

конструкціями шарнірів є пристрої, що виключають точні сфери із надтвердих матеріалів (нітрид бора та інші). До типових вузлів віднесені також комплектні приводні, диференціальні механізми, телескопічні пристрої, муфти, що забезпечують механічне з'єднання важелів маніпулятора. Елементна база включає сервісні та допоміжні пристрої та механізми їх орієнтації. Важливою складовою елементної бази є елементи електричних з'єднань, комунікації, роз'ємні елементи, оснащені спеціальними засобами захисту.

Важливими аспектом теорії проектування маніпуляторів наземних роботизованих комплексів є комплектація маніпулятора спеціальними захватними пристроями. Запропонована гама захватних механізмів різного виду. Раціональними, з точки зору використання в мобільних роботах, є захватні пристрої із гнучкими пальцевими елементами. Для роботи з небезпечними об'єктами рекомендовано захватні пристрої вакуумного типу. Вони мають еластичну оболонку заповнену сипучим матеріалом спеціального виду. При створенні розрідження (вакууму) в оболонці, вона адаптується до об'єкту маніпулювання, забезпечуючи його надійне утримання.

Розроблені основні положення теорії проектування маніпуляторів наземних роботизованих комплексів апробовані шляхом розроблення експериментальних зразків мобільних роботів. На основі дослідної перевірки проведена корекція розроблених методів проектування, уточнено склад елементної бази та запропоновані методики розрахунку основних конструктивних параметрів маніпуляторів. Сформульовані напрямки подальших робіт по вдосконаленню теорії проектування маніпуляторів. Основним напрямком прийнято уточнення положень теорії проектування маніпуляторів мобільних роботів різних масо-габаритних класів. Планується розвиток теорії проектування маніпуляторів для виконання вузькоспеціалізованих операцій із небезпечними об'єктами. Для підвищення ефективності проектних рішень рекомендується використати блочно-модульні методи реалізації проектних рішень маніпуляторів наземних роботизованих комплексів.

УДК 621.91

**Дмитренко Н.Р., аспірантка,
Євтухов А.В., канд. техн. наук, доцент,
Сумський державний університет, evtuhov.a@tmvi.sumdu.edu.ua**

ПРО ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ У КОНСТРУКЦІЯХ ВЕРСТАТІВ ТА ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОІВ

Зростання вимог до сучасних технологічних обробних систем потребує покращення їх статичних та динамічних характеристик, що зокрема реалізується через зменшення маси їх рухомих елементів, збільшення жорсткості їх опорних елементів та забезпечення високих демпфівальних властивостей конструкцій.

Корпусні елементи більшості верстатів серійного виробництва виготовляють з чавуну. Вони легко відливаються, мають гарні демпфівальні властивості та є відносно дешевими. Однак, у випадку спеціальних та великогабаритних верстатів, виготовлених окремо під конкретне замовлення, використання чавуну для корпусних елементів не є економічно вигідним. Тому корпусні елементи таких верстатів зазвичай виготовляють зварюванням зі сталі, що негативно впливає на вібростійкість елементів конструкції через наявність порожнистих балок з великим перерізом та тонкими стінками [1].

Гібридна конструкція корпусних елементів, що поєднує в собі жорсткість сталі або чавуну з демпфівальними властивостями композитного наповнення може бути гарною альтернативою для виготовлення спеціальних верстатів. В роботі [2] автори підтверджують ефективність використання композитних матеріалів (КМ), армованих вуглецевими волокнами на прикладі конструкції фрезерного верстата. Використання КМ в досліджуваній конструкції, зокрема, дозволяє забезпечити її високу жорсткість при зменшенні маси на 48,5 %.

Використання КМ є доцільним і в конструкціях верстатних пристроїв, що застосовують для установаження заготовок під час їх оброблення. Під час експлуатації пристрої піддаються значним статичним та динамічним навантаженням, тож зменшення маси та зниження моментів інерції має позитивний вплив на ефективність їх використання. Завдяки низькому тепловому розширенню, високій динамічній жорсткості та демпфівальним властивостям КМ дозволяють забезпечити стабільно високу точність установаження заготовки. Так, результати практичних досліджень [3] підтверджують, що використання елементів із КМ в конструкціях корпусів затискних пристроїв забезпечує набагато вищі власні частоти та коефіцієнти демпфірування порівняно з конструкціями із сталевими елементами.

Висновок: використання КМ в конструкціях верстатів та верстатних пристроїв має великий потенціал щодо підвищення продуктивності та точності оброблення заготовок.

Список посилань

1. Dunaj, P., Okulik, T., Powalka, B., Berczyński, S., Chodźko, M. Experimental Investigations of Steel Welded Machine Tool Bodies Filled with Composite Material. In: Gapiński, B., Szostak, M., Ivanov, V. (eds) *Advances in Manufacturing II. MANUFACTURING 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Cham. 2019. P. 61-69.
2. Aggogeri, F., Borboni, A., Merlo, A., Pellegrini, N., Ricatto, R. Vibration Damping Analysis of Lightweight Structures in Machine Tools. *Materials*. 2017, Vol. 10. P. 297.
3. Anyfantis, K., Foteinopoulos, P., Stavropoulos, P. Design for Manufacturing of Multi-material Mechanical Parts: A Computational Based Approach. *Procedia CIRP*. 2017. Vol. 66. P. 22-26.

УДК 621.9

Колос В.О., аспірант,
Іванов В.О., докт. техн. наук, професор,
Павленко І.В., докт. техн. наук, професор,
Сумський державний університет, Україна ivanov@tmvi.sumdu.edu.ua,
Ботко Ф., докт. філософії, доцент,
Гатала М., докт. філософії, професор,
Технічний університет м. Кошице, Словаччина

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИБОРУ СХЕМИ БАЗУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ТИПУ КРОНШТЕЙНИ

Запропонована конструкторсько-технологічна класифікація [1] дозволяє описати будь-яку деталь типу кронштейни за конструкторсько-технологічними ознаками. У результаті 11 ознак були визначені як суттєві параметри для визначення схеми базування. Це важливий етап у переході від конфігурації деталі до створення конкуруючих варіантів компонувань верстатних пристроїв у системі автоматизованого проектування.

Для кожної деталі типу кронштейни можна запропонувати декілька теоретичних схем базування. Вибір схеми базування залежить від геометричної форми та конструктивних ознак деталей, точності розмірів, форми та розташування поверхонь одна відносно іншої, якості та шорсткості поверхонь.

Математична модель [2] для раціонального вибору схеми базування базується на наступному матричному рівнянні:

$$[\Psi] = [\Xi][W], \quad (1)$$

де $[\Psi]$ – матриця схеми базування;

$[\Xi]$ – матриця конструктивно-технологічних ознак;

$[W]$ – матриця перетворення.