

ного регресійного аналізу полягають у тому, що при останньому в модель намагаються включити максимально можливу кількість факторів, які часто характеризуються істотною корельованістю. Прогноз по такими змінними, як правило, буває не точним. Тому виникає задача заміни вихідних взаємопов'язаних змінних сукупністю некорельованих параметрів. Це завдання вирішується саме за допомогою метода головних компонент.

В результаті використання методу головних компонент обираємо перші  $k$  головних компонент, які описують певний відсоток (як правило 80-90%) інформації про технічний стан об'єкта діагностування. Отримані головні компоненти є латентними контрольними параметрами, тобто фізично таких параметрів не існує, але вони містять в собі інформацію достатню для контролю технічного стану об'єкта діагностування.

На другому етапі факторного аналізу пропонується використовувати метод аналізу ієрархій. Мета використання цього методу отримати загальну характеристику (індекс, змінну, сукупність значень) за допомогою якої виконувати порівняння однотипних об'єктів діагностування між собою.

В якості практичної реалізації запропонованого підходу авторами виконано аналіз діагностичних параметрів що характеризують стан гідравлічних передач типу УГП750/12000 під час їх стендових випробувань. Масив результатів діагностування містив 11 діагностичних ознак (напруга та струм привідного двигуна, напруга та струм генератора навантаження, частота обертання якоря привідного електродвигуна, частота обертання якоря генератора навантаження, частота обертання турбінного валу, температура та тиск в гідроапаратах, температура мастила до та після передачі). В результаті розрахунку визначено три головні компоненти. Перша компонента («навантаження») включає такі параметри як напруга та струм генератора навантаження, тиск в гідроапараті. Друга та третя компоненти («температура») включають такі параметри як: температура мастила в гідроапараті, температура мастила на вході та виході з гідравлічної передачі. Відповідно методу головних компонент перелічені параметри містять 85% інформації про технічний стан передачі під час випробувань. Дисперсія елементів першої компоненти 0,61, другої 0,15 третьої 0,09. Таким чином на основі проведених розрахунків можна стверджувати, що найбільш інформативними параметрами гідравлічної передачі типу УГП 750/1200 під час стендових випробувань є напруга та струм генератора навантаження, тиск та температура в гідроапараті, температура мастила на вході та виході з гідравлічної передачі. Враховуючи особливості випробування гідравлічної передачі на стенді, а саме, обмежений діапазон навантажень, оцінку технічного стану передачі доцільно виконувати за цими параметрами.

## **ВИЗНАЧЕННЯ ІНФОРМАТИВНОГО ЧАСТОТНОГО ДІАПАЗОНУ ДЛЯ ВІБРАЦІЙНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ТЯГОВОГО РЕДУКТОРА ЕЛЕКТРОПОЇЗДА**

**Михалків С. В., Ходаківський А. М. (УкрДУЗТ), Бульба В. І. (Південна залізниця)**

*Mykhalkiv Serhii, Khodakivskyi Andrii, Bulba Vladyslav. I. Identification of the informative frequency band for the traction gearbox vibrodiagnostics of an electric train*

*The vibrodiagnostics of mechanical units of electric trains is known to be a trustworthy technique that is able to extract impulsive components with a periodic repetition in accordance with the revolution of the faulty parts of gears or bearings. The main problem is development of effective methods for the noise elimination and identification of the technical condition features of gears and bearings. The objective of the research is identification of the informative frequency band of excited bearing vibration by means of the wavelet transform.*

Тягові редуктори електропоїздів зазнають високих змінних і тривалих навантажень в експлуатації, що спричиняє появу різних видів пошкоджень. Тому виявлення пошкоджень

є вкрай важливим завданням для забезпечення безпеки руху. Для діагностування підшипників і зубчастих зачеплень здебільшого залучають вібраційну технологію, яка надає розлогу інформацію та володіє високою чутливістю до різних типів пошкоджень. Методи обробки вібраційних сигналів для отримання діагностичної інформації надають задовільні результати в частотно-часовому просторі, де облік локальних, короткотривалих змін у сигналі відбувається найкраще. Вейвлет-перетворення завдяки аналітичним функціям, які є локальними одночасно за часом і частотою дозволяє аналізувати наявні нестационарності в сигналах і позбавлене вад інших частотно-часових методів. Застосування діадного дискретного вейвлет-перетворення дозволяє виявляти різні види пошкоджень й потребує обрання виду функції материнського вейвлета. У роботі провадилися експериментальні дослідження в моторвагонному депо на випробувальному стенді, куди встановлювався колісно-редукторний блок електропоїзда EP2T під час технічного обслуговування якого в стійлі виникли підозри щодо його справності. Колісна пара розкручувалася до частоти 219 об/хв. Віброакселерометр для реєстрації вібраційного сигналу із верхнім робочим частотним діапазоном 9 кГц вгвинчувався в шпильку й до отвору додавання мастила в опорні підшипники підшипникового вузла тягового редуктора. Зареєстрований вібросигнал у цифровому самописці зазнавав дискретизації частотою 46 кГц. Для пірамідального дискретного вейвлет-перетворення на апроксимовані (низькочастотні) і деталізовані (високочастотні) складові обиралось сім материнських вейвлетів. Для кожного рівня розкладання  $j$  довжина початкового сигналу в результаті субдискретизації ділиться на 2 і довжина розрахованих коефіцієнтів апроксимації дорівнює довжині початкового сигналу поділеного на  $2^j$ . Обчислена ентропія Рені для результатів розкладання становила найменше значення 11 для материнського вейвлета Добеші 4-го порядку, який обирався для подальших обчислень. Для дослідження періодичних складових у сигналі, що ототожнюються з вібрацією зубчастого зачеплення обчислювалися автокореляційні функції із реконструйованих вейвлет-коефіцієнтів, отриманих на різних рівнях дискретного вейвлет-розкладання. Повільне згасання автокореляційної функції свідчить про нестационарність, яка може ототожнюватися із наявним пошкодженням у тяговому редукторі. На побудованих широкосмугових спектрах вібрації за відновленими вейвлет-коефіцієнтами виявлені сплески у відповідних частотних смуг в околицях 4 - 6 кГц і 7 - 9 кГц, що свідчить про наявні пошкодження підшипників кочення і з'являється потреба в залученні додаткових спектральних методів для визначення виду пошкодження.