

Проведенные исследования позволили получить расчетные значения случайной величины «наработка на отказ» и длины гарантийных участков по условию обеспечения требуемого уровня надежности. Результаты расчета представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты расчёта длины гарантийных участков

Узел вагона	Квантиль $T_{расч}, P_{дов} = 0,95$	$l_{опт}, \text{КМ}$
Тележка	383317	271
Кузов	314336	223
Тормозное оборудование	385738	273
Колёсная пара	339025	240
Автосцепное устройство	390814	276

Таким образом, при задании условия обеспечения вероятности безотказного проследования составов $P(l) = 0,95$ гарантийные участки обеспечены эксплуатационной надежностью по каждому рассматриваемому узлу. При этом наибольшей неопределенностью на гарантийном участке обладает надежность кузова, затем – колёсные пары, тележка, тормозное оборудование и автосцепное устройство. Поэтому для обеспечения высокой надежности на участках необходимо уделить первостепенное внимание техническому состоянию узлов в соответствии с установленным ранжированием.

Проведение исследований по каждому гарантийному участку полигона железной дороги позволят классифицировать участки по отказоопасности, усовершенствовать территориальную схему размещения пунктов технического обслуживания, технологические процессы технического обслуживания вагонов, сократить количество отказов и тем самым повысить безопасность движения.

Список литературы

- 1 Сенько, В. И. Эксплуатационная надежность грузовых вагонов на гарантийных участках железной дороги / В. И. Сенько, Е. П. Гурский // Механика машин, механизмов и материалов: международный научно-технический журнал. – 2009. – № 2 (7). – С. 76–79.
- 2 Планирование работы вагонного хозяйства с использованием методов математического моделирования : учеб. пособие / В. И. Сенько [и др.]. – Гомель : БелГУТ, 2012. – 276 с.

УДК 629.4.014.76.004.67

О ПЛАНИРОВАНИИ МОЩНОСТИ ВАГОНРЕМОНТНОЙ БАЗЫ

В. И. СЕНЬКО, Е. П. ГУРСКИЙ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Основные задачи вагонного хозяйства сводятся к поддержанию грузовых и пассажирских вагонов в работоспособном состоянии, обеспечению качественного и своевременного установленного плана ремонта вагонов, рациональному использованию имеющихся технических средств, достижению наибольшей эффективности работы предприятий.

В 2016 г. вагонными депо Белорусской железной дороги отремонтировано плановыми видами ремонта порядка 19000 грузовых вагонов, в том числе 55 % вагонов инвентарного парка Белорусской железной дороги и вагонов, принадлежащих ее организациям, и 45 % вагонов – по договорам для сторонних предприятий Республики Беларусь и стран СНГ и Балтии. Благодаря экономному и рациональному использованию материальных ресурсов, а также использованию в ремонте запчастей, демонтированных с исключенных из инвентарного парка вагонов, удельный вес которых в общих расходах на материалы составляет примерно 30 %, достигнуто снижение себестоимости плановых видов ремонтов. Это позволило в пределах установленного лимита финансирования ввести в эксплуатацию дополнительное количество вагонов, простаивающих в ожидании ремонта. При этом загрузка производственных мощностей депо имела ощутимый резерв.

Решение вопросов, связанных с максимальной загрузкой и оптимальным вариантом развития вагоноремонтной базы для обеспечения качественного и своевременного ремонта вагонов с минимальными затратами напрямую определяются обоснованием перспективной потребности в ремонтах инвентарного парка, которая зависит от принятых межремонтных сроков, возрастного состава и численности инвен-

тарного парка вагонов. Наиболее точным методом определения потребности во всех видах ремонта является непосредственное установление даты поступления каждого вагона в ремонт в планируемом году на основе автоматизированной обработки паспортов вагонов. Зная дату проведения последнего ремонта и межремонтные сроки, можно определить, когда и какой вид ремонта ожидает вагон в следующий раз и подсчитать потребность в ремонте в целом по инвентарному парку по каждому типу вагонов. Однако достаточно эффективно этот метод можно применять в условиях планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта вагонов (СТОИРВ) по критерию календарной продолжительности эксплуатации. На железных дорогах постсоветского пространства в течение всего исторического периода развития железнодорожного транспорта в основе СТОИРВ применялся данный критерий, согласно которому каждый вагон подлежал плановому виду ремонта через определенный интервал времени, исчисляемый от даты постройки или его последнего планового ремонта. Достоинство такого критерия – возможность обеспечения кратности нормативного срока службы и длительности межремонтных периодов вагона и, как следствие, простота и высокая достоверность прогнозирования вывода вагонов в ремонт, потребности их в обеспечении трудовыми, материальными и финансовыми ресурсами, что значительно упрощает планирование. При такой системе по каждому роду вагона определялись доли из них, которые ежегодно должны были пройти ремонт. В условиях ежегодного проведения планового деповского ремонта рассчитать суммарную ремонтную потребность несложно. Недостатком является вывод единичного вагона в ремонт независимо от выполненного им объема работы и без учета уровня обеспечения его сохранности при производстве погрузочно-разгрузочных и маневровых работ. В условиях жестко нормированного планового хозяйства все вагоны за равный промежуток времени выполняли примерно одинаковый уровень физического износа (техническое состояние) на стадии вывода в ремонт. Однако с переходом к рыночным отношениям этот недостаток становится существенным вследствие нарушения стабильности использования вагонного парка во времени в перевозочном процессе. При таком положении физический износ вагонов при выводе в ремонт различен и колеблется в больших пределах, что влечет за собой подачу части вагонов в ремонт с недоиспользованным техническим ресурсом и, как следствие, необоснованные ремонтные затраты. Другая часть вагонов выводится в ремонт с повышенной степенью физического износа, устранение которого требует в лучшем случае дополнительных затрат, а в худшем может привести к авариям и крушениям.

В конце 90-х годов XX в. было принято решение о разработке и внедрении на сети дорог СНГ принципиально новой системы технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов с учетом фактически выполненного объема работ. После глубокого анализа и всесторонних обсуждений принципов построения системы было решено сохранить календарные сроки капитального ремонта. В отношении нормативов деповского ремонта был применен комбинированный критерий, ограничивающий эксплуатацию вагонов объемом выполненной работы и предельно допустимым сроком эксплуатации между плановыми ремонтами, при этом вагон должен выводиться в ремонт при выработке любого из двух нормативов. Для оценки критерия объема выполненной работы намечено использовать выраженный в километрах общий (груженный плюс порожний) пробег при использовании вагона по прямому назначению. Выбор этого критерия объясняется тем, что на момент начала разработки системы получение этого показателя на всех уровнях управления вагонным хозяйством было наиболее доступно. И в настоящее время в Республике Беларусь действует планово-предупредительная дифференцированная система ремонта, согласно которой регламентированы следующие сроки проведения деповского ремонта:

- при достижении 100 тыс. км общего (груженный плюс порожний) пробега, но не позднее чем через 2–3 года (в зависимости от рода и типа вагона) эксплуатации после производства деповского ремонта;

- при достижении 160 тыс. км общего (груженный плюс порожний) пробега, но не позднее чем через 2–3 года (в зависимости от рода и типа вагона) эксплуатации после производства капитального ремонта;

- через 210 тыс. км общего (груженный плюс порожний) пробега, но не позднее чем через 3 года эксплуатации после постройки и капитального ремонта с продлением нормативного срока службы.

При таких условиях существенно усложняется планирование потребности в ремонтах и действующие методики расчета [1] оказываются неэффективными.

Суть предлагаемой методики заключается в следующем. Для расчета потребности в ремонте грузовых вагонов, которая определяется принятыми межремонтными критериями, возрастным составом и численностью инвентарного парка вагонов, применяются следующие зависимости [3, 4]:

$$N_{\text{деп.}i} = N_i z_{\text{деп.}i}; \quad (1)$$

$$N_{\text{кап.}i} = N_i z_{\text{кап.}i}, \quad (2)$$

где N_i – инвентарный парк вагонов; $z_{\text{деп.}i}$, $z_{\text{кап.}i}$ – коэффициент потребности вагонов инвентарного парка в деповском и капитальном ремонтах соответственно.

Коэффициенты потребности в деповском и капитальном ремонтах определяются по следующим зависимостям:

$$z_{\text{деп.}i} = \frac{D_k S_{\text{ср.}i}}{[nl]_i}; \quad (3)$$

$$z_{\text{кап.}i} = \frac{\alpha_{i-1}}{T_{\text{сл}}} + \frac{\gamma_i}{T_{\text{сл}}}, \quad (4)$$

где D_k – число календарных дней в году; $S_{\text{ср.}i}$ – среднесуточный пробег i -го типа вагона, км, $[nl]_i$ – нормативный межремонтный пробег i -го типа вагонов, км; α_i – общее количество межремонтных циклов за период, равный сроку службы вагона i -го типа; γ_i – доля вагонов i -го типа со сверхназначенным сроком службы; $T_{\text{сл}}$ – нормативный срок службы вагона i -го типа.

Тогда зависимость (1), с учетом того, что межремонтный норматив определяется не только пробегом, но и календарной продолжительностью, можно записать так:

$$N_{\text{деп.}i} = N_i \frac{D_k S_{\text{ср.}i}}{[nl]_i} K_i, \quad (5)$$

где K_i – коэффициент, учитывающий ненаработку i -типа вагонов, $K_i > 1$.

Экономико-математические методы расчета позволили установить коэффициенты, обосновать потребность в выполнении деповского и капитального ремонта вагонов инвентарного парка и рассчитать производственная мощность вагоноремонтной базы:

$$\sum_{i=1}^n M_{\text{вчд}} = (N_{\text{деп.}i} + N_{\text{кр.}i}) \varphi, \quad (7)$$

где φ – коэффициент, учитывающий наличие (резерв) производственной мощности.

Полученные результаты научных исследований имеют практическую значимость при решении вопросов, связанных с эффективностью выделяемых средств на выполнение плановых видов ремонта вагонов и планированием расходов на развитие вагоноремонтной базы, что обеспечивает качественное и своевременное проведение ремонта и в целом ведет к повышению эффективности работы вагонного хозяйства.

Список литературы

1 **Гридюшко, В. И.** Вагонное хозяйство: учеб. пособие для вузов / В. И. Гридюшко, В. П. Бугаев, Н. З. Криворучко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1988. – 295 с.

3 **Сенько, В. И.** Информационные модели в управлении вагонными парками: [монография] / В. И. Сенько, Е. П. Гурский. – Гомель: БелГУТ, 2010. – 296 с.

УДК 621.869.88 : 629.463.3

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАСЧЕТА ТАНК-КОНТЕЙНЕРОВ С УЧЕТОМ РЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ НАГРУЖЕНИЯ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

В. И. СЕНЬКО, С. В. МАКЕЕВ, П. М. БУЙЛЕНКОВ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Танк-контейнеры (контейнеры-цистерны) являются интермодальными транспортными единицами, то есть не требующими осуществления перегрузки продукции на специальных терминалах