

Для пары трения без поверхностного модифицирования коэффициент трения уже после 600 циклов истирания достигал значения 0,8. Испытания сопровождались скрипами в зоне трения, наблюдался значительный износ. Коэффициент изнашивания контртела составил  $1,4 \cdot 10^{-15}$  м<sup>3</sup>/Н·м. Для образцов с покрытием нитрида титана через 2000 циклов истирания коэффициент трения имел величину 0,5–0,55 и сохранял свое значения до окончания испытаний. Коэффициент изнашивания контртела за 6000 циклов истирания был равен  $6,1 \cdot 10^{-16}$  м<sup>3</sup>/Н·м. Коэффициент трения образца с покрытием TiN–DLC(N) монотонно увеличивался и при 6000 циклах испытаний был равен 0,39. Увеличение коэффициента трения продолжалось до значения 0,58 при 50 000 циклов истирания. Вплоть до 110 000 циклов, несмотря на существенные колебания в диапазоне 0,17–0,5, коэффициент трения покрытия TiN–DLC(N) был ниже, чем для образцов с покрытием TiN и без модификации. Периодичность испытаний приводила к тому, что после длительных остановок (более 10 часов) микротрибометра коэффициент трения резко снижался с последующим увеличением. Коэффициент изнашивания контртела для покрытия TiN–DLC(N) составил  $4,83 \cdot 10^{-17}$  м<sup>3</sup>/Н·м, что почти в 30 раз меньше, чем образца без покрытия и в 12 раз меньше, чем для образца с покрытием TiN.

Покрытие TiN–DLC(N) было нанесено на конические ролики. Ролики с покрытием полностью соответствовали техническим требованиям и были установлены в однорядные радиально упорные подшипники типа 7522. Измерение уровня вибраций подшипников в диапазоне 50–10000 Гц показали, что он уменьшился в среднем на 20 % по сравнению с подшипниками без покрытия. Такое уменьшения уровня вибраций подшипников с покрытиями связано с улучшением условий смазки, уменьшением коэффициента трения. Ресурсные стендовые испытания, которые проводились при радиальной нагрузке равной 123 кН, осевой нагрузке 73 кН и скорости вращения 1000 об/мин показали увеличение времени работы модифицированных подшипников в 3 раза.

#### Список литературы

- 1 Орлов, А. В. Испытания конструкционных материалов на контактную усталость / А. В. Орлов, О. Н. Черменский, В. М. Нестеров. – М.: Машиностроение, 1980.
- 2 Multifunctional Coating // Schaeffler Innovation Insight. – 2013. Issue 2. – P. 06–07.
- 3 Liu, Hongxi. Wear behaviour and rolling contact fatigue life of Ti/TiN/DLC multilayer films fabricated on bearing steel by PIPD / Liu, Hongxi, Jiang Yehua, Zhou Rong, Tang Baoyin // Vacuum. – 2012. – Vol. 86. – P. 848–853.

УДК 629.463.004.67 (075.8)

## РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ «ПО ПРОБЕГУ»

*А. Э. ДМИТРИЧЕНКО,*

*Гомельский вагонный участок, Республика Беларусь*

*В. И. СЕНЬКО, Е. П. ГУРСКИЙ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В настоящее время Белорусская железная дорога реализует комплекс мероприятий, направленных на снижение себестоимости пассажирских перевозок, рост качества услуг и привлекательности железнодорожного транспорта. Однако многие вопросы, связанные с оптимизацией межремонтных периодов и повышения качества технического обслуживания и ремонта пассажирских вагонов, остаются до конца не решёнными.

С 1 сентября 1999 года Белорусская железная дорога перешла на новую систему технического обслуживания и ремонта пассажирских вагонов приписного парка «по пробегу» (согласно приказу № 88-Н от 26.07.99 года).

Перевод вагонов на ремонт «по пробегу» являлся на тот момент прогрессивным и выгодным с точки зрения использования ресурса вагона. Недостатком применения системы стала невозможность обеспечения кратности нормативного срока службы и количества межремонтных периодов вагона за жизненный цикл, как следствие, – сложность и низкая достоверность прогнозирования вывода вагонов в ремонт.



Опытную эксплуатацию новой системы опробовал Гомельский пассажирский участок (сейчас – Гомельский вагонный участок).

Для определения выработки ресурса по календарному сроку и по пробегу вагонов Гомельского вагонного участка исследован массив статистических данных об эксплуатации вагонов за последние пять лет. Результаты исследований показали, что по интенсивности эксплуатации вагонов пассажирский парк можно условно разделить на три группы:

1) вагоны (35 %), которые используются с наибольшей интенсивностью, уходящие в деповской ремонт через 1,5 года от капитального ремонта 1-го объёма с нормативным пробегом 300000 км. Пробег вагонов за период между капитальными ремонтами составит 1200000 км;

2) вагоны (54 %), которые используются интенсивно, и за 2,5 года будет иметь пробег 300000 км. Практически этой части вагонов деповской ремонт будет выполняться в пределах прежних нормативов, т.е. 1 раз в 2,5 года, а капитальный ремонт 1-го объёма – 1 раз в 5 лет. Пробег вагонов за период между капитальными ремонтами составит 600000 км;

3) вагоны (9 %), которые к моменту проведения ДР будут иметь лишь 65 % нормативного пробега. Эта группа пройдет деповской ремонт между капитальными лишь 1 раз. Использовать же его с интенсивностью 1-й группы вагонов не представляется возможным, так как к третьей группе вагонов принадлежат, как правило, вагоны, внутренний интерьер которых и теплотехнические качества кузовов не позволяют их использовать круглогодично. Пробег вагонов за период между капитальными ремонтами составит 640000 км.

С учетом анализа эксплуатации пассажирских вагонов по интенсивности эксплуатации возможно предложить оптимизацию критериев периодичности плановых ремонтов за жизненный цикл. Схематично разбивку по группам для существующей и предлагаемой систем ремонта пассажирских вагонов можно представить в следующем виде (рисунок 1):

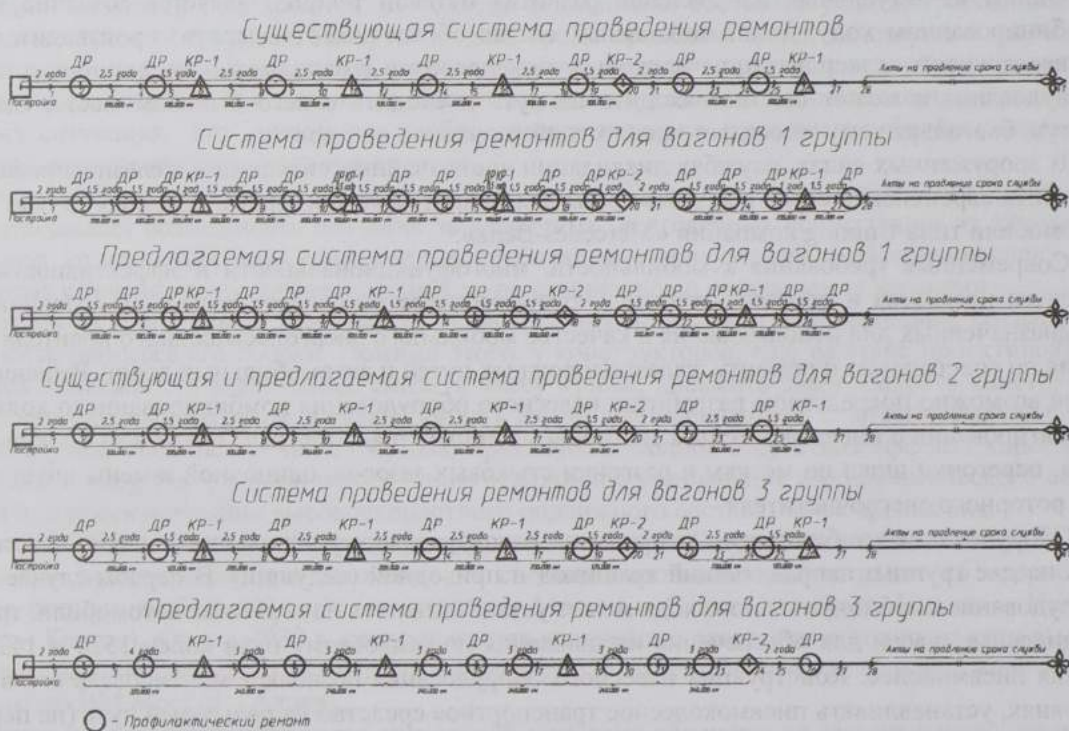


Рисунок 1 – Система проведения ремонтов вагонов

Для принятия научно обоснованного решения оптимизации межремонтных периодов для групп вагонов с различной интенсивностью эксплуатации необходимо установить взаимосвязь технического состояния пассажирских вагонов и выполненного ими объёма работ. Для этого предлагается внедрить диагностический пункт в цепочку технологического процесса работы вагонного участка и разработать дефектные ведомости. Организация диагностического пункта позволит начать сбор статистических данных о взаимосвязи технического состояния вагона и выполненного им объёма работы, выраженной в километрах пробега в процессе его эксплуатации. Диагностические карты



разрабатываются на основе детального изучения технических условий на техническое обслуживание и деповской ремонт пассажирских вагонов. Зафиксированные в дефектных ведомостях данные, при их достаточном количестве, и будут исходным материалом для установления межремонтных интервалов. Нужно учитывать, что пробег вагона и время его эксплуатации не являются единственными определяющими факторами, которые оказывают влияние на техническое состояние пассажирского вагона. На техническое состояние вагона оказывает влияние целый ряд факторов, как непосредственно связанных с конструкцией вагона, так и внешних (режим эксплуатации, состояние пути, количество остановочных пунктов и др.). Исходя из этого, необходимо разработать модель, отражающую влияние этих факторов.

Проведение дальнейших исследований позволит усовершенствовать систему технического обслуживания и ремонта пассажирских вагонов "по пробегу", обоснованно связать пробег вагона с его техническим состоянием и, как следствие, уменьшить затраты на проведение ремонтных работ. Экономическая эффективность от внедрения предлагаемых мероприятий составит порядка 2,5 млрд руб. в год.

УДК 656.223

## УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ

В. А. ДОВГЯЛО, В. А. ТАШБАЕВ

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Одним из актуальных направлений развития путевой техники является создание машин на комбинированном ходу. Такой подвижной состав обеспечивают высокую производительность и универсальность в эксплуатации, поскольку приспособлен к использованию различного навесного оборудования и может быстро заходить на путь и сходить с него в любом месте, где имеется доступ, благодаря чему не создает препятствий движению поездов.

В вооруженных силах, службах ликвидации чрезвычайных ситуаций и железнодорожных предприятиях европейских стран в качестве базы для машин на комбинированном ходу служат грузовые автомобили типа Unimog компании «Mercedes-Benz».

Современные требования к мобильности, многофункциональности и эффективности техники путевого хозяйства и дорожно-строительного комплекса выдвигают задачи по созданию машин, предназначенных для использования в качестве мобильного энергонасыщенного носителя оборудования по содержанию и ремонту железнодорожных путей и автомобильных дорог. Решение данных задач возможно посредством разработки навесного оборудования комбинированного хода, а также агрегатирования с пневмоколесным энергонасыщенным транспортным средством блоков рихтовки пути, перегонки шпал по меткам и разгонки стыковых зазоров, одиночной замены шпал плужного или роторного снегоочистителя.

Оборудование комбинированного хода по конструктивному исполнению можно классифицировать на две группы: направляющий комбиход и приводной (ведущий). В первом случае навесное оборудование комбинированного хода может устанавливаться на серийные автомобили, тракторы и специальные шасси для обеспечения их движения по рельсовому пути колеи 1520 и 1435 мм без снятия пневмоколес. Конструкция навесного оборудования позволяет монтировать его в полевых условиях, устанавливая пневмоколесное транспортное средство на рельсовый путь (на переездах и в нулевых местах), а также переводить его с одной колеи на другую. Установка навесного оборудования не снижает скорости движения транспортных средств по автодорогам, однако их возможности на бездорожье при этом несколько уменьшаются вследствие незначительного ухудшения геометрической проходимости.

В результате исследований и разработок в данной области установлено, что использование тракторов на базе шасси Ш-406 и Т-150К в качестве базы для агрегатирования комбинированного хода и адаптеров позволит создать универсальную машину, выполняющую текущий ремонт железнодорожного пути и автодорог, за счет установки бульдозерного отвала, кранового оборудования и гидрооборудования для перевода пневмоколесной системы на рельсовый ход и обратно.