

УДК 629.4.023:629.463.63

С. М. ВАСИЛЬЕВ¹, А. В. ПИЩИК²

¹Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

²ООО «Новая логистическая», Москва, Россия

АНАЛИЗ ПОВРЕЖДЕНИЙ УЗЛА ПЯТНИК – ПОДПЯТНИК ВАГОНОВ-ПЛАТФОРМ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ КРУПНОТОННАЖНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ

Выполнен анализ повреждений пятниковых узлов и мер по снижению отрицательного воздействия на них при эксплуатации. Показано, что наибольшего внимания требуют износ контактных поверхностей и прочность крепления пятника. Обсуждаются возможности автоматизированного выявления отклонений в работе узла пятник – подпятник в эксплуатации.

Ключевые слова: вагоны-платформы, пятник, подпятник, износ пятниковых узлов, безопасность движения поездов.

На сети железных дорог колеи 1520 (1524) мм наблюдается значительный рост контейнерных перевозок и связанное с ним увеличение парка вагонов-платформ для перевозки крупнотоннажных контейнеров. В таких условиях остро стоит вопрос обеспечения безопасного проследования контейнерных поездов. В частности, важно обеспечить безопасность движения по транспортному общеевропейскому коридору № 2 (в пределах Республики Беларусь железнодорожная линия пролегает по направлению Брест – Минск – Орша – Осинówka).

Значительная часть парка вагонов-платформ для перевозки крупнотоннажных контейнеров работает по единичному критерию календарной продолжительности эксплуатации вагона. Вследствие интенсивности контейнерных перевозок пробег вагонов на момент поступления в первый плановый ремонт в среднем составляет более 350 тыс. км. В то же время заводы-изготовители как вагонов, так и узлов и деталей несут гарантийную ответственность до первого планового ремонта (не более 3 лет либо 210 тыс. км пробега). Данное условие обусловлено эксплуатационной надежностью, оно регламентировано стандартами на комплектующие и техническими условиями на вагоны.

При интенсивном использовании подвижного состава особое внимание требуется уделять надежности узла пятник – подпятник, от состояния которого напрямую зависит безопасность движения поездов. Основными причинами отклонений в работе данного узла от нормальной эксплуатации являются повышенный износ контактных поверхностей, ослабление и обрыв крепления пятника.

Износ пятниковых узлов является одной из основных причин поступления в ремонт тележек вагонов. Пятниковые узлы подвергаются значительным статическим, вибрационным и ударным воздействиям, часто превышающим проектные нагрузки. Они зачастую работают без смазывания, в сильно запыленной, а иногда и абразивной среде, при переменной влажности и температуре. Изнашивание опорной и цилиндрической поверхностей пятникового узла в эксплуатации характеризуется значительной неоднородностью [1].

Основными факторами, влияющими на изнашивание опорной и цилиндрической поверхностей пятникового узла, являются:

- особенности конструкции вагона;
- нарушение правил погрузочно-разгрузочных работ;
- отклонения в содержании верхнего и нижнего строения пути;
- загрузка вагона сверх грузоподъемности.

Анализ интенсивности и характера износа пятниковых узлов свидетельствует, что после 7–10 лет эксплуатации изношенные поверхности необходимо восстанавливать до размеров, предусмотренных конструкторской документацией или заменять их на новые, чтобы избежать изломов буртов и разрушения зеркала подпятника. Поэтому для выявления характеристик материалов и иных параметров, определяющих износостойкость узла, и обеспечения максимально надежной его эксплуатации без ремонта (замены) требуется исследование изнашивания пары трения пятник – подпятник [2].

Количественной относительной характеристикой износа является интенсивность изнашивания, определяемая, как отношение значения износа к пути, на котором происходило изнашивание, или к объему выполненной работы

$$I = \frac{dh}{dl} = \frac{dV}{A_a dl} = \frac{dG}{\rho A_a dl}; \quad I_W = \frac{dV}{dW} = \frac{A_a dh}{F dl} = \frac{1}{\tau} \frac{dh}{dl},$$

где h , V , G – величины линейного, объемного и весового износа материала соответственно; l – путь трения; A_a – номинальная площадь касания; ρ – плотность изнашиваемого материала; $dW = F dl$ – работа силы трения F ; $\tau_a = F/A_a$ – удельная сила трения в контакте между сопряженными телами.

Установлено, что на интенсивность изнашивания трибосопряжения пятник – подпятник влияют неоптимальное сочетание материалов трущихся деталей и режим трения, абразивные частицы, попадающие в зону трения, рост кромочных давлений с динамическим характером приложения нагрузки. Кроме того, на ресурс работы пятникового узла большое влияние оказывает база, вес брутто вагона, а также условия эксплуатации – наличие кривых малых радиусов, вызывающих поворот пятника относительно подпятника на больший угол. Для разных вагонов ресурс работы пятникового узла может различаться в 2,5 раза при движении по одному и тому же участку железнодорожного пути.

При движении в кривых плоская поверхность подпятника воспринимает почти всю вертикальную и горизонтальную нагрузку от кузова, т. к. опира-

ние на скользуны при нарушении равновесной скорости в кривых или боковой качке в прямых может происходить только односторонне [3]. Проведенные в последние десятилетия всесторонние исследования узлов трения подвижного состава железнодорожного транспорта показали, что в зонах контакта большинства из них имеет место значительный неравномерный износ, а на некоторых контактных поверхностях проходят заметные пластические деформации, приводящие к изменению заданных геометрических размеров [4]. При повышенных износах пятника и подпятника в направлении продольной оси вагона появляется возможность их относительного перемещения и соударения, что может привести к повреждениям надрессорной балки, отколу внутреннего бурта подпятника и трещинам в пятнике [5]. Также ухудшается динамика вагона, происходит передача продольных сил через шкворень, его изгиб, срез и т. п. Кроме того, в результате износа пятникового узла уменьшается зазор в скользунах, предусмотренный конструкцией вагона.

За 2020 год в текущий отцепочный ремонт на железных дорогах стран СНГ и Балтии по неисправности «ослабление крепления пятника» (код 607 отраслевого Классификатора «Основные неисправности грузовых вагонов» К ЖА 2005 05) было отцеплено около 3 тыс. вагонов парка Российской Федерации (+48,2 % к 2019 г.) [6]. В первом полугодии 2021 года по аналогичной неисправности зафиксирована отцепка 770 вагонов парка РФ (+9,5 % к 2020 г.) [7]. Стабильное увеличение отцепок вагонов по данной неисправности, на наш взгляд, требует повышения качества монтажа пятников при постройке и плановых видах ремонта вагонов, а также усиления контроля за состоянием данного узла со стороны работников вагонного хозяйства.

В эксплуатации встречаются два основных типа крепления пятника к шкворневой балке рамы фитинговых платформ: болтогаечное и заклепочное. Сравнительный анализ этих соединений, выполненный методом экспертных оценок из условий ремонтпригодности, показал предпочтительность болтогаечного крепления, которое удобнее в монтажных работах и регулировке.

Основной причиной обрыва (ослабления крепления) пятника (рисунок 1) является нарушение технологии монтажа его на раму вагона при постройке и последующих плановых ремонтах.



Рисунок 1 – Обрыв болта крепления пятника

Опыт эксплуатации вагонов показывает, что выявление ослабления крепления и трещин пятника возможно при выполнении технического обслуживания вагонов на пунктах технического обслуживания, а износ контактирующих поверхностей пятника и подпятника – только при проведении ремонта с выкаткой тележек из-под вагона. Выявление отклонений в работе узла пятник – подпятник – одна из основных задач осмотрщиков-ремонтников вагонов и вагонных мастеров (бригадиров). В этой связи отметим, что большая часть нарушений безопасности движения, как свидетельствует статистика, происходит по вине человека-исполнителя. Это становится возможным из-за несоблюдения требований нормативных документов, касающихся ремонта подвижного состава, недисциплинированности, некомпетентности и отсутствия должного уровня знаний [8].

Некоторые особенности осуществления плановых и текущих видов ремонтов грузовых вагонов на современных вагоноремонтных предприятиях стран евразийского экономического пространства ведут к повышению сил трения в узле пятник – подпятник, что в дальнейшем ведет к ослаблению и, в случае его необнаружения, срыву элементов крепления пятникового узла.

При восстановлении геометрии узла пятник – подпятник согласно действующей нормативной документации применяются трудоемкие, энергозатратные наплавочные работы. Следует отметить, что подобные работы зачастую проводятся на вагонах многократно за весь срок эксплуатации вагона и тем самым существенно влияют на итоговую стоимость жизненного цикла изделия. Экономическую целесообразность проведения восстановительных работ методом наплавки и дальнейшей механической обработки следует оценивать в сравнении с другим способом замены стандартной конструкции пятникового узла на более прогрессивную износостойкую конструкцию с применением износостойких вкладышей (рисунок 2) [9].



Рисунок 2 – Вкладыш самосмазывающийся из материала *Vesconite*

Работу по выявлению ослабления крепления и трещин пятников целесообразно максимально автоматизировать и упростить для осмотрщиков-ремонтников вагонов. Выявление данной неисправности визуальным осмотром влечет за собой значительные трудозатраты исполнителей, велика доля человеческого фактора. В связи с этим необходимо отметить эффективность применения Автоматизированной системы обнаружения вагонов с отрицательной динамикой (АСООД), которая используется на сети ОАО «Российские железные дороги» и зарекомендовала себя с положительной стороны. По данным эксплуатационного вагонного депо Северобайкальск – структурного подразделения Восточно-Сибирской дирекции инфраструктуры –

структурного подразделения Центральной дирекции инфраструктуры – филиала ОАО «РЖД», в дальнейшем более 95 % тревожных показаний АСООД подтверждается [10]. Активное внедрение названной системы на маршрутах курирования контейнерных поездов позволит обеспечить безопасность движения и предиктивно выявлять отклонения в работе узлов вагонов, в том числе узла пятник – подпятник.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Wear simulation for the centre plate arrangement of a freight car / A. Olshevskiy [et al.] // *Vehicle System Dynamics*. – 2015. – Vol. 53, is. 6. – P. 856–876.
- 2 **Зин, Э. М.** Оценка ресурса пятниковых узлов в зависимости от условий эксплуатации грузовых вагонов на железных дорогах Мьянмы : дис. ... канд. техн. наук: 05.22.07 / Э. М. Зин; Моск. гос. ун-т путей сообщения (МИИТ). – М., 2014. – 180 с.
- 3 **Лысюк, В. С.** Причины и механизм схода колеса с рельса: проблема износа колес и рельсов / В. С. Лысюк. – М. : Транспорт, 1997. – С. 32–33.
- 4 **Воронин, Н. Н.** Контактные давления на цилиндрических поверхностях пятникового узла / Н. Н. Воронин, Э. М. Зин, Н. Н. Воронин (мл.) // *Мир транспорта*. – 2014. – № 1. – С. 58–65.
- 5 Технология вагоностроения и ремонта вагона : учеб. для вузов / В. С. Герасимов [и др.]. – М. : Транспорт, 1988. – 388 с.
- 6 **Макаров, А. С.** Отцепки грузовых вагонов в неплановый ремонт за 2020 г. / А. С. Макаров // *Вагоны и вагонное хозяйство*. – 2021. – № 1 (65). – С. 19–21.
- 7 **Агафонов, М. С.** Отцепки грузовых вагонов в неплановый ремонт в I квартале 2021 г. / М. С. Агафонов // *Вагоны и вагонное хозяйство*. – 2021. – № 2 (66). – С. 12–13.
- 8 **Пищик, Ф. П.** Безопасность движения на железнодорожном транспорте : практикум / Ф. П. Пищик. – Гомель : БелГУТ, 2010. – 87 с.
- 9 Vesconite centre pivot liners [Electronic resource]. – Mode of access : <https://vesconiterail.com/components/vesconite-centre-pivot-liners>. – Data of access : 20.10.2021.
- 10 **Ринчинов, С.** Стрельба по предотказам / С. Ринчинов // *Гудок*. – 2017. – 13 сентября.

S. M. VASILIEV¹, A. V. PISHCHIK²

¹*Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus*

²*ООО "New Logistic", Moscow, Russia*

DAMAGE ANALYSIS OF THE CENTRE PIVOT-CENTER PLATE UNIT OF FLATCARS FOR LARGE CONTAINERS TRANSPORTATION

The analysis of damages of center pivot assemblies and measures for reducing the negative impact on them during operation is carried out. It is shown that the wear of contact surfaces and the strength of the center plate fixing require the greatest attention. The possibilities of automated detection of deviations in the operation of the center pivot – center plate unit in operation are discussed.

Keywords: flat cars, center pivot, center plate, wear of center pivot units, train movement safety.

Получено 22.10.2021