

УДК 629.45:626.835

Элязов Исраил Шукюр оглу – к.т.н., доцент (Азербайджан, Баку, АТУ)
 Гасратова Лейла Мамед кызы – ассистент (Азербайджан, Баку, АТУ)

ПРОВЕРКА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ВАГОНОВ

Одним из основных элементов ходовой части вагонов являются буксы с подшипниками качения, надежность которых во многом зависит от долговечности роликовых подшипников. Основными требованиями, предъявляемыми к буксовым узлам, являются безотказность и долговечность работы в существующих условиях эксплуатации, в течение установленных сроков службы [1].

Проверка обеспечения требований к долговечности конструктивных элементов и деталей вагонов в общем случае осуществляется расчетными, расчетно-экспериментальными и экспериментальными методами. Естественно, что на стадии изготовления или ремонта, предпочтение должно отдаваться расчетным методам подтверждения заданной долговечности. А другие методы требуют наличия специального стендового оборудования и применяют в тех случаях, когда соответствующие расчетные методы отсутствуют, или они базируются на результатах экспериментальных исследований. Это не означает, что расчетные методы позволяют полностью исключить проведение последующих натуральных испытаний образцов изделий на надежность [3,4].

Из всего многообразия конструктивных элементов, долговечность которых может быть проверена расчетным путем, наибольший практический интерес представляют детали буксы вагона, что нашло отражение в материалах данной статьи [1].

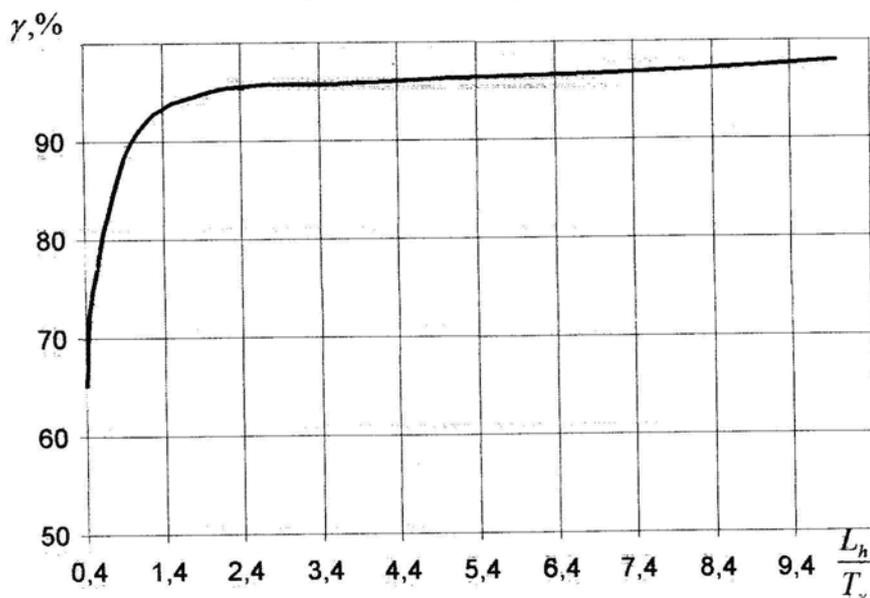


Рисунок 1. График для определения вероятности обеспечения ресурса подшипника качения

В основе расчетов по проверке обеспечения требований к долговечности деталей лежит определение вероятности γ_{ij}^P - достижения предельного состояния конкретного элемента (подшипники буксы) при заданном значении ресурса. При этом долговечность детали считается обеспеченной, если величина γ_{ij}^P окажется не ниже требуемого значения γ_{ij} .

Такой подход становится наиболее эффективным, когда он согласуется со стандартными и типовыми методами проведения прочностных расчетов. Однако, эти методы не являются однозначными в части выбора расчетного ресурса. Так, расчет подшипников качения, зубчатых передач и других деталей вагона приводится по величине гамма - процентного ресурса, T_{yij} и проверка обеспечения требований к их долговечности состоит в подтверждении величины γ_{ij} , соответствующей этому ресурсу. Проверка обеспечения требований к долговечности таких деталей (подшипников) может проводиться двумя способами: путем перехода от среднего гамма – процентному ресурсу, путем определения расчетной величины соответствующей ресурсу.

Расчетная вероятность неразрушения подшипника γ_{nk}^p определяется по графику 1, в зависимости от соотношения его расчетной долговечности L_n и заданного гамма – процентного ресурса T_{mk} . В данной работе расчетная долговечность определяется по следующей формуле:

$$L_n = \frac{10^6}{60n} a_y \left(\frac{C}{P} \right)^p, \quad (1)$$

где n - частота вращения подшипника, мин⁻¹; a_y - обобщенный коэффициент, учитывающий качества металла деталей подшипника и условий его эксплуатации; C - динамическая грузоподъемность подшипника, H ; p - показатель степени (для роликовых подшипников $p = \frac{10}{3}$); P - эквивалентная динамическая нагрузка, H .

Для определения коэффициента a_y рекомендуются три вида условий использования (при $v \leq 80$ км/час):

- а) обычные условия применения подшипников;
- б) условия, характеризующие наличием смазочной пленки масла между контактирующими поверхностями колец и тел качения и отсутствием повышенных перекосов в узле буксы;
- в) когда кольца и тела качения изготовлены из износостойкой стали, и подшипники работают в условиях наличия смазочной пленки масла между контактирующими поверхностями колец и тел качения и отсутствия повышенных перекосов в узле буксы.

Применение этих трех видов условий значения коэффициентов a_y приведены в таблице 1.

Таблица 1. Обобщенный коэффициент a_y

№	Тип подшипника	Вид условий применения		
		0,5-0,6	0,8	1,0-1,2
1.	Роликоподшипники цилиндрические	0,6-0,7	0,9	1,1-1,2
2.	Роликоподшипники конические	0,3-0,4	0,6	0,8-1,0
3.	Роликоподшипники сферические двухрядные			

Динамическая грузоподъемность C является основной характеристикой подшипника, величина которой приводится в каталогах для всех стандартных подшипников качения [2].

Величина эквивалентной динамической нагрузки P определяется в зависимости от типа подшипника по следующей предлагаемой формуле:

$$P = 0,5i \cdot [(P_{CT} + T) / m_0 - P_k] \cdot k_b \cdot k_t,$$

где i - число подшипников в буксе, $i = 2$; m_0 - число осей в вагоне, $m_0 = 4$; T - тара вагона, $T = 23,2t = 232kN$; P_{CT} - грузоподъемность вагона, $P_{CT} = 640kN$; P_k - собственная масса колесной пары, $P_k = 14,4kN$; k_b - коэффициент безопасности, зависит от характера нагрузки (умеренные толчки, кратковременная перегрузка до номинальной нагрузки), $k_b = 1,3 - 1,5$ для буксы; k_t - температурный коэффициент, зависит от рабочей температуры подшипника, $k_t = 1,05 - 1,22 (t = 125 - 170^\circ C)$.

Расчеты по определению вероятности обеспечения заданного ресурса подшипников целесообразно оформлять в виде таблиц, примеры заполнения которых приведены в таблице 2 для подшипников качения буксы.

Таблица 2. Проверка подшипников качения

№	Наименование параметров	Обозначение	Расчетная зависимость	Номера подшипников	
				I	II
1	2	3	4	5	6
1	Номер подшипников	---	характеристика	42726	73727
2	Динамическая грузоподъемность, kN	C	[2]	490	753
3	Эквивалентная динамическая нагрузка, kN	P	$P = \frac{1}{2i} \cdot [(P_{CT} + T) / m_0 - P_k] \cdot k_t$	78,54	85,68
4	Частота вращения, $мин^{-1}$	n	исходные данные	220	220
5	Обобщенный коэффициент	a_y	по таблице 1	1,0	0,9
6	Гамма – процентный ресурс	T_{mk}	$1,5 \cdot 10^6$ км	---	---
7	Заданная вероятность обеспечения ресурса, %	γ_{nk}	[3]	90	90
8	Коэффициент безопасности	k_b	[3]	1,4	1,4
9	Расчетная долговечность	L_n	20670	29200	26500
10	Температурный коэффициент	k_t	[3]	1,1	1,2
11	Коэффициент взаимосвязи ресурсов	k_{mk}^P	L_n / T_{mk}	1,1	1,29
12	Вероятность обеспечения ресурса, %	γ_{nk}^P	по графику на рис.1.	92	96

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 $T_b(t)$.