

Структура топливного баланса локомотивного депо в значительной степени определяется структурой и характеристикой самого локомотивного депо. В общем случае топливный баланс составляется по следующим парам значений: количество топлива, слитого из цистерн, – количество топлива, полученного на складе, количество топлива, выданного со склада, – количество топлива, отпущенного на пунктах экипировки, количество топлива, отпущенного на пунктах экипировки, – количество топлива, набранного на тепловозах, количество топлива, набранного на тепловозах, – сумма количества топлива в баках потребителей (тепловозов) и количества топлива, израсходованного на работу потребителей (тягу поездов). Сопоставляя значения массы топлива в этих парах, можно оценить погрешности измерения и погрешности, вносимые округлением при документообороте, и их влияние на общую картину в топливном хозяйстве депо. Так, например, составление топливного баланса склад – экипировка при анализе дисбаланса позволяет выявлять с точностью, определяемой средствами измерения, возможный несанкционированный расход дизельного топлива.

Для анализа различных систем измерения и учета дизельного топлива в локомотивном депо на предмет их эффективности была разработана математическая модель движения топлива в локомотивном депо. Построенная математическая модель может использоваться, например, при оценке эффективности внедрения новых и анализе существующих систем измерения и учета дизельного топлива. Модельные эксперименты позволяют по заданным характеристикам средств измерения определять минимальные значения утечки дизельного топлива, которые можно обнаружить. Либо, задавая минимальным значением утечки дизельного топлива, которую требуется выявлять, можно определять требуемые характеристики средств измерения [1].

Предварительные исследования, проведенные при помощи модели, показали:

- Большой объем расходуемого локомотивным депо дизельного топлива и существующие средства измерения, имеющие достаточно большие погрешности, оставляют возможность значительного несанкционированного расхода, который невозможно выявить в результате разработки и анализа топливных балансов.

- Составление топливного баланса экипировка – тепловозы с использованием данных из маршрутных листов возможно только на момент времени, которое соответствует времени экипировки тепловоза перед поездкой, маршрутный лист которой уже поступил в систему интегрированной обработки маршрутов машиниста (ИОММ), т.е. баланс составляется со значительной отсрочкой времени.

- Модельные эксперименты позволяют по заданным характеристикам средств измерения определять минимальные значения утечки дизельного топлива, которые можно обнаружить. Либо, задавая минимальным значением утечки дизельного топлива, которую требуется выявлять, можно определять требуемые характеристики средств измерения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Разработка и анализ топливного баланса локомотивного депо с целью выявления резервов экономии топлива: Отчет о НИР №НТП/Ю-54/2440 / Рук. темы С.Я. Френкель. – Гомель, 2002. – 126 с.

УДК 629.463

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПТО ПО УСЛОВИЮ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

Л. П. ЦЕЛКОВИКОВА

Белорусский государственный университет транспорта

Функционирование реальных транспортных систем, к которым относится и ПТО, определяется большим числом факторов. Сложность таких систем затрудняет представление целей и ограничений в аналитическом виде, однако зачастую удается уменьшить «размерность» системы, так как при реальном моделировании с достаточной степенью адекватности можно доказать, что лишь небольшая часть факторов является существенной и определяющей.

Математическая модель формирования эксплуатационной надежности на ПТО представляет собой наиболее существенные для описания системы соотношения в виде целевой функции и совокупности

ограничений. Наиболее часто встречающиеся в практике исследований модели можно разделить на три группы: корреляционно-регрессионные, анализа динамических рядов и смешанные.

В наиболее простых однофакторных моделях учитывается только один фактор, что недостаточно для моделирования работы ПТО. Адекватная и достаточно точная модель ПТО может быть получена в виде многофакторной модели, где функционирование исследуемой системы зависит от целого семейства факторов.

Сложность решения поставленных задач определяется тем, что такие характеристики эксплуатационной надежности вагонов, как параметр потока отказов, наработка на отказ, вероятность безотказного следования поездов по гарантийному участку ПТО на полигоне Белорусской железной дороги даже для однотипных вагонов имеют достаточно большой разброс по величинам. Это говорит о том, что эксплуатационная надежность грузовых вагонов определяется не только характеристиками конструкции вагонов, но и во многом уровнем организации технического обслуживания на гарантийном участке и условиями эксплуатации на этом участке.

В условиях вероятностного характера параметров модели трудно согласиться с расчетом ожидаемого числа отказов по фактическим и нормированным затратам труда. По нашим исследованиям, многое привносят фактические условия функционирования данного ПТО, например, такие как обеспечение ПТО запасными частями и материалами, уровень механизации производственных процессов, ритмичность технического обслуживания подвижного состава, производительность работы и квалификация ремонтно-смотровых бригад и т. д. При этом следует учитывать, что недостаточно обоснованное расширение круга таких факторов без учета их значимости может привести к получению громоздкой, трудноразрешимой и неуправляемой модели. Возникает необходимость разработки модели оптимальной сложности влияния различных факторов, определяющих работу ПТО, на показатели надежности вагонов. При этом следует строго следовать условиям достаточной адекватности и точности модели.

С учетом вышеизложенного получение оптимальной модели формирования эксплуатационной надежности грузовых вагонов должно преследовать две основные цели: установить главные факторы, влияющие на эксплуатационную надежность грузовых вагонов на гарантийных участках, и степень их влияния. Здесь в основу методологии разработки модели должен быть положен множественный корреляционный анализ. В общем виде разрабатываемая модель может быть представлена зависимостью

$$T = f(X_1, \dots, X_i, \dots, X_n), \quad i = 1, n,$$

где T – наработка на отказ; X_i – фактор, влияющий на эксплуатационную надежность вагона при преследовании по гарантийному участку при обслуживании на ПТО.

Исходным массивом служат количественные показатели функционирования ПТО для принятой экспертным оцениванием совокупности факторов: X_1 – обеспеченность ПТО запасными частями и материалами; X_2 – дисциплина труда; X_3 – уровень механизации; X_4 – обеспеченность рабочей силой; X_5 – уровень образования основных и производственных рабочих; X_6 – стаж работы по специальности; X_7 – соблюдение технологической дисциплины; X_8 – текучесть кадров; X_9 – профессиональный уровень по разряду; X_{10} – возраст основных производственных работников ПТО; X_{11} – плотность обеспечения вагонниками гарантийного участка, чел./км; X_{12} – структура обслуживаемых поездов; X_{13} – средняя масса поезда, т; X_{14} – средняя участковая скорость, км/ч; X_{15} – средняя техническая скорость, км/ч.

Далее устанавливаем аппроксимирующие зависимости для модели и выполняем расчет парных коэффициентов корреляции для функционала качества и факторов, а также между последними. После расчета совокупного коэффициента корреляции формируем модель множественной регрессии.

Поскольку предполагается включить в модель достаточно большое количество факторов, целесообразно при формировании модели включать не все 15 факторов, а наращивать их число от 1 до M . При этом начинать необходимо с самого значимого фактора, который в наибольшей (по сравнению с другими) степени определяет изменение показателя эксплуатационной надежности.

Для оценки значимости каждого фактора предлагаются четыре подкритерия:

1 Парный коэффициент корреляции i -го фактора и наработки на отказ.

2 Остаточная дисперсия для T .

3 Первая производная от функции T .

4 Стандартизованный коэффициент множественной линии регрессии.

Чтобы избежать потери точности модели, необходимо установить мультиколлинеарные факторы, т. е. такие, которые имеют высокую степень зависимости между собой. В данной задаче за такой уровень принимаются значения коэффициентов корреляции в пределах 0,80 ... 0,85. Для принятия решения о том, какой из факторов остается у модели, устанавливается теснота связи каждого из факторов с исследуемой величиной. Если один из сильно коррелируемых факторов имеет более тесную связь с функционалом T , то он остается в модели, а другой отбрасывается.

Для имеющихся статистических показателей для обобщенного ПТО получена модель оптимальной сложности формирования эксплуатационной надежности грузовых вагонов в виде

$$T = (2253 - 88X_1 + 36X_2 + 723X_5 + 90X_6 - 104X_8 + 36X_{13} - 108X_{15}) \cdot 10^3.$$

УДК 629.4

ВИДЫ УРАВНЕНИЙ ИЗНОСА ДЛЯ РЕЛЬСОВОГО НЕТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Ю. Г. ЧЕПИК

Белорусский государственный университет транспорта

Большой парк грузового подвижного состава требует огромных затрат на поддержание его исправности и работоспособности. При планировании и прогнозировании грузовых потоков в условиях рынка для расчета себестоимости перевозок нужно учесть будущие затраты по обслуживанию подвижного состава и организации ремонтной базы на предприятиях Белорусской железной дороги. Для учета эксплуатационных затрат нужно знать износ для каждого рода подвижного состава. Желательно знать еще и ориентировочные предельные точки технического износа каждого рода грузового вагона. Это позволило бы снизить эксплуатационные затраты. Если найти уравнения, которые с большой степенью вероятности описывают технический износ каждого рода грузового вагона, то тем самым мы можем найти точки технического износа для данного рода грузового вагона. Определение этих точек с большой достоверностью дает эксперту возможность разработать дальнейшую альтернативную техническую и экономическую политику по дальнейшей эксплуатации данного рода грузового вагона.

Степень технического износа предлагается считать для каждого рода транспортного средства по следующей формуле:

$$H_m(x_1) = 1 - \frac{K_m(x_1)}{K_c}, \quad (1)$$

где $x = x_1, x_2, \dots, x_m$ – время жизненного цикла транспортного средства до года технического износа транспортного средства (x_m); K_c – первоначальная цена транспортного средства; $K_m(x_1)$ – оценка стоимости транспортного средства в год эксплуатации (x_1) в предположении отсутствия морального износа в прошлом и будущем, без изменяющейся банковской ставки и инфляции, которую предлагаем считать по формуле

$$K_m(x_1) = \sum_{x=x_1}^{x_m} (C_c + r_k K_c - e_c(x))(1+r_k)^{(x_1-x)}, \quad (2)$$

где C_c – первоначальные полные эксплуатационные затраты на данном роде транспортного средства; $e_c(x)$ – эксплуатационные расходы на текущем роде транспортного средства в год (x) без амортизации.

В таблице 1 R^2 – величина достоверности уравнения, описывающего технический износ грузового вагона; $E = 10$.

Уравнения для оценки годового износа различного рода грузовых вагонов представлены в таблице 1.