УДК 629.56.064
DOI https://doi.org/10.32782/2663-5941/2023.6/33

Дакі О.А.
Дунайський інститут водного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій

Войченко Т.О.
Дунайський інститут водного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій

Штрибець В.В.
Дунайський інститут водного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій

Маннапова О.В.
Дунайський інститут водного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій

Рященко О.І.
Дунайський інститут водного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛІЗУ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПОШКОДЖЕНЬ ПІДШИПНИКІВ ВАЛОПРИВОДУ СУДНОВОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ

Метою роботи є дослідження підходів до ідентифікації пошкоджень підшипників валоприводу суднової енергетичної установки на основі вейвлет-аналізу та визначення найбільш ефективної вейвлет-утворюючої функції. Однією з причин значної кількості виникаючих аварій є відмова вузлів та агрегатів суднової енергетичної установки. Ресурс суднової енергетичної установки визначається, в тому числі, технічним станом підшипників колінчатих валів двигунів внутрішнього згоряння, підшипників та шестірнів реверс-редукторних агрегатів та підшипників гребних валів. Тому контроль і оцінка технічного стану підшипників суднових валоприводів для працездатності суднової енергетичної установки має велике значення. Отже, необхідно налагодити систему технічного обслуговування і діагностики підшипників з використанням новітніх технологій, в тому числі у реальному часі, тобто в період експлуатації. До таких технологій виявлення зміни технічного стану машин, механізмів, обладнання та конструкцій відносять віброакустичні методи. Одним з перспективних підходів в рамках віброакустичних методів є використання математичного апарату вейвлет-аналізу. Поставлена мета в роботі досягається шляхом аналізу особливостей використання вейвлет-аналізу для ідентифікації пошкоджень підшипників суднового валоприводу. Для аналізу відгуку підшипника використовується безперервне вейвлет-перетворення. При цьому встановлені взаємозв'язки між чисельними характеристиками показниками Гельдера і дефектами підшипників, що полегшують практичне застосування вейвлет-аналізу. В роботі визначено, що для безперервного вейвлет-перетворення необхідно використовувати вейвлет-утворюючу функцію з великим числом нульових моментів – перетинань з віссю абсцис. Вейвлет-утворююча функція повинна бути добре локалізована в частотній і часовій області. Найважливішим результатом досліджень є визначення необхідності використання в якості вейвлет-утворюючої функції саме функції Морлета. Таким чином, в статті обґрунтована можливість ефективної ідентифікації пошкоджень підшипників валоприводу суднової енергетичної установки на основі вейвлет-аналізу.

Ключові слова: *ідентифікація, пошкодження, підшипник валоприводу, суднова енергетична установка, вейвлет-аналіз, вейвлет-утворююча функція.*

Постановка проблеми. Аварії на водному транспорті в більшості випадків пов'язані з ризиком для здоров'я та життя екіпажу, небезпекою для навколишнього середовища, а також із серйозним економічним і моральним збитком. Однією з причин значної кількості виникаючих аварій є відмова вузлів та агрегатів суднової енергетичної установки (СЕУ). Ресурс СЕУ визначається технічним станом основних деталей у складі «двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ) – валопровід (ВП) – гребний гвинт (ГГ)». Найбільш значним джерелом динамічних збуджень є судновий ДВЗ, оскільки в умовах реальної експлуатації саме він піддається широкому діапазону змін швидкісного і навантажувального режимів. У зв'язку з цим виникають динамічні явища в системі «ДВЗ – ВП – ГГ», що негативно позначається на технічному стані всієї енергетичної установки. За статистичними даними вітчизняних суднових компаній, через відмови вузлів СЕУ не працює до 20% вантажних суден у навігації. Вкрай неприємною обставиною є неможливість прогнозувати поломки основних деталей, що вносить велику дезорганізацію у виробничий процес. Більшість непередбачених дефектів приходиться на ті деталі, механізми та обладнання, що недоступні для безпосереднього контролю. До таких деталей, наприклад, відносяться підшипники колінчатих валів (КВ) ДВЗ, підшипники та шестірні реверс-редукторних агрегатів та підшипники гребних валів (ГВ). Розбирання суднових ВП з метою контролю технічного стану окремих його вузлів, як правило, пов'язане з великими труднощами, виведенням з експлуатації і часто буває невиправданим. Крім цього, досвід експлуатації і ремонту машин, механізмів, різного обладнання свідчить, що розбирання приводить до прискорення зносу деталей, оскільки порушує приробіток сполучень. При належному технічному стані підшипники можуть безупинно експлуатуватися протягом багатьох років, але на практиці робочі умови рідко бувають ідеальними. Тому контроль і оцінка технічного стану підшипників суднових ВП для працездатності СЕУ має велике значення.

Отже, необхідно налагодити систему технічного обслуговування (ТО) і діагностики підшипників кочення (ПК) та ковзання на весь період експлуатації суден. Актуальність дослідження обумовлена ще і необхідністю розвитку технологій виявлення несправностей та ідентифікації пошкоджень підшипників у реальному часі, тобто в період експлуатації. Крім того, необхідно перейти від дорогих запланованих ТО на більш ефективні та менш дорогі альтернативні умови обслуговування суднових ВП за їх технічним станом під час експлуатації на основі сучасних методів та технологій. До таких технологій виявлення змін технічного стану машин, механізмів, обладнання та конструкцій варто віднести віброакустичні методи, в тому числі на основі вейвлет-аналізу. Вони дозволяють оцінювати технічний стан за параметрами динамічних (віброакустичних) процесів, що відбуваються у вузлах СЕУ при їх вібраційному огляді, коли виконують ТО або ремонт (поточний та капітальний), і в процесі експлуатації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз досліджень у галузі контролю технічного стану механічних систем [1–4] дозволяє зробити висновок щодо доцільності та ефективності використання методів віброакустичної діагностики. Вібросигнал, який містить достатню інформацію про роботу агрегату та його елементів, може стати достовірним показником його стану. При цьому методи віброакустичної діагностики дозволяють не тільки виявити вже існуючу несправність, але й знайти дефект, який розвивається на дуже ранній стадії. Це надає можливість прогнозувати аварії та планувати терміни та об'єм ремонту обладнання [4]. Безпосередньо дослідження і розробки в області виміру динамічних характеристик з використанням вейвлет – аналізу представлені в роботах [5–15].

Метою статті є дослідження підходів до ідентифікації пошкоджень підшипників валоприводу суднової енергетичної установки на основі вейвлет-аналізу та визначення найбільш ефективної вейвлет-утворюючої функції.

Виклад основного матеріалу. Оцінка технічного стану та ідентифікації пошкоджень підшипників валової лінії СЕУ базується на методах системного аналізу і математичної обробки сигналу, що надходить з його елементів при експлуатації на різних режимах роботи. В якості базового математичного апарату для ідентифікації пошкоджень підшипників в подальшому розглядається теорія вейвлет-аналізу.

Безперервне вейвлет-перетворення, означає розкладання довільного вхідного сигналу на принципово новий базис у вигляді сукупності хвильових пакетів-вейвлетів, які характеризуються чотирма принципово важливими властивостями:

− мають вигляд коротких, локалізованих у часі (або в просторі) хвильових пакетів з нульовим значенням інтеграла;

− мають можливість зсувів за часом;

− здатні до масштабуванню (розтягання – стиску);

− мають обмежений (або локальний) частотний спектр.

Відмінною рисою аналізу у базисі вейвлетів є їх висока чутливість до короткочасних швидкозмінних флуктуацій сигналу, оскільки вікно вейвлету забезпечує адекватну оцінку таких флуктуацій за рахунок одночасного збільшення амплітуди вікна при зменшенні його ширини. Одна з головних ідей вейвлетів – це представлення сигналів на різних рівнях декомпозиції (розкладання). Декомпозиція полягає у поділі функцій наближення до сигналу до двох груп: апроксимуючої – грубої, з досить повільною часовою динамікою змін, і деталізуючої –

з локальною і швидкою динамікою змін на тлі плавної динаміки, з подальшим їх дробленням і деталізацією на інших рівнях декомпозиції сигналів (рис. 1). Це можливо як у часовій, так і у частотній областях представлення сигналів вейвлетами.

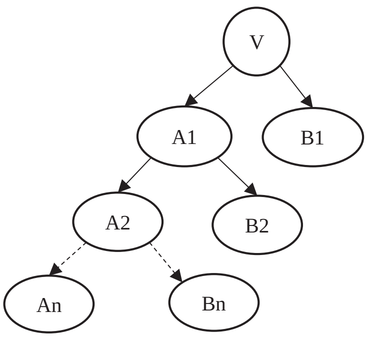

Рис. 1. Структура вейвлет-представлення сигналу

В основі безперервного вейвлет-перетворення лежить використання двох безперервних та інтегруємих по всій осі t функцій:

1) вейвлет-функція $\psi(t)$ з нульовим значенням інтегралу, що визначає деталі сигналу та породжує деталізовані коефіцієнти:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \psi(t)\,dt = 0\,;$$

2) масштабуюча або скейлінг-функція $\varphi(t)$ з одиничним значенням інтегралу, яка визначає грубе наближення (апроксимацію) сигналу та породжуюча коефіцієнти апроксимації:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \varphi(t)\,dt = 1\,.$$

Безперервне вейвлет-перетворення одномірного сигналу – це його представлення у вигляді узагальненого ряду або інтеграла Фур'є за системою базисних функцій. Результатом вейвлет-розкладення сигналу $f(t)$ є двомірна функція, яка залежить від конкретних значень часу b та масштабу a, які несуть інформацію про частоту та час:

$$W_f(a,b) = f(t), \psi_{a,b}(t) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{+\infty} f(t)\,\psi\left(\frac{t-b}{a}\right) dt, \quad (1)$$

де $\psi(t)$ – вейвлет-перетворююча функція;
a – параметр масштабу, який відноситься опосередковано до частоти;
b – параметр зсуву сигналу по осі часу;
$\sqrt{a}$ – нормуючий коефіцієнт;
$\psi_{a,b}(t)$ – коефіцієнт, що відповідає даному масштабу та зсуву материнського вейвлет за шкалою часу та амплітуди.

Для заданих значень параметрів a та b функція $\psi_{a,b}(t)$ і є вейвлетом, який породжується материнським вейвлетом $\psi(t)$. Як приклад наведемо вейвлет «мексиканський капелюх» у часовій та частотній областях (рис. 2).

Сконструюємо базис $\psi_{a,b}(t)$ за допомогою неперервних масштабних перетворень (a) та переносів (b) материнського вейвлету $\psi(t)$ з довільними значеннями базисних параметрів a та b.

Тоді, за визначенням, зворотне безперервне вейвлет-перетворення сигналу $f(t)$ представимо таким виразом:

$$(t) = \frac{1}{C_\psi} \int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty} W_f(a,b)\,\psi_{a,b}(t) \frac{da \cdot db}{a^2}\,, \quad (2)$$

де C_ψ – нормуючий коефіцієнт.

Нормуючий коефіцієнт формально представимо у вигляді такого виразу:

$$C_\psi = \int_{-\infty}^{+\infty} |\Psi(\omega)|^2 |\omega|^{-1} d\omega < \infty\,, \quad (3)$$

де $\Psi(\omega)$ – Фур'є – перетворення вейвлету $\psi(t)$.

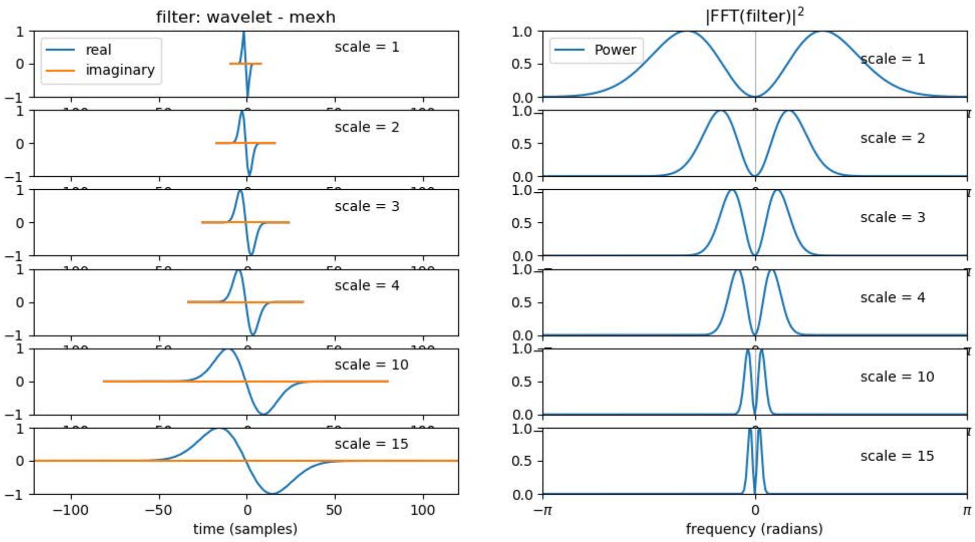

Рис. 2. Вейвлет «мексиканський капелюх» у часовій та частотній областях

З виразу (1) випливає, що вейвлет-спектр $W_f(a,b)$ на відміну від Фур'є-спектра є функцією двох аргументів: перший аргумент a (часовий масштаб), аналогічний періоду осциляцій, тобто зворотний частоті, а другий b – аналогічний зміщанню сигналу по осі часу.

Масштабно-часова локалізація обумовлена тим, що елементи базису вейвлет-перетворення добре локалізовані і володіють рухливим частотно-часовим вікном. За рахунок зміни масштабу (збільшення a приводить до звуження Фур'є-спектра функції $\psi_{a,b}(t)$) вейвлети здатні виявляти розходження в характеристиках на різних шкалах (частотах), а за рахунок зрушення – проаналізувати властивості сигналу в різних точках на всьому інтервалі дослідження.

Тому при аналізі нестаціонарних сигналів за рахунок властивості локальності вейвлетов отримується істотна перевага перед перетворенням Фур'є, що дає тільки глобальні зведення про частоти (масштаби) аналізованого сигналу, оскільки використана при цьому система функцій (комплексна експонента або синуси і косинуси) визначена на нескінченному інтервалі. Відмінною рисою вейвлет-аналізу є його висока чутливість до короткочасних високочастотних флуктуацій сигналу, оскільки вейвлет-вікно забезпечує адекватну оцінку таких флуктуацій за рахунок одночасного збільшення амплітуди вікна при зменшенні його ширини. Розділяюча здатність аналізу у часовій області зростає зі збільшенням частоти.

Найбільш важливу інформацію про сигнал несе положення і значення локальних максимумів модуля вейвлет-перетворення. Точка з координатами (a_0, t_0) у площині (a,t) називається максимумом модуля вейвлет-перетворення, якщо виконується умова: якщо для всіх точок, які належать правому або лівому напівоколу точки: $t_0, |W_t(a,t)| \le |W_t(a_0,t_0)|$. З'єднані точки максимумів вейвлет-перетворень функції $f(t)$ називаються лініями вейвлет-перетворення. В області обробки сигналів максимум модуля вейвлет-перетворення використовується для виявлення особливостей, для усунення шуму та реконструкції сигналів.

Формально локальна регулярність функції $f(t)$ часто виміряється показником Гельдера, який характеризує гладкість функції відповідно до такого виразу:

$$|f(t) - f(t_0)| \le A|t - t_0|^a, \tag{4}$$

де константа $A > 0, (t, t_0) \in [c,d]$, $0 \le \alpha \le 1$.

За даними наведеного вище виразу, функція називається показником Гельдера α на відрізку $[c,d]$. Чим більше значення α, тим більш гладкою є функція $f(t)$:

− показник Гельдера $\alpha = 1$ відповідає безперервно диференціюємій функції в точці t_0;

− показник Гельдера α ($0 < \alpha < 1$) означає, що функція $f(t)$ непреривна в точці t_0, однак похідна в даній точці розривається;

− показник Гельдера $\alpha = 0$ вказує на розрив функції, но обмежена в околі t_0, отже функція має регулярність в даній точці.

Якщо показник Гельдера $\alpha > 1$, то необхідно з'ясувати порядок n, до якого функція $f(t)$ непреривно диференціюємо в точці t_0. Якщо існує поліном $p_n(t)$ ступеня n, що $(n < \alpha \le n+1)$ такі, що має місце таке співвідношення:

$$|f(t) - p_n(t)| \le |t - t_0|, \tag{5}$$

функція називається показником Гельдера α в точці t_0.

При позитивному значенні показник Гельдера ($\alpha > 0$) представляє собою інформацію про ступінь диференціювання функції. Отже, можна очікувати, що від'ємний показник Гельдера може виявити властивості функції $f(t)$ на локалізованому інтервалі.

Для обчислення показника Гельдера візьмемо log кожної частини рівняння та побудуємо графік вейвлет-коефіцієнтів відповідно до виразів:

$$log|W_t(a,t)| = logA + \alpha loga, \tag{6}$$

$$\alpha = \frac{log|W_t(a,t)|}{loga}. \tag{7}$$

Вираз (6) показує, що співвідношення між $log|W_t(a,t)|$ та масштабною змінною a визначається показником Гельдера. Нахил лінії, яка апроксимує логарифмічний графік є показником Гельдера α в момент часу t для лінії максимума вейвлет-перетворень. Для того, щоб обчислити показник Гельдера у всіх часових точках, необхідно повторити розрахунок відповідно виразу (7) для кожної точки.

Для обчислення показника Гельдера необхідно вибрати вейвлет-функції з достатньою кількістю k – нульових моментів. Вибір конкретної вейвлет-утворюючої функції цілком залежить від характеру поставленої задачі та від аналізованого сигналу. Це означає, що вейвлет-функція повинна задовольняти умові рівняння (7).

Різні типи вейвлетів за своїми основними властивостями відносяться до визначених сімейств (рис. 3):

1. Грубі вейвлети. До цього сімейства відносяться вейвлети Гауссова типу, Морлета, «мекси-

канський капелюх». Головні властивості – симетричність, функція $\psi(t)$ явно виражена. На основі похідних Гаусса конструюються найбільш розповсюджені дійсні базиси. Це обумовлено тим, що функція Гаусса має найкращі показники локалізації як у часовій, так і в частотній областях. Основний недолік сімейства грубих вейвлетів – складність швидких алгоритмів обчислення вейвлет-коефіцієнтів.

2. Нескінченні регулярні вейвлети. До даного сімейства належать вейвлети Мейера. Вейвлет функції симетричні і регулярні в нескінченності. Недоліки – функції $\psi(t)$ та $\varphi(t)$ не визначені явно і не мають компактного носія, швидкі алгоритми обчислення вейвлет-коефіцієнтів неможливі.

3. Ортогональні вейвлети з компактним носієм. До цього сімейства відносяться вейвлети Хаара, Добеши, Симлета, Коифлетса і їх похідні.

4. Біортогональні парні вейвлети з компактним носієм. До них відносяться біортогональні вейвлети на основі β-сплайнів. Основні переваги – функції $\psi(t)$ та $\varphi(t)$ мають компактний носій з числом нульових моментів для декомпозиції, а для реконструкції можуть бути регулярні. Основні труднощі – не мають властивість ортогональності.

5. Комплексні вейвлети. Це вейвлети на основі функцій Гаусса, Морлета, Шеннона, частотні р-сплайнові вейвлети. Вейвлети з даного сімейства є ортогональними і мають явно виражену функцію $\psi(t)$. Труднощі застосування – повільний алгоритм перетворень.

У даному дослідженні визначається така вейвлет-утворююча функція, що має не менш двох нульових моментів добре локалізовану як у частот-

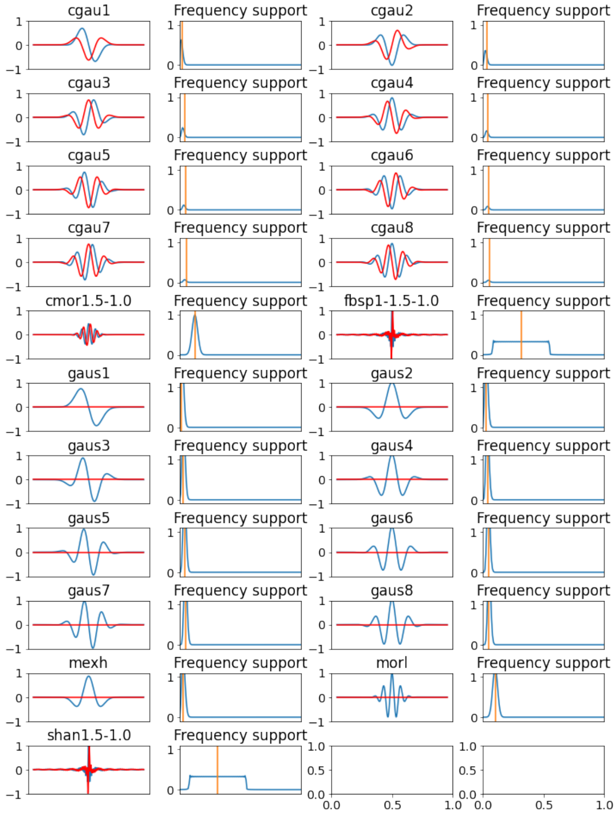

Рис. 3. Приклади різні типів вейвлетів

ній, так і у часовій областях. Симетричний вейвлет Морлета цілком відповідає даним умовам (рис. 4, 5).

Функція Морлета має аналітичний вигляд:

$$F(x) = e^{x^2/2} \cdot cos5x, \tag{8}$$

в N точках регулярної сітки.

Лівий графік: функція материнського вейвлету у часовій області. Правий графік: амплітуда пере-

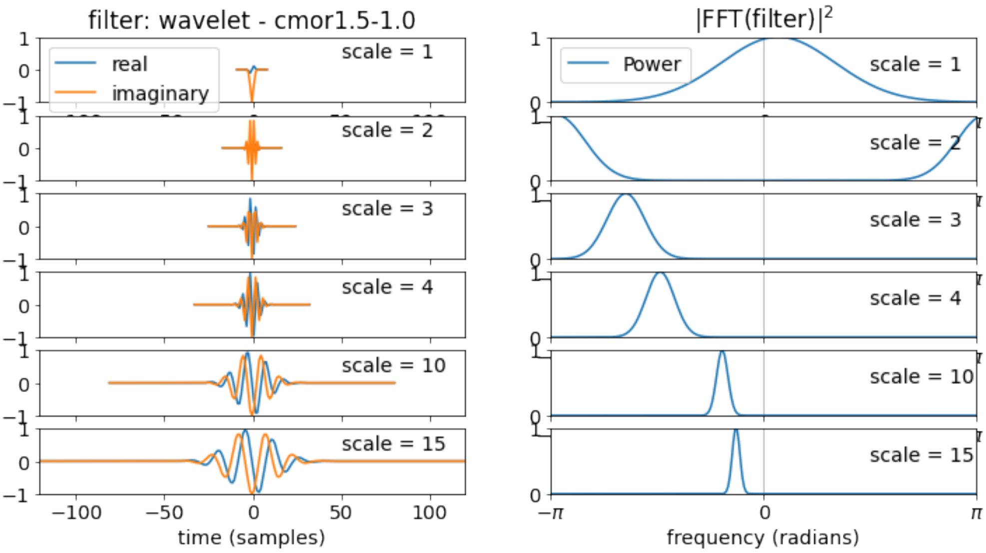

Рис. 4. Графік вейвлет-функції Морлета

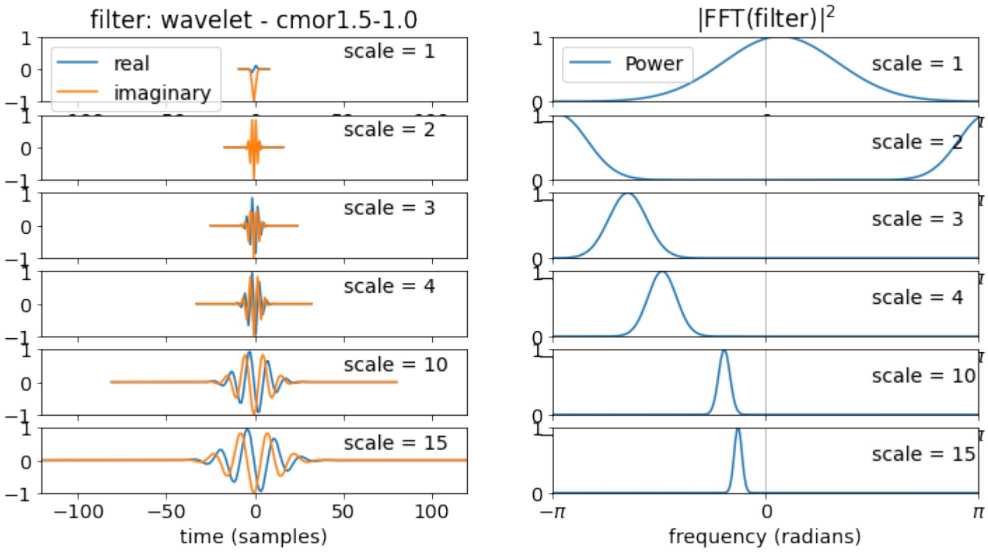

Рис. 5. Приклади різних реалізацій вейвлет-функції Морлета

творення Фур'є функції. На правому графіку (частота) жовта вертикальна лінія показує положення піку: це центральна частота вейвлета.

Таким чином, для дослідження сигналу вібрації підшипника суднового ВП найбільш ефективним варіантом є симетричний базис, що дає можливість досліджувати сигнали, які апроксимуються поліномами великих порядків.

Висновки. Отже, у статті розглянуто можливості ідентифікації пошкоджень підшипників суднового валоприводу на основі вейвлет-аналізу. Для аналізу відгуку підшипника використовується безперервне вейвлет-перетворення. При цьому встановлені взаємозв'язки між чисельними характеристиками показниками Гельдера і дефектами підшипників кочення, що полегшують практичне застосування вейвлет-аналізу. Для безперервного вейвлет-перетворення необхідно використовувати вейвлет-утворюючу функцію з великою кількістю нульових моментів – перетинань з віссю абсцис. Вейвлет-утворююча функція повинна бути добре локалізована в частотній і часовій області. Тому як вейвлет-утворююча функція у даному дослідженні обрана функція Морлета.

Список літератури:

1. Shi D.F., Wang W. J., Unsworth P.J., Qu L. S. Purification and feature extraction of shaft orbits for diagnosing large rotating machinery. *Journal of Sound and Vibration.* 2005. P. 581–600.

2. Shabaueh N. H., Jean Zu W. Dynamic analysis of rotor-shaft systems with viscoelastically supported bearing. *Mech. and Mach. Theory*. 2000. Vol.35. № 9. P. 1313–1330.

3. Wang Quail, Xiaomin Deng. Damage detection with spatial wavelets. *Intemational Journal of Solids and Structures*. 1999. Vol.36. no.23. P. 3443–3468.

4. Srinivasan M.G., Kot C.A. Effects of damage on the modal Parameters of a cylindrical shell. *10th International Modal Analysis Conference*. 1992. P. 529–535.

5. Yamnenko Y. S., Tielieha V. V., Niemchinova K. S. Використання вейвлет-перетворень Хаара та ОБ при аналізі сигналів. *Електроніка та Зв'язок*. 2017. No 22(4). P. 51–58.

6. Ilicheva V.V., Guda A.N., Shevchuk P.S. Logical Approaches to Anomaly Detection in Industrial Dynamic Processes. *Intelligent Information Technologies For Industry (IITI'19)* : Proceedings of the Fourth International Scientific Conference, Ostrava–Prague, Czech Republic, on December 2–7, 2019 / ed. by Kovalev S., Tarassov V., Snasel V., Sukhanov A. Springer International Publishing Ag. 2020. P. 352–361.

7. Duris V., Chumarov S.G., Mikheev G.M., Mikheev K.G., Semenov V.I. The Orthogonal Wavelets in the Frequency Domain Used For the Images Filtering. *IEEE Access*. 2020. No 8. P. 211125–211134.

8. Nagovitsyn Y.A., Osipova A.A., Nagovitsyna E.Y. "Generative" Indices of Sunspot Solar Activity: 145-Year Composite Series. *Solar Physics* 296:2. 2021. No 32.

9. Kovalchuk I. V., Svechnikova O.S., Bulavin L.A. Multifractal Analysis of Cardiac Series and Predictors of Sudden Cardiac Death. *Ukrainian Journal of Physics.* 2021. No 66(10). P. 879–884.

10. Nam J., Kang J. Classification of Chaotic Squeak and Rattle Vibrations By Cnn Using Recurrence Pattern. *Sensors*. 2021. No 21(23). 8054.

11. Mandrikova V O., Rodomanskaya I A., Mandrikova B.S. Application of the New Wavelet-Decomposition Method For the Analysis of Geomagnetic Data and Cosmic Ray Variations. *Geomagn. Aeron*. 2021. No 61(4). P. 492–507.

12. Kurdyaeva Yu., Borchevkina O., Karpov I., Kshevetskii S. Thermospheric Disturbances Caused By the Propagation of Acoustic-Gravity Waves From the Lower Atmosphere During a Solar Eclipse. *Advances in Space Research.* 2021. No 68(3). P. 1390–1400.

13. Nagovitsyn Yu.A., Osipova A.A. Average Annual Total Sunspot Area in the Last 410 Yr: the Most Probable Values and Limits of Their Uncertainties. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society.* 2021. No 505(1). P. 1206–1212.

14. Kapwata T., Wright C.Y., du Preez D.J., Kunene Z., Mathee A., Ikeda T., Landman W., Maharaj R., Sweijd N., Minakawa N., Blesic S. Exploring Rural Hospital Admissions For Diarrhoeal Disease, Malaria, Pneumonia, and Asthma in Relation to Temperature, Rainfall and Air Pollution Using Wavelet Transform Analysis. *Science of The Total Environment*. 2021. No 791. 148307.

15. Kostianoy A.G., Lebedev S.A., Kostianaia E.A., Prokofiev Ya.A. Interannual Variability of Water Level in Two Largest Lakes of Europe. *Remote Sens*. 2022. No 14(3). 659.

Daki O.A., Voichenko T.O., Shtrybets V.V., Mannapova O.V., Riashchenko O.I. ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF USING WAVELET ANALYSIS TO IDENTIFY DAMAGE TO SHAFT DRIVE BEARINGS OF A SHIP'S POWER PLANT

The aim of this paper is to study approaches to identifying damage to ship propulsion shaft drive bearings based on wavelet analysis and determine the most effective wavelet-forming function. One of the reasons for a significant number of accidents is the failure of components and assemblies of a ship's power plant. The service life of a ship's power plant is determined, among other things, by the technical condition of the bearings of crankshafts of internal combustion engines, bearings and gears of reverse gear units, and bearings of propeller shafts. Therefore, monitoring and assessing the technical condition of ship shaft drive bearings is of great importance for the efficiency of the ship's power plant. Consequently, it is necessary to establish a system of maintenance and diagnostics of bearings using the latest technologies, including in real time, i.e. during operation. Such technologies for detecting changes in the technical condition of machines, mechanisms, equipment and structures include vibroacoustic methods. One of the promising approaches within the framework of vibroacoustic methods is the use of the mathematical apparatus of wavelet analysis. The aim of this work is achieved by analysing the features of using wavelet analysis to identify damage to ship shaft drive bearings. A continuous wavelet transform is used to analyse the bearing response. The relationships between the numerical characteristics of the Hölder indices and bearing defects are established, which facilitate the practical application of wavelet analysis. The paper determines that for a continuous wavelet transform, it is necessary to use a wavelet-forming function with a large number of zero moments – intersections with the abscissa axis. The wavelet-forming function should be well localized in the frequency and time domain. The most important result of the research is to determine the necessity of using the Morlet function as a wavelet-forming function. Thus, the article substantiates the possibility of effective identification of damage to the bearings of the shaft drive of a ship's power plant based on wavelet analysis.

Key words: *identification, damage, shaft drive bearing, ship power plant, wavelet analysis, wavelet-forming function.*