

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.

Рівняння (1) можна застосувати до прямокутної матриці $[W]$ з розмірністю $n \times m$. Його елементи визначаються на основі попереднього практичного досвіду проектування m різноманітних схем базування для N типових деталей. Відповідний вираз для матриці $[W]$ можна записати відповідно до рівняння регресії:

$$[W] = ([\Xi]^T [\Xi])^{-1} [\Xi]^T [\Psi], \quad (2)$$

Для уніфікації підходу чисельного розрахунку доцільно використовувати нормовані значення для всіх елементів матриць $[\Psi]$. Це означає, що кожен елемент Ψ_{Nm} коливається від 0 до 1. У цьому випадку $\Psi_{N,m} = 1$ означає, що m -та схема розташування рекомендована лише для N частини. Крім того, в обов'язковому порядку слід дотримуватися правила нормалізації:

$$\sum_m \Psi_{N,m} = 1. \quad (3)$$

Однак використання цієї формули для матриці $[\Xi]$ не є обов'язковим через наявність кількох ознак в одній частині. Проте, рекомендується використовувати кожен елемент $\Xi_{N,n}$ в діапазоні від 0 до 1. Якщо N частина має $k \geq 2$ різних ознак, значення $\Xi_{N,n}$ змінюються в межах наступного різноманіття $\{0, 1/(k-1), 2/(k-1), \dots, 1\}$ з k раціональних чисел.

Після оцінки матриці $[W]$ нормований коефіцієнт прийняття рішень m схеми базування для кожної N частини базується на векторі $\{Y\}$ коефіцієнтів, визначених таким чином:

$$Y_m^{(N)} = \frac{| \{W^{<m>}\}^T \cdot (\{\Xi\}^T)_N |}{\sum_m | \{W^{<m>}\}^T \cdot (\{\Xi\}^T)_N |}. \quad (4)$$

Під час прийняття рішення для N частини рекомендується серед усіх значень $Y_{N,m}$ вибрати j локаційну діаграму з максимальним значенням $Y_{N,j}$.

Прийняття рішення для деталі з n конструктивними та технологічними особливостями, відмінними від будь-якого рядка матриці $[\Xi]$, визначається наступним чином:

$$\{Y\} = \frac{[W]^T \{X\}}{\sum_m ([W]^T \{X\})_m}, \quad (5)$$

де $\{X\}$ – стовпець-вектор $n \times 1$ конструктивно-технологічних особливостей довільної частини;

$\{Y\}$ – вектор стовпця $m \times 1$.

У дослідженні прийняті такі обмеження: кількість проведених чисельних експериментів не менша загальної кількості конструкторсько-технологічних ознак; мінімальна вага деталі – 1,2 кг, максимальна – 2,9 кг; матеріал деталей – сталь і чавун; діапазон точності поверхонь від Н6 до Н11; габаритні розміри деталей варіювалися від 48x44x40 мм до 187x189x149 мм; шорсткість поверхні в діапазоні значень $Ra = 1,25-3,2$. Розроблена методика враховує різні види матеріалів: сталь AISI 3135 та чавун DIN 1691. Її перевірку проведено на прикладі деталей типу кронштейни. Порівняльний аналіз отриманих результатів довів, що розрахункове рішення відповідає варіанту, призначеному експертом у більшості випадків. Досліджено практичну реалізацію розробленого наукового підходу з використанням деталей типу кронштейни для автомобільної промисловості. Подальший розвиток дослідження пов'язаний із інтеграцією розробленого наукового підходу в систему автоматизованого проектування верстатних пристроїв.

Наукові результати отримано в рамках виконання спільного українсько-словацького науково-дослідного проекту «Удосконалення технологічної підготовки виробництва за рахунок автоматизації процесу проектування верстатних пристроїв». Дослідження виконано за часткової підтримки International Association for Technological Development

and Innovations (IATDI) та Науково-навчального центру промислового інжинірингу (Сумський державний університет).

Список посилань

1. Ivanov V., Kolos V., Liaposhchenko O., Pavlenko I. Technological assurance of bracket-type parts manufacturing. Proceedings of the 5th EAI International Conference on Management of Manufacturing Systems, Cyberspace, 27–28 October 2020; Knapčiková, L., Peraković, D., Behúnová, A., Periša, M., Eds.; EAI/Springer Innovations in Communication and Computing; Springer: Cham, Switzerland, 2022; pp. 397–409. DOI: 10.1007/978-3-030-67241-6_31.

2. Ivanov V., Botko F., Kolos V., Pavlenko I., Hatala M., Antosz K., Trojanowska J. Locating Chart Choice Based on the Decision-Making Approach. Materials, 2022, 15, 3557, DOI: 10.3390/ma15103557.

УДК 621.96

Онисько О.Р., докт. техн. наук,
Одосій З.М., канд. техн. наук,
Пастух А.А., студент,
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
oleh.onysko@nung.edu.ua

АНАЛІЗ ФОРМУВАННЯ ЗАМКОВОЇ НАРІЗИ ЗА ДОПОМОГОЮ ГРЕБІНОК

У науковій і навчальній літературі рекомендують виконувати гребінки із нульовим значенням переднього кута [1]. Ряд наукових публікацій дають дані про дослідження сил різання на різних витках гребінки і за різних значень переднього кута і кута нахилу різальної крайки [2], [3]. У випадку, що стосується конічних замкових нарізей застосування гребінок має наступні недоліки:

– заперечується універсальність цього інструменту, оскільки для різних типорозмірів замкових нарізей створюється різні за значенням кути підйому гвинтової лінії наприклад на її першому витку;

– усі різальні крайки працюють у різних умовах оскільки на кожному витку свій підйом, а у гребінки фіксований спільний на усі крайки кут нахилу λ . На рис.1. показано схему установки різальної крайки гребінки ABC під кутом λ . З ілюстрації ясно, що тільки на витку A проекція різальної крайки є перпендикулярною до витка нарізі, оскільки витки B і C у конічній нарізі із постійним кроком мають інші за значенням підйом;

– різальна крайка із нульовим значенням переднього кута і заданим значенням кута нахилу λ (рис. 1) не проходить через вісь нарізі, а відповідно до [3] створює відкриту конволютну, а не закриту архімедову гвинтову поверхню.

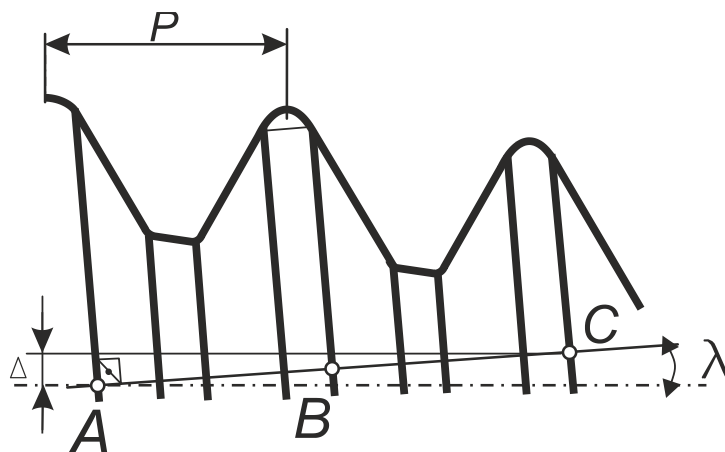


Рис. 1 – Схема різальної частини нарізевої гребінки