

УДК 621.9.08

Молчанов В. Ф., канд. техн. наук, доцент
Дніпровський державний технічний університет, v_molchanov@ukr.net

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ НАПРЯМІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОЧНОСТІ В АВТОМАТИЗОВАНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Вибір способів досягнення точності обробки і стабільне забезпечення параметрів якості деталей - складне і багатоваріантне завдання. Для його вирішення необхідно розглядати технологічний процес як систему, усередині якої існують складні причино-наслідкові і тимчасові зв'язки. Представлення технологічних процесів, як складних систем, обумовлює необхідність детального аналізу окремих операцій, вивчення їх логічної структури і взаємозв'язку, визначення законів перетворення параметрів і якості об'єкту виробництва в умовах трансформації перетворюючої системи зі зміною часу. Будь-який технологічний процес, як система, може бути представлений у виді «чорної скриньки», на вході якої матеріал, енергія і інформація, на виході - результат. Деталь, отримана на виході технології, відрізняється масою, енергією, змістом і кількістю розміщеної в ній інформації. Відмінність інформації полягає у зміні форми заготовки. Інформація, що поступає на вхід системи (технології), задається у вигляді креслення і представлена в умовному (символьному) виді. На виході - в «натуральному», тобто у виді готової деталі, яка має певні геометричні розміри і форму окремих поверхонь. Точність обробки є поняттям комплексним і характеризується відхиленнями реально отриманих поверхонь відносно геометричного еталону (в даному випадку креслення). Таким чином, процес формування нової поверхні, як функції технології з інформаційних позицій, полягає в перенесенні геометричної інформації креслення з символічного виду в натуральний. Фізична суть процесу полягає в зміні геометричних розмірів і форми вихідної заготовки в результаті зрізання або нанесення матеріалу під дією підведених енергетичних потоків. У автоматизованих виробництвах передумовою процесу утворення нових поверхонь є процес перетворення інформації, пов'язаний з її перенесенням на проміжні носії (кулачки, копії, управляючі програми і тому подібне).

У загальному виді основним функціям технології процесу відповідають два етапи:

- 1 - перетворення заданої геометричної інформації з символічної форми (креслення) в натуральну (деталь);
- 2 - перенесення отриманої інформації на заготовку.

При обробці партії заготовок на задалегідь настроєному верстаті по величині заданого на кресленні розміру встановлюється положення інструменту відносно баз (перетворення інформації) і виконується механічна обробка (перенесення інформації). На кожному з етапів технології виникають похибки. При перенесенні інформації на проміжні носії виникає похибка, яка визначається точністю виготовлення еталону (наприклад, копію), якістю апроксимації при складанні управляючих програм, статичною похибкою настроювання устаткування і тому подібне. Перетворення геометричної інформації із символічного виду в натуральний проходить шляхом керованого використання еталонів геометричних елементів (прямі лінії, площини, кола, тіла обертання), які дозволяють відтворити можливості технологічного устаткування.

Похибки, що виникають внаслідок перетворення геометричної інформації, називають кінематичними. До них відносяться похибки, обумовлені приближенням схем обробки до реального геометричного еталону. Істотне джерело похибок - енергетичні потоки, які виникають (або підводяться) при перенесенні інформації. Похибки, утворенні в результаті дії енергетичних потоків, можуть мати зворотний і незворотний характер. Зворотні - це похибки, які зникають після закінчення процесу обробки (до них відносять пружні деформації, вібрацію вузлів обладнання та ін.). До незворотних відносяться знос вузлів

верстату та інструменту, зниження динамічних характеристик верстатів і тому подібне. Джерелом похибок можуть бути і контрольні операції. Точність їх виконання залежить від роздільної здатності вимірювальних приладів і похибок прийнятої схеми вимірів.

Результуючу похибку виготовлення деталі Δ_{Σ} для технологічного процесу з n операцій можна представити у вигляді суми векторів:

$$\Delta_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n (\Delta_{nни} + \Delta_{npi} + \Delta_{ki} + \Delta_{ezi} + \Delta_{ензи} + \Delta_{кони}), \quad (1)$$

де $\Delta_{nни}$ - похибка, що вноситься проміжним носієм інформації;

Δ_{npi} - похибки, що виникають при перетворенні інформації з проміжного носія в натуральну форму;

Δ_{ki} - кінематичні похибки способу обробки;

$\Delta_{ezi} + \Delta_{ензи}$ - відповідно зворотні і незворотні похибки, що виникають від дії енергетичних потоків;

$\Delta_{кони}$ - похибки контролю.

Процеси утворення поверхонь умовно можна розділити на керовані (що виконуються за замкнутою схемою з можливістю внесення необхідних корекцій) і некеровані (що не дозволяють впливати на результат вже початого процесу).

У керованих технологіях точність виготовлення деталі може досягатися за рахунок створення систем із зворотними зв'язками (адаптивних), які базуються на інформацію про геометричні параметри виробу (датчики і прилади контролю розмірів), а також на основі інформації про енергетичні характеристики процесу (потужності, сили, пружні і температурні деформації). На практиці технологічні процеси бажано проводити на керованому устаткуванні за некерованою схемою, як найбільш простою і яка не вимагає додаткових капіталовкладень.

Перспективним направленням в умовах багатомономенклатурного виробництва є спільне використання обох способів, тобто створення систем комбінованого адаптивно-програмного управління.

Суть такого управління полягає в тому, щоб використовувати одні джерела похибок («негативні ефекти») супутні будь-якому способу обробки, для усунення інших джерел похибок, тобто використовувати «протиріччя», наявні усередині окремої операції або в ході усього технологічного процесу.

Стратегія управління точністю технологічних процесів і окремих операцій зводиться до того, щоб результуюча похибка деталі (формула 1) знаходилась в межах допуску. Оскільки складові похибок - величини векторні, немає необхідності зменшувати кожен з них. Досить вибрати такі поєднання похибок, при яких їх сума була б мінімальною, або знаходилась в межах допуску. Тобто, необхідно забезпечити такий закон зрізання (нанесення) матеріалу з оброблюваної заготовки, щоб утворилася поверхня, яка має мінімальне, або в допустимих межах відхилення від заданого еталону.

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

Список посилань

1. Molchanov, V.F. (2022). Ensuring accuracy in conditions automated production. The Second Special Humanitarian Issue of Ukrainian Scientists. European Scientific e-Journal, 3 (18), ___-___. Ostrava: Tuculart Edition. DOI: 10.47451/inn2022-04-03.