

В результаті дослідження можна встановити, що використання двох сигналів, які прогнозують стан різального інструменту, дозволить підвищити надійність, уникнути браку в процесі обробки та знизити ймовірність неправильного оцінювання зносу різального інструменту. Це в свою чергу підвищує продуктивність виробництва та точність деталей.

Розроблена система контролю дозволить підвищити надійність процесу механічної обробки, оцінити час стійкості різального інструменту, захистити механізми і вузли верстата від поломки і передчасної втрати точності та реалізувати «безлюдну технологію» в умовах автоматизованого виробництва.

Література:

1. В. А. Остафьев, Г. С. Тымчик, В. В. Шевченко, Механизация и автоматизация управления. Киев, СССР, 1983.

2. Ящерицын П. И., Еременко М. Л., Фельдштейн Е. Э. Теория резания: Физические и тепловые процессы в технологических системах. - Мн.: Выш. шк., 1990. - 512 с.

3. Скороход А. А., Шевченко В. В. Система диагностики работоспособности режущего инструмента в условиях автоматизированного производства. Современные научные исследования и инновации. 2014. № 4 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/04/33014>.

4. Фельдштейн Е.Э., Корниевич М.А. Металлорежущие инструменты. Справочник конструктора. Минск: Новое знание, 2009. — 1039 с.

КОНТРОЛЬ ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ НА ВЕРСТАТАХ З ЧПК В УМОВАХ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА

Мельничук Б. П., студент 4 курсу приладобудівного факультету

Матошин О. В., студент 4 курсу приладобудівного факультету

Шевченко В. В., к.т.н., доцент кафедри виробництва приладів

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

З метою підвищення продуктивності автоматизованого обладнання, забезпечення точності обробки та якості поверхонь деталей у виробництво впроваджуються системи контролю процесу різання. Знання стану та очікуваного терміну роботи інструменту є дуже важливими вхідними даними для визначення оптимальних параметрів обробки [1]. В автоматизованому виробництві використовуються непрямі методи контролю, оскільки зменшується безпосереднє втручання в процес обробки. Дані методи контролю стану різального інструменту призводять до скорочення часу простоїв обладнання, а також дозволяють уникнути пошкоджень інструменту та заготовки.

Оскільки робочі поверхні різального інструменту піддаються дії механічних напружень, високих температур та змащувально-охолоджувальних

рідин, то зменшується працездатність інструменту через пластичні деформації та знос.

Метою роботи є розробка системи контролю процесу обробки деталей в умовах автоматизованого виробництва на основі вимірювання сигналу ультразвуку.

Ультразвуковий метод забезпечує контроль стану різального інструменту, що заснований на вимірюванні довжини різальної кромки за рахунок визначення часу проходження ультразвукової хвилі через тіло інструменту. Знаючи швидкість і час поширення ультразвуку в середовищі, легко визначити потрібний шлях проходження ультразвукової хвилі.

Ультразвукові коливання в середовищі у вигляді імпульсів випромінюються п'єзоелектричним джерелом. Якщо ці імпульси наштовхуються на перешкоду, то частина енергії випроміненої хвилі відбивається і повертається до джерела випромінювання у вигляді ехо-імпульсу. У цей момент часу п'єзоелемент переходить з режиму випромінювання в режим прийому.

Час між випромінюванням і зчитуванням ехо-імпульсу є часом проходження імпульсом відстані «передавач-відбивач-приймач», який може бути виміряно з точністю до 1 нс. Встановлено, що методом ультразвукового контролю можна виміряти різницю шляху з точністю ± 2 мкм [3].

На різальному інструменті створюється мітка методом електроерозійної обробки, яка має сталі розміри (1,2 мм в глибину та 1,2 мм в товщину). Ультразвукова хвиля, що передана в тіло інструменту, проходить по всій довжині інструменту та відбивається від мітки, а також – передньої і задньої поверхонь різця.

Залежність амплітуди ультразвукового ехо-сигналу від часу зображена на рис. 1.

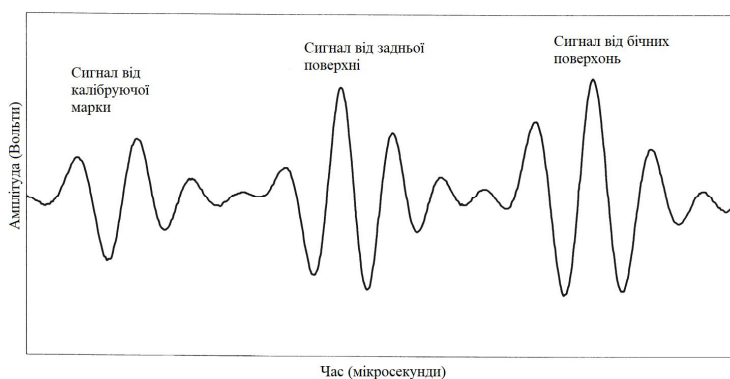


Рис 1. Залежність звукового ехо-сигналу від часу [2]

Ехо-сигнал складається з трьох частин. Перша частина – це відображення від мітки, яке однакове для всіх інструментів. Друга частина – це ехо-сигнал від задньої поверхні, а третя – сигнал від передньої та бічної поверхні. Знос різальної кромки обчислюється різницею часу між ехо-сигналом мітки та задньої поверхні [4].

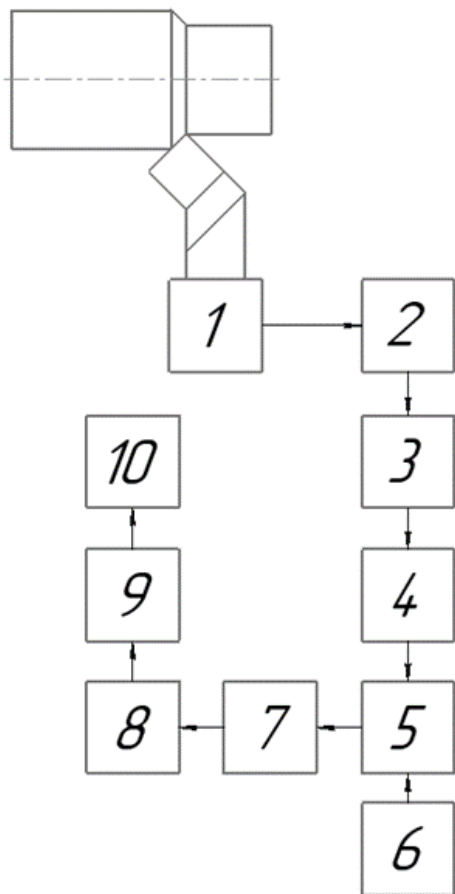


Рис. 2. Блок-схема системи контролю процесу токарної обробки

Блок-схему систему контролю зносу різального інструменту зображено на рис. 2. У даній схемі блок 1 – це п'єзоелектричний перетворювач, який генерує та зчитує ультразвукові хвилі. Зчитаний сигнал підсилюється у блоці 2 та фільтрується у блоці 3, звідки надходить до аналогово-цифрового перетворювача (блок 4). У блоці 5 відбувається обчислення різниці часу між ехо-сигналом мітки і задньої поверхні та порівняння результату із граничними значеннями, які закладені у базі даних 6. На основі даного порівняння у блоці 7 оцінюється зношення різального інструменту та посилається сигнал на блок керування 8, який формує скореговані керуючі сигнали, що вносяться до програми верстату ЧПК (блок 9). Програма оброблює сигнали та передає їх на виконавчі механізми верстату (блок 10).

При токарній обробці в результаті зносу на різальній частині інструменту починає утворюватися плоска поверхня, яка представлена на рис. 3.

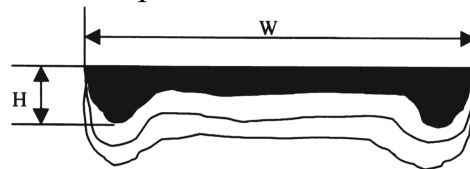


Рис. 3. Типова площа ділянки зносу

Ця зміна геометрії інструменту прямопропорційна загальній кількості відбитої ультразвукової енергії. Таким чином, дана енергії збільшується в процесі різання.

На процес вимірювання впливають наступні фактори: площа ділянки зносу (S), кут падіння пучка ультразвукових хвиль на ділянку зносу в горизонтальній та вертикальній площинах (α_1 , α_2) та температура різального інструменту ($f(T)$).

Наближену загальну площу ділянки зносу можна записати у вигляді [2]:

$$S = W \cdot H \cdot \left(1 - k_2 + \frac{\pi}{2} k_1 k_2 \right), \quad (1)$$

де W – ширина ділянки зносу,

H – висота ділянки зносу,

k_1 та k_2 – константи, які задаються з бази даних.

Енергія, що відображена від ділянки зносу, пропорційна площі цієї ділянки, тому математичну модель енергії, що залежить від площі відбиваючої поверхні, можна виразити наступним чином:

$$\frac{P_{omp}}{P_{випр}} \propto S^2 \text{ або } P_{omp}^{Piz} = k_3 S^2 P_{випр}, \quad (2)$$

де P_{omp}^{Piz} – отримана частина відбитої енергії від зношеної області,

$P_{випр}$ – кількість випроміненої енергії,

S – площа відбиваючої поверхні,

k_3 – константа.

Енергія, що відображена від ділянки зносу, пропорційна куту падіння α_1 в горизонтальній площині та α_2 в вертикальній площині, тоді математична модель виглядає наступним чином [2]:

$$\frac{P_{omp}}{P_{випр}} \propto \frac{1}{\cos(\alpha_1)} \text{ або } P_{omp}^{Piz} = k_4 \frac{1}{\cos(\alpha_1)} P_{випр}, \quad (3)$$

$$\frac{P_{omp}}{P_{випр}} \propto \cos(\alpha_2) \text{ або } P_{omp}^{Piz} = k_5 \cos(\alpha_2) P_{випр}, \quad (4)$$

де k_4 – константа,

k_5 – константа.

На кількість енергії також впливає температура різального інструменту, тому залежність можна виразити математичною функцією $f_1(T)$:

$$\frac{P_{omp}}{P_{випр}} \propto T \text{ або } P_{omp}^{Piz} = f_1(T) P_{випр}, \quad (5)$$

де T – температура інструменту,

$f_1(T)$ – функція, що представляє вплив температури на отриману кількість енергії.

Тоді математична модель енергії, що відбивається від різальної кромки інструменту, можна представити наступним чином:

$$P_{omp}^{Piz} = \left(k_3 S^2 \cdot k_4 \frac{1}{\cos(\alpha_1)} \cdot k_5 \cos(\alpha_2) \cdot f_1(T) \right) \cdot P_{випр}. \quad (6)$$

Оскільки калібрувальна мітка – це плоска поверхня з кутом падіння ультразвукового пучка рівним 90° та температурою, рівною температурі різця, то її математична модель має вигляд:

$$P_{omp}^{Mimku} = f_1(T) \cdot P_{випр}. \quad (7)$$

Тоді аналітична математична модель зносу різального інструменту шляхом оцінки ехо-сигналів отриманих від різальної кромки та мітки виглядатиме наступним чином:

$$\frac{P_{omp}^{Piz}}{P_{omp}^{Mimku}} = k_3 S^2 \cdot k_4 \frac{1}{\cos(\alpha_1)} \cdot k_5 \cos(\alpha_2). \quad (8)$$

Розроблена математична модель може бути використана при токарній обробці на верстатах з ЧПК в гнучких виробничих системах для знаходження оптимального режиму обробки, зменшення кількості бракованих деталей та підвищення продуктивності виробництва.

Система контролю процесу різання на основі ультразвукових вимірювань дозволить контролювати рівень зносу різця в реальному часі під час обробки в умовах автоматизованого виробництва, оцінювати швидкість зносу при заданих режимах різання, підвищити надійність та точність процесу обробки різанням.

Література:

1. Остафьев В.А., Тымчик Г.С., Шевченко В.В. Адаптивна система управління. Механизация и автоматизация управления.–Киев.– 1983, с.18-20.
2. Abu-Zahra N.H., Yu G. Analytical model for tool wear monitoring in turning operations using ultrasound waves. Int. J. Mach. Tools Manuf. 2000;40:1619–1635. DOI: 10.1016/S0890-6955(00)00030-4.
3. Ящерицын П. И., Еременко М. Л., Фельдштейн Е. Э. Теория резания: Физические и тепловые процессы в технологических системах. - Мн.: Выш. шк., 1990. - 512 с.
4. N. Abu-Zahra, T. Nayfeh, Calibrated method for ultrasonic on-line monitoring of gradual wear during turning operations, Int. J. Mach. Tools Manufact. 37 (10) (1997) 1475.

УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ВІМ ПРОЄКТІВ

Мірошниченко Р. О., студентка 1 курсу другого рівня вищої освіти факультету Комп'ютерної інженерії та управління

Фесенко Т. Г., д-р техн. наук, професор, професор кафедри Електронних обчислювальних машин

Харківський національний університет радіоелектроніки

На сьогодні будівельні проекти стають набагато складнішими і комплексними в управлінні, що, у свою чергу, обумовлює розвиток використання інформаційно-комунікаційні технологій (ІКТ) в архітектурі та будівництві. Інформаційне моделювання будівель (Building Information Modeling, BIM) надає можливість команді архітекторів, інженерів, забудовника (замовника), підрядників та ін. виробляти спільний підхід для реалізації будівельного проекту: від ініціації (розробки техніко-економічного обґрунтування) до введення в експлуатацію об'єкта будівництва [1]. У такій ситуації набуває науково-практичного значення дослідження щодо вироблення дієвих підходів для реалізації BIM проєктів.

Оскільки *проєкт* – це комплекс дій, скерованих на одержання унікального результату, що може бути продуктом чи послугою [2], тому його реалізація завжди пов'язана з ризиками. У стандарті РМВОК *ризик* визначається як невизначена подія (або умова), настання якої негативно або позитивно позначається на цілях проєкту (наприклад, строках, вартості,