

УДК 656.2

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

ИСАЕНКО Э.П. – д.т.н., профессор (Российская Федерация, г. Белгород, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова)

ОМАРОВА Г.А. – к.э.н., PhD, профессор (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

СУЛЕЕВА Н.З. – к.т.н., доцент (г. Алматы, Академия логистики и транспорта)

ВЛИЯНИЕ МЕЖРЕМОНТНОЙ НАРАБОТКИ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

Аннотация

В настоящее время задача научного обоснования указанных межремонтных нормативов обладает первостепенной значимостью. Под межремонтными нормативами понимаются календарный срок эксплуатации вагонов и пробег в межремонтном периоде, заявленные производителем в конструкторской документации на вагоны. В статье предложена методика определения показателей межремонтной наработки узлов и деталей вагонов, оказывающих влияние на безопасность грузовых вагонов в эксплуатационных условиях.

Ключевые слова: вагон, техническое обслуживание, ремонт, детали, отказ, наработка, надежность, безопасность.

Введение. Возникновение конкурентной среды в области вагоностроения связано с переходом экономики Казахстана на рыночные отношения. В этих условиях наблюдаются повышенные темпы обновления модельного ряда грузовых вагонов. За последнее время общая численность моделей вагонов превысила одну тысячу, а моделей тележек приближается к сорока единицам. При этом вагоны новых моделей различаются между собой конструктивным исполнением, применяемыми в конструкции материалами, а также техническими и технико-экономическими характеристиками (грузоподъемность, масса тары, конструкционная скорость, осевая нагрузка, динамическое воздействие на путь, межремонтные нормативы).

Комитетом Некоммерческого Партнерства «Объединение производителей железнодорожной техники» (НП «ОПЖТ») по координации производителей грузовых вагонов и их компонентов установлены инновационные признаки, определяющие конкурентные преимущества новых моделей грузовых вагонов. В отношении нормативов межремонтной наработки вагонов (межремонтных нормативов) к ним относятся:

- пробег от постройки и капитального ремонта до первого деповского ремонта не менее 500 тыс. км (срок – не менее 4 лет).

- межремонтный пробег между деповскими ремонтами не менее 250 тыс.км (срок – не менее 2 лет).

Функционирование системы технического обслуживания и ремонта влияет не только на показатели надёжности вагонов, но и на стоимость жизненного цикла конструкций, что, в конечном итоге, определяет себестоимость перевозок и эффективность работы всего железнодорожного транспорта.

По мере совершенствования конструкции вагонов система ТОиР на отечественных железных дорогах неоднократно изменялась, менялись компоненты, сроки проведения и

др. Этот процесс продолжается до сих пор. Действующая в настоящее время система ремонта грузовых вагонов имеет плановый характер. Причиной низкой эффективности такой стратегии считается то, что вагоны ставятся в ремонт крупного объёма вне зависимости от того, требуются или не требуются ремонтные работы. Планирование постановки в ремонт по километровой наработке или двойному критерию (применяемые в настоящее время в системе ТОиР грузовых вагонов) принципиально не меняют сути стратегии, усложняя процесс планирования загрузки мощностей ремонтных предприятий. Кроме того, отсутствует расчётное обоснование межремонтных периодов и назначенного нормативного срока службы вагона. В результате этого величина и количество межремонтных пробегов, а также сроки службы ответственных деталей не согласованы с нормативным сроком грузового вагона. Так, например, для полувагона назначенный срок службы составляет 22 года, при этом для боковой рамы тележки – 32 года. Таким образом, после списания вагона у боковой рамы остаётся невыработанный назначенный ресурс 10 лет. Аналогичные несоответствия существуют и для других составных частей вагона (поглощающий аппарат – 10 лет, ось колёсной пары – 15 лет и т.д.).

В подходах к организации систем ТОиР вагонов на отечественных железных дорогах и за рубежом много общего. В большинстве случаев системы имеют плановую стратегию. Перспективным направлением можно считать планирование сроков проведения ремонтов вагонам на основе прогнозирования технического состояния отдельных наиболее ответственных деталей и узлов, путём многократного измерения их основных параметров в процессе использования по назначению. При таком подходе большую роль играют автоматизированные информационные системы контроля техническое состояние грузовых вагонов и их элементов, включая бортовые. Однако методы прогнозирования технического состояния элементов конструкции на основе многократных измерений невозможно применить для неконтролерпригодных отказов, например, для усталостных трещин. Для таких отказов возможно использовать только вероятностные методы, основанные на статистической информации об эксплуатации однотипных изделий.

Основная часть. В условиях рыночных отношений резко возрастает необходимость объективной оценки соответствия межремонтных нормативов требованиям надежной и безопасной эксплуатации вагонов с учетом экономической эффективности. С этой целью необходимо руководствоваться единым методологическим подходом при обосновании межремонтных нормативов для любых вновь создаваемых моделей грузовых вагонов, не имеющих аналогов в отношении новизны конструктивного исполнения и применяемых материалов конструкции. Данный подход должен выступать в качестве универсального механизма, обеспечивающего эффективное внедрение новых вагонов на сети железных дорог в условиях интенсивного обновления их модельного ряда.

Обеспечение высокой эффективности и безопасности использования грузовых вагонов имеет важное народнохозяйственное значение, поскольку является одним из основополагающих направлений экономического развития страны. Так, например, в условиях массовой эксплуатации даже незначительное уменьшение затрат на периодический ремонт вагона может привести к существенной экономии финансовых средств. И наоборот, в условиях острой промышленной конкуренции любое пусть и незначительное увеличение подобных затрат способно привести к утрате внутреннего и международного рынка транспортных услуг и, как следствие, к большим финансовым потерям. Для того чтобы конкретный технический объект мог эффективно и безопасно использоваться по назначению система технической эксплуатации должна постоянно поддерживать его в работоспособном и готовом к применению состоянии.

Методология установления количественных показателей надежности объектов на основании статистических данных об отказах при испытаниях или в процессе эксплуатации предусматривает принятие той или иной теоретической модели отказов (функции распределения наработки до отказа или на отказ) и определение параметров

этой функции распределения. Если установлена функция распределения и определены параметры этой функции, тогда вычисляются все необходимые показатели надежности этих объектов (средняя наработка на отказ, гамма-процентная наработка, вероятность безотказной работы за заданное время наработки, остаточный ресурс).

Согласно ГОСТ 27.002-89 [1] наработка до отказа – наработка объекта от начала эксплуатации до возникновения первого отказа. Под средней наработкой грузового вагона до отказа необходимо понимать математическое ожидание его наработки от момента окончания планового ремонта (или постройки) до первой отцепки вагона в текущий ремонт. Средняя наработка до отказа вагона является важным показателем, который в первую очередь показывает уровень качества производства плановых ремонтов, а также уровень эксплуатационной надежности вагона в целом и его отдельных элементов конструкции.

Безотказная наработка зависит от большого числа факторов, часть которых не может быть проконтролирована, а остальные заданы с той или иной степенью неопределенности. Безотказная работа конкретно взятого вагона зависит от качества сырья, материалов, заготовок и полуфабрикатов, от достигнутого уровня технологии и степени стабильности технологического процесса, от уровня технологической дисциплины, от выполнения всех требований по применению объекта по назначению. Перечисленные выше факторы, влияя на работоспособность составных частей вагона, определяют его работоспособность в целом.

Исследование показывает, что наработка до отказа имеет значительный статистический разброс. Этот разброс служит, своего рода, характеристикой технологической культуры и дисциплины, а также достигнутого уровня технологии ремонтных предприятий. Разброс наработки до первого отказа можно уменьшить, а ее значение можно увеличить путем повышения качества ремонта, применения современных технологий, неукоснительного соблюдения требований ремонтной документации, индивидуальной и пооперационной приемки каждого вагона из ремонта.

Результаты проведенного анализа научной литературы свидетельствуют об отсутствии в настоящее время единого системного подхода к обоснованию межремонтных нормативов для вновь создаваемых моделей грузовых вагонов, отличающихся от вагонов-аналогов новизной конструкции, а также увеличенными межремонтными нормативами.

В научной работе [2] автором предложены методы, необходимые для обоснования межремонтных нормативов грузовых вагонов, в том числе:

a) Метод расчета показателя «вероятность безотказной работы» и обоснования межремонтных нормативов на его основе.

Для расчета показателя «вероятность безотказной работы» приняты во внимание опасные внезапные отказы вагона, характеризующиеся непредсказуемым изменением одного или нескольких параметров его узлов (деталей), последствия которых могут привести к аварийной ситуации на железной дороге или потере сохранности груза.

Определено, что опасные внезапные отказы влияют на величину максимально допустимой наработки вагона в межремонтном периоде с точки зрения обеспечения безопасности движения на заданном уровне. При достижении вагонами данной наработки вероятность возникновения опасного внезапного отказа достигает критического уровня, в связи с этим вагоны должны быть направлены на глубокую диагностику, проводимую в рамках планового ремонта.

Установлено, что в общем случае частота появления наиболее редкого опасного отказа вагона (или его элемента) предопределяет общее число испытываемых вагонов и продолжительность их испытаний на надежность. Таким образом, необходимое число объектов испытаний (вагонов, составных частей) предложено определять на основе следующего положения:

Положение 1. Объекты, характеризующиеся относительно редкими отказами, для проведения испытаний на надежность отбираются в количестве, достаточном для наблюдения хотя бы одного подобного отказа. Иными словами, при проведении испытаний на надежность выборочной совокупности объектов, вероятность того, что ни один объект из данного объема совокупности не откажет, устанавливается на уровне значимости $q < 0,05$.

В рамках данного метода предложено проводить испытания на надежность по схеме Бернулли, при этом вероятность возникновения ровно k отказов при испытании ограниченной совокупности объектов подчиняется известному биномиальному закону распределения:

$$P_N(k) = C_N^k p^k (1-p)^{N-k}, \quad (1)$$

где $P_N(k)$ – вероятность появления отказа ровно k раз в серии из N одинаковых и независимых испытаний, проводимых по схеме Бернулли;

p – вероятность возникновения отказа рассматриваемой составной части вагона (далее - СЧВ) в течение межремонтного периода, определяемая на основе статистики об отказах данного вида СЧВ вагонов-аналогов;

$$C_N^k = \frac{N!}{k!(N-k)!} \text{ – число сочетаний из } N \text{ элементов по } k.$$

Заметим, что при $k=0$ и $P_N(k) = q$ формула (1) отражает суть выше отмеченного **положения 1**.

В этом случае, предложено формулу (1) записать в виде:

$$q = C_N^0 p^0 (1-p)^{N-0}, \quad (2)$$

После упрощения получено:

$$N = \log_{(1-p)} q, \quad (3)$$

где N – общее число СЧВ, необходимое для проведения испытаний;

$PA = 1-p$ – вероятность безотказной работы, определяемая на основе информации об отказах данного вида СЧВ вагонов-аналогов.

С учетом кратности (числа) СЧВ данного вида на вагоне (m) предложено определять необходимое для испытаний число вагонов N_b по формуле:

$$N_b = \frac{N}{m} \quad (4)$$

Поставлено условие, при котором вероятность безотказной работы испытываемых вагонов в межремонтном периоде соответствует заданным требованиям при сравнении с вагонами-аналогами:

$$\bar{k} \leq k_{\lim}, \quad (5)$$

где \bar{k} – число отказов СЧВ в ограниченной выборке объема N , соответствующее нижней доверительной границе показателя «вероятность безотказной работы» уровня значимости $1-\beta$, которое предложено определять из условия:

$$1-\beta = \sum_{k=0}^{\bar{k}} C_N^k \hat{P}^{N-k} (1-\hat{P})^k, \quad (6)$$

где β – риск потребителя, который следует устанавливать не более 0,1;

\hat{P} – точечная оценка вероятности безотказной работы СЧВ, определяемая по результатам испытаний на надежность.

На рисунке 1 приведен пример определения \bar{k} .

Предельно допустимое число отказов СЧВ (k_{lim}) в ограниченной выборке объема N с учетом вероятности безотказной работы СЧВ вагонов-аналогов (P_A) предложено определять из условия:

$$1-\alpha = \sum_{k=0}^{k_{lim}} C_N^k P_A^{N-k} (1-P_A)^k, \quad (7)$$

где α – риск поставщика, который следует устанавливать не более 0,1.

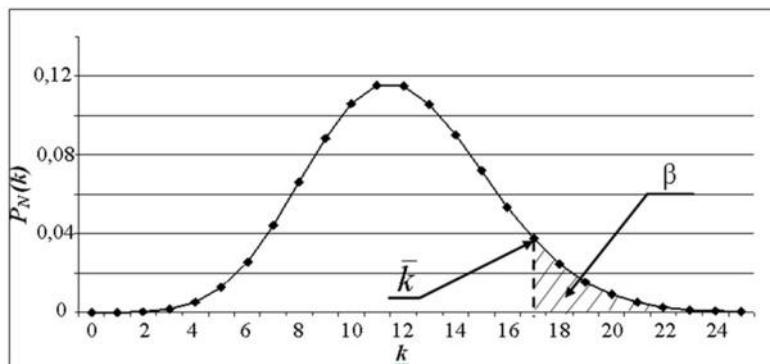


Рисунок 1 – Определение \bar{k} из условия (6) при $\beta = 0,06$, $\hat{P} = 0,99$, $N = 1196$

б) Метод расчета показателя «гамма-процентная наработка до отказа» и обоснования межремонтных нормативов на его основе.

Данный показатель предложено применять для оценки остаточного ресурса узлов и деталей вагона, характеризующихся постепенными отказами. Этот вид отказов возникает в результате постепенного изменения значений одного или нескольких параметров узлов и деталей вагонов.

Установлено, что постепенные отказы влияют на величину максимально допустимой наработки вагона в межремонтном периоде, по истечении которой необходима его постановка в плановый ремонт в связи с достижением одним или несколькими контролируемыми параметрами вагона предельно допустимых значений в условиях эксплуатации. Достижение контролируемыми параметрами своих предельных значений сопровождается исчерпанием остаточного ресурса узлов и деталей вагонов.

Остаточный ресурс ($l_{\text{ост}} j$), при истечении которого j -й контролируемый параметр достигнет предельного состояния, предложено определять из условия:

$$\vartheta_j l_{\text{ост}} j + t_3 \frac{\sigma_j}{\sqrt{n}} \hat{u}_{\text{ост}} j , \quad (8)$$

где $\hat{u}_{\text{ост}} j$ – запас j -го параметра на изменение (например, остаточная величина допустимого износа), определенный для группы вагонов;

$$\vartheta_j = \frac{\hat{u}_{\phi j}}{\hat{l}} \quad \text{– средняя скорость изменения } j\text{-го параметра;}$$

$\hat{u}_{\phi j}$ – среднее фактическое изменение j -го параметра от начала эксплуатации к моменту контроля технического состояния вагонов;

$$\hat{l} \quad \text{– средняя наработка вагонов на момент контроля.}$$

$t_{\alpha_1} = 3$ (коэффициент 3 в уравнении) – квантиль нормального закона распределения уровня $\alpha_1 = 0,998$;

$$\sigma_j \quad \text{– среднеквадратичное отклонение } j\text{-го параметра;}$$

n – общее число замеров j -го параметра (объем выборки), определяемое по таблицам достаточно больших чисел с учетом необходимой и достаточной точности и достоверности получаемых результатов.

Условие (8) свидетельствует о том, что в течение наработки $l_{\text{ост}} j$ с учетом средней скорости изменения j -го параметра и оставшегося запаса на его изменение фактическое значение данного параметра с вероятностью 0,998 не достигнет своего предельного значения («правило трех сигм»).

На рисунке 2 в трехмерном графическом виде изображена расчетная модель исчерпания ресурса узлов и деталей вагона, предложенная в работе.

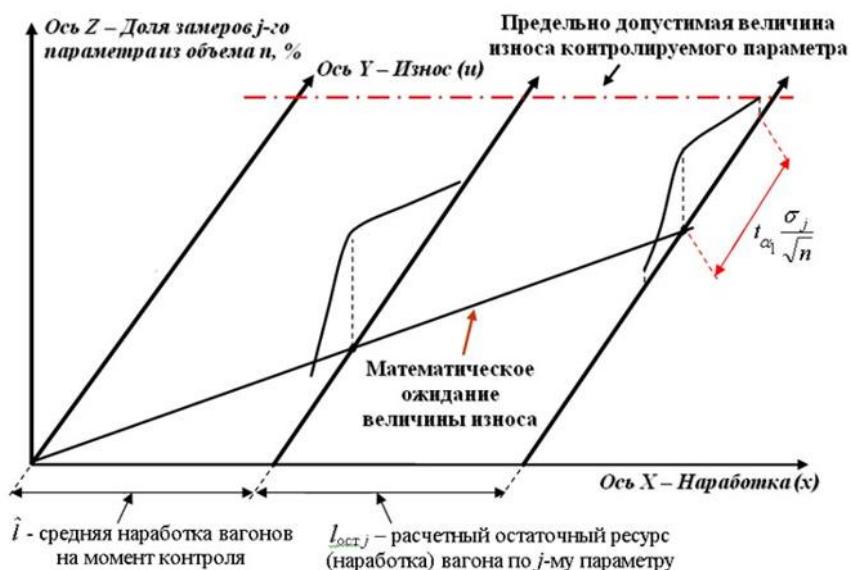


Рисунок 2 – Графическое представление исчерпания ресурса узлов и деталей вагона, характеризующихся постепенными отказами

Определено, что наименьшее значение $l_{\text{ост}} j$ определит гамма-процентную наработку до отказа вагона в целом – l_B . В математическом виде данное условие записывается как:

$$l_B = \min(l_{\text{oct}1}; l_{\text{oct}2}; \dots; l_{\text{oct}j}), \quad (9)$$

где $j=1,2\dots n$ – порядковый номер контролируемого параметра (например, 1 – толщина пятника, 2 – зазор в челюстном проеме, 3 – завышение клиньев).

Одним из условий обоснования межремонтных нормативов по данному показателю является необходимость сохранения некоторой величины остаточного ресурса для обеспечения безаварийного проследования вагона до места ремонта.

в) Метод расчета показателя «средняя наработка на отказ» и определения рациональных величин межремонтных нормативов на его основе.

Показатель «средняя наработка на отказ», позволяет определить общее число восстановлений, проводимых вагону в рамках текущего ремонта в течение межремонтного периода, что непосредственно связано с расходами на его текущее содержание и ремонт.

Практические расчеты средней наработки на отказ испытываемых вагонов (ХИ) предложено осуществлять по формуле:

$$X_H = \frac{x_{\sum \phi}}{d_0}, \quad \text{при } x_{\sum \phi} \geq x_{\sum \lim}, \quad (10)$$

где d_0 – общее число отказов вагонов на момент расчета. Отказом вагона в данном случае является наличие неисправности, требующей отцепки вагона из состава поезда с целью проведения текущего ремонта;

$x_{\sum \phi} = \sum_{i=1}^N x_i$ – фактическая суммарная наработка вагонов на момент расчета (N – общее число вагонов, x_i – наработка i -го вагона из числа N).

Предельное значение суммарной учитываемой наработки вагонов $x_{\sum \lim}$, реализация которой необходима для расчета ХИ, определяется по формуле:

$$x_{\sum \lim} = \frac{t}{T_\alpha} X_A, \quad (11)$$

где T_α – приемочное значение средней наработки на отказ (приемочный уровень по ГОСТ 27.402);

X_A – числовое значение показателя «средняя наработка на отказ» вагонов-аналогов, определенное в сопоставимых условиях эксплуатации;

t/T_α – предельная суммарная учитываемая наработка, выраженная в долях приемочного уровня T_α . Числовое значение t/T_α определено в ГОСТ 27.402.

Критерий обоснования экономически целесообразных величин межремонтных нормативов вагонов предложено рассматривать на основе стоимости единицы их наработки (СЕН), которая формируется в зависимости от стоимости предстоящего планового ремонта, стоимости и общего числа проведенных текущих отцепочных ремонтов, а также продолжительности эксплуатации и выполненной вагоном работы в межремонтном периоде.

Функциональная зависимость стоимости ремонта от наработки вагона $S_{\text{рем}}(x)$ и ряда других параметров представлена в общем виде:

$$S_{\text{рем}}(x) = F(V(x); M(x); R(x); x), \quad (12)$$

где $V(x)$ – трудоемкость ремонта в зависимости от наработки вагона;
 $M(x)$ – затраты материалов (комплектующих) на ремонт;
 $R(x)$ – расход производственных ресурсов (электроэнергия, вода и др.);
 x – наработка вагона.

В работе [3] предложен технико-экономический критерий обоснования рациональных межремонтных нормативов, при которых обеспечивается минимум суммарных затрат на содержание и ремонт вагонов, приведенных на единицу их наработки в межремонтном периоде.

При этом предложено использовать данный критерий в следующем виде:

$$\sum \Pi_3 x = \frac{S_{\text{пл рем}}(x) + \sum_{i=1}^n S_{\text{тек рем}}(X_i \leq x)}{x} \rightarrow \min, \quad (13)$$

где x – текущее значение наработки вагонов в межремонтном периоде эксплуатации. При этом x предусмотрено измерять в километрах пробега при обосновании норматива пробега и в единицах времени при обосновании норматива календарной продолжительности эксплуатации вагонов;

$\sum \Pi_3 x$ – суммарные затраты на содержание и ремонт вагонов, приведенные на единицу наработки;

$S_{\text{пл рем}}(x)$ – стоимость планового ремонта вагонов, предстоящего по завершению межремонтного периода, при реализации вагонами наработки x ;

$\sum S_{\text{тек рем}}(X_i \leq x)$ – общая стоимость проведенных текущих отцепочных ремонтов вагонов в межремонтном периоде за наработку x ;

i – порядковый номер проведенного текущего ремонта (ТР);

n – общее число ТР в межремонтном периоде за наработку вагона x ;

X_i – средняя наработка вагонов до проведения i -го ТР.

Для ориентировочных расчетов экономически целесообразных величин межремонтных периодов в критерии (13) предусмотрено использовать усредненные ожидаемые стоимости планового ремонта – $\hat{S}_{\text{пл рем}}$ и ТР – $\hat{S}_{\text{тек рем}}$.

В этом случае критерий (13) предложено использовать в виде:

$$\sum \Pi_3 x = \frac{S_{\text{пл рем}} + n(x) \cdot S_{\text{тек рем}}}{x} \rightarrow \min, \quad (14)$$

где $n(x)$ - среднее число проведенных вагону ТР за наработку x .

В общем виде $n(x)$ предложено определять по формуле:

$$n(x) = \frac{x}{X_{II}}, \quad (15)$$

где X_{II} – показатель «средняя наработка на отказ» испытываемых вагонов.

Необходимо отметить, что в критериях (13) и (14) не учитываются такие затраты как: ренновационные отчисления, отчисления на модернизацию вагонов, затраты на техническое обслуживание, затраты на подготовку вагонов к перевозкам и затраты на другие хозяйства отрасли (тяга, путь и т.д.). В научной литературе обоснован линейный характер зависимости данных видов затрат от наработки вагона в межремонтном периоде. Это означает, что их учет в критериях (13) и (14) не влияет на искомую абсциссу точки минимума, т.е. на оптимальную величину наработки вагона в межремонтном периоде, а также на величину относительной экономии Δ , образующуюся при выборе хопт взамен x_f .

Выводы. Таким образом, рассмотренный научный подход, включает в себя систему взаимосвязанных методов, в совокупности направленных на объективное обоснование рациональных величин межремонтных нормативов грузовых вагонов с позиции единых методологических принципов в условиях рыночных отношений и роста конкуренции в области вагоностроения. Данный подход к определению требуемого числа объектов испытаний (вагонов/составных частей), является наиболее применимым на практике для вновь создаваемых моделей вагонов, так как:

- обеспечивает меньший объем испытаний при заданной точности и достоверности по сравнению с существующими подходами;
- не требует наличия априорной информации о виде и параметрах закона распределения наработки вагонов (составных частей) до отказа;
- не зависит от заблаговременного установления числовых значений рисков потребителя и поставщика в отличие от существующего подхода.

В действующей системе ТОиР грузовых вагонов сроки гарантитной ответственности предприятий, периодичности проведения ремонтов крупного объёма, назначенные сроки службы не согласованы и не имеют расчётного обоснования. Поэтому требуется разработка методики оценки остаточного срока службы грузового вагона, расчётного обоснования периодичности контроля технического состояния в депо с учётом фактического состояния его деталей и узлов, т.е. остаточного ресурса. Необходимо также отметить, что существующая система технического обслуживания и ремонта, а также уровень качества плановых ремонтов не обеспечивают безотказную работу подвижного состава в межремонтном периоде.

Литература

1. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия, термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 45 с.
2. Устич П.А., Иванов А.А., Аверин Г.В., Кузнецов М.А., Петров С.В. Некоторые аспекты проблемы нормирования уровня безопасности движения на примере железнодорожного транспорта. // Надежность. – 2011. – № 1. – С. 59-73.
3. Сапожников С.А., Краснобаев А.М., Райков Г.В., Петров С.В. Принципы обоснования оптимальных межремонтных нормативов новых моделей грузовых вагонов. // Вагонный парк. – 2012. – №10. – С. 40-41.
4. Сапожников С.А., Краснобаев А.М., Райков Г.В., Петров С.В. Принципы подтверждения межремонтных нормативов новых моделей грузовых вагонов. // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2012. – № 2. – С. 28-29.
5. Устич П.А., Карпичев В.А., Овечников М.Н. Надежность рельсового нетягового подвижного состава. / Под ред. П.А. Устича. – М.: УМЦ МПС России, 2004. – 416 с.
6. Райков Г.В., Петров С.В. Научно-теоретические принципы назначения межремонтных нормативов вагонов // Вестник ВНИИЖТ. – 2012. – № 4. – С. 15-18.
7. Петров С.В. Классификация элементов конструкции вагона как объекта безопасности // Труды XI научно-практической конференции «Безопасность движения поездов». – М.: МИИТ, 2010. – С. 7-21.

8. Устич П.А. Оценка остаточного срока службы деталей на основе данных об отказах // Мир транспорта. – 2015. – №6. – С. 196-205.
9. Тишкун Е.М. Информационно-управляющие технологии эксплуатации вагонного парка. – М.: Труды ВНИАС. – вып. №4, 2005. – 188 с.
10. Петров С.В. Классификация элементов конструкции вагона как объекта безопасности с целью построения расчетной схемы надежности вагона. / Сб. науч. тр. ОАО «ВНИИЖТ». – М.: Интект, 2011. – С. 136-140.
11. Устич П.А. Применение информационных технологий в системе технического обслуживание и ремонта вагонов // Бюллетень транспортной информации. – 2016. – №9. – С. 13-21.

References

1. GOST 27.002-89. Reliability in technology. Basic concepts, terms and definitions. – Moscow: Publishing house of standards, 1990. – 45 p.
2. Ustich P.A., Ivanov A.A., Averin G.V., Kuznetsov M.A., Petrov S.V. Some aspects of the problem of rationing the level of traffic safety on the example of railway transport. // Reliability. – 2011. – No. 1. – pp. 59-73.
3. Sapozhnikov S.A., Krasnobaev A.M., Raikov G.V., Petrov S.V. Principles of substantiation of optimal inter-repair standards of new models of freight cars. // Wagon park. – 2012. – No. 10. – pp. 40-41.
4. Sapozhnikov S.A., Krasnobaev A.M., Raikov G.V., Petrov S.V. Principles of confirmation of inter-repair standards of new models of freight cars. // Wagons and wagon economy. – 2012. – No. 2. – pp. 28-29.
5. Ustich P.A., Karpychev V.A., Ovechnikov M.N. Reliability of rail non-traction rolling stock. / Edited by P. A. Ustich. – M.: UMTS of the Ministry of Internal Affairs of Russia, 2004 – 416 p.
6. Raikov G.V., Petrov S.V. Scientific and theoretical principles of assigning inter-repair standards of wagons // Vestnik VNIIZhT. – 2012. – No. 4. – pp. 15-18.
7. Petrov S.V. Classification of structural elements of a car as an object of safety // Proceedings of the XI scientific and practical conference "Train traffic safety". – Moscow: MIIT, 2010. – pp. 7-21.
8. Ustich P.A. Evaluation of the residual service life of parts based on data on failures // Mir transport. – 2015. – No. 6. – pp. 196-205.
9. Tishkin E.M. Information and control technologies for the operation of the car fleet. – M.: Proceedings of VNIAS. – vol. No. 4, 2005 – 188 p.
10. Petrov S.V. Classification of the structural elements of the car as a safety object in order to build a design scheme for the reliability of the car. / Sb. науч. тр. JSC "VNIIZH". – M.: Intext, 2011. – pp. 136-140.
11. Ustich P.A. Application of information technology in the system of maintenance and repair of wagons // Bulletin of transport information. – 2016. – No. 9. – pp. 13-21.

ОМАРОВ А.Д. – т.ғ.д., профессор (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

ИСАЕНКО Э.П. – т.ғ.д., профессор (Ресей Федерациясы, Белгород қ., В.Г. Шухов ат. Белгород мемлекеттік технологиялық университеті)

ОМАРОВА Г.А. – ә.ғ.к., PhD, профессор (Алматы қ., Логистика және көлік академиясы)

СУЛЕЕВА Н.З. – т.ғ.к., доцент (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

ЖӨНДЕУАРАЛЫҚ АТҚАРЫМНЫҢ ЖҮК ВАГОНДАРЫНЫҢ ПАЙДАЛАНУ ҚАУІПСІЗДІГІНЕ ӘСЕРІ

Анданта

Қазіргі уақытта атаплан жөндеу аралық нормативтерді ғылыми негіздеу міндеті бірінші дәрежелі мәнге ие. Жөндеу аралық нормативтер деп вагондарга 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