

УДК 004.9; 519.2

Павленко К.Є.¹, Дейнега Л.Ю.², Дубровін В.І.³

¹ студ. гр. КНТ-110 НУ «Запорізька політехніка»

² старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

³ канд. техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

ЗАСТОСУВАННЯ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛІЗУ ПРИ ОЦІНЦІ ЗНОСУ ІНСТРУМЕНТУ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ

Знос інструменту є неминучою обставиною в процесі обробки, і його потрібно контролювати, оскільки зношений інструмент значно погіршує обробку поверхні та точність розмірів і навіть може призвести до поломки машини, коли інструмент раптово виходить з ладу. Кінцевий ефективний термін служби інструменту зазвичай оцінюється за зносом бокової частини, оскільки знос збоку прогресує поступово, і тому його можна легко контролювати. Моніторинг зносу інструменту можна розділити на два види. Вони бувають прямим і непрямим методом. Прямий метод зазвичай реалізується за допомогою оптичних приладів, що досягається шляхом безпосередньої оцінки зміни геометрії ріжучих пластин [1]. Найпоширенішим інструментом, який використовується для вимірювання зносу бокової частини в промисловому секторі, є інструментальний мікроскоп. Для збільшення від кількох сотень до кількох тисяч більш досконале вимірювальне обладнання, таке як скануючий електронний мікроскоп, скануючий інтерференційний мікроскоп білого світла, вибирають, коли потрібен аналіз мікро- чи наномасштабів. Однак це обладнання придатне

лише для автономних вимірювань. Оцінку зносу інструменту можна здійснити лише тоді, коли ріжучий інструмент знятий із верстата.

Моніторинг зносу інструменту за допомогою ПЗЗ-камери (пристрій із зарядовим зв'язком) із методами обробки зображень як прямий метод швидко розвивався та привернув більше уваги в останні десятиліття. У цьому методі отримання зображення ріжучого інструменту здійснюється за допомогою ПЗС-камери з відповідним освітленням, відбитим на площині зношеної поверхні, яка без необхідності демонтажу ріжучого інструменту з машини. Але цей метод можливий лише між операціями різання. Отримання зображення неможливе при контакті з заготовкою і майже недосяжне при наявності охолоджуючої рідини під час операції обробки[2-4]. Непрямі методи засновані на сигналах датчиків, виміряних під час обробки, які можна співвідносити зі станом інструменту. Основними перевагами непрямого методу є те, що стан інструменту можна контролювати в режимі реального часу. Протягом останніх років багато дослідницьких зусиль було присвячено онлайн-моніторингу зносу інструменту за допомогою вимірюваного сигналу датчика, наприклад, сили різання, АЕ (акустична емісія), вібрації, температури, струму двигуна, споживаної потужності або їх комбінації. Кілька датчиків дають змогу збагатити інформацію про стан інструменту та підвищити точність системи моніторингу стану інструменту. Сигнал датчика, отриманий під час операції механічної обробки, необхідно отримати, щоб його можна було використовувати для адекватної кореляції зносу ріжучого інструменту. Зі стрімким розвитком технології штучного інтелекту (ШІ) для побудови моделей моніторингу зносу інструментів були використані різні методи ШІ. Основними методами ШІ, які застосовуються для моніторингу стану інструментів, є штучні нейронні мережі (ANN), нечітка логіка, системи нейро-нечіткого висновку, приховані моделі Маркова, машини опорних векторів (SVM) тощо. Параметри різання та додаткові фактори, такі як статистичні характеристики сигналів датчиків як вхідних даних, широко вивчені і в наш час приділяють значну увагу.

У Зносі інструменту відіграє важливу роль для правильного планування та контролю параметрів обробки для підтримки якості продукції. Однак існуючі методи контролю зносу інструменту за допомогою сигналів датчиків все ще мають обмеження. Оскільки під час обробки ріжучий інструмент працює безпосередньо з заготовкою, оброблена поверхня надає цінну інформацію про стан ріжучого інструменту. Таким чином, метою цього дослідження є оцінка зносу інструменту на основі сигнатури профілю заготовки за допомогою вейвлет-аналізу.

Хоча непрямий метод здається багатообіцяючим, ці датчики рідко використовуються промисловістю, оскільки на них значно впливають умови навколишнього середовища. Крім того, ці методи важко реалізувати,

оскільки оцінка деяких непередбачуваних сигналів, отриманих від процесу різання, є непростою, а сигнали обробки мають стохастичний характер, а також нелінійну кореляцію між вимірними сенсорними характеристиками та зносом інструменту, яку важко корелювати. один одного.

У результаті досліджено вплив сімейств вейвлетів, масштабу вейвлетів та статистичних особливостей неперервного вейвлет-коефіцієнта на знос інструменту. Профіль поверхні заготовки був знятий за допомогою DSLR-камери. Для виділення профілю поверхні до субпіксельної точності було застосовано метод інваріантного моменту. Витягнутий профіль поверхні аналізували за допомогою безперервного вейвлет-перетворення (CWT), написаного в MATLAB. Результати показали, що середній, RMS та від піку до низини коефіцієнтів CWT на всіх шкалах збільшувалися зі зносом інструменту. Від піку до впадини на більш високому масштабі більш чутливий до зносу інструменту. Виявилося, що Хаар є більш ефективним і значущим, що корелює зі зносом інструменту з найвищим R2, який становить 0,9301.

Тому у цьому дослідженні розроблено метод, заснований на баченнях, для оцінки зносу ріжучої пластини за сигнатурою профілю обточеної заготовки за допомогою безперервного вейвлет-перетворення (CWT). Статистичний вейвлет-коефіцієнт профілю заготовки в різному масштабі розкладеного витягнутого профілю поверхні було розраховано для кореляції з боковим зносом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Application of Wavelet Analysis in Tool Wear Evaluation Using Image Processing Method [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/332680683_Application_of_Wavelet_Analysis_in_Tool_Wear_Evaluation_Using_Image_Processing_Method
2. Wang, W.H. Flank wear measurement by a threshold independent method with sub-pixel accuracy / Wang, W.H., Hong, G.S. & Wong, Y.S. // International Journal of Machine Tools and Manufacture, - 2006 - 46(2) – P.199-207.
3. Research on tool wear detection based on machine vision in end milling process / Zhang, J., Zhang, C., Guo, S., & Zhou, L. // Production Engineering, - 2012 - 6(4), - P.431-437.
4. Machine vision for tool status monitoring in Inconel 718 using Blob analysis / Chethan, Y.D., Ravindra, H.V., Krishne, Y.T., & Kumar, S.B. // Materials Today: Proceeding, - 2015 - 2(4-5),- P. 1841- 1848.