

ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ БУКСОВЫХ УЗЛОВ

Д. И. ВОЛОШИН

Украинский государственный университет железнодорожного транспорта, г. Харьков

Буксовый узел является одним из важнейших элементов вагона с точки зрения обеспечения его надежности в целом. Согласно многолетним статистическим данным, он занимает второе место после тормозного оборудования по отказам в эксплуатации и прямо влияет на количество внеплановых отцепок и последующего технического обслуживания и ремонта вагонов.

Надежность буксового узла, как технической системы, преимущественно зависит от состояния блока подшипников. На надежность подшипников влияет большое количество факторов: внешние условия эксплуатации, состояние смазочных материалов, герметичность корпуса, особенности монтажа и демонтажа, качество входного контроля составных частей в процессе технического обслуживания и ремонта и т. п. Подшипниковые элементы воспринимают статические и динамические нагрузки, которые передаются на железнодорожный путь от кузова вагона в порожнем и нагруженном состоянии при разных режимах эксплуатации. Наличие знакопеременных нагрузок при прохождении стыков железнодорожного пути и вхождении вагонов в кривые участки колеи создают предпосылки к возникновению большого количества эксплуатационных отказов и повреждений буксового узла. Важным фактором, который оказывает влияние на возникновение отказов, являются и ошибочные действия обслуживающего персонала при проведении технического обслуживания и ремонта вагонов. Подшипник в собранном виде может иметь несоответствие радиальных и осевых зазоров, что приводит к накоплению повреждений, а в дальнейшем и к отказу всего буксового узла.

Для исследования фактического состояния надежности подшипниковых узлов было предложено использование метода «Дерева отказов». Его инструментарий позволяет провести детальный анализ факторов, которые могут оказывать влияние на возникновение повреждений и отказов отдельных элементов. «Дерево отказов» лежит в основе разработки логико-вероятностных моделей причинно-следственных связей отказов сложных систем с отказами их элементов и другими событиями (влияниями). Анализ возникновения отказов состоит из последовательностей и комбинаций различных событий и следующих за ними отказов системы (рисунок 1). Таким образом «дерево» представляет собой многоуровневую графологическую структуру причинных взаимосвязей, полученных в результате наблюдения опасных ситуаций в обратном порядке, для того чтобы отыскать возможные причины их возникновения [1].

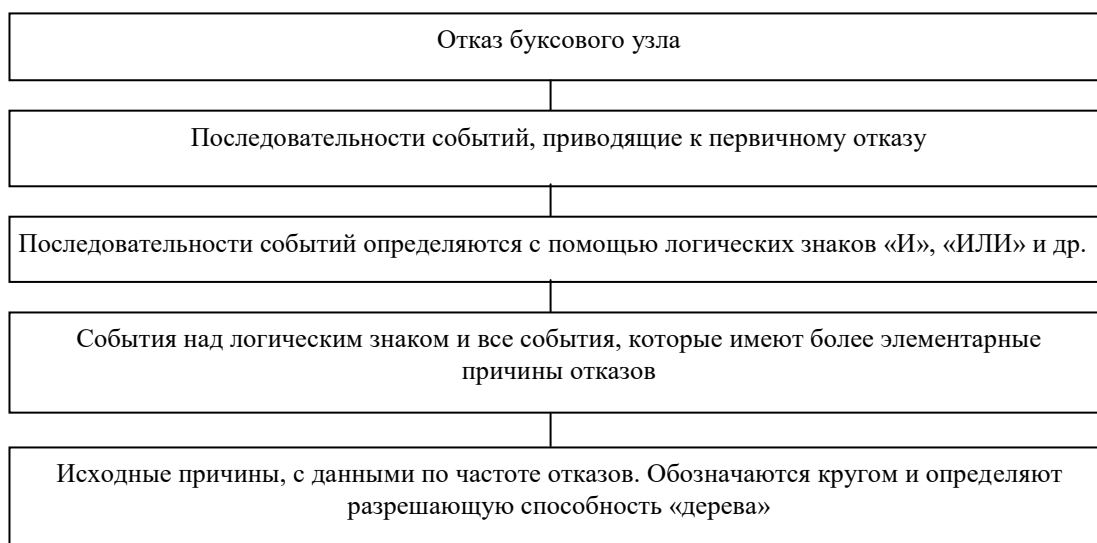


Рисунок 1 – Основная структура «дерева отказов»

Использование данного метода позволяет иметь в распоряжении исследователей действенный механизм оценки фактического уровня надежности буксовых узлов вагонов. На основе моделирования сценариев поведения узла в эксплуатации становится возможной разработка новых вариантов конструктивных решений с учетом обеспечения определенных параметров надежности.

Отказ буксового узла в эксплуатации может возникнуть по разным причинам и развиваться во времени по различным сценариям. С целью уменьшения количества отказов в работающем узле необходимо обнаружить все существующие виды отказов и формализовать их математическое описание [2]. Начальным шагом проведения количественного анализа разработанной модели, является построение эквивалентной «ветви дерева» (рисунок 2), где элементарным событиям в соответствие поставлены независимые переменные упорядоченного от элементарных отказов числового ряда $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$. Здесь $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ – вектор состояний исходного события, а бинарный вспомогательный параметр H_i – это структурная функция для конечного события. При этом $H_i = 1$, когда исходное событие происходит, и $H_i = 0$, когда исходное событие не происходит.

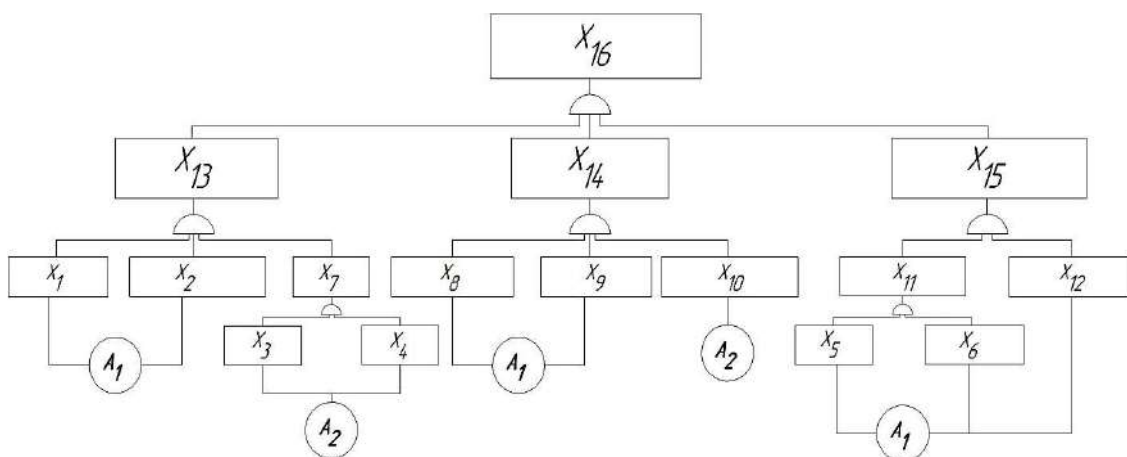


Рисунок 2 – Пример модели «дерева отказов» для события «Отказ герметичности буксового узла»

Структурная функция для события с логическим знаком «И» в математическом виде будет иметь вид

$$H_i = \prod_{i=1}^n X_i = X_1 \cdot X_2 \cdot \dots \cdot X_n.$$

А структурная функция для события с логическим знаком «ИЛИ»

$$H_i = 1 - \prod_{i=1}^n [1 - X_i] = 1 - [1 - X_1] \cdot [1 - X_2] \cdot \dots \cdot [1 - X_n].$$

В результате проведенных расчетов были определены вероятности отказов основных элементов буксового узла: корпуса буксы (вероятность отказа 0,36), подшипникового узла (вероятность отказа 0,87) и торцевого крепления (вероятность отказа 0,26). Как видим, надежность подшипников узла имеет значительное влияние на надежность буксы в целом. Поэтому для повышения уровня надежности актуальной научно-технической задачей является разработка и внедрение новых конструкций буксовых узлов.

Список литературы

1 Хенли, Э. Дж. Надежность технических систем и оценка риска / Э. Дж. Хенли, Х. Кумамото ; под общ. ред. д-ра техн. наук В. С. Сыромятникова. – М. : Машиностроение, 1984. – 528 с.
 2 Райншке, К. Оценка надежности систем с использованием графов / К. Райншке, И. А. Ушаков ; под ред. проф. И. А. Ушакова. – М. : Радио и связь, 1988. – 208 с.