

3. Каплун, А.Б. ANSYS в руках инженера. Практическое руководство / А.Б. Каплун, Е.М. Морозов, М.А. Олферьева. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 272 с.
4. Безъязычный, В.Ф. К вопросу расчетного определения прочностных характеристик сборочных соединений с натягом с учетом шероховатости поверхностей собираемых деталей и степени их наклепа/ В.Ф. Безъязычный, В.М. Федулов, С.В. Чугуевская// Сборка в машиностроении. – 2015. – №4. – С. 21-26.
5. Биргер, И.А. Расчет на прочность деталей машин: справочник / И.А. Биргер, Б.Ф. Шорр, Г.Б. Иосилевич. – М Ж Машиностроение. – 1993. – 640 с.
6. Казанкин, В.А. Разработка методики расчета прочности неподвижных соединений с учетом контактной жесткости сопрягаемых деталей близкой твердости: диссертация канд. техн.наук / В.А. Казанкин – Волгоград. 2013. – 145 с.
7. Путьто, А.В.. Экспериментальная оценка боковых сил от рельса на колесные пары маневрового тепловоза ЧМЭЗ при движении в кривой малого радиуса / А.В.Путьто, Г.Е.Брильков // Локомотивы. Электрический транспорт. XXI век: материалы VI Международной научно-технической конференции. – СПб. : ФГБОУ ВО ПГУПС, 2018. – Т.1. – С. 32 – 35.

ВИЗНАЧЕННЯ ПРИЧИН ПОМИЛОК ПІД ЧАС КОНТРОЛЮ СТАНУ КОЛІСНИХ ПАР ШВИДКІСНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

Устенко О. В., Дацун Ю. М., О. Клименко, Саркісян К. М., УкрДУЗТ

A. Ustenko, Y. Datsun, A. Klymenko, K. Sarkisian. Determination of the causes of errors after time of control of the state of wheel speed speed mechanical composition

The factors of the possible influence of a person when measuring the parameters of wheel-sets of high-speed rolling stock on the basis of building a tree of events and conducting quantitative analysis are considered. Obtained quantitative characteristics of the probabilities of making mistakes by personnel during measurements.

Контроль стану колісних пар швидкісного рухомого складу при проведенні ТО та ПР полягає в огляді та замірах. Заміри проводяться контактним вимірювальним інструментом, що характеризується високою ймовірністю виникнення помилок та похибок на різних етапах вимірювання.

Для визначення причин виникнення помилок при замірах гребня можна використати метод побудови «дерева подій», що набув поширення в теорії надійності. Основною метою побудови є представлення існуючих в системі умов, що здатні призвести до збою. Крім того, побудоване дерево дозволяє показати в явному вигляді слабкі місця і є наглядним засобом встановлення ступеню відповідності конструкції системи заданим вимогам. Структура «дерева подій» включає одну головну подію U – «несправна КП прийнята як справна», що з'єднується з набором відповідних вихідних подій, які утворюють причинні ланцюги. Взаємодія вихідних подій може показуватись з використанням спеціальних операторів. З урахуванням того, що похибки й помилки при проведенні вимірювань гребня колісної пари можуть бути наслідком помилок персоналу чи несправності обладнання і визначались основні групи вихідних подій. Кожна визначена подія X_i може призвести до результуючої U , тому в дереві подій використовувався оператор «або».

Аналітичний вираз умов появи результуючої події U має вигляд структурної функції:

$$U = X_1 \cup X_2 X_3 = (X_4 \cup X_5) \cup (X_6 \cup X_7 \cup X_8) \cup (X_9 \cup X_{10}). \quad (1)$$

Якісний аналіз «дерева подій» полягає в виявленні небезпечних поєднань, що можуть призвести до появи результуючої події. Взаємодія подій в дереві, що розглядається показана тільки з використанням оператора «або». Отже кожна вихідна подія може призвести до появи події U . А значить мінімальна кількість небезпечних поєднань дорівнює

кількості вихідних подій.

Кількісний аналіз «дерева подій» можна провести шляхом звертання виразу (1) за правилами булевої алгебри, тобто заміни оператора « \cup » на арифметичну дію « $+$ », а кодів вихідних подій на оцінки ймовірності їх появи $P(X_i)$. Після подібних перетворень для оцінки $P(Y)$ використовувались розрахункові багаточлени наступного вигляду:

$$P(Y) = (1 - (1 - P(X_1))(1 - P(X_2))(1 - P(X_3))) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P(X_i)) \quad (2)$$

де n – кількість вихідних подій нижчого порядку.

В результаті аналізу дерева подій помилки при вимірюванні гребня КП були визначені ймовірності та коефіцієнти вихідних подій. Це дало можливість визначити людський фактор, як основну причину помилок ($K=93\%$) при замірах колісних пар в умовах депо.

ПРОГНОЗУВАННЯ РЕСУРСУ КОРПУСНОЇ ІЗОЛЯЦІЇ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ДВИГУНІВ ЛОКОМОТИВІВ ЗА ПИТОМИМИ ВИТРАТАМИ

Козик Ю.Г., Лагута В.В.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Kozik Y. H., Laguta V. V. Optimal for unit costs forecasting the resource of frame insulation of a traction motor of locomotives

The aim of the research is to improve the maintenance system of a traction motor (TM) ED-118A by predicting the life of frame insulation and determining recovery moments while ensuring the lowest unit costs for performing major repairs of volume 1 (MjR-1) and permanent repair of volume 3 (PR-3), taking into account the degree of recovery, using data on the insulation state by the return voltage method operation.

До особливостей ізоляційних систем електричних машин залізничного транспорту слід віднести вимоги до їх системи утримування. Надійність роботи тягових електричних двигунів (ТЕД) відбивається в статистиці відмов локомотивів під час перевезень і подальшого відновлення.

Моделі відновлення корпусної ізоляції, що пропонуються в сучасних дослідженнях, базуються на випадкових потоках відмов і не враховують поточний стан ізоляції та ступінь відновлення.

Метою дослідження є покращення системи утримування ТЕД ЕД-118А за рахунок прогнозування ресурсу корпусної ізоляції та визначення моментів її відновлення з забезпеченням найменших питомих витрат на ПР-3 і КР-1 з врахуванням ступені відновлення, використовуючи дані про стан ізоляції за методом зворотної напруги в процесі експлуатації.

Для ремонтних заводів визначаються варіанти відновлення такі, які мінімізують суму питомих витрат на відновлення ПР-3 та КР-1 за період експлуатації від КР-2 (або новий ТЕД) до наступного КР-2. Нехай τ – період відновлення ізоляції, n – кількість відновлень ПР-3 до КР-1, m – кількість відновлень ПР-3 від КР-1 до КР-2, тоді

$$\min_{\tau, n, m} \frac{C^{\tau, n, m}}{L_{ren2}^{\tau, n, m}}, \quad \tau \in T, \quad n, m \in M, \quad L_{ren2}^{\tau, n, m} \geq L_{min}$$

де $C^{\tau, n, m}$ – сума витрат на виконання відновлень всіх ПР-3 та КР-1; M – обмежена безліч натуральних чисел; T – безліч наперед заданих періодів відновлення ізоляції; $L_{ren2}^{\tau, n, m}$ – напрацювання ізоляції до КР-2; L_{min} – мінімально допустимий пробіг (на-