

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.

Знайдені нелінійні характеристики деформативності є основою для оцінки якісних характеристик мобільного робота побудованого на основі механізмів із паралельними кінематичними зв'язками.

УДК 621.87(075.8)

Струтинський С.В., докт. техн. наук, доцент

Семенчук Р.В., студент

Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського», strutynskiy@gmail.com

ДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОНВЕЙЕРНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ РІДКИХ ПОКРИТТІВ НА ПОВЕРХНЮ ВИРОБІВ

Розроблена ефективна технологія нанесення покриття на поверхню виробів шляхом їх періодичного занурення у ванну із спеціальним розчином. Для реалізації технології розроблена установка на основі ланцюгового конвейєра. Особливістю установки є реалізація строго вертикального занурення виробів у ванну. Для забезпечення високої продуктивності технологічної лінії необхідна висока швидкість руху ланцюгового конвейєра який має значні габарити. Робота ланцюгового конвейєра супроводжується виникненням інтенсивних ударних навантажень, їх визначення є актуальним.

Проведено дослідження причин виникнення динамічних навантажень в конвейєрі. Встановлено характер навантажень. Обґрунтовано появу інтенсивних динамічних імпульсних навантажень стохастичного характеру. Визначені статистичні характеристики навантажень в ланцюговій конвейєрній системі. Імпульсні навантаження апроксимовані прямокутними імпульсами із випадковими значеннями енергії імпульсів. Виділена центрова на складова випадкових імпульсних навантажень.

Здійснено спектральний аналіз складових ударних навантажень і знайдено їх кореляційні функції та спектральні щільності. Виконано аналіз одержаних статистичних характеристик та запропоновані нелінійні математичні моделі для їх опису.

Досліджено вплив геометричних і динамічних параметрів ланцюгового конвейєра на вид і величину імпульсного випадкового навантаження. Встановлено особливості формування вектора випадкового імпульсного навантаження на зірочку з боку ролика ланцюга конвейєра. Визначено випадкові зміни головного вектора та головного момента навантажень, що виникають при ударній взаємодії ролика ланцюга і зірочки. Встановлено закономірності виникнення і розповсюдження хвильових явищ у ланцюговому конвейєрі. Запропоновані методи зниження інтенсивності хвиль, запобігання їх інтерференції та кумуляції. Досліджено частотні спектри просторових коливань несучої системи ланцюгового конвейєра. Встановлено частоти резонансних областей просторової динамічної системи конвейєра та їх можливий зв'язок із параметричними резонансами в ланцюговому конвейєрі. Для зниження інтенсивності коливань запропоновано використати інерційні демпфери встановлені в характерних областях конвейєрної системи. Інерційні демпфери мають масивні кулі встановлені у сферичних порожнинах заповнених феромагнітною рідиною. По периферії корпусу демпфера розміщені постійні магніти. При переміщенні куль має місце інтенсивний рух феромагнітної рідини, що супроводжується втратами енергії і приводить до демпфування коливань несучої системи. Параметри демпферів вибрані із умови реалізації оптимальних законів руху конвейєра при опусканні та підніманні виробів із ванни із розчином для нанесення покриття. Застосування демпферів значно поліпшує динамічні характеристики системи. Зниження коливальності на резонансних частотах сягає 10..25%. Резонансні області зміщуються в область високих частот де мають місце власні дисипативні процеси в динамічній системі. В результаті проведених досліджень запропонована раціональна конструкція конвейєрної системи для нанесення рідких покриттів на поверхню виробів.