

период двойного прохождения через 0 °С от 60 до –60 °С. За 9 ч по данной технологии реализуется 7 циклов. Согласно условиям хранения 7 циклов соответствуют 1 году, поэтому они взяты за эталон. При прохождении 7 циклов климатического воздействия на образцы им давали отдых в течение 16 ч при температуре 19–22 °С. Теоретически считается, что он необходим, так как дает возможность протеканию в образцах релаксационных процессов, вызванных перепадом температур, т.е. реализуются изменения, происходящие в полимерном материале с течением времени старения. По истечении 5 лет (т.е. 5 дней) образцам давали двухсуточный отдых. Результаты испытаний приведены в табл.3. Изменение прочности образцов из исследуемых материалов, прошедших процесс климатического старения в течение 20 лет, условно не превышает 25%. Это дает основание предполагать возможность эксплуатации деталей из этих материалов в течение длительного времени (до 20 лет).

Таблица 3 – Результаты ускоренных испытаний на многолетнее старение

Материал	Предел прочности, МПа				
	исходное	после 5 лет испытаний	после 10 лет испытаний	после 15 лет испытаний	после 20 лет испытаний (% измен.)
ПА6ВС-30	154,32	152,38	150,32	140,56	124,88 19%
ПА6ВС-25 Г5К0,3	113,37	105,07	101,5	95,19	88,77 22%
ПА6ВС-25 Г5	116,88	113,67	103,64	96,05	93,35 20%
ПА6-210 КС (аналог)	125,21	124,47	119,64	115,35	119,48 8%

Результаты испытаний полиамидов были применены при расчете и анализе напряженного состояния сепараторов буксовых роликоподшипников и могут быть полезны при проектировании новых конструкций сепараторов.

1. Бокшицкий М.Н. Длительная прочность полимеров.– М.: Химия, 1978.– 310 с.
2. Колтунов М.А. К вопросу выбора ядер при решении задач с учетом ползучести и релаксации // Механика полимеров.–1966.– №4. – С.483-497.

Получено 05.07.2002

УДК 629.4.027.115

Д.І.ВОЛОШИН

Українська державна академія залізничного транспорту, м.Харків

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ "ДЕРЕВА ВІДМОВ" ПРИ АНАЛІЗІ НАДІЙНОСТІ БУКСОВИХ ВУЗЛІВ ВАГОНІВ

Розглядаються існуючі на даний час методи аналізу надійності буксових вузлів рухомого складу з роликовими підшипниками. Визначаються шляхи застосування мето-

ду "дерева відмов" для всебічного аналізу надійності буксових вузлів вагонів. Приводиться графічна модель "дерева відмов" для одного з дефектів підшипника.

Надійність будь-якої технічної системи безпосередньо залежить від впливу експлуатаційних умов. При цьому на рівень надійності даної системи впливають не тільки параметри навколишнього середовища, але й дії обслуговуючого персоналу.

Кінцевим результатом будь-якого аналізу надійності є рекомендація впровадження тих чи інших заходів, спрямованих на удосконалення конструкції або зміну експлуатаційних умов. Але цього не відбудеться, якщо ми не будемо мати чіткого уявлення не тільки про всі можливі стани системи, а й про причини, що призводять до порушень її працездатності.

На нашу думку, саме нестача подібної інформації при аналізі надійності буксових вузлів вагонів призвела до не зовсім істинних висновків, що стосуються підвищення рівня надійності. Цей недолік пропонуємо усунути, використовуючи для аналізу надійності буксових вузлів метод «дерева відмов». Цей метод неодноразово використовувався для оцінки надійності суднових електроенергетичних систем і суднового електроустаткування [1], при аналізі безпеки систем нафтової і газової промисловості [2], аналізі надійності в атомній енергетиці [3], а також для проведення імовірного аналізу безпеки (ІАБ). Він дозволяє одержати найбільш повне уявлення про процеси, що протікають у системі, визначити причини, що викликали ту чи іншу відмову, і записати їх у кількісному вираженні. Кількісна обробка готового дерева проводиться із застосуванням математичного апарата булевої алгебри, що поряд з простотою вираження подій, які призводять до відмови, має великий ступінь точності.

Для проведення повноцінного аналізу треба мати повну інформацію про поведінку буксового вузла як в умовах нормальної експлуатації, так і при різних сценаріях розвитку відмов, у тому числі гіпотетичних. При цьому як вихідна інформація використовується, як правило, тільки проектна та експлуатаційна документація, що узагальнює досвід експлуатації досліджуваного об'єкта.

Метод "дерева відмов" реалізується в два етапи. На першому будується графічна модель причинно-наслідкового механізму найбільш часто виникаючих в експлуатації відмов, на другому – проводиться кількісний аналіз дерева, при якому поряд з визначенням параметрів надійності системи в кількісному вираженні виявляються і найбільш уразливі місця буксового вузла. Це дозволяє зробити розширений висновок як про досконалість конструкції букси, так і про відповідність реальних умов експлуатації проектним.

При побудові дерева відмов першочерговим завданням є встановлення верхової події для досліджуваної системи або її частини, що згодом виявляється як відмова одного з елементів системи. Встановлені події (відмовлення), як і верхова подія, піддаються подальшому логічному розкладанню на більш прості події.

Основою для аналізу причинно-наслідкового механізму є відмови елементів, що за прийнятою у практиці схемою побудови дерева відмов класифікуються на первинні, вторинні та експлуатаційні відмови [1, 3].

Під первинною відмовою елемента системи розуміють неробочий стан цього елемента, причиною якого є він сам. У даному випадку відмова виявляється за рахунок природного старіння елемента.


Вторинна відмова розуміється як і первинна, тільки в цьому випадку елемент не є причиною відмови. Відмова виявляється за рахунок впливу попередніх чи поточних надлишкових напружень на елементи. Люди також вважаються можливими джерелами вторинних відмов, якщо які-небудь їхні дії призводять до виходу елемента з ладу.

Експлуатаційна відмова показує, які існуючі умови експлуатації стали причиною неробочого стану даної технічної системи або її елемента.

Первинні відмови далі не деталізуються. Якщо джерела вторинних чи експлуатаційних відмов лежать за межами розглянутої системи, то вони також далі не розглядаються, інакше вони розглядаються, як і верхова подія.





Щоб знайти і подати причинний взаємозв'язок при побудові дерева відмов, необхідні елементи, що зв'язують між собою події і показують їхнє відношення одна до одної в загальній картині всіх процесів розвитку відмов. Вони підрозділяються на логічні символи і символи подій. Основні логічні символи наведені в табл. 1.

Таблиця 1

№	Логічний символ	Назва	Причинний взаємозв'язок
1		Знак «Або»	Подія відбувається, якщо виникає кожна з попередніх подій
2		Знак «І»	Подія відбувається, якщо виникають всі попередні події

Основні символи подій представлені в табл.2.

Таблица 2

№	Логічний символ	Назва
1		Первинна відмова
2		Вторинна та експлуатаційна відмови, що далі не досліджуються
3		Верхова подія, а також всі отримані події які розробляються далі
4		Символ переходу

При побудові дерева відмов буксового вузла вагонів як верхову подію пропонується взяти «відмову буксового вузла». Відсутність конкретики обумовлюється досить широким спектром відмов, охопити який при іншому формулюванні верхової події здається не зовсім істинним.

Як видно з рис.1, причиною відмови букси можуть бути або первинна, або вторинна відмова, з'єднані з верховою подією логічним знаком «Або». Розуміючи, що первинна відмова обумовлена природними причинами в самому буксовому вузлі, вона далі не розробляється. Під вторинною відмовою у даній гілці дерева розуміються події, що є причинами відмови букси. Це або відмова підшипника, або корпусу, або торцевого кріплення. Далі ці події, у свою чергу, зводяться до більш елементарних відмов.

На рис.2 зображене дерево відмов для одного з дефектів підшипника згідно з класифікатором дефектів ИТМ-1В – “задири на доріжці кочення кільця” (не уточнюється для зовнішнього чи внутрішнього у зв'язку з тим, що сценарій розвитку відмов в обох випадках буде ідентичним). У межах даної гілки цей дефект класифікується як відмова, будучи верховою подією.

Аналізуючи графічну модель сценарію розвитку відмови, можна зробити висновок, що основними причинами цієї відмови з погляду експлуатаційних умов є втрата герметичності буксового вузла і помилки обслуговуючого персоналу. Навіть не аналізуючи дану гілку в кількісному вираженні (тобто математично), можна рекомендувати деякі зміни в технічному обслуговуванні буксових вузлів з метою зменшення відмов букс у зв'язку з появою даного дефекту.

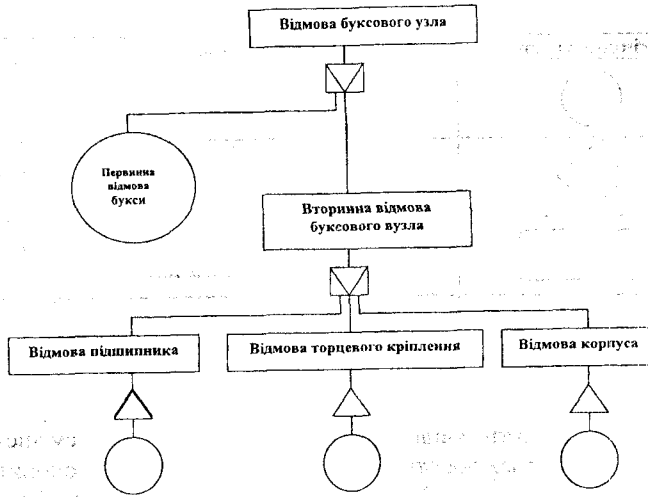


Рис.1 – Загальна структура розглянутого дерева відмов

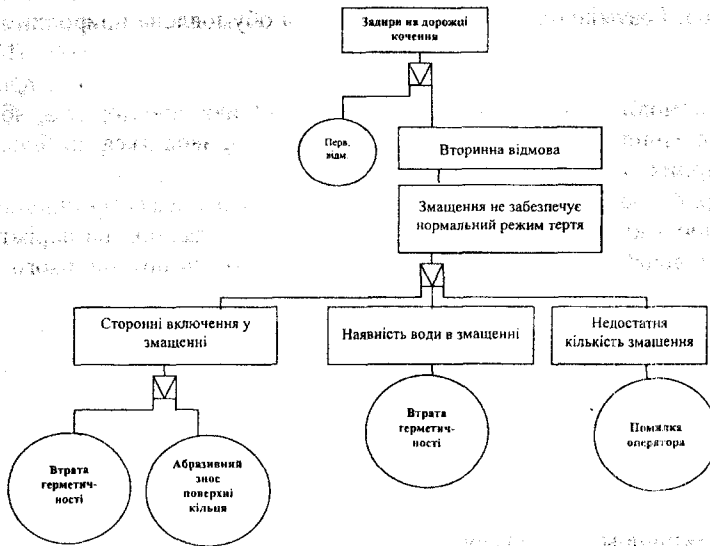


Рис.2 – Дерево відмов для одного з дефектів підшипника

Після побудови графічну модель оброблюють за допомогою апарата булевої алгебри методом мінімальних шляхів або мінімальних розрізів для дерева відмов для визначення показників надійності системи.

1. Райншке К., Ушаков И.А. Оценка надежности систем с использованием графов / Под ред. проф. И.А. Ушакова – М.: Радио и связь, 1988. – 208 с.

2. Кравец В.А. Метод «дерева отказов» в анализе безопасности систем нефтяной и газовой промышленности. – М., 1980. – 39 с.

3. Хенли Э.Дж., Кумамото Х. Надежность технических систем и оценка риска / Под общей ред. д-ра техн. наук В.С. Сыромятникова – М.: Машиностроение, 1984. – 528 с.

Отримано 28.08.2002

УДК 625.7/8 : 614.7

Є.Б. УГНЕНКО, канд. техн. наук, Н.В. ВЛАСОВА, Л.О. ЛІТВИШКО

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ФУНКЦІОНАЛЬНІ ЗВ'ЯЗКИ МІЖ УМОВАМИ РУХУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ І ЕКОЛОГІЧНИМИ ФАКТОРАМИ

Наведено модель для визначення рівня загазованості повітря в точці, віддаленій від краю проїзної частини на відстань x і розташованій на рівні дихання людини в момент часу t . Проаналізовано функціональні зв'язки між факторами, що впливають на формування рівня загазованості повітря автомобільним транспортом.

Формування рівня загазованості повітря на приміагістральних територіях внаслідок роботи автомобільного транспорту відбувається під комплексним впливом численних факторів, що залежать від умов руху і різняться ступенем та характером впливу на досліджуваний процес.

Умови руху, при яких відбувається транспортний процес, характеризуються просторово-часовими, погодно-кліматичними, планувальними, транспортними та дорожніми умовами. На якість атмосферного повітря на приміагістральній території, крім автомобільного транспорту, впливають також інші джерела забруднення (промислові, комунально-побутові тощо), тобто умови руху треба додатково характеризувати «фоновим» забрудненням.

За способом впливу на процес формування загазованості повітря внаслідок роботи автомобільного транспорту всі фактори можуть бути об'єднані в такі групи:

група А – фактори, що безпосередньо обумовлюють забруднення повітряного басейну або джерело забруднення – рухомий склад транспортного потоку плюс «фонове» забруднення, якщо воно має місце;