

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ В УМОВАХ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА

Введення. Сучасне машинобудівне виробництво передбачає підвищення точності, надійності і довговічності при випуску машинобудівної продукції для народного господарства. У зв'язку з цим, необхідно істотно підвищувати точність і надійність металорізального обладнання та устаткування.

Питання підвищення точності і надійності металорізального обладнання та устаткування можна вирішувати автоматизацією виробничих процесів. Для цього широко впроваджуються програмно-керовані верстати, гнучкі виробничі системи, роторні лінії, автоматичні дільниці і заводи. В умовах автоматизованого виробництва задана точність має бути забезпечена самою технологічною системою. Проблема забезпечення точності - одна з найбільш складних. Для її вирішення необхідна розробка спеціальних апаратурних засобів і систем управління технологічними операціями, створення нових підходів до аналізу процесів формоутворення поверхонь.

Теоретичні дослідження по вивченню впливу окремих вхідних змінних і параметрів технологічної системи на процеси, що протікають при механічній обробці, дозволяють на стадії проєктування операцій заздалегідь розрахувати очікувану точність і визначити методи її забезпечення [1, 2].

Постановка задачі. Для умов автоматизованого виробництва виникає два основних завдання:

а – настроювання технологічної системи на забезпечення заданих розмірів;

б – підстроювання системи з метою отримання заданих параметрів точності впродовж досить тривалого проміжку часу.

При рішенні першої задачі забезпечують точність взаємного розташування виконавчих механізмів верстата, заготовки, інструменту і пристосувань. На даний час застосовуються наступні методи настроювання верстатів: статичне настроювання, настроювання по пробних заготовках за допомогою робочого калібру і настроювання за допомогою універсального мірного інструменту по пробних заготовках [3].

Результати роботи. Статичні настроювання виконуються на нерухомому верстаті. Положення різальних інструментів відносно верстата вивіряють за допомогою калібрів, які розташовують на місці оброблюваної деталі. Для компенсації динамічних похибок настановні калібри виготовляють з поправкою. Розрахунковий розмір обчислюють по залежності:

$$L_{роз} = L_{дет} + \Delta_{попр}, \quad (1)$$

де $L_{дет}$ – розмір деталі, який має бути отриманий після обробки;

$\Delta_{попр}$ – поправка, що враховує динамічні похибки, які виникають в процесі обробки.

При настроюванні технологічної системи за допомогою робочого калібру, робиться регулювання взаємного розташування виконавчих механізмів верстата і інструменту, обробка пробної деталі, перевірка точності за допомогою калібру, яким користуються надалі при обробці виробу. Розглянутий метод настроювання не можна вважати оптимальним, оскільки він не забезпечує необхідне розташування первинного настроєного розміру по відношенню до поля допуску обробленої поверхні. При настроюванні системи за допомогою універсальних мірних інструментів спочатку виконується статичне настроювання верстата, потім проводиться пробна обробка однієї або декількох заготовок, вимірюється розмір обробленої поверхні, вводиться корекція у взаємне положення заготовки і інструменту. Настроювання системи за допомогою універсальних мірних інструментів забезпечує оптимальне розташування настроєного розміру відносно поля допуску на оброблену поверхню.

Під впливом різних процесів, що відбуваються в самій технологічній системі, таких як спрацювання інструменту, нагрів елементів верстата, зміна сил різання, відбувається зміна розмірів оброблених поверхонь партії деталей. Поле розсіювання розмірів зміщується в поле допуску, одночасно може змінюватися і середньоквадратичне відхилення розмірів.

Для забезпечення заданої точності в технологічній системі необхідне підстроювання, яке може здійснюватися після обробки партії заготовок, або після обробки кожної заготовки.

При другому методі забезпечується стабілізація розмірів виробів. Для його здійснення необхідна відповідна система числового програмного керування. При періодичному підстроюванні час між підстроюваннями $t_{під}$ може бути визначено залежністю:

$$t = \frac{(T - 3\sigma_0 - \delta - 3\sigma_t - 2\delta_u - \delta'')t_0}{\Delta L}, \quad (2)$$

де T – допуск на розмір деталі;

σ_0 – середньоквадратичне відхилення розміру деталі після настроювання системи;

σ_t – середньоквадратичне відхилення розміру у момент підстроювання системи;

δ_u – похибка настроювання системи;

δ'' – похибка вимірів розміру;

t_0 – основний час обробки поверхні;

$\Delta L_{дет}$ – середньостатистична зміна розміру при обробці однієї деталі.

При підстроюванні системи після обробки кожної заготовки величина підстроювального імпульсу X_n обчислюється за формулою:

$$X_{n_i} = X_{роз_i} + \Delta\phi_{i-1}, \quad (3)$$

де $X_{роз_i}$ – розрахунковий підстроювальний імпульс, який визначається за прогнозом зміни розміру при обробці заготовки;

$\Delta\phi_{i-1}$ – поправка знаходиться по фактичному відхиленню розміру обробленої поверхні $(i-1)$ -ої деталі.

Другий метод підстроювання може бути здійснений при обробці деталей на верстатах з ЧПК з системами управління, оснащених датчиками контролю розміру. При обробці на верстатах-автоматах, для реалізації методу окрім датчика контролю розміру в системі управління необхідно мати арифметико-логічне пристосування.

При обробці заготовок на верстатах з ЧПК вихідні параметри точності $Y(t)$ визначаються усією передісторією зміни дій $X(\tau)$, фізико-механічних властивостей заготовки $S(\tau)$, параметрів геометричної форми, розташування поверхонь і розмірів заготовки $G(\tau)$, а також режимів обробки $R(\tau)$, параметрів технологічної системи $Q(\tau)$ і інших неврахованих факторів $N(\tau)$ [4]:

$$Y(t) = F_0[X(\tau); S(\tau); G(\tau); R(\tau); Q(\tau); N(\tau)]. \quad (4)$$

Завдання забезпечення точності обробки в цьому випадку вирішується як відомими методами так і за допомогою спеціальних контрольних і діагностичних систем. Здійснюють контроль параметрів заготовки, що поступає на обробку, параметрів технологічного процесу, стану різального інструменту, технічного стану вузлів верстата, виконання управляючої програми, стану завантажувальних пристроїв, положення різальних кромки в системі координат верстата, фактичного розміру обробленої поверхні [5].

З метою прискорення процесу настроювання технологічної системи широко застосовують настроювання інструментів і інструментальних блоків поза верстатом з наступним внесенням корекцій положення інструменту з урахуванням динамічних похибок, що виникають при обробці.

Для підвищення точності обробки на чистових і обробних операціях розроблені системи автоматичного керування точністю і системи активного контролю, а саме: стабілізації швидкості різання при торцевій обробці; стабілізації потужності різання; стабілізації температури різання; управління пружними деформаціями при різанні; оптимізації управління токарної, фрезерної, шліфувальної обробки [6].

При створенні таких систем виконується ідентифікація технологічних операцій, формулюються умови оптимального керування, розробляється апаратне оформлення системи.

Висновки. Застосування систем автоматичного управління дозволяє підвищити точність отримання розмірів в 1,3-1,6 рази, форми поверхонь в 1,5 - 2 рази; взаємного розташування поверхонь в 1,4-1,8 рази.

Література:

1. Молчанов В.Ф. Методи підвищення точності при механічній обробці / В.Ф. Молчанов // «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем» XI Міжнародна науково-практична конференція (матеріали конференції) –Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2021. – Т. 1. – С. 112.
2. Молчанов В.Ф. Методи забезпечення точності для умов автоматизованого виробництва / В.Ф. Молчанов // «Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку». Матеріали XIX Міжнародної науково-технічної конференції 01 - 04 червня 2021 року: – Краматорськ: ДДМА, 2021. – С.103-104.
3. Маталин А.А. Технология машиностроения: учебник для вузов / А.А. Маталин. – Санкт-Петербург: Лань, 2010. – 512 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. Т. 1. – М.: Машиностроение. 1986. – 656 с.
5. Валькова В.М. Контроль в ГАП / В.М. Валькова. – Л.: Машиностроение. 1986. – 232 с.
6. Папарев Н.К. Автоматизация типовых технологических процесов металлообработки / Н.К. Папарев. – Киев; Одесса: Вища школа, 1984. – 312 с.