

УДК 629.4.014.76.004.67

*В. И. СЕНЬКО, доктор технических наук, профессор, Е. П. ГУРСКИЙ, кандидат технических наук, доцент, Л. В. СЕНЬКО, научный сотрудник, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

## РАСЧЕТ И ОБОСНОВАНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В РЕМОНТЕ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ ИНВЕНТАРНОГО ПАРКА

Одной из основных задач вагонного хозяйства является качественное и своевременное выполнение плана ремонта вагонов с минимальными затратами, в первую очередь, путем усиления существующей вагоноремонтной базы, рациональной специализации и размещения вагоноремонтных предприятий, оптимизации их структуры, внедрения передовых средств и методов ремонта и других мероприятий. Это требует разработки оптимального варианта развития вагоноремонтной базы, обоснования перспективной потребности в ремонтах инвентарного вагонного парка.

Показана актуальность и практическая значимость данной проблемы. Проанализировано состояние вагонного парка. Приведена методика расчета потребности в ремонте. Дан прогноз потребности в деповском и капитальном ремонтах грузовых вагонов на заданный горизонт, а также рассчитана мощность вагоноремонтной базы. Полученные результаты используются службой вагонного хозяйства Белорусской железной дороги при решении вопросов, связанных с эффективностью выделяемых средств на развитие вагоноремонтной базы, обеспечивающей безопасное функционирование перевозочного процесса, что ведет в целом к повышению эффективности работы железнодорожного транспорта.

**В** настоящее время железнодорожный транспорт, обеспечивая перевозки грузов и пассажиров, работает в сложных экономических условиях. Стоящая сегодня перед республикой задача резкого повышения эффективности работы всех видов транспорта предопределяет более высокие требования к деятельности каждого из существующих транспортных предприятий. Поэтому особенно актуален вопрос о поиске оптимальных решений в различных отраслях его деятельности.

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.

На Белорусской железной дороге достаточно успешно выполняется программа восстановления работоспособности и ресурса подвижного состава. Однако анализ работы дороги показал, что надежность вагонного парка снижается, а размеры социально-экономических потерь от опасных отказов вагонов на гарантийных участках существенные. Во многом это связано с техническим состоянием вагонного парка. В настоящее время наблюдается выраженная тенденция старения инвентарного парка грузовых вагонов, которые по данным 2009 г. на 46 % отслужили регламентированный срок службы, что не дает возможности эффективно использовать их в перевозочном процессе [2, 3]. Кроме этого, средний срок службы вагонов грузового парка – 25 лет и процент износа вагонов – 89 % говорят о том, что возможно осложнение ситуации с обеспечением безопасности вагонов на гарантийных участках,

поэтому центр тяжести по решению проблемы сохранности вагонного парка и улучшения его технического состояния сейчас должен лежать на вагоноремонтных предприятиях. В первую очередь за счет повышения качества капитального и деповского ремонтов вагонов путем усиления существующей вагоноремонтной базы, рациональной специализации и размещения вагоноремонтных предприятий, оптимизации их структуры, внедрения передовых средств и методов ремонта и других мероприятий. Решение вопросов, связанных с оптимальным вариантом развития вагоноремонтной базы для обеспечения качественного и своевременного ремонта вагонов с минимальными затратами, напрямую определяется обоснованием перспективной потребности в ремонтах инвентарного парка.

Комплексный анализ важнейших показателей работы вагонного хозяйства свидетельствует о том, что решаются эти задачи в настоящее время неэффективно. И одной из причин является несовершенство системы прогнозирования и планирования этих показателей на различных уровнях управления. Поэтому прогнозирование показателей эффективности работы вагонного хозяйства – один из основных вопросов начального этапа проектирования транспортных систем, создания их генеральных схем, а также поиска наиболее эффективной технологии работы.

Теоретическим основам и совершенствованию эффективной организации работы подразделений вагонного хозяйства посвящен ряд научных работ отечественных и зарубежных ученых В. И. Гридюшко, Н. З. Криворучко, П. А. Устича, В. А. Ивашова, М. В. Орлова, В. Ф. Лапшина и др. И вместе с тем многие вопросы, связанные с пла-

нированием ремонта, развитием и размещением вагоноремонтной базы, остаются до сих пор нерешенными.

Потребность в ремонте определяется принятыми межремонтными сроками, возрастным составом и численностью инвентарного парка вагонов. Наиболее точным методом определения потребности во всех видах ремонта является непосредственное определение даты поступления каждого вагона в ремонт в планируемом году на основе обработки на ЭВМ паспортов вагонов. Массив этих документов может формироваться и обрабатываться в результате решения задачи автоматизированной системы управления железнодорожным транспортом «Учет инвентарного парка вагонов». В паспорте вагона указываются даты постройки и проведения ремонта, затраты на ремонт и другие сведения. 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 этот метод достаточно эффективно возможно 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 депоовского 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 имели 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.

Переход к рыночной экономике и достигнутый к середине 90-х годов уровень развития средств вычислительной техники и связи теоретически обеспечивали предпосылки для разработки технологии, предусматривающей слежение в оперативном режиме времени за использованием единичных вагонов в перевозочном процессе и централизованный учет фактически выполненного объема работ каждым вагоном. В 1996 г. 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 принято решение сохранить календарные сроки капитального ремонта. В отношении нормативов депоовского ремонта было принято решение о применении комбинированного критерия, ограничивающего 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 было решено 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 сроки проведения плановых видов ремонта регламентированы [3]:

– 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 депоовского 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 существующие методики расчета [1] оказываются неэффективными.

Суть предлагаемой методики заключается в следующем. Для расчета потребности в ремонте грузовых вагонов, которая определяется принятыми межремонтными сроками, 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;  $z_{\text{деп.}i}$ ,  $z_{\text{кап.}i}$  – коэффициенты потребности вагонов инвентарного парка в деповском и капитальном ремонтах соответственно.

Коэффициенты потребности в деповском и капитальном ремонтах

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

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

где  $D_k$  – число календарных дней в году;  $N_i$  – среднесуточный пробег  $i$ -го типа вагона, км;  $[nl]_i$  – норма-

тивный межремонтный пробег  $i$ -го типа вагонов, км;  $\alpha_i$  – общее количество межремонтных циклов за период, равный сроку службы вагона  $i$ -го типа;  $\gamma_i$  – доля вагонов  $i$ -го типа со сверхназначенным сроком службы;  $T_{\text{сл}}$  – нормативный срок службы вагона  $i$ -го типа.

Тогда формулу (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,  $K_i > 1$ .

Динамика изменения среднесуточного пробега вагонов  $i$ -типа за период 2000–2008 гг. представлена на рисунке 1.

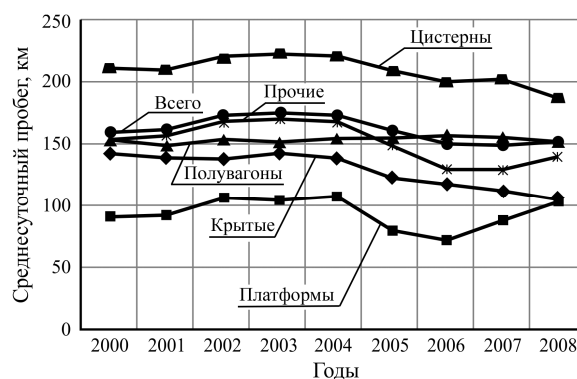


Рисунок 1 – Динамика изменения среднесуточного пробега вагонов  $i$ -типа

Прогнозные значения среднесуточного пробега, полученные по аппроксимирующим линейным зависимостям с учетом существующей динамики его изменения, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Среднесуточный пробег вагонного парка на перспективу

Годы	Крытые	Платформы	Полувагоны	Цистерны	Прочие	Всего
2010	99,75	88,29	154,51	191,76	125,93	147,87
2015	75,82	83,71	155,85	177,98	105,98	136,94
2020	51,89	79,12	157,19	164,21	86,04	126,02

С учетом принятой на Белорусской железной дороге периодичности проведения плановых ремонтов, возрастной характеристики парка и прог-

нозных значений среднесуточного пробега рассчитаны коэффициенты потребности в деповском и капитальном ремонтах (таблица 2).

Таблица 2 – Коэффициенты потребности в деповском и капитальном ремонтах

Годы	$z_{\text{кр.деп}}$	$z_{\text{платф.деп}}$	$z_{\text{полуваг.деп}}$	$z_{\text{цист.деп}}$	$z_{\text{проч.деп}}$	$z_{\text{всего деп}}$
2010	0,33	0,29	0,51	0,63	0,42	0,49
2015	0,25	0,27	0,51	0,59	0,35	0,45
2020	0,17	0,26	0,52	0,54	0,28	0,41
2010-2015	$z_{\text{кр.кр}}$	$z_{\text{платф.кр}}$	$z_{\text{полуваг.кр}}$	$z_{\text{цист.кр}}$	$z_{\text{проч.кр}}$	$z_{\text{всего кр}}$
	0,065	0,096	0,110	0,112	0,058	0,088

Выполненные ранее в работах [2, 3] исследования по обоснованию потребного вагонного парка на перспективу с учетом многопараметрического характера перевозочного процесса и полученные

результаты позволили обосновать потребность в выполнении деповского и капитального ремонта вагонов инвентарного парка Белорусской железной дороги на перспективу. Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Потребность в плановых ремонтах

Инвентарный парк вагонов	Потребность в деповском ремонте			Потребность в капитальном ремонте		
	2010 г.	2015 г.	2020 г.	2010 г.	2015 г.	2020 г.
Крытые	610	562	459	120	146	176
Платформы	634	750	780	210	267	288
Полувагоны	2833	3264	3702	611	704	783
Цистерны	4032	4991	5799	717	948	1203
Прочие	3429	3755	3791	474	622	785
Всего	11538	13322	14531	2132	2687	3235

**Производственная мощность вагоноремонтной базы** на Белорусской железной дороге должна удовлетворять потребностям в ремонте:

$$\sum_{i=1}^n M_{вчд} = N_{деп.i} + N_{кр.i}. \quad (6)$$

Расчетная мощность вагоноремонтной базы должна быть больше, чем спрогнозированная потребность в ремонте. Это определяется следующим условием:

– нельзя точно спрогнозировать потребность в ремонте (существуют пессимистичный и оптимистические прогнозы, расчетное значение всегда нужно принимать между ними);

– процесс подхода вагонов на станцию расположения депо, где производится их отбор в ремонт, случайный;

– наработка вагонов в вагоно-километрах – критерий отбора вагонов в ремонт – колеблется в больших пределах.

В таком случае мощность деповской ремонтной базы должна иметь резерв по отношению к потребности в ремонте

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

где  $\phi$  – коэффициент, учитывающий наличие (резерв) производственной мощности,  $\phi \approx 1,25$ .

Тогда потребная производственная мощность вагоноремонтной базы Белорусской железной дороги на перспективу будет следующая (таблица 4).

Таблица 4 – Потребная мощность вагоноремонтной базы

Инвентарный парк вагонов	Потребность в деповском и капитальном ремонте			Потребная мощность ВЧД		
	2010 г.	2015 г.	2020 г.	2010 г.	2015 г.	2020 г.
Крытые	730	708	635	913	885	794
Платформы	844	1017	1068	1055	1271	1335
Полувагоны	3444	3968	4485	4305	4960	5606
Цистерны	4749	5939	7002	5936	7424	8753
Прочие	3903	4377	4576	4879	5471	5720
Всего	13670	16009	17766	17088	20011	22208

Экономический эффект реализуемых мероприятий достигается от сокращения необоснованных затрат на содержание инфраструктуры, обеспечивающей ремонт вагонного парка, эффективных капитальных вложений в реконструкцию и проектирование новых отраслевых подразделений, выполнения своевременного и качественного ремонта вагонов с наименьшими затратами.

Результаты научных исследований учтены и используются службой вагонного хозяйства Белорусской железной дороги при решении вопросов,

связанных с эффективностью выделяемых средств на развитие вагоноремонтной базы, обеспечивающей безопасное функционирование перевозочного процесса, и являются важной составляющей частью программы развития отрасли до 2020 года, что ведет в целом к повышению эффективности работы железнодорожного транспорта.

#### Список литературы

- 1 Грідюшко, В. И. Вагонное хозяйство : учеб. пособие для вузов / В. И. Грідюшко, В. П. Бугаев, Н. З. Криворучко. – 2-е изд.,

перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1988. – 295 с.

2 Разработка стратегии обеспечения перевозочного процесса грузовыми и пассажирскими вагонами : отчет о НИР / Бел. гос. ун-т трансп.; рук. В. И. Сенько. – Гомель, 2005. – 61 с. – № ГР 20031684.

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

4 **Сенько, В. И.** Обоснование потребности в ремонте грузовых вагонов / В. И. Сенько // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2003. – № 2 (7). – С. 42–44.

Получено 29.01.2010

**W. I. Senko, E. P. Gurskiy, L. W. Senko.** Calculation and motivation need for repair freight-car inventory park.

One of the primary tasks facilities coach is reduced to provision qualitative and well-timed plan of the repair coach with minimum expenses, in the first place by reinforcements existing bases of the repair coach, rational specialization and accommodations repair enterprise, optimization of their structure, introducing the leading facilities and methods of the repair and other action. The decision on a matter in accordance with optimum variant of the development of the base of the repair coach for ensuring qualitative and well-timed repair with minimum expenses are straight defined by motivation perspective need for repair inventory park coach. In work is shown urgency and practical value given problems. Happen to the given parka about condition coach. The methods of the calculation need is described for repair. Forecast need is Received for repair of the freight-cars on given horizon, as well as is calculated a power of the base of the repair coach. The Got results are used by service facilities coach of the Belorussian railway at decision on a matter, in accordance with efficiency of the selected facilities on development of the repair base, providing safe operating the process of transportation that guides to safe to increasing of efficiency of the functioning the rail-freight traffic.