

**ОТРИМАННЯ ІНФОРМАТИВНИХ СКЛАДОВИХ ВІБРАЦІЙНОГО
СИГНАЛУ ПІДШИПНИКА КОЧЕННЯ МЕТОДОМ АККУГРАМИ**

**EXTRACTION OF INFORMATIVE COMPONENTS OF THE VIBRATION
SIGNAL OF ROLLING BEARING BY ACCUGRAM APPROACH**

*канд. техн. наук С. В. Михалків,
аспіранти К. С. Бондаренко,
О. В. Кофанов*

Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

*S. Mykhalkiv, PhD (Tech.),
K. Bondarenko,
O. Kofanov, postgraduate students
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Вібраційний відгук тісно пов'язаний із різними видами пошкоджень обладнання, яке перебуває в експлуатації. Тому методи вібродіагностування привертають до себе пильну увагу впродовж останніх років. Серед цих методів спектральний аналіз відіграє ключову роль будівничого залежності між пошкодженнями та асоційованих із ними ознак. Однак частоти, які пов'язують з пошкодженнями зазвичай модулюються до високих частот. Тому ефективність діагностування суттєво зростає, якщо розв'язати проблему вибору частотної смуги з ознаками пошкоджень із широкосмугового спектра. Запропоновані в [1, 2] методи з вибору інформативної частотної смуги можуть демонструвати високу точність, однак вони також чутливі до збурень, які не пов'язані з наявними пошкодженнями, що робить обрані смуги хибними та спричиняє викривлення подальших результатів. Із [3] відомо, що обрання частотної смуги має брати до уваги наявність імпульсів, циклостаціонарності та відомостей про характеристики справного стану. Однак, попередні дослідження оминали згаданий третій аспект, детально зосереджуючись на перших двох. Тому впровадження інформації про справний стан вузла, що зазнає діагностування дозволить здійснити вибір інформативної частотної смуги, спираючись на оцінки чутливості трьох аспектів. У методі аккуграми інформативна частотна смуга зареєстрованого сигналу вузла, що діагностується визначається завдяки її відмінності від сигналу, який відповідає справному вузлу і відповідає найвищій точності класифікації [3].

Для пошуку ознак пошкоджень сепаратора роликовий підшипник кочення встановлювався на стенд і внутрішнє кільце розкручувалось до частоти $f_{06} = 735$ об/хв. Реєстрація вібраційного сигналу відбувалась віброакселерометром із верхнім частотним діапазоном 12 кГц. Після проходження аналогового низькочастотного фільтру із частотою зрізу 12 кГц вібраційний сигнал у цифровому самописці зазнавав дискретизації аналого-

цифровим перетворювачем на частоті $f_s = 46$ кГц. Попередньо також був записаний вібраційний сигнал справного підшипника. Побудована аккуграма (рис. 1) визначила центральну частоту максимального значення інтегрованого індикатора $f_c = 10421,88$ Гц і ширину частотної смуги $B_w = 239,58$ Гц. На побудованому квадратичному спектрі обвідної вібрації в околицях згаданої частоти (рис. 2) чітко простежуються гармоніки частоти обертання сепаратору ($f_{сеп} = 5$ Гц).

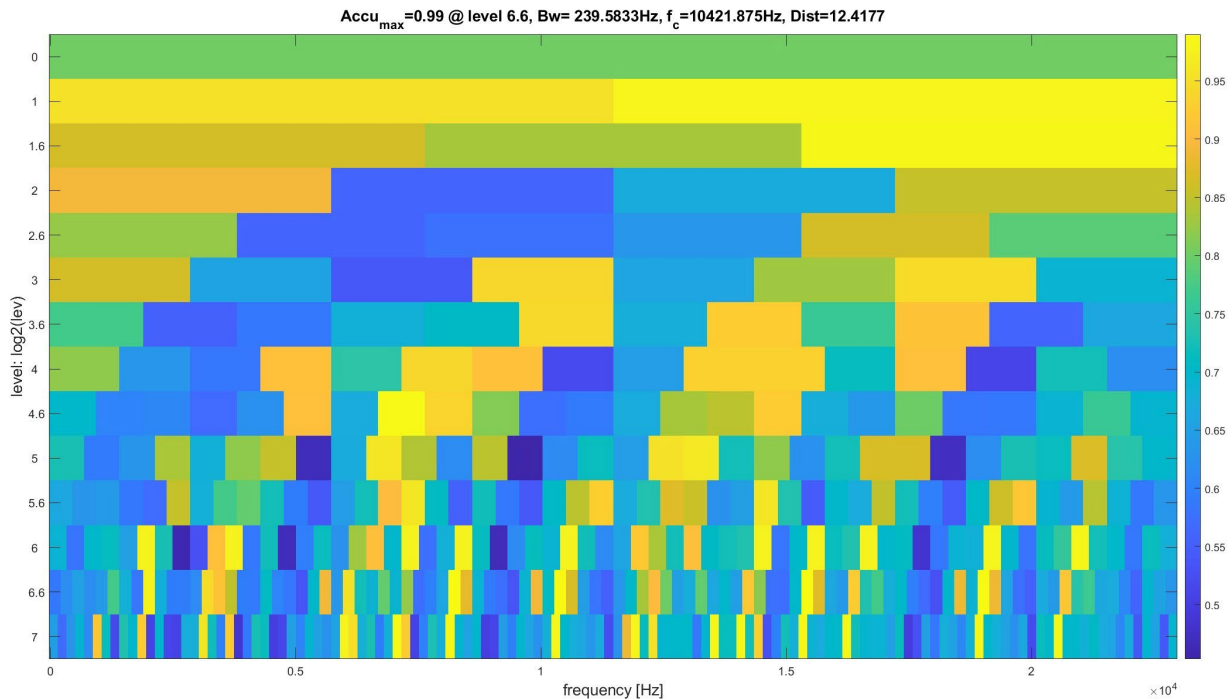


Рис. 1. Побудована аккуграма в частотному діапазоні $f_s/2$

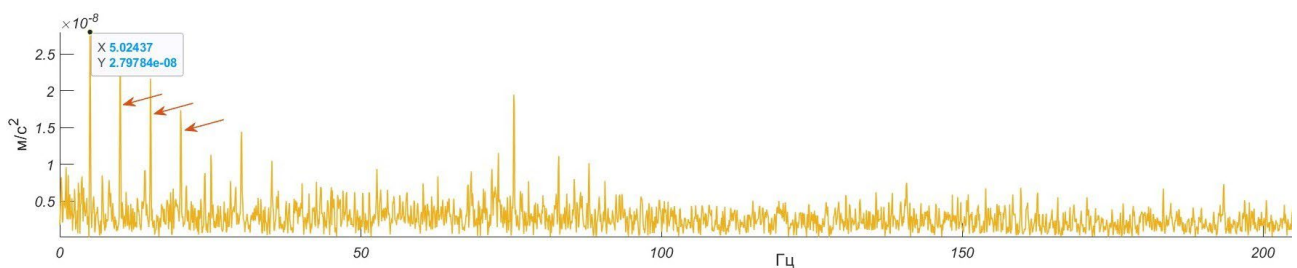


Рис. 2. Квадратичний спектр обвідної вібрації із ознаками пошкодження сепаратору

Отже, завдяки інтеграції імпульсних складових, ознак циклостационарності та рис задовільного технічного стану об'єкта діагностування, метод аккуграми уможливорює виділяти діагностичні ознаки пошкоджень елементів механічних вузлів.

- [1] Antoni J. Fast computation of the kurtogram for the detection of transient faults. *Mechanical Systems and Signal Processing*. 2007. Vol. 21(1). P. 108 — 124. <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2005.12.002>
- [2] Barszcz T., Jabłoński A. A novel method for the optimal band selection for vibration signal demodulation and comparison with the Kurtogram. *Mechanical Systems and Signal Processing*. 2011. Vol. 25(1). P. 431 — 451. <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2010.05.018>
- [3] Liu Z., Jin Y., Zuo M. J., Peng D. ACCUGRAM: A novel approach based on classification to frequency band selection for rotating machinery fault diagnosis. *ISA Transactions*. 2019. Vol. 95. P. 346 — 357. <https://doi.org/10.1016/j.isatra.2019.05.007>