

ратури стає більшим, ніж при роботі на бензині. Індикаторний ККД (η_i) (розрахунковий і експериментальний) при роботі на сумішевих паливах вищий, ніж на бензині. Найвищі значення ККД отримані при роботі на сумішевому паливі з підігрівом свіжого заряду. Останнє можна пояснити більш високим значенням коефіцієнту надлишку повітря паливної суміші і більш ефективним її згоранням.

Література

1. Виле И.И. Новое о рабочем цикле двигателей. Скорость сгорания и рабочий двигатель. — М.: МАШГИЗ, 1962
2. Левтеров А.М., Мараховский В.П., Левтеров Л.И., Гладкова Н.Ю. Результаты расчетно-экспериментальных исследований характеристик автомобильного двигателя при использовании бензоэтанольных смесей // Автомобильный транспорт: сборник научных трудов. — Харьков; Харьков: ХНАДУ, 2008. — С.100-103
3. Гутаревич Ю.Ф., Корпач А.О., Захарченко О.М. Математическая модель расчета параметров рабочего процесса двигателя при использовании добавок биоэтанола. // Вісник Національного транспортного університету: В 2-х частинах: 4.1 — К НТУ, 2010 Випуск 19. С. 69-79.

УДК 621.313

АЛГОРИТМ ОЦІНКИ У ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РІВНЯ ПОШКОДЖЕНЬ ТЯГОВИХ ДВИГУНІВ

Доктор технічних наук Гришко В.Г.

У статті розглядаються методичні питання визначення ступеня пошкодження тягових двигунів по інформації температурних і вібраційних датчиків. Для вирішення вищезазначеного питання застосовується алгоритм внутрішньогрупових середніх, який мінімізує показник якості, визначений як сума квадратів відстані всіх векторів до центру кластера.

In the article the methodical questions of determination of degree of damages of hauling engines are examined on information of temperature and oscillation sensors. For the decision of afore-named question an algorithm inwardly of group middle is used, which minimizes the index of quality, certain as a sum of squares of distance of all vectors to the center of cluster.

Постановка проблеми. Умови праці тягових двигунів суттєво відрізняється від умов праці більшості машин промислового виробництва. Основні особливості конструкції тягових електромашин і їх умови експлуатації наступні.

Усі тягові двигуни працюють в умовах, що відрізняються значною кількістю збурень і нестабільностей, які до того ж мають широкі межі відхилення. Двигуни піддаються впливу зовнішніх динамічних сил, що виникають в процесі взаємодії ходової частини локомотива з рейками. Тягові двигуни практично безперервно працюють в граничних режимах, викликаних коливанням напруг у контактній мережі та змінами струмів, що споживаються.

Усе це ставить особливі вимоги до електричної та механічної міцності вузлів тягових двигунів. Для сумісної роботи тягових двигунів на локомотиві необхідно, щоб характеристики двигунів були однаковими. Але при їх виготовленні та експлуатації якісь розбіжності характеристик неминучі і розподіл навантаження між двигунами виявляється нерівномірним. Навіть якщо витримані усі допуски на виготовлення машин і ходових частин (наприклад, на діаметрі коліс, що рухаються по колу катання), можливі нерівномірності навантаження двигунів, що перевищують 10%. Це призводить до додаткового перевантаження і перевищення температури нагрівання окремих машин.

Знання характеру і моменту змін, які мають місце в тягових двигунах може дозволити за обмежений час здійснити ремонт і тим самим підвищити надійність конструкції, що суттєво збільшить економічну ефективність тягових двигунів.

Ціль статті. Метою роботи є створення алгоритму оцінки пошкодження тягових двигунів по інформації теплових та віброакустичних датчиків.

Виклад основного матеріалу. В процесі роботи тягових двигунів в окремих вузлах втрачається електрична енергія, яка перетворюється в тепло. Це тепло виділяється в міді обмоток і сталі сердечників якоря в полюсів і якірних підшипників. Температура нагрівання цих вузлів визначає строк їх служби.

Завдання, що виникає при формуванні оцінок технічного стану тягових двигунів у процесі експлуатації складається із вирішення двох класів задач: розробки відповідних алгоритмів оцінок та створення інструментальних засобів діагностичного контролю.

У статті розглядаються методичні питання цієї проблеми. Найбільш важливі необоротні процеси, такі як стомленість ушкоджень, повзучість матеріалу, зміни демпфування, термічні напруги тощо. Ці процеси у загальному випадку проходять наступні стадії.

Стадія 1 — механічна приробка — має місце деформація деталей під впливом робочих умов, можливі різкі зміни миттєвих значень інтенсивності вібрацій і рівня температур, а також зміни середнього значення цих величин.

Стадія 2 — період нормальних змін характеристик міцності тягових двигунів і відповідних термонапруг. Процес може розглядатись як квазістаціонарний.

Стадія 3 — період різких змін ушкоджень і швидкого росту дефектів. Процес можемо характеризувати як нестаціонарний.

Для визначення ушкоджень при мінімальних втратах необхідно відділити закономірні зміни вібрацій і температур від випадкових процесів і крім того розділити закономірні зміни на відхилення, пов'язані з дефектами і ушкодженнями і зміни, викликані зовнішніми умовами та іншими експлуатаційними факторами. Для відокремлення закономірних змін вібрацій і температур від випадкових розроблені методи згладжування випадкових флуктуацій [1], методи, що базуються на фільтрі Калмана [2] та ін. Вібрації, пов'язані із експлуатаційними факторами, можуть бути відокремлені при використанні та перетворенні Фур'є функції взаємної кореляції, що дасть функцію взаємної спектральної щільності потужності. Це дозволить виділити ті частоти, які є спільними для всіх тягових двигунів і тим самим відфільтрувати діагностичні признаки.

Алгоритм ідентифікації рівня зносу тягових двигунів запропонований в [3] потребує великої додаткової інформації, отримання якої є самостійною коштовною задачею. У цій роботі пропонується алгоритм, який не потребує додаткової інформації.

Розглянемо множину N векторів $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, що характеризують тепловий і вібраційний стан тягових двигунів електровозу [4].

Виконуємо наступні основні кроки.

1. Задаємо параметри, які визначають процес кластеризації ушкоджень:

K — число кластерів ушкоджень;

θ_N — параметр, з яким порівнюється кількість вибірових образів, що входять у кластер;

θ_s — параметр, що характеризує середньоквадратичне відхилення;

θ_c — параметр, що характеризує компактність;

L — максимальна кількість пар центрів кластерів, які можна з'єднати;

I — допустиме число циклів ітерації.

2. Задані N образів розподіляються по кластерам, відповідно вибраним центрам, по правилу

$$x \in S_j, \text{ якщо } \|x - z_j\| \leq \|x - z_i\|, i = 1, 2, \dots, N_c, i \neq j,$$

де z_1, z_2, \dots, z_{N_c} — набір N_c центрів кластерів.

Через S_j позначимо підмножину образів вибірки, які входять у кластер із центром z_j .

3. Кожний центр кластера $z_j, j = 1, 2, \dots, N_c$, локалізується за допомогою порівняння його вибіровому середньому, знайденому по відповідній підмножині S_j , тобто

$$z_j = \frac{1}{N_j} \sum_{x \in S_j} x, \quad j = 1, 2, \dots, N_c.$$

4. Розраховуємо середню відстань \bar{D}_j між векторами, що входять в підмножину S_j , і відповідним центром кластера по формулі:

$$\bar{D}_j = \frac{1}{N_j} \sum \|x - z_j\|, \quad j = 1, 2, \dots, N_c.$$

5. Розраховуємо узагальнену середню відстань між векторами, що знаходяться в окремих кластерах, і відповідними центрами кластерів за формулою

$$\bar{D} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^{N_c} N_j \bar{D}_j.$$

6. Для кожної підмножини векторів за допомогою співвідношення

$$\sigma_{ij} = \sqrt{\frac{1}{N_j} \sum_{x \in S_j} (x_{ik} - z_{ij})^2}, \quad i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, N_c,$$

розраховується вектор середньоквадратичного відхилення $\sigma_j = (\sigma_{1j}, \sigma_{2j}, \dots, \sigma_{nj})'$, де n є розмірність образу, $x_{ik} - z_{ij}$ — компонента k -ого об'єкту в підмножині S_j , z_{ij} є i -а компонента вектора, що уявляє центр кластера z_j , і N_j — кількість вибірових образів, що входять у підмножину S_j . Кожна компонента вектора середньоквадратичного відхилення σ_j характеризує відхилення образу, який входить у підмножину S_j , по одній із головних осей координат.

7. Розраховуємо відстань D_{ij} між усіма парами центрів кластерів:

$$D_{ij} = \|z_i - z_j\|, \quad i = 1, 2, \dots, N_c - 1; j = i + 1, \dots, N_c.$$

8. Відстань D_{ij} порівнюється із параметром θ_c . Ті L відстані, які менші за θ_c , ранжируємо у порядку збільшення:

$$[D_{i_1 j_1}, D_{i_2 j_2}, \dots, D_{i_L j_L}]$$

при цьому $D_{i_1 j_1} < D_{i_2 j_2} < \dots < D_{i_L j_L}$, а L — максимальне число пар центрів кластерів, які можна з'єднати. Наступний крок забезпечує процес злиття кластерів.

9. Кожна відстань $D_{i_l j_l}$ розраховується для визначення пари кластерів із центрами z_{i_l} і z_{j_l} . Кластери із центрами z_{i_l} і z_{j_l} , $l = 1, 2, \dots, L$, з'єднуються. Новий центр кластера визначається за формулою

$$z_l^* = \frac{1}{N_{i_l} + N_{j_l}} [N_{i_l}(z_{i_l}) + N_{j_l}(z_{j_l})].$$

Розглянута процедура забезпечує вибір у якості центру об'єднаного кластера точки, що уявляють собою середні об'єднувальних підмножин образів.

10. Якщо поточний цикл ітерації останній, то виконання алгоритму припиняється.

У результаті розглянутої процедури ми отримали ряд кластерів, що відображають рівень пошкодження тягових двигунів у процесі експлуатації.

Прогнозувати зміни границь кластерів можна за допомогою методу експоненціального згладжування. Експоненціальним згладженням результатів спостережень називають операцію

$$W_t = \alpha x_t + (1 - \alpha)W_{t-1},$$

де W_t — згладжене значення результату спостереження у момент t ;

x_t — поточне значення результатів спостережень у момент t ;

W_{t-1} — згладжене значення результату спостережень у попередній момент $t - 1$;

α — постійна згладження $0 < \alpha < 1$.

Операція згладження виконується однаково для всіх спостережень і тому

$$W_t = \alpha \sum_{i=1}^{n-1} (1 - \alpha)^i x_{t-i} + (1 - \alpha)^n x_0,$$

де n — кількість спостережень;

x_0 — значення початкового спостереження.

Звідси видно, що величина W_t є лінійною комбінацією всіх спостережень, вага яких зменшується у геометричній прогресії.

Висновки. Запропонований алгоритм визначення рівня пошкоджень тягових двигунів в процесі експлуатації у вигляді відповідних програм може бути розміщений у бортовому комп'ютері електровозу. Для його функціонування необхідна наявність температурних і віброакустичних датчиків на кожному тяговому двигуні і телеметрична система збирання інформації.

Література

1. Карасев В.А. Доводка экспериментируемых машин. Вибродиагностические методы. — М.: Машиностроение, 1986. — 190 с.
2. Рытов С.М. Введение в теоретическую радиофизику. Ч.1. — М.: Наука, 1976. — 254 с.
3. Гришко В.Г. Идентификация уровня износа тяговых двигателей под час эксплуатации за вибродиагностическими сигналами. Збірник наукових праць КУЕТТ. Серія «Транспортні системи і технології.» — К., 2007. — Вип. II. — С. 29-32.
4. Дж. Ту, Р. Гонсалес. Принципы распознавания образов. — М.: Мир, 1978. — 411с.

УДК 629.113

ДО ВИЗНАЧЕННЯ КУТІВ ВІДВЕДЕННЯ ОСЕЙ ЛАНОК АВТОПОЇЗДА-КОНТЕЙНЕРОВОЗА

Гуменюк П.О., Марчук Р.М., Онищук В.П., Придюк В.М.

У статті розглянуті методи визначення бічних сил, що діють на колеса осей ланок автопоїзда-контейнеровоза. Показано, що кращим є метод Антонова Д.А., в якому враховується зміна коефіцієнта опору відведення шин коліс автопоїзда в залежності від експлуатаційних факторів, що мають місце в експлуатації.

In the article offered methods of definition of the lateral forces working on wheels of axes of parts of the lorry convoy are considered. It is shown, that the best is Antonova D.A.'s method in which change of factor of resistance to withdrawal of trunks of wheels of the lorry convoy is taken into account depending on the operational factors having a place in operation.

Постановка проблеми. Ефективність використання рухомого складу автомобільного транспорту і його продуктивність залежать, як відомо, від вантажопідйомності і середньої швидкості руху. Збільшення довжини автопоїздів для підвищення вантажопідйомності, як це має місце для автопоїзда-контейнеровоза