

ЖӨНДЕУАРАЛЫҚ АТҚАРЫМНЫҢ ЖҮК ВАГОНДАРЫНЫҢ ПАЙДАЛАНУ ҚАУІПСІЗДІГІНЕ ӘСЕРІ

Аңдатпа

Қазіргі уақытта аталған жөндеу аралық нормативтерді ғылыми негіздеу міндеті бірінші дәрежелі мәнге ие. Жөндеу аралық нормативтер деп вагондарға арналған конструкторлық құжаттамада өндіруші мәлімдеген вагондарды пайдаланудың күнтізбелік мерзімі және жөндеу аралық кезеңдегі жүріс түсініледі. Мақалада пайдалану жағдайларында жүк вагондарының қауіпсіздігіне әсер ететін вагондардың тораптары мен бөлшектерінің жөндеуаралық жұмыс істеуінің көрсеткіштерін анықтау әдістемесі ұсынылған.

Түйінді сөздер: вагон, техникалық қызмет көрсету, жөндеу, бөлшектер, сәтсіздік, жұмыс, сенімділік, қауіпсіздік.

OMAROV A.D. – d.t.s., professor (Almaty, Kazakh university ways of communications)

ISAYENKO E.P. – d.t.s., professor (Russian Federation, Belgorod, Belgorod state technological university named after V.G. Shukhov)

OMAROVA G.A. – k.e.s., PhD, professor (Almaty, Kazakh university ways of communications)

SULEEVA N.Z. – k.t.s., assoc. professor (Almaty, Academy of logistics and transport)

THE IMPACT OF INTER-REPAIR WORK ON THE OPERATIONAL SAFETY OF FREIGHT CARS

Abstract

At present, the task of scientific substantiation of these inter-repair standards is of paramount importance. Inter-repair standards are understood as the calendar period of operation of cars and the mileage in the inter-repair period, declared by the manufacturer in the design documentation for cars. The article proposes a method for determining the indicators of inter-repair operation of components and parts of cars that affect the safety of freight cars in operational conditions.

Keywords: wagon, maintenance, repair, parts, failure, operating time, reliability, safety.

УДК 656.2

КАЙНАРБЕКОВ А.К. – д.т.н., профессор (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

БЕКМАМБЕТ К.М. – к.т.н., доцент (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

ТУРКЕБАЕВ М.Ж. – к.т.н., доцент (г. Алматы, Академия логистики и транспорта)

К ВОПРОСУ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАГРУЖЕННОСТИ ХОДОВЫХ ЧАСТЕЙ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

Аннотация

В настоящей статье выполнен анализ усталостных повреждений литых деталей тележек грузовых вагонов в эксплуатационных условиях. Показано, что повышенные статические нагрузки и скорости движения поездов оказывают влияние на дисперсию эксплуатационных напряжений, так при интенсивной эксплуатации грузовых вагонов динамические нагрузки, действующие на детали вагонов, растут с увеличением статической нагрузки от оси на рельсы и скорости движения поезда, что приводит к повышению напряжений в деталях тележки, тем самым увеличивается вероятность появления усталостных трещин в этих деталях. Поэтому возникает необходимость оценки соответствия несущих элементов тележки к иным условиям эксплуатации по уровню усталости и надежности. Для разработки научно обоснованных положений, на основе которых могут быть назначены нормированные показатели надежности по критерию появления усталостных трещин, необходима оценка фактических показателей надежности литых деталей тележек существующего парка. Такая оценка может быть проведена на основе результатов контроля деталей при поступлении вагонов в депо для ремонта.

Ключевые слова: грузовой вагон, ходовая часть, тележка, литые детали, трещины, изломы.

Введение. Анализ усталостных повреждений литых деталей тележек грузовых вагонов в эксплуатационных условиях показывает, что поданным АО «Казтеміртранс» с 2010 по январь на территории Казахстана произошло более 40 случаев излома боковых рам, из них 13 старые трещины, 24 – литейные дефекты при изготовлении в новых вагонах.

Поскольку вагонный парк РК обновлялся в основном за счёт – приобретения вагонов ЗАО «Азовэлектросталь» совместно с заводом проводились работы по дефектоскопированию литых деталей с клеймом «1291», изготовленных в 2010-2015 гг.

Результат неутешителен: из 5155 обследованных вагонов дефекты в боковых рамах выявлены 5623 деталях и в 983 надрессорных балках.

Осмотр литых деталей тележек производится при техническом обслуживании вагонов во время их эксплуатации, а также при поступлении вагонов в заводской и депо для ремонта.

Как известно, при интенсивной эксплуатации динамические нагрузки, действующие на детали вагонов, растут с увеличением статической нагрузки от оси на рельсы и скорости движения поезда, что приводит к повышению напряжений в деталях тележки, тем самым увеличивается вероятность появления усталостных трещин в этих деталях. Поэтому возникает необходимость оценки соответствия несущих элементов тележки к иным условиям эксплуатации по уровню усталости и надежности. Причем, в процессе эксплуатации, изменение значения, повторяемости статической нагрузки на ось и скорости движения поезда носят статический характер [1, 2].

Основная часть. В таблице 1 [3] приведены значения весовой доли времени P_{vi} , приходящейся на эксплуатацию грузовых вагонов со скоростями в интервале ΔV_i , для различных максимальных скоростей движения V_{max} , рекомендуемые нормами расчета [4].

Очевидно, что сумма этих значений должна быть равной единице, т.е. $\sum_{i=1}^k P_{vi} = 1$. Хотя для максимальной скорости движения 30 м/с (≈ 100 км/ч) эта величина отлична от единицы, возможна опечатка, поэтому столбец для данной скорости движения необходимо скорректировать.

На рисунке 1 [5] приведены гистограммы распределения пробега грузовых вагонов с различными уровнями загрузки. На гистограммах по оси абсцисс отложены интервалы нагрузки на ось, по оси ординат – частота их появления. Причем гистограммы

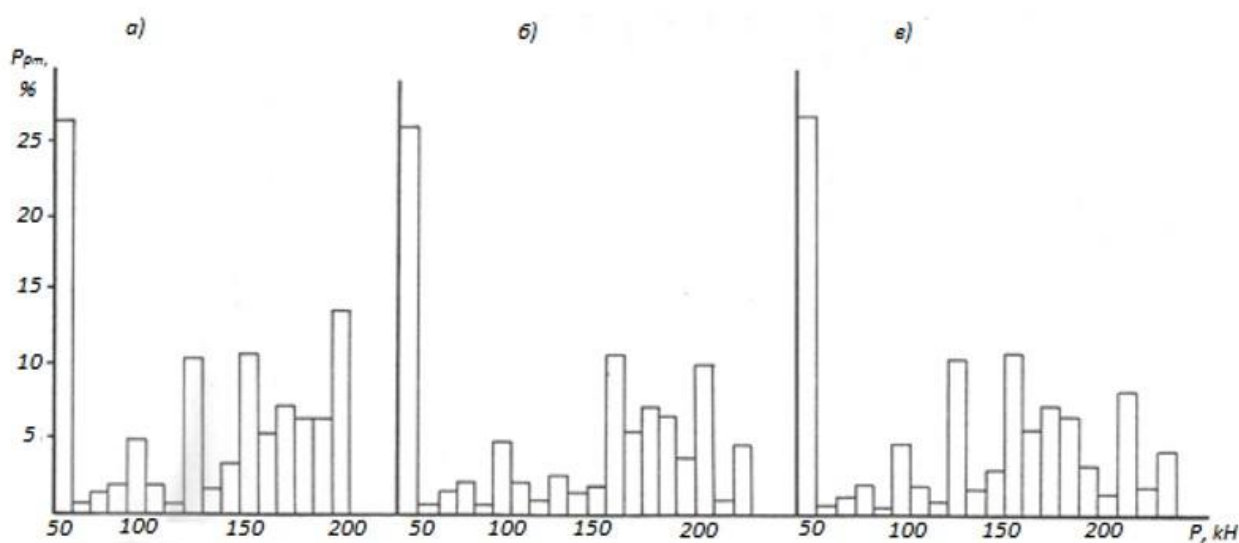
построены для среднего эксплуатационного состояния грузовой тележки с учетом весовой доли каждого типа вагона в общем объеме грузового парка [5, 6].

Среднюю статическую нагрузку для конкретного типа вагона, в котором перевозятся различные грузы, можно определить [7]:

$$\overline{P}_m = \frac{\sum \alpha_j}{\sum \frac{\alpha_j}{m_j}} \quad (1)$$

где α_j – абсолютное количество или доля j -го груза в общем объеме грузов, перевозимых рассматриваемым типом вагона;

P_{m_j} – статическая нагрузка, определяющая количество груза, которое загружается в вагон.



а) для средних условий работы сети в 1975 г.; б) для всего парка грузовых вагонов постройки после 1973 г. при допускаемой статической нагрузке на ось 228 кН; в) – то же при 245 кН.

Рисунок 1 – Гистограмма распределения пробега грузовых вагонов с различными нагрузками на ось

Таблица 1 – Рекомендуемые значения P_{vi}

Интервал скоростей движения ΔV_i , м/с	Максимальная скорость движения грузовых вагонов V_{max} , м/с (км/ч)		
	35 (~ 120)	30 (~100)	25 (~90)

0 – 12,5	0,05	0,07	0,10
12,5 – 15,0	0,07	0,10	0,10
15,0 – 17,5	0,08	0,15	0,20
17,5 – 20,0	0,10	0,20	0,30
20,0 – 22,5	0,15	0,25	0,20
22,5 – 25,0	0,23	0,10	0,10
25,0 – 27,5	0,15	0,03	–
27,5 – 30,0	0,10	0,02	–
30,0 – 32,5	0,05	–	–
32,5 – 35,0	0,02	–	–
$\sum_{v=1}^l \rho_{v_i}$	1,0	0,92	1,0

Из таблицы 1 и рисунка 1 видно, что приведенные значения вероятностей учитывают перспективы некоторого роста статической нагрузки от оси на рельсы и скоростей движения грузовых вагонов в эксплуатации.

Для оценки усталостной долговечности исходные значения (скорость движения, нагрузка на ось) предварительно усредняются с учетом вероятностного веса скоростей (таблица 1) и статической нагрузки от оси на рельсы (рисунок 1), а затем выполняется расчет по усредненным данным.

Следует отметить, что на пунктах технического обслуживания (ПТО) и пунктах подготовки вагонов к погрузке (ППВ) осмотр проходит на открытом воздухе при различных, часто неблагоприятных, погодных условиях, недостаточной освещенности и загрязнённых поверхностей деталей. Кстати, 80% изломов боковых рам приходится на октябрь – март в период наиболее низких температур. Расположение многих зон контроля требует осмотра снизу или применения зеркал, продолжительность контроля ограничена нормативами технического обслуживания и составляет 5-6 секунд на каждую боковую раму и надрессорную балку. Поэтому вероятность выявления усталостных трещин в литых деталях визуальным осмотром на технических станциях довольно низка.

Тем не менее, вагоны в которых при осмотре обнаружены трещины в литых деталях тележки, поступают в текущий оцепочный ремонт. Статические сведения о поступлении вагонов в текущий оцепочный ремонт содержат лишь факт наличия трещины в детали без указания места её расположения и года изготовления (срока службы) детали. Кроме того, в сведениях указано общее число вагонов, поступающих в текущий оцепочный ремонт по всем видам неисправностей. обозначим через ω долю отказов вагонов по неисправностям боковых рам или надрессорных балок от общего числа отказов вагонов. Вероятность выявления трещины при осмотре $P_{\text{выявл.}}$ определим, как отношение числа деталей, в которых при осмотре обнаружена трещина, к общему числу осмотренных деталей.

$$P_{\text{выявл.}} = \frac{\omega}{k} \cdot \frac{N_{\text{тр}}}{N_{\text{осм}}}, \quad (2)$$

где k – коэффициент, учитывающий число боковых рам ($k=4$), или надрессоренных балок ($k=2$) у вагона; $N_{\text{тр}}/N_{\text{осм}}$ – отношение числа вагонов, поступающих в текущих оцепочный ремонт к общему числу осмотренных вагонов за определенный период времени, например, за год:

$$\frac{N_{mp}}{N_{осм}} = \frac{N_{п.п.} \cdot \omega_{mp}}{N_{п.п.} \cdot \omega_{ос}} = \frac{\omega_{mp}}{\omega_{ос}},$$

где $N_{п.п.}$ – число вагонов рабочего парка;

ω_{mp} – частота поступления вагонов в текущий отцепочный ремонт;

$\omega_{ос}$ – частота осмотров грузового вагона.

Тогда

$$P_{выявл.} = \frac{\omega}{k} \cdot \frac{\omega_{mp}}{\omega_{ос}} \quad \text{или} \quad P_{выявл.} = \frac{n}{k \cdot 1000 \cdot \omega_{ос}}, \quad (3)$$

где n – число вагонов, поступающих в текущий отцепочный ремонт по отказу – появлению трещины в боковой раме (надрессорной балке), приходящегося на 1000 вагонов рабочего парка;

По статистическим данным 2010-2015 гг. $\omega_{mp} = 4,45$, $\omega_{ос} = 670$. Основные статистические данные сведены в таблице 2.

Вероятность выявления усталостной трещины в боковых рамах на ПТО и ППВ не превышает $0,4 \cdot 10^{-5}$. Таким образом, основной контроль технического состояния надрессорных балок и боковых рам в эксплуатации происходит при поступлении вагонов в деповской и заводской ремонты. В вагонных депо и на вагоноремонтных заводах контроль осуществляется в закрытом отапливаемом помещении, при этом тележку разбирают, детали очищают, промывают и осматривают на кантователе, проверяет с помощью дефектоскопии. Естественно, что основная часть повреждений, а также дефектов линейного происхождения выявляются именно здесь.

Таблица 2 – Статистические данные по поступлению вагонов в ремонт и осмотрам грузовых вагонов на территории Казахстана

Годы обследования	Число вагонов, поступивших в текущий отцепочный ремонт, на 1000 ед.раб.парка n	Частота отказов, ω	Вероятность выявления за один осмотр, $P_{выявл.}$
2009	4/8	0,00095/0,0019	$0,32 \cdot 10^{-5}/0,32 \cdot 10^{-5}$
2010	3/8	0,00067/0,0018	$0,24 \cdot 10^{-5}/0,32 \cdot 10^{-5}$
Примечание: в числителе – по трещинам надрессорных балок, в знаменателе – по трещинам боковых рам.			

Таблица 3 – Расчётная вероятность выявления трещин в литых деталях тележек

Годы обследования	Общее число осмотренных деталей	Число деталей с трещинами	Вероятность выявления трещин
2009	45801/8643	342/556	0,0074/0,0645
2010	46825/19639	502/189	0,0107/0,0096
Примечание: в числителе – по трещинам надрессорных балок, в знаменателе – по трещинам боковых рам.			

Вероятность выявления детали с трещиной при контроле во время деповского или заводского ремонта может быть вычислена как:

$$P_{\text{выявл.}} = Q_T / Q_0, \quad (4)$$

где Q_T – число деталей с трещинами;

Q_0 – общее число обследованных деталей.

Как и ожидалось, $P_{\text{выявл.}}$ при контроле деталей при поступлении вагонов в деповской или заводской значительно выше, чем при контроле их на ПТО и технических станциях, при этом выявляются критические повреждения, которые в ближайшее время могут привести к аварийным последствиям.

Для разработки научно обоснованных положений, на основе которых могут быть назначены нормированные показатели надежности по критерию появления усталостных трещин, необходима оценка фактических показателей надежности литых деталей тележек существующего парка. Такая оценка может быть проведена на основе результатов контроля деталей при поступлении вагонов в деповской ремонт.

Проверка по критерию однородности χ^2 (при уровне значимости $\alpha = 0,05$) [7, 8] показала, что для каждого года обследования (2010-2015 гг.) результаты осмотра, предоставляемые отдельно группами надежности и работниками вагонных депо, не имеющих групп надежности, противоречат гипотезе об однородности выборок. По этой причине объединение этих данных в общую выработку не является допустимым, и статистическую обработку и определение показателей надежности проводили только по эксплуатационным данным, представляемым группами надежности как наиболее достоверным.

В работе [9] был предложен способ определения показателей надежности по данным эксплуатационных осмотров. С использованием этого метода были получены эмпирические функции распределения наработок до отказа литых деталей (надрессорной, балки и боковой рамы) тележки грузового вагона для разных лет обследования технического состояния деталей (2010-2015 гг.)

Для боковой рамы эксплуатационными дефектами являются усталостные трещины (рисунок 2, а) в зонах нижнего 3 и верхнего 4 углов рессорного проема, буксовом проеме 2 и в углу консольной части 1. Кроме того, выявляются так же: рамы с продольными трещинами в зоне буксового проема 5.

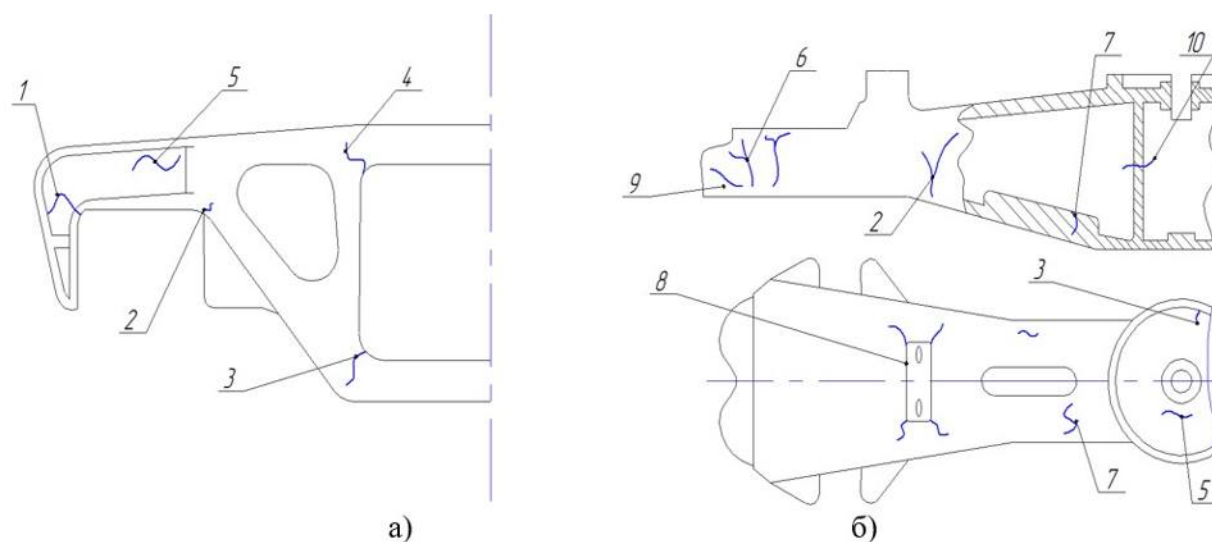
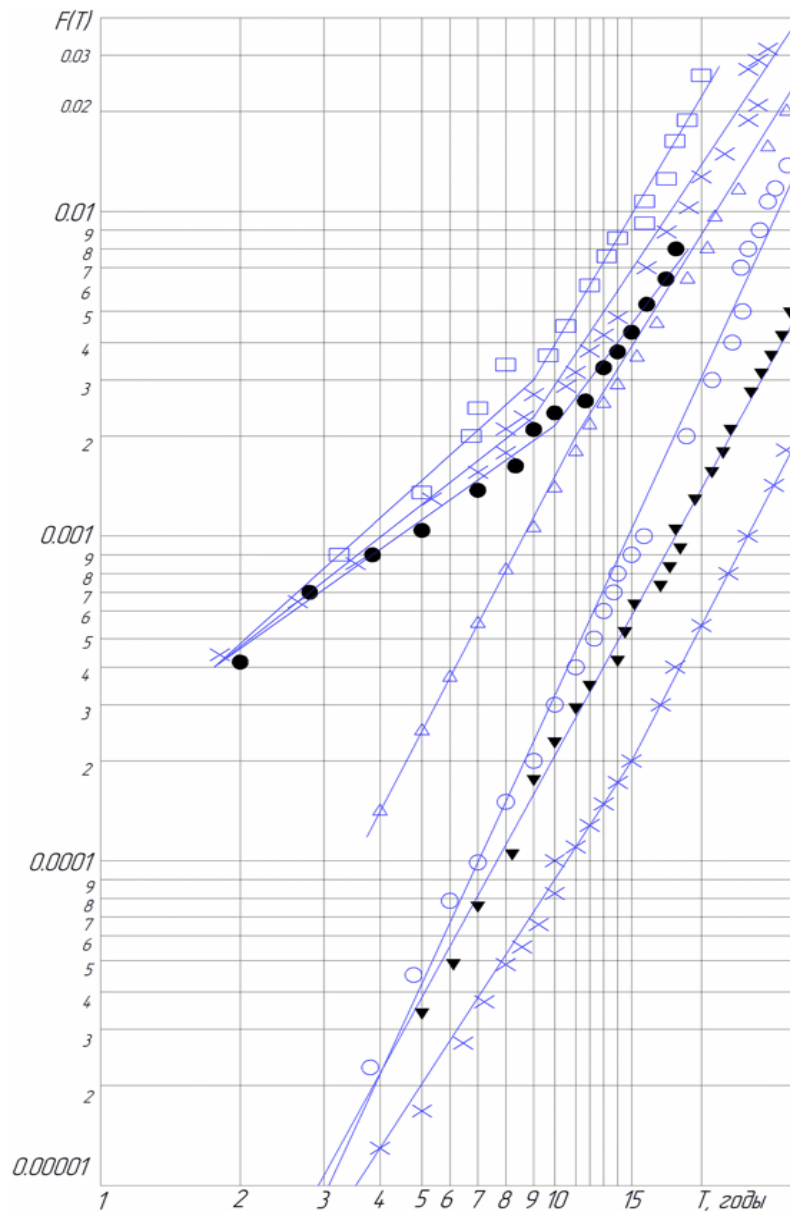


Рисунок 2 – Зоны появления усталостных трещин в боковой раме (а) и надрессорной балке (б)

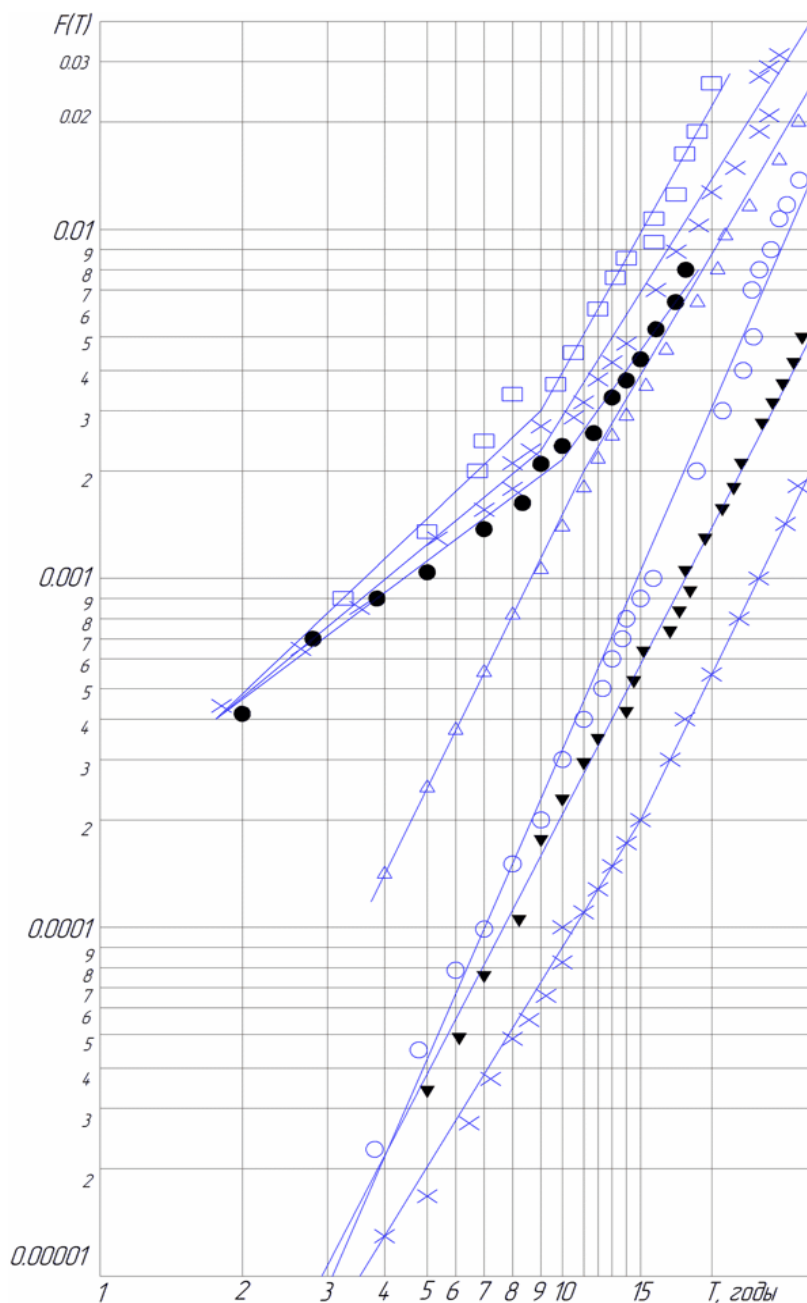
Статистические эксплуатационные данные обрабатывались дифференцированно для каждой из указанных зон. Трещины в зоне 5 не угрожают безопасности движения.



1, 2, 3, 4, 5 – соответственно в зонах 3, 2, 1, 4, 5; 6 – суммарная в зонах 1, 2, 3 и 4; 7 – суммарная кривая по всем зонам

Рисунок 3 – Функция распределения наработки до отказа боковой рамы по появлению усталостных трещин

При статистической обработке трещины верхнего пояса объединены в одну общую группу Σ (1+4); трещины боковой стенки также объединены: Σ (2+7+9). Данные по трещинам зеркала подпятника 5 выделены в отдельную группу, а также обработаны совместно с данными по дефектам бурта подпятника и колонок Σ (3+5+10) – подпятниковая зона. Обработку данных по отказам проводили аналогично обработке данных по боковой раме; установлено, что распределение наработки на отказ надрессорной балки также удовлетворяет закону Вейбулла.



1, 2, 4 – соответственно в зонах 7, 4, 5; 3 – суммарная в зонах 1 к 4; 5 – суммарная в зонах 6, 9 и 2; 6 – суммарная в зонах 3, 5 и 10

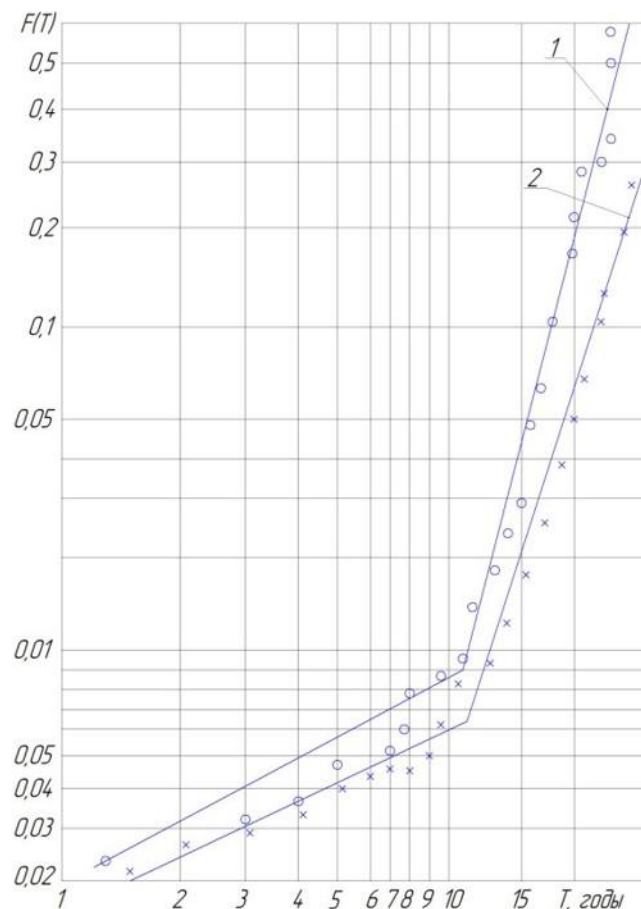
Рисунок 4 – Функция распределения наработки до отказа надрессорной балки по появлению усталостных трещин

Появление трещин в зонах 1, 2, 3, 4 может привести к разрушению боковой рамы под поездом, и при ее обнаружении рама выбраковывается. Поэтому для оценки надежности этой детали по трещинам были проанализированы отказы от суммы трещин в зонах 1, 2, 3, 4. Статистические выборки по трещинам в каждой из зон 1, 2, 3, 4 и 5, а также по сумме трещин в зонах Σ (1+2+3+4) за каждый год обследования были проверены по критерию однородности. В общую выборку для каждого типа трещины включали выборки за те годы обследования, которые удовлетворяли этому критерию.

С целью выявления закона распределения вероятности отказов (или вероятности безотказной работы) от наработки, полученные в параметрической форме функции

распределения наработок до отказа были построены на различных вероятностных бумагах. Было выявлено, что эмпирические данные лучше всего описываются законом Вейбулла (рисунок 3). Параметры закона распределения были подобраны с помощью метода наименьших квадратов. В дальнейшем, зная закон распределения, параметры функции распределения наработки до отказа, интенсивность отказов и доверительные интервалы можно определять согласно работам [10-12].

Вероятность отказа по всем типам трещин составляет после первых 10 лет эксплуатации 0,45%. Вероятность появления угрожающих безопасности движения трещин после 10 лет эксплуатации составляет 0,3%; после 20 лет эксплуатации (т.е. для боковых рам изготовления до 2004 г.) эта величина составляет уже 1,7%. Вероятность отказа за весь срок службы боковой рамы составляет 6%, из них по трещинам в опасных сечениях – 4%. Из приведенного графика также видно, что первые усталостные трещины начинают появляться после трех-четырёх лет эксплуатации.



1 – в тележках под полувагонами; 2 – в тележках под всеми типами вагонов

Рисунок 5 – Функция распределения наработки до отказа надрессорной балки по появлению усталостных трещин

Характерными отказами в эксплуатации надрессорной балки (рисунок 2,б) являются поперечные трещины верхнего пояса 1, трещины боковой стенки 2 и 9, трещины внешнего бурта подпятника 3, продольные трещины верхнего пояса 4, трещины опорной поверхности (зеркала) подпятника 5, трещины опорной наклонной плоскости 6, трещины нижнего пояса 7, трещины опорной колонки 10. По своей значимости для безопасности движения наиболее опасными являются трещины нижнего пояса 7; данные по этим отказам были выделены в отдельную группу.

Наибольшее число надрессорных балок выходит из строя по трещинам в подпятниковом узле (рисунок 4). За 30 лет службы вероятность выхода из строя по этим отказам составляет 57,8%, что намного превышает нормативное значение. За первые десять лет эксплуатации выходит из строя 12% балок; первые трещины обнаруживаются уже после первого года эксплуатации. Большой выход из строя надрессорных балок и по трещинам в верхнем поясе: 3% за 10 лет и 21% за 30 лет эксплуатации.

Вероятность отказа надрессорной балки по трещинам, угрожающим безопасности движения, составляет за 10 лет эксплуатации 0,02%, а за 80 лет 0,4%. Эта очень незначительная доля от вероятности выхода из строя по другим видам трещин. Первые трещины такого типа появляются после 7 лет эксплуатации. Общий выход из строя надрессорных балок по всем видам трещин очень высок и составляет 15%, за 10 лет эксплуатации и 83% за 30 лет эксплуатации.

Выход из строя боковых рам значительно меньше, чем надрессорных балок: он составляет 0,45% за 10 лет и 6% за 30 лет эксплуатации (рисунок 3), но значительная часть этих отказов приходится на долю отказов, угрожающих безопасности движения (0,8 и 4% соответственно для 10 и 80 лет эксплуатации).

Выводы. Повышенная осевая нагрузка, прежде всего, сказывается на эксплуатации тележек под полувагонами, поскольку в последних наиболее полно из всех типов вагонов используется грузоподъемность. Хотя тележки грузовых вагонов и обезличены, на практике тележка, поступающая в деповской ремонт с полувагоном, зачастую эксплуатировалась с ним достаточно долго, если не весь срок службы. Поэтому были построены функции распределения наработки на отказ надрессорной балки тележек полувагонов по данным обследования 2008 г. при поступлении их в деповской ремонт (рисунок 5), как и следовало ожидать, вероятность отказа вследствие появления усталостных трещин в литых деталях тележек полувагонов выше вероятности таких отказов, усредненной для всех типов вагонов.

Влияние повышенных нагрузок на ось и скоростей движения на надежность вагонных конструкций количественно характеризуется увеличением стандарта эксплуатационных напряжений в принятых опасных сечениях.

Литература

1. Комиссаров А.Ф. Анализ отказов боковых рам тележек грузовых вагонов. // Железнодорожный транспорт. – 2012. – №1(17). – С. 65-68.
2. Северинова Т.П. Оценка надежности литых деталей тележек грузовых вагонов по данным эксплуатации. // Вестник ВНИИЖТ. – 2005. – № 8. – С. 34-37.
3. Алпысбаев С.А., Солоненко В.Г., Мусаев Ж.С. и др. Конструкция вагонов. Учебник для ВУЗов ж.д. транспорта. /под ред. С.А. Алпысбаева. – Алматы, 2007. – 360 с.
4. Мусаев Ж.С. Анализ технического состояния парка грузовых вагонов Республики Казахстан. / Материалы междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы современной науки», РФ, г.Курган, УрГУПС, 2011. – С. 85-87.
5. Солоненко В.Г., Мусаев Ж.С. Анализ конструкций и эксплуатация двухосных тележек грузовых вагонов. / Материалы междунар. науч.-технич. конф. «Инновационные технологии в развитии транспортно-коммуникационного комплекса Казахстана», Алматы, КУПС, 2011. – Т.1. – С. 218-224.
6. Мусаев Ж.С. Динамика и прочность транспорта и транспортной техники. Учебное пособие. – Алматы: «Эверо», 2012. – 252 с.
7. Мусаев Ж.С. Улучшение эксплуатационной безопасности грузовых вагонов путем оптимизации конструкции ходовых частей. // Транспорт и дороги Казахстана. – 2014. – №2 (56). – С. 46-50.
8. Мусаев Ж.С., Әбілханова Г. Анализ эксплуатационной надежности боковой рамы грузовой тележки. / Материалы междунар. науч.-практ. конф. «Роль транспортной науки и

образования в реализации пяти институциональных реформ», посвященной Плану нации «100 конкретных шагов», Алматы, КазАТК, 2016. – С. 38-41.

9. Мусаев Ж.С., Әбілханова Г. К вопросу оценки степени опасности развития дефектов ходовых частей грузовых вагонов методом акустической эмиссии. // Промышленный транспорт Казахстана. – 2017. – №1 (54). – С. 54-58.

10. Мусаев Ж.С., Касымова А.К., Нуралы А. Анализ усталостных повреждений литых деталей тележек грузовых вагонов в эксплуатационных условиях. // Транспорт и дороги Казахстана. – 2018. – №1 (66). – С. 23-27.

11. Антипин Д.Я. Анализ усталостной долговечности и живучести литых боковых рам тележки модели 18-100 при продлении их срока службы. // Мир транспорта и технологических машин. – 2012. – №4(39). – С. 42-47.

12. Михайлов В.Н., Краснятов Д.С. Применение компьютерного моделирования стальной отливки «Рама боковая» с целью выявления литейных дефектов // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2008. – №2 (18) – С. 117-118.

References

1. Komissarov A.F. Analysis of failures of side frames of bogies of freight cars. // Railway transport. – 2012. – No 1(17). – pp. 65-68.

2. Severinova T.P. Evaluation of the reliability of cast parts of trucks of freight cars according to the operation data. // Vestnik VNIIZhT. – 2005. – No. 8. – pp. 34-37.

3. Alpysbayev S.A., Solonenko V.G., Musaev Zh.S. et al. The design of the cars. Textbook for universities of railway transport. / edited by S.A. Alpysbayev. – Almaty, 2007. – 360 p.

4. Musaev Zh.S. Analysis of the technical condition of the freight car fleet of the Republic of Kazakhstan. / Materials of the international scientific and practical conference "Actual problems of modern science", the Russian Federation, Kurgan, USUPS, 2011. – pp. 85-87.

5. Solonenko V.G., Musaev Zh.S. Analysis of structures and operation of two-axle trucks of freight cars. / Materials of the international scientific and Technical conference "Innovative technologies in the development of the transport and communication complex of Kazakhstan", Almaty, KUPS, 2011. – Vol. 1. – pp. 218-224.

6. Musaev Zh.S. Dynamics and strength of transport and transport equipment. Training manual. – Almaty: "Evero", 2012. – 252 p.

7. Musaev Zh.S. Improving the operational safety of freight cars by optimizing the design of the running gear. // Transport and roads of Kazakhstan. – 2014. – No 2 (56). – pp. 46-50.

8. Musaev Zh.S., Abilkhanova G. Analysis of the operational reliability of the side frame of the cargo truck. / Materials of the international. nauch.-pract. Conf. "The role of transport science and education in the implementation of the five institutional reforms" on the Plan of nation "100 concrete steps", Almaty, KazATC, 2016. – pp. 38-41.

9. Musayev Zh.S., Bulanova G. Evaluation of the risk of development of defects in the chassis of freight cars by the method of acoustic emission. // Industrial transport of Kazakhstan. – 2017. – No 1 (54). – pp. 54-58.

10. Musaev Zh.S., Kasymova A.K., Nuraly A. Analysis of fatigue damage of cast parts of freight car bogies in operational conditions. // Transport and roads of Kazakhstan. – 2018. – No 1 (66). – pp. 23-27.

11. Antipin D. Ya. Analysis of fatigue durability and survivability of cast side frames of the trolley model 18-100 when extending their service life. // The world of transport and technological machines. – 2012. – No 4(39). – pp. 42-47.

12. Mikhailov V. N., Krasnyatov D. S. Application of computer modeling of steel casting "Side frame" in order to identify casting defects // Bulletin of the Bryansk State Technical University. – 2008. – No 2 (18) – pp. 117-118.

КАЙНАРБЕКОВ А.К. – т.ғ.д., профессор (Алматы қ., Логистика және көлік академиясы)

БЕКМAMБET K.M. – т.ғ.к., доцент (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

ТҮРКЕБАЕВ M.Ж. – т.ғ.к., доцент (Алматы қ., Логистика және көлік академиясы)

ЖҮК ВАГОНДАРЫНЫҢ ЖҮРІС БӨЛІКТЕРІН ПАЙДАЛАНУ ЖҮКТЕМЕЛІГІ МӘСЕЛЕСІНЕ

Аңдатпа

Осы мақалада пайдалану жағдайларында жүк вагондары арбашаларының құйма бөлшектерінің қажу зақымдарын талдау орындалған. Жоғары статикалық жүктемелер мен пойыздардың жылдамдығы жұмыс кернеулерінің дисперсиясына әсер ететіні көрсетілген, сондықтан жүк вагондарын қарқынды пайдалану кезінде вагондардың бөліктеріне әсер ететін динамикалық жүктемелер осьтен рельстерге статикалық жүктеменің жоғарылауымен және пойыз жылдамдығының жоғарылауымен жоғарылайды, бұл троллейбус бөлшектеріндегі кернеулердің жоғарылауына әкеледі, осылайша осы бөліктерде шаршау жарықтарының пайда болу ықтималдығы артады. Сондықтан троллейбустың жүк көтергіш элементтерінің шаршау мен сенімділік деңгейіне сәйкес басқа жұмыс жағдайларына сәйкестігін бағалау қажет. Шаршаған жарықтардың пайда болу критерийі бойынша сенімділіктің нормаланған көрсеткіштерін тағайындауға болатын ғылыми негізделген ережелерді әзірлеу үшін қолданыстағы парктің арбаларының құйылған бөліктері сенімділігінің нақты көрсеткіштерін бағалау қажет. Мұндай бағалау деполық жөндеуге вагондар келіп түскен кезде бөлшектерді бақылау нәтижелері негізінде жүргізілуі мүмкін.

Түйінді сөздер: жүк вагоны, жүріс бөлігі, арбаша, құйылған бөлшектер, жарықтар, сынықтары.

KAYNARBEKOV A.K. – d.t.s., professor (Almaty, Kazakh university ways of communications)

БЕКМAMБET K.M. – k.t.s., assoc. professor (Almaty, Kazakh university ways of communications)

TURKEBAEV M.Zh. – k.t.s., assoc. professor (Almaty, Academy of logistics and transport)

TO THE QUESTION OF THE OPERATIONAL LOAD OF THE RUNNING PARTS OF FREIGHT CARS

Abstract

This article analyzes the fatigue damage of cast parts of freight car bogies under operating conditions. It is shown that increased static loads and train speeds affect the dispersion of operating stresses, so during intensive operation of freight cars, the dynamic loads acting on the car parts increase with increasing static load from the axle on the rails and the speed of the train, which leads to increased stresses in the truck parts, thereby increasing the probability of fatigue cracks in these parts. Therefore, there is a need to assess the compliance of the load-bearing elements of the trolley to other operating conditions in terms of fatigue and reliability. For the development of scientifically based provisions, on the basis of which normalized reliability indicators can be assigned according to the criterion of the appearance of fatigue cracks, it is necessary to evaluate the actual reliability indicators of cast truck parts of the existing fleet. Such an assessment can be carried out on the basis of the results of the control of parts when the wagons are received for depot repair.

Key words: freight car, undercarriage, trolley, cast parts, cracks, fractures.

УДК 661.631.002.68(574)

АСМАТУЛАЕВ Б.А. – д.т.н., профессор, Академический советник НИА РК (г. Алматы, ТОО «НИиПК Каздоринновация»)

СИЛЬЯНОВ В.В. – д.т.н., профессор (г. Москва, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет)

АСМАТУЛАЕВ Р.Б. – к.т.н., академик ИТА (г. Алматы, ТОО «НИиПК Каздоринновация»)

АСМАТУЛАЕВ Н.Б. – докторант PhD

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ШЛАКОМИНЕРАЛЬНЫХ БЕТОНОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Аннотация

Статья посвящена применению дорожных наноструктурированных шлакоминеральных бетонов для строительства автомобильных дорог. Шлаковый наноструктурированный белитовый цемент получен из гранулированного шлака с добавкой активатора. Исследованы оптимальные составы белитовых цементов с проведением физико-механических испытаний и физико-химических исследований цементов и бетонов. Исследованиями установлено, что гидросиликаты кальция C-S-H являются nano размерными новообразованиями в структуре шлакового цементного камня и обладают свойствами коллоидной системы упрочнения. Подтверждены высокотехнологичные свойства при строительстве и многолетнее упрочнение шлакоминеральных бетонов при эксплуатации дорог. Рекомендовано использование шлакоминеральных бетонов при круглогодичном дорожном строительстве, в том числе при низких и отрицательных температурах.

Ключевые слова: шлакоминеральные бетоны, белитовые наноструктурированные цементы, физико-механические испытания, химико-минералогические исследования, круглогодичное строительство дорог.

Введение. В настоящее время, в связи с изменением состава движения и повышением грузоподъемности автотранспорта до 12-13 тс на ось, срок службы дорожных одежд автомобильных дорог резко сократился. Существующее критическое положение, в части сокращения сроков службы дорожных одежд, обусловлено несоответствием технического состояния дорожных конструкций, современному фактическому составу, интенсивности и динамичности движения транспортных потоков. В начале нынешнего столетия это послужило импульсом к разработке новых концепций: «дорожных одежд с большой продолжительностью жизни» по европейской терминологии или «вечных дорожных одежд» в соответствии с терминологией, принятой в США [1]. В связи с выдвинутыми концепциями, основными условиями долговечности дорог по концепциям США и Европейских стран, приведены в порядке их значимости:

1. обеспечение комфорта и безопасности транспортного движения по дорогам;
2. устойчивость дорог под действием транспортных перевозок и изменения климата;
3. возрастающая несущая способность слоев дорожных одежд снизу-вверх;
4. повышенная прочность материалов покрытия на сжатие для восприятия высоких нагрузок сверху;