

Рисунок 2

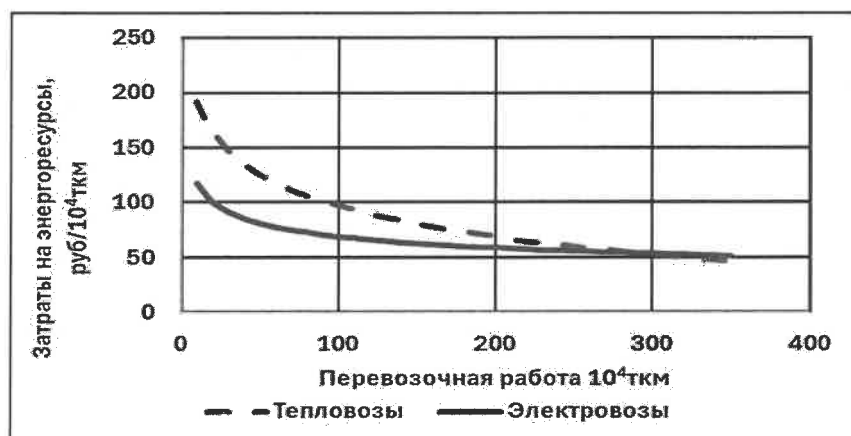


Рисунок 3

Для большей объективности сравнения следует учитывать и потери на пути от электростанции до тяговой подстанции.

#### Список литературы

- 1 Френкель, С. Я. Об исследовании эксплуатационных факторов, определяющих расход дизельного топлива магистральными тепловозами / С. Я. Френкель // Совершенствование конструкции и системы обслуживания локомотивов : межвуз. сб. науч. тр. / С.-Петерб. гос. ун-т путей сообщения ; под ред. А. В. Гриценко. – СПб. : ПГУПС, 2004. – С. 72–76.
- 2 Френкель, С. Я. Оценка эффективности топливосберегающих технических решений для тепловозов / С. Я. Френкель, Б. С. Френкель // Вестник БелГУТА: Наука и транспорт. – 2012. – № 1 (24). – С. 15–18.

УДК 629.4.018

### ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ МЕТОДОВ РЕСУРСНЫХ ИСПЫТАНИЙ КОМПОНЕНТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

*А. А. ХОМЕНКО, С. Л. САМОШКИН, А. О. ВОРОБЬЕВ*  
 АО НО «Тверской институт вагоностроения» (АО НО «ТИВ»),  
 Российская Федерация

*М. И. ВИШНЯКОВ*  
 АО «Трансмашхолдинг», г. Москва, Российская Федерация

В железнодорожной отрасли России всё больше подвижного состава (ПС) поставляется заказчиком по контракту жизненного цикла (далее – КЖЦ).

Первым этапом перехода стала передача локомотивных сервисов в частные организации в 2014 году [1], в этом же году поставки в московский метрополитен вагонов производства АО «Метровагон-

маш» осуществляются по контракту жизненного цикла. Большинство серий локомотивов в адрес ОАО «РЖД» поставляются по КЖЦ с 2018 г.

Основными особенностями поставок подвижного состава по КЖЦ являются:

- обеспечение наличия запасных частей на протяжении всего срока службы ПС;
- верификация показателей надежности в порядке, определяемом заказчиком;
- сервисное обслуживание в течение всего периода действия договора с гарантированным качеством;
- осуществление контроля качества продукции, используемой при ремонте;
- прогрессивные штрафные санкции за отказы.

В таких условиях поставщик наряду с заказчиком заинтересован в сокращении издержек в эксплуатации, поддержании необходимых эксплуатационных характеристик, повышении ответственности разработчика и изготовителя.

Одним из основных требований при поставке продукции по КЖЦ является надежность, а также поддержание ее на требуемом уровне на протяжении всего жизненного цикла при минимальных затратах и любых условиях эксплуатации (эксплуатационной модели). Оценка этих параметров происходит на этапе проектирования продукции, однако прогнозирование надежности ПС и его компонентов в эксплуатации, как показывает практика, является нетривиальной задачей.

На текущем этапе развития техники и программных средств моделирования четко просматриваются три направления прогнозирования надежности продукции в эксплуатации:

- моделирование и виртуальные испытания;
- предиктивная диагностика;
- проведение испытаний по определению показателей надежности.

Проведение испытаний по определению показателей долговечности и безотказности целесообразно совмещать, а на основании результатов работ при необходимости вносить корректировки в периодичность и объем проведения технического обслуживания и ремонта ПС и его компонентов.

Следует отметить, что испытания на надежность испытываемых объектов являются важным инструментом:

- для определения / подтверждения показателей долговечности;
- определения / подтверждения показателей безотказности;
- поиска наиболее подверженных выходу из строя составных частей объекта;
- формирования объема и периодичности обслуживания и ремонта изделия;
- систематической оценки качества изделий (при периодическом контроле);
- оценки влияния модернизации, модификации, совершенствования конструкции на показатели надежности.

На основании данных об эксплуатации ПС различного типа сформирована номенклатура основных компонентов. Нормативная база проведения испытаний на долговечность и безотказность многих компонентов ПС отсутствует, что усложняет прогнозирование показателей надежности. По результатам проведенного анализа стандартов, распространяющихся на компоненты железнодорожного ПС, на которые распространяются требования Технического регламента [2], определено, что около 70 % компонентов не имеют стандартизированных методов испытаний по определению назначенного срока службы и назначенного ресурса.

За основу концепции методов испытаний взят подход по созданию высокого уровня имитации. В соответствии с ГОСТ Р 27.607-2013 [3] высокий уровень имитации – условия испытаний, при которых схема внешних воздействий и рабочих нагрузок очень близко совпадает с теми, которые изделия испытывают в процессе реальной эксплуатации. Однако в связи с технической сложностью объектов испытаний и физических процессов, протекающих в объекте испытаний при его эксплуатации, и внешних воздействий применены подходы циклического чередования внешних нагрузок на функционирующий объект испытаний.

При циклическом подходе параметры внешних воздействующих факторов (ВВФ) в соответствии с ГОСТ 26883-86 [4] каждого цикла, режимы функционирования объекта испытаний и количество циклов определяются исходя из особенностей конструкции и режимов эксплуатации объекта и соображений получения репрезентативной выборки. Как минимум объем испытаний должен включать в себя предельные значения параметров работы и ВВФ, а также номинальные режимы работы и нормальные внешние условия.

На основании предлагаемого подхода возможны разработка и аттестация методик проведения подобных испытаний и дальнейшая их стандартизация.

АО НО «ТИВ» активно участвует в проработке подходов к натурным испытаниям, которые позволили бы оценить ресурс и безотказность компонентов подвижного состава АО «Трансмашхолдинг» как в эксплуатации, так и для оценки базового ресурса при нормальных климатических условиях и без посторонних внешних воздействий.

Испытательный центр оснащен стендовой базой, позволяющей проводить ресурсные испытания торсионных стабилизаторов двухэтажных вагонов и моторвагонного ПС, несущих конструкций ПС, гидродемпферов и т. д.

Для нужд АО «Трансмашхолдинг» проведены испытания:

- гидравлических гасителей колебаний четырех типов, тормозных цилиндров двух типов, втулок в составе тормозных рычажных передач тепловозов и электровозов;

- торсионного стабилизатора поперечной устойчивости электропоезда ЭГЭ2Тв;

- торсионного стабилизатора поперечной устойчивости с модернизированными шарнирными узлами, предназначенного для установки на тележки двухэтажных пассажирских вагонов.

Ранее в рамках определения показателей долговечности отдельных компонентов внутреннего оборудования вагонов локомотивной тяги проведены следующие испытания:

- типовые ресурсные испытания пружинно-инерционного механизма светомаскировочной шторы 4447.16.30.300 двух изготовителей: ООО «Транс-Кит» и ООО «Матрица» (2012 г.). Нарботка до 30 тыс. циклов;

- ресурсные испытания двери качающегося типа с доводчиком фирмы «Dorma» (2007 г.).

- сравнительные испытания на долговечность чехлов спальных полок (обивки) с материалами винилискожа-ТР с пониженной пожароопасностью по ТУ-8714-160-05790484 и искусственной кожи производства VOWALON. Назначенный ресурс – 120 тыс. циклов.

Для испытаний институтом были разработаны и изготовлены специализированные стенды, где в качестве основного исполнительного механизма применялись пневмоцилиндры. Результаты испытаний использовались для принятия решений о доработке конструкции, применении продукции определенного поставщика, подтверждении заявленных показателей долговечности.

#### Список литературы

1 РЖД отдает ремонт локомотивов в управление производителям / ИТАР-ТАСС [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://tass.ru/ekonomika/859874>. – Дата доступа : 02.09.2024.

2 ТР ТС 001/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности железнодорожного подвижного состава» от 15 июля 2011 (с изм. на 14 сент. 2021 г.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://eec.eaeunion.org/comission/department/deptexreg/tr/bezopJPS.php>. – Дата доступа : 02.09.2024.

3 ГОСТ Р 27.607-2013. Надежность в технике. Управление надежностью. Условия проведения испытаний на безотказность и статистические критерии и методы оценки их результатов. – Введ. 2014-06-01. – М. : Стандартинформ, 2015. – 46 с.

4 ГОСТ 26883-86. Внешние воздействующие факторы. Термины и определения. – М. : Стандартинформ, 2008. – 10 с.

УДК 629.44;629.4.027.5

### ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЗАГРУЗКИ ВАГОНА НА ВЕЛИЧИНУ НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ВНУТРЕННИХ КОЛЕЦ БУКСОВЫХ ПОДШИПНИКОВ, НАПРЕССОВАННЫХ НА ШЕЙКУ ОСИ КОЛЁСНОЙ ПАРЫ

*Р. И. ЧЕРНИН, О. М. МОЙСЕЙЧИКОВА*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Для проведения исследований по оценке влияния загрузки вагона на величину НДС внутренних колец буксовых подшипников в программном комплексе ANSYS создана конечно-элементная модель, геометрия и материал которой соответствует нормативным документам [1, 2], модель учитывает влияние конусности и овальности поверхностей сопряжения на величину натяга, состоит из конечных элементов видов Tet10 и Hex20 и насчитывает 44252 конечных элемента и 86300 узлов.

Верификация результатов с данными экспериментальных исследований [3], показала, что максимальная  $\Delta$  составляет около 9 % (при натяге 0,045 мм) и снижается до 1,8 % при натяге 0,110 мм, а следовательно, разработанную модель возможно использовать для исследований.