

Формула (2) враховує додатковий вплив на величину ωF_i : стану технологічної бази, зокрема похибок її розташування чи форми; виду технологічної бази (установча чи опорна або направляюча) та схеми її конструктивної реалізації- $k=1...2$; точності одержуваного розміру - $k_1=0,25...0,6$.

З урахуванням недостатності, а у деяких випадках і суперечливості, рекомендацій у наукових працях, наприклад [1, 2, 3, 4] та інших, завданням цього дослідження було визначення особливостей та умов оцінки розмірів 1 типу. У результаті встановлено, що при використанні у якості ТБ необроблених поверхонь заготовок, завжди, а при використанні начорно оброблених поверхонь, у багатьох випадках, буде виконуватись нерівність $\Delta\rho_{ТБFi} > 0$ що вказує на необхідність розрахунку та урахування $\Delta\rho_{ТБFi}$. При використанні у якості ТБ начисто оброблених поверхонь або поверхонь, що пройшли викінчувальне оброблення $\Delta\rho_{ТБFi} = 0$, отже розрахунок згідно (2) виконувати не потрібно.

Список посилань

1. Приходько В.П. Розмірне моделювання та аналіз технологічних процесів. [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 249 с.
2. Матвеев В.В. Размерный анализ технологических процессов. / Матвеев В.В., Тверской М.М., Бойков Ф.И. и др. – М.:Машиностроение, 1982 – 264с.
3. Бондаренко С.Г. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва: навч. посібник / С.Г. Бондаренко – Київ: ІСДО, 1993. – 544 с.
4. Біланенко, В. Г. Проектування технологічних процесів. Частина 1. Оброблення деталей-тіл обертання. [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка», спеціалізацій «Технології машинобудування» та «Технології виготовлення літальних апаратів» / В. Г. Біланенко, В. П. Приходько, О. О. Мельник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 232с.

УДК 621.773.9

Приходько В.П., канд. техн. наук, доцент

Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського», privas@bigmir.net

ОСОБЛИВОСТІ ТА МОЖЛИВОСТІ БАЗУВАННЯ ЗАГОТОВОК З ВИКОРИСТАННЯМ КОНТАКТНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ

Використання контактних вимірювальних систем (КВС) на основі вимірювальних головок (ВГ) на сучасних верстатах з ЧПУ створює нові можливості та особливості реалізації принципів базування, для вирішення задачі забезпечення заданої точності розмірів і взаємного розташування поверхонь. У той же час використання ВГ не приводить до зміни основних принципів базування - сталості технологічних баз та суміщення технологічних і вимірювальних баз, а лише надає нові можливості для їх реалізації. Дотримання принципу суміщення баз забезпечує усунення похибок базування і при традиційних підходах до базування, та з урахуванням того, що розміри в конструкціях деталей, у більшості випадків задаються від декількох вимірювальних баз, дотримання його означало б необхідність переустановлення заготовок із зміною ТБ, а отже і верстатних пристроїв, що суперечило б, як правило, принципу сталості ТБ. Така ситуація мала місце у більшості випадків реалізації технологічних процесів, адже одночасне дотримання принципів сталості та суміщення ТБ могло мати місце тільки у випадку коли всі розміри деталі у відповідному координатному напрямку були б задані від одної вимірювальної бази, у практиці оброблення деталей така ситуація зустрічається не часто, а отже в залежності від особливостей вирішуваних задач, перевага, у більшості випадків, віддавалась дотриманню одного із зазначених принципів.

Використання КВС на верстатах з ЧПУ дозволяє забезпечити одночасне виконання принципів сталості та суміщення вимірювальних і технологічних баз, без переустановлення заготовок і таким чином використати у повній мірі переваги їх дотримання, зокрема спростити конструкцію верстатних пристроїв, усунути похибки базування та установки заготовок, забезпечити досягнення необхідної точності розмірів з мінімальними витратами ресурсів. При такому підході, базування заготовки реалізується не як задання необхідного положення у системі координат верстата, а як задання необхідного положення системи координат верстата, з урахуванням фактичного положення заготовки, визначеного за допомогою КВС. Правило базування відоме як “правило 6 точок”, що реалізують певний комплект ТБ, залишається в силі, тобто реалізується повна схема базування. Зауважимо, що, за наявності відповідних технологічних і конструктивних можливостей верстата, теоретично можлива заміна усього комплекту реальних ТБ (установча, направляюча, опорна) на віртуальні ТБ. Як правило, це можна реалізувати на 5-координатних верстатах. У той же час, у необхідних випадках, віртуальні технологічні бази можуть використовуватись в якості окремих ТБ, для виконання певних локальних завдань. Наприклад, при токарному обробленні заготовки ступінчастого вала, у якого положення торцевих поверхонь ступеней задано лінійними розмірами від різних торців вала, які попередньо оброблені на фрезерно-центрувальній операції, доцільно використати віртуальну опорну ТБ. При установленні заготовки в центрах в якості опорної ТБ буде використовуватись лівий торець, а розміри необхідно забезпечити від поверхні правого торця, який для відповідних розмірів буде вимірювальною базою. У цьому випадку буде мати місце похибка базування, яка дорівнюватиме допуску на довжину вала і яка може перевищувати допуски відповідних лінійних розмірів, які задані від правого торця. Вирішення цієї проблеми можливо за рахунок визначення, за допомогою КВС, фактичного положення правого торця та використання його у якості віртуальної опорної технологічної бази для одержання відповідних розмірів. При такому варіанті оброблення похибки базування лінійних розмірів, заданих від правого торця вала будуть дорівнювати нулю, що вирішить проблему забезпечення необхідної точності.

Для реалізації віртуального базування [1, 2] верстат повинен бути оснащений OMV-вимірювальною системою (On-Machine Verification-контроль на верстаті), яка включає контактний вимірювальний датчик, наприклад, тензодатчик моделі OMP400 або OMP700 компанії Renishaw, приймачем сигналу та інтерфейсу для зв'язку з системою ЧПУ верстату. Для програмування таких вимірювань система управління верстату повинна бути оснащена спеціалізованою САІ-системою (CAI, Computer Aided Inspection), наприклад Power INSPECT OMV фірми Delcam, яка забезпечує програмування необхідних вимірювань та визначення траєкторій переміщення вимірювального щупу. Такі вимірювання забезпечують контроль дійсного просторового положення заданих поверхонь заготовки, передачу результатів цих вимірювань у систему управління верстату, яка за їх результатами вносить зміни в управляючу програму оброблення заданої деталі.

Наявність відповідного програмного забезпечення та вимірювальних засобів є необхідною умовою, але можливості реалізації різних видів віртуальних ТБ будуть визначатись кількістю і видами керованих координат верстата з ЧПУ. Зокрема, на 3-х координатних верстатах можуть бути реалізовані: опорна і подвійна опорна ТБ, які, відповідно, визначають положення заготовки по одній і по двох лінійних координатах. Реалізація віртуальної направляючої ТБ (визначає положення по одній лінійній координаті та одне кутове) можлива на 4-х координатному верстаті, який може забезпечити зміну необхідного кутового і лінійного положення заготовки. Реалізація віртуальних установчої і подвійної направляючої ТБ, які визначають положення заготовок, крім лінійних, по двох кутових координатах, можлива при обробленні на верстатах з ЧПУ, які мають 5 керованих координат.

Список посилань

1. Біланенко, В. Г. Проектування технологічних процесів. Частина 1. Оброблення деталей-тіл обертання. [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка», спеціалізацій «Технології машинобудування» та «Технології виготовлення літальних апаратів» / В. Г. Біланенко, В. П. Приходько, О. О. Мельник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 232с.

2. «Технология адаптивной механообработки», Delcam, 2014.

УДК 621.91.002

Стецько А.Є., канд. техн. наук, доцент
Українська академія друкарства, м. Львів, andrew73@ukr.net

КОМПЛЕКСНИЙ МЕТОД ФОРМУВАННЯ НАНОКОМПОЗИТНИХ ЗМІЦНЕНИХ ЗНОСОСТІЙКИХ ШАРІВ НА ШВИДКОЗНОШУВАЛЬНИХ ДЕТАЛЯХ МАШИН ХІМІЧНИМ ОСАДЖЕННЯМ І ДИФУЗІЙНИМ НАСИЧЕННЯМ

Формування поверхневих шарів деталей машин потрібних кісних параметрів потребує нових методів зміцнення [1–3]. Підвищення довговічності деталей машин методами поверхневого зміцнення ускладнюється дією двох факторів. По-перше, для виготовлення деталей вітчизняних машин переважно використовують вуглецеві сталі та сірі чавуни, які характеризуються невисоким комплексом механічних властивостей. Отже, невисока працездатність деталей багато в чому обумовлена застосуванням неякісних матеріалів. Тому необхідно вишукувати способи підвищення довговічності недефіцитних та широко застосовуваних у машинобудуванні матеріалів. По-друге, можливості застосовуваних у промисловості традиційних методів поверхневого зміцнення достатньо добре вивчені та досягли своєї фізичної межі. І ці традиційні методи вже не задовольняють вимоги, що ставляться до нової техніки.

Оптимальним є комплексний метод хімічного осадження і дифузійного насичення [4, 5], який не потребує великих капіталовкладень. Метод складається із дифузійного насичення визначеними хімічними елементами за спеціальними режимами термічної обробки, перед яким проводять хімічне осадження згідно запатентованих рецептур. Після комплексного методу хімічного осадження і дифузійного насичення одночасно бором і титаном отримано зміцнені покриття з надзвичайними якісними та кількісними характеристиками.

Хімічне осадження проводять у розчинах з наявністю нікелю, який дуже добре впливає на морфологічні особливості зміцненого шару. Дифузійне насичення бором та титаном проводять у ретортах з плавким затвором згідно спеціальних термічних режимів.

Отриманий зміцнений шар на поверхнях деталей машин після Комплексного методу зміцнення має велику товщину до 500 мкм та значну твердість і зносостійкість.

Комплексний метод не потребує вартісного обладнання та висококваліфікованого персоналу, що робить його надзвичайно конкурентноздатним.

Список посилань

1. Azouani, O., Keddami, M., Allaoui, O. et al. *Prot Met Phys Chem Surf* (2017) 53: 306.

2. Oberg E. (2017) *Heat-treatment of steel-a comprehensive treatise on the hardening*. Read Books Ltd.

3. Campbell F.C. (2008) *Surface hardening of steel*. In: *Elements of metallurgy and engineering alloys*. ASM International, Materials Park.

4. Stetsko A.E., Stetsko Y.T. (2020) *Formation of Composite Reinforced Coating by Chemical Deposition and Chemical-Thermal Treatment of Boron and Carbon*. In: Pogrebnjak A., Bondar O. (eds) *Microstructure and Properties of Micro- and Nanoscale Materials, Films, and Coatings (NAP 2019)*. Springer Proceedings in Physics, vol 240. Springer, Singapore, P.261–270. – DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-15-1742-6_24.