

УДК 629.4

## ЕТАПИ РОЗВИТКУ НЕСПРАВНОСТЕЙ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ

Мигаль В.Д. д.т.н., проф., Шевченко І.О., к.т.н., доц.,  
Аджиев О.У., Антонов С.О., магістранти

*Державний біотехнологічний університет*

*Описано етапи розвитку несправностей підшипників кочення.*

**Етап 1.** Починаючи з відмітки «1» у підшипнику з'являється і починає розвиватися яка-небудь несправність, виникають ударні віброімпульси, що зростають за величиною. Енергія імпульсів витрачається на «поглиблення» несправності, в результаті чого відбувається ще більше збільшення енергії імпульсів. Рівень фону вібрацій за своєю величиною при цьому залишається незмінним, так як несправність носить локальний характер і на загальному стані підшипника поки що не відбивається. Це етап виникнення несправності в процесі експлуатації [1].

**Етап 2.** Починаючи з точки «2» (рис. 1) ударні імпульси в підшипнику досягають за своєю енергією практично максимального значення. Кількісне значення максимуму енергії імпульсів визначається типом підшипника й умовами його експлуатації. Енергія імпульсів, що виділяється в підшипнику, вже настільки велика, що її достатньо для розширення зони локалізації несправності. На цій стадії зупинити подальший розвиток несправності практично не можливо, почався її саморозвиток. Величина піків вібрації на часовому вібросигналі вже практично не зростає, але й рівень фону теж змінюється мало.

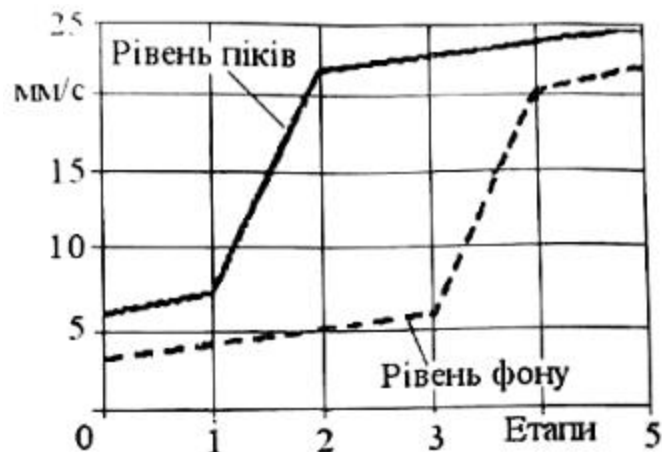


Рисунок 1 – Етапи розвитку несправностей підшипників кочення

**Етап 3.** Це зона переходу підшипника до повної деградації. Починаючи з точки «3», зона розвитку несправності настільки велика, що підшипник починає «втрачати» своє основне призначення – забезпечувати обертання валів з мінімальним тертям. Зростають витрати енергії на обертання ротора і, як результат, збільшується енергія, що виділяється в підшипнику – зростає рівень фону. Це вже етап саморуйнування підшипника.

**Етап 4.** Це останній етап розвитку несправності, коли вона охопила весь підшипник, точніше все те, що залишилося від підшипника. Рівень фону вібрації практично зрівнявся з рівнем піків, насправді – вся вібрація складається з піків. Роботи підшипників у цій зоні слід уникати.

**Етап 5.** Це етап очікування аварії, найчастіше з великим наслідками.

Усі перераховані етапи погіршення стану підшипника властиві практично всім видам несправностей, що можуть траплятися в будь-яких різновидах підшипниках кочення. Залежно від низки експлуатаційних параметрів підшипників можуть лише спостерігатися відмінності в тривалості етапів та інтенсивності процесів у них, але загальна картина розвитку не змінюється.

#### **Список використаних джерел:**

1. Migal, V., Lebedev, A., Shuliak та ін. Reducing the vibration of bearing units of electric vehicle asynchronous traction motors. *JVC/Journal of Vibration and Control*. 2020. Vol. 27, Issue 9-10. P. 1123-1131.

### **УДК 631.3**

## **ТИПОВИЙ СПЕКТР ВІБРАЦІЇ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА**

**Мигаль В.Д. д.т.н., проф., Шевченко І.О. к.т.н., доц.,  
Солов'ян Д.Д., Левицький Д.Д., магістранти**

*Державний біотехнологічний університет*

*Розроблений типовий спектр джерел вібрації тягового двигуна.*

Основні джерела вібрації, збурюваної дефектами двигуна представлені на рис 1 піками від А до К, а основні їх групи – частотними діапазонами І, ІІ, ІІІ. Третя група джерел, що збурюють вібрації електродвигунів при оцінці якості проектування, виготовлення і експлуатації не нормується.

На рис 1. наведений спектр вібрації двохполюсного асинхронного двигуна:

- пік А – на частоті обертання від невірноваженості частин, що обертаються;
- пік Б – на подвійній частоті обертання (100 Гц);
- пік В – на частоті живлення (50 Гц);
- пік Г – на подвійній частоті живлення (100 Гц);
- область ДЖ – широка смуга спектра максимальних рівнів вібрації, збурюваної підшипниками кочення (400 Гц – 5000 Гц);
- пік Е – на частотах, збурюваних аеродинамічними силами (1200 Гц);
- пік З – на частоті, збурюваної зубцевим полем (630 Гц);
- область Е-З – широка смуга спектра максимальних рівнів вібрації, збурюваної механічними і магнітними джерелами, і поява резонансних явищ деталей і вузлів;
- область Е-К – збільшення рівнів вібрації, зумовлене погіршенням параметрів змащування та спрацювання поверхонь кочення;
- область И-К – рівні вібрації, зумовлені резонансними явищами, силами