



Рис. 6. Вагоны на тележках модели 18-9810: универсальный полувагон с разгрузочными люками модели 12-9761-02 (вверху) и вагон-хopper для минеральных удобрений модели 19-9835-01

расположенных внутри корпуса и закрытых колпаком (рис. 5). Корпус и колпак скользуна выполнены из высокопрочного чугуна. Наличие постоянной силы прижатия фрикционных поверхностей скользунов увеличивает момент трения на поворот тележки под вагоном и демпфирует виляние, а работа пружин в вертикальном направлении амортизирует перевалку кузова на подпятнике. Таким образом, упругие скользуны не только снижают боковые силы, действующие на рельсы, но также снижают нагрузку на подпятник.

Изнашиваемая рабочая поверхность колпака скользуна снабжена канавками для контроля ее износа в

эксплуатации. Подпятник тележки защищен от износа по бурту приваркой износостойкого кольца из нержавеющей стали, а по опорной поверхности — полимерным диском.

В 2009 г. изготовленные на Тихвинском вагоностроительном заводе опытные образцы тележек, боковых рам и надрессорных балок прошли полный комплекс испытаний по проверке работоспособности, усталостной прочности, ходовых качеств и воздействия на путь, которые подтвердили перспективность заявленных технических решений. В этом году планируется опытная эксплуатация вагонов ОАО «ПГК» (рис. 6) на тележках модели 18-9810.

Опорное соединение кузова и тележек является важнейшей подсистемой грузового вагона, от правильного выбора конструктивной схемы и параметров которой во многом зависят как его динамические, так и другие технико-экономические характеристики. Кузов вагона во время движения совершает колебания и угловые повороты относительно вертикальной, продольной и поперечной осей. Основным опорным соединением кузова и тележки является соединение пятник — подпятник, в котором реализуются момент трения, препятствующий повороту тележки вокруг вертикальной оси (виляние), а также силы трения, препятствующие перемещению кузова вдоль продольной оси (подергивание) и вдоль поперечной оси (боковой относ).

В зависимости от конструктивной схемы кузова и параметров вагона возникает необходимость особого конструктивного исполнения скользунов на шкворневых и надрессорных балках. В скользунах, аналогично системе пятник — подпятник, реализуются моменты трения, препятствующие вилянию тележки, и силы трения. Причем, рациональные параметры моментов и сил трения должны обеспечивать оптимальные динамические характеристики грузового вагона, которые, в свою очередь, непосредственно связаны как с параметрами рессорного подвешивания, так и с особенностями конструктивного исполнения кузова вагона, его основными параметрами и положением центра тяжести. Следовательно, при выборе параметров трения для соединения пятник — подпятник — скользуны необходимо учитывать не только параметры, загрузки и скорость движения вагона, но и особенности конструкции тележки, состояние пути и другие факторы.

Основное функциональное назначение скользунов на кузове и надрессорной балке состоит в предотвращении чрезмерной перевалки кузова на подпятнике тележки и уменьшения виляния. При этом момент трения (сопротивления) в опорном соединении пятник — подпятник — скользуны не должен превышать определенных величин для того, чтобы не было чрезмерного воздействия на рельсовый путь, колесные пары и буксовые узлы тележки.

В конструкциях российских грузовых вагонов традиционно реализуется схема взаимодействия, когда ку-

СКОЛЬЗУНЫ: РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ

И.А. Харыбин, А.В. Додонов

зов вагона через плоский пятник опирается на подпятник наддрессорной балки тележки. Чтобы ограничить амплитуду перевалки кузова во время движения вагона, на подпятнике в конструкции вагона предусмотрены скользуны. В наиболее распространенной конструкции тележки (модель 18-100) применяются только жесткие зазорные скользуны.

В последнее время на железных дорогах колеи 1520 мм начали применяться упругие скользуны постоянного контакта. При этом необходимо отметить, что в их конструкции применяются как металлические пружины (рис. 1, 2), так и упругие элементы с использованием полимерных материалов (рис. 3, 4). С момента создания упругих скользунов проводилось достаточно большое количество расчетных и экспериментальных исследований по выбору параметров скользунов и исследованию влияния типа скользунов на динамические качества вагонов.

Однако, несмотря на это, влияние упругих скользунов постоянного контакта, реализующих упруго-диссипативное взаимодействие, на динамические качества вагонов колеи 1520 мм изучено недостаточно. Помимо этого, не оценивались свойства полимерного материала, применяемого в большинстве конструкций упругих скользунов зарубежных и отечественных производителей. Также недостаточно внимания уделено исследованию изменения упругодемпфирующих параметров скользунов в зависимости от внешних условий.

Таким образом, на сегодняшний день характеристики полимерных упругих элементов требуют исследования. Поэтому в рамках работы по постановке на производство тележки модели 18-9771 были проведены расширенные экспериментальные исследования характеристик упругих скользунов. Изучение проводилось в следующей последовательности:

- ♦ обзор наиболее крупных производителей скользунов;
- ♦ анализ опыта применения упругих скользунов постоянного контакта на железных дорогах колеи 1520 мм;
- ♦ обзор видов испытаний для определения свойств полимерных упругих материалов и на его основа-



Рис. 1. Пружинный скользящий «Preload Plus 4500» компании «Amsted Rail Company, Inc» (США) тележек 18-9836 (ЗАО «Промтрактор-Вагон»)

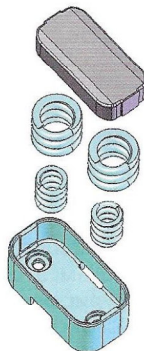


Рис. 2. Пружинный боковой скользящий «Standard Car Truck» (корпорация «Wabtec», США) тележки модели 19-9810 (ЗАО «Тихвинский ВСЗ»)



Рис. 3. Упруго-катковый скользящий ISB-12C конструкции компании «A.Stucki» (США)

нии выделение факторов, влияющих на упругодемпфирующие характеристики;

- ♦ экспериментальные исследования влияния различных внешних факторов на свойства упругих полимеров, применяемых в конструкции упругих скользунов постоянного контакта.

В настоящее время основными фирмами, которые выпускают скользуны с полимерными упругими элементами для трехэлементных грузовых тележек за рубежом, являются «A.Stucki» и «Miner» (США). Специалисты фирмы «A.Stucki» разработали порядка 20 различных вариантов скользунов, однако наибольшее распространение сей-

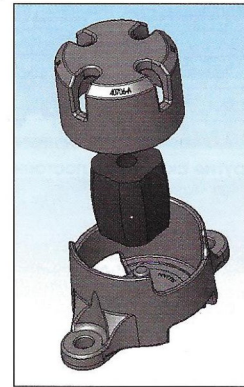


Рис. 4. Упругий скользящий модели MV-18SB, изготовленный ООО «Вагонмаш» по лицензии фирмы «Miner» (США) тележки модели 18-9771 (ЗАО «Промтрактор-Вагон»)

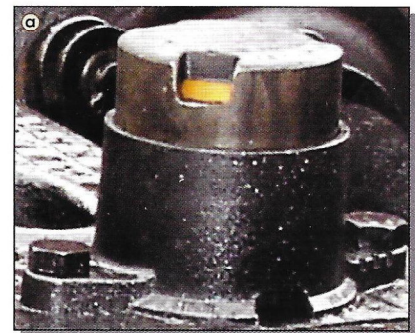


Рис. 5. Упругие скользуны постоянного контакта фирмы «A.Stucki»: а — упругий скользящий; б — упруго-катковый скользящий ISB-12

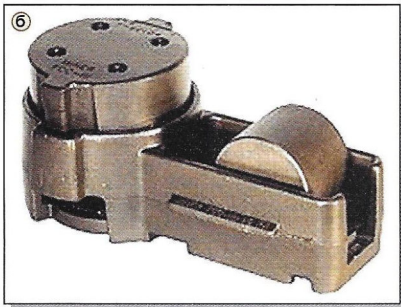
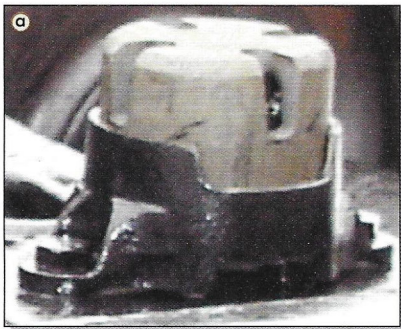


Рис. 6. Упругие скользуны постоянного контакта фирмы «Miner»: а — упругий скользун ТСС-III-LT (ВМ 003.000); б — упруго-катковый скользун ТСС-III-RA

час имеют изделия двух типов — это упругие скользуны колончатого типа (рис. 5, а) и упруго-роликовые скользуны (рис. 5, б).

Аналогичная ситуация сложилась со скользунами производства фирмы «Miner». Наиболее распространенными моделями скользун, выпускаемых этой фирмой, являются изделия, представленные на рис. 6.

Перечисленные выше модели упругих скользун фирм «A.Stucki» и «Miner» могут изготавливаться со «стандартной» длиной рабочего хода (8 мм) и с увеличенной (16 мм). Под рабочим ходом понимается разница между высотой скользящего под тарой вагона и высотой скользящего при которой осуществляется жесткое взаимодействие кузова с наддрессорной балкой тележки (полностью сжатое состояние скользящего).

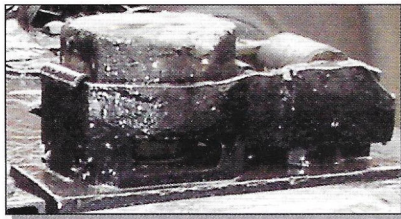


Рис. 7. Упруго-катковый скользун постоянного контакта производства ОАО «НПК «Уралвагонзавод»»

В зависимости от массы тары вагона, положения его центра тяжести и других параметров, необходимо подбирать жесткость скользящего в вертикальном направлении и длину хода. В связи с этим упругие скользун изготавливаются с упругим элементом различной жесткости.

При ремонте грузовых вагонов могут возникать ситуации, когда будет необходимо поменять скользун одной модели на другой. Чтобы обеспечить такую возможность, следует унифицировать присоединительные размеры скользящих, их установочные высоты, положение опорной площадки скользящего на адрессорной балке относительно опорной поверхности подпятника, а также положение опорной поверхности скользящих на кузове вагона.

С этой целью 11.02.2010 г. по инициативе Департамента технической политики ОАО «РЖД» было проведено техническое совещание с участием основных производителей, а также ведущих научных и проектных организаций, занимающихся разработкой подвижного состава и тележек. По результатам данного совещания были сформулированы конкретные рекомендации по унификации описанных выше размеров.

Достаточно большое количество конструкций упругих и упруго-катковых скользящих было разработано и в России. Один из таких скользящих, выпущенный в ОАО «НПК «Уралвагонзавод»» (далее УВЗ), представлен на рис. 7. По конструкции данное изделие аналогично скользящему ТСС-III-RA («Miner»). Упруго-катковый скользун производства УВЗ применяется в конструкции тележки модели 18-578. Опытная партия полувагонов 12-132-03 на этих тележках начала выпускаться с 2004 г.

На следующем этапе работы были проанализированы способы определения свойств гиперупругих материалов (эластомеров), которыми являются упругие элементы всех перечисленных выше скользящих. Выполненный анализ показал, что постоянные гиперупругие материалы, характеризующие механические свойства, не могут быть измерены напрямую, а определяются на основе данных, полученных в результате следующих экспериментов: одноосное растяжение; равномерное двухосное растяжение; чистый сдвиг; объемное сжатие. Такие исследования проводятся в специальных лабо-

раториях, требуют больших материальных и временных затрат.

Также на данном этапе было выявлено, что жесткостные характеристики некоторых эластомеров существенно зависят от температуры и скорости приложения нагрузки, подвержены эффекту релаксации (вязко-упругое поведение), обладают демпфирующими свойствами. Причем демпфирование некоторых эластомеров не зависит от скорости нагружения, а для других — зависит от нее.

В результате данного этапа работы был определен объем испытаний, позволяющий исследовать свойства упругих скользящих, оказывающих влияние на ходовые качества и безопасность эксплуатации вагонов колеи 1520 мм:

- ⇒ статические и динамические испытания скользящих при нормальных климатических условиях;
- ⇒ статические температурные испытания скользящих;
- ⇒ ресурсные испытания скользящих.

На четвертом этапе работы были разработаны методики и проведены стендовые испытания скользящих различных производителей. Испытаниям подвергались скользун ВМ 003.000 фирмы «Miner» (см. рис. 4, 6, а), изделия ССВ6000ХТ и ISB-12 фирмы «A.Stucki» (см. рис. 3, 5), а также скользун УВЗ (см. рис. 7). Общий вид скользящих при проведении испытаний представлен на рис. 8. Указанный выше объем испытаний позволил определить:

- ▶ параметры жесткости скользящих при нормальных климатических условиях по ГОСТ 15150 при статической сжимающей нагрузке;
- ▶ эффект релаксации упругого элемента скользящих;
- ▶ параметры демпфирования скользящих при динамических нагрузках с различной частотой;
- ▶ параметры жесткости скользящих во всем диапазоне рабочих температур при статической сжимающей нагрузке;
- ▶ ресурс скользящих.

Пример результатов испытаний по определению параметров жесткости скользящего ВМ 003.000 при нормальных климатических условиях по ГОСТ 15150 при статической сжимающей нагрузке представлен в графическом виде для первого и пятого циклов нагружений скользящего в осях «Р — е» (нагрузка — перемещение)

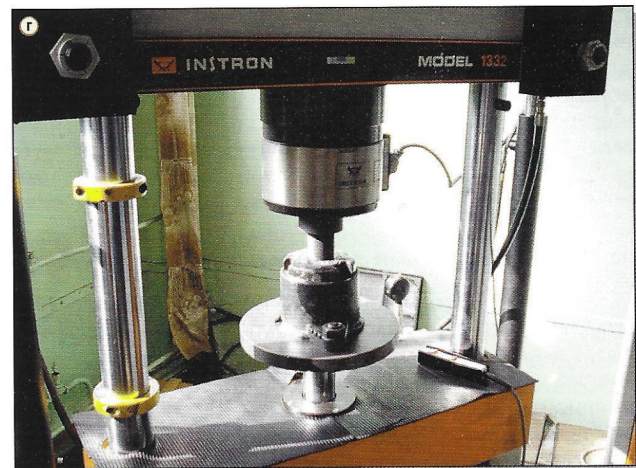
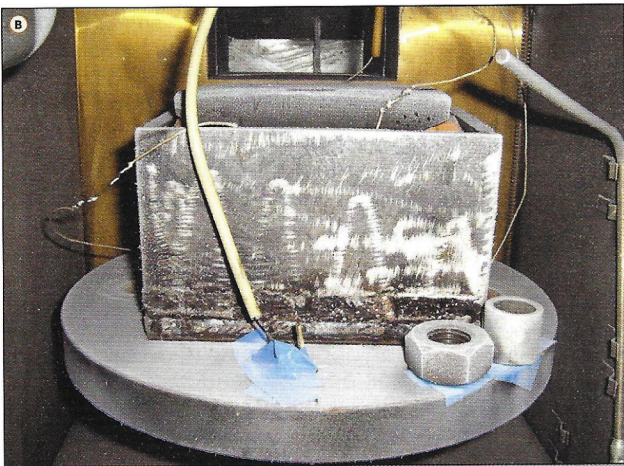


Рис. 8. Общий вид скользянов при проведении испытаний: а — статические испытания при нормальных климатических условиях; б, в — статические температурные испытания; г — динамические испытания при нормальных климатических условиях

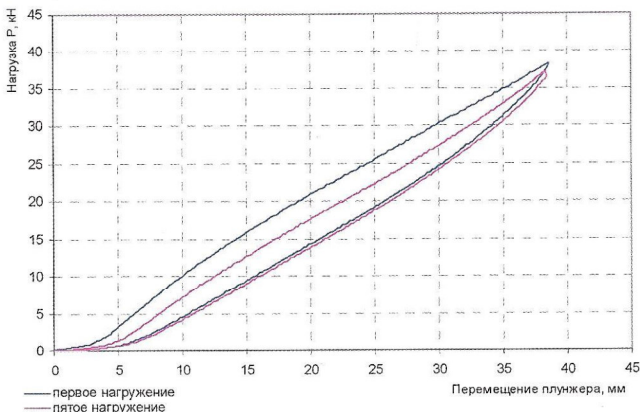


Рис. 9. Зависимость перемещения колпак скользяна VM 003.000 от величины нагрузки при первом и пятом циклах нагружения

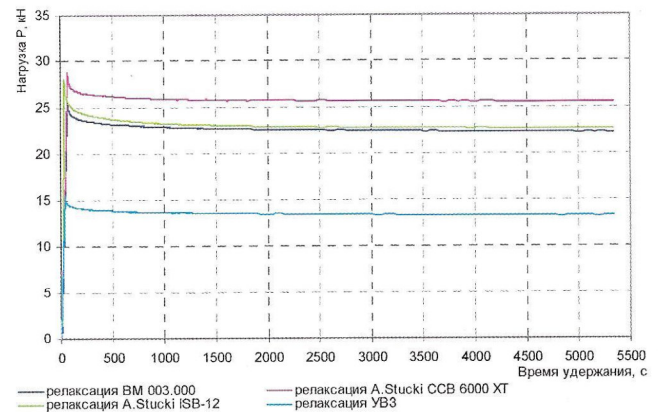


Рис. 10. Зависимость нагрузки на колпак скользяна от времени

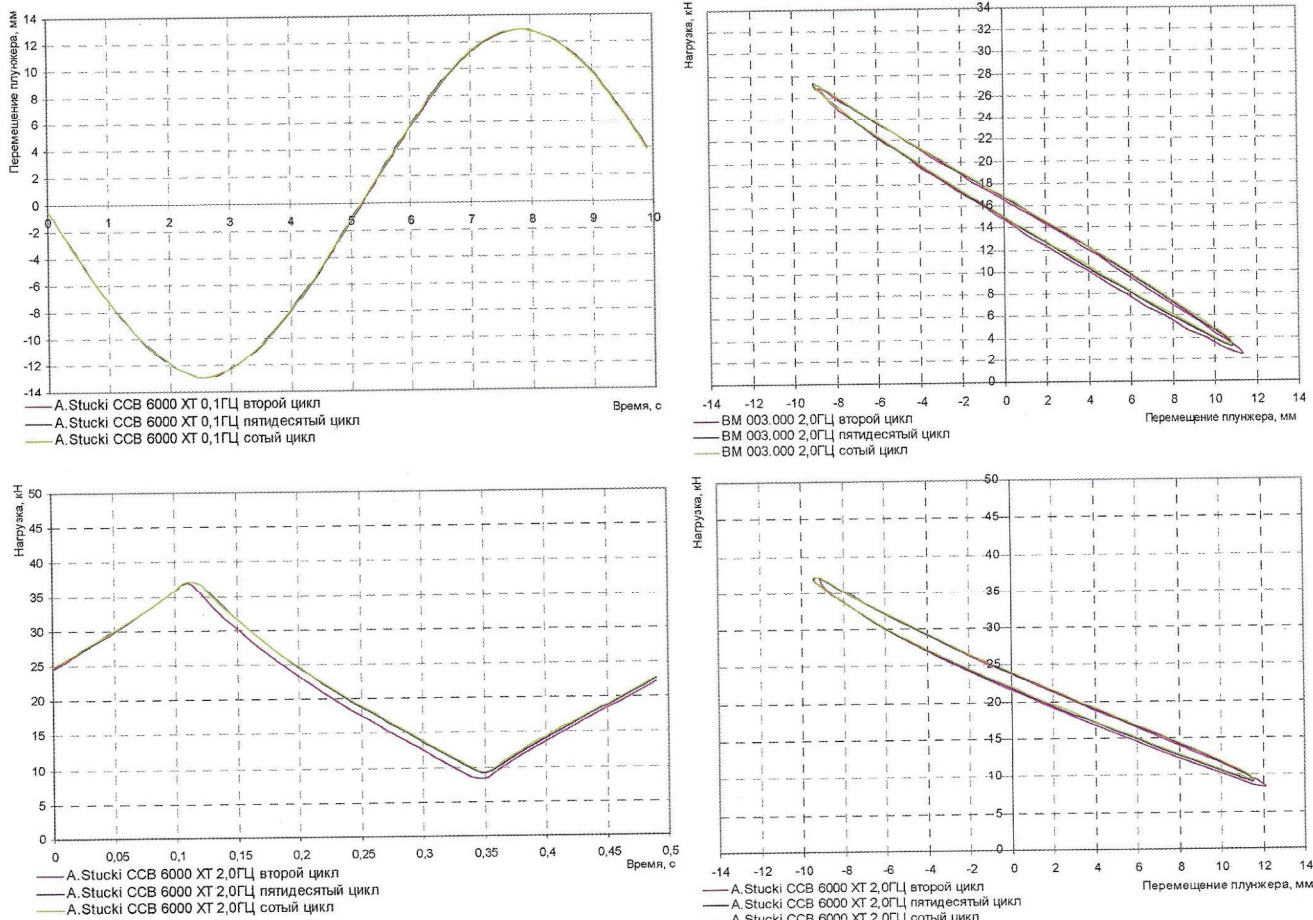


Рис. 11. Примеры результатов стендовых динамических испытаний

на рис. 9. Результаты испытаний по выявлению эффекта релаксации упругого элемента скользун при статическом сжатии с сохранением постоянной во времени установочной высоты Н на базе 90 мин показаны в графическом виде в осях «Р — t» (нагрузка — время удержания) для всех испытуемых скользун на рис. 10.

Примеры результатов стендовых динамических испытаний представ-

лены на рис. 11. Результаты статических температурных испытаний скользун показаны на рис. 12.

При проведении ресурсных испытаний скользуна VM 003.000 выявлено, что при наработке на стенде, составляющей 62,2 ч — 410 тыс. циклов (соответствует 1,6 года эксплуатации), обнаружено появление дефектов упругого элемента, выражающихся в образовании складок

материала в среднем сечении его отверстия (рис. 13). Дополнительное образование нескольких складок обнаружено при наработке 101,2 ч — 668 тыс. циклов (соответствует 2,7 года эксплуатации). Во время дальнейших испытаний развитие дефекта не происходило. При достижении наработки на стенде, составляющей 311,2 ч — 2053,92 тыс. циклов (соответствует 8,2 года

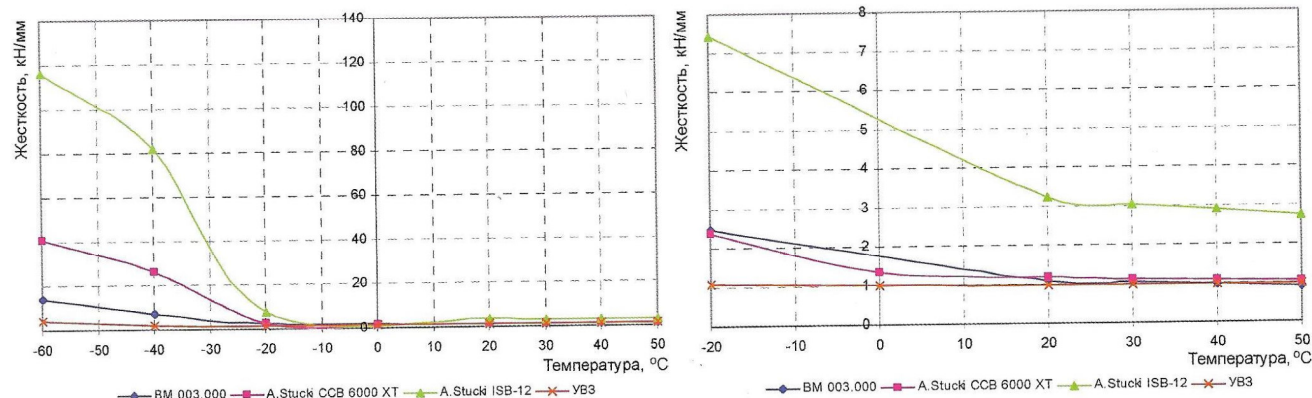


Рис. 12. Результаты статических температурных испытаний скользун

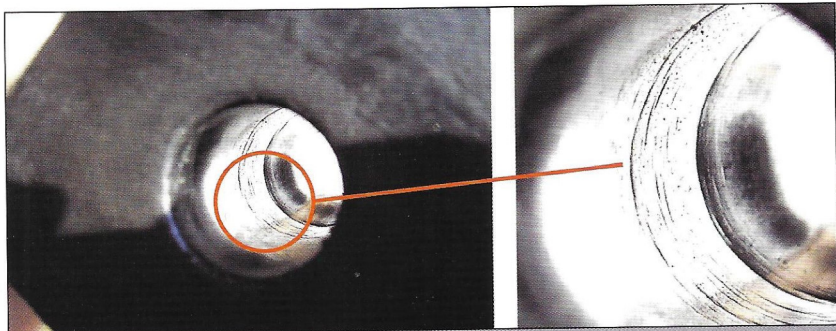


Рис. 13. Дефекты в среднем сечении отверстия упругого элемента

эксплуатации) разрушений, образования дефектов, требующих проведения ремонта или замены элементов, потери работоспособности скользуна не обнаружено.

В результате проведенных испытаний было установлено, что жесткости исследуемых скользунов при нормальных климатических условиях составляют от 0,78 (скользуны УВЗ) до 2,12 кН/мм (скользуны «A.Stucki» ISB-12). Полученные жесткости отличаются от паспортных значений в 1,3 раза.

При циклическом сжатии с различной частотой нагружения для всех скользунов не выявлено значительного увеличения нагрузки, необходимой для перемещения колпака скользуна на величину рабочего

хода, с повышением частоты нагружения. Конструкция скользуна производства УВЗ при проведении данного вида испытаний подвержена заклиниванию.

Жесткость исследуемых скользунов во всем диапазоне рабочих температур составляет:

- для ВМ 003.000 — от 0,9 (+50 °С) до 13,7 кН/мм (-60 °С);
- для «A.Stucki» ССВ 6000 ХТ — от 1,0 (+50 °С) до 40,3 кН/мм (-60 °С);
- для «A.Stucki» ISB-12 — от 2,7 (+50 °С) до 116,2 кН/мм (-60 °С);
- для УВЗ — от 1,0 (+50 °С) до 4,2 кН/мм (-60 °С).

Увеличение жесткости при снижении температуры от +50 до -60 °С происходит, соответственно, в 15,3,

40,3, 42,6 и 4,4 раза. При низких температурах величина остаточной деформации упругих элементов после приложения нагрузки обеспечивает следующий зазор между колпаком скользуна и ответной частью на шкворневой балке вагона:

- для ВМ 003.000 при -60 °С — 1,5 мм;
- для «A.Stucki» ССВ 6000 ХТ при -40 °С — 0,4 мм и при -60 °С — 3,5 мм;
- для «A.Stucki» ISB-12 при -60 °С — 0,4 мм.

Такое значительное изменение жесткостей в пределах эксплуатационных температур затрудняет подбор рациональных параметров скользунов для конкретного вида подвижного состава. Поэтому в конструкции перспективных грузовых тележек (моделей 18-9836, 18-9810, 18-9855), которые в настоящий момент находятся в стадии постановки на производство и сертификации, предусмотрены скользуны без применения полимерных материалов.

Дальнейшее исследование по выбору наиболее рациональных конструкций и параметров скользунов необходимо проводить в рамках поднадзорной эксплуатации вагонов, предназначенных для эксплуатации на тележках с упругими скользунами постоянного контакта.

НОВЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ОБУЧАЮЩИЕ ПРОГРАММЫ

Государственное образовательное учреждение «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте» (ГОУ «УМЦ ЖДТ») подготовило новые компьютерные обучающие программы.

Устройство и принцип действия автоматических тормозов подвижного состава (модернизировано 2009 г.). Воробьев А.А. Курилкин Д.Н.

Компьютерная обучающая программа разработана для специальности «Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог СПО» и охватывает следующие разделы дисциплины «Автоматические тормоза подвижного состава»:

- ✓ основы торможения;
- ✓ приборы питания тормозов сжатием воздухом;
- ✓ приборы торможения;
- ✓ электропневматические тормоза.

Данная программа предназначена для изучения устройства и принципа действия автоматических тормозов подвижного состава.

Она может быть полезна студентам высших учебных заведений и учащимся

профессиональных технических училищ, изучающим одноименную дисциплину, а также для слушателей дорожно-технических школ.

Программа может быть также использована при подготовке помощников машиниста локомотивов и МВПС. Учебная дисциплина — «Автоматические тормоза подвижного состава».

Программа записана на CD-ROM. Операционная система Windows 2000, XP, 2003, Vista. Необходимое место на жестком диске 70 Мбайт.

Год разработки 2007. Год модернизации 2009. Код ГОУ «УМЦ ЖДТ» 600980.

Метрология (модернизировано 2009 г.). Шверда О.А., Шверда И.В.

Компьютерная обучающая программа предназначена для подготовки выпускников специальностей среднего профессионального образования по учебной дисциплине «Метрология,

стандартизация и сертификация» в части раздела «Метрология».

Программа может применяться в качестве учебного пособия преподавателями и студентами образовательных учреждений железнодорожного транспорта, а также быть полезна слушателям технических школ и учебных центров железных дорог.

Она содержит теоретический материал, большой объем справочной информации, законодательные акты в области метрологии, рисунки, тестовый контроль по темам и итоговый по всему курсу.

Программа имеет удобную гипертекстовую структуру. Учебная дисциплина — «Метрология, стандартизация и сертификация».

Программа записана на CD-ROM. Операционная система Windows 2000, XP, 2003, Vista. Необходимое место на жестком диске 20 Мбайт.

Год разработки 2008. Год модернизации 2009. Код ГОУ «УМЦ ЖДТ» 601010.

Заявки на интересные издания следует направлять в ГОУ «УМЦ ЖДТ»: 107078, г. Москва, Басманный пер., 6, или в его филиалы (адреса филиалов на сайте www.umcjdft.ru).

Тел./факс: (499) 262-12-47.
E-mail: marketing@umcjdft.ru