

ного механізму – концепції LRE-менеджменту відтворення верхньої будови колії. Іншою основою є комбінований метод амортизації. Проте варто зазначити, що фінансово-економічний механізм відтворення основних засобів є більш містким поняттям і включає додаткові, не згадані в даній статті елементи, що є матеріалом для подальших досліджень у даній області.

1. Положення №3П/НЗСП від 17.10.2008 р. «Про проведення планово-попереджувального ремонту верхньої будови колії, земляного полотна та контактної рейки Київського метрополітену».

2. Наказ Міністерства фінансів України від 30.09.2003 р. № 561 «Про затвердження Методичних рекомендацій з бухгалтерського обліку основних засобів» [електронний ресурс]. Верховна Рада України. Офіційний веб-сайт. – Режим доступу: http://www.minfin.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=50263&cat_id=50097.

3. Положення (стандарт) бухгалтерського обліку 7 «Основні засоби», затверджене Наказом Міністерства фінансів України від 27.04.2000 р. № 92 «Про затвердження Положення (стандарту) бухгалтерського обліку 7 «Основні засоби» [електронний ресурс]. Верховна Рада України. Офіційний веб-сайт. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=z0288-00>.

4. Карпов М. І. Основи будови та експлуатації залізничної колії / М.І. Карпов, О.П. Кутах, М.М. Шавловський, В.О. Систренський – К.: Київ. ун-т економіки і технологій транспорту, 2003. – 244 с.

5. Справочник эксплуатационника / [Б.И. Шафиркин, В.В. Башилов, К.Ю. Скалов, В. И. Безценный и др.]; Под ред. Н.А. Гундобина. – М.: Транспорт, 1971. – 704 с.

6. Железные дороги / [М.М. Филиппов, М.М. Уздин, Ю.И. Ефименко и др.]; Под ред. М.М. Уздина. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1991. – 295 с.

7. Калинин В.П. Метрополитены. – М.: Транспорт, 1988. – 280 с.

Отримано 29.09.2011

УДК 621.33 : 621.333

В.М.ШАВКУН

Харківська національна академія міського господарства

С.П.ШАЦЬКИЙ

КП «Краматорське ТТУ»

ВПЛИВ ПЕРІОДИЧНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ НА ПОКАЗНИКИ НАДІЙНОСТІ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ РУХОМОГО СКЛАДУ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ

Розглядаються режими роботи систем діагностування та питання впливу періодичності діагностування електромеханічних систем у процесі експлуатації або ремонту з метою підвищення надійної роботи тягових електричних двигунів рухомого складу електро-транспорту.

Рассматриваются режимы работы систем диагностирования и вопросы периодичности диагностирования электромеханических систем в процессе эксплуатации или ремонта с целью повышения надежности тяговых электрических двигателей подвижного состава электротранспорта.

In paper are considered the operations modes of the systems diagnosing and questions of electromechanics systems diagnosing periodicity the in the exploitation process or repair with the purpose of electric transport hauling engines reliability increase.

Ключові слова: діагностування, надійність, ресурс, тяговий електричний двигун, електричний привод.

Якість транспортного обслуговування пасажирів в значній мірі визначається надійністю роботи рухомого складу, зокрема електродвигунів.

Доведено, що параметри електродвигуна, у тому числі і номінальні, з часом експлуатації і кількістю ремонтів погіршуються.

Надійність роботи електроприводів (ЕП) за останні роки не тільки не досягла бажаного рівня, а навпаки, знизилась. Як показали дослідження, пов'язано це в першу чергу з незбалансованістю технічного рівня, впроваджуємих в практику створення ЕП високоєфективних самоконтролюючих та саморегулюючих систем керування (СК) на основі мікропроцесорних модулів з тактикою створення конструкцій електричних двигунів масового використання, в котрих, як і раніше, відсутні системи контролю стану та зміни їх параметрів у процесі експлуатації.

У результаті такої ситуації комплекс ЕП, що цілісно не являє собою саморегулюючу систему, приречений на низький ресурс свого функціонування та низьку надійність у роботі [1, 2].

Модель тягового електродвигуна постійного струму електричного рухомого складу як об'єкту діагностування включає електроізоляційну конструкцію, колекторно-щітковий апарат і механічну частину. Тому відмови тягових двигунів мають різну природу і можуть відбуватися внаслідок:

- пробою ізоляції і міжвиткових замикань обмоток якоря обмоток головних і додаткових полюсів;
- пошкоджень клемних з'єднань котушок полюсів;
- руйнування якірних бандажів, підшипників;
- пошкодження пальців, кронштейнів щіткотримачів та щіток;
- кругового вогню по колектору.

Необхідно зазначити, що для визначення несправностей тягових електричних двигунів рухомого складу трамваїв, тролейбусів, електрозвозів і електропоїздів можна використовувати однакові підходи.

Визначенню несправностей в електричних машинах присвячено значну кількість публікацій, наукових монографій.

Серед них слід зазначити роботи, в яких розглянуто проблеми експлуатаційної діагностики тягових електродвигунів, методи прогнозування стану ізоляції електричних машин та ін. Розглянуті питання пов'язані із забезпеченням надійної роботи колекторно-щіткового апарату [3].

Незважаючи на активне впровадження в практику роботи вітчизняних підприємств промисловості та транспорту нових сучасних типів електроприводів, для двигунів, що тривалий час знаходяться в експлуатації або ремонтувалися, очікуване підвищення ресурсу їх роботи продовжує залишатись проблемою, що потребує свого вирішення.

Даною проблемою займалися такі вчені, як Чорний О.П., Родькін Д.І., Калінов О.П., Воробейчик О.С. [1].

Метою даної статті є подальше вдосконалення системи діагностування, орієнтованої на виявлення дефектів, в експлуатації, і прогнозування оптимальних термінів проведення технічних обслуговувань, що дозволяє забезпечити максимально можливий економічний ефект за рахунок зниження трудовитрат, витрат запасних частин і простоїв рухомого складу.

Для систем діагностування будь-якого типу характерні наступні режими роботи: режим роботи з періодично-повторюваними діагностичними циклами; режим безперервного контролю працездатності та організації пошуку дефекту.

При оцінці методів підвищення надійності систем і пристроїв у процесі експлуатації з використанням методів і засобів технічного діагностування вирішується завдання якісного і кількісного визначення того виграшу у надійності, який буде отриманий від системи діагностування.

Найбільш об'єктивною оцінкою ефективності діагностування є коефіцієнт готовності системи.

Характер перевірок може бути різним: це може бути і оцінка працездатності системи і пошук дефектів, що виконується одним з можливих способів (функціональне діагностування, тестове діагностування).

При найпростішому потоці відмов несправність може виникнути як у процесі експлуатації, так і в періоди, в які система знаходиться в неробочому стані. Для найпростіших потоків справедлива рівність [4]

$$\lambda_1 t_1 = \lambda_2 t_2, \quad (1)$$

де $\lambda_1 t_1$ – характеризує робочий період; $\lambda_2 t_2$ – неробочий період системи діагностування, причому, як показує досвід експлуатації, $\lambda_1/\lambda_2 > 1$. Для однієї години роботи системи ($t_1=1$), еквівалентного (в імовірносному сенсі) годинах її неробочого стану, маємо

$$t_2 = \lambda_1/\lambda_2. \quad (2)$$

Введемо позначення: t'_i – час перебування системи в неробочому стані перед i -м введенням у роботу; t_i – час роботи системи при i -му введенні у роботу; k – число включень системи (вводів у роботу).

Загальний час експлуатації системи можна визначити за виразом

$$T_{заг} = \sum_{i=1}^k t_i + \sum_{i=1}^{k+1} t_i' \quad (3)$$

або, враховуючи (2),

$$T_{заг}' = \sum_{i=1}^k t_i + \sum_{i=1}^{k+1} \frac{\lambda_2}{\lambda_1} t_i'. \quad (4)$$

Перехід до виразу (4) дозволяє вважати систему умовно працюючою безперервно протягом часу $T_{заг}'$ за умови її експлуатації у проміжку часу t_i . При вихідній схемі роботи, використовуючи аналітичні перетворення, можна отримати вирази для імовірності $F_i(t, jT)$ того, що i -й елемент викличе відмову системи в інтервалі часу тривалістю

$$F_i(t, jT) = 1 - e^{-t/\bar{t}_i} - \left[(1 - p_i) Q_i^{-t/\bar{t}_i} - e^{-t/Q_i} \right]. \quad (5)$$

Інтервал часу t відраховується від i -ї перевірки при часі експлуатації системи jT . У виразі (5): Q_i – середній непрацюючий період i -го елемента системи; \bar{t}_i – середній час безвідмовної роботи i -го елемента.

Вираз для імовірності безвідмовної роботи системи з N елементів при $t = kT + r$, в якому враховані всі попередні k перевірки (у загальному випадку $k \neq j$), має вигляд:

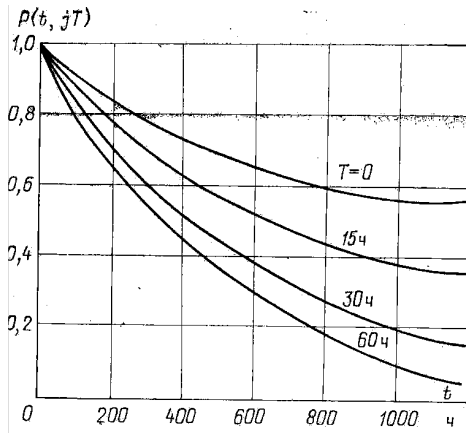
$$P(t, jT) = P(kT + r, jT) = \prod_{i=1}^N \left\{ e^{-T/\bar{t}_i} + [(1 - p_i) Q_i / (\bar{t}_i - Q_i)] \times \right. \\ \left. \times [e^{-T/\bar{t}_i} - e^{-T/Q_i}] \right\} \prod_{i=1}^N \left\{ e^{-r/\bar{t}_i} + (1 - p_i) Q_i / (\bar{t}_i - Q_i) [e^{-r/\bar{t}_i} - e^{-r/Q_i}] \right\}. \quad (6)$$

Оскільки число введів системи в експлуатацію k відомо, то при прийнятій тривалості інтервалів часу T , в кінці яких виконуються операції діагностування, може бути визначена імовірність відмов за час експлуатації системи $tk + r$. Можуть бути вирішені й інші завдання: знайдено необхідну кількість перевірок для заданого значення імовірності безвідмовної роботи або інтервал часу між перевірками при заданому їх числі [4].

На рисунку наведено приклад, який ілюструє зміну імовірності безвідмовної роботи однієї з систем з співвідношенням $\lambda_1/\lambda_2 = 20$ при різному значенні інтервалів часу T , тобто при різній кількості діагностичних циклів.

Аналіз кривих, які відповідають безперервному контролю ($T = 0$), а також контролю з періодами в 15, 30 і 60 год., дозволяє зробити висно-

вок про збільшення надійності при використанні системи діагностування.



Залежності імовірності безвідмовної роботи системи від періодичності діагностування

Зазначена проблема може бути вирішена за умови, якщо ЕП буде обладнаний системою діагностики, яка контролює зміну характеристик і приймає рішення щодо виведення з експлуатації електричних двигунів, коли параметри ЕМС змінюються настільки інтенсивно, що її аварійний вихід з ладу можливий раніше терміну планового відключення для технічного обслуговування [2].

Отже, аналіз методів оцінки параметрів електричних двигунів електроприводів вказує на необхідність пошуку принципово нових науково-технічних рішень, які відрізняються від відомих простотою і можливістю часткової чи повної автоматизації безпосередньо у складі електромеханічної системи. А подальший розвиток систем діагностики і створення методології моніторингу, що дасть змогу контролювати параметри електричних двигунів у процесі експлуатації або ремонту.

1.Черный А.П., Родкин Д.И., Калинов А.П., Воробейчик О.С. Мониторинг параметров электрических двигателей электромеханических систем. – Кременчуг: ЧП Щербатых А.В., 2008. – 244 с.

2.Шавкун В.М., Бушма В.М. Методи моніторингу параметрів тягових електричних двигунів в процесі експлуатації рухомого складу міського електро транспорту // Комунальне господарство міст: Науч.-техн. сб. Вып.97. Серия: Технические науки и архитектура. – К.: Техніка, 2010. – С.272-278.

3.Зеленченко А.П. Устройства диагностики тяговых двигателей электрического подвижного состава. – М., 2002. – 39 с.

4.Глазунов Л.П. и др. Основы теории надежности автоматических систем управления / Л.П. Глазунов, В.П. Грабовецкий, О.В. Щербаков. – Л.: Энергоатомиздат, 1984. – 208 с.

Отримано 10.11.2011