



Рис. 1. Структура проведення енергетичного аудиту

Подальше функціонування залізничного транспорту повинно бути нерозривно пов'язане з поступовим зниженням енергоємності та збільшенням продуктивності праці, що відповідно призведе до зниження експлуатаційних витрат, що відносяться до паливно-енергетичної складової, а також зі значним скороченням впливу транспортної галузі на навколишнє середовище.

Використані джерела

1. Николаенко А. О., Нерубацький В. П., Комарова М. О. Впровадження сучасних технологій управління для підвищення якості та надійності продукції транспортного призначення. *Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту*. 2009. Вип. 107. С. 180–185.
2. Patel T., Panchal K. An effective implementation of energy audit methodology – a case study. *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management (IAIEM)*. 2015. Vol. 4, Issue 3. P. 260–268.
3. Umesha Dr. Energy audit report on a technical institute. *IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering (IOSR-JEEE)*. 2013. Vol. 4, Issue 1. P. 23–37.

Сіроклін І. М.,

к.т.н., доц. каф. «Автоматика та комп'ютерне телекерування рухом поїздів» (Харків, УкрДУЗТ)

ВИЗНАЧЕННЯ КРИТИЧНИХ КОМПОНЕНТІВ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ В РОЗРІЗІ ПОБУДОВИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ВИЗНАЧЕННЯ ЇХ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ

Сучасна система планування технічного обслуговування вантажних вагонів не в повній мірі враховує нерівномірність впливу умов експлуатації на технічний стан вагонів. Як наслідок – суттєві витрати на непланові ремонти та усунення їх наслідків, а також зайві витрати на планове обслуговування при ошадній експлуатації. Розглядаючи вагон як систему тісно пов'язаних елементів, досить складно визначити найбільш критичні з них. Промисловість генерує широкий спектр систем технічної діагностики елементів рухомого складу і не завжди глибина діагностики та тип системи є достатнім, або економічно обґрунтованим. Останніми досягненнями в цьому напрямку є системи контролю використання ресурсу і контролю стану технічної одиниці протягом усього життєвого циклу. Такий підхід дозволяє оптимізувати режими експлуатації вагонів виходячи з контролю чинників умов експлуатації, що постійно змінюються. Основою підходу є дисципліна

Prognostics and Health Management (PHM), імплементація положень якої вимагає визначення критичних компонентів системи [1], зокрема – вагону.

На етапі визначення критичних компонентів, причин та наслідків їх відмов найбільш доцільним є використання експертних методів, зокрема Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) [2]. Виходячи з національних особливостей ведення обліку пошкоджень та їх причин, актуальним слід вважати дослідження спрямовані на застосування FMEA для визначення найбільш критичних вузлів вагонів основних типів, спираючись саме на експертні оцінки. Результати таких досліджень закладуть основу для визначення критичності впливу факторів умов експлуатації та удосконалення методів контролю та повагонного обліку цих факторів.

Дослідження були проведені в 2018 році і в рамках доповіді хочеться звернути увагу на певну частину результатів, що стосується різниці частоти відмов певних елементів в світі та в Україні.

Аналіз причин сходу рухомого складу за залізницях Північної Америки показує, що близько половини усіх відмов вантажних вагонів припадає на елементи колісних пар, четверть – на раму та кузов, 12-13% - колія. На гальмівну систему потяга припадає 7-16% інцидентів. Аналогічні дослідження Європейських колег, стосовно інцидентів пов'язаних з відмовою елементів рухомого складу дають такі результати: вісі – 41%; колеса – 18%; візки – 22%; інші відмови, в тому числі відмови гальмівної системи – 18%.

В той же час, аналіз інцидентів по вагонному господарству України, показує, що більше 40% причин – відмова гальмівної системи. Дані аналізувалися за період в 7 років, що практично виключає вплив випадкових та обмежених в часі факторів. Така ситуація вкрай нетипова для більшості залізниць світу. Чи говорить це про бездоганну надійність інших елементів вітчизняних вагонів, чи є якась інша причина? Для отримання відповіді на це питання проведено додаткові дослідження, що дали змогу порівняти експертну оцінку очікуваної долі відмов певних вузлів вагонів зі звітними даними галузевих документів.

Застосування кореляційного аналізу показує, що коефіцієнт кореляції Пірсона буде $r=0,186$, що аж ніяк не відповідає очікуванням. Найбільша невідповідність спостерігається за усіма складовими колісної пари, за пневматичною частиною гальмівної системи та відмовами рами візка. Якщо виконати повторні розрахунки коефіцієнта кореляції виключивши зі спостережень відмови вказаних елементів, отримаємо значення $r=0,893$. На думку автора, отримані дані можуть вказувати на недосконалість системи обліку відмов по трьом елементам вагону: колісна пара, рама візка, гальмівна система.

Література

1. W. Gregory, A. Brian, and H. Moneer (2016) “A review of diagnostic and prognostic capabilities and best practices for manufacturing,” in Journal of Intelligent Manufacturing, pp. 1-17.
2. Garc'ia Marquez, F. P., Weston, P., & Roberts, C. (2007). Failure analysis and diagnostics for railway trackside equipment. Engineering Failure Analysis, 14(8), 1411–1426. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350630707000556>

*д-р т.н., проф. Мирошник М. А. (УкрГУЖТ),
к.т.н., доц. Шкиль А. С., к.т.н., доц. Рахлис Д. Е.,
к.т.н., доц. Кулак Э. Н.,
канд. техн. наук Пахомов Ю. В.
(ХНУРЭ, г. Харьков)*

ПРИМЕНЕНИЕ СИНХРОНИЗИРУЮЩИХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ПРОВЕРКЕ КОНЕЧНЫХ АВТОМАТОВ

Предложен метод обнаружения и локализации ошибок проектирования в HDL-моделях конечных автоматов (КА) с произвольными выходными функциями. Диагностический эксперимент (ДЕ) проводится в обход всех дуг автомата Мили, начиная с начальной вершины, в том числе для машин класса «неисключительный». Чтобы обеспечить возврат автомата с возможной ошибкой проектирования в исходное состояние, предлагается использовать синхронизирующие последовательности. ДЕ проводились в среде разработки Active-HDL.

Наиболее сложным и дорогостоящим этапом (70% от общего времени) в текущем цикле проектирования цифровых устройств (ЦУ) является функциональная проверка, т.е. процесс обнаружения, локализации и устранения ошибок в модели системы. Распространенным методом в описании специализированных ЦУ обработки данных и управления является КА, форма представления которого - это таблица переходов-выходов / состояний) и график переходов КА (диаграмма состояний, ДС), построенный на ее основе. Основной формой описания проектов ЦУ в САПР является язык описания аппаратуры (ЯОА - HDL), поэтому объектом проверки является модель ЦУ с использованием ЯОА (HDL-код). Исходя из этого, актуальной задачей является разработка процедур проверки ошибок проектирования в HDL-моделях КА для табличных или графических форм спецификации [1].

Одним из способов описания моделей ЦУ в форме КА на языке VHDL является шаблон КА, т.е. способ