

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 явищам, силами

тертя і спрацювання підшипника ($I = 20$ кГц, $K = 30$ кГц).

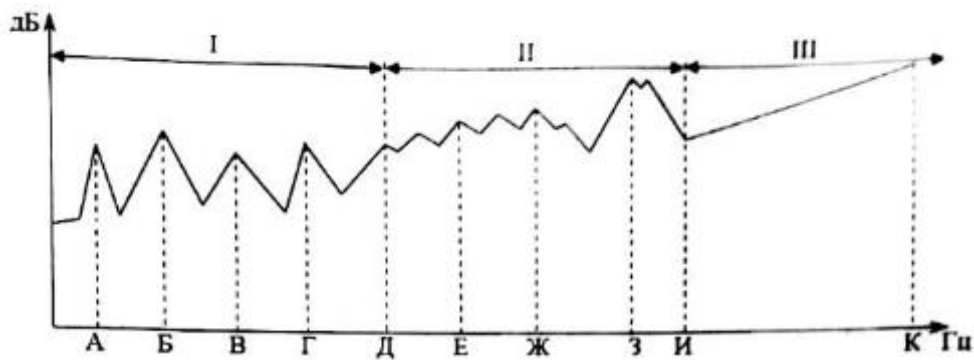


Рисунок 1 – Типовий спектр вібрації електродвигуна на підшипниках кочення

Власні коливання окремих елементів механічної системи електродвигуна, що лежать у межах частотного діапазону діючих сил, жорсткість конструкції, що змінюється при зміні структурних параметрів певних режимів роботи і дії зовнішніх сил, деформація матеріалів і зміна їх в'язко пружких властивостей на спектр власних частот вібрації деталей механічних систем завжди становлять потенційну проблему надійності. Тому ресурс електродвигунів визначається не тільки робочими процесами, навантаженнями і закладеною міцністю й довговічністю, точністю виготовлення і функціонування механізмів, а й фактичним вібронавантаженням і можливістю механічних систем і деталей мати в певних умовах резонансну частоту. Тож вібраційні характеристики електродвигуна є комплексним показником якості [1].

Список використаних джерел:

1. Migal V., Arhun Shch., Hnatov A. та ін. Substantiating the criteria for assessing the quality of asynchronous traction electric motors in electric vehicles and hybrid cars. *Journal of the Korean Society for Precision Engineering*. 2019. Vol. 10, № 36. P. 989-999.