

которые на глубине 5–8 мкм переходят в растягивающие и составляют на глубине 20 мкм 100–400±10 МПа.

Список ссылок

1. Мишнаевский Л.Л., Сагарда А.А., Емельянов В.М. и др. Высокопроизводительное зубошлифование кругами из кубического нитрида бора / Л.Л. Мишнаевский, А.А. Сагарда, В.М. Емельянов и др. // Синтетические алмазы. – 1970. – №5. – С. 40 – 42.
2. Рябченко С.В. Шлифование зубчатых колес тарельчатыми кругами из СТМ / С.В. Рябченко // Сверхтвердые материалы – 2014. – № 6. – С. 81– 89.

УДК 621.9.06

Струтинський В.Б., докт. техн. наук, професор
Скрипник В.С., студент

Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського», kvm_mmi@ukr.net

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ НА ОСНОВІ РАЦІОНАЛЬНИХ СПІВВІДНОШЕНЬ ШВИДКИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ ВИКОНАВЧОГО ОРГАНУ ТА ЙОГО ТОЧНИХ МІКРОПЕРЕМІЩЕНЬ

Наземні роботизовані комплекси призначені для роботи з небезпечними об'єктами. При цьому реалізуються системи телекерування комплексами. Оператор знаходиться на значній відстані і має обмежену інформацію про умови виконання технологічних операцій. Відеосупровід дає можливість наближено оцінити кінематичні параметри взаємодії виконавчого органу комплексу (маніпулятора) та небезпечного об'єкта. Це приводить до зниження функціональних можливостей комплексу або до суттєвих похибок виконання технологічних операцій.

Для підвищення показників точності роботизованих комплексів, запропоновані методи керування які встановлюють раціональні співвідношення швидких переміщень виконавчого органу та точних мікропереміщень. Методи базуються на розробленні алгоритмів керування комплексів із введенням зворотніх зв'язків по кінематичним параметрам при безпосередній реалізації технологічних операцій. Для введення зворотніх зв'язків проводяться виміри параметрів просторового руху виконавчого органу. Опис швидких просторових переміщень виконавчого органу здійснюється за допомогою векторної величини у вигляді поступального переміщення полюса та повороту навколо миттєвої осі обертання. Раціональним напрямком переміщення полюса є його рух вздовж миттєвої осі обертання. З метою вибору раціональних геометричних параметрів переміщення виконавчого органу маніпулятора вводяться обмеження на компоненти кінематичного гвинта у вигляді швидкості руху полюса та кутової швидкості обертання виконавчого органу навколо миттєвої осі. Дані обмеження стають більш жорсткими при зменшенні абсолютної величини відстані виконавчого органу маніпулятора та небезпечного об'єкта.

Обґрунтування вибору раціональних співвідношень швидких переміщень виконавчого органу та точних мікропереміщень здійснено на основі математичного моделювання. Проведено моделювання кінематичних характеристик маніпулятора. Для цього використані матрично-векторні залежності переміщень характерних точок маніпулятора від змін керованих координат. Мікропереміщення враховані шляхом визначення матриці Якобі, що пов'язує просторові переміщення виконавчого органу із малими приростами керованих координат. На основі розроблених моделей виконані розрахунки змін взаємного положення маніпулятора та об'єкта.

Кінематичні параметри відносного руху маніпулятора і об'єкта надаються оператору у візуалізованій формі і застосовуються для корегування переміщення маніпулятора. Одночасно виміряні параметри вводяться в систему керування в якості зворотніх зв'язків

та забезпечують вибір раціональних, з точки зору точності, законів керування системи приводів маніпулятора. Це забезпечує суттєве підвищення точності наземного роботизованого комплексу.

УДК 621.9.06

Струтинський В.Б., докт. техн. наук, професор

Бондаренко Н.Б., студент

Келавець Ю.Р., студент

Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського», kvm_mmi@ukr.net

ВИЗНАЧЕННЯ НЕЛІНІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕФОРМАТИВНОСТІ МОБІЛЬНОГО РОБОТА ПОБУДОВАНОГО НА ОСНОВІ МЕХАНІЗМІВ ІЗ ПАРАЛЕЛЬНИМИ КІНЕМАТИЧНИМИ ЗВ'ЯЗКАМИ

Мобільні роботомеханічні комплекси із паралельними кінематичними зв'язками мають ряд суттєвих переваг в порівнянні із традиційними роботами консольного типу. До таких переваг відносяться підвищена вантажопідйомність, рівномірність сприйняття навантажень в області повного тілесного кута повороту виконавчого органу маніпулятора, можливість реалізації складних просторових рухів маніпулятора та інші.

До недоліків механізмів з паралельними кінематичними структурами відносяться недостатня жорсткість несучої системи та наявність значного числа шарнірних з'єднань. Це обумовлює нелінійність деформативних характеристик, яка негативно впливає на функціональні можливості мобільного робота.

Для компенсації нелінійностей деформативних характеристик необхідно визначити їх величину і особливості формування. Для цього проведені спеціальні дослідження. Здійснено теоретичне обґрунтування впливу основних параметрів мобільного робота на деформативні та дисипативні властивості його несучої системи. Побудовані теоретичні моделі та обґрунтована методика експериментальних досліджень. Встановлення параметрів нелінійних характеристик деформативності потребує складних експериментальних вимірів та спеціальної апаратури. З метою зменшення трудомісткості досліджень запропонована спеціальна методика. Вона включає наближену оцінку нелінійних характеристик деформативності робота в динамічному режимі із застосуванням квазілінійної моделі. При цьому характеристики динамічної деформативності робота визначаються по записам власних коливань його виконавчого органу. Встановлюються частоти основних складових просторових коливань та їх взаємодія. Дається оцінка дисипації енергії коливань внаслідок взаємодії жорсткісних та дисипативних факторів.

На основі наближеної оцінки параметрів проводиться комплекс вимірів уточнених деформативних характеристик робота. Визначаються гістерезисні властивості пружно-дисипативної системи робота, зокрема параметри петлі гістерезису, обмеження при змінах амплітудних значень навантаження, локальні зміни нелінійних характеристик. Одержані дані уточнюються шляхом врахування стохастичних властивостей нелінійних характеристик деформативності. Знаходиться дисперсія значень нелінійних характеристик та стохастичні зміни параметрів жорсткості. Визначаються лінійні регресії та довірчі інтервали ділянок характеристик деформативності.

Результати експериментальних досліджень порівнюються із даними теоретичних досліджень. На основі цього встановлюються основні причини виникнення нелінійностей та засоби їх компенсації.

Для уточнення запропонованих заходів проведено математичне моделювання характеристик деформативності мобільного робота. Розроблена математична модель просторового руху виконавчого органу робота яка використана при розрахунках.