

компаний под погрузку на Белорусской железной дороге отсутствует, нет нормативной базы на уровнях железнодорожных администраций и внутригосударственном уровне. Кроме того, привлечение вагонов операторских компаний (по практике ОАО «РЖД») сделает дорожке перевозку груза на 15–20 %. А вагонов инвентарного парка собственности других железнодорожных администраций, привлекаемых для погрузки таких грузов, в любой момент может быть недостаточно. Поэтому для стабильного обеспечения возрастающих потребностей экономики страны в перевозках требуется разработка эффективной стратегии закупок нового, оздоровления имеющегося подвижного состава, решения вопроса о целесообразности развития существующих устройств вагонного хозяйства, а также создания собственной вагоностроительной базы.

Эффективное решение данной задачи возможно с применением современных экономико-математических и статистических методов, позволяющих, наряду с качественным анализом, количественно оценивать технико-экономические процессы, происходящие на железнодорожном транспорте, о работе которого ежедневно собирается и обрабатывается огромный объем информации, необходимый для решения задач самого широкого круга.

В ходе выполненных научных исследований разработана экономико-математическая модель управления вагонными парками, учитывающая многопараметрический характер перевозочного процесса. Были установлены эмпирические прогнозные зависимости и закономерности изменения численности вагонных парков с учетом параметров перевозочного процесса, а также определены прогнозные значения потребного количества грузовых вагонов по роду и количеству на период до 2020 г. Установлено, что при среднем по парку сроке службы грузовых вагонов до исключения из инвентарного парка 36,4 года ежегодная закупка подвижного состава для обеспечения объема перевозочной работы под прогнозные показатели должна составить 2300–2400 ед.

К сожалению, увеличивающаяся доля вагонов с истекшим нормативным сроком службы может привести к осложнению 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. Решение вопросов, связанных с оптимальным вариантом развития вагоноремонтной базы для обеспечения качественного и своевременного ремонта вагонов с минимальными затратами, напрямую определяется обоснованием потребности в ремонтах инвентарного парка. На основании полученных результатов рассчитана и обоснована потребность в деповском и капитальном ремонтах подвижного состава с учетом принятых межремонтных сроков, возрастного состава и численности инвентарного парка вагонов на перспективу. Установлено, что на 2020 г. потребность в деповском ремонте должна быть не менее 14500, в капитальном – 3200 вагонов. Производственная мощность вагоноремонтной базы должна иметь резерв по отношению к потребности в ремонте и поэтому должна обеспечивать возможность восстановить ресурс и работоспособность не менее 17000 ед.

Результаты научных исследований учтены и используются на предприятиях железнодорожного транспорта Республики Беларусь и промышленных предприятиях, обеспечивающих перевозочный процесс и ремонтную базу, и позволяют сформировать стратегию управления вагонными парками и обеспечивающей инфраструктурой, повысить эффективность принимаемых управленческих решений, в том числе решить вопрос о целесообразности развития вагоноремонтной и вагоностроительной базы в Республике Беларусь для оздоровления и обновления собственного инвентарного парка вагонов и сбыта их на другие железные дороги.

УДК 629.4.027.2

## **О ПРИЧИНАХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ БОКОВЫХ РАМ ТЕЛЕЖЕК МОДЕЛИ 18-100 ПО БУКСОВЫМ ПРОЕМАМ**

*В. И. СЕНЬКО, М. И. ПАСТУХОВ, С. В. МАКЕЕВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Одной из главных задач службы вагонного хозяйства Белорусской железной дороги является повышение эффективности использования подвижного состава в эксплуатации (и, в частности, максимального использования его ресурса) путем продления назначенного срока службы грузовых вагонов без ущерба для обеспечения требований безопасности движения. На текущий момент назначенный



срок службы большинства типов грузовых вагонов составляет 32 года. Однако на основании результатов последних исследований о потере несущей способности вагонов за длительный срок службы, материалов о повреждаемости вагонов в эксплуатации, новых оценок остаточного ресурса, а также внедрения современных технологий в диагностику технического состояния ответственных деталей, принято решение об увеличении срока службы вагонов после капитального ремонта на 50 % от назначенного, то есть с 32 до 48 лет. При этом продление срока службы вагона до 48 лет касается только кузовов. Срок же службы основных элементов вагона – тележек по ресурсу литых деталей (боковых рам и надрессорных балок) может быть продлен только на 5 лет, т. е. до 37 лет (включительно). Поэтому замена через 37 лет эксплуатации вагона тележек под продленными кузовами является дорогостоящей операцией и не совсем оправданной для остаточного срока службы вагона на 11 лет (с 37 до 48 лет). Особенно актуальна эта проблема для Белорусской железной дороги, которая не имеет своего производства для изготовления крупногабаритных литых деталей (боковых рам и надрессорных балок) и вынуждена закупать их в России. В связи с этим БелГУТ длительное время (с 1996 г.) ведет исследования по оценке остаточного ресурса литых деталей тележек и возможности продления их срока службы. Наблюдения за работоспособностью боковых рам в эксплуатации показали, что до 85 % всех повреждений приходится на буксовые проемы (зоны 1–3, рисунок 1). При этом характер повреждений по этим зонам – усталостный, но причина возникновения трещин по ним различна. Определяющей причиной возникновения повреждений по зоне 3 является качество литья. При попадании литейных дефектов на поверхность или в предповерхностный слой сечения зоны 3 они становятся очагами зарождения в ней усталостных трещин и разрушения деталей. Литейные дефекты, являясь концентраторами напряжений, увеличивают в зонах 3 боковых рам напряжения выше предела выносливости, ибо основной тон номинальных напряжений в них находится на уровне 0,9 от допускаемых. Как следствие, срок службы боковых рам по зонам 3 при наличии дефектов колеблется от 2 до 23 лет в зависимости от вида дефекта, его размеров и глубины залегания от поверхности детали. Следовательно, и ресурс боковых рам по зонам 3 определяется качеством литья по ним, а вероятность разрушения детали в эксплуатации и безопасность движения – качеством диагностики при плановых видах ремонта и своевременностью выбраковки дефектных деталей.

Совершенно другая картина причин разрушения боковых рам по зонам 1 и 2 (см. рисунок 1). В этих зонах при нормированных режимах эксплуатации основной тон напряжений находится на уровне 0,26–0,38 от допускаемых и поэтому даже появление в них литейных дефектов не является причиной разрушения рам. Однако фактически оно не только имеет место, но и встречается с большей частотой, чем по зоне 3. Если в зоне 3 частота появления трещин составляет 0,15 от их общего количества по буксовому проему, то в зоне 1 – 0,32, а в зоне 2 – 0,4. И, как показали исследования этого явления, основной причиной разрушения рам по зонам 1 и 2, является появление высоких продольных нагрузок, возникающих в экстремальных ситуациях эксплуатации вагонов.

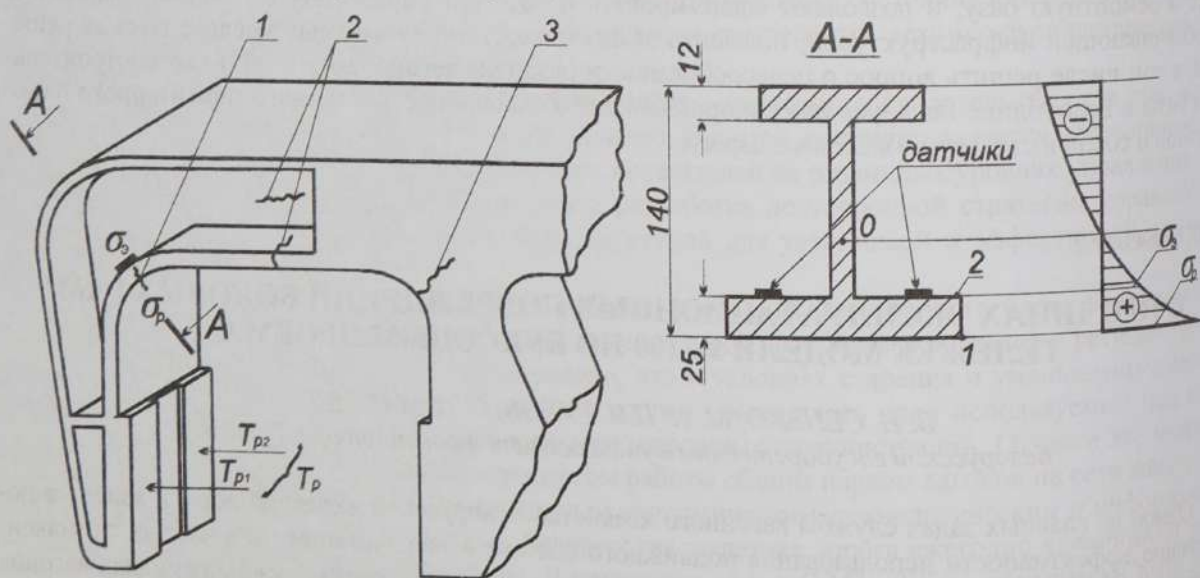


Рисунок 1 – Схема передачи продольной силы на наружную «челюсть» боковой рамы:  
0 – нейтральная ось; 1–3 – зоны зарождения трещин



Экстремальный режим нагружения вагона и боковых рам тележек продольными нагрузками возникает на сортировочных горках в двух случаях движения: либо при малой скорости (до 5 км/ч) вхождения вагона в вагонный замедлитель, либо при высокой скорости (более 15 км/ч) соударения вагонов после прохода вагонного замедлителя. В обоих случаях напряжения в наружных углах (зона 1) и надпорных поясах (зона 2) рам тележек возрастают выше допустимых (с перегрузкой до 1,2–1,5). Поэтому для снижения вероятности эксплуатационных повреждений литых боковых рам тележек модели 18-100 по буксовым проемам необходимо:

- ужесточить требования по качеству литья при изготовлении боковых рам;
- обеспечить технологические требования по роспуску вагонов через сортировочные горки, определяемые ПТЭ;
- повысить качество диагностирования боковых рам при плановых ремонтах вагонов.

УДК 629.4.027.2

## ОЦЕНКА РЕСУРСА БУКСОВОГО ПРОЕМА БОКОВОЙ РАМЫ ТЕЛЕЖКИ МОДЕЛИ 18-100 ПРИ СОУДАРЕНИИ ВАГОНОВ

В. И. СЕНЬКО, М. И. ПАСТУХОВ, С. В. МАКЕЕВ

Белорусский государственный университета транспорта, г. Гомель

Согласно «Нормам для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных)» распределение продольных сжимающих сил на вагон в эксплуатации подчиняется закону Релея, используя который, найдено распределение инерционных сил на наружную «челюсть» буксового проема боковой рамы тележки модели 18-100 (рисунок 1), а по нему – и напряжений  $\sigma_{pi}$ .

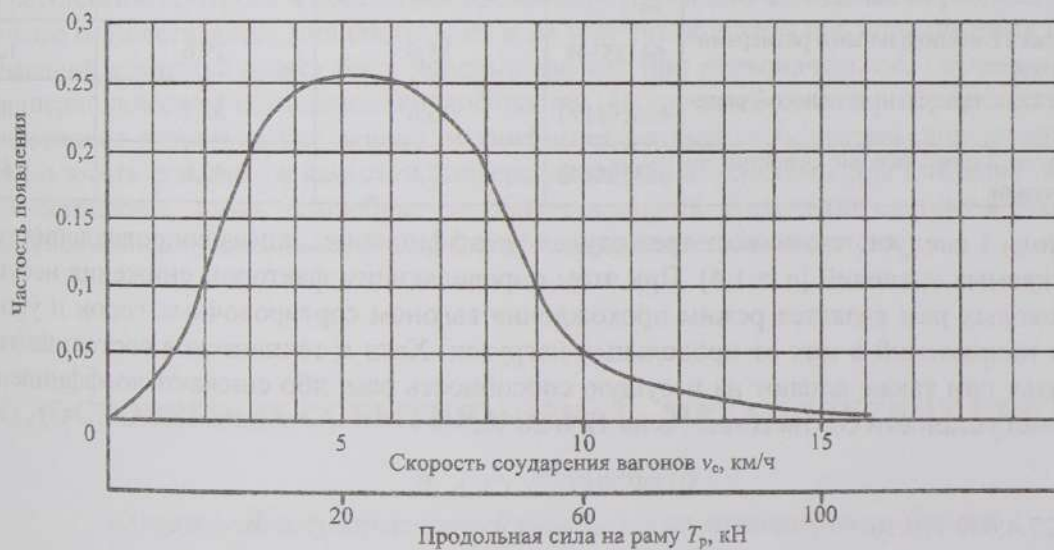


Рисунок 1 – Распределение продольных сил на раму тележки при соударении грузовых вагонов

По распределению динамических напряжений  $\sigma_{pi}$  найдены эквивалентные напряжения  $\sigma_{эс}$ .

Эквивалентные напряжения от продольных сил в наружном углу буксового проема боковой рамы тележки определены по зависимости

$$\sigma_{эс} = \sqrt[m]{\frac{N_c}{N_0} \sum \sigma_{pi}^m p_i}, \quad (1)$$

где  $N_c$  – суммарное число циклов воздействия продольных сил на рассматриваемый элемент вагона (боковые рамы тележки) за  $T_n = 16$  лет;  $N_0$  – базовое число циклов испытания детали на сопротивление усталости. Для боковых рам тележки  $N_0 = 10^7$  циклов;  $\sigma_{pi}$  – величины динамических напряжений в рассматриваемом сечении боковой рамы от продольных сил;  $p_i$  – частота (вероятность) появления напряжений в расчетном сечении боковой рамы величиной  $\sigma_{pi}$ ;  $m$  – показатель степени кривой выносливости по результатам испытаний детали на сопротивление усталости.