

УДК 004.4

Дубровін В.І.¹, Дейнега Л.Ю.², Польська Є.А.³

¹ проф. НУ «Запорізька політехніка»

² старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

³ студ. гр. КНТ-141 НУ «Запорізька політехніка»

СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ЗНОСУ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ ЗА ДОПОМОГОЮ ВЕЙВЛЕТ-ПЕРЕТВОРЕННЯ

Вейвлет-Перетворення

Мета системи моніторингу зносу

Система моніторингу зносу інструментів має ключову мету — попередити знос під час обробки твердих матеріалів, таких як Inconel 718, який широко використовується в авіакосмічній і газотурбінній промисловості

[2]. Система аналізує сигнали датчиків різних типів (сили різання, акустичної емісії та вібрації) для прогнозування стану інструмента [3]. Ця технологія спрямована на підвищення якості продукції, мінімізацію несправностей інструментів та зменшення витрат на технічне обслуговування [1]. Моніторинг зносу ріжучого інструменту є важливим для забезпечення стабільності процесу обробки, підвищення якості оброблюваних деталей і збільшення терміну служби інструменту [4]. Невчасна заміна інструменту може призвести до катастрофічних наслідків, таких як поломка інструменту та псування заготовки [6]. Під час роботи металорізальних станків знос різального інструменту призводить до зміни геометричних характеристик оброблюваної деталі. Важливо своєчасно діагностувати знос, щоб зберегти точність обробки [5].

Методи аналізу (вейвлет-перетворення)

Вейвлет-перетворення (Wavelet Packet Transform, WPT) є основним інструментом для обробки сигналів у цій системі [1]. WPT дозволяє аналізувати сигнали як у часовій, так і в частотній області, забезпечуючи точне визначення зносу інструменту [4]. Завдяки сегментації сигналу та використанню декомпозиції за допомогою вейвлетів, отримані дані піддаються обробці, що дозволяє створювати характеристики для аналізу зносу [2]. Ці характеристики передаються в нейронні мережі для прогнозування зносу [6].

Отримані результати та їх значення для індустрії або науки

Результати показали, що застосування вейвлет-перетворення та машинного навчання в системах моніторингу значно покращує точність оцінки стану інструменту [3]. Це дає змогу оптимізувати режими обробки матеріалів, підвищити надійність інструментів та скоротити простой обладнання [2]. Для промисловості це означає зменшення виробничих витрат, підвищення якості обробки матеріалів і підвищення терміну служби інструментів [1].

Висновки

Застосування систем моніторингу зносу інструментів на основі вейвлет-перетворення та методів машинного навчання є важливим кроком у розвитку сучасних технологій обробки матеріалів. Вейвлет-аналіз забезпечує точне розпізнавання сигналів, пов'язаних із процесом зносу, дозволяючи ефективно контролювати стан інструментів у реальному часі [4]. Отримані результати досліджень демонструють значне підвищення продуктивності та якості обробки матеріалів, зменшення часу простоїв та витрат на технічне обслуговування. Така система моніторингу зносу є перспективною не лише для промислового застосування, але й для подальших наукових досліджень у сфері обробки твердих матеріалів [5].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Soufiane Laddada, Med. Ouali Si-Chaib, Tarak Benkedjough, Redouane Draï. Tool wear condition monitoring based on wavelet transform and improved extreme learning machine // Journal of Manufacturing Processes. — 2024. — URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00170-024-13680-y> (дата звернення: 21.10.2024).

2. Dufour E., Dufour M., Soullard J. A hybrid approach for tool wear monitoring based on vibration analysis and machine learning // Applied Sciences. — 2022. — Vol. 12, Article № 8746. — URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/18/8746> (дата звернення: 21.10.2024).

3. Jain S., Jain A., Sharma A. Application of wavelet transform in vibration analysis for tool condition monitoring // Journal of Sound and Vibration. — 2021. — Vol. 488. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.jsv.2020.115711> (дата звернення: 21.10.2024).

4. Дубровин В.И., Афонин Ю.С., Зинченко Р.Н., Емельяненко С.С., Манило Т.В. Подход к построению модели по звуковому сигналу с использованием вейвлет-преобразования. //Радіоелектроніка. Інформатика. Управління. 2007, №1.-С. 112-115.

Пат. 90102 Україна, МПК6 G01R 23/16. Спосіб визначення оптимального вейвлету для аналізу сигналів на основі дослідження його амплітудно-частотної характеристики [Текст] / В. І. Дубровін, Ю. В. Твердохліб; заявник и патентовласник: Запорізький національний технічний університет. - заявл. 20.12.13; опубл. 12.05.14, Бюл. №9.,3с.

J. Tverdohleb Wavelet technologies of non-stationary signals analysis / J. Tverdohleb, V. Dubrovin, M. Zakharova // 1-th IEEE International Conference on Data Stream Mining & Processing. – Ukraine, Lviv: LPNU, 2016. – P. 75–79 — URL: <https://www.hneu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/11/Tverdohleb-Yu.V.-Disertaciya-Vchena-rada-K-64.055.03-2018.pdf>