

1.Анализируя таблицу 2 видно, что заданная вероятность обеспечения ресурса подшипника ($\gamma_{nk} = 90\%$) меньше расчетной вероятности обеспечения ресурса γ_{nk}^P подшипников.

2.Теоретические и экспериментальные данные в эксплуатации указывают на необходимость совершенствования конструкции вагонной буксы и повышения качества изготовления роликовых подшипников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конструирование и расчет вагонов. Под ред. В.В. Лукина. М., 2000.
2. Подшипники качения. Справочник-каталог /Под ред. Нарышкина В.И. и Кооросташевского Р.В. М., Машиностроение, 1984, 280 с.
3. Хазов Б.Ф., Дидусев Б.А. Справочник по расчету надежности машин на стадии проектирования. М., Машиностроение, 1986, 224 с.
4. Надежность машиностроительной продукции: практическое руководство по нормированию, подтверждению и обеспечению. М., Изд. Стандартов, 1990, 328 с.

УДК 656.12

Аббас Бауыржан – соискатель (Алматы, ТОО «Группа компании Актан»)

Амерханов Аскар Болатович – инженер (Алматы, ТОО «Группа компании Актан»)

Ахметов Данетай Баялиевич - инженер (Алматы, ТОО «Группа компании Актан»)

Кулманова Назира Кадыровна – д.т.н., профессор (Алматы, КазАТК)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КРИТЕРИИ ФОРМИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛОКОМОТИВНОГО ПАРКА

К настоящему времени можно считать, что объем и номенклатура локомотивного парка АО «Локомотив» полностью сформировались на основе опыта многолетней организации перевозок в период существования Советского Союза. Наиболее слабым звеном локомотивного хозяйства в период его реорганизации является рациональная организация и техническое обеспечение ремонтно-профилактической базы и оптимальное размещение ее опорных пунктов на участках дороги.

Для обеспечения нормального функционирования локомотивов, в течение всего времени перевозок в пределах обслуживания АО «Локомотив», необходимо произвести оценку готовности каждого состава к перевозке, оценку надежности эксплуатации состава как единой системы с учетом процессов восстановления системы в случае наступления брака.

Для оценки готовности сформированного поезда можно рассмотреть модель из последовательно соединенных элементов. Сделаем предложение о том, что одновременно невозможен отказ двух и более элементов системы (исключением является сход вагонов с рельсов, но такая ситуация не предусматривается в планировании перевозок). Кроме того, предполагается, что к моменту устранения брака (ремонт экипажа или его замена), вся система имеет готовность того же уровня, что и до наступления отказа.

Обозначим через $F(t)$ распределение продолжительности срока службы и через t среднее время безотказной работы элементов системы. Предположим, что в течение времени t длительность нормального функционирования равна $T_m(t)$ и длительность простоя системы, связанного с ремонтом или заменой отдельного элемента, равна $T_b(t)$.

Причем для восстановления системы требуется время, имеющее среднее значение v . Готовность $K_r(t)$ системы к эксплуатации в момент времени t определяется как вероятность того, что система нормально функционирует в момент времени t . В этом случае имеем:

$$K_r(t) = \bar{F}(t) = \int_0^t F(t-u) dM_n(u) \quad (1)$$

Здесь $M(u)$ функция восстановления, соответствующая распределению F , u - время безотказной работы системы после истечения времени t с вероятностью $P_i(u)$.

Предельная готовность системы равна:

$$K_r = \lim_{t \rightarrow \infty} K_r(t) = \frac{\bar{t}}{\bar{t} + v} \quad (2)$$

Для оценки средних значений можно использовать формульные выражения:

$$K_{rep} = \left(1 + \sum_{i=1}^m \frac{v_i}{\bar{t}_i} \right)^{-1} \quad \text{- средний коэффициент готовности} \quad (3)$$

$$\bar{t} = \left(\sum_{i=1}^m \frac{1}{\bar{t}_i} \right)^{-1} \quad \text{- среднее время нормального функционирования системы} \quad (4)$$

$$v = \bar{t} \sum_{i=1}^m \frac{v_i}{\bar{t}_i} \quad \text{- среднее время вынужденного простоя} \quad (5)$$

Для оценки готовности системы (состава) к эксплуатации необходимо знать закон распределения времен безотказной работы $F(t)$ и функцию восстановления $M_n(u)$.

Если $F(t)$ интегральная функция распределения времени безотказной работы вагона, то $\bar{F}(t) = 1 - F(t)$ и вероятность его безотказной работы или функция надежности. Условная функция интенсивности отказов определяется как:

$$r(t) = \lim_{0} \frac{F\left(\frac{u}{t}\right)}{u} \quad (6)$$

Здесь $F\left(\frac{u}{t}\right) = 1 - \frac{\bar{F}(t+u)}{\bar{F}(t)}$ - условная вероятность того, что устройство, проработавшее в

течении времени t , выйдет из строя в период времени $(t; t+u)$.

При этом дифференциальная функция распределения времени безотказной работы определится выражением:

$$f(t) = r(t) \exp \left[- \int_0^t r(x) dx \right] \quad (7)$$

Если принять, что интенсивность отказов вагонов λ состава в течение планового периода эксплуатации постоянная величина, то в качестве математической модели можно использовать показательный закон распределения:

$$\bar{F}(t) = \exp(-\lambda t) \quad \lambda > 0 \quad (8)$$

В этом случае, среднее значение времени безотказной работы равно $\bar{t} = \frac{1}{\lambda}$.

Состав представляет собой систему последовательно соединенных независимых элементов с показательным распределением времени безотказной работы. Распределение времени безотказной работы системы также подчиняется экспоненциальному закону.

Если обозначить через λ_i интенсивность отказов i -го вагона состава, а через T и T_i время безотказной работы всего состава и i -го вагона соответственно, то

$$P(T > t) = P\{\min(T_1, T_2, \dots, T_n) > t\} = P[T_1 > t, \dots, T_n > t] = \prod_{i=1}^n [T_i > t] = \prod_{i=1}^n \exp\left(-\sum_{i=1}^n \lambda_i t\right) \quad (9)$$

Таким образом, распределение времени безотказной работы состава подчинено закону

$$\bar{F}(\bar{t}) = \exp\left(-\sum_{i=1}^n \lambda_i t\right) \quad (10)$$

с интенсивностью отказов $\sum \lambda_i$ и средним значением $\bar{t} = \frac{1}{\sum \lambda_i}$.

Для оценки процесса восстановления поезда в случае обнаружения брака можно рассмотреть процесс, в котором после устранения неисправности вагон будет иметь то же распределение продолжительности безотказной работы, что и при оценке его готовности к эксплуатации. Если $F(t)$ является интегральной функцией распределения продолжительности срока службы, а $F^k(t)$ есть k -кратная сверка функции $F(t)$, то для оценки имеем зависимости:

$$F^1(t) = F(t); F^k(t) = \int_0^t F^{(k-1)}(t-x) dF(x) \quad (11)$$

Функция $F^k(t)$ есть ни что иное, как распределение случайных величин $\sum_{i=r}^k T_{ki}$ где все T_{ki} независимы и имеют общую функцию распределения $F(t)$. Здесь T_i последовательные интервалы функционирования поезда между браками.

Обозначим через $N(t)$ число устранения неисправностей (количество выявленных браков) выполненных за период $[0, t]$. Эта функция является неотрицательной целочисленной случайной величиной, такой что

$$P[N(t) = 0] = P[T_i > t] = \bar{F}(t) \\ P[N(t) = k] = P[T_1 + T_2 + \dots + T_n \leq t, x_i + \dots + T_{kn} > t] = F^k(t) - F^{k+1}(t), k \geq 1 \quad (12)$$

Случайный процесс $\{N(t); t \geq 0\}$ является простым процессом восстановления. Математическое ожидание величины $N(t)$ является функцией восстановления и определяется выражением

$$M(t) = \sum_{k=0}^{\infty} k P[N(t) = k] = \sum_{k=1}^{\infty} F^k(t) \quad (13)$$

В случае показательного закона распределения времени безотказной работы с интенсивностью λ , процесс восстановления имеет распределение Пуассона с той же интенсивностью λ :

$$P[N(t) = k] = \frac{(\lambda t)^k \exp(-\lambda t)}{k!} \quad (14)$$

При этом функция восстановления равна среднему значению случайной величины $N(t)$:

$$M(t) = \lambda t \quad (15)$$

Функция восстановления состава из n вагонов будет иметь вид:

$$M(t) = \sum_{i=1}^n \lambda_i t \quad (16)$$

Таким образом, мы получили математические модели (расчетные формулы) для оценки готовности состава к эксплуатации и определения его надежности с учетом возможности возникновения браков в процессе перевозки грузов. Для оценки надежности перевозочного процесса в течение всего периода планирования перевозок необходимо определять эти оценки каждому составу, принятому к обслуживанию в АО «Локомотив».

УДК 625.016

Кибитова Рита Куримбаевна - преподаватель (Алматы, КазАТК)

Жасыбай Руслан - магистрант (Алматы, КазАТК)

ВИЗУАЛЬНО-ОПТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОЛЕСНЫХ ПАР ВАГОНОВ НА ХОДУ ПОЕЗДА

Колёсные пары являются наиболее ответственным элементом ходовых частей вагонов, от надёжности которых во многом зависит безопасность движения поездов.

Поэтому для повышения достоверности контроля технического состояния колёсных пар в эксплуатации применяют многоступенчатый контроль разными типами диагностических систем, в том числе с непосредственным участием осмотровиков-ремонтников (органолептический контроль органами чувств человека).

Для облегчения и повышения качества осмотра (органолептического контроля) колёсных пар вагонов на ходу поезда на Западно-Сибирской дороге РФ разработано устройство видеоконтроля технического состояния подвижного состава – УВК ПС[1], которое в АО «НК «КТЖ»» не запланировано.

На первом этапе устройство видеоконтроля УВК ПС обеспечивает автоматический видеоконтроль технического состояния колёсных пар движущегося подвижного состава, но, в дальнейшем, может быть применено для контроля и других составных частей вагонов.