним із напрямків розвитку сучасного машинобудування є створення прогресивних конструкцій наземних роботизованих комплексів спеціального призначення. Складовою частиною загальної проблеми є вдосконалення конструкції високоточних поворотних вузлів, що реалізують кутові переміщення маніпулятора [1]. До маніпуляторів роботизованих комплексів та їх вузлів висуваються високі вимоги по масо-габаритним характеристикам, надійності та швидкодії. Особливо перспективними є поворотні вузли низької маси, що забезпечують високі передаточні відношення та мають високий к.к.д.

Сучасні наземні роботизовані комплекси (рис. 1) оснащені маніпулятором, що складається із штанг постійної довжини, з'єднаних поворотними вузлами. Поворотні вузли є високотехнологічними елементами системи та включають електродвигун, редуктор та підшипниковий вузол. Типова кінематична схема маніпулятора (рис. 2) забезпечує 5 ступенів вільності. Відповідно необхідно 5 поворотних вузлів однотипної конструкції, що забезпечують переміщення об'єктів за допомогою маніпулятора.



Рис. 1 - Загальний вигляд наземного роботизованого комплексу з маніпулятором важільного типу

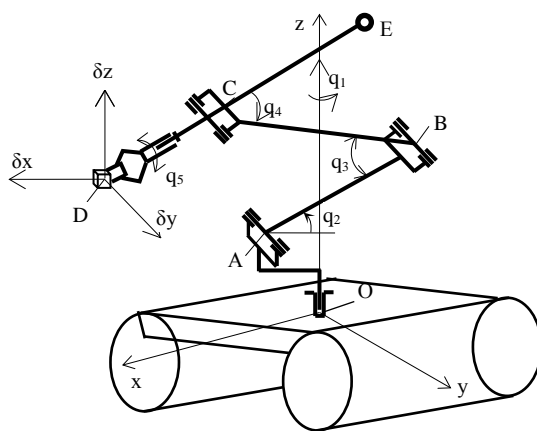


Рис. 2 - Кінематична схема маніпулятора важільного типу встановленого на шасі роботизованого комплексу

Основною вимогою до поворотних вузлів є компактність, низька маса та високий створюваний момент, що дозволяє забезпечити високу вантажопідйомність маніпулятора. Ці вимоги можуть бути реалізовані шляхом сумісного використання високооборотного електродвигуна та редуктора із високим передатним відношенням.

У маніпуляторі пропонується використати циклоїдальну передачу, що виконана по кінематичній схемі **2k-h** [2]. Передача (рис. 3) складається з ексцентрикового валу **h**, на якому встановлені сателіти з двома вінцями (зубчастими шестернями) **g** та **f**, профіль яких сформований еквідистантою до вкороченої епіциклоїди, що входить в зачеплення з зубчастими колесами, профіль яких сформований еквідистантою до гіпоциклоїд **a** та **b**, причому зубчате колесо **b** є частиною корпусу, а колесо **a** поєднано із вихідною ланкою передачі.

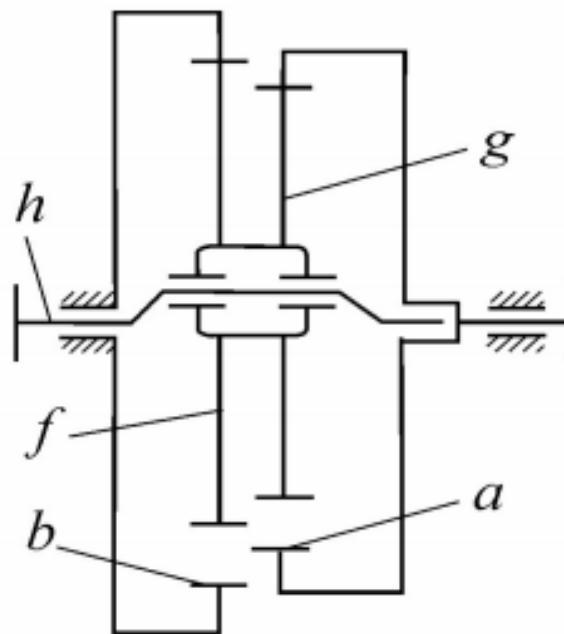


Рис. 3 - Кінематична схема циклоїдного редуктора

Передатне число передачі **2k-h** може бути визначено із залежності [2]:

$$i_{2kh} = \frac{z_f z_a}{z_f z_a - z_b z_g}, \quad (1)$$

де z_b, z_a – числа зубців нерухомого та рухомого коліс, z_f, z_g – числа зубів сателітів, що входять з ними з зачеплення.

Робочий профіль циклоїдального сателіту отримують як огинаючу криву для кіл, центри яких розташовані на вкороченій епіциклоїді. Таким чином, еквідистантна крива вкороченої епіциклоїди являє собою робочий профіль циклоїдальних зубів.

На основі проведених розрахунків було розроблено компактний поворотний вузол, що містить кроковий електродвигун та забезпечує високе передатне відношення (рис. 4). У передачі реалізовано представлену кінематичну схему (див. рис. 3), згідно якої використовуються два сателіти, що зміщені один відносно одного на кут 180° та спряжені з двома зубчастими колесами, які вмонтовані в рухому та нерухому частину передачі, що поєднуються із штангами постійної довжини наземного роботизованого комплексу. Розроблена конструктивна реалізація двухступінчастого циклоїдального редуктора є максимально простою та не містить проміжних тіл кочення.

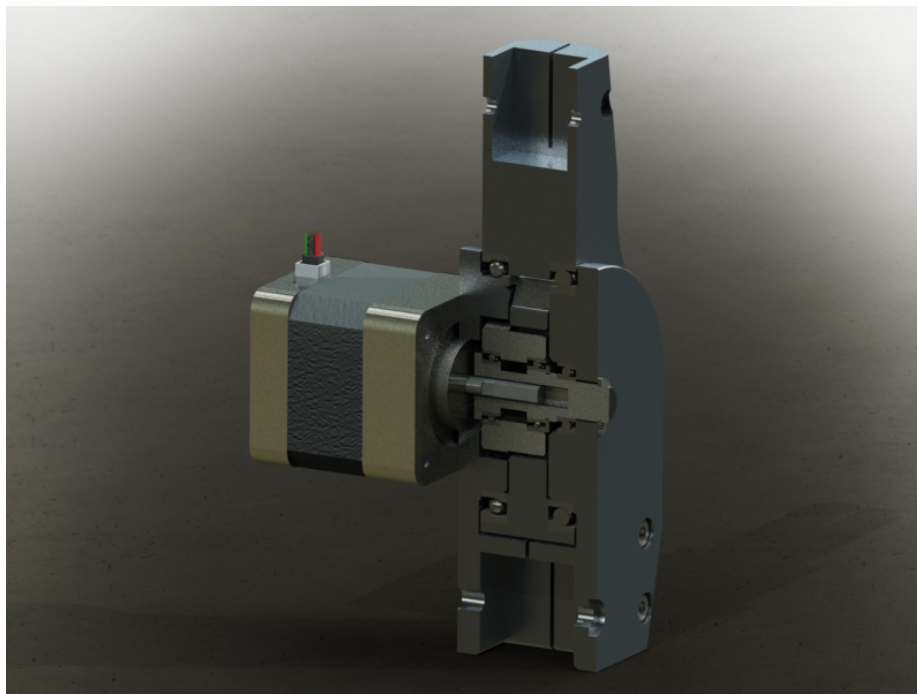


Рис. 4 - Конструкція поворотного вузла, що включає циклоїдальний редуктор

У результаті проведених робіт було розроблено конструкцію високоточного поворотного вузла маніпулятора наземного роботизованого комплексу, що включає електродвигун, циклоїдальну передачу та підшипниковий вузол. Розроблена циклоїдальна передача, що виконана по схемі 2k-h є конструктивно простою, надійною та забезпечує високе передатне відношення. Особливістю розробленої конструкції є інтеграція електродвигуна та підшипникового вузла у корпус циклоїдальної передачі. Таке рішення реалізує функціонально-орієнтований підхід при створенні наземних роботизованих комплексів. Використання сучасних технологій та матеріалів дозволяє виготовити поворотний вузол, що буде відрізнятися низькою вартістю, та дозволить виконати вимоги по забезпеченню необхідних характеристик маніпулятора.

Список використаних джерел

1. *Strutynskyi S., Kravchuk V., Semenchuk R., Mathematical modelling of a specialized vehicle caterpillar mover dynamic processes under condition of the distributing the parameters of the caterpillar // International Journal of Engineering & Technology, 7 (4/3) (2018), pp. 40-46.*
2. *А.С. Иванов Кинематический анализ планетарно-цевочных механизмов // Вестник машиностроения. 2012, №8. С. 22-25.*