

ТЕХНИКА®

ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

№ 3 (31) август 2015

ISSN 1998-9318



ОБЪЕДИНЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ



Члены НП «ОПЖТ»

- АББ, ООО
- АВП Технология, ООО
- Азовобщемаш, ПАО
- Азовэлектросталь, ЧАО
- Альстом Транспорт Рус, ООО
- Армавирский завод тяжелого машиностроения, ОАО
- АСТО, Ассоциация
- Ассоциация по сертификации «Русский Регистр»
- Балаково карбон продакшн, ООО
- Балтийские кондиционеры, ООО
- Барнаульский вагоноремонтный завод, ОАО
- Барнаульский завод асбестовых технических изделий, ОАО
- Белорусская железная дорога, ГО
- Вагоноремонтная компания «Купино», ООО
- Вагонная ремонтная компания-1, ОАО
- Вагонная ремонтная компания-2, ОАО
- Вагонная ремонтная компания-3, ОАО
- Вагонно-колесная мастерская, ООО
- Вайдмюллер, ООО
- ВНИИЖТ, ОАО
- ВНИИКП, ОАО
- ВНИКТИ, ОАО
- ВНИИР, ОАО
- Волгодизельаппарат, ОАО
- Выксунский металлургический завод, ОАО
- ГСКБВ им. В. М. Бубнова, ООО
- Диалог-транс, ООО
- ГНИЦ железнодорожного транспорта Украины, ГП
- Группа Faiveley
- Диэлектрик, ЗАО
- Долгопрудненское научно-производственное предприятие, ОАО
- Евразхолдинг, ООО
- ЕПК-Бренко Подшипниковая компания, ООО
- Жейсмар-Рус, ООО
- Желдорремаш, ОАО
- Завод металлоконструкций, ОАО
- Звезда, ОАО
- Ижевский радиозавод, ОАО
- Инженерный центр «АСИ», ООО
- Институт проблем естественных монополий, АНО
- Кав-Транс, ЗАО
- Калугапутьмаш, ОАО
- Калужский завод «Ремпутьмаш», ОАО
- Кировский машзавод 1-ого Мая, ОАО
- Кнорр-Бремзе Зюстеме фюр Шиненфарцойге ГМБХ
- Кнорр-Бремзе Системы для Рельсового Транспорта, ООО
- Компания корпоративного управления «Концерн «Тракторные заводы», ООО
- Кременчугский сталелитейный завод, ОАО
- Крюковский вагоностроительный завод, ОАО
- Ленстройком-сервис, ООО
- Лугцентрокуз им. С. С. Молятовского, ЧАО
- Метродеталь, НП СРП
- Мичуринский локомотиворемонтный завод «Милорем», ОАО
- Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ), ФГБОУ ВПО
- МТЗ «Трансмаш», ОАО
- МуромЭнергоМаш, ЗАО
- Муромский стрелочный завод, ОАО
- МЫС, ЗАО
- Нальчикский завод высоковольтной аппаратуры, ОАО
- Научно-внедренческий центр «Вагоны», ОАО
- Научно-производственный центр «Динамика», ООО
- Научно-технический центр «Привод-Н», ЗАО
- Научные приборы, ЗАО
- Национальная компания «Казахстан Темир Жолы», АО
- НЗТО, ЗАО
- НИИАС, ОАО
- НИИ вагоностроения, ОАО
- НИИ Мостов, ФГУП
- НИПТИЭМ, ОАО
- НИЦ «Кабельные Технологии», ЗАО
- НИИЭФА-Энерго, ООО
- Новая вагоноремонтная компания, ООО
- Новокузнецкий вагоностроительный завод, ОАО
- НПК «Объединенная вагонная компания», ЗАО
- НПК «Уралвагонзавод» им. Ф. Э. Дзержинского, ОАО
- НПО Автоматики им. академика Н. А. Семихатова, ФГУП
- НПО «РоСАТ», ЗАО
- НПО «САУТ», ООО
- НПО «Электромашина», ОАО
- НПП «Смелянский электромеханический завод», ООО
- НПФ «Доломант», ЗАО
- НПЦ «Инфотранс», ЗАО
- НПЦ «Пружина», ООО

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ТЕХНИКИ

- НТЦ Информационные технологии, ООО
- Объединенная металлургическая компания, ЗАО
- Опытно-конструкторское бюро «Агрегат», ЗАО
- Орелкомпрессормаш СП, ООО
- Оскольский подшипниковый завод ХАРП, ОАО
- Остров системы кондиционирования воздуха, ООО
- Первая грузовая компания, ОАО
- ПО Вагонмаш, ООО
- Покровка финанс, ООО
- Поливид, ООО
- ПО «Октябрь», ФГУП
- ПО «Старт», ФГУП
- ПК «Завод транспортного оборудования», ЗАО
- ПКФ «Интерсити», ООО
- Проммашкомплект, ТОО
- Радиоавионика, ОАО
- РДМ-контакт, ООО
- Рельсовая комиссия, НП
- «Ритм» тверское производство тормозной аппаратуры, ОАО
- Рославльский вагоноремонтный завод, ОАО
- Российские железные дороги, ОАО
- Самарский государственный университет путей сообщения (СамГУПС), ФГБОУ ВПО
- Саранский вагоноремонтный завод, ОАО
- Светлана-оптоэлектроника, ЗАО
- СГ-Транс, ОАО
- Сибирский Сертификационный центр – Кузбасс, ООО
- Силовые машины – завод «Реостат», ООО
- Сименс, ООО
- Синара – Транспортные машины, ОАО
- СКФ Тверь, ООО
- Содружество операторов аутсорсинга, НП
- Специальное конструкторское бюро турбоагрегатов, ОАО
- ССАБ шведская сталь СНГ, ООО
- Стахановский вагоностроительный завод, ОАО
- Татравагонка, АО
- Тверской вагоностроительный завод, ОАО
- Теплосервис, ООО
- Технотрейд, ООО
- Тимкен-Рус Сервис Компании, ООО
- Тихвинский вагоностроительный завод, ЗАО
- Тихорецкий машиностроительный завод им. В.В. Воровского, ОАО
- Тольяттинский государственный университет, ФГБОУ ВПО
- Томский кабельный завод, ООО
- Торговый дом РЖД, ОАО
- Торговый дом «Камбарский машиностроительный завод», ООО
- ТПФ «Раут», ОАО
- Транзас Экспресс, ЗАО
- Трансвагонмаш, ООО
- Трансмашпроект, ОАО
- Трансмашхолдинг, ЗАО
- Трансолушнз СНГ, ООО
- Транспневматика, ОАО
- ТрансЭнерго, ЗАО
- Трансэнерком, ЗАО
- ТСЗ «Титран-Экспресс», ЗАО
- ТТМ, ООО
- УК Рэйлтрансколдинг, ООО
- Управляющая компания «Профит центр плюс», ООО
- Управляющая компания РКТМ, ООО
- Управляющая компания ЕПК, ОАО
- Уралгоршахткомплект, ЗАО
- Уральская вагоноремонтная компания, ЗАО
- Уральские локомотивы, ООО
- Уральский межрегиональный сертификационный центр, НОУ
- Уралхим-Транс, ООО
- Фактория ЛС, ООО
- Федеральная грузовая компания, ОАО
- Финэкс качество, ЗАО
- Финк Электрик, ООО
- Фирма ТВЕМА, ЗАО
- Флайг+Хоммель, ООО
- Фонд инфраструктурных и образовательных программ
- Фритекс, ОАО
- Хартинг, ЗАО
- Хелмос, ООО
- ХК «СДС-Маш», ОАО
- Холдинг кабельный альянс, ООО
- Центр «Приоритет», ЗАО
- Чебоксарское предприятие «Сеспель», ЗАО
- Чирчикский трансформаторный завод, ОАО
- Шэффлер руссланд, ООО
- Экспортно-промышленная фирма «Судотехнология», ЗАО
- Экспертный центр по сертификации и лицензированию, ООО
- ЭЛАРА, ОАО
- Электровыпрямитель, ОАО
- Электромеханика, ОАО
- Электро-Петербург, ЗАО
- Электро СИ, ЗАО
- Электротяжмаш, ГП
- Электротяжмаш-привод, ООО
- Элтеза, ОАО
- Энергосервис, ООО
- Южный центр сертификации и испытаний, ООО
- Яхтинг, ООО

Издатель:



АНО «Институт проблем естественных монополий»
Адрес редакции: 123104, Москва, ул. Малая Бронная, д. 2/7, стр. 1
Тел.: +7 (495) 690-14-26,
Факс: +7 (495) 697-61-11
vestnik@ipem.ru
www.ipem.ru

При поддержке:



НП «Объединение производителей железнодорожной техники»



Комитет по железнодорожному машиностроению ООО «Союз машиностроителей России»

Подписной индекс в каталогах:

Пресса России, Урал-пресс – 41560

Свидетельство о регистрации

ПИ № ФС77-31578 от 25 марта 2008 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия.

Журнал включен в базу данных Российского индекса научного цитирования.

Перепечатка материалов, опубликованных в журнале «Техника железных дорог», допускается только со ссылкой на издание.

Типография: ООО «Типография Сити Принт», 129226, Москва, ул. Докукина, д. 10, стр. 41
Тираж: 3 000 экз.
Периодичность: 1 раз в квартал
Подписано в печать: 12.08.2015

Решением Президиума ВАК Минобрнауки России от 19 февраля 2010 года №6/6 журнал «Техника железных дорог» включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий.

Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов.

Редакционная коллегия

Главный редактор:

В. А. Гапанович,
к. т. н., старший вице-президент ОАО «Российские железные дороги»,
президент НП «Объединение производителей железнодорожной техники»

Заместитель главного редактора:

Ю. З. Саакян,
к. ф.-м. н., генеральный директор
АНО «Институт проблем естественных монополий», вице-президент НП
«Объединение производителей железнодорожной техники»

Р. Х. Аляудинов,

к. э. н., президент ОАО «АНКОР БАНК»,
член корреспондент Академии экономических наук и предпринимательской деятельности России, действительный член Международной академии информатизации

Д. Л. Киржнер,

к. т. н., заместитель начальника Департамента технической политики ОАО «Российские железные дороги»

В. М. Курейчик,

д. т. н., профессор, действительный член Российской академии естественных наук, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой «Дискретная математика и методы оптимизации» Южного федерального университета

Н. Н. Лысенко,

вице-президент, исполнительный директор НП «Объединение производителей железнодорожной техники»

А. В. Зубихин,

к. т. н., заместитель генерального директора по внешним связям и инновациям ОАО «Синара - Транспортные машины», вице-президент НП «Объединение производителей железнодорожной техники»

В. А. Матюшин,

к. т. н., профессор, вице-президент НП «Объединение производителей железнодорожной техники»

Заместитель главного редактора:

С. В. Палкин,
д. э. н., профессор, вице-президент НП «Объединение производителей железнодорожной техники»

А. А. Мещеряков,

вице-президент – статс-секретарь
ОАО «Российские железные дороги»

Б. И. Нигматулин,

д. т. н., профессор, председатель совета директоров, научный руководитель ЗАО «Прогресс-Экология»

Ю. А. Плакиткин,

д. э. н., профессор, действительный член Российской академии естественных наук, заместитель директора Института энергетических исследований РАН

Э. И. Позамантур,

д. т. н., профессор, главный научный сотрудник Института системного анализа РАН

О. А. Сеньковский,

первый заместитель начальника Центра технического аудита ОАО «Российские железные дороги»

И. Р. Томберг,

к. э. н., профессор, руководитель Центра энергетических и транспортных исследований Института востоковедения РАН

О. Г. Трудов,

начальник отдела Департамента технической политики ОАО «Российские железные дороги»

Выпускающая группа

Выпускающий редактор:

С. А. Белов

Исполнительный редактор:

Е. В. Матвеева

Верстальщик:

Н. Е. Кожина

Корректор:

А. С. Кузнецов



86 | Выездной семинар на предприятиях китайской корпорации CNR



80 | Особенности разработки и освоения колес для электропоезда «Ласточка»



54 | Конструкционные особенности нового подвижного состава для метрополитена Баку

Содержание

| ПРЯМАЯ РЕЧЬ |

Валентин Гапанович: «Сохранить набранные темпы инновационного развития» 4

| МНЕНИЕ |

Ян С. Хардер. Пути решения во время китайского наступления 9

| ТРЕНДЫ И ТЕНДЕНЦИИ |

Б. А. Макаров. Актуальность кибербезопасности на железнодорожном транспорте 10

М. Р. Нигматулин. Мониторинг ситуации в промышленности на основании индексов ИПЕМ: II квартал 2015 года 16

| АНАЛИТИКА |

А. А. Воробьев, В. С. Кушнер, Ан. Ал. Крутько, Ал. Ал. Крутько. Анализ условий работы твердосплавного инструмента в тяжелых условиях обработки колесных сталей 24

И. В. Сиротенко, Г. В. Гогричиани. О результатах сравнительных испытаний тепловозов ТЭМ14 и ТЭМ18В. Анализ повреждений узлов силового оборудования 30

| СТАТИСТИКА | 36

| КОНСТРУКТОРСКИЕ РАЗРАБОТКИ |

О. Д. Сурикова, А. В. Сошников, Д. С. Шило. Автоматическое метро: характеристики и перспективы 44

Д. А. Марку, С. Г. Кошкин. Конструкционные особенности нового подвижного состава для метрополитена Баку 54

О. В. Быцко. Конструкционные особенности трамвая «Метелица» со 100-процентным низким уровнем пола 60

В. В. Алисин, Б. В. Покидько, М. Н. Роцин, Г. А. Симакова, В. Ф. Юдкин. Моделирование процессов трения в условиях смазки системы «колесо-рельс» высокоскоростного железнодорожного транспорта 67

И. К. Михалкин, О. Б. Симаков. Современная система диагностики инфраструктуры: тенденции развития 72

А. Бибер. Заказные встраиваемые системы – в кратчайшие сроки: MEN делает это возможным! 76

А. Е. Камышин, Д. Е. Керенцев, Р. М. Тимаков. Особенности разработки и освоения колес для электропоезда «Ласточка» 80

| ЮБИЛЕИ | 84

| СОБЫТИЯ |

Выездной семинар на предприятиях китайской корпорации CNR 86

| АННОТАЦИИ И КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА | 92

Валентин Гапанович: «Сохранить набранные темпы инновационного развития»

О принимаемых ОАО «РЖД» мерах по обновлению подвижного состава, инновационном развитии компании, развитии газомоторных технологий, вопросах импортозамещения и локализации в непростых экономических условиях, сертификации предприятий транспортного машиностроения – в интервью со старшим вице-президентом по инновационному развитию – главным инженером ОАО «РЖД», президентом НП «ОПЖТ» Валентином Гапановичем.



Валентин Александрович Гапанович

Родился 23 мая 1955 года. Окончил Гомельский техникум железнодорожного транспорта, в 1992 году – Новосибирский институт инженеров железнодорожного транспорта, в 1998 году прошел переподготовку в Академии народного хозяйства при Правительстве РФ. Кандидат технических наук.

1974-1975 годы – помощник машиниста, затем старший мастер по ремонту подвижного состава на Топкинском цементном заводе Кемеровской области. С 1977 года – сменный мастер цеха по ремонту тепловозов депо Новокузнецк Западно-Сибирской железной дороги. Прошел путь от ревизора по безопасности движения поездов до начальника депо Новокузнецк Кемеровской железной дороги. В 1995 году – главный инженер Новокузнецкого отделения Кемеровской железной дороги. С июля 1997 года – заместитель главного инженера Кузбасского отделения; заместитель начальника дороги по локомотивному и вагонному хозяйству; заместитель начальника Западно-Сибирской железной дороги – начальника Кузбасского отделения. В ноябре 2000 года назначен главным инженером Октябрьской железной дороги.

С ноября 2003 года по май 2008 года – вице-президент, а с июня 2008 года по настоящее время – старший вице-президент по инновационному развитию – главный инженер ОАО «РЖД».

В 2007 году избран президентом НП «ОПЖТ», в мае 2011 года – вице-президентом ООО «Союз машиностроителей России».

Указом Президента РФ в 2008 году присвоено звание «Заслуженный работник транспорта РФ». За активную трудовую деятельность В.А. Гапанович удостоен многих ведомственных наград МПС РФ и ОАО «РЖД».

Валентин Александрович, на предстоящем салоне Expo 1520 значительное место, как обычно, отведено инновациям. Как организована работа РЖД по их внедрению и каких результатов за последние годы удалось достичь?

Инновационная деятельность компании выстроена на основе Стратегии и Программы инновационного развития РЖД на период до 2015 года. По объемам вложений в НИОКР мы стоим в одном ряду с ведущими мировыми корпорациями в своей отрасли. Только в прошлом году наши затраты на научные исследования и разработки составили более 7 млрд руб. Начиная с 2003 года количество охранных документов на результаты интеллектуальной деятельности в РЖД выросло более чем в 100 раз, а балансовая стоимость нематериальных активов – более чем в 135 раз.

Портфель интеллектуальной собственности холдинга постоянно увеличивается и в настоящее время включает в себя порядка 2,5 тыс. охранных документов, в том числе более 1 тыс. патентов на изобретения и полезные модели. Кроме того, большое внимание мы уделяем правовой охране разработок РЖД за рубежом, о чем свидетельствует неуклонный рост числа полученных патентов.

Инновационную деятельность нашей компании оценивали независимые эксперты и пришли к выводу, что многие ее направления соответствуют и даже превосходят мировой уровень. Мы занимаем, например, лидирующие позиции по удельным расходам топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов, серьезно опережая США и европейские страны. Так, в прошлом году удалось сэкономить на тяге поездов более 500 млн кВт·ч электроэнергии. В целом экономический эффект от энергосбережения

составил 4,8 млрд руб. На крупных полигонах вводятся энергооптимальные графики движения поездов, общая протяженность которых составляет уже почти 14 тыс. км.

Какие инновационные разработки можно ожидать на железнодорожной сети в ближайшее время?

Крайне важным является развитие полигонных технологий. Важная веха на пути их развития – ввод в эксплуатацию нового дорожного центра управления перевозками в Новосибирске. В центре сконцентрирован ряд разработок, в том числе АПК «Эльбрус», позволяющий выстраивать сквозной суточный энергооптимальный график движения поездов на полигоне нескольких дорог.

Впереди нас ожидает прорыв в ИТ-индустрии, системах связи, в области использования альтернативных источников энергии – газомоторного топлива. Или, например, группа стандартов «УРРАН». Это новое слово в техническом обслуживании и содержании инфраструктуры в РЖД. Система управления рисками и ресурсами на этапах жизненного цикла особенно важна в условиях их ограниченности. В настоящее время разработано 10 межгосударственных и национальных стандартов, 14 корпоративных, более 60 методических документов для различных хозяйств.

Одним из примеров эффективности внедряемой системы может послужить разработанная нами и внедренная на всем пространстве «колеи 1520 мм» методика, позволяющая определить грузовые вагоны, подлежащие выводу из эксплуатации по показателям надежности и безопасности литых деталей тележек. Более 3 тыс. боковых рам изъято по предписаниям Ространснадзора и еще более 13 тыс. забраковано на ПТО. Это позволило в 2014 году по сравнению с 2013 годом снизить количество изломов боковых рам более чем в три раза.

В настоящее время завершается разработка нормативной базы по определению физического износа объектов инфраструктуры. Показатели «УРРАН» применяются при подготовке требований закупки продукции для РЖД.

Если говорить об инфраструктуре, то в ней есть много новшеств. Мы работаем сегодня над конструкцией нового стрелочно-го перевода с ресурсом до 750 млн т брутто,

который обеспечит движение поезда на боковой путь с более высокой скоростью. Это серьезно снизит затраты на их эксплуатацию.

Также сделан прорыв в области диагностики. Впервые в мире встроенная система диагностики на поезде «Сапсан» обеспечивает во время его движения оценку инфраструктуры по 76 параметрам. Это наша совместная разработка с Siemens. Также начата эксплуатация «Сапсана» с двигателями на постоянных магнитах, что позволяет экономить при эксплуатации до 15% потребления электроэнергии. Замена двигателей на всех 16 высокоскоростных поездах будет произведена во время тяжелых видов ремонта.

Вы упомянули альтернативные источники энергии. Как движется работа по установке на сеть техники на газомоторном топливе?

На базе конструкции ГТ1h-001 в 2014 году на Людиновском тепловозостроительном заводе изготовлен первый промышленный образец магистрального газотурбовоза ГТ1h-002 мощностью 8300 КВт. Конечно, при освоении такой в высшей степени сложной техники есть проблемы. Надеюсь, что они будут решены.

В настоящее время во ВНИКТИ проводится комплекс испытаний, по завершении которых газотурбовоз опять пойдет в подконтрольную эксплуатацию на Свердловской железной дороге. После этого этапа работ планируется получить подтверждение по экономической эффективности локомотива, надежности узлов и агрегатов в условиях эксплуатации, а также отработать вопросы организации проведения обслуживания и ремонта. Данные работы должны завершиться в текущем году, после чего по их результатам будет приниматься решение о дальнейшем тиражировании проекта.

Вторая модель – маневровый газотепловоз ТЭМ19 – в настоящее время готовится к проведению сертификационных испытаний, которые планируется завершить в августе – сентябре текущего года. Ранее уже путем испытаний было проведено сравнение экономической эффективности газотепловоза с тепловозами ТЭМ18ДМ, проверена надежность узлов и агрегатов в условиях эксплуатации, а также отработывались вопросы организации проведения его обслуживания

и ремонта. При выполнении газотепловозом ТЭМ19 маневровой работы на станции Егоршино получено снижение затрат на топливо по приведенной работе (без учета расходов, связанных с экипировкой) от 12% до 23% в зависимости от условий эксплуатации.

Какое влияние оказало ОАО «РЖД» на отечественное транспортное машиностроение в последние годы и какие задачи ставит на ближайшее будущее?

Благодаря нашему участию разработано и освоено серийное производство всего спектра локомотивов, в том числе и нового поколения. За последние 10 лет предприятия локомотивостроения поставили компании более 4 340 локомотивов, то есть обновлено более 20% парка. Удалось снизить в среднем на 10-25% его износ (за исключением маневровых тепловозов). Настоящим прорывом стало использование альтернативных видов топлива. К этому направлению проявляют большой интерес компании «Газпромтранс» и Alstom.

На проведенном в мае этого года в Коломне научно-техническом совете РЖД определены приоритетные направления в создании новых типов тягового подвижного состава. Исходя из этих требований сформирована концепция развития локомотивостроения, получившая название «четыре Э»: энергосбережение, эффективность, экономия, экология.

Целевая задача, которую сегодня ставят перед собой как железные дороги, так и изготовители локомотивов, включает в себя следующие составляющие: оптимизацию использования энергоресурсов и снижение потребления энергии на 50%, снижение экологической нагрузки до 60%, улучшение экономических и эксплуатационных показателей локомотивов, а также их энергоэффективности по сравнению с западными аналогами.

Основным направлением в создании и производстве комплектующих изделий нового тягового подвижного состава является разработка программ полного импортозамещения технологически сложных, наукоемких комплектующих импортного производства.

Какова роль РЖД в области импортозамещения?

Задачи РЖД в данном направлении сформулированы в соответствующем документе –

программе импортозамещения закупаемой для нужд компании продукции, утвержденной 30 марта 2015 года. Данная программа разработана в рамках исполнения Плана первоочередных мероприятий по обеспечению устойчивого развития экономики и социальной стабильности в 2015 году, утвержденного распоряжением Правительства РФ, а также на основании решений итогового за 2014 год заседания правления РЖД.

В рамках подготовки программы сформированы перечни наиболее приоритетной импортосодержащей продукции. По предварительным оценкам, при реализации программы суммарное снижение закупок импортной продукции по отношению к 2015 году ожидается на уровне не менее 6,2 млрд руб., или 5,4% от общего объема закупок материально-технических ресурсов, оборудования, транспортных средств и подвижного состава за период 2015-2020 годов.

Принципиальная позиция РЖД и ОПЖТ – это локализация на наших предприятиях тех технологий и производств, которые мы приобретаем у передовых зарубежных компаний. В целях обеспечения снижения уровня импортозависимости предусматривается, что договоры на поставку сложных технических систем будут регламентировать минимальное значение уровня локализации изделий или максимальный уровень содержания импортных комплектующих.

Так, в настоящее время разработана Типовая методика определения уровня локализации закупаемых изделий, в которой сформулированы общие подходы к определению уровня локализации (содержания импорта) любого изделия. На основании значений, полученных в соответствии с разработанной методикой, будет определяться уровень импортозависимости изделий и, соответственно, прогресс в вопросе снижения импортозависимости. Стимулом для реализации такой задачи для поставщиков продукции будут являться штрафы за недостижение требуемого уровня локализации (импортосодержания), предусматриваемого договорами поставки.

Также утвержденный в марте Минпромторгом России план по импортозамещению в транспортном машиностроении содержит вполне реальные задачи по освоению произ-

водства продуктов и технологий. РЖД, как потребитель данных продуктов и технологий, принимает непосредственное участие в процессах освоения их производства.

Какую продукцию, с вашей точки зрения, локализовывать уже не имеет смысла, а какую станет возможно производить на территории нашей страны в ближайшее время?

Вопрос целесообразности локализации напрямую связан с оценкой экономической эффективности планируемых мероприятий по освоению производства продукции. В свою очередь, экономический эффект от освоения производства зависит от объемов потребления.

В этой связи локализация производства, например, современной элементной базы для электронных комплектующих, может быть целесообразна при условии консолидации потребностей в данной продукции всех отраслей отечественной промышленности. Иными словами, объемы закупок РЖД электронных комплектующих явно недостаточны для реализации широкомасштабной программы локализации их производства. Требуется оценить потребность в данном виде продукции во всех отраслях. В настоящее время в РЖД формируются соответствующие предложения, которые будут направлены в Минпромторг России.

Как идет внедрение ИТ-технологий?

Знаковое достижение – это интеллектуальная система управления движением поездов, которую мы запустили на полигоне Красная Поляна – Сочи – Адлер в канун проведения зимних Олимпийских игр. Она обеспечила высочайший уровень выполнения графика движения – 99,6%. Это сравнимо с «Синкансен» в Японии. Новым этапом развития подобной микропроцессорной системы станет ее использование на Малом кольце Московской железной дороги. Такая же система будет предложена и для управления движением поездов на будущей высокоскоростной магистрали Москва – Казань.

Также на рубеже 2000-х годов на сети дорог только строили прогнозы о сортировочных станциях с малолюдными технологиями, а сегодня уже готовится к сдаче одна из лучших в мире сортировочных станций – Лужская. Так, надвиг вагонов на горку на станции впервые будет производиться локомотивами

без машиниста. И впервые можно будет распускать опасные грузы второго класса с сортировочной горки. Технология на станции действительно малолюдная: штат на 140 человек меньше по сравнению с другими сортировочными станциями. Новые технологии позволяют вдвое увеличить производительность труда и на четверть сократить энергопотребление. Станция также станет базой для дальнейшей модернизации сортировочных станций на российских железных дорогах.

Как вы оцениваете темпы сертификации российских предприятий по стандарту IRIS? Что это дает отрасли и РЖД? Есть ли уже конкретные эффекты?

В соответствии с основными направлениями политики РЖД в области стратегического управления качеством продукции крупнейшие системные интеграторы по производству подвижного состава – основные поставщики РЖД – уже прошли сертификацию по стандарту IRIS или закончат этот процесс к концу 2015 года.

Следующим важным этапом станет сертификация предприятий – поставщиков крупнейших системных интеграторов и т. д., пока не будет охвачена вся производственная цепочка создания железнодорожной техники. РЖД уделяет большое внимание этим вопросам, участвует и следит за результатами прослеживающих аудитов, информирует при необходимости органы по сертификации и Центр менеджмента IRIS о необходимости приостановки действия сертификата. Так, их действие в прошлом году было приостановлено на трех российских предприятиях.

1 июля 2015 года Центр менеджмента IRIS выпустил дополнение к стандарту IRIS – IRIS ADDENDUM 2015. Это дополнение вводит в стандарт новую область сертификации «Инфраструктура» и новый вопросник для проведения аудита, официальная версия которого доступна на русском языке. Следует отметить, что именно РЖД настаивала на внесении этого дополнения в стандарт. Теперь и предприятия – поставщики РЖД, занимающиеся производством элементов верхнего строения пути, систем безопасности, энергоснабжения, смогут сертифицировать свои системы менеджмента бизнеса по стандарту IRIS.

IRIS действительно способствует улучшению качества продукции. Например, в 2010 году процент отклонения от приемочного контроля из-за неудовлетворительного качества локомотива 3ЭС5К на Новочеркасском электровозостроительном заводе (НЭВЗ) составлял 96%. В 2012 году завод приступил к внедрению требований стандарта. Тогда процент отклонения составлял 91. После сертификации в 2013-м – 85%, а в 2014-м – уже 60%. Также по результатам мониторинга продукции в эксплуатации мы видим снижение отказов технических средств. Снижение количества отказов локомотивов производства ООО «Уральские локомотивы» после внедрения стандарта IRIS составило 10,3%, локомотивов НЭВЗ – 13,6%.

Также хочу отметить, что РЖД является первой в мире компанией – владельцем инфраструктуры, которая начала подготовку к сертификации на требования стандарта IRIS своих структурных подразделений в области технического обслуживания электропоездов (Южная дирекция скоростного сообщения) и ремонта грузовых вагонов (Вагонное ремонтное депо Челябинск, ОАО «ВПК-2»).

Какие последние достижения в области стандартизации вы бы выделили?

Принципиально новым является впервые разработанный предстандарт «Инновационные технические средства железнодорожной инфраструктуры. Порядок допуска к эксплуатации». Согласно этому документу новая техника вводится в действие до получения сертификата соответствия, распisan весь порядок подконтрольной и опытной эксплуатации. Предстандарт позволяет подтверждать безопасность и совместимость инновационной железнодорожной инфраструктуры с перспективными техническими средствами. Его положениями мы уже руководствуемся при проведении подконтрольной эксплуатации инновационного стрелочного перевода для тяжеловесного движения на станции Орехово-Зуево.

Назову другой предстандарт, аналога которому в мире нет, – это «Инновационный железнодорожный подвижной состав. Порядок разработки и допуска к эксплуатации». Данный документ регулирует и регламентирует действия всех участников при допуске на ин-

фраструктуру инновационного подвижного состава – вагоны, локомотивы, путевая техника и т. д. Он позволяет подтверждать безопасность и совместимость создаваемого инновационного подвижного состава с инфраструктурой, на которой будет он эксплуатироваться еще на стадии разработки.

Еще один важный документ – стандарт модели жизненного цикла, адаптированный для компании РЖД. В состав документа впервые введен раздел, посвященный такой стадии жизненного цикла, как организация закупки продукции. В таком контексте ее пока нет в стандартах ISO. Мы создаем инструмент, которым должны пользоваться все главные инженеры при организации НИОКР и в повседневной работе. В дополнение к этому документу разработан еще один стандарт – «Жизненный цикл программного обеспечения». Там четко определено, какими документами нужно руководствоваться при разработке отечественного программного обеспечения или использовании зарубежного, особенно в системах управления движением поездов. Еще у нас есть документ «Жизненный цикл стандарта». Не стоит удивляться такому названию, ведь любой стандарт – это не догма. По мере накопления опыта, изучения и анализа эксплуатационных параметров он должен меняться.

Хочу подчеркнуть, что инновационное развитие – это непрерывно происходящий процесс, постоянное и целенаправленное стремление достигать эффективных результатов при росте качества предоставляемых услуг, высоком уровне инноваций и безопасности перевозок. И нам по-прежнему есть к чему стремиться.

Принципиальная задача компании сейчас заключается в том, чтобы даже в непростых экономических условиях сохранить набранные темпы инновационного развития и по всем параметрам находиться в числе мировых лидеров железнодорожной отрасли. В свою очередь, применяемые холдингом современные технологии должны способствовать обеспечению высокого качества обслуживания клиентов при эффективном и экономном использовании основных ресурсов. 

Беседовал Сергей Белов

Пути решения во время китайского наступления

30 декабря 2014 года в КНР объявили о слиянии двух компаний – CSR и CNR, конкурирующих между собой в производстве подвижного состава на внутреннем рынке, в крупнейшее производственное предприятие мирового масштаба CRRC. Новая компания объединила в себе обороты в размере 25 млрд евро. Результатом для китайского производственного гиганта станет увеличение доли на мировом рынке и дальнейшая консолидация производства подвижного состава. Ведущие европейские производители подвижного состава следят за новым явлением и уже сейчас пытаются определить свою стратегию с целью сохранения доли на рынке в среднесрочной и долгосрочной перспективах.

Китайцы динамично осваивают рынки сбыта по всему миру и особенно убедительны в развивающихся странах, предлагая готовые пакеты с выгодными условиями финансирования для железнодорожных операторов и владельцев инфраструктуры. Европейский рынок до сих пор не был основной целью для китайских производителей, но после успешного объединения, безусловно, станет ключевым для экспансии.

Германский оператор Deutsche Bahn AG заявил об открытии офиса закупок в Пекине для дальнейшей работы с китайскими поставщиками, чтобы делать закупки подвижного состава и запасных частей в КНР, при этом Siemens, Bombardier и Alstom являются традиционными поставщиками немецких железных дорог. Полагаю, что Deutsche Bahn разместит крупные заказы в КНР через 5 лет.

Как ЕС и европейским производителям реагировать на такое объединение в КНР, а также на увеличение конкуренции на мировом рынке производства подвижного состава? Отмечу, что европейский железнодорожный рынок до сих пор не гармонизирован и создает защиту против новых игроков: неевропейские производители сталкиваются с 28 различными железнодорожными стандартами, что приводит к существенным затратам и высоким рискам. Однако усилия ЕС в части унификации правил сертификации – документ TSI, с одной стороны, и либерализация железнодорожных рынков, с другой, создают условия для большей конкуренции на нем.

Политика ЕС в экономике заключается в увеличении конкуренции. Это означает не только либерализацию, но также уменьшение барьеров для неевропейских производителей в среднесрочной перспективе и их устранение в долгосрочной. С точки зрения экономики такой подход является правильным, поскольку рыночные механизмы регулируют конкуренцию на рынке производства, но не государственную политику. Это означает, что общая ситуация станет менее комфортной и более сложной для европейских производителей, поэтому им нужно сохранить свое место на рынке путем применения современных и продвинутых технологий. ЕС и железнодорожная отрасль объединяют свои усилия в рамках инициативы Shift2Rail в течение ближайших 7 лет для оптимизации унифицированных европейских железных дорог и услуг для клиентов, пассажиров и транспортных компаний. Такие совместные усилия преследуют цель закрепить конкурентное преимущество европейской отрасли в среднесрочной и долгосрочной перспективах – эти инвестиции сохраняют их доли на рынке, но в открытой конкуренции. Лидерство в инновациях и понимание рынка будут ключевыми компетенциями для того, чтобы быть впереди в конкуренции с китайскими производителями.

Давление на рынок приведет к консолидации игроков на рынке в Европе. Уже идут консультации в части стратегических альянсов или объединений между основными игроками и новыми компаниями в следующие годы. Однако подобные решения дадут положительные эффекты тогда, когда европейские производители будут поддержаны национальными экспортно-кредитными агентствами, чтобы быть в состоянии предложить выгодные пакеты, включая финансовые решения для клиентов на мировом рынке, и тем самым противостоять агрессивной и рискованной политике КНР.

Китайская конкуренция хорошо известна игрокам европейского рынка. Кооперативная модель облегчит путь для выявления дальнейших совместных работ в мире и в Европе в частности.

Нет необходимости для чрезмерной реакции в свете объединения двух крупных производителей в КНР, но отрасль должна сбалансировать фактор стоимости с факторами инноваций и надежности своей продукции. 



Ян С. Хардер,
вице-президент
по продажам
Molinari Rail AG

Актуальность кибербезопасности на железнодорожном транспорте



Б. А. Макаров,

к.т.н, руководитель центра кибербезопасности ОАО «НИИАС»

В последние три десятилетия на российских и зарубежных железных дорогах, как, впрочем, и на всех остальных видах транспорта и во многих отраслях промышленности, начался процесс широкого внедрения программно-аппаратных систем и комплексов для автоматизированного и автоматического управления техническими объектами и технологическими процессами. Основными целями этого процесса являлись повышение эффективности управления, прежде всего – повышение скорости и снижение себестоимости перевозок грузов и пассажиров, сокращение производственного и вспомогательного персонала, снижение аварийности и т. д. Параллельно программно-аппаратные комплексы широко интегрировались в информационно-коммуникационные сети передачи данных для быстрого сбора и передачи информации и управляющих воздействий. Однако здесь была допущена стратегическая ошибка. Вместо того чтобы создавать отдельные физически изолированные сети связи и каналы передачи данных, было предложено использовать существующие незащищенные сети связи и информационно-коммуникационные сети общего пользования. Этот постулат обосновывался тем, что необходимо снижать затраты на создание автоматизированных и автоматических систем управления и уменьшать время на их монтаж и наладку.

Хакеры, как новое направление

В истории науки, техники и технологий неоднократно возникали ситуации, когда при массовом внедрении новых, перспективных достижений наблюдались побочные негативные явления. Так произошло и с внедрением программно-аппаратных систем различного назначения. Оказалось, что, имея доступ к общественным информационно-коммуникационным сетям, в ряде случаев можно оказывать несанкционированное деструктивное воздействие на работоспособность программно-аппаратных систем и комплексов. Программистов, радиолюбителей, инженеров, студентов и школьников, которые занимались этими тестами на проникновение, стали называть хакерами. Очень быстро численность этой своеобразной международной «армии» хакеров превысила несколько миллионов человек. На первом этапе хакерская деятельность носила позитивный характер. Ведь, осуществляя взлом программно-аппаратных систем, ха-

керы заставляли разработчиков как аппаратной, так и программной части автоматизированных и автоматических систем управления более тщательно и глубоко прорабатывать средства обнаружения компьютерных атак и средства защиты от них. Появилась новая научная дисциплина – защита информации. Однако, как гласит один из шуточных законов Мерфи, «о чем бы самым высоким, благородном и бескорыстным ни шла речь в начале, в конце речь все равно пойдет о деньгах». Опираясь на этот принцип, некоторые хакеры занялись сначала шантажом и вымогательством денег с владельцев программно-управляемых систем, а затем многие плавно перетекли в банковскую сферу, где начались атаки на расчетные системы банков, банкоматы, платежные терминалы и т. д. То есть они занялись криминальной деятельностью, используя отличные знания высоких технологий, прежде всего априорные знания об архитектуре программно-управляемых

систем, протоколах сетей передачи данных, системном и прикладном программном обеспечении, и при этом великолепно владея мастерством программирования.

В целом разработчикам и «владельцам» программно-управляемых систем удавалось довольно успешно отражать хакерские атаки или попытки осуществить различного рода деструктивные воздействия. Хотя надо отметить, что в ряде случаев у хакеров получалось проводить эффективные и эффектные атаки на некоторые банковские системы и, по слухам, списывать со счетов «клиентов» большие суммы безналичных денежных средств. Но при этом владельцы банковских систем, опасаясь репутационного ущерба, обычно не признавали сам факт успешной хакерской атаки, и проведенные компетентными правоохранительными органами расследования часто показывали, что хакерские атаки осуществлялись при поддержке бывших или действующих сотрудников банков или служб информационной безопасности, то есть имел место факт внутреннего предательства.

Такое противостояние хакеров и сотрудников служб информационной безопасности продолжалось довольно долго и проходило с перевесом последних до тех пор, пока в этот процесс активно не включились сотрудники разведывательных служб и армейские структуры экономически развитых государств. Профессионалы невидимого фронта, проанализировав как реализованные, так и отраженные хакерские атаки на различные программно-управляемые автоматизированные и автоматические системы управления и верно определив тенденции развития этого класса систем, сделали важный вывод, что, используя типовые каналы связи (как задекларированные, так и не задекларированные), можно осуществлять удаленный перехват управления различными программно-управляемыми системами в критически важных областях экономики, промышленности, транспорта и на военных объектах. А затем, применяя несанкционированные деструктивные управляющие воздействия, можно наносить критически важным объектам на территории потенциального противника ущерб, сопоставимый или даже больший, чем с использованием традиционных видов оружия. Такие де-

структивные хакерские атаки стали называть кибератаками. Слово (приставка) «кибер» подчеркивало, что речь в первую очередь идет о перехвате управления объектом. Важной особенностью кибератак является то обстоятельство, что в большинстве случаев они обладают свойством безуликости, так как их трудно обнаружить, поскольку они «маскируются» под аварии, сбои и кратковременные отказы оборудования и систем управления, ошибочные и неквалифицированные действия обслуживающего персонала и т. д.

Доказать сам факт проведения кибератаки и выявить источник (авторов) их проведения достаточно сложно, а часто и невозможно, так как иногда кибератаки проводятся с территории третьих стран, а иногда и с территории страны, где расположен объект, который атакуют. Для разработки сценариев проведения кибератак на конкретную техническую программно-управляемую систему активно используются результаты научно-технической разведки, применяется помощь компетентных специалистов, проводятся пробные тесты на проникновение. Одновременно осуществляются мероприятия по широкой поставке в страну потенциального противника системного и прикладного программного обеспечения, компьютеров, промышленных контроллеров, разнообразного программно-аппаратного оборудования, комплектующих и расходных материалов (ремонтные и отладочные блоки, узлы, микросхемы и другие радиоэлектронные комплектующие), в которых могут быть размещены различные программно-аппаратные закладки, позволяющие проводить кибератаки или осуществлять сбор сведений для планирования их проведения в будущем. Целью таких кибератак может быть блокирование работоспособности, перехват управления, вывод из строя аппаратуры и т. д.

С целью внедрения программ, аппаратуры и элементной базы с размещенными программно-аппаратными закладками в критически важные отрасли экономики спецслужбами иностранных государств с помощью подконтрольных фирм осуществляются поставки широкого спектра программно-управляемого оборудования, что значительно облегчает проведе-

ние кибератак. Причем, как правило, это высококачественное и надежное оборудование выпускается под брендом известных мировых производителей даже без их ведома. А иногда поставки такого зараженного оборудования и программ осуществляются на фантастически льготных условиях: по демпинговым ценам, с предоставлени-

ем связанного кредита или отсрочки платежа, с обещаниями бесплатно осуществлять исправление ошибок и неточностей программного обеспечения, в первоочередном порядке оставлять новые обновленные версии программно-управляемых систем и комплексов аналогичного функционального назначения и т. д.

Что такое кибербезопасность или киберзащищенность?

Кибербезопасность (киберзащищенность) – свойства различных программно-управляемых систем автоматического управления сохранять способность к безопасному и эффективному выполнению возложенных на них функциональных задач в условиях целенаправленных, умышленных, несанкционированно-деструктивных, и, как правило, дистанционно-безули-

ковых воздействий различной физической природы.

Как видно из этого определения, кибербезопасность тесно связана с понятием функциональной безопасности. Среди ряда компетентных специалистов существует мнение, что кибербезопасность – это функциональная безопасность в условиях недо-
стоверной апостериорной информации.

Железная дорога как объект киберзащиты

Если рассматривать российскую железнодорожную транспортную систему как некий объект управления, защищаемый от кибератак, то она представляет собой сложную, детерминированно-стохастическую, многосвязную, территориально-распределенную, нестационарную систему с изменяющимися структурой и параметрами и случайным транспортным запаздыванием.

Это определение подчеркивает всю сложность проблем и грандиозность задач внедрения в практику методов и технологий кибербезопасности железнодорожного транспорта. Еще одним доказательством истинности этого утверждения может служить тот факт, что существующая технологическая информационно-коммуникационная сеть ОАО «РЖД» содержит более 250 тыс. программно-аппаратных портов для подключения компьютеров и разного рода программно-управляемого оборудования. Для осуществления производственной деятельности используется более 233 тыс. цифровых и аналоговых радиостанций, 16 тыс. комплектов спутникового связного и навигационного оборудования, более 40 тыс. микропроцессорных систем управления (60 типов).

Основной целью при решении проблем кибербезопасности ОАО «РЖД» является сохранение способности различных программно-управляемых систем автоматического управления к безопасному и эффективному выполнению возложенных на них функциональных задач в условиях целенаправленных, умышленных, несанкционированно-деструктивных, и, как правило, дистанционно-безуликовых воздействий различной физической природы.

Для разработки эффективной и оперативной стратегии защиты от кибератак необходимо в процессе реализации этой задачи ответить на следующие вопросы:

Что атакуют? – Объекты атаки.

Зачем атакуют? – Цель атаки.

Кто атакует? – Уровень «вооруженности» (технической оснащенности) и компетентности «злоумышленника».

Как атакуют? – Используемые технические средства, технологии, физические принципы.

Распознавание и отличительные признаки кибератак. Безуликовость, удаленность.

Принципы защиты от кибератак.

Объектами кибератак на железнодорожном транспорте могут являться системы диспетчерской и электрической централизации, ответственные за формирование безопасных маршрутов движения поездов, системы безопасного движения локомотивов и безопасного проезда железнодорожных переездов, системы защиты и регулирования электроснабжения, системы горочной автоматики, ответственные за сборку и расформирование поездов, а также операторы, обслуживающий персонал (диспетчеры, дежурные) и машинисты – при использовании летальных и нелетальных психофизических технологий.

Целями кибератак могут являться (модель угроз 1):

Кибершпионаж – несанкционированный сбор секретной или конфиденциальной корпоративной информации и последующая несанкционированная передача с помощью каналов связи этой информации, программ или географических координат (GPS или Глонасс-технологии).

Кибераудит – разработка сценариев кибератак, дружественный тест на проникновение, поиск киберуязвимостей.

Кибермошенничество – взлом систем продажи электронных билетов и квитанций оплаты багажа, счетчиков учета расхода энергоносителей и автоматических расходомеров и заправщиков и т. д.

Киберхалатность – кибератаки вследствие ошибочных или неквалифицированных действий персонала.

Киберсаботаж – снижение пропускной способности и скорости перевозок вплоть до полной остановки движения железнодорожного транспорта.

Кибердиверсии – создание враждебных и опасных маршрутов следования (движения), особенно при перевозке особо опасных и социально-значимых грузов, пассажирских и воинских перевозках.

Кибердиверсии могут происходить по следующим причинам:

- крушение (сход подвижного состава) в кривых и на спуске. Расцепка поезда на спуске или подъеме. Причина – нарушения скоростного режима, плохое состоя-

ние инфраструктуры, тяжелые климатические и погодные условия;

- перевод железнодорожных стрелок под составом;
- создание враждебных маршрутов следования;
- лобовое столкновение;
- боковое столкновение;
- столкновение со стоящим или впереди идущим поездом;
- нарушение процесса сборки и расформирования составов (маневровые и горочные технологии);
- отказ автоматики железнодорожного переезда;
- неконтролируемая имитация ложной занятости или свободности железнодорожных путей.

Кто атакует (модель нарушителя)?

Хакеры, конкуренты, организованные преступные группировки, спецслужбы, вооруженные силы иностранных государств (кибервойска). При этом уровень «вооруженности» (технической оснащенности) и компетентности (информационной осведомленности) злоумышленника может быть фантастически высоким. При этом могут использоваться заранее размещенные программно-аппаратные «закладки».

Как атакуют (модель угроз 2)?

Какие используются технические средства, технологии и физические принципы? Проникновение в микропроцессорную систему управления через программно-аппаратные порты информационно-коммуникационных сетей общего пользования и технологических корпоративных локальных сетей. Программно-аппаратные закладки. Атаки с использованием парка дистанционно-пилотируемых летательных аппаратов (ДПЛА), использующих технологии функционального поражения и функционального подавления, динамические электромагнитные и углеродные бомбы.

Виды кибератак:

- детерминированные кибератаки;
- стохастические кибератаки;
- виртуально-фантомные кибератаки;
- киберхалатность;
- функциональное подавление и функциональное поражение;

- прямые и косвенные кибератаки:
 - прямые – инвазивные кибератаки непосредственно на программно-управляемые системы или комплексы (АСУ ТП, МПСУ);
 - косвенные кибератаки – атаки на системы инженерного обеспечения (системы вентиляции-термостабилизации, системы автоматического пожаротушения, системы первичного и вторичного электропитания, шины заземления).
- Цель – нарушить работоспособность АСУ ТП или МПСУ.

Особенности кибербезопасности объектов ОАО «РЖД»

Реализация требований кибербезопасности к программно-управляемым системам и комплексам, эксплуатируемым на железной дороге, имеет следующие специфические особенности:

- выделение микропроцессорных систем управления (МПСУ) как отдельного класса АСУ ТП;
- использование методологии оценки рисков как инструмента для уточнения ущерба от кибератак;
- проведение предварительной обязательной комплексной проверки на функциональную безопасность (ФБ), на недекларируемые возможности (НДВ) и несанкционированный доступ (НСД);
- практическая проверка кибербезопасности МПСУ с использованием тестов на проникновения;
- дополнительные проверки на наличие программно-управляемых закладок и защиты от направленного воздействия широкополосного электромагнитного излучения.

В процессе проведения испытаний на кибербезопасность были выявлены следующие недостатки используемого типового и прикладного программного обеспечения:

- используется ПО, не имеющее сертификата безопасности ФСТЭК (ФСБ);
- используется ПО с просроченным сертификатом безопасности;
- используется устаревшее ПО, которое уже не сопровождается разработчиком.

При проверке на кибербезопасность ряда систем выявлен ряд уязвимостей МПСУ и реализованы следующие сценарии кибератак:

- блокирование работоспособности (постоянная перезагрузка);
- блокирование систем контроля каналов визуализации (принцип «человек посередине»);

- неконтролируемая имитация ложной занятости и свободности железнодорожных путей;
- возможность несанкционированного изменения исполняемого ПО и последующего перевода стрелок под движущимся составом;
- несанкционированная передача по радиоканалу информации о текущем состоянии технических систем локомотива;
- возможность несанкционированно и дистанционно изменять параметры управления локомотивом;
- несанкционированный контроль за географическими координатами локомотива;
- возможность перехвата управления.

Импортозамещение и кибербезопасность

Угрозы и риски, потенциально возникающие при использовании импортных комплектующих и программного обеспечения:

- искажение информации;
- перехват или блокирование управления;
- физическое уничтожение аппаратуры;
- «спящие» программно-аппаратные закладки: с активацией от таймера или программного обеспечения или с помощью проводных и беспроводных каналов связи.

Методы противодействия с помощью программы импортозамещения:

- развитие отечественного производства;
- легендирование и централизация закупок;
- наличие нескольких альтернативных поставщиков комплектующих и программного обеспечения для критических компонентов МПСУ;
- возможность альтернативной закупки – прежде всего страны БРИКС (Бразилия, Индия, Китай, ЮАР);

- осуществление входного контроля и тестирования комплектующих.
- По защите от кибератак могут использоваться следующие методы:
 - идентификация и аутентификация пользователей;
 - разграничение доступа пользователей;
 - разграничение с открытыми сетями;
 - межсетевое экранирование;
 - шифрование данных, передаваемых за пределы контрольной зоны;
 - исключение несанкционированного удаленного доступа к МПСУ;
 - исключение загрузки МПСУ с внешних носителей;
 - блокировка доступа к МПСУ во время отсутствия пользователя;
 - отключение неиспользуемых портов ввода-вывода МПСУ;
 - контроль доступа к изменению конфигурации МПСУ;
 - использование для работы с МПСУ минимально необходимого набора прав;
 - протоколирование работы пользователей и действий администраторов;
 - сигнализация попыток нарушения защиты МПСУ;
 - регулярное обновление ПО и использование открытого программного продукта;
 - резервное копирование и восстановление данных и ПО, резервирование программно-аппаратных и технических средств на случай возникновения аварии или сбоя;
 - антивирусная защита информационных ресурсов;
 - управление средствами защиты информации;
 - использование принципов мажоритирования и резервирования.

Перспективные планы работ центра кибербезопасности ОАО «НИИАС»

В перспективные планы работ ОАО «НИИАС» входят:

- разработка нормативно-методической базы;
- программа обучения персонала основам кибербезопасности;
- проверки на кибербезопасность с помощью тестов на проникновение.

Кроме того, активно ведутся работы по следующим направлениям:

- создан и постоянно обновляется реестр типов программно-управляемых систем и комплексов, постоянно эксплуатируемых на железной дороге и гипотетически подверженных кибератакам. В дальнейшем планируется создать на каждую такую систему паспорт кибербезопасности;
- определены возможные цели кибератак на структурные компоненты ОАО «РЖД»;
- разработаны и уточнены модели компетентности «нарушителя»;
- на основе типовых моделей угроз создается ведомственная библиотека физических принципов, технологий, технических средств, типовых сценариев проведения кибератак;
- разрабатываются методики и программно-технические средства мониторинга и

обнаружения кибератак на объекты ОАО «РЖД»;

- проверяется эффективность типовых средств защиты от кибератак. Разрабатываются инновационно-инвариантные принципы защиты от кибератак, основанные на методах криптозащиты информации и технологиях структурно-логического анализа уравнений материального баланса движения железнодорожных составов и тяговых средств;
- разрабатываются новые механизмы контроля состояния железнодорожных путей на основе ультразвуковой и электромагнитной локации и радиочастотных идентификационных технологий.

Чтобы повысить кибербезопасность программно-управляемых систем, эксплуатируемых на российских железных дорогах, необходимо провести большую работу и выделить немалые финансовые средства. Только при таких условиях эта сложная научно-техническая задача может быть успешно решена. В противном случае за отсутствие кибербезопасности придется расплачиваться жизнями и здоровьем пассажиров, сохранностью грузов, экологически ми катастрофами и плохой репутацией. §

Мониторинг ситуации в промышленности на основании индексов ИПЕМ: II квартал 2015 года



М. Р. Нигматулин,
эксперт-аналитик Департамента исследований ТЭК

В 2008 году для решения задачи по оперативному и достоверному мониторингу влияния экономического кризиса на российскую промышленность Институт проблем естественных монополий (ИПЕМ) по инициативе Минпромторга РФ разработал два индекса, альтернативных индексу промышленного производства Росстата: ИПЕМ-производство и ИПЕМ-спрос. Их расчет основывается на косвенных интегральных показателях – потреблении электроэнергии и погрузке грузов на железнодорожном транспорте.

Основные результаты расчета индексов

По итогам II квартала 2015 года индексы ИПЕМ продемонстрировали разнонаправленную динамику. Индекс ИПЕМ-производство сохранил позитивную направленность (+2,7 – в апреле, +2,2% – в июне), несмотря на слабые результаты в мае (-1,2%). Индекс ИПЕМ-спрос, замедлив падение в начале года, во II квартале продолжил монотонно убывающее движение по наклонной – снижение составило 4,2% к аналогичному периоду прошлого года при

месячных показателях индекса: -3,1% – в апреле, -4,6% – в мае, -4,8% – в июне (рис. 1).

За январь – июнь 2015 года индекс ИПЕМ-производство вырос на 1,2% к аналогичному периоду прошлого года. Индекс ИПЕМ-спрос ушел в минус в полугодовом исчислении на 2,9%, что является худшим результатом за последние три полугодия.

Тренды со снятием сезонности во II квартале 2015 года фиксируют разнонаправленное движение индексов производства

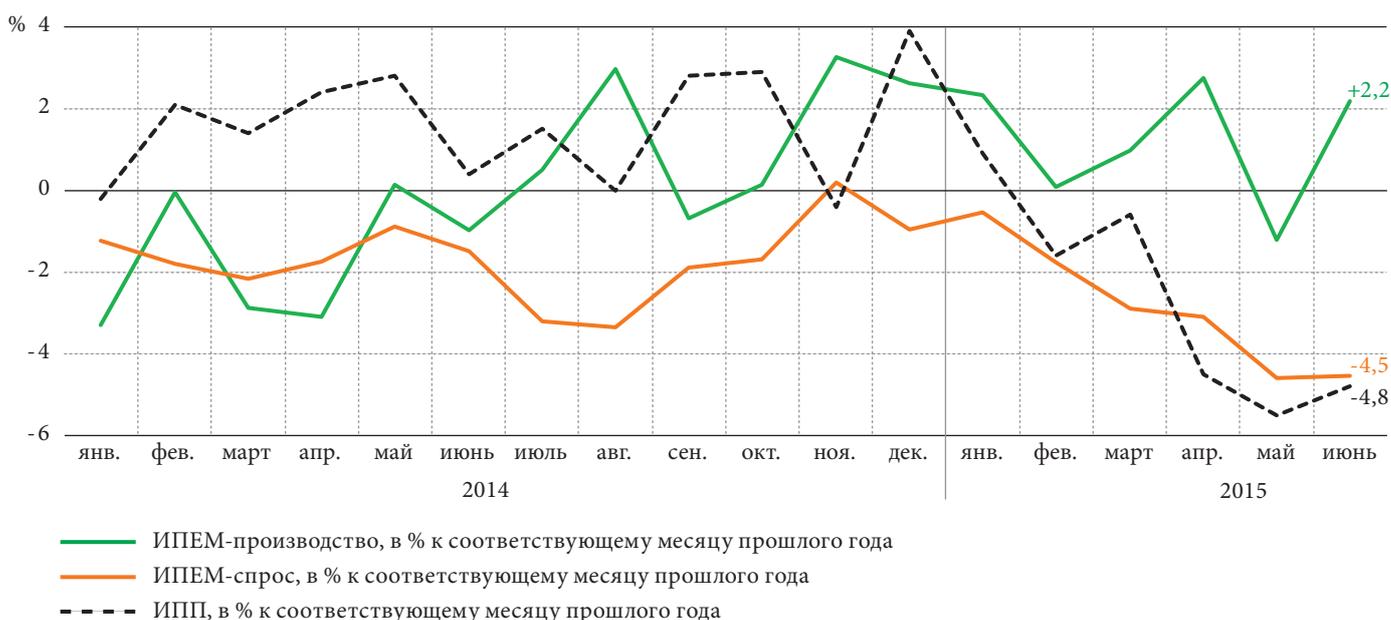


Рис. 1. Динамика индексов ИПЕМ в 2014-2015 годах (к соответствующему месяцу прошлого года)

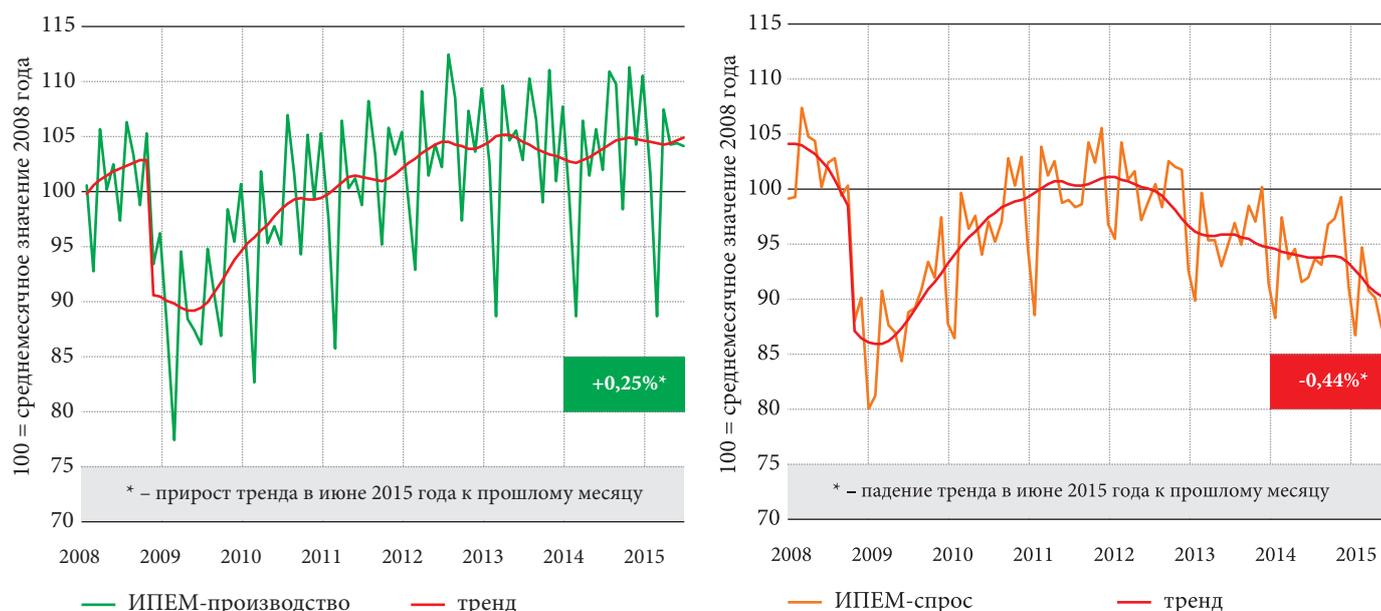


Рис. 2. Динамика индексов ИПЕМ в 2008-2015 годах (тренд со снятием сезонности)

и спроса (рис. 2). Индекс ИПЕМ-производство, очищенный от сезонного фактора, после практически полугодичного падения прошел очередной локальный минимум, и динамика тренда сменилась на положительную с нарастающими темпами (рост тренда составил в апреле – 0,1%, в мае – 0,22%, в июне – 0,25%).

Тренд индекса ИПЕМ-спрос демонстрирует резкое падение на протяжении всего рассматриваемого периода. Ретроспективный анализ тренда позволяет с уверенностью говорить о затяжной фазе замедления экономической активности внутри страны.

Кризисные экономические процессы оказали неодинаковое по глубине влияние на различные сектора российской промышленности. Общими чертами являются

устойчиво негативный характер падения спроса на российскую промышленную продукцию, а также более глубокое падение внутреннего спроса целого ряда отраслей по сравнению с внешним. Фактически до последнего времени основным фактором восстановления производства являлся внешний спрос, активизировавшийся на волне резкой девальвации национальной валюты в конце прошлого года. Во II квартале можно было говорить о появлении новой точки равновесия для российского рубля, поэтому следует иметь в виду, что девальвационный эффект (при стабильности курсов) со временем будет ослабевать, а реальных драйверов, которые смогут подтолкнуть внутренний спрос, пока не видно.

Результаты расчета индексов в разрезе отраслевых групп

Значения индекса ИПЕМ-спрос в разрезе секторов за II квартал 2015 года по отношению к соответствующему периоду прошлого года показывают, что спрос падает во всех отраслевых группах (рис. 3):

- добывающие отрасли: -0,2% (-0,4% – с начала 2015 года);
- низкотехнологичные отрасли: -1,4% (-1,5%);
- среднетехнологичные отрасли: -3,4% (-1,4%);

- высокотехнологичные отрасли: -30,6% (-26,7%).

Тренды развития секторов со снятием сезонности показывают:

- В краткосрочной перспективе сохранение текущего уровня ценовой конъюнктуры на внешнем рынке позволит сохранять слабopозитивную динамику добывающим отраслям.
- Динамика спроса в секторе высокотехнологичных отраслей уже приобретает ла-

винообразный характер. Низкий уровень инвестиционного спроса в экономике уже привел к глубокому кризису в автомобильной отрасли и соответствующему снижению производства в смежных отраслях. По итогам II квартала 2015 года производство легковых автомобилей упало на 31,6% (в апреле – -21,9%, в мае – -37,9%, в июне – -27,2%). С начала года падение составило 24,4%. Кроме этого, были заморожены многие проекты по производству автокомпонентов даже в высокой степени готовности. Среднесрочные перспективы сектора оцениваются как негативные, особенно с учетом скорого окончания режима

промсорборки, который позволял привлекать инвестиции.

– Ключевое влияние на динамику среднетехнологичных отраслей во II квартале 2015 года оказывает внутренний спрос в металлургическом секторе. Колебания национальной валюты вновь подстегнули рост экспорта черных (во II квартале – +13,8%, +12,2% – с начала года) и цветных металлов (+1,4%, +2,3% соответственно). При этом продолжается снижение внутреннего спроса на черные (-11,1%, -3,9% соответственно) и цветные металлы (-19,9%, -19,7% соответственно), которое в большей степени обусловлено замедлением инвестиционной актив-

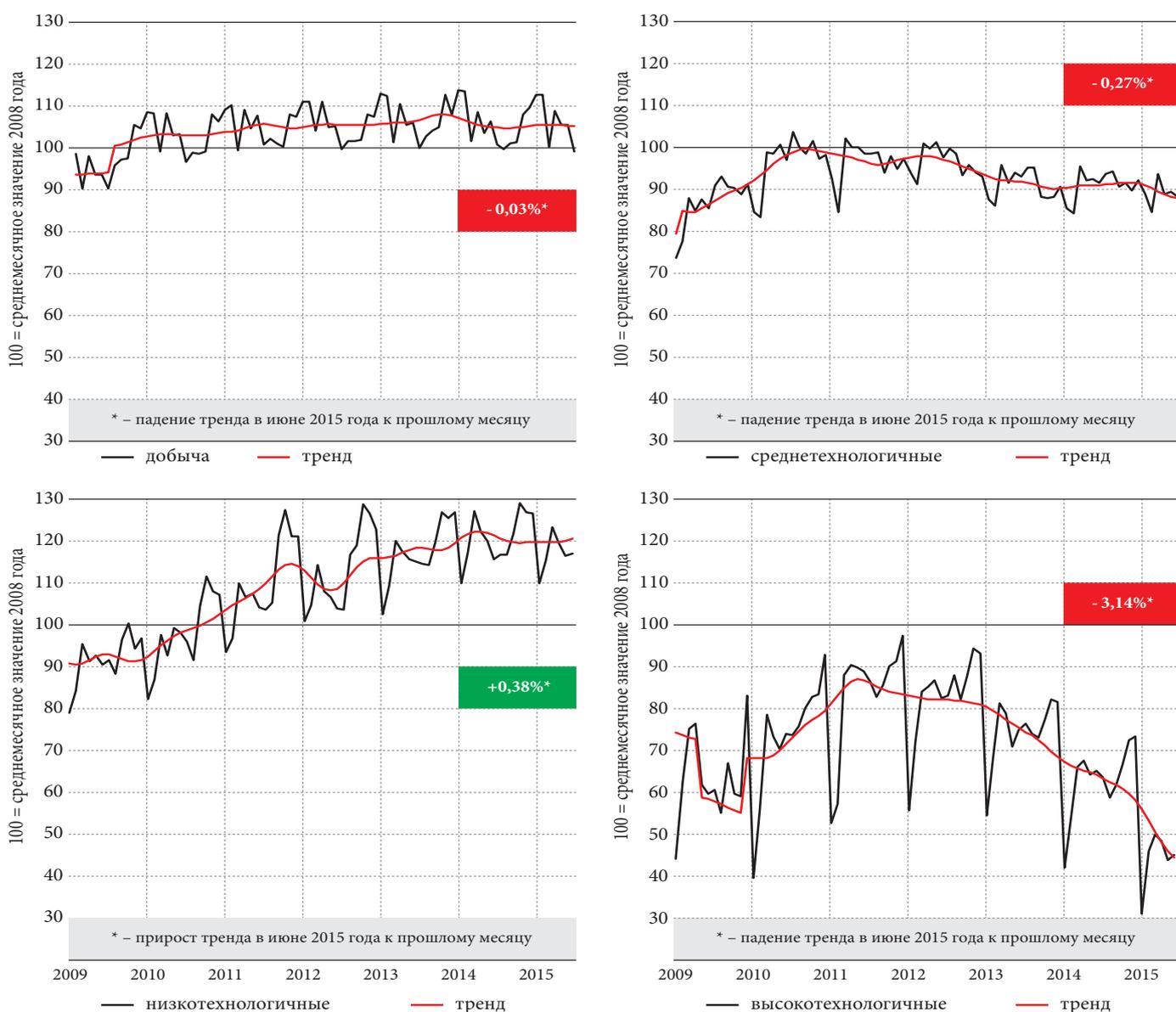


Рис. 3. Динамика индекса ИПЕМ-спрос по секторам в 2009-2015 годах (тренд со снятием сезонности)

ности в экономике, в том числе по причине недофинансирования (заморозки) крупных инфраструктурных проектов. Исправить ситуацию не помогло даже начало активной фазы реализации проекта «Сила Сибири», которая сильно отразилась на статистике по производству труб большого диаметра (по итогам января – июня зафиксирован рост выпуска ТБД на +55,3%).

Поддержку в текущей ситуации среднетехнологичным отраслям оказывает производство нефтепродуктов (за период с января по июнь производство бензина выросло на 2,8%), цены на которые регулярно росли с начала 2015 года. Также стоит отметить возросший внутренний спрос на химические и минеральные удобрения (+12,5% – во II квартале 2015 года, +9,0% – с начала года), вызванный в том числе восстановлением производства на мощностях ПАО «Уралкалий». Восстановление экспортного направления спроса на химические и минеральные удобрения

наметилось только в последние месяцы (+1,2% – в июне), однако за последние 6 месяцев сохраняется отрицательная динамика (-3,8% – с начала года).

– Спрос в низкотехнологичных отраслях продолжает снижение. Так, во II квартале 2015 года падение составило 1,4% (-1,5% – с начала года). Однако тренд индекса низкотехнологичного сектора в начале отчетного периода вошел в зону положительных приростов с нарастающими темпами. Данный факт, очевидно, обусловлен стабильно высокими результатами пищевой промышленности (+2,0% – с начала года) на волне импортозамещения в условиях антисанкций и изменений валютных курсов. Перспективы низкотехнологичных отраслей в целом оцениваются, скорее, как негативные ввиду отрицательных показателей по остальным товарам, входящим в данную группу, а также в связи с возможным исчерпанием эффекта замещающего роста в пищевом секторе.

Основные тенденции: ТЭК

Традиционно определяющее влияние на результаты промышленных индексов в России оказывает топливно-энергетический комплекс (рис. 4).

Пока мировой рынок энергоресурсов под влиянием внешних геополитических факторов находится в поиске новых равновесных уровней, картина в добывающих отраслях сохраняет в целом позитивный тренд. Во II квартале 2015 года цены на нефть стабилизировались около новых значений. Так, средняя цена нефти марки Urals во II квартале составила 61,4 долл./барр. Примечательно, что текущий уровень цен пока лишь подбивает инвестиционную деятельность в отрасли в части сегмента трудноизвлекаемых запасов и никак не сказывается на показателях нефтедобычи. В период с апреля по июнь 2015 года российские компании добыли на 1,6% больше, чем за аналогичный период прошлого года. В целом добыча нефти в полугодовом исчислении выросла на 1,1%.

При текущих сниженных ценах на нефть выгоднее направлять сырую нефть на переработку внутри страны с целью получения

продукта с более высокой добавленной стоимостью, особенно это касается вертикально интегрированных нефтяных компаний. К тому же стоимость нефтепродуктов на внутреннем рынке не только не падает, но и, напротив, стабильно растет. На это и направлена новая налоговая система, действующая с начала 2015 года, – увеличить глубину переработки сырья. Это вкуче с ужесточениями требований к экологическим классам топлива влечет за собой и модернизацию нефтеперерабатывающих мощностей. Но что мы видим на деле?

Падение курса национальной валюты, секторальные санкции, ограничивающие возможность импорта оборудования и высокотехнологичных услуг в отраслях ТЭК, – все это затрудняет возможность инвестирования в нефтепереработку и сокращает рентабельность НПЗ. Объем сырья, поступившего на переработку в России, снизился почти на 1% в полугодовом исчислении. Первичная переработка нефтяного сырья на российских НПЗ также падает. За 6 месяцев это падение составило 1,4%.

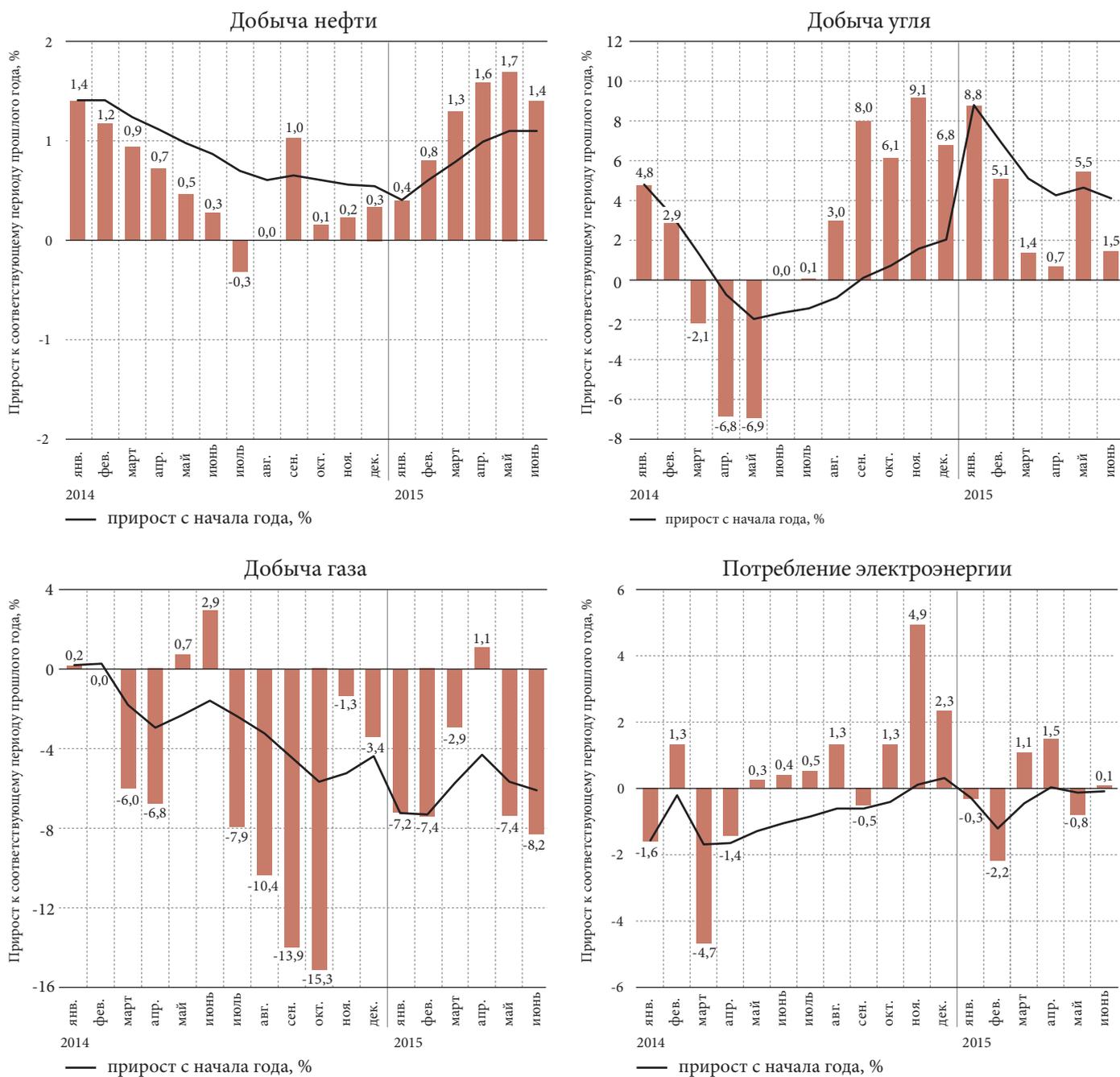


Рис. 4. Результаты работы ТЭК России 2014-2015 годах
 Источник: Минэнерго России, «Системный оператор ЕЭС»

Вывод ряда мощностей по нефтепереработке в связи с работами по модернизации в сочетании со слабым рублем стимулирует рост экспорта нефти из России. Результаты II квартала 2015 года: +5,7% – по сравнению с аналогичным периодом 2014 года, +6,8% – с начала года.

Вследствие низкого спроса на внутреннем и европейском рынках добыча газа падала весь II квартал 2015 года: -5,6% (-1,3% – в апреле, -7,4% – в мае, -8,2% – в июне). С начала года добыча газа также снизилась на 6,1%.

Крупнейший российский производитель газа – ОАО «Газпром» – сократил производство на 13,0%. Максимальная глубина падения была показана в мае – на 18,8%.

Упала и доля ОАО «Газпром» в общей добыче газа: с 70,5% – в январе – июне 2014 года до 65,8% – в январе – июне 2015 года. Снижение данного показателя происходит не только из-за сжатия экспортного направления поставок, но и из-за слабых конкурентных позиций в борьбе с независимыми производителями на внутреннем рынке. Неза-

висимые производители газа за счет более выгодных цен активно отбивают крупных промышленных потребителей у ОАО «Газпром», которое не может продавать газ ниже цен, установленных ФСТ России. А механизм, позволяющий газовому монополисту предоставлять скидки от регулируемых цен для крупных потребителей, до сих пор находится на рассмотрении в Правительстве РФ.

В целом по итогам I полугодия 2015 года поставки российского газа снизились на 8%. Однако во II квартале прослеживаются позитивные тенденции в поставках газа на экспорт, обусловленные необходимостью пополнения европейских подземных газохранилищ в летний период. С этим, по всей видимости, связан рост экспорта газа в Германию – рынок номер один для России. В мае – июне текущего года поставки газа выросли: в мае – на 68%, в июне – на 20,2% по сравнению с маем и июнем 2014 года соответственно. Во II половине 2015 года ожидается дополнительный рост экспорта газа, базирующийся на отсроченном спросе со стороны Европы (к концу II квартала ПХГ Евросоюза были заполнены меньше чем наполовину при нормальном уровне 65-70%), а также наращивание закупок газа для реверсных поставок. Средняя цена российского газа на границе с Германией снизилась на 14,2% с 269,10 евро/тыс. м³ – во II квартале 2014 года до 230,75 евро/тыс. м³ – во II квартале текущего года.

Перспективы развития нефтегазодобывающей отрасли сильно зависят от реализации сразу ряда крупных инвестиционных проектов. Сегодня для поддержки нефтедобычи в стране реализуются механизмы, стимулирующие подход к разработке нефтяных месторождений российского Дальнего Востока и Восточной Сибири, ведется активное строительство газопровода «Сила Сибири», также на повестке дня строительство новых газотранспортных мощностей в Западную Европу («Северный поток-2», «Турецкий поток»). Делать какие-то выводы пока преждевременно: макроэкономическая ситуация остается крайне неопределенной. Особенно сильное влияние способен оказать выход Ирана на мировой энергетический рынок, что, по всей видимости, ознаменует собой

новый долгосрочный тренд низких цен на углеводороды.

В угледобыче проявился новый источник роста – увеличивающиеся показатели добычи угля (+2,5% – за II квартал 2015 года, +4,1% – с начала года) сегодня определяются растущими потребностями внутри страны (+12,3%, +10,1% соответственно), а не ценовой конъюнктурой и ростом внешних поставок. При этом показатели экспорта угля не смогли удержаться на достигнутых ранее уровнях, несмотря на девальвацию рубля и снижение тарифной надбавки на экспорт угля (-5,8% – за II квартал 2015 года, -3,4% – с начала года). Причина – в низком интересе со стороны таких крупных игроков, как Индия и Китай. Негативное влияние оказывает снижение средней цены на энергетический уголь (-18,9% – за II квартал 2015 года, FOB Newcastle/Port Kembla). Однако статистика грузооборота морских портов показывает, что экспорт сокращается только в направлении погранпереходов. Объем перевалки угля за полгода в российских портах вырос на 1,8% до уровня 57,7 млн т.

Перспективы отрасли связаны с расширением пропускной способности железных дорог в восточном направлении (БАМ и Транссиб) и возобновлением спроса в странах АТР.

В марте 2015 года ОАО «СО ЕЭС» впервые опубликовало данные о производстве и передаче электроэнергии с учетом Республики Крым и Севастополя. Новые субъекты РФ пока не являются частью ЕЭС, поэтому учитываются в статистике ОЭС Юга как изолированные системы. В мониторинге¹ был указан риск завышения относительных приростов показателей и сопоставимости данных «Системного оператора ЕЭС». При написании данной статьи были проведены соответствующие поправки с целью обеспечения сопоставимости данных в сравнении с прошлыми годами.

С начала года потребление электроэнергии демонстрирует незначительное падение (-0,1% – к аналогичному периоду 2014 года). Для сравнения, по данным ОАО «Системный оператор ЕЭС», потребление электроэнергии за I полугодие 2015 года по стране выросло на 0,2%.

¹ М.Р. Нигматулин // Техника железных дорог. – № 2 (30), май 2015. – С. 12–18.

Потребление электроэнергии во II квартале 2015 года в целом по России выросло (+1,0% ко II кварталу 2014 года) при более высокой среднеквартальной температуре (+12,3 °С против +11,6 °С). Помимо температурного фактора, на рост потребления электроэнергии оказало влияние изменение

структуры промышленного производства: сильное падение производства (а значит, и спрос на электроэнергию) наблюдается в основном в неэнергоемких отраслях, тогда как энергоемкие отрасли промышленности растут или показывают минимальные уровни падения производства.

Главные тенденции: инвестиции в основной капитал

Характерным признаком рецессии в российской экономике является резкое снижение динамики инвестиций в основной капитал (табл. 1). Сокращение инвестиций происходило на протяжении первого полугодия 2015 года (-5,4% – за январь – июнь 2015 года).

Табл. 1. Динамика инвестиций в основной капитал в 2015 году

Периоды	Инвестиции в основной капитал, млрд руб.	% к соответствующему периоду 2014 года
январь	498,2	93,7
февраль	656,2	93,5
март	744,3	94,7
I квартал	1 898,7	94,0
апрель	812,8	95,2
май	1 004,2	92,4
июнь	1 203,8	92,9
II квартал	3 020,8	93,3
I полугодие	4 919,5	94,6

Источник: Росстат, Минэкономразвития России



Рис. 5. Сопоставление данных об инвестиционной активности с динамикой краткосрочных и долгосрочных (сроком более 3 лет) кредитов нефинансовым организациям

По итогам II квартала темпы падения усилились и составили -6,7% с пиком в середине отчетного периода (-7,6% – в мае 2015 года). Среди главных факторов высокого оттока капитала в условиях ограниченных возможностей кредитования является снижение прибылей компаний, а также спад потребительского спроса из-за сокращения доходов населения.

В текущей экономической ситуации говорить о достижении так называемого «дна кризиса» преждевременно. Российская экономика попала под воздействие сразу нескольких факторов, как внешних (падение цен на нефть, финансовые и секторальные санкции), так и внутренних (институциональные ограничения, низкий уровень диверсификации экономики, недореформированность). Именно сочетание этих факторов усиливает негативные эффекты и делает задачу развития в обозримом будущем трудновыполнимой. По целому ряду экономических индикаторов можно судить о затяжном характере кризиса и о достижении лишь локальных минимумов.

Интересно проанализировать показатель инвестиционной активности в корреляции с динамикой средневзвешенных процентных ставок (рис. 5). Резкое снижение физического объема инвестиций в основной капитал крупных и средних организаций было вызвано резким ростом ставок по кредитам, что довело нагрузку по процентным платежам до беспрецедентного уровня. Поиск точек роста в данных условиях превращается в нащупывание уровней поддержки, так как речь может лишь идти о стабилизации темпов падения. Это возможно только при стабилизации курса национальной валюты, а также при дальнейшем снижении ключевой ставки. Ⓢ

0+

ufi
Approved
Event

ЭНЕРГИЯ ВАШЕГО РАЗВИТИЯ

12-я Международная выставка
компонентов и систем
силовой электроники

СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

**POWER
ELECTRONICS**

27–29 октября 2015

МЕСТО
ПРОИЗВЕДЕНИЯ | МОСКВА, КРОКУС ЭКСПО

Организаторы:



primexpo



Тел.: +7 (812) 380 6003/ 07

E-mail: power@primexpo.ru

Получите электронный билет
www.powerelectronics.ru

Анализ условий работы твердосплавного инструмента в тяжелых условиях обработки колесных сталей

А. А. Воробьев,

к.т.н., доцент кафедры «Технология металлов»
ФГБОУ ВПО ПГУПС

В. С. Кушнер,

д.т.н., профессор кафедры «Машиностроение
и материаловедение» ФГБОУ ВПО ОмГТУ

Ан. Ал. Крутько,

к.т.н., доцент кафедры «Машиностроение
и материаловедение» ФГБОУ ВПО ОмГТУ

Ал. Ал. Крутько,

студент группы МВМ-514 ФГБОУ ВПО ОмГТУ

Установлено, что на формоизменение режущего лезвия в тяжелых условиях резания, характерных для токарной обработки профиля железнодорожных колес, влияют не только характеристики изнашивания, но и в значительной мере наблюдающиеся пластические деформации.

При восстановительной токарной обработке профиля железнодорожных колес значительная доля расходов (более 40%) связана с высокой стоимостью и расходом режущего инструмента, а также с простоем оборудования, вызванным необходимостью частой замены режущих пластин из-за их низкой стойкости и надежности [1]. Для обработки в ремонтных депо предприятий ОАО «РЖД» используется сборный режущий инструмент, оснащенный твердосплавными пластинами призматической формы ($r = 4$ мм, $\varphi = 86^\circ$, $\gamma = 0^\circ$, $\lambda = 6^\circ$, $\alpha = 6^\circ$) марок Т5К10 или Т14К8, закрепленными в специальных кассетах. При этом усредненные параметры режима резания, с которыми проводится обработка, находятся в пределах: $s = 1,2-2,12$ мм/об, $t = 4-12$ мм, $v = 50-65$ м/мин [2].

Анализ и сопоставление используемых на практике режимов восстановления профиля с рекомендациями ведущих фирм – производителей режущего инструмента для железнодорожной отрасли [1], а также с режимами, применяемыми для обработки закаленных сталей [3], показал, что реальные режимы токарной обработки завышены не менее чем в два раза. При этих условиях стойкость режущего лезвия составляла около 15-30 мин, что соответствует обработке 1-2 колес одной режущей кромкой и пути резания 700-1 000 м. В то же время при обработке прокатных валков (твердость НВ = 2 000 МПа) с сопостави-

мыми режимами резания ($s = 1,2$ мм/об, $t = 35$ мм, $v = 40$ м/мин) твердосплавным инструментом ($r = 3$ мм, $\varphi = 70^\circ$, $\gamma = 5^\circ$, $\lambda = 5^\circ$, $\alpha = \alpha_1 = 8^\circ$) стойкость инструмента составляла 60-90 мин, а путь резания – 2 000-2 500 м. Учитывая, что при токарной обработке сталей с меньшими толщинами срезаемого слоя путь резания находился в пределах от 10 до 20 км [5], то увеличение последнего при восстановлении профиля железнодорожных колес является актуальной и вполне достижимой задачей [4].

Злободневность обоснования рациональных режимов резания возрастает в связи с тенденцией повышения твердости обода колес с НВ = 2 850 МПа до 3 200-3 600 МПа. Кроме того, с увеличением скоростей движения подвижного состава ужесточаются требования к точности и качеству профиля колеса. Так, например, согласно ГОСТ 11018-2011 биение поверхности катания и шероховатость обработанной поверхности не должны превышать 0,3 мм и $R_z = 40$ соответственно. Однако решение данной проблемы возможно только при оптимизации как технологического процесса обработки, так и геометрических параметров режущего инструмента.

Как показали эксперименты, проведенные при черновой обработке стали У8 (НВ = 2 700 МПа) и данные при обработке закаленной стали (59 HRC) [4, 5], зависимости ширины фаски износа от пути резания имеют вид выпуклых кривых, тогда как

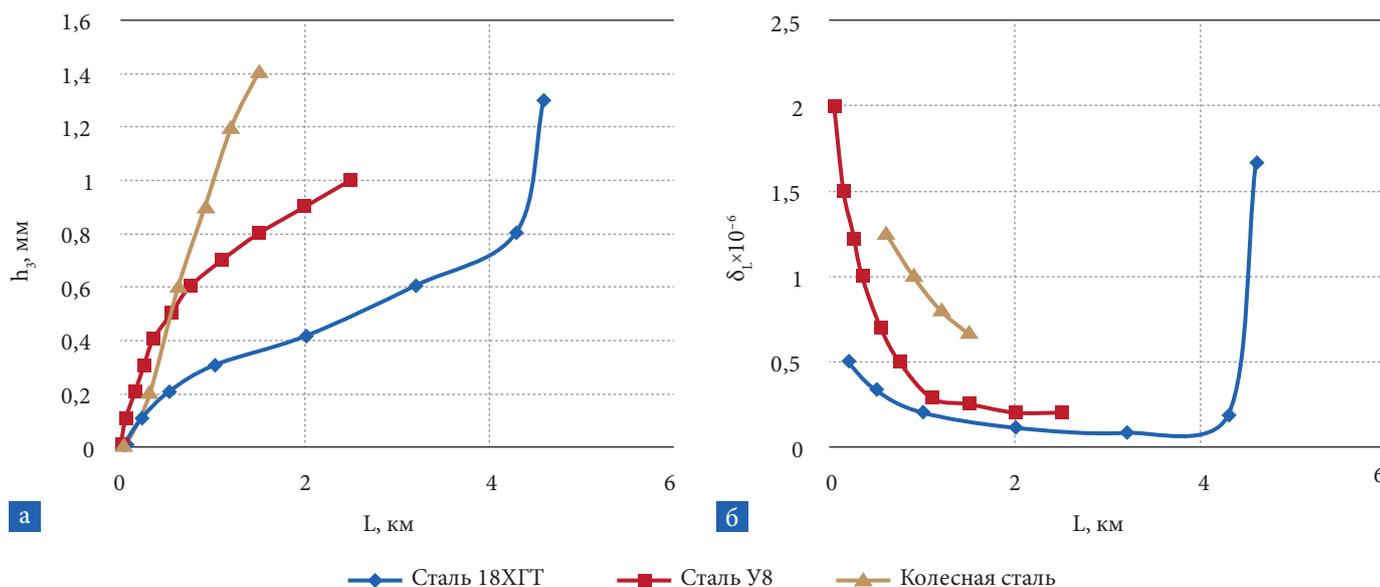


Рис. 1. Зависимость ширины фаски износа (а) и интенсивности изнашивания (б) от пути резания при точении: стали У8 резцом Т5К10, $s = 0,8$ мм/об, $v = 102$ м/мин; стали 18ХГТ резцом Т5К10 с ограниченной переходно-зачищающей кромкой, $t = 1,5$ мм, $s = 0,78$ мм/об, $v = 198$ м/мин и колесной стали твердосплавным резцом Т14К8 призматической пластиной ($\varphi = 86^\circ$, $\gamma = 0^\circ$, $\alpha = 6^\circ$, $r = 4$ мм, $t = 6$ мм, $v = 60$ м/мин, $s = 1,2$ мм/об)

при обработке менее прочной стали 18ХГТ (НВ = 1 500 МПа) зависимости ширины фаски износа от пути резания описывались вогнутыми кривыми (рис. 1а).

При этом интенсивности изнашивания (рис. 1б) в области меньших значений ширины фаски при обработке стали У8 были значительно выше, чем при обработке стали 18ХГТ, и уменьшались с ростом ширины фаски.

Анализ этих зависимостей, а также наблюдения за изнашиванием инструмента в процессе обработки показали, что различие между закономерностями изменения ширины фаски износа и путями резания неслучайно и связано с преобладанием пластической деформации режущего лезвия при увеличении твердости обрабатываемого материала в тяжелых условиях резания. Таким образом, при обработке закаленных

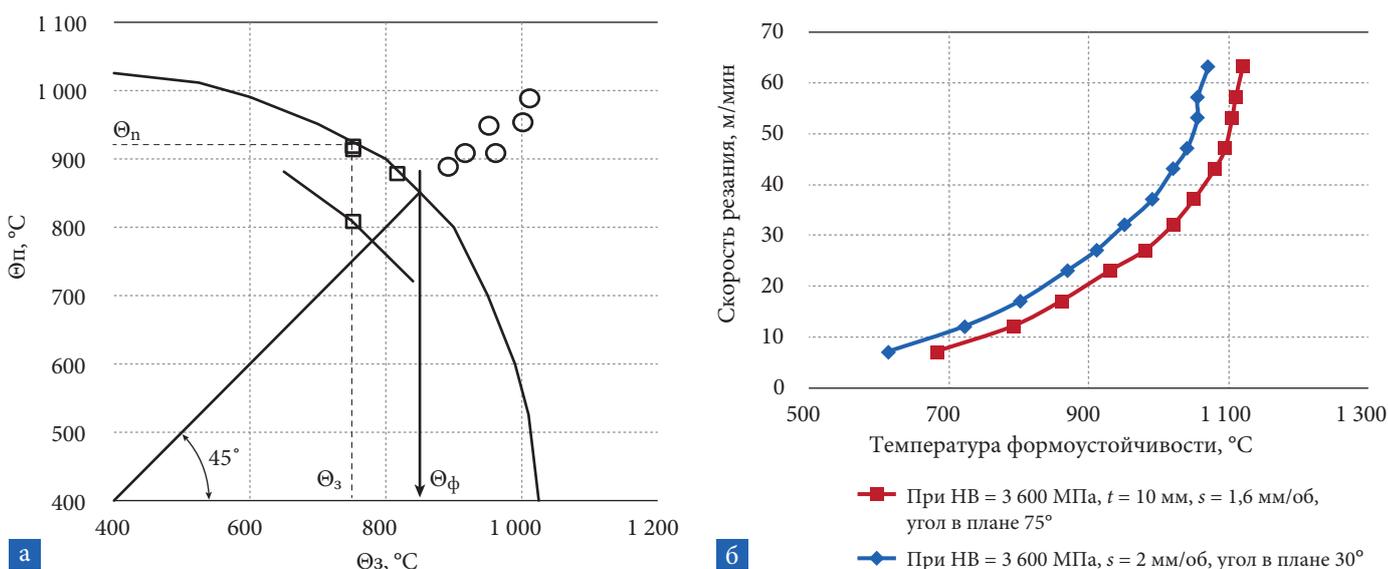


Рис. 2. Анализ температуры формоустойчивости (а) и влияние скорости резания на температуру формоустойчивости (б) при точении колес призматическими резцами Т5К10, а) $\varphi = 86^\circ$, $r = 4$ мм, б) 1 – при рекомендуемых режимах резания; 2 – при фактически применяемых режимах резания

сталей, помимо температурных факторов, на изнашивание и деформацию режущего лезвия существенное влияние оказывает и фактор, характеризующий напряженное состояние в режущем клине.

В основу теоретических расчетов температуры была положена программа, учитывающая взаимосвязь тепловых и механических процессов [6]. Как было выявлено, наиболее тесно с интенсивностью изнашивания или формоустойчивостью режущего лезвия связана так называемая температура формоустойчивости, характеризующая температуру внутри режущего лезвия и определяемая по максимальным температурам передней и задней поверхностей инструмента (рис. 2а).

Анализ температур формоустойчивости показал, что она для применяемых на практике режимов резания примерно на 130 °С завышена по сравнению с рациональной температурой 870 °С, соответствующей режимам, рекомендованным ведущими фирмами – производителями режущего инструмента.

Одним из перспективных направлений снижения температуры формоустойчивости, как показали расчеты и практические испытания, может служить снижение скорости резания до 25-30 м/мин, особенно это актуально при увеличении твердости обрабатываемых колес (рис. 2б).

При определении рациональных режимов резания учитывались сведения о силах

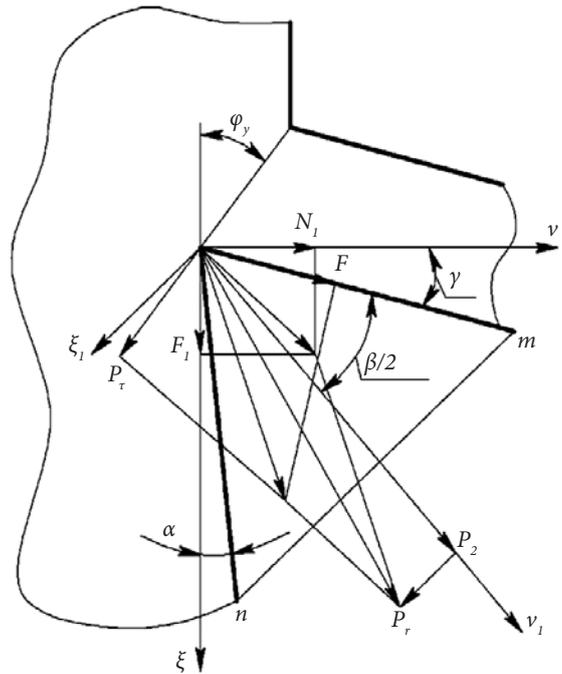


Рис. 3. Схема к расчету тангенциальной P_1 и радиальной P_2 сил, действующих на режущий клин

резания и, в частности, о силе P_y , оказывающей наибольшее влияние на погрешности, связанные с отжимом инструмента.

Выполненные расчеты показали, что силы, действующие на остроугольное режущее лезвие, как правило, значительно отклоняются от биссектрисы угла заострения (рис. 3).

Согласно схеме Мичела [7] с увеличением тангенциальной составляющей P_1 возрастают касательные напряжения τ_{ξ_1, η_1} :

$$\tau_{\xi_1, \eta_1} = -\frac{P_1 \operatorname{tg}^2 \beta/2 \cos^4 \beta/2}{bc \left(\frac{\beta}{2} - \frac{\sin \beta}{2} \right)} = -\left(\frac{\pi}{2} - 1 \right) \frac{P_1}{bc} K_1(\beta) = -\tau_0 K_1(\beta), \quad (1)$$

$$\text{где } \tau_0 = 0,57 \frac{P_1}{bc},$$

$$K_1(\beta) = -\frac{\sin^2 \beta}{(\beta - \sin \beta)(\pi/2 - 1)}, \quad (2)$$

$$P_1 = P_\tau \frac{\cos(\beta/2)}{\cos(\varphi_y - \gamma)} - F \frac{\sin(\varphi_y - \gamma - \beta/2)}{\cos(\varphi_y - \gamma)} + F_1 \cos(\gamma + \beta/2) - N_1 \sin(\gamma + \beta/2), \quad (3)$$

$$P_\tau = \frac{\bar{\tau}}{S_b} \frac{1}{\sin \varphi_y} S_b St, \quad F = \frac{\bar{q}_F}{S_b} \frac{2C_1}{a} S_b St, \quad F_1 = \frac{q_3}{S_b} \frac{h_3}{a} S_b St, \quad N_1 = \frac{1}{1 + \varepsilon_z} \frac{h_3}{a} S_b St, \quad (4)$$

Учитывая вышесказанное, для обобщения зависимостей интенсивности изнашивания от условий резания при токарной обработке профиля железнодорожных колес принята модель, которая учитывает влияние температур передней и задней поверхностей [6], а также дополнительного параметра σ , характеризующего напряжение внутри режущего клина:

$$\frac{\delta - \delta_0(\sigma)}{\delta_1 - \delta_0(\sigma)} = \left(\frac{T'_{\phi} - T'_{\phi 0}(\sigma)}{T'_{\phi 1} - T'_{\phi 0}(\sigma)} \right)^2, \quad (5)$$

Уравнение (5) с учетом $\delta_0(\sigma)$ и $T'_{\phi 0}(\sigma)$ может быть преобразовано относительно факторов x_1, x_2, x_3 к линейному виду:

$$\delta = \delta_1 x_1 + \delta_0^{max} x_2 + \delta_0^{min} x_3, \quad (6)$$

где $x_1 = \left(\frac{T'_{\phi} - T'_{\phi 0}(\sigma)}{T'_{\phi 1} - T'_{\phi 0}(\sigma)} \right)^2$
 $x_2 = \sigma (1 - x_1),$
 $x_3 = (1 - \sigma)(1 - x_1).$

Для условий обработки профиля железнодорожных колес на основании статистической обработки экспериментальных результатов с применением метода наименьших квадратов были определены эмпирические константы $\delta_1, \delta_0^{max}, \delta_0^{min}$ (табл.1), причем для повышения точности аппроксимации диапазон измене-

Табл. 1. Интенсивности изнашивания и напряжения при точении колесной стали

Обрабатываемый материал	Диапазон σ	δ_1	δ_0^{max}	δ_0^{min}
Колесная сталь	0,7...1,0	2,2	1,16	0,24
	< 0,7	0,38	0,24	0,195

ния напряжения σ разбивался на два: [0,7...1,0] и [<0,7].

Полученные зависимости интенсивности изнашивания режущего лезвия от условий восстановления профиля железнодорожных колес использовались для расчета зависимостей ширины фаски износа от пути резания с помощью интегрирования:

$$\int_0^T v d\tau = \int_{h_0}^{h^*} \frac{dh}{\delta_L}. \quad (7)$$

Использование данной модели позволяет теоретически анализировать и назначать оптимальные режимы резания (скорость резания, подачу на оборот) и геометрические параметры режущего инструмента с учетом изменяющихся свойств обрабатываемого материала и требований к точности обработанного профиля.

Выполненные расчеты показали, что уменьшить касательные напряжения позволяет предварительное притупление инструмента по задней поверхности (рис. 4а). При этом температура задней поверхности

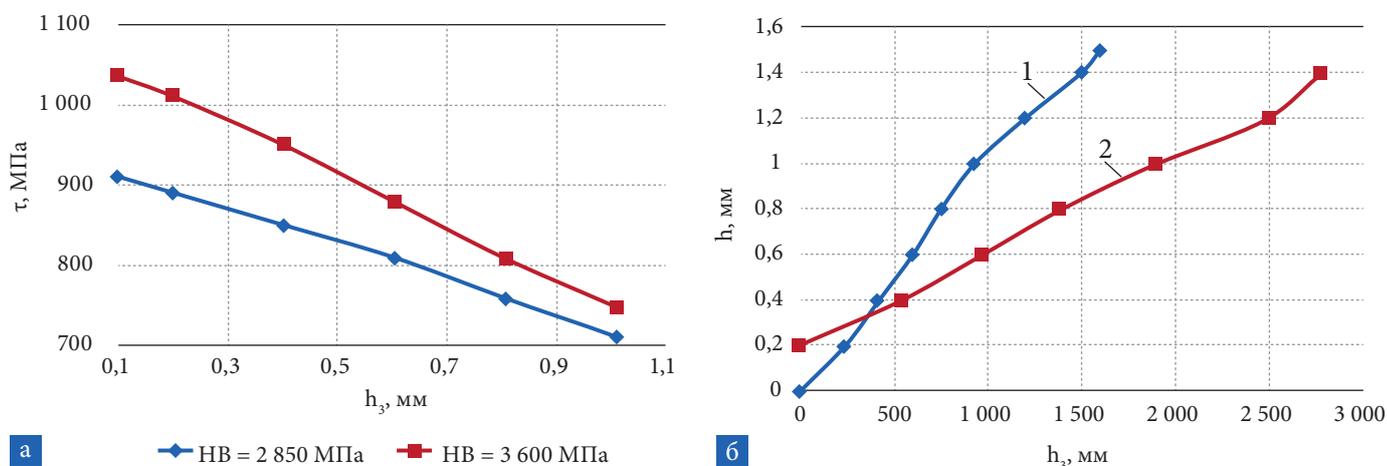


Рис. 4. Зависимость (а) касательных напряжений на поверхностях режущего лезвия от ширины фаски износа (б) величины износа режущего инструмента по задней поверхности от пути резания при точении колесной стали резцом Т14К8: 1 – стандартной пластиной ($\varphi = 86^\circ, \gamma = 0^\circ, \alpha = 6^\circ, r = 4 \text{ мм}, t = 6 \text{ мм}, v = 60 \text{ м/мин}, s = 1,2 \text{ мм/об}$); 2 – рекомендуемой пластиной ($\varphi = 38^\circ, \gamma = 10^\circ, \alpha = 6^\circ, r = 12 \text{ мм}, h_3 = 0,2 \text{ мм}, t = 6 \text{ мм}, v = 25 \text{ м/мин}, s = 1,2 \text{ мм/об}$)

Табл. 2. Производительности обработки резцами чашечной и призматической форм

Форма пластины	s, мм/об	s _м , мм/мин при НВ, МПа		
		2 850	3 200	3 600
Призматическая	0,8	15	12	9
	1,6	24	19	15
Чашечная	1	23	21	15
	2	38	30	22

не увеличится, а путь резания увеличивается в два раза (рис. 4б). Таким образом, притупление режущих пластин по задней поверхности до значений 0,2-0,3 мм следует считать одним из направлений повышения износостойкости и прочности твердосплавных режущих пластин.

Как показали исследования, ширину упрочняющей фаски (f_y) на передней поверхности пластины необходимо уменьшить до 0,35-0,4 мм при увеличении переднего угла – до 10-15°. Это позволит снизить силы резания и обеспечить сход стружки по передней поверхности пластины, а не по упрочняющей фаске, как это происходит у пластин со стандартной геометрией.

В таблице 2 представлены производительности обработки резцами чашечной и призматической форм.

Кроме того, как следует из анализа (рис. 5), применение резцов с пластинами призматической формы ограничивается шероховатостью обработанной поверхности R_z = 40 мкм, при этом подача на оборот s₀

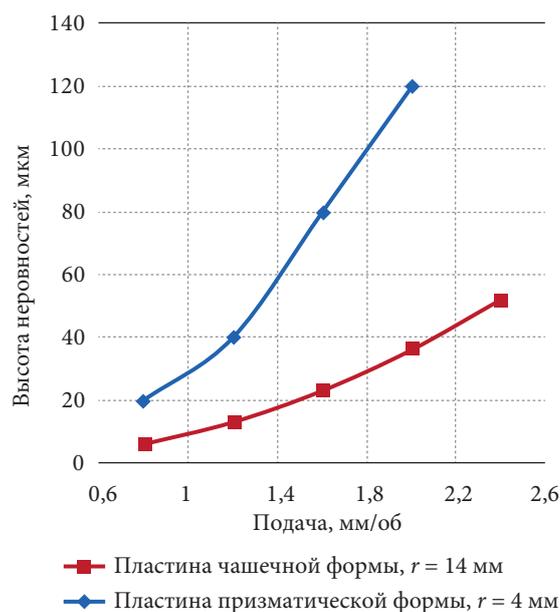


Рис. 5. Влияние подачи на шероховатость обработанной поверхности

на чистовом проходе не должна превышать 1,0 мм/об.

На основании проведенных исследований в области восстановительной токар-

Табл. 3. Режимы резания для обеспечения допуска радиального биения профиля колеса (2Δ*) 0,3 мм

Твердость НВ, МПа	t, мм	s, мм/об	n, об/мин	T _{маш.} , мин	s _м , мм/мин	N, кВт	M _{кр.} , кН·м
Черновой проход (резец с призматической пластиной)							
2 850	8	1,2	8,3	10	10	2×41	14
3 200	8	1,2	5,8	14	7	2×32	15
3 600	8	1,2	4,2	20	5	2×25	16
Чистовой проход (резец с чашечной пластиной)							
2 850	0,6	2	18	5,6	36	2×10	2,4
3 200	0,6	2	14,5	6,9	29	2×10	2,7
3 600	0,5	2	12,5	8	25	2×10	2,5

ной обработки колес твердостью НВ от 2 850 до 3 600 МПа для обеспечения точности ($2\Delta^*$) 0,3 мм и шероховатости $R_z = 40$ по ГОСТ 11018-2011 инструментом со стандартной геометрией разработаны рекомендации по режимам резания (табл. 3).

Таким образом, для повышения стойкости режущих пластин и увеличения пути резания необходимо снижать применяемые практически в ремонтных депо ОАО «РЖД» режимы резания не менее чем в два раза. Это способствует снижению термомеханических нагрузок на режущие пластины и увеличению пути резания за счет снижения деформации в процессе обработки. Предложенные рекомендации для токарной обработки железнодорожных колес в комплексе позволяют снизить затраты на них примерно в два раза.

Список использованной литературы

1. Воробьев А.А., Губенко С.И., Иванов И.А., Кондратенко В.Г., Кононов Д.П., Орлова А.М. Ресурс и ремонтпригодность колесных пар подвижного состава железных дорог / Под ред. проф. И.А. Иванова. – М. : ИНФРА-М, 2011. – 264 с.
2. Воробьев А.А. Разработка рекомендаций по режимам обработки колесных пар повышенной твердости / А.А. Воробьев, И.А. Иванов, В.С. Кушнер, А.А. Крутько // Транспорт Урала. – 2009. – Вып. 2 (21). – С. 48–51.
3. Резницкий Л.М. Механическая обработка закаленных сталей. – М. : Машгиз, 1958. – 393 с.
4. Гун Г.С., Соколов В.Е., Огарков Н.Н. Обработка прокатных валков. – М. : Металлургия, 1983. – 112 с.
5. Бобров В.Ф., Грановский Г.И., Зорев Н.Н. и др. Развитие науки о резании металлов / Под ред. д-ра тех. наук Н.Н. Зорева. – М.: Машиностроение, 1968. – 416 с.
6. Крутько А. А. Повышение эффективности восстановительной токарной обработки железнодорожных колесных пар: монография / А.А. Крутько, В.С. Кушнер, А.А. Воробьев. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2013. – 170 с.
7. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости: Пер. с англ. / Под. ред. Г.С. Шапиро. – 2-е изд. – М. : Наука, 1979. – 560 с. 

Реклама



ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ МИРА

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЖУРНАЛ

о современных железных
дорогах, городском рельсовом
транспорте, новых технологиях
и инновациях

www.zdmira.com
info@zdmira.com

Журнал «Железные дороги мира»

выходит ежемесячно уже более 50 лет, делая доступной для российских читателей информацию о развитии железных дорог и городского рельсового транспорта за рубежом и в России, о новых проектах в сфере организации перевозок, подвижного состава и инфраструктуры.



**Подписка
в любом отделении
СВЯЗИ**

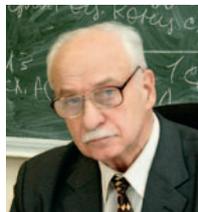
Подписной индекс — 87096
(для подписки на полгода —
индекс 70306)

ISSN 0321 – 1495

О результатах сравнительных испытаний тепловозов ТЭМ14 И ТЭМ18В. Анализ повреждений узлов силового оборудования



И. В. Сиротенко,
к.т.н., старший научный сотрудник
ОАО «ВНИИЖТ»



Г. В. Гогричiani,
д.т.н., руководитель научно-консультационного центра
ОАО «ВНИИЖТ»

Группа новых маневровых тепловозов проходила в 2013-2014 годах сравнительные испытания. В группу входили тепловоз для маневровой и вывозной службы ТЭМ14, отличающийся от предшественника ТЭМ7А конструктивно и концептуально [1, 2]. Тепловоз оснащен двумя силовыми установками общей мощностью 2 400 л.с. на базе высокооборотных дизелей типа 8ДМ21Л. Включение в работу одной или двух силовых установок в зависимости от требуемой мощности позволит, как ожидалось, сэкономить топливо при выполнении маневровых операций, особенно в случае, когда тепловоз загружен на менее чем 50% мощности на режимах холостого хода и безнагрузочных. Тепловоз ТЭМ18В [3] – первый из выпускаемых маневровых тепловозов для ОАО «РЖД», на котором установлен современный дизель иностранного производства. У нового дизеля наиболее совершенные, не освоенные отечественным производством высокотехнологичные системы топливоподачи и регулирования, он отличается высокой форсировкой и параметрами рабочего процесса. В статье выполнен анализ данных о повреждениях силового оборудования опытных тепловозов. Ввиду непродолжительности испытаний результаты следует считать предварительными, тем не менее они должны помочь установить направления доработки для достижения безотказности работы силовых узлов и тепловоза в целом.

Конструкция новых тепловозов



Рис. 1. Маневровый тепловоз ТЭМ14-0006

Отличительной особенностью маневрово-вывозного тепловоза ТЭМ14¹ (рис. 1) от выпускаемого ТЭМ7А², которому он идет на смену, является применение двух дизель-генераторов типа ДГ-880Л (8ЧН21/21) мощностью по 882 кВт (1 200 л.с.).

На тепловозе установлен дизель 8ДМ21Л (табл. 1). Он более компактный, с более высокой частотой вращения вала и средним эффективным давлением рабочего цикла по сравнению с дизелем 2-2Д49 на тепловозе ТЭМ7А. Эти особенности повлияли на периодичность плановых ремонтов и технических обслуживаний тепловоза. Последних, по рас-

¹Людиновский тепловозостроительный завод, Группа Синара, производство – с 2011 года.

²Людиновский тепловозостроительный завод, Группа Синара, 1988 год, модернизация и производство – с 2008 года.

Табл. 1. Технические характеристики маневрово-вывозных тепловозов ТЭМ14 и ТЭМ7А

Показатель	ТЭМ14	ТЭМ7А
Осевая формула	2 ₀ +2 ₀ -2 ₀ +2 ₀	2 ₀ +2 ₀ -2 ₀ +2 ₀
Мощность по дизелю, кВт (л.с.)	1 764 (2 400)	1 500 (2 040)
Служебная масса тепловоза, т	184	180
Нагрузка от колесной пары на рельсы, кН (тс)	230 (23,5)	220 (22,5)
Силовая установка (дизелей×мощность), кВт	2×882	1×1 500
Передача мощности	Электрическая, переменного-постоянного тока	Электрическая, переменного-постоянного тока
Дизель, тип	8ДМ21Л, ЗАО «Группа Синара», ОАО «ДМЗ»	2-2Д49, ЗАО «ТМХ», ОАО «ХК Коломенский завод»
Дизель, обозначение по ГОСТ 10150	8ЧН21/21	12ЧН26/26
Число цилиндров, расположение	8V	12V
Частота вращения коленчатого вала, номинальный режим, оборот/мин	1 500	1 000
Холостой ход, оборот/мин	520	350
Среднее эффективное давление, МПа	1,21	1,09
Вес дизеля с генератором, сухой, т	14,0	20,0
Периодичность технического обслуживания тепловоза:		
– капитальный ремонт (КР, ЗР), лет	10	16
– текущий ремонт ТР-3, лет	–	4
– текущий ремонт ТР-2, лет	3	2
– текущий ремонт ТР-1, лет	0,5	1
– техническое обслуживание (ТО-3), суток	10	40

четам ОАО «ВНИКТИ», за равный период должно быть в 3,3 раза больше, чем у ТЭМ7А, во столько же раз больше ремонтов ТР-1, капитальных и средних ремонтов меньше – 3 против 9.

Дизель-генераторы (ДГ-880Л) в модульном исполнении легко демонтируются с тепловоза для ремонта вне локомотива. Тот же подход заложен в конструкцию охлаждающего устройства. Блоки его секций в сборе с вентиляторами и жалюзи крышевого расположения легко демонтируемы и взаимозаменяемы. Общий вес двух дизель-генераторов 8ДМ21Л на ТЭМ14 на 8 т больше, чем одного 2-26ДГ. Это увеличение частично удалось компенсировать путем уменьшения весов других агрегатов, при этом все же вес тепловоза оказался больше на 4 т.

На новом тепловозе более сложная система охлаждения, объединенная для двух дизелей с целью поддержания неработающего дизеля в подогретом состоянии и готовности к запуску.

Наличие второй силовой установки потребовало ряда новых разработок: алгорит-

ма работы устройств электропередачи для распределения нагрузки на две четырехосные тележки при работе одного или двух дизель-генераторов, автоматического запуска второго двигателя при переходе на пятую позицию контроллера. Применены электрические приводы для вспомогательного оборудования вместо гидромеханических на ТЭМ7А.

Тепловоз ТЭМ18В³ создан на базе тепловоза ТЭМ18ДМ. Его главным отличием является применение дизеля иностранного производства – фирмы Wärtsilä (Финляндия) – вместо 1-ПД4Д производства ОАО «Пензадизельмаш». Дизель W6L20LA (6ЧН20/28) мощностью 882 кВт при 1 000 оборот/мин современного поколения отличается высокой форсировкой ($p_{me} = 20,1$ МПа) (табл. 2) и такими же высокими параметрами рабочего процесса, выбросы отработанных газов (ОГ) соответствуют международным нормам Tier II [6].

На дизеле установлена аккумуляторная система впрыска топлива Common Rail, электронная система управления двига-

¹ ЗАО «УК «Брянский машиностроительный завод» (ЗАО «Трансмашхолдинг»), производство установочной партии – в 2013-2014 годах.

Табл. 2. Технические характеристики маневровых тепловозов ТЭМ18В и ТЭМ18ДМ

Показатель	ТЭМ18В	ТЭМ18ДМ
Осевая формула	3 ₀ -3 ₀	3 ₀ -3 ₀
Мощность по дизелю, кВт (л.с.)	882 (1200)	882 (1200)
Служебная масса тепловоза, т	126	126
Нагрузка от колесной пары на рельсы, кН (тс)	206 (21,0)	206 (21,0)
Силовая установка (дизелей×мощность), кВт	1×882	1×882
Передача мощности	Электрическая, постоянного тока	Электрическая, постоянного тока
Дизель, тип	W6L20LA, Wärtsilä*	1-ПД4Д, ЗАО «ТМХ», ОАО «Пензадизельмаш»
Дизель, обозначение по ГОСТ 10150	6ЧН20/28	6ЧН31,8/33
Число цилиндров, расположение	6 L	6 L
Частота вращения коленчатого вала, номинальный режим, оборот/мин	1 000	750
Холостой ход, оборот/мин	350	300
Среднее эффективное давление, МПа	2,01	0,90
Вес дизеля с генератором, сухой, т	16,6	22,0
Периодичность технического обслуживания тепловоза:		
– капитальный ремонт (КР), лет	12	12
– текущий ремонт ТР-3, лет	4	4
– текущий ремонт ТР-2, лет	2	2
– текущий ремонт ТР-1, лет	1	1
– техническое обслуживание (ТО-3), суток	40	40

*Wärtsilä Oyj Abp – акционерная компания (Финляндия). Машиностроение, главным образом судовое двигателестроение, электротехника.

телем UNIC W20 C3 ТЕМПО, осуществляющая контроль его параметров.

На тепловозе сохранены периодичности плановых ремонтов и техобслуживаний, принятые для тепловозов ТЭМ18ДМ. Вентилятор холодильника тепловоза

и компрессор тормозной КТ-6 рассчитаны на работу при частоте вращения 1 000 оборот/мин (вместо 750 оборот/мин у 1-ПД4Д). На тепловозе установлен новый комплекс устройств тормозного оборудования локомотива (УКТОЛ).

Методика сравнительных испытаний тепловозов

Целью эксплуатационных испытаний являлась оценка топливной экономичности, уровня экологической безопасности и надежности новых тепловозов [4, 5]. Тепловозы ТЭМ18В, ТЭМ14 составляли опытную группу, в контрольную входили тепловозы ТЭМ18ДМ и тепловоз ТЭМ7А-0452. Все тепловозы были подобраны так, чтобы они были близкими по своему техническому состоянию практически новыми, с наработкой от 0,5 до 1,5 лет. Тепловозы ТЭМ14 и ТЭМ7А в течение испытаний проработали 170 суток, ТЭМ18В и ТЭМ18ДМ – 210 суток.

Опытные и контрольные тепловозы были укомплектованы автоматизированными системами регистрации параметров

работы тепловоза и учета дизельного топлива. Перед проведением испытаний все они прошли реостатные испытания, в ходе которых была проконтролирована мощность по тепловозной характеристике, расходы топлива, соответствие экологических характеристик тепловозов действующим нормативам.

Регламентные работы опытных и контрольных тепловозов проводились в объемах и в сроки, предусмотренные требованиями руководств по эксплуатации тепловозов данных серий. Персоналом депо в период испытаний фиксировались все отказы, случаи переборок, замен узлов и деталей, выявленные дефекты, продолжительности неплановых ремонтов.

Результаты сравнительных испытаний и их анализ

Осредненный параметр потока отказов для групп тепловозов ТЭМ14 и ТЭМ7А составил в среднем 3,7-5,1 на 1 000 локомотиво-часов работы. Оценка стоимости замененного оборудования и выполненных на тепловозах работ показали, что у опытного ТЭМ14 при меньшей частоте повреждений суммарные затраты на ремонты были более высокими – 553 тыс. руб. против 311 тыс. руб. у контрольного ТЭМ7А.

Для выявления причин такого различия необходимо было расширить базу наблюдений для получения более полных статистических данных. Для этого были привлечены данные по другим тепловозам ТЭМ14 (№ 0001-0008), работавшим в депо в тот же период. Анализ показал, что наиболее часто у тепловозов ТЭМ14 отмечались течи охлаждающей жидкости (тосола из соединений системы охлаждения) (рис. 2). Однако эти повреждения были одновременно наиболее легко устранимыми подтяжкой стыков у трубопроводов и т. п. То же следует сказать и про повреждения топливной системы. Не менее часто проводились ремонты и замены силового электрооборудования, был заменен ротор турбокомпрессора.

У контрольного тепловоза ТЭМ7А-0452 наиболее часто отказывали система управления – бортовой компьютер (1,56 случаев) (рис. 2), регулятор частоты вращения и узлы

электропередачи. В отличие от опытного тепловоза, здесь наблюдались в основном пробои изоляции силовых цепей.

Для подведения итогов проведенного анализа был введен обобщенный показатель, который мог бы характеризовать значимость того или иного повреждения для тепловоза. За такой показатель принята стоимость C выхода из строя узлов тепловоза. Его величина прямо зависит от стоимости замененных деталей и осредненного параметра потока отказов (чем реже повреждения, тем показатель должен быть меньше) для группы узлов (i):

$$C_i = (K_1 + K_2)n_i, \text{ руб./локомотиво-час,}$$

где K_1 – стоимость замененных деталей, включая оплату труда, руб.;

K_2 – стоимость простоя тепловоза в ремонте, $K_2 = e_{лч} T_p$, руб.;

T_p – время простоя в ремонте, ч;

$e_{лч}$ – расходная ставка часа простоя тепловоза, $e_{лч} = 1\,680$ руб./ч (по данным ЦЭУ ОАО «РЖД» на 01.11.2014 г.);

n – осредненный параметр потока отказов на 1 000 локомотиво-часов работы.

Распределение показателя стоимости C по группам узлов (рис. 3) показало, что

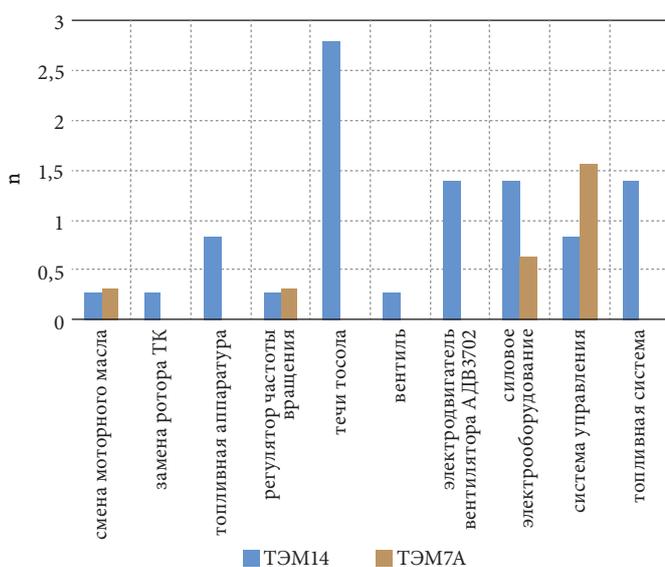


Рис. 2. Распределение осредненного потока отказов силового оборудования n тепловозов ТЭМ14, ТЭМ7А за 1 000 локомотиво-часов работы

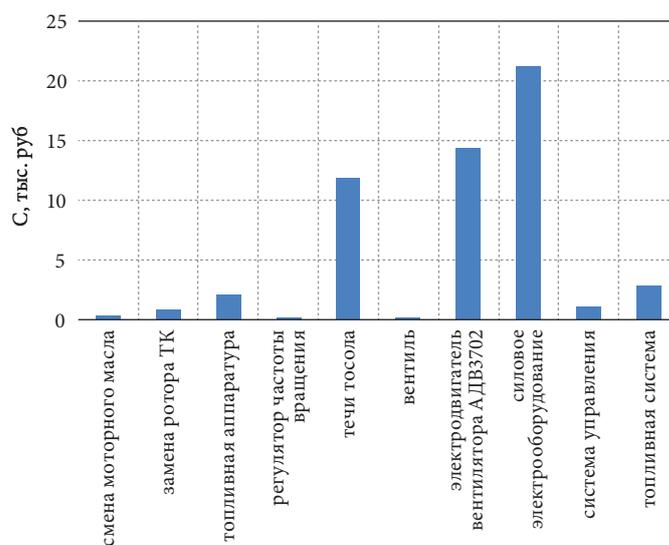


Рис. 3. Распределение стоимости выхода из строя по группам силового оборудования C тепловоза ТЭМ14 за 1 000 локомотиво-часов

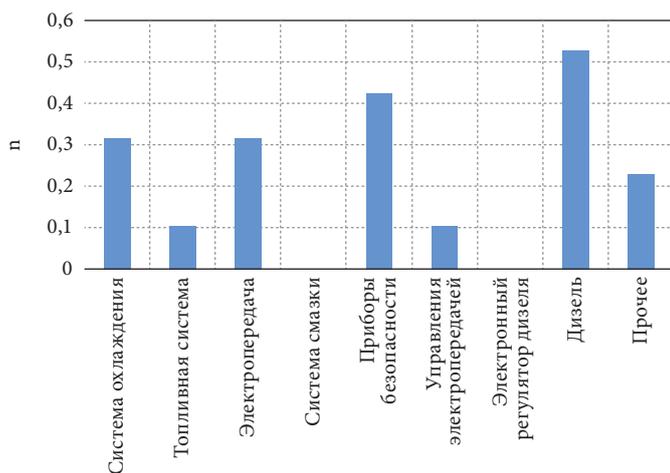


Рис. 4. Распределение среднего потока отказов силового оборудования n тепловозов ТЭМ18ДМ за 1 000 локомотивочасов работы

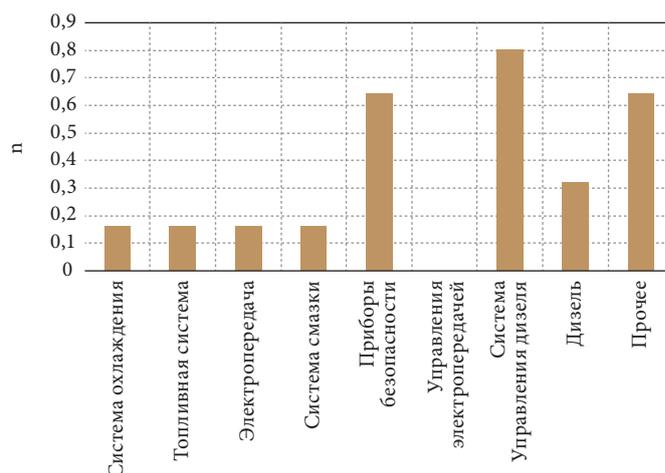


Рис. 5. Распределение среднего потока отказов силового оборудования n тепловозов ТЭМ18В за 1 000 локомотивочасов работы

наиболее значимыми явились повреждения силового электрооборудования ввиду высокой стоимости этих устройств и продолжительности работ по их замене и по той же причине – повреждения электродвигателей вентиляторов системы охлаждения. Стоимость выхода тепловоза по течам теплоносителя (тосола) из системы охлаждения менее значима по сравнению с повреждениями силового электрооборудования и занимает условное третье место.

Доля расходов на простой локомотива в величине выхода C для различных групп узлов изменялась от 24% (силовое электрооборудование) до 94-95% (устранения течей, ремонт регулятора частоты оборотов дизеля) и в среднем для всех групп узлов составила 64%. Это означает, что большая доля финансовых затрат на неплановый ремонт – 2/3 – приходится на оплату потерь времени при простое тепловоза, меньшая доля – на оплату вышедших из строя деталей и работы персонала по их замене.

Повреждениями силового электрооборудования оказались пробой главных генераторов силовых установок, выходы ключа возбуждения главного генератора, регулятора напряжения, контактора и некоторые др.

К системе охлаждения дизелей относятся три из рассмотренных групп узлов. Этими группами являются трубопроводы системы охлаждения, неплотности соединений которых ведут к течам, вентили привода (открытия) жалюзи, электродвигатели привода вентиляторов. Особо следует

выделить электродвигатели, повреждения которых требовали продолжительных ремонтов (разрушение подшипников вала ротора в 60% случаев, пробой изоляции статора – в 10%).

Как показал анализ, отмеченный выше, конструктивные особенности являются «платой» за возможность отдельного включения в работу одного из дизелей и экономию топлива. Для решения задачи повышения надежности тепловоза возникает вопрос о том, как поддержать в более сложной системе минимальный уровень повреждений и случайных отказов. Путь увеличения частоты выполнения плановых ремонтов и технических обслуживаний, по всей видимости, нерационален. Частые отвлечения тепловоза на технические обслуживания увеличивают время простоя локомотива в ремонте, что ведет к увеличению значения C общей стоимости выхода из строя.

Наблюдение за работой тепловоза для оценки расходов на поддержание его работоспособности является, безусловно, важным исследованием, которое должно быть продолжено.

Распределение параметра потока отказов тепловозов ТЭМ18В и ТЭМ18ДМ свидетельствуют о том, что у ТЭМ18ДМ наиболее часто повреждаемыми оказывались дизель-генератор 1-ПД4Д и комплекс приборов безопасности (КПД) (рис. 4), у ТЭМ18В – комплекс приборов безопасности (КПД) и электронная система управления дизелем ТЕМРО (рис. 5).

Анализ данных повреждений по показателю стоимости *S* выхода из строя (рис. 6) показывает, что наиболее значимыми для опытных тепловозов были повреждения электронной системы управления дизелем ТЕМРО устройств тормозного оборудования УКТОЛ («прочие узлы»). На третьем месте оказались повреждения дизеля и комплекса приборов безопасности (КПД) в равной степени у опытных и контрольных тепловозов.

Основными причинами потерь для тепловозов ТЭМ18В явились большие затраты времени на выполнение неплановых ремонтов, притом что в расчете учитывалось только время от начала выполнения работ сервисными бригадами до сдачи тепловоза в эксплуатацию, то есть без времени ожидания их приезда в депо. Электронная система управления дизелем ТЕМРО находилась на гарантийном обслуживании, поэтому работы и замены выполнялись за счет фирмы-изготовителя.

Выводы

Использованный в работе подход к оценке потерь при ремонтах силового оборудования тепловозов позволил связать величины непосредственных потерь (затрат) с осредненным параметром потока отказов (повреждений).

Сравнительные испытания опытных тепловозов ТЭМ14 и контрольных ТЭМ7А показали, что за период работы (170 суток) главными повреждениями, наиболее влияющими на величину затрат на ремонт и обслуживание опытного тепловоза, были повреждения силового электрооборудования тепловоза, электродвигателей вентиляторов системы охлаждения.

Наибольшая значимость повреждений у силового электрооборудования (главный генератор, регулятор напряжения, контакторы) и электродвигателей вентиляторов системы охлаждения имеет место ввиду их высокой стоимости и продолжительности работ по замене.

Для опытных тепловозов ТЭМ18В за период работы (210 суток) наиболее значимыми были повреждения дизеля с электронной системой управления ТЕМРО, устройств тормозного оборудования. Третье место занимают повреждения комплекса приборов безопасности (КПД).

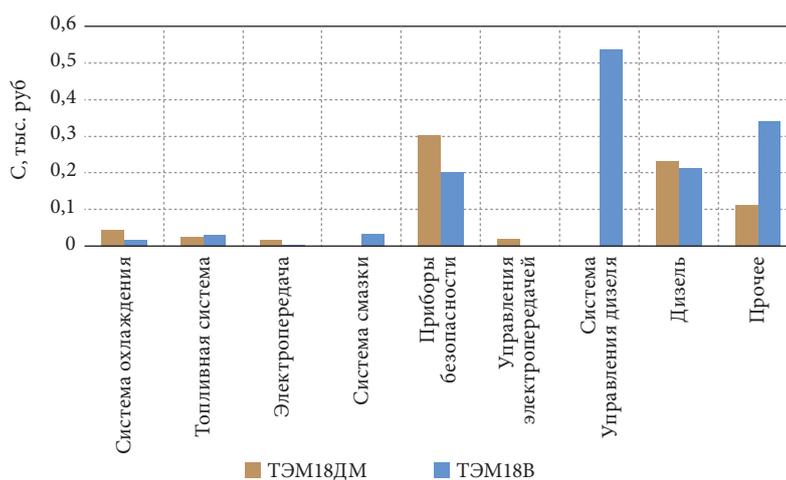


Рис. 6. Распределение стоимости выхода из строя по группам силового оборудования *S* тепловозов ТЭМ18ДМ и ТЭМ18В за 1 000 локомотиво-часов

После окончания гарантийного периода стоимость приезда, выполненных работ и замененных компонентов может достигать внушительных величин.

Список использованной литературы

1. Знакомьтесь: тепловоз ТЭМ14 / А.Н. Тарасов // Локомотив. – 2011. – № 10. – С. 36–37.
2. Маневрово-вывозной тепловоз ТЭМ7А с электропередачей [Электронный ресурс]. URL: http://www.sinara-group.com/about/structure/stm/LTZ/Production_LTZ/TEM7A (дата обращения: 12.06.2015).
3. Завершены сравнительные эксплуатационные испытания тепловозов ТЭМ7А и ТЭМ14, ТЭМ18ДМ и ТЭМ18В [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vniizht.ru/?id=20&news=304> (дата обращения: 17.06.2015).
4. Что будем выбирать? / В.М. Горелкин // Гудок. – Вып. № 168 (25603). – 23.09.2014.
5. О результатах сравнительных испытаний маневровых тепловозов ТЭМ14 и ТЭМ18В / И.В. Сиротенко // Техника железных дорог. – 2015. – № 1 (29). – С. 29–33.
6. Wärtsilä 20. Product guide – 1/2013 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.wartsila.com/en/engines/medium-speed-engines/wartsila20> (дата обращения: 31.03.2015). ©

Статистика

Статистические показатели, представленные в настоящем разделе, основаны на официальных данных федеральных органов исполнительной власти, скорректированных по данным ОАО «РЖД» и производителей.

Основные макроэкономические показатели

Показатель	2012 год				2013 год				2014 год				2015 год	
	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.

Индекс промышленного производства
(к предыдущему периоду), %
Инфляция (ИПЦ), %

ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ

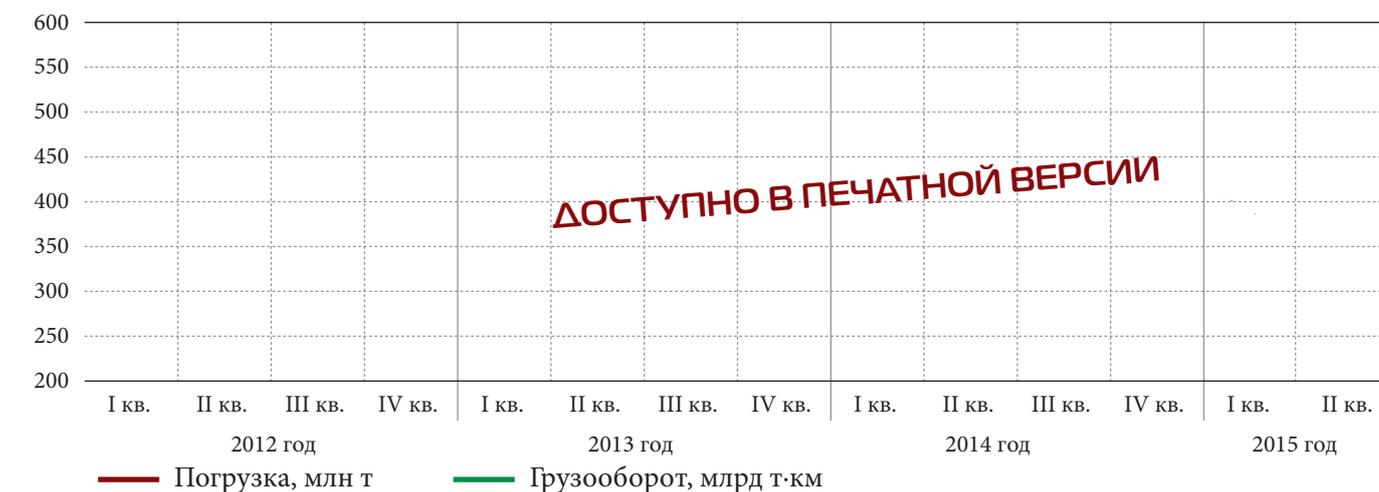


Основные показатели железнодорожного транспорта

Показатель	2012 год				2013 год				2014 год				2015 год	
	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.

Погрузка, млн т
Грузооборот, млрд т·км

ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ



Индексы цен в промышленности

Показатель	2012 год				2013 год				2014 год				2015 год	
	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.
Индекс цен производителей промышленных товаров в т. ч.														
Обрабатывающие производства в т. ч.														
металлургическое производство и производство готовых металлических изделий														
производство машин и оборудования														
производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования														
производство транспортных средств и оборудования														

ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ

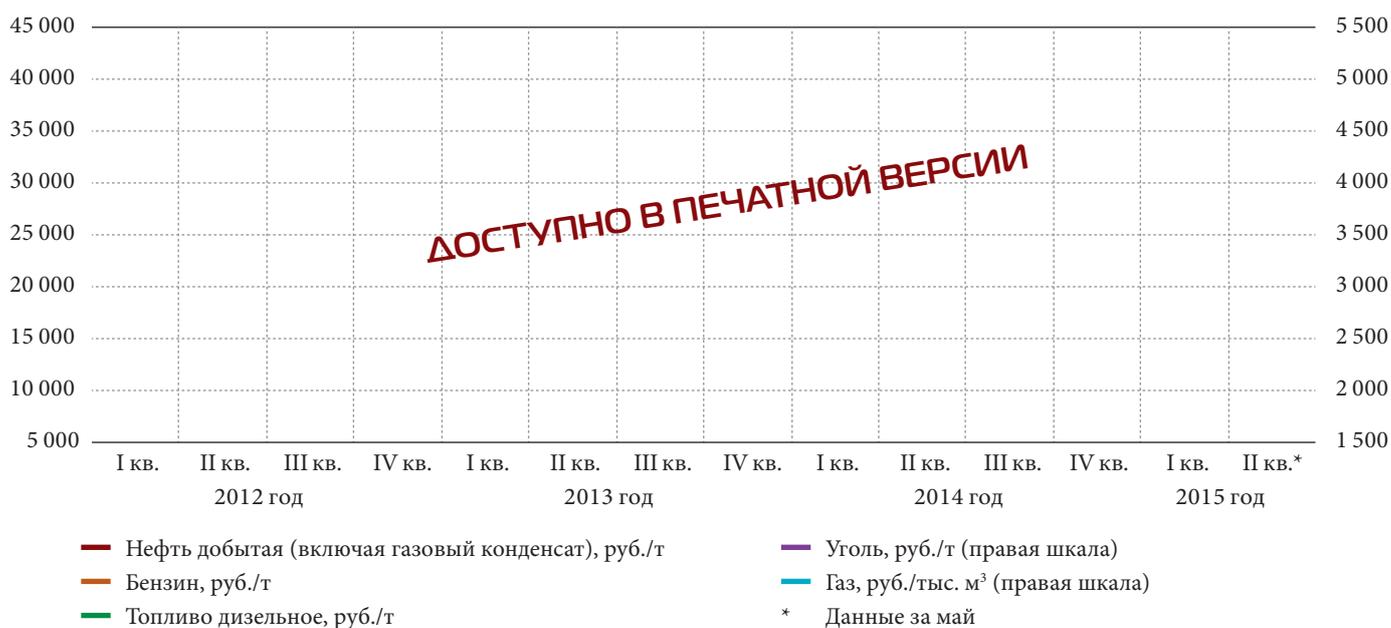


Средние цены на приобретение энергоресурсов и продуктов нефтепереработки (на конец периода), руб./т

Показатель	2012 год				2013 год				2014 год				2015 год	
	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.*
Нефть добытая (включая газовый конденсат)														
Уголь														
Газ**														
Бензин														
Топливо дизельное														

ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ

* Данные за май
 ** тыс. м³



Железнодорожное машиностроение

Производственные показатели

Виды продукции	II кв. 2014 года	II кв. 2015 года	II кв. 2015 года / II кв. 2014 года
Локомотивы, ед.			
Тепловозы магистральные			
Электровозы магистральные			
Тепловозы маневровые и промышленные широкой колеи			
Электровозы рудничные			
Вагоны, ед.			
Вагоны грузовые магистральные			
Вагоны пассажирские магистральные			
Вагоны электропоездов			
Вагоны метрополитена			
Вагоны трамвайные			

Локомотивы

Производство локомотивов во II кв. 2014 и 2015 годов ежемесячно, ед.

Виды продукции	2014 год				2015 год			
	апрель	май	июнь	II кв.	апрель	май	июнь	II кв.
Тепловозы магистральные								
Электровозы магистральные								
Тепловозы маневровые и промышленные широкой колеи								
Электровозы рудничные								

Производство локомотивов в 2014 и 2015 годах поквартально, ед.

Виды продукции	2014 год				2015 год	
	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.
Тепловозы магистральные						
Электровозы магистральные						
Тепловозы маневровые и промышленные широкой колеи						
Электровозы рудничные						

ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ

Производство локомотивов в 2014 и 2015 годах поквартально, ед.



ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ

Производство локомотивов по предприятиям во II кв. 2014 и 2015 года, ед.

Производители локомотивов	за II квартал		
	2014 год	2015 год	Отношение 2015 г. к 2014 г., %
Электровозы магистральные (ед.)			
Новочеркасский электровозостроительный завод			
Коломенский завод			
Уральские локомотивы			
Всего			
Электровозы рудничные (ед.)			
Александровский машиностроительный завод			
Русская горно-насосная компания			
Новочеркасский электровозостроительный завод			
Всего			
Всего электровозов			
Тепловозы магистральные (ед.)			
Коломенский завод			
Брянский машиностроительный завод			
Всего			
Тепловозы маневровые и промышленные широкой колеи (ед.)			
Брянский машиностроительный завод			
Людиновский тепловозостроительный завод			
Камбарский машиностроительный завод			
Всего			
Всего тепловозов			
Всего локомотивов			

ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ

ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ

ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ

ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ

Структура производства магистральных электровозов во II кв. 2014 и 2015 годов



Структура производства магистральных тепловозов во II кв. 2014 и 2015 годов



Вагоны

Производство вагонов во II кв. 2014 и 2015 годов, ежемесячно, ед.

Виды продукции	2014 год				2015 год			
	апрель	май	июнь	II кв.	апрель	май	июнь	II кв.
Вагоны грузовые магистральные								
Вагоны пассажирские магистральные								
Вагоны электропоездов								
Вагоны метрополитена								
Вагоны трамвайные								

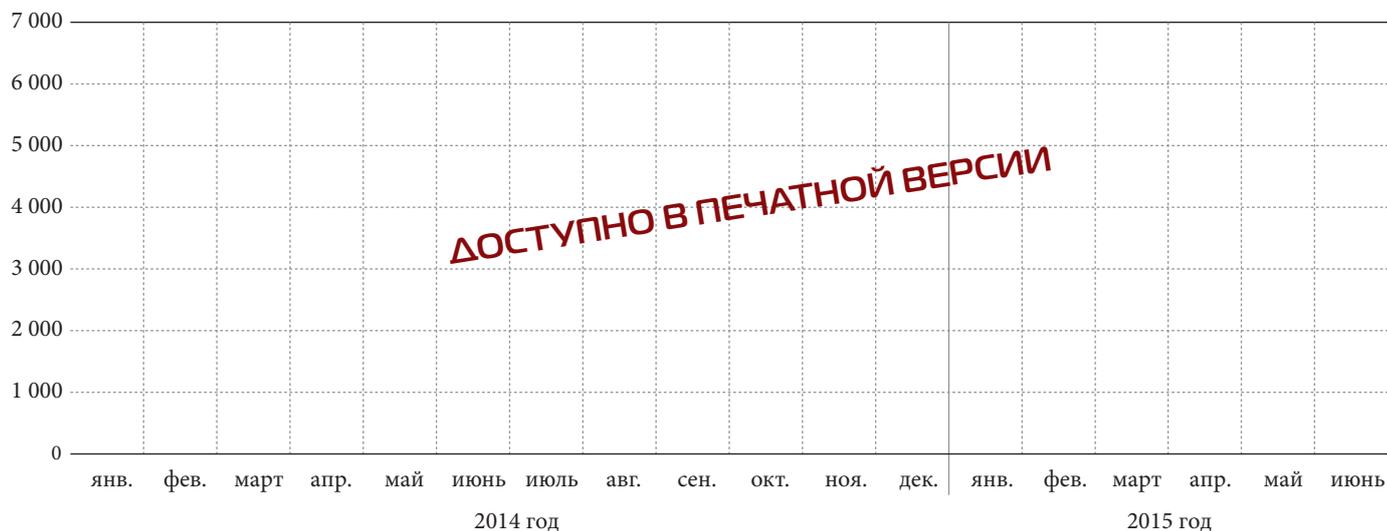
Производство вагонов в 2014 и 2015 годах, поквартально, ед.

Виды продукции	2014 год				2015 год	
	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.
Вагоны грузовые магистральные						
Вагоны пассажирские магистральные						
Вагоны электропоездов						
Вагоны метрополитена						
Вагоны трамвайные						

Производство грузовых вагонов в 2014 и 2015 годах, поквартально, ед.



Производство грузовых вагонов в 2014 и 2015 годах, ежемесячно, ед.



Производство пассажирских вагонов в 2014 и 2015 годах, поквартально, ед.



Производство трамвайных вагонов в 2014 и 2015 годах, поквартально, ед.



Производство вагонов электропоездов в 2014 и 2015 годах, поквартально, ед.

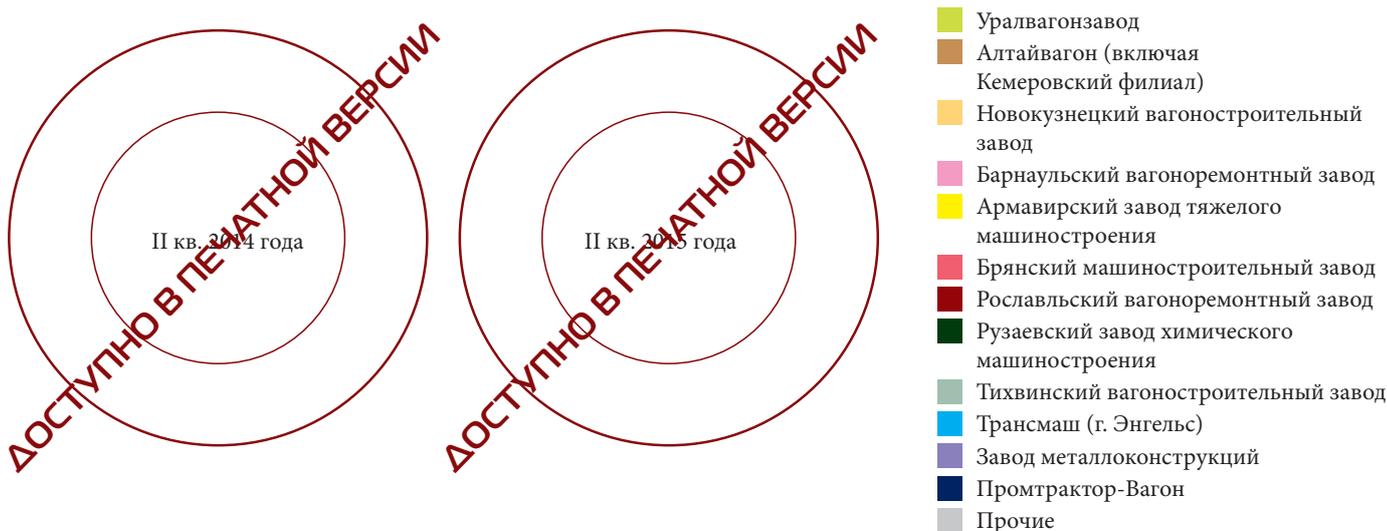


Производство вагонов по предприятиям во II кв. 2014 и 2015 годов, ед.

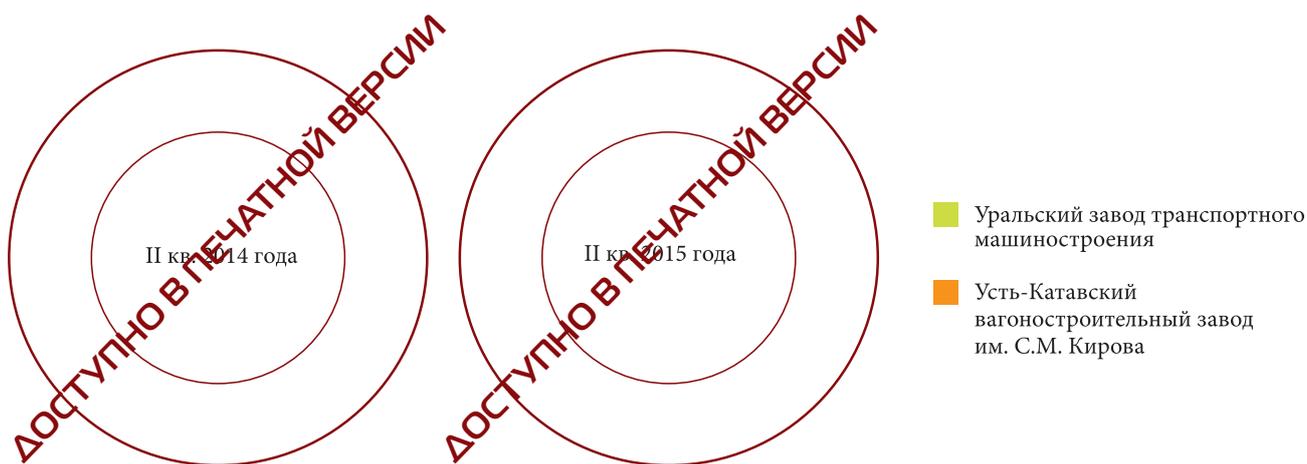
Производители вагонов	за II квартал		
	2014 год	2015 год	Отношение 2015 г. к 2014 г., %
Вагоны грузовые			
Уралвагонзавод			
Алтайвагон (включая Кемеровский филиал)*			
Новокузнецкий вагоностроительный завод*			
Барнаульский вагоноремонтный завод*			
Армавирский завод тяжелого машиностроения			
Брянский машиностроительный завод			
Рославльский вагоноремонтный завод			
Рузаевский завод химического машиностроения			
Тихвинский вагоностроительный завод			
Трансмаш (г. Энгельс)*			
Завод металлоконструкций*			
Промтрактор-Вагон			
Прочие			
Всего грузовых вагонов			
Вагоны пассажирские локомотивной тяги			
Тверской вагоностроительный завод			
Всего			
Вагоны электропоездов			
Демиховский машиностроительный завод			
Уральские локомотивы			
Всего			
Всего пассажирских вагонов (включая вагоны электропоездов)			
Вагоны трамвайные			
Уральский завод транспортного машиностроения			
Усть-Катавский вагоностроительный завод им. С.М. Кирова			
Всего трамвайных вагонов			

* Экспертная оценка

Структура производства грузовых вагонов во II кв. 2014 и 2015 годов



Структура производства трамвайных вагонов во II кв. 2014 и 2015 годов



Экономические показатели

Отгружено товаров собственного производства предприятиями транспортного машиностроения, выполнено работ и услуг собственными силами (без НДС и акцизов), млн рублей

Тип производства	за январь – май		
	2015 год	2014 год	2015 г. к 2014 г., %
35.20. Производство железнодорожного подвижного состава:			
35.20.1. железнодорожных локомотивов			
35.20.2. моторных ж/д, трамвайных вагонов и вагонов метро, автомотрис и автодрезин			
35.20.3. прочего подвижного состава:			
35.20.31. транспортных средств для ремонта и технического обслуживания путей			
35.20.32. несамоходных пассажирских вагонов, кроме вагонов, предназначенных для ремонта и технического обслуживания путей			
35.20.33. несамоходных вагонов для перевозки грузов			
35.20.4. частей подвижного состава; путевого оборудования и устройств для путей, оборудования для управления движением			
35.20.9. Предоставление услуг по ремонту, техническому обслуживанию подвижного состава			

Автоматическое метро: характеристики и перспективы

О. Д. Сурикова,
директор по работе с ключевыми заказчиками
ООО «Alstom Транспорт Россия и СНГ»

А. В. Сошников,
директор по развитию бизнеса СЦБ
ООО «Alstom Транспорт Россия и СНГ»

Д. С. Шило,
менеджер по развитию бизнеса
в области городского транспорта
ООО «Alstom Транспорт Россия и СНГ»

Руководство московского метрополитена периодически озвучивает свои планы по автоматизации столичной подземки. Однако эта инициатива вызывает достаточно острые споры среди специалистов о необходимости такого нововведения. Между тем подобные системы уже более 10 лет с успехом функционируют не только в крупнейших городах Европы, но и Америки и Юго-Восточной Азии. Более того, по расчетам экспертов, в ближайшие годы количество проектов автоматического метро по всему миру вырастет в разы. По сведениям Международного союза общественного транспорта (UITP), девять новых проектов метро в мире из десяти строятся на основе технологии автоматизированного метрополитена.

Первые проекты беспилотного метрополитена



Рис. 1. Поезда автоматического метро Парижа (линия 14)

Первыми от машинистов отказались в тайваньской столице Тайбэй. Здесь вдоль всех платформ в полу вмонтированы лампочки, которые загораются и мигают при приближении поезда. Сами вагоны отличает отсутствие дверей между ними.

Первые опыты использования автоматизированного метро относятся к 80-м годам

прошлого века. Однако широкое использование эта технология получила лишь в конце 90-х – начале 2000-х. На новых построенных в последние годы линиях парижского метро поезда также курсируют без участия машиниста (рис. 1). На этих самых современных маршрутах между вагонами вместо дверей установлены стеклянные перегородки, таким образом весь поезд представляет собой одну сквозную трубу.

В последние годы автоматическое метро получает все более широкое распространение. Сегодня около 95% проектов новых и реконструируемых линий метро во всем мире реализуются с использованием телекоммуникационных технологий, позволяющих перейти на режим автопилота, или, как это еще называется в соответствии с международной терминологией, режим «без машиниста». В 25 крупнейших городах мира уже осуществлено свыше 50 проектов по обеспечению движения поездов без сопровождения персоналом.

Технологии для автоматического метрополитена

Автоматический метрополитен – это система дистанционного управления движением поезда из единого контрольно-

го центра с использованием телекоммуникационных технологий. Функция режима управления движением «без машиниста»

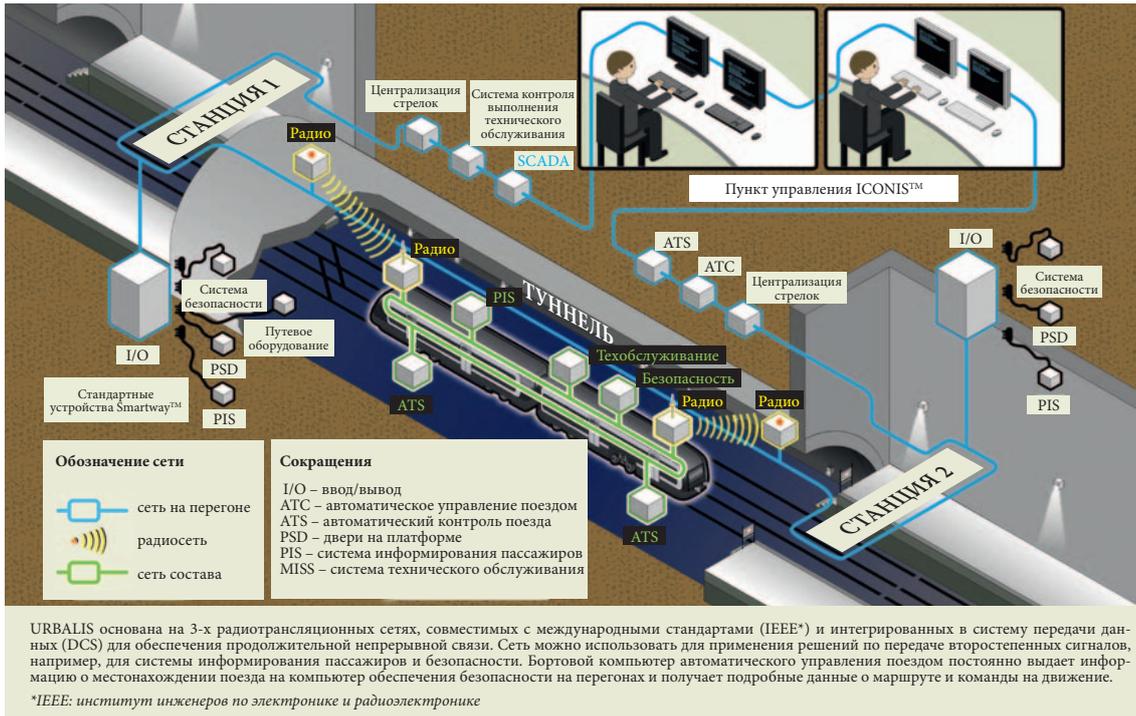


Рис. 2. Для автоматического метро Сингапура была применена радиосистема CBTC URBALIS

предполагает безопасное управление тягой-торможением, прицельную остановку на станциях, открытие-закрытие дверей и отправление со станции поезда за счет автоматики с минимальным участием персонала или без него.

Самой распространенной технологией, применяемой в автоматическом метрополитене, является СВТС. Это железнодорожная система сигнализации, использующая средства дальней связи, которая обеспечивает высокую скорость передачи данных между поездом и оборудованием путей для целей управления движением и контроля инфраструктуры. Первую в мире СВТС применили в Сингапуре (рис. 2) в 2003 году для 20-километровой Северо-Восточной линии из 16 станций и для 33-километровой Кольцевой линии из 29 станций. С учетом этих двух линий подземка Сингапура стала самым протяженным в мире полностью автоматическим метро, облада-



Рис. 3. Поезд автоматического метрополитена в Сингапуре в депо (производство Alstom)

ющим наибольшей пропускной способностью (рис. 3). Общее число перевезенных пассажиров Сингапурским метрополитеном за 2014 год – 711 млн человек. За годы эксплуатации СВТС доказала высокую эффективность в самых разных странах мира – от Бразилии до Китая.

Основные характеристики СВТС

В соответствии с определением в стандарте IEEE 1474.1-2004 СВТС (рис. 4) – это постоянно действующая автоматическая система контроля поездов, опреде-

ляющая их местоположение в высоком разрешении независимо от рельсовой цепи; непрерывная двусторонняя передача данных между поездом и путевым оборуду-

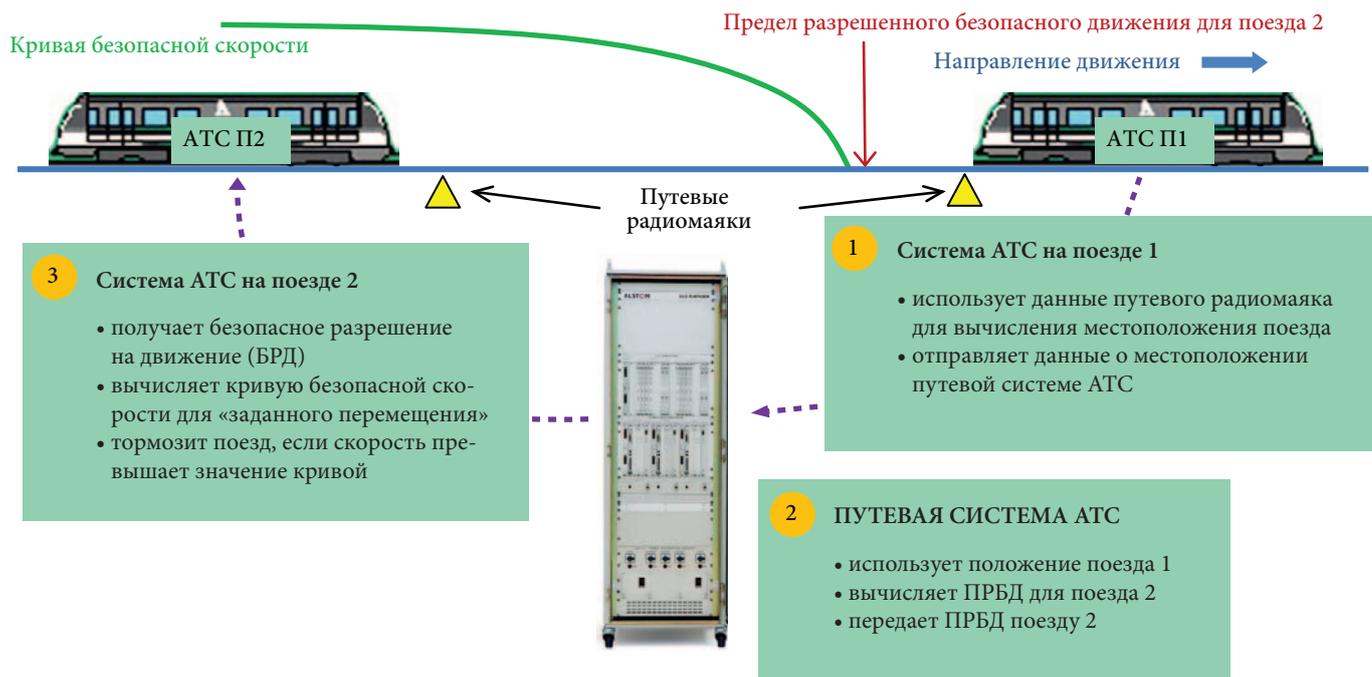


Рис. 4. Принцип работы СВТС

дованием; поездные процессоры и процессоры путевого оборудования, способные осуществлять функции АТР, а также дополнительно функции АТО и АТС.

В СВТС конкретное местоположение поезда определяется более точно по сравнению с традиционными системами сигнализации, что обеспечивает эффек-

тивное и безопасное управление железнодорожным транспортом. Метро (или другие железнодорожные системы) может улучшать интервалы движения и при этом сохранять или повышать уровень безопасности.

В современных СВТС компьютеры, установленные на поездах, непрерывно расчи-

Перечень систем и устройств, входящих в систему СВТС:

АТС – сочетание АТР и АТО;

АТР – автоматическая защита поезда;

АТО – автоматическое управление поездом;

АТС – система автоматического контроля движения;

СВТС – система телекоммуникационного управления железнодорожным транспортом;

УА – уровень автоматизации: 1 (машинист без АТО); 2 (машинист с АТО); 3 (без машиниста; на поезде необходимо присутствие оператора); 4 (управление поездом без присутствия оператора);

Интервал движения – время, измеренное между началом движения двух следующих друг за другом поездов; интервал движения рассчитывается следующим образом = $1/(\text{количество поездов/ч})$;

ИЦУ – интегрированный центр управления;

ПНМ – промышленный, научный и медицинский диапазоны радиочастот, открытые для публичного пользования;

СП – стрелочный привод или силовой стрелочный привод;

ДП – двери на платформе;

SCADA – система контроля и обмена данными (электроэнергия, вентиляция, эскалаторы и т. д.);

SMART I/O – интеллектуальные интерфейсы ввода/вывода между СВТС, а также указателями, сигнальными устройствами, дверями на платформе, кнопками аварийного останова и т. д.;

Необходимая функция – функция подсистемы, которая показала очень низкий уровень риска возникновения опасных отказов. Уровень полноты безопасности может варьироваться от УПБ0 до УПБ4 в зависимости от вероятности возникновения опасного отказа.

тывают и передают свой статус по каналу радиосвязи от путевого оборудования, расположенного вдоль железнодорожных путей. Статус включает такие параметры, как точное местоположение, скорость, направление движения и тормозное расстояние. Эта информация позволяет вычислить область, потенциально занимаемую поездом на пути. Она также «помогает» путевому оборудованию определить точки на линии, которые никогда не должны пересе-

каться другими поездами, находящимися на том же пути. Информация об этих точках передается и позволяет поездам автоматически и постоянно корректировать свою скорость и соблюдать требования безопасности и комфортного (резкого) движения. Таким образом, поезда постоянно получают информацию о расстоянии до движущегося впереди поезда и затем соответствующим образом корректируют свою скорость.

Уровни автоматизации

Доступные уровни автоматизации включают:

- ручное управление, УП 1 (обычно применяется в качестве запасного режима управления);
- полуавтоматическое, УП 2 (полуавтоматический режим управления, STO);
- без машиниста, УП 3 (управление поездом без машиниста, DTO). Машинист

не присутствует в кабине, но требуется человек для управления в режиме с ухудшенными характеристиками;

- полностью автоматическое управление, УП 4 (автоматическое управление поездом, UTO).

Чем выше УП, тем выше должны быть уровни доступности, функциональности и производительности.

Архитектура

Одна из основных опасностей, связанных с использованием СВТС, заключается в вероятности ошибки, связанной с человеческим фактором, и неправильном осуществлении процедур восстановления в случае сбоя в работе системы. Поэтому большинство операторов заинтересовано в том, чтобы архитектура СВТС обеспечивала функционирование защиты поезда в случае неполадок в основной системе.

СВТС могут иметь автоматическую систему централизованного (линия управляется с одного компьютера) или распределенного (линия управляется несколькими компьютерами) управления движением поездов и системы блокировки (рис. 5). Централизованная архитектура облегчает технологическое обслуживание и позволяет сократить количество оборудования и неисправностей. Однако основное преимущество централизованной архитектуры заключается в возможности полного дублирования систем АТС и блокировки в отдельной

аппаратной, что исключает риск сбоя в одной точке, который может нарушить работу всей линии. Некоторые СВТС имеют распределенную систему управления и, соответственно, больше оборудования, в связи с чем неисправности возникают чаще, но только в пределах одного участка линии (к сожалению, это может отразиться на функционировании всей линии). В связи с этим при проектировании системы необходимо тщательно проанализировать все преимущества и риски конкретного типа архитектуры СВТС (централизованной с дублированием или распределенной).

Стандартная архитектура современной СВТС включает следующие основные подсистемы:

- АТС в центре управления, позволяющая операторам осуществлять полное управление всеми поездами на линии и в депо;
- путевое оборудование с системами блокировки и подсистемами, обеспечивающими управление в каждой зо-

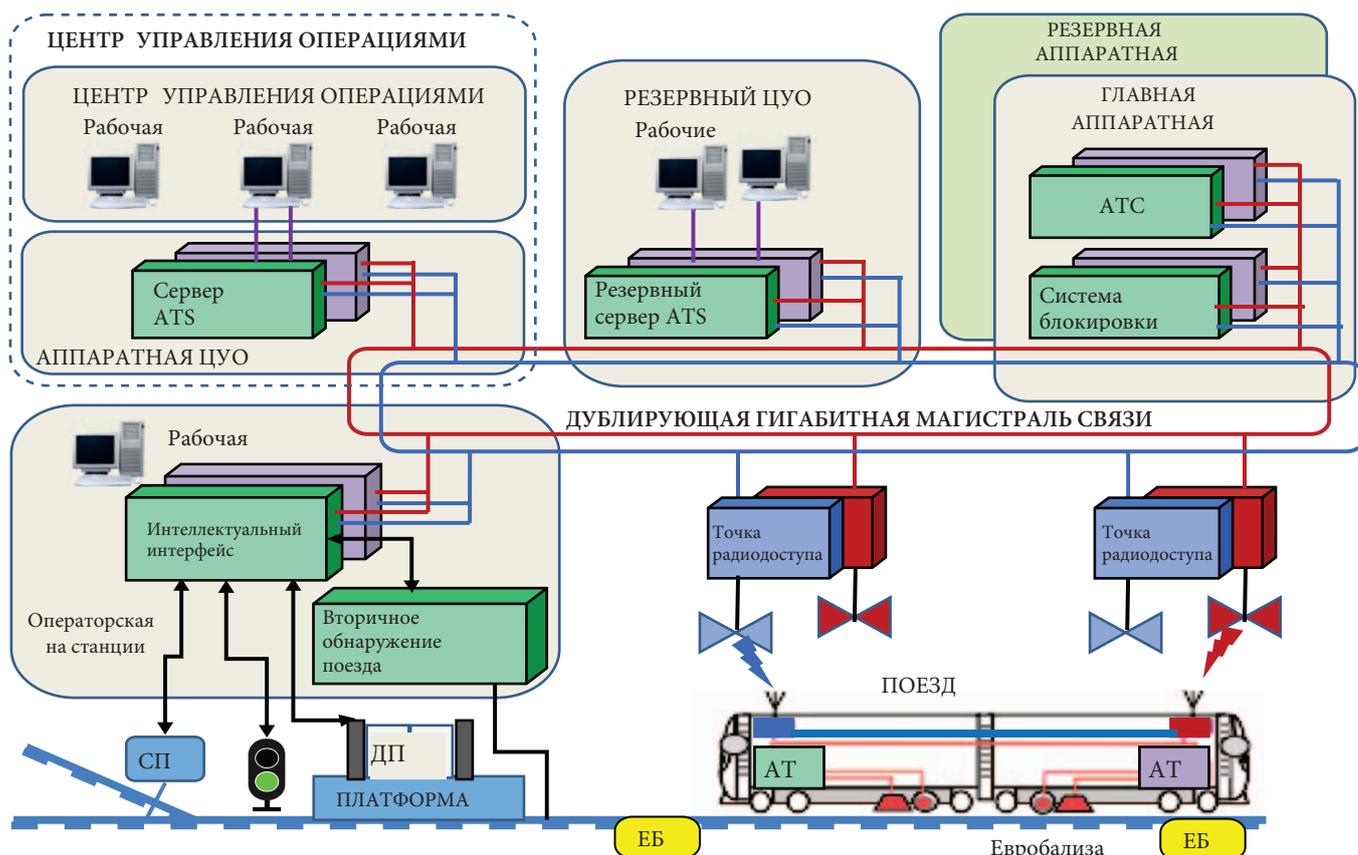


Рис. 5. Архитектура СВТС

не на линии или в сети (как правило, включает путевое функциональное оборудование АТР и АТО). Могут иметь централизованную или распределенную архитектуру в зависимости от поставщика. Управление системой осуществляется главным образом с помощью центральной системы АТС, тем не менее могут также предусматриваться локальные подсистемы управления как резерв на случай неисправности центральной системы АТС;

- бортовое оборудование СВТС, включая подсистемы АТР и АТО на транспортных средствах;
- система связи, соединяющая все СВТС посредством оптоволоконных кабелей и реле с подсистемой двусторонней радиосвязи между поездом и станциями.

Разные поставщики предлагают разные технические решения. На рисунке 5 приведена схема архитектуры СВТС на основе радиосвязи с резервным центром управления, резервными системами АТС и блокировки, находящимися в отдельной аппаратной.

Несмотря на то что архитектура СВТС зависит от поставщика и его технического подхода, стандартная СВТС, как правило, включает следующие логические компоненты.

Система автоматического контроля движения

Ее основная функция – служить интерфейсом между оператором и системой, управляя движением в соответствии со специальными критериями для регулирования. К остальным задачам относится управление событиями и аварийной сигнализацией, а также выполнение роли интерфейса для внешних систем. В современных системах АКД является частью интегрированного центра управления, что позволяет его персоналу с помощью одной и той же рабочей станции осуществлять полное управление движением, камерами, громкоговорителями, панелями информирования пассажиров, электромеханическими системами (система SCADA для электроэнергии, вентиляция, эскалаторы и т. д.).

Встроенная система АТС, включающая в себя АТР и АТО

Необходимый УПБ4 (уровень полноты безопасности $4 \geq 10^{-9}$ до $< 10^{-8}$) обеспечивается за счет того, что АТР постоянно рассчитывает профиль безопасных скоростей поезда и при необходимости использует тормоза. Она также отправляет данные о положении состава на перегонную подсистему АТР, чтобы получить данные о пределе разрешенного безопасного движения. Система АТО отвечает за автоматическое регулирование тяговым и тормозным усилием и позволяет держать скорость поезда в пределах безопасных значений, рассчитанных подсистемой АТР. Также одна из ее основных задач – облегчить работу машиниста или оператора (система с УА 2) или даже управлять поездом в полностью автоматическом режиме (система УА 3 или УА 4), при этом обеспечивая целевые значения регулирования движения, а также комфорт пассажиров. Она также получает и выполняет инструкции системы АТС по выбору различных автоматических стратегий управления с целью адаптации ко времени простоя на станциях, времени прогона между станциями или для снижения потребления топлива либо обрабатывает команды пропуска/остановки на станции.

Перегонная система АТР

Эта необходимая подсистема рассчитывает пределы разрешенного движения, которые должны соблюдать все поезда при движении в указанной зоне. Таким образом, данная задача является критичной с точки зрения безопасности движения.

Система телекоммуникационного управления

СВТС объединяют в себе резервную телекоммуникационную магистраль и объединенную в цифровую сеть радиосистему для осуществления двусторонней передачи данных между поездом и путевым оборудованием.

Современная радиотехнология расширенного спектра использует ортогональное частотное разделение сигналов (OFDM) для защиты передачи данных с помощью системы СВТС от помех, особенно на станциях и на открытом воздухе. К другим технологиям относятся расширение спектра со скачкообразной перестройкой частоты (FHSS) и расширение спектра методом прямой последовательности (DSSS), которые также обеспечивают хорошие рабочие характеристики.

Кроме того, резервированная структура радиосвязи защищает процесс передачи данных от одиночных отказов оборудования, а принципы мобильности гарантируют бесперебойную передачу от одного путевого радиопередатчика к другому по мере движения поезда по линии.

Более простые технологии кодирования радиосигналов и структуры радиосвязи также могут обеспечить хорошие рабочие характеристики при использовании излучающего кабеля, но при этом первоначальные капиталовложения (материал + установка) и затраты на техническое обслуживание будут выше.

Беспроводные линии связи могут подвергаться различным хакерским атакам, включая проникновение в сеть передачи данных и искажение критичных для безопасности сообщений, что в худшем случае создает угрозу безопасности. Для отражения таких атак были внедрены и постоянно совершенствуются технологии защиты, например описанные в стандарте BS EN 50159-2:2001.

Как правило, в СВТС используется публичный (нелицензированный) диапазон частот 2,4 ГГц Wi-Fi, однако также могут применяться альтернативные частоты, например 900 МГц (США), 5,8 ГГц или другие лицензированные диапазоны частот. Учитывая рост количества услуг, использующих ПНМ, диапазоны радиочастот (то есть 2,4 ГГц и 5,8 ГГц) и возможные сбои при передаче критичных данных СВТС, увеличивается давление на международное сообщество¹ относительно резервирования спектра частот специально для городских железнодорожных сетей, основанных на радиосвязи. Данное решение содействовало бы стандартизации

¹ Отчет 676 Международного союза общественного транспорта (UITP) «Резервирование спектра частот для критичных с точки зрения безопасности сфер применения, предназначенных для городских железнодорожных сетей».

и обеспечило бы доступность СВТС по всему миру. При этом на данный момент предпочтительны лицензированные диапазоны частот, если они могут быть выделены, например, в диапазонах 5,9 ГГц и 4,9 ГГц.

Компьютерная система блокировки

Она осуществляет необходимый контроль путей объектов, таких как переключате-

ли или сигнальные устройства, а также выполняет прочие связанные с этим функции. Для простых сетей или линий (например, для пассажирского маршрутного транспорта) функции блокировки могут быть встроены в перегонную систему АТР. Для линий метро с высоким пассажиропотоком отдельная система блокировки обеспечивает надежное снижение скорости для защиты поездов даже при возникновении отказов в системе АТС.

Надежность

Накопленный международный опыт подтвердил высокую эффективность автоматического метрополитена. По результатам эксплуатации оказалось, что автоматическое метро не только быстрее, но и безопаснее обычного, где за штурвалом сидит человек.

В частности, по таким критериям, как регулярность и надежность движения, эксплуатационная готовность и отсутствие сбоев в работе оборудования, автоматическое метро превосходит свои аналоги на 3-5%.

Еще одним несомненным преимуществом автоматического метрополитена является его экономическая эффективность. Автоматическое метро обеспечивает существенную экономию энергоресурсов (до 5%) за счет оптимальных режимов управления тягой-торможением подвижного состава. При этом сама реализация системы автоведения не требует больших затрат.

Автоматика позволяет обеспечивать соблюдение и такой важной функции, как возможность прицельного торможения, которая необходима при использовании на станциях платформенных раздвижных дверей (ПРД, PSD – Passenger Screen Doors).

Важное преимущество автоматического метрополитена состоит и в полном отказе от использования светофорной сигнализации. Если даже неисправные поезда отправляются в электродепо без машиниста под контролем системы безопасности, то необходимость использования светофоров сводится к нулю. Тем более что блоки управления светофором – достаточно дорогостоящее оборудование, особенно если речь идет об оборудовании европейских производителей. Их стоимость может достигать нескольких десятков и даже

сотен тыс. долларов. Соответственно, отпадает необходимость выделения дополнительных средств на их эксплуатацию и ремонт.

Стоит отметить и тот факт, что расходы на оснащение и содержание подвижных единиц современными устройствами безопасности в 5-10 раз меньше по сравнению с расходами на строительство светофорной сигнализации.

Значительно сократить затраты на эксплуатацию позволяет и специальная бортовая аппаратура, имеющая встроенные подсистемы диагностики. Благодаря этому обслуживание приборов безопасности и автоведения осуществляется «по состоянию», а не «по графику», как это принято сейчас.

Существенный плюс систем УП 4 состоит и в расширении возможностей оперативного управления графиком движения поездов, в том числе при сбоях, вводе/выводе подвижного состава с линии и на линию. Фактически, поскольку при организации движения не нужно учитывать график работы машинистов, диспетчеру предоставляется свободное управление интенсивностью движения поездов на линии в любой момент времени.

Весомым преимуществом автоматического метрополитена является и сокращение численности персонала службы подвижного состава. Количество сопровождающих (стюардов), которые в экстренных случаях могут в ручном режиме с ограничением скорости вывести подвижной состав с линии и управлять поездами в «неавтоматической» части электродепо, в несколько раз меньше числа машинистов поездов, курсирующих на линиях первого – третьего уровней. Например, если

Табл. 1. Сравнительные характеристики автоматического и неавтоматического метро

Характеристики	Метрополитен с ручным управлением	Автоматическое метро	Соотношение
Минимальный интервал между поездами, сек.	90	до 75	15-20%
Средняя интенсивность движения, пар поездов/ч	40	до 48	20-25%
Персонал для обслуживания одной линии, % персонала	100	30-40 от существующего	
Площадь служебных помещений, м ²	750	150	

в среднем численность персонала для обслуживания одной линии неавтоматизированного метро из 5 станций и депо сегодня составляет 1 300-1 500 человек, то в случае автоматизированной линии штатное расписание сократится на 30-60% в зависимости от наличия или отсутствия административного персонала в метрополитене. В результате на станциях высвобождаются значительные площади, предназначенные для отдыха, медицинского обслуживания машинистов, комнаты отдыха и т. п. Таким образом, площадь служебных помещений уменьшается в пять раз – с 750 м² до 150 м².

Это означает, что новые линии метрополитена потребуют значительно меньших площадей. Это фактор имеет не последнее значение для мегаполисов мира, где стоимость квадратного метра может достигать астрономических величин.

Итак, сравнение с неавтоматическим метро демонстрирует ряд очевидных преимуществ автоматических линий (табл. 1). Стоит ли удивляться, что в ближайшие 10 лет эксперты ожидают пятикратный рост количества реализованных проектов автоматизированного управления метрополитеном по всему миру.

Ситуация с беспилотным метрополитеном в России

Несмотря на то, что такое явление, как автоматический метрополитен, прочно вошло в повседневную жизнь среднестатистического европейца, в России подобные системы относятся к разряду «заморских диковинок». Сегодня на большинстве отечественных метрополитенов по старинке используются так называемые «простые» системы с ручным управлением, в которых основные функции управления движением поезда лежат на машинисте.

Исключения составляют несколько линий метрополитена в Санкт-Петербурге, а также одна линия Казанского метро, которые оснащены системой безопасности и аппаратурой автоведения поезда и предполагают участие автоматики в выборе скоростного режима и обеспечении управления движением. При этом постоянно присутствующий машинист обеспечивает контроль за прибытием и отправлением поезда со станции, а также

берет на себя функции управления в экстренных ситуациях.

Тем не менее опыт использования современных систем есть и в СНГ. Так, в 2011 году впервые была реализована система управления поездами с применением телекоммуникационных технологий начального уровня. Она внедрена на линии Алма-Атинского метро.

Сегодня все чаще речь заходит об автоматизации московской подземки. Впервые это произошло в 2009 году. Тогда бывший начальник Московского метрополитена говорил, что уже в самом скором времени по Третьему пересадочному контуру столичного метро будут курсировать поезда без машинистов. По заключению экспертов, переход к автоматическому метро возможен с применением отечественных сертифицированных по безопасности комплексных систем без модернизации технических средств.

Между тем уже сейчас очевидно, что внедрение новых технологий может быть связано с рядом проблем. Пожалуй, главная из них, возникающая при проектировании и внедрении автоматического метро на территории РФ, – это отсутствие нормативной базы для внедряемых современных систем либо несоответствие требованиям действующих нормативных документов². Практически каждый из этих документов жестко регламентирует необходимость применения на линиях метрополитена светофорной сигнализации, поэтому для любого объекта автоматического метро необходимо будет разрабатывать и утверждать специальные технические условия (СТУ). В результате появляется риск значительного увеличения сроков проектирования, что, порой, становится серьезным препятствием при внедрении функции автоматического метрополитена.

Камнем преткновения может послужить не только несовершенство действующих нормативных актов. Нужно понимать, что простого обновления оборудования подвижного состава будет недостаточно. Помимо поездов, курсирующих на линиях метро, специальным оборудованием для приема и обработки сигналов системы безопасности необходимо будет оснастить весь парк вспомогательных (хозяйственных) подвижных средств. Кроме того, укомплектовать всю систему определенными типами технических средств, начиная от стрелочных электроприводов и оборудования рельсовых цепей и светофоров и заканчивая дополнительным оборудованием и системами управления на станциях.

Больше времени будет уходить и на осуществление пуско-наладочных работ при вводе новых технических средств в эксплуатацию. Дополнительная подготовка потребуется и для персонала метро, обслуживающего новые линии: диспетчеров, сопровождающих, дежурных на станциях (в связи с расширением их функциональных обязанностей).

Понятно, что внедрение «беспилотников» в метро, так же, как и любое нововведение, связано с преодолением ряда трудностей. Однако в случае с Россией они

несут, скорее, тактический нежели стратегический характер, и сегодня многие эксперты связывают будущее метрополитена именно с его автоматизацией.

Во-первых, автоматический метрополитен обладает рядом очевидных преимуществ перед метро с ручным управлением. Автоматическое более быстрое, безопасное и экономически эффективное. Оно предоставляет возможность свободного управления интенсивностью движения поездов на линии в любой момент времени.

Во-вторых, ввод в эксплуатацию автоматического метро и последующая его модернизация также не требуют больших затрат. Новая система активно внедряется во всем мире уже более 10 лет, что гарантирует эффективность используемых в ней технологий.

В-третьих, основной технологией, используемой в автоматическом метро, является автоматическая система контроля поездов СВТС. СВТС могут иметь автоматическую систему централизованного или распределенного управления движением поездов и системы блокировки. Централизованная архитектура более надежна, поскольку дает возможность полного дублирования систем АТС и исключает риск сбоя в одной точке, который может нарушить работу всей линии.

В-четвертых, использование СВТС позволяет простое наращивание для продолжения линий при помощи добавления модулей связи и интерфейса, простую интеграцию дополнительных функций и взаимосвязи с внешними системами благодаря сетевой архитектуре с применением стандартных интерфейсов, лучшую защищенность от помех, обеспечиваемую оригинальной надежной радиотехнологией с возможностью кодировки по стандартам IEEE802,11b/g в полосе 2,4 или 5,8 ГГц.

Однако главным препятствием на пути внедрения автоматического метро в России является, как уже говорилось, отсутствие нормативной базы либо несоответствие требованиям действующих нормативных документов, регламентирующих работу метрополитена. §

² Правила технической эксплуатации, инструкции по сигнализации, инструкции по движению поездов и маневровой работе метрополитенов РФ, строительные нормы и правила, свод правил по проектированию и строительству метрополитенов.

РЫНОК ТРАНСПОРТНЫХ УСЛУГ



ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ И ПАРТНЕРСТВО

XIII МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

17 НОЯБРЯ 2015

РОССИЯ, МОСКВА
РЭДИССОН СЛАВЯНСКАЯ

WWW.RTU-CONF.RU

**СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ
РОССИЙСКИХ ОПЕРАТОРОВ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО
ПОДВИЖНОГО СОСТАВА,
ГРУЗОВЛАДЕЛЬЦЕВ,
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПЕРЕВОЗЧИКА
И ГОСУДАРСТВЕННЫХ РЕГУЛЯТОРОВ**

+7 (812) 418-34-90
+7 (812) 418-34-99
+7 (495) 988-28-01

conf@rzd-partner.ru
info@bd-event.ru
www.rzd-partner.ru
www.bd-event.ru

Генеральный партнер



ОАО «РЖД»

Генеральный
информационный партнер



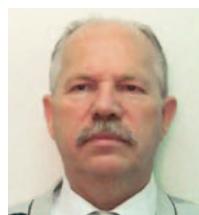
Организаторы



Конструкционные особенности нового подвижного состава для метрополитена Баку



Д. А. Марку,
начальник управления
внешнеэкономической
деятельности
ОАО «Метровагонмаш»



С. Г. Кошкин,
руководитель проекта
ОАО «Метровагонмаш»

В апреле 2015 года Бакинскому метрополитену были переданы три пятивагонных состава модели 81-760.Б/761.Б/763.Б со сквозным проходом производства ОАО «Метровагонмаш». В начале июня 2015 года после проведения цикла приемо-сдаточных испытаний новые составы начали курсировать в Бакинском метрополитене.

Требования и технические характеристики вагонов серии 81-760.Б/761.Б/763.Б



Рис. 1. Состав модели 81-760.Б/761.Б/763.Б со сквозным проходом

Вагоны 81-760.Б/761.Б/763.Б (рис. 1) со сквозным проходом вдоль всего состава создавались в 2014-2015 годах по заказу компании Alstom Transport для Бакинського метрополитена. В качестве базовой модели была взята существующая конструкция вагонов серии 81-760/761, в которую были интегрированы готовые конструкторские решения.

К новому подвижному составу заказчик предъявил основные требования:

- вагоны должны эксплуатироваться в составе поезда на метрополитене с колеей 1520 мм, соответствующей требованиям строительных норм и правил;

Табл. 1. Основные технические характеристики

Параметр	Модели вагонов метро		
	81-760.Б	81-761.Б	81-763.Б
Номинальная вместимость из расчета 6 чел./м ² свободной площади пола с учетом сидящих пассажиров, количество	201		215
Число мест для сидения	38+1 место для инвалидной коляски		42
Конструкционная скорость поезда, км/ч		90	
Максимальное ускорение поезда, м/с ²		1,0	
Время разгона поезда с максимальной загрузкой на горизонтальном участке пути до скорости 80 км/ч, сек.		35	
Срок службы вагонов, лет		35	

- поезд оснащается системой безопасности движения поездов со 100-процентным резервированием, которая совместно с напольными устройствами должна исключать:
 - сближение поездов на расстояние менее тормозного пути при движении с фактической скоростью;
 - скатывание поезда под уклон;
 - движение поезда на занятой маршрут;
 - наезд на тупиковые упоры;
 - на вагонах модели 81-760.Б должна быть установлена система безопасности АРС, обеспечивающая работу на всех линиях Бакинского метрополитена.
- Основные технические характеристики представлены в таблице 1.

Составность

Состав представляет собой пятивагонный поезд постоянного формирования со сквозным проходом вдоль всего состава и имеет конфигурацию: ГМ – ПМ — ПН – ПМ – ГМ, где ГМ — головной моторный вагон, ПМ – промежуточный моторный вагон, ПН – промежуточный немоторный вагон (рис. 2).

Поезд сформирован из головных моторных вагонов модели 81-760.Б с кабинами управления, расположенными по концам поезда, промежуточных моторных вагонов модели 81-761.Б и прицепного немоторного вагона модели 81-763.Б.

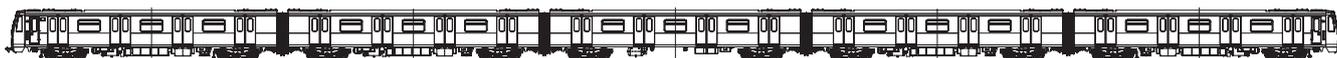


Рис. 2. Составность вагонов модели 81-760.Б/761.Б/763.Б со сквозным проходом

Кузов, маска, тележка

Кузов новых вагонов цельнометаллический сварной конструкции с несущей наружной обшивкой из нержавеющей стали. Лобовая часть головного вагона выполнена в виде металлического каркаса, приваренного к кузову и прикрепленной к нему маске из стеклопластика.

Специально для состава серии 81-760.Б Alstom был разработан эксклюзивный дизайн-проект нового экстерьера и интерьера вагона, в том числе маски с измененной компоновкой светодиодных фар и лобового стекла.

Тележки моторных вагонов оборудованы индивидуальным тяговым приводом

второго поколения, опорно-рамной подвеской тягового двигателя и опорно-осевой подвеской редуктора. Корпус тягового редуктора литой из стали, неразъемный по оси колесной пары с лабиринтными уплотнениями. Рама тележки сварной конструкции. Рессорное подвешивание двухступенчатое. Центральное подвешивание безлюлечное на пневморессорах. Тележки оборудованы токоприемниками, которые по сигналу машиниста могут дистанционно отключаться от токоведущего рельса. Сигнал разомкнутого состояния передается в кабину управления.

Двери и салон

Все вагоны нового состава оборудованы восемью боковыми двухстворчатыми прислонно-сдвижными дверями шириной 1250 мм (компания Knorr Bremse Division IFE), каждая из которых управляется индивидуальным приводом. Поезд оборудован системой защиты от зажатия пасса-

жиров. При попадании пассажира между створками закрывающихся дверей срабатывает датчик безопасности, и они автоматически открываются. Дополнительно над каждой раздвижной дверью установлены устройства световой и звуковой сигнализации, информирующие пассажиров об их



Рис. 3. Общий вид салона

закрытии. Пока двери не закрыты, система управления запрещает сбор тягового режима на ход.

Интерьер

Внутреннее пространство салона вагонов сочетает в себе функциональность и современный дизайн. Элементы интерьера обеспечивают травмобезопасность пассажиров. В частности, в салоне поезда установлены пассажирские сиденья жесткой каркасной конструкции с пластиковыми вставками в антивандальном исполнении (компания Fainsa). Поручни

Стены салона вагонов облицованы панелями из огнестойкого стеклопластика, удовлетворяющими требованиям пожарной безопасности НПБ-109 и санитарно-гигиеническим нормам (рис. 3). Их использование при отделке повышает долговечность салона. Окна со стеклопакетами позволяют улучшить шумо- и теплоизоляцию в пассажирском салоне. Каждый вагон оборудован системой вентиляции, кондиционирования и обогрева воздуха, обеспечивающей автоматическое поддержание в салоне комфортной температуры. Улучшена система циркуляции воздуха в вагоне.

В новом составе установлена модернизированная цифровая информационная система (ОАО «НПП «САРМАТ»), которая обеспечивает хранение и воспроизведение информации, организацию системы связи, в том числе экстренной видеосвязи «пассажир-машинист». Использование маршрутных табло, экранов и бегущих строк позволяет пассажирам в любой момент определить место поезда на маршруте.

салона (компания КТК Group) выполнены из нержавеющей стали с сатинированной поверхностью, что обеспечивает их прочность при сохранении эстетических характеристик. Установка вертикальных поручней (триподов) в зоне накопительных площадок способствует более комфортному размещению пассажиров в вагоне. В каждом головном вагоне предусмотрено место, на котором могут разместиться маломобильные пассажиры. Эта площадка оборудована дополнительным поручнем, местом крепления и дополнительным устройством связи с машинистом.

Впервые в конструкции вагонов ОАО «Метровагонмаш» применен потолок модульного типа, состоящий из алюминиевых панелей с интегрированными в него двумя световыми линиями и дефлекторами потолочного воздуховода. Использование светодиодов не только улучшает внешний вид салона, но и повышает его освещенность.

Схема развития Бакинского метрополитена включает в себя поэтапное расширение существующей сети к 2030 году и предусматривает создание сети метро, которая будет состоять из 5 линий, 76 станций и общей длиной 119 км. Также планируется обновление подвижного состава.

Бакинский метрополитен имеет давнее и плодотворное сотрудничество с ОАО «Метровагонмаш». В настоящее время на линиях метрополитена Баку наряду с новыми вагонами 760-й серии эксплуатируются вагоны 717-й серии.

Сервисное обслуживание вагонов метрополитен осуществляется самостоятельно.

Межвагонные переходы

Главной отличительной особенностью поезда новой модификации является его оснащение межвагонными переходами компании HUBNER (рис. 4), позволяющими обеспечивать сквозной проход пассажиров по всему составу. Межвагонные переходы имеют высокую степень шумо- и теплоизоляции и способствуют равномерному распределению воздуха по составу. Благодаря системе с поворотом воздушных потоков устраняются «мертвые» климатические зоны. При расстыковке вагонов переход с помощью быстроразъемного соединения может отстыковываться от вагона.



Рис. 4. Межвагонные переходы, позволяющие обеспечивать сквозной проход пассажиров по всему составу

Тяговый привод, энергетические решения

В новом подвижном составе применены решения, которые способствуют улучшению энергетических характеристик и сокращению расходов на обслуживание. Наличие прицепного немоторного вагона позволяет снизить вес состава, что повышает его экономичность и энергоэффективность. Это дает возможность повысить тягово-энергетические показатели всего подвижного состава и уровень надежности, сократить токовые нагрузки тяговой аппаратуры. Расход электроэнергии снижается на 5% по сравнению с моторными вагонами.

Вагоны моделей 81-760Б и 81-761Б оборудованы моторными тележками с асинхронными тяговыми двигателями (компания Hitachi) и тяговым преобразователем переменного тока мощностью 680 кВт, обеспечивающим пуск и регулирование

скорости при различных темпах разгона и торможения с различными темпами замедления. Система электроснабжения вагонов выполнена с использованием преобразователя собственных нужд увеличенной мощности.

Вагон модели 81-763Б безмоторный и оборудован двухосными немоторными тележками с электропневматическим торможением.

Использование мощных тяговых приводов позволяет обеспечить разгон поезда до 80 км/ч в течение 35 сек., а система рекуперации экономит до 35% электроэнергии. Асинхронный привод не требует больших затрат на обслуживание.

Тяговый привод обеспечивает уверенную эксплуатацию поезда на линиях Бакинского метрополитена, величина уклона которых достигает 63‰.

Тормозное и пневматическое оборудование

Тормозное и пневматическое оборудование вагонов модели 81-760.Б/761.Б/763.Б обеспечивает рабочее электрическое следящее рекуперативно-реостатное торможение в диапазоне от максимальной скорости до 7 км/ч с пневматическим дотормаживанием до полной остановки. Основное преимущество такого торможения заключается

в значительной экономии электроэнергии. Система осушки и фильтрации воздуха обеспечивает относительную влажность не более 35%.

В поезде предусмотрено несколько видов торможения:

- экстренное электропневматическое от тумблера «петли безопасности»;

- электропневматическое, управляемое от вентиля замещения;
- рабочее пневматическое торможение от крана машиниста, автоматическое регулирование давления в тормозных цилиндрах в зависимости от загрузки вагонов. Снабжение тормозных систем, пневматических и электропневматических приборов

вагонов сжатым воздухом обеспечивается безмасляными компрессорными агрегатами, включение и отключение которых в зависимости от давления воздуха в напорных магистралях осуществляется автоматически. Безмасляный компрессорный агрегат также обеспечивает рабочее давление в напорной магистрали 8,2 бар.

Кабина, система управления

В головном вагоне расположена просторная кабина машиниста, оснащенная системой климат-контроля, которая в 2 раза больше, чем в вагонах 81-717, эксплуатируемых в настоящее время в Бакинском метро. Взаимное расположение оперативных органов управления на рабочем месте создает комфортные условия для машиниста поезда.

На составе установлена микропроцессорная система управления, безопасности и технической диагностики «Витязь-М», обеспечивающая управление поездом, техническую диагностику вагонного оборудования, выполнение функций автоматической регулировки скорости, обмен информацией со стационарными устройствами системы в реальном времени.

Вагоны оснащены двухуровневой микропроцессорной системой управления, диагностики и безопасности движения поезда: верхний уровень – управление поезда в целом, нижний – оборудованием вагона. В новом подвижном составе, как и в

вагонах 81-760/761, которые курсируют в Московском метрополитене с 2012 года, созданная система управления, диагностики и безопасности движения поезда действует как в рамках каждого вагона, так и на уровне поезда. Система мониторинга позволяет контролировать одновременно до 100 параметров работы поезда. Ключевые из них передаются в режиме реального времени в ситуационный центр. Прием и обработка дискретных сигналов от вагонного оборудования и датчиков, формирование управляющих команд осуществляется бортовыми компьютерами вагонного и поездного управления через адаптеры управления и устройства приема информации. Установка такой системы позволяет повысить безопасность проезда пассажиров в поезде. Между блоками микропроцессорной системы управления безопасности движения и технической диагностики скоростной обмен данными осуществляется по CAN-шине.

Система видеонаблюдения, коммуникации, сигнализация

Новые составы оснащены системой видеонаблюдения (фирма «Метроком-М»). На монитор машиниста выводятся данные с телекамер, расположенных как внутри, так и снаружи вагонов. Эта система обеспечивает запись и хранение видеoinформации, удаленный беспроводной доступ к просмотру телекамер состава, в том числе в кабине машиниста. Информация может передаваться в ситуационный центр в режиме реального времени.

В рамках реализации проекта по перспективному развитию систем сигнализа-

ции, связи и автоматики между Бакинским метрополитеном и французской компании Thales на составах дополнительно предусмотрена установка радиостанции TETRA и системы автоматической остановки KFS, позволяющей в экстренной ситуации (при проезде на запрещающий сигнал) применить экстренное торможение.

Новые поезда спроектированы и выполнены с учетом требований международных стандартов качества и безопасности и соответствуют мировым тенденциям в области метровагоностроения. 

Соорганизатор



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Минтранс России



IX Международный форум и выставка

3 – 5 декабря 2015 года

Москва, Россия, Комплекс «Гостиный двор»



www.transweek.ru

Партнер



ОАО «РЖД»

Генеральные информационные партнеры



Официальная газета



Организатор



Конструкционные особенности трамвая «Метелица» со 100-процентным низким уровнем пола



О. В. Быцко,
заместитель директора – главный конструктор по троллейбусам
и трамвайным вагонам ЗАО «Штадлер Минск»

Самый молодой участник холдинга Stadler Rail Group – Stadler Minsk – разработал две модели трамваев со 100-процентным низким полом: В853 с одной кабиной управления и В85300М (рис. 1) – с двумя кабинами. Техника предназначена для рынков Центральной и Восточной Европы, в связи с чем модель получила близкое по духу России название – «Метелица». Белорусское предприятие ориентировано на рынок стран СНГ и в первую очередь на Россию, в которой в свое время эксплуатировалось до 24 тыс. трамвайных вагонов. Количество техники на данный момент существенно уменьшилось в связи с закрытием многих маршрутов, однако трамвай, как вид городского и даже междугороднего общественного транспорта, имеет хорошие перспективы – это самое дешевое в эксплуатации рельсовое транспортное средство.

Технические характеристики «Метелицы»



Рис. 1. Трамвай «Метелица» В85300М

Сочлененные низкопольные вагоны с повышенной пассажироместимостью состоят из трех секций и имеют в своей конструкции новейшие технологии приводного механизма. Трамвайные вагоны моделей В853 и В85300М базируются на трамваях с 80-процентным уровнем пола моделей 843/84300М производства ОАО «Управляю-

щая компания холдинга «Белкоммунмаш», которые были доработаны для того, чтобы соответствовать техническому состоянию производственной номенклатуры Stadler. Основные отличия нового трамвая коснулись материала кузова и профилей, из которых он изготовлен, формы передней маски.

Таким образом, «Метелица» представляет собой трамвай со 100-процентным низким уровнем пола с классическими безопасными тележками, которые не оказывают негативного воздействия на рельсы и кузов трамвая. Поворотные тележки крепятся к кузову через подшипник и при вхождении в кривую нагрузки на рельс и на кузов вагона не превышают нагрузки, создаваемые в аналогичной ситуации высокопольными вагонами, которые классически оборудуются именно поворотными тележками. На трамваях со 100-процентным низким уровнем пола и неповоротными тележками при вхождении в кривую на рельс, тележки и кузов воздействуют нагрузки от массы каждой трамвайной секции.

Концепция трамвайных вагонов моделей В853 и В85300М (табл. 1, рис. 2) предполагает их эксплуатацию на скоростных городских линиях с большим пассажиропотоком. Трамвайные вагоны предыдущего поколения мо-

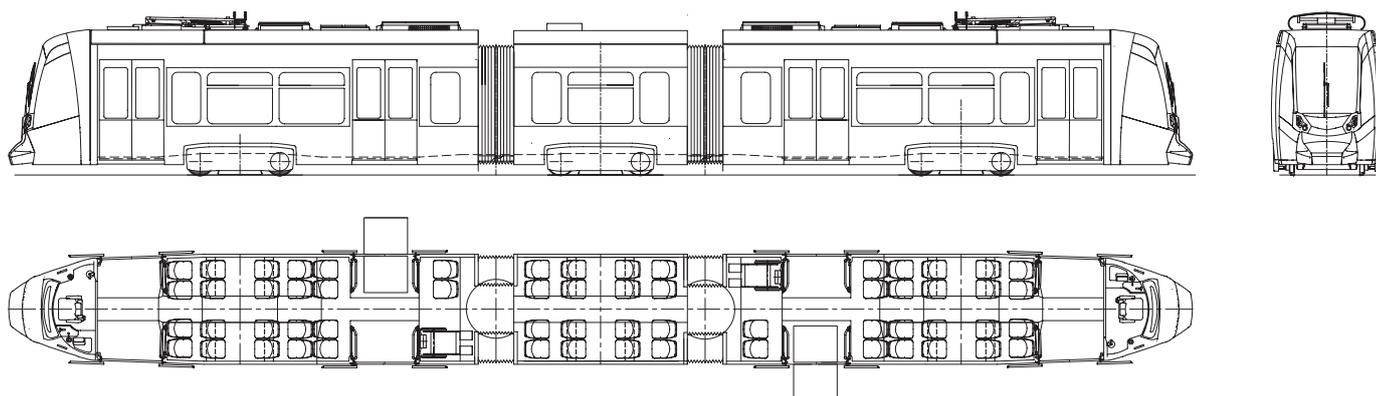


Рис. 2. Схема трамвая В85300М

Табл. 1. Основные технические параметры трамвая со 100-процентным низким уровнем пола

Параметры	С одной кабиной управления В853	С двумя кабинами управления В85300М
Ширина колеи, мм	1520 (1524)	
Напряжение в сети, В	400 до 720	
Расположение осей	Bo'2'Bo'	
Количество сидячих мест	61	58
Количество стоячих мест (5 чел./м ²)	124	123
Количество стоячих мест (8 чел./м ²)	199	196
Пассажировместимость (8 чел./м ² , сидячие места + стоячие места)	260	254
Высота пола:		
– низкий уровень, мм	370	
– низкий уровень над тележками, мм	487	
Ширина дверного проема, мм	1 300	
Количество дверей на одной стороне	4	4+4
Длина, мм	26 716	
Ширина, мм	2 500	
Масса снаряженного трамвая, кг	36 000	36 700
Максимальная техническая масса (8 чел./м ²), кг	53 680	53 972
Максимальная нагрузка на колесную пару, т	10	
База моторной тележки, мм	1 800	
Диаметр колеса:		
– нового, мм	610	
– использованного, мм	530	
Суммарная номинальная мощность двигателей, кВт	420	
Суммарная максимальная мощность двигателей, кВт	560	
Тяга, кН	60	
Максимальное ускорение, брутто, м/с ²	1,24	
Максимальная скорость, км/ч	75	
Песочницы с электроподогревом	6	8
Форсунки для смазки реборд колес	2	4
Диапазон рабочих температур, °С	от -40 до +40	
Срок службы, лет	30	

делей 843/84300М сегодня успешно эксплуатируются в Республике Беларусь, Украине и Российской Федерации. Трамвай «Метелица» создавался исходя из технического за-

дания Мосгортранса 2013 года. Испытания проходили в Москве с февраля по июнь 2015 года. В настоящий момент аналогичные тесты трамвай проходит на линиях Самары.

Особенности тележек и двигателей

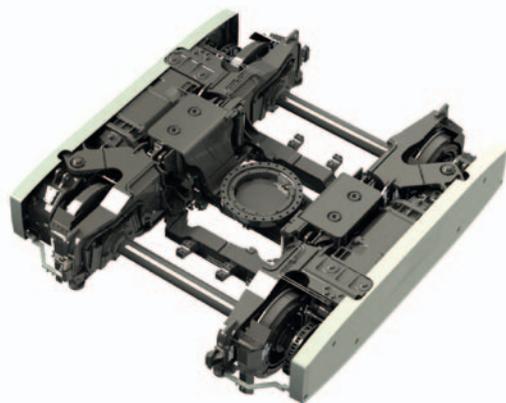


Рис. 3. Поддерживающая тележка трамвая

«Метелица» стоит на трех тележках, две из которых – моторные, одна – поддерживающая (рис. 3). Тележка сконструирована по классическому принципу низкопольных трамваев: двигатель и редуктор вынесены наружу колесной пары, поэтому в средней части появилась возможность опустить пол до уровня, позволяющего компенсировать разницу между высотой на входе и над тележкой за счет допустимых углов его наклона на 5% в поперечном сечении и на 8% – в продольном. При этом Stadler использует в своих разработках тележку с рамой шарнирной конструкции: все 4 колеса находятся в постоянном и одинаковом контакте с рельсами, благодаря чему вагон может эксплуатироваться на существующих маршрутах без модернизации путей и в условиях существующей инфраструктуры в любом городе России, тогда как при жесткой раме тележки трамвай имеет склонность к сходу на неровных рельсах при невыдержанной ширине колеи или большой разнице между высотой правого и левого рельса. Шарнирная конструкция, при которой колесо подстраивается под рельс, обеспечивает прохождение неровностей трамвайных путей без асимметричных нагрузок на элементы, минимизируя возможность схода трамвая.

Разработчики трамвая при создании тележек как моторной, так и поддерживающей,

использовали колесные пары с осями. Эта конструкция альтернативна той, где применяется мотор-колесо на всех тележках или поддерживающая тележка с независимыми колёсами и осями порталного типа. Опыт эксплуатации трамвая модели 84300М, где поддерживающая тележка не имеет осей, показал, что реборды бандажей на ней изнашиваются быстрее, чем на моторных тележках. Так, если пробег вагона до минимально допустимой толщины реборды в 8 мм на моторных тележках составил 100 000 км, то на поддерживающей эта толщина была достигнута уже при 60 000 км. В «Метелице» применено техническое решение – использование классической колесной пары с осью для увеличения срока службы бандажей, колесных пар и самой тележки до максимального.

Каждый из четырех тяговых двигателей приводится в действие инвертором на базе IGBT-модулей с воздушным охлаждением. Плавность хода достигается за счет точно настроенного программного обеспечения. Инвертор разработан специалистами Stadler Minsk и изготовлен на мощностях ОАО «Управляющая компания холдинга «Белкоммунмаш». По желанию заказчика параметры системы, включающие ускорение и торможение, могут быть изменены. Для Москвы были применены специальные настройки, которые совершенствовались в ходе городских тестов. Например, расширен рабочий диапазон питающего напряжения тягового электрооборудования в связи с высокой степенью нестабильности напряжения в контактной сети, увеличены параметры динамики разгона и торможения трамвайного вагона в связи с эксплуатацией на линии скоростного маршрута, проведена настройка климат-контроля под специальные требования Москвы путем усиления обогрева и охлаждения салона. Управление датчиками транспортного средства осуществляется через шину CAN-Bus.

Тормозная система

Как в большинстве сочлененных трамваев, на «Метелице» установлена гидравлическая тормозная система, что является для европейского рынка стандартом, а для российского – новаторством. Трамвай, как и любой другой, имеет три тормозных системы: электродинамическую, механическую и рельсовую. Электродинамическое торможение обеспечивается тяговыми двигателями, а рельсовое – электромагнитом. На более ранних моделях трамваев (у российских производителей и по сей день) для привода механического тормоза используются соленоиды, которые приводятся в действие за счет электричества. Такая конструкция практически не позволяет регулировать параметры в про-

цессе торможения и не дает возможность обеспечить функцию антиблокировочной и противобуксовочной системы, что влияет на величину тормозного пути и износ тормозных накладок и дисков. Гидравлическая тормозная система позволяет это сделать. При помощи электроники можно регулировать процесс торможения, обеспечивая эффективность изменения параметров при различном сцеплении с рельсом – зимой и в дождливую погоду. В качестве поставщика выбрана компания Dako-CZ. В Европе есть несколько производителей подобных тормозных систем, например, немецкие компании Knorr-Bremse и Hanning&Kahl, а также чешская Dako-CZ.

Адаптация к требованиям российского рынка. Климатические условия и ширина колеи

Модель была разработана специально под климатические условия российского рынка. В вагоне работает система климат-контроля, которая для поддержания заданной температуры в салоне по необходимости задействует систему отопления, кондиционирования или просто вентиляции. Установлены стеклопакеты, чтобы зимой было более эффективным отопление, а летом – охлаждение, система кондиционирования. В случае внештатной ситуации стекла разбиваются специально предназначенным для этого молотком, который находится в салоне.

В вагоне предусмотрены два блока охлаждающей системы – на первой и третьей секциях, а в средней имеются специальные стеклопакеты с теплоотражающим покрытием «аурезин» – составом, содержащим в себе благородные металлы и не пропускающим инфракрасное излучение, которое

и нагревает внутренние поверхности вагона и самого пассажира. По желанию заказчика устанавливается место для кондуктора с индивидуальным обогревом.

Все остальные параметры, включая жесткость кузова, сделаны на базе европейских требований, так как в России и Беларуси на данный момент есть единственный законный документ, которому должен соответствовать трамвай, – ГОСТ 8802-78 («Вагоны трамвайные пассажирские. Технические условия»), но он устарел и рассчитан только на односекционную технику. По многосекционному трамваю существует несколько стандартов, но они не имеют статуса ГОСТа¹. Сегодня есть проект технического регламента Таможенного союза, который должен стать документом, распространяющимся на Россию, Беларусь и Казахстан. Пока срок его введения в действие не установлен.

Управление и инновационные системы безопасности

Отдельного внимания заслуживают системы безопасности «Метелицы». При возможном столкновении с «Метелицей»

за счет характерной носовой части пешехода отбрасывает в сторону от трамвая, что позволяет сохранить ему жизнь, тогда как

¹ Например, в РФ есть стандарт Министерства транспорта ЭТ 006-04.

в подобных ситуациях практически в 100% случаев наступает летальный исход. Этот же «подбородок», как и устанавливаемые за ним опциональные буферы, служит крэш-элементом, который гасит энергию столкновения с автомобильным транспортом или другим вагоном. Во время удара крэш-устройство сокращается и полностью гасит энергию со скорости 40 км/ч до 0 км/ч, за счет чего вагон остается неповрежденным. При таком столкновении разрушается только одна пластиковая деталь, перекрывающая крэш-устройство, что уменьшает затраты на ремонт.

Конструкция кузова и кабины

В модификации В85300М, доставленной на тесты в Москву, есть существенное отличие – две кабины (рис. 4) и двери по обеим сторонам вагона, которые позволяют работать на маршрутах без разворотных колец. Такой двусторонний вариант трамвая вмещает 58 мест для сидения, вариант с одной кабиной (В853) – 61. Остекленная перегородка с дверью и форточкой для продажи билетов отделяет кабину водителя от пассажирского салона. Большие углы обзора достигаются за счет широких межвагонных проходов.

Сидения расположены по схеме 2+2 или друг против друга, возможен вариант с компоновкой 2+1.

Трамвай полностью оборудован для пассажиров с ограниченными возможностя-

ми – предусмотрено место для инвалидной коляски с системой фиксации и системой оповещения водителя, аппарат с ручным управлением, сидячие места для пассажиров с ограниченной мобильностью (рис. 5).

Корпус трамвая изготовлен из низколегированной стали марки 09Г2С и обшит алюминиевыми панелями, что увеличивает его срок службы и облегчает техническое обслуживание, так как панели в случае повреждения могут быть легко заменены. Кузов «Метелицы» изготовлен не из труб, а из открытых профилей, не имеющих замкнутого пространства, в которых может, как в трубах, задерживаться влага. Это делает каркас, с одной стороны, прочным, а с другой – позволяет исключить наличие закры-



Рис. 4. Кабина водителя



Рис. 5. Место для пассажира

тых карманов, в которых скапливается грязь, влага, и, соответственно, минимизирована возможность образования ржавчины. Это повышает коррозионную стойкость кузова, а также снижает массу вагона. Разрывы в клеевом составе позволяют в случае возникновения влаги от перепадов температур вентилировать закрытые пространства для уменьшения воздействия конденсата на элементы кузова. Есть возможность сли-

ва конденсационной влаги через дренажные отверстия в обшивке. Для увеличения энергоэффективности пол вагона утеплен, под ним проложена специальная теплоизоляция, сделанная из шведского материала, не накапливающего влагу и легко вентилирующегося.

Кузов соответствует европейскому стандарту, чтобы эксплуатация вагона была возможна как на постсоветском пространстве, так и в Европе.

Сервисное обслуживание

Вагон разработан таким образом, чтобы минимизировать необходимость его обслуживания и ремонта. Используются такие детали и приборы, которые либо вообще не требуют замены, либо имеют большой срок эксплуатации до момента планового ремонта. Обязательной замене подлежат только изнашиваемые детали: тормозные колодки, бандажи колес, смазочные материалы и жидкости. При выборе типа колес для «Метелицы» разработчики руководствовались европейским принципом, когда бандаж колеса изготовлен из более мягкого материала, чем рельс, вследствие чего достигается минимизация износа рельсового полотна. Разница в диаметре колеса от максимального до минимального износа равна 80 мм – диаметр нового колеса составляет 610 мм, а минимальное допустимое к эксплуатации значение – 530 мм. Большинство российских производителей используют более твердый материал для бандажей колес, в связи с чем износ до замены бандажа составляет не 80 мм, а 50-60 мм. Твердое колесо эксплуатируется стандартный срок – 200 000 км, но при этом при его использовании увеличивается износ рельсов, а следовательно, это увеличивает затраты на содержание путей. Для «Метелицы» применен принцип, где упор сделан в сторону износа бандажей, замена которых обходится несопоставимо дешевле, нежели замена полотна.

При покупке продукции Stadler специалисты депо или трамвайного управления, которые в будущем будут обслуживать подвижной состав, обязательно проходят обучение на заводе в Минске, где они

не только изучают все нюансы конструкции, обслуживания и ремонта вагонов, но и могут поучаствовать в процессе их сборки, чтобы полностью понять технические особенности трамвая. При отсутствии такой возможности специалисты Stadler выезжают непосредственно на место эксплуатации трамвая для обучения сотрудников предприятия с использованием для этого стандартного вагона. По требованию заказчика может быть изготовлен учебный вагон, который, как правило, применяется для подготовки с уровня стажеров. Все программы обучения стандартизированы: содержат теоретическую и практическую части и необходимые дополнительные консультации по запросу. В депо создаются обменные фонды запасных частей на весь гарантийный срок эксплуатации, за сохранностью которых отвечает депо и которыми при необходимости может оперативно воспользоваться. По всем дополнительным запасным частям и затратам, которые могут возникнуть, выставляются счета компании-производителю. Все это заранее согласуется в рамках договора: стоимость нормо-часа, количество часов, затраченных на различные виды ремонта. Поскольку сервисное обслуживание проводится на местах и специалистами заказчика, то производитель, заранее обучив специалистов, оплачивает фактические трудозатраты. В случаях, когда поломку невозможно устранить силами депо, выезжает сервисная служба завода Stadler. Ремонт производится на месте эксплуатации трамвая. В процессе процедуры закупки трамваев предоставляется перечень оборудования, которое необходимо приобрести депо

для самостоятельного обслуживания вагонов после окончания гарантийного срока. В этот список обычно входят устройства для проточки бандажей, замены (распрессовки-запрессовки) бандажей, колес и подшипников, а также оборудование для обслуживания гидравлической тор-

мозной системы. Все применяемые детали всегда рассчитаны на максимальный срок службы. Например, закрытые буксовые подшипники, не требующие смазки, рассчитаны на эксплуатацию в течение всего срока службы трамвая или как минимум до капитального ремонта.

Компоненты для производства трамвая

Вагон проектировался специалистами компании Stadler Minsk с применением как белорусского, так и швейцарского опыта, но при создании трамвая максимально использовались компоненты, производящиеся на постсоветском пространстве, и лишь те элементы, которые нельзя заменить российскими или белорусскими аналогами, были закуплены в Западной Европе.

Корпус изготавливается из российской стали. Она прошла проверку на прочность и удовлетворяет всем требованиям. Но в основном детали и узлы белорусские – пластиковые панели, стекла, электрооборудование. Для них специально была разработана документация и размещен заказ на изготовление, что логично объясняется удобством поставок из страны сборки. По желанию заказчика часть элементов может быть заменена на российские.

Двигатели закупаются в Западной Европе, потому что в Беларуси и России предприятия пока не выпускают двигатели требуемой конструкции и необходимых технических параметров. На «Метелице» установлены одноопорные двигатели, то есть без переднего подшипника. Второй опорой служит подшипник редуктора после соединения

его с двигателем. Опыта изготовления таких двигателей у российских производителей нет. Для мощности 105 кВт в режиме S1 и 140 кВт в режиме S2 двигатель имеет малые габариты, но в то же время обеспечивает высокую производительность. При обеспечении такой мощности в необходимых габаритах температура внутри самовентилируемого двигателя повышается и для соблюдения установленного срока службы требуется применение качественных изоляционных материалов и передовых технологий изготовления.

Компания Stadler заключает контракты только с независимыми поставщиками, гарантирующими качество и точные сроки поставки продукции. Например, тележку специалисты Stadler разработали и сделали на собственных мощностях и на данный момент независимы от каких-либо сторонних поставок. Но в случае достижения договоренностей с российскими предприятиями вполне возможна замена европейских комплектующих на российские аналоги. Основное требование для подобных заказов – высочайшее качество, обеспечение гарантийных обязательств и обеспечение обозначенных сроков поставки.

Стоимость, цена и рынки сбыта

Себестоимость трамвая может варьироваться в зависимости от параметров заказа и комплектации вагона. Цена зависит от условий контракта: количества единиц, условий оплаты, срока гарантийного обслуживания и ряда других параметров.

Особую актуальность создание новых трамвайных маршрутов и обновление парка приобретают с проведением массовых спортивных и культурных мероприятий в го-

родах России. На данный момент активно ведется подготовка к чемпионату мира по футболу 2018 года, включающая в том числе и транспортные задачи. Stadler старается активно взаимодействовать с городами, которые примут у себя игры чемпионата, – Москвой, Санкт-Петербургом, Калининградом, Самарой, Волгоградом, Казанью, Нижним Новгородом, Ростовом-на-Дону, Саранском, Сочи и Екатеринбургом. 

Моделирование процессов трения в условиях лубликации системы «колесо-рельс» высокоскоростного железнодорожного транспорта

В. В. Алисин,

к.т.н., зав. лаб. Института машиноведения
им. А.А. Благонравова РАН

Б. В. Покидько,

к.т.н., с.н.с. Института машиноведения
им. А.А. Благонравова РАН

М. Н. Роцин,

к.т.н., в.н.с. Института машиноведения
им. А.А. Благонравова РАН

Г. А. Симакова,

д.х.н., проф. кафедры коллоидной химии
Московского государственного университета
тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова

В. Ф. Юдкин,

к.т.н., н.с. Института машиноведения
им. А.А. Благонравова РАН

Развитие высокоскоростного железнодорожного транспорта обострило проблемы износа системы «колесо-рельс». Ключевую роль в обеспечении безопасности и коммерческой эффективности высокоскоростного транспорта играют надежность и ресурс работы колесных пар поездов и железнодорожного пути в условиях движения со скоростями до 350 км/ч (97,2 м/с). Действующие технические требования на применяемые в ОАО «РЖД» материалы (например, «Смазочные материалы для лубликации зоны контакта колес и рельсов») могут быть использованы до скорости 140 км/ч (38,9 м/с). Потери при трении в основном определяют энергопотребление транспорта, а износ материалов является главной причиной деградации трибосопряжений. С увеличением скорости роль триботехнических проблем и энергопотребления возрастает.

Проведение натурных экспериментов в области изучения процессов трения и износа в системе «колесо-рельс» железнодорожного транспорта является необходимым, но очень дорогим этапом создания новых технических решений для уменьшения износа колес и рельсов [1]. Известно применение испытательных стендов, моделирующих работу системы «колесо-рельс» для изучения влияния скорости движения на возникновение повреждений на поверхностях трения колес и рельсов, обусловленных процессами износа и усталости металла [2], которые позволяют существенно уменьшить стоимость исследовательских работ при разработке мероприятий по техническому обслуживанию подвижного состава и верхнего строения пути, но не дают возможность проводить испытания в условиях, близких к имеющим место в высокоскоростном транспорте. Развитие математических методов и совершенствование программных средств моделирования [3] контактного взаимодействия колес с рельсами в условиях высокоскоростного движения требует знания закономерностей изменения триботехнических

параметров как функции скорости. Исходными данными для математического описания трибологических процессов служат экспериментальные закономерности трения и износа контактирующих поверхностей, получаемых в лабораторных трибологических опытах.

Лучшие отечественные и зарубежные смазочные материалы, содержащие добавки порошковых материалов, включают в свой состав тонкодисперсные частицы графита, дисульфида молибдена, природных слоисто-ленточных силикатов и др. Влияние рецептурных факторов на физические, трибологические и реологические свойства бентонитовых смазок изучено в работе [4]. Добавляемые в смазку порошки получают механическим диспергированием, в результате которого образуются частицы с размерами вплоть до нескольких мкм, а чаще – агрегаты с размерами не менее 10-20 мкм. Частицы такого размера обычно забивают фильтры, склонны к седиментации, поэтому их применение ограничено. Новое поколение смазочных материалов [5, 6] содержит частицы алюмосиликатов размером менее 100 нм, которые получают по комплексной технологии, не имеющей

прямых аналогов среди общеизвестных мировых технологий синтеза смазочных материалов. Поскольку наиболее эффективным средством уменьшения износа рельсов является смазка, то представляет интерес оценить эффективность применения различных смазочных материалов для смазки рельсов в условиях высокоскоростного движения.

Физическое моделирование процесса высокоскоростного скольжения проводилось на модернизированной машине трения УМТ-1, снабженной специально изготовленной дополнительной ступенью в приводе, позволяющей расширить диапазон рабочих скоростей шпинделя до 6 000 об./мин. При этом диаметр дисковых образцов был увеличен до 320 мм, а также были применены: 3 держателя образцов, расположенных равномерно по окружности пальцев, в каждом из которых закрепляется образец – стальной шарик диаметром 8 мм. Рентгенографические исследования проводились методом рентгеновской дифракции с использованием рентгеновского дифрактометра Ultima IV, фирмы Rigaku (40 kV, 40 mA) и монохроматического $\text{CuK}\alpha$ -излучения. Обработка экспериментальных данных проходила в специализированном программном продукте Jade-6.5 с подключенной базой данных PDF-2 (Powder Diffraction Files, ICDD).

Результаты исследования образцов композиционных смазок, содержащих модифицированные слоистые силикаты с различным строением адсорбционных слоев, выполненного методом рентгеновской дифракции, представлены на рисунке 1.

Анализ выделенных после модификации порошкообразных образцов демонстрирует увеличение расстояния между соседними ба-

зальными кристаллическими плоскостями пластинчатых частиц. При этом в зависимости от содержания модификатора и строения исходного алюмосиликата (главным образом в зависимости от заряда поверхности частиц) образуются структуры с различными межплоскостными расстояниями, то есть с различным строением адсорбционных слоев. Их строение сильно изменяется в зависимости от содержания катионного поверхностно активного вещества, в условиях синтеза наблюдается формирование структур с величиной межплоскостного расстояния порядка 3 нм. Значения межплоскостных расстояний получали при помощи уравнения Брэгга-Вульфа:

$$d = \frac{n \times \lambda}{\sin \Theta},$$

где d – межплоскостное расстояние, м,

Θ – угол дифракции,

λ – длина волны рентгеновского излучения ($1,54 \times 10^{-10}$ м для $\text{CuK}\alpha$),

n – порядок отражения.

Механическая стабильность смазок зависит от размера частиц наполнителя. Определение размеров частиц для решения поставленных задач проводилось методом динамического светорассеяния с использованием анализатора размеров частиц DelsaNano (Beckman Counter). Режим съемки на DelsaNano выбирался в соответствии с рекомендациями производителя (размер щели (pinhole) – 100 μm^2 , время набора сигналов (accumulation time) – 50 (70 в ряде случаев или 100 при необходимости получения более точной информации). Каждое измерение повторялось не менее 5 раз для обеспечения воспроизводимости результатов. Для накопления экспериментальных точек (временная зависимость светорассеяния) применялся метод временных интервалов с использованием для математического преобразования полученных данных метода куммулянтов, рекомендованного для определения размеров наночастиц в полидисперсных системах (cumulant method).

Установлено, что в углеводородных средах при высоких концентрациях катионных поверхностно-активных веществ образуются ламеллярные наноразмерные структуры, а агрегаты органомодифицированных минеральных частиц, полученных по разработанной технологии, имеют субмикронные размеры. При этом в условиях добавления к неполярным

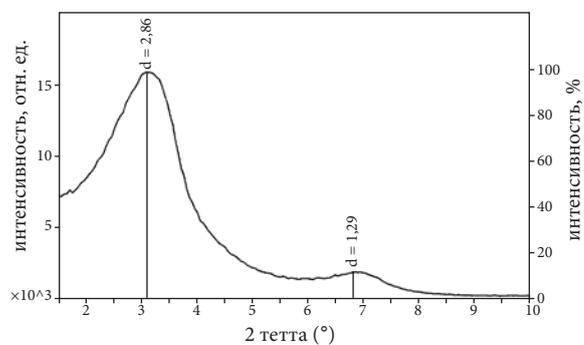


Рис. 1. Дифрактограмма порошкообразного органомодифицированного монтмориллонита, полученного по лабораторной технологии с использованием очищенного бентонита после отмывки образца от избытка органических катионов водно-спиртовой смесью

средам определенных количеств полярных добавок (ацетон, МЭК, гексанол) наблюдается эффективное диспергирование модифицированных алюмосиликатных порошков вплоть до микроагрегатов с эквивалентными диаметрами менее 100-300 нм (рис. 2).

Заметное влияние на эксплуатационные характеристики смазочных материалов с алюмосиликатными наночастицами оказывают следующие факторы:

- технология изготовления смазок, получаемых при смешивании порошкообразных присадок с масляной фазой (механическое, волновое и/или ультразвуковое воздействие) либо путем *in situ* модификации алюмосиликатных частиц в процессе изготовления смазки;
- структура адсорбционных слоев катионных поверхностно-активных веществ на поверхности наночастиц, то есть плотность упаковки и ориентация органических радикалов в межслоевом пространстве и соответствующее межплоскостное расстояние;
- наличие избыточного количества катионного модификатора на поверхности наночастиц и/или в объеме масляной фазы;
- природа масляной фазы (переход от систем, содержащих в качестве дисперсионной среды вазелиновое масло, к более дешевым промышленным маслам).

Проведенные реологические эксперименты [5] показали, что при высоких скоростях сдвига течение стабилизируется за счет понижения эффективной вязкости ($\eta_{эф}$) и рост напряжений прекращается. Это обстоятельство позволяет предположить, что наибольший эффект от лубрикации рельсов новой смазкой можно ожидать от применения в высокоскоростном железнодорожном транспорте.

Триботехнические испытания проведены при постоянном контактном давлении (по Герцу), составляющем 2 000 МПа при длительности единичного эксперимента 2 с. Измеряемый износ образцов корректировался по величине пройденного пути трения. При этом, как отмечалось, испытания проходили в практически не изученном интервале линейных скоростей 40-100 м/с, в котором модельные триботехнические эксперименты в мире почти не проводятся.

Изучение влияния скорости скольжения на коэффициент трения f происходило при

ступенчатом повышении скорости в диапазоне $v = 41-92$ м/с. Результаты опытов приведены на рисунках 3, 4.

Как видно из данных, приведенных на рисунке 3, при увеличении скорости скольжения коэффициент трения $f_{ус}$ снижается почти в 2 раза, что хорошо коррелирует с данными реологических испытаний (снижение эффективной вязкости, в ходе эксперимента осуществляется фрикционный разогрев трибосопряжения. Для высокоскоростных режимов трения плотность возникающих тепловых потоков $q = f_p \times v$ может превышать $9,6 \times 10^9$ Вт/м², что соответствует режиму трения: $p = 2\ 000$ МПа; $v = 40$ м/с; $f_p = 0,12$. «Падающий» характер зависимости $f_p = \varphi(v)$ можно объяснить влиянием температурного фактора. По мере увеличения скорости скольжения в контакте сопряженных тел происходит фрикционный разогрев образцов, снижение механической прочности поверхностных слоев и, как следствие, снижение прочности адгезионных связей на участках фактического касания сопряженных тел [7]. Установлено, что механизм изнашивания стальных поверхностей, работающих в условиях высокоскоростного трения, отличается от того, что имеет место в интервале скоростей 0-40 м/с вследствие большого влияния образующейся в контакте капельной фазы материалов, участвующих в трении. В результате имеет место существенное снижение коэффициента трения и увеличение износа поверхностей (рис. 4). Эксперименты показали, что в интервале линейных скоростей 40-100 м/с применение различных смазочных материалов обеспечивает практически одинаковый коэффициент трения, однако по показателю износостойкости фиксируются значительные различия. Дополнительный поло-

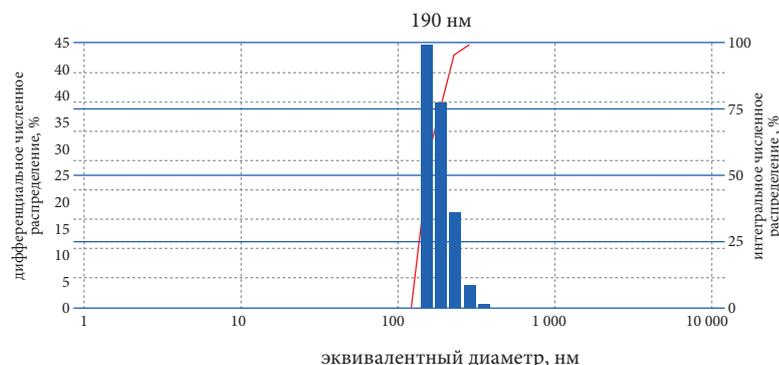


Рис. 2. Кривые распределения частиц по размерам в 0,1% дисперсии монтмориллонита с вертикальной структурой адсорбционных слоев в циклогексане при добавлении 5% ацетона

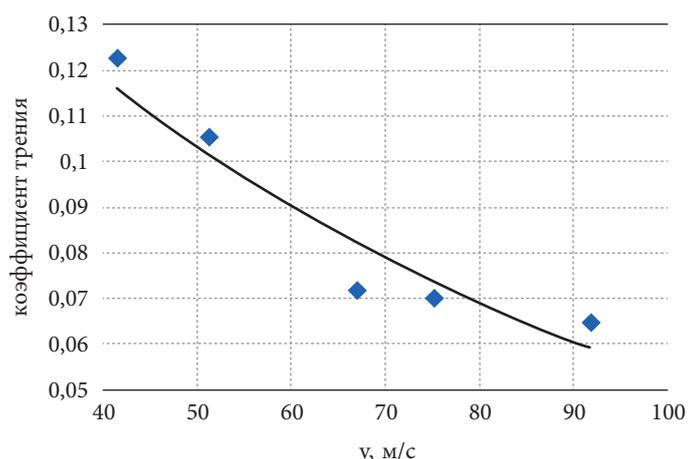


Рис. 3. Зависимость коэффициента трения образцов опытной смазки, содержащей 0,5% модифицированной алюмосиликатной присадки, от скорости скольжения

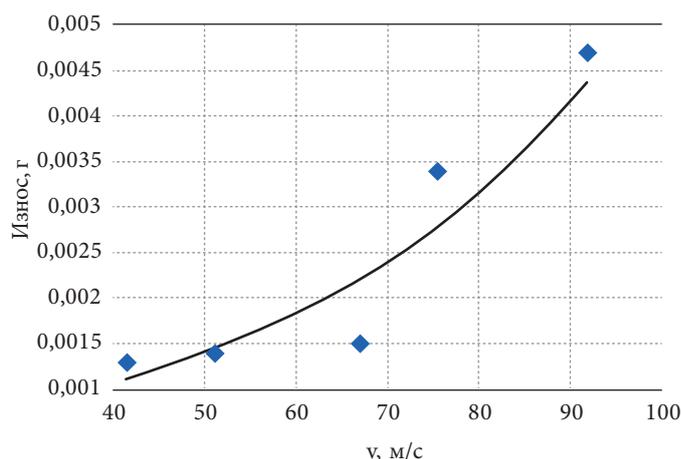


Рис. 4. Зависимость износа образцов опытной смазки, содержащей 0,5% модифицированной алюмосиликатной присадки, от скорости скольжения

жительный эффект от лубрикации рельсов состоит в увеличении стойкости рельсов к пластическому течению поверхностных слоев за счет уменьшения касательных напряжений [8], а также увеличения стойкости поверхности трения к контактно-усталостному выкрашиванию.

В результате проведенных испытаний было продемонстрировано, что в ряду исследованных образцов наиболее эффективную защиту стальных поверхностей от износа обеспечивает опытная смазка, содержащая органомодифицированные минеральные наночастицы. В таблице 1 приведены результаты проведенных сравнительных испытаний серийных и опытных смазок при близких скоростях скольжения.

Одной из вероятных причин повышенного износа в случае применяемых в настоящее время для лубрикации рельсов в ОАО «РЖД» серийных смазок КР-400 и МС-27 может являться большая скорость снижения массы вследствие потери частиц, используемых в композициях порошкообразных наполнителей под воздействием центробежных

сил при вращении образца-диска, поскольку традиционные микродисперсные наполнители обладают большей относительной массой и меньшей адгезией к масляной фазе в сравнении с наночастицами модифицированных алюмосиликатных наполнителей.

Таким образом, во-первых, при скоростях более 40 м/с интенсивное тепловыделение на фрикционном контакте достигает параметров, при которых происходит испарение жидкой компоненты смазочного материала, и интенсивность изнашивания поверхностей зависит от количества твердосмазочного наполнителя, попадающего в области фактического контакта колеса и рельса. Частицы твердого смазочного материала (графит, дисульфид молибдена), как правило, размером более 10-20 мкм под воздействием центробежных сил удаляются с поверхности с колеса. Состав жидкой компоненты базовой смазки мало влияет на эффективность лубрикации.

Во-вторых, снижение защитной функции граничной смазочной пленки при высокоско-

Табл. 1. Результаты сравнительных высокоскоростных трибологических испытаний исследуемых смазок

Смазка	Износ, г	Кэфф. трения, f_p	Средний износ, г	Средний кэфф. трения, f_p	Скорость, v , м/с
МС-27	0,0092	0,069	0,0061	0,063	61,56
	0,0075	0,057			55,05
	0,0015	0,065			64,06
КР-400	0,0035	0,042	0,0025	0,049	59,6
	0,0015	0,056			60,74
Пума +0,9% присадки	0,0019	0,032	0,0017	0,039	59,00
	0,0015	0,046			66,90
Без смазки	0,0195	0,065	0,0258	0,065	66,08
	0,0322	0,065			70,42

ростном скольжении интенсифицирует процессы накопления остаточных напряжений материалов, что в особенности относится к колесу, работающему в условиях высокочастотного (до 150 Гц) термомеханического нагружения.

В-третьих, с ростом скорости скольжения в интервале линейных скоростей $v = 40-100$ м/с коэффициент трения f_p снижается в 2 раза; общий диапазон изменения коэффициентов трения составляет $0,125 < f_p < 0,06$ и варьируется незначительно для смазок различной природы.

В-четвертых, лубрикация системы «колесо-рельс» при скоростях более 40 м/с применяемыми серийными смазочными материалами является малоэффективной в отношении способности к снижению износа рельсов и колес. Переход к системам, содержащим наноразмерные наполнители, позволяет резко увеличить эффективность смазочного действия. Модельные эксперименты с экспериментальными образцами смазки в условиях скольжения стальных поверхностей в диапазоне скоростей 40-100 м/с показали перспективность применения опытной смазки для лубрикации рельсов высокоскоростного железнодорожного транспорта.

В-пятых, для лубрикации рельсов высокоскоростного железнодорожного транспорта представляется перспективным применение смазочного материала, содержащего в качестве базовой смазки дешевую смесь минеральных масел, обеспечивающую заданные вязкостные характеристики и, соответственно, работоспособность автоматизированных лубрикаторов, и противоизносную присадку, содержащую наночастицы алюмосиликатов на основе доступных и дешевых глинистых частиц. Разработанный состав смазочного материала позволит, по данным проведенных опытов, примерно в 1,5 раза уменьшить износ рельсов и удешевить стоимость смазки за счет более дешевого и недефицитного наполнителя в сравнении с графитом.

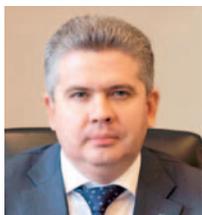
В-шестых, действующие технические нормы для применения смазок для рельсов в ОАО «РЖД» применительно к высокоскоростному железнодорожному транспорту целесообразно скорректировать, в частности дополнить их показателями коллоидной

стабильности смазки и коэффициентами, характеризующими тиксотропные свойства этих материалов, влияющие на способность смазки равномерно распределяться по рельсам.

Список использованной литературы

1. Lundberg J. Measurements of friction coefficients between rails lubricated with a friction modifier and the wheels of an IORE locomotive during real working conditions / J. Lundberg, M. Rantatalo, C. Wanhainen // *Wear*. – 2015. – V. 324–325. – P. 109–117.
2. Моделирование системы «колесо-рельс» // *Железные дороги мира*. – 2005. – № 2. – С. 45–52. (Перевод статьи S. Iwnicki // *Glaser's Annalen*. – 2004. – № 4. – P. 140–149).
3. Стенд для проведения исследований системы «колесо-рельс» // *Железные дороги мира*. – 2005. – № 4. – С. 41–46. (Перевод статьи M. Luke et al // *Eisenbahntechnische Rundschau*. – 2001. – № 4. – P. 211–217).
4. Курбатова М.В. Влияние компонентного состава на свойства бентонитовых смазок / М.В. Курбатова, И.А. Любинин // *Трение и смазка в машинах и механизмах*. – 2013. – № 3. – С.18–22.
5. Алисин В.В. Новые смазки для лубрикации рельсов высокоскоростного железнодорожного транспорта / В.В. Алисин, Г.А. Симакова // *Техника железных дорог*. – № 4. – 2013. – С. 48–51.
6. Алисин В.В. Зависимость триботехнических характеристик смазываемых поверхностей от содержания катионных модификаторов с наночастицами алюмосиликатов в смазке / В.В. Алисин, М.Н. Рошин, Б.В. Покидько, Г.А. Симакова // *Трение и смазка в машинах и механизмах*. – № 1. – 2014. – С. 15–20.
7. Chen H. Estimation of wheel/rail adhesion coefficient under wet condition with measured boundary friction coefficient and real contact area / M. Ishidaa, A. Namuraa, K. Baekb, T. Nakaharac, B. Leband, M. Paud // *Wear*. – 2011. – V. 271. – P. 32–39.
8. Stock R. Influencing rolling contact fatigue through top of rail friction modifier application – A full scale wheel – rail test rig study / R. Stocka, D.T. Eadieb, D. Elvidgeb, K. Oldknowb // *Wear*. – 2011. – V. 271. – P. 134–142. 

Современная система диагностики инфраструктуры: тенденции развития



И. К. Михалкин,
генеральный директор
ЗАО НПЦ ИНФОТРАНС



О. Б. Симаков,
первый заместитель
генерального директора
ЗАО НПЦ ИНФОТРАНС

До последнего времени основным назначением диагностики являлось обеспечение безопасности движения. В настоящее время интенсивное развитие систем и средств диагностики, автоматизация процессов измерения, обработки и анализа диагностической информации, с одной стороны, и бережливое отношение к ресурсам инфраструктурных подразделений, их рациональное использование, с другой, ставят перед диагностикой новую цель – обеспечение рационального и эффективного содержания инфраструктуры на основе ее фактического состояния.

Вектор новой целевой функции при безусловном сохранении задачи обеспечения безопасности движения получает ориентацию на решение главной проблемы любой транспортной системы – обеспечения заданного перевозочного процесса на заданном уровне рисков с заданной системой обслуживания.

Теперь основной целью диагностики, наряду с фиксацией отдельных нарушений, влияющих на безопасность движения, становится переход к непрерывному наблюдению за состоянием инфраструктуры – к ее мониторингу. Это позволит на основе определения ее фактического состояния осуществлять контроль динамики развития и перейти к прогнозированию момента перехода в предотказное состояние с целью своевременного принятия мер по недопущению этого. Диагностика и мониторинг становятся активными компонентами инфраструктуры, непосредственно влияющими на ее качество и готовность к решению стоящих перед ней задач.

Можно выделить три составные части диагностики и мониторинга инфраструктуры железнодорожного транспорта как системы:

1. Нормативно-техническая документация, на основе которой осуществляется функционирование всей системы диагностики и мониторинга (технические регламенты на контролируемые параметры,

инструкции по их оценке, допустимые риски, программы и методики испытаний, регламенты взаимодействия элементов системы диагностики и мониторинга инфраструктуры, регламенты информационного взаимодействия с другими информационно-аналитическими системами ОАО «РЖД» и т. д.).

2. Инструментальная база диагностики, которая осуществляет непосредственный контроль состояния объектов инфраструктуры в необходимом объеме:

- мобильные средства (специализированные, многофункциональные);
- ручные средства (съёмные);
- стационарные.

3. Информационно-аналитическая подсистема, ведущая сбор, контроль кондиционности и достоверности, приведение к стандартному виду и синхронизацию получаемой информации, ее накопление и углубленный анализ – является интеллектуальным ядром системы диагностики и мониторинга. Система должна обеспечивать объективной информацией в необходимом и достаточном объеме другие информационно-аналитические системы ОАО «РЖД», системы технико-экономического анализа и принятия управленческих решений в целях эффективного управления инфраструктурой железнодорожного транспорта.

Говоря о нормативно-техническом обес-

печении, необходимо отметить основной, краеугольный принцип построения системы диагностики и мониторинга в целом, который должен быть отражен в нормативно-технической документации, – принцип единства измерений. Требуется разработка или уточнение технических регламентов на измерение параметров различных объектов железнодорожной инфраструктуры. В этих регламентах должны быть даны четкие определения всех параметров, которые следует измерять и оценивать, условия выполнения измерений и их периодичность.

Возьмем простой пример. Есть ли в настоящее время однозначное трактование таких простых параметров, как ширина колеи или уровень? Путьевой шаблон должен устанавливаться перпендикулярно рихтовочной нити, нерихтовочной, оси пути? Ширина колеи – это кратчайшее расстояние между рельсами с учетом наклепов и износов или просто измеренное на определенном заглублении? Что такое уровень головок рельсов: линия, свободнолежащая на головках рельсов или проходящая через середины поверхностей катания рельсов? Уже возникает много вопросов. А что делать с горизонтальными и вертикальными неровностями, характеризующимися диапазонами длин волн, схемами измерения или натурным представлением, а также правилами обработки?

Сейчас, когда есть возможность вычислять пространственное положение рельсовых нитей, измерять поперечные профили рельсов и многое другое, просто необходимо давать максимально корректное определение параметров, опирающееся на научно-техническое, физическое описание объекта, а не на имеющиеся средства измерений. Не нормативно-техническая документация должна приспособливаться к тому, что и как могут измерять разработчики систем диагностики, а разработчики систем диагностики должны измерять то, что требуется для корректного представления состояния технических объектов железнодорожной инфраструктуры!

Необходимо, чтобы все инструментальные средства диагностики, функционирующие в рамках системы диагностики и мониторинга железнодорожной инфраструктуры, обеспечивали измерение параметров в соответствии с едиными техническими

регламентами. Выполнение разработанных требований обязано неукоснительно обеспечиваться всеми разработчиками диагностических средств. Все средства, измеряющие те или иные параметры, должны формировать их в установленном, стандартном виде, какие бы методы, датчики, схемы измерения и методы обработки при этом не использовались. Обеспечение выполнения принципа единства измерений нужно сделать одним из основных критериев при сертификации диагностических средств и последующем принятии решения о возможности их применения на сети железных дорог. Диагностические средства могут и должны различаться только перечнем измеряемых параметров и точностью их измерения.

Приемку всех средств диагностики также следует осуществлять по единым программам и методикам испытаний. В их основе должны лежать требования обеспечения единства измерений, проверка измерений на их повторяемость, воспроизводимость и сопоставимость.

Средства диагностики, задействованные в системе диагностики и мониторинга, необходимо оптимизировать по своему составу, перечню диагностируемых параметров, периодичности работы с целью обеспечения системы диагностики и мониторинга информацией о фактическом состоянии инфраструктуры в нужном и достаточном объеме для прогнозирования ее развития и своевременного принятия эффективных управленческих решений.

На рисунке 1 показано развитие средств диагностики производства НПЦ ИНФОТРАНС. Такие многофункциональные средства не только позволяют получать одномоментный «снимок» инфраструктуры, но и уменьшают нагрузку на трафик и существенно снижают затраты на диагностику.

Актуальным направлением развития диагностики является определение поведения инфраструктуры в условиях реального взаимодействия с обращающимся подвижным составом. В рамках этого направления уже сейчас появились многофункциональные диагностические лаборатории на базе локомотивов (СПЛ-ЧС200, СМДЛ-2ТЭ116). Применение современных технических ре-

До 2000 года	Узкоспециализированные вагоны-лаборатории КВЛ-П ранних моделей	
2000-2007 годы	Расширение спектра контролируемых параметров КВЛ-П сетевого уровня	
2007-2011 годы	Многофункциональность, автоматизация Диагностические комплексы «ЭРА»	
2011-2014 годы	Высокая степень автоматизации, компактность, реальные условия взаимодействия пути и эксплуатируемого подвижного состава. Многофункциональные диагностические лаборатории СМДЛ-2ТЭ116, СПЛ-ЧС200	
С 2015 года	Автономные системы измерения на эксплуатируемом подвижном составе Измерительная система «ИНФОТРАНС-ВЕЛАРО RUS»	

Рис. 1. Эволюция мобильных средств диагностики

шений позволило в ограниченном пространстве одной секции локомотива реализовать максимальную функциональность, аналогичную двухвагонным диагностическим комплексам «ЭРА».

Совместный проект ОАО «РЖД», НПЦ ИНФОТРАНС и «Сименс АГ» – проект «ИНФОТРАНС-ВЕЛАРО Rus» – открывает новый класс средств диагностики – класс автономных средств диагностики. Проектом предусматривается установка систем диагностики путевой инфраструктуры и контактной сети. Широкий спектр диагностируемых параметров, высокие точности и полная автоматизация всех процессов управления, измерения, обработки и анализа информации без участия оператора обеспечивают полноту, объективность и достоверность получаемых данных, необходимых для контроля особо ответственных высокоскоростных направлений.

Еще одной особенностью этого проекта является то, что впервые диагностическое оборудование такой широкой номенклатуры устанавливается на обращающемся пассажирском электропоезде. Монтаж оборудования осуществляется без вмешательства в штатные системы поезда и практически без вмешательства в планировку (сохранены все места пассажиров). Устанавливаемые высокоточные системы измерения могут работать во всех погодных-климатических условиях на скоростях до 350 км/ч включительно. Такой подход позволяет вести диагностику вообще без нагрузки на перево-

зочный процесс. При этом обеспечивается высокая периодичность контроля состояния в условиях реального взаимодействия высокоскоростного подвижного состава с инфраструктурой. Все это вместе дает возможность вести эффективный мониторинг и прогнозирование развития инфраструктуры высокоскоростных магистралей в целях заблаговременного предупреждения и недопущения ее перехода в опасное состояние.

Данные от всех средств диагностики должны аккумулироваться в интеллектуальном ядре системы диагностики и мониторинга – информационно-аналитической системе. Она, в свою очередь, должна служить информационной подложкой для других информационно-аналитических систем ОАО «РЖД», систем технико-экономического анализа и принятия управленческих решений в целях эффективного управления инфраструктурой железнодорожного транспорта, включая поддержку методологии УРРАН-RAMS.

Информационно-аналитической системе диагностики и мониторинга необходимо обеспечивать сбор, контроль кондиционности и достоверности, приведение к стандартному виду и синхронизацию получаемой со средств диагностики информации, ее накопление и углубленный анализ. Фактически система должна содержать информацию о состоянии технических объектов инфраструктуры на всем жизненном цикле, начиная с проекта.



Рис. 2. Информационно-аналитическая система «ЭКСПЕРТ»

В НПЦ ИНФОТРАНС в соответствии с этими требованиями разработана система «ЭКСПЕРТ». Она в различных вариантах исполнения используется на всех железных дорогах России. Полная, веб-ориентированная версия системы, обеспечивающая доступ ко всему многообразию диагностической и аналитической информации с любого рабочего места в соответствии с уровнем допуска, уже в течение нескольких лет с успехом используется на Куйбышевской железной дороге. Система обеспечивает информационную поддержку технологии УРРАН-RAMS и взаимодействие с другими информационными системами, применяющимися в ОАО «РЖД».

Уже разработан целый ряд внешних приложений системы «ЭКСПЕРТ», которые на основе данных диагностики на горизонте в несколько лет с большой достоверностью определяют уровень предотказного состояния пути по его геометрии и состоянию креплений, стабильность балластной призмы и земляного полотна, разработана методика комплексной оценки состояния бесстыкового пути, реализовано программное обеспечение пла-

нирования планово-предупредительных и средних ремонтов пути.

Многофункциональность систем и средств измерения сейчас является мировым трендом развития диагностики. ИНФОТРАНС по заказу «Немецких железных дорог» (DB) для их нового диагностического поезда Miss-DVT разработал и поставил многофункциональную инерциальную бесконтактную измерительную систему контроля геометрии пути и рельсов (проект MIBIS). Для «Швейцарских железных дорог» (SBB) компания сейчас разрабатывает диагностический комплекс на базе вагона EuroCity (проект gDFZ). Специалисты DB и SBB также проявляют большой интерес к информационно-аналитической системе диагностики и мониторинга железнодорожной инфраструктуры «ЭКСПЕРТ» (рис. 2).

В целом можно сказать, что в настоящее время уже многое сделано для того, чтобы создать современную систему диагностики и мониторинга состояния железнодорожной инфраструктуры, которая реально позволит оптимальным образом с минимальными затратами обеспечить заданный перевозочный процесс на заданном уровне рисков при заданной системе обслуживания. Ⓢ

Заказные встраиваемые системы – в кратчайшие сроки: MEN делает это возможным!



А. Бибер,
менеджер по маркетинговым коммуникациям и PR
MEN Mikro Elektronik GmbH

Неполные шесть часов – столько длится поездка на скоростном поезде ICE из Гамбурга в Мюнхен – один из самых протяженных и популярных железнодорожных маршрутов Германии. Интернет в вагонах поездов и различные мультимедийные развлекательные программы не дают пассажирам скучать в пути. Но доставит ли пассажиру удовольствие просмотр новейшего голливудского блокбастера, если в вагоне не будет самых элементарных удобств, например в туалете не будет работать смыв? Нет необходимости объяснять, как такой сбой повлияет на настроение пассажиров. При чем же здесь заказные встраиваемые системы, да еще доступные в кратчайшие сроки?

Можно ли предвидеть будущее?

Буквально (пока еще) нет, но его можно смоделировать с помощью «Предиктивного обслуживания», инновативного решения на базе СХД-сервера, все чаще используемого в пассажирских перевозках. От такой системы перевозчик получает собранную и проанализированную информацию обо всех функциях подвижного состава, нуждающихся в обслуживании, от системы смыва в туалетах до критических компонентов вроде механизма управления дверями или тормозной системы. Обладая точной информацией о том, какому компоненту и когда требуется плановое обслуживание, перевозчик может наилучшим образом планировать и консолидировать сервисные работы, опережая возникновение поломки и без спешки заказывая запасные части, необходимые к моменту проведения плановых работ. Предсказания сроков службы того или иного компонента покоятся на статистических расчетах, как часто была выполнена конкрет-

ная функция, прежде чем случилась поломка или возникла необходимость в обслуживании. Система предиктивного обслуживания протоколирует работу всех узлов подвижного состава и отправляет собранные данные через мобильный интернет-канал в центральный ВЦ, где они будут обработаны. Преимущества очевидны: высокая эффективность обслуживания и ремонтных работ, экономия времени и денег и, что немаловажно, довольные пассажиры.

В зависимости от того, какая информация должна быть собрана, как сервер СХД будет встроен в действующую инфраструктуру сети поезда, каким образом данные будут передаваться в ВЦ и какие еще функции должны быть реализованы, будет зависеть и конфигурация искомой системы. И, несмотря на разнообразие запросов, такие системы должны быть разработаны и поставлены в короткие сроки, чтобы сохранить и закрепить преимущества инноваций.

Быстрореализуемые решения на основе встраиваемых компьютеров

Вот где выходят на передний план заказные встраиваемые системы быстрого доступа (ВТО от англ. Built-to-Order)! Разработчики компании MEN давно замечают растущее давление

на рынке грузовых и пассажирских перевозок – проекты все более скоротечны, а конкуренция становится все жестче. Работа с такими проектами, а также запросы из области промышлен-

ной автоматизации, давно уже существующей в тесных временных рамках, привели к появлению концепций ВТО-систем на базе 19-дюймовой СРСІ технологии и встраиваемых «коробочных» компьютеров.

Благодаря своей компактности и высокой защищенности встраиваемые компьютеры наилучшим образом подходят для реализации приложений из категории уже упомянутого «Предиктивного обслуживания» для связи подвижного состава с контрольным центром, общих контрольных функций в поездах и на автотранспорте или других классических решений из сферы «Интернета вещей».

Встраиваемые компьютеры MEN всегда состоят из кондуктивно охлаждаемого корпуса, центральной платы, оснащенной различными вариантами процессоров Intel и AMD, независимой платы ввода-вывода, подбираемой для конкретного случая, и обширного набора расширений, накопителей информации, антенн, модемов и пр.

Компьютеры поставляются «под ключ», оснащенные базовым ПО (firmware).

Таким образом, заказчик может составить систему, максимально подходящую ему, и получить ее в течение всего двух недель, чтобы начать первые тесты и испытания. Базовые конфигурации встраиваемых компьютеров определяют общие сферы их применения – СХД, беспроводные системы, промышленная автоматизация или транспортные системы.

Для допуска к работе на транспорте наши компьютеры должны быть достаточно защищенными, чтобы соответствовать железно-

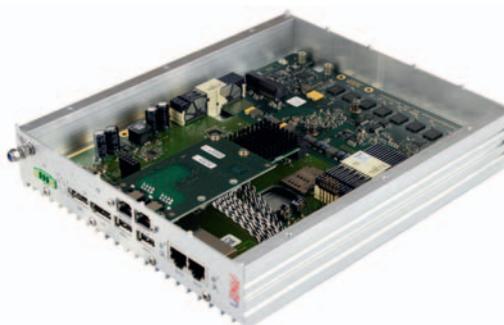


Рис. 1. Надежное механическое соединение плат CPU и I/O в корпусе встраиваемого компьютера

дорожному стандарту EN 50155 или E-Mark для автомобильной промышленности. Охлаждаемый кондуктивным способом корпус обеспечивает надежную работу в расширенных температурных диапазонах. Напаянные компоненты и особое покрытие печатных плат делает компьютеры нечувствительными к механическим воздействиям, влаге и пыли. Механическое соединение основной платы с платой ввода/вывода устраняет нагромождение проводов, часто встречающееся в промышленных компьютерах других марок. Такое соединение является отличительной чертой встраиваемых компьютеров MEN и гарантирует качество работы, а также надежное размещение электроники в корпусе системы.

В то время как встраиваемые компьютеры безотказно работают на транспорте в условиях нехватки свободного места, в задачах, требующих высоких вычислительных ресурсов, они уступают место более мощным системам на базе половинной и полной 19-дюймовой CompactPCI технологии.

Заказные модульные 19-дюймовые системы

Благодаря своей модульности и надежности CompactPCI уже пользуются высокой популярностью, что привело MEN к мысли разработать модульный конструктор и для этого семейства, доведя принцип модульности до совершенства.

Первым шагом стало введение корпуса размером всего в половину стандартного 19-дюймового крейта. Это позволило системе оставаться компактной при прежней мощности и даже монтировать такой облегченный корпус на стене. Несложное приспособление разрешает помещать две таких компактных системы на одной 19-дюймовой полке – идеальное расширение при необходимости.

Затем мы разработали особую кросс-плату, которая должна быть максимально гибкой и гарантировать реализацию всех специфических функций ввода-вывода, полевых шин при высокой производительности. Решение содержит в себе составляющие сразу из трех стандартов: CompactPCI(-PlusIO), CompactPCI Serial и PCI-/PCI-Express-разъемов. Небольшая разница в геометрии широко используемых в промышленной автоматизации плат PCI-, PCI-Express и разъемов стандарта CompactPCI была решена с помощью адаптеров, передающих сигналы из мира PCI- и PCI-Express в мир CompactPCI, не опасаясь помех и механических воздействий, а

MEN Mikro – лидер на мировом рынке оборудования для ответственных применений. Продукция MEN используется в отраслях промышленности, для которых бесперебойность технологических процессов – критически важный фактор: на железнодорожном транспорте, в авиации и космосе, атомной и нефтяной промышленности, производстве медицинского оборудования, робототехнике, телекоммуникациях.

MEN Mikro внедряет на производстве как общепринятые системы менеджмента качества ISO 9001:2000, ISO 14001:2005, так и специализированную сертификацию: EN/AS 9100 – для авионики, IRIS – для железнодорожного транспорта.

Приобрести продукцию MEN Mikro Elektronik GmbH в России можно у официального дистрибьютора компании ПРОСОФТ и ее региональных дилеров.

тел.: +7 (495) 234-06-36, факс: +7 (494) 234-06-40,
e-mail: info@prosoft.ru, www.prosoft.ru

Ознакомиться с продукцией MEN Mikro Elektronik GmbH можно на официальном сайте компании www.men.de и в каталоге продукции на сайте ПРОСОФТ.

Реклама

заказчик получил возможность использовать компоненты PCI- и PCI-Express, от которых он в силу разных причин отказаться не мог. Партнерство с компанией Hilscher прибавило к набору периферии целый ряд адаптеров для различных полевых шин, которые также выполнены в стандарте CompactPCI и могут использоваться в наших системах без ограничений.

Еще один аспект модульных систем – это масштабируемость вычислительной мощности. В системах MEN использованы процессорные платы CompactPCI-PlusIO, управляющие параллельной периферией и периферией стандарта CompactPCI. Заказчик может выбрать любого представителя семейства процессоров Intel-Core-i7 – от сверхэкономичного до супер-

К будущему готовы. Гарантия стабильности через стандартизацию

Использование стандартизированных компонентов во встраиваемом компьютере или CompactPCI-решении не только обеспечивает короткие сроки поставок и максимальную гибкость в применении, но и защиту инвестиций заказчиков. Стандартизация гарантирует как взаимозаменяемость компонентов производства компании MEN, что экономит массу времени и денег, так и устраняет зависимость от одного производителя, предлагая открытую платформу



Рис. 2. Кросс-плата в корпусе заказной 19-дюймовой CPCI-системы позволяет реализацию практически любых решений

производительного. Честно говоря, решить эту задачу было нетрудно. На самом деле такое масштабирование возможно с любой процессорной платой производства MEN. Стандартизированное размещение разъемов на передних панелях процессорных плат обеспечивает полную совместимость между поколениями процессоров и долгую и бесперебойную работу систем далеко за рамками наличия в продаже самих процессоров. В случае снятия с производства одной процессорной платы она легко заменяется преемником без вмешательства в конфигурацию системы в целом.

Чтобы обеспечить высокую надежность системы, особенно в приложениях критического применения, разработчики MEN добавили к функциям ВТО-системы возможность бесперебойной подачи питания. Каждая система может оснащаться двумя ИП, как постоянного или переменного тока, так и их комбинацией. ИП могут резервировать друг друга или использоваться как ИБП. Эта функция была также реализована в соответствии с нормативами, принятыми на железнодорожном и автомобильном транспорте.

для использования продукции различных производителей в настоящих и будущих проектах.

Комбинация высокой надежности, гибкости в конфигурации, быстрого наличия на рынке и исключительной эффективности делает концепцию заказных систем ВТО многократно более привлекательной, чем обычная разработка систем по заказу. Использование наших систем гарантирует работу жизненно важных функций, даже если это механизм смыва в бачке. 



Встраиваемые решения MEN

Защищённые компьютерные платы и системы для работы
в жёстких условиях эксплуатации и для ответственных применений

Высокое качество продукции в соответствии с ISO 9001/14001, AN/AS 9100, IRIS

Высокая надёжность в соответствии с EN 50155, DO-254, E1

Обеспечение уровней безопасности до SIL 4, DAL-A

Компьютерные модули Rugged COM Express® (VITA 59) и ESMexpress®

Платы в форматах CompactPCI®/PlusIO/Serial и VME

Мезонинные модули PMC, XMC, M-Module™ I/O

Защищённые коммутаторы Ethernet

Встраиваемые и панельные компьютеры



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ MEN MIKRO ELEKTRONIK

МОСКВА	Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru
С.-ПЕТЕРБУРГ	Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru
АЛМА-АТА	Тел.: (727) 329-5121; 320-1959 • sales@kz.prosoft.ru • www.prosoft-kz.com
ВОЛГОГРАД	Тел.: (8442) 260-048 • volgograd@prosoft.ru • www.prosoft.ru
ЕКАТЕРИНБУРГ	Тел.: (343) 376-2820; 356-5111 • Факс: (343) 310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru
КАЗАНЬ	Тел.: (843) 203-6020 • Факс: (843) 203-6020 • info@kzn.prosoft.ru • www.prosoft.ru
КИЕВ	Тел.: +38 (044) 206-2343; 206-2478 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft-ua.com
КРАСНОДАР	Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • krasnodar@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Н. НОВГОРОД	n.novgorod@prosoft.ru • www.prosoft.ru
НОВОСИБИРСК	Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • Факс: (383) 230-2729 • info@nsk.prosoft.ru • www.prosoft.ru
ОМСК	Тел.: (3812) 286-521 • Факс: (3812) 315-294 • omsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru
САМАРА	Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru
УФА	Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • info@ufa.prosoft.ru • www.prosoft.ru
ЧЕЛЯБИНСК	Тел.: (351) 239-9360 • chelyabinsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru

Особенности разработки и освоения колес для электропоезда «Ласточка»

А. Е. Камышный,
менеджер по новым видам продукции и научно-исследовательским работам инженерно-технологического центра АО «Выксунский металлургический завод» (АО «ВМЗ»)

Д. Е. Керенцев,
главный специалист по проектированию железнодорожных колес инженерно-технологического центра АО «ВМЗ»

Р. М. Тимаков,
ведущий специалист инженерно-технологического центра АО «ВМЗ»

Рост рынка перевозок, увеличение интенсивности и скорости движения поездов предъявляют повышенные требования к новому подвижному составу. Российские железные дороги взяли курс на модернизацию и обновление пригородного подвижного состава – замену его на высокотехнологичные поезда, обладающие высокой надежностью, способные удовлетворять современным требованиям рынка.

Требования к цельнокатаным колесам

В декабре 2009 года ОАО «РЖД» заключило контракт с Siemens на разработку электропоездов на базе конструктивной платформы Desiro ML («Ласточка») [1]. В рамках достигнутых договоренностей разработку и освоение отечественного производства цельнокатаных колес для электропоезда «Ласточка» осуществляли на АО «Выксунский металлургический завод».

В настоящее время наибольшее распространение на сети российских железных дорог получили цельнокатаные колеса диаметром 957 мм с плоскоконической формой диска, изготавливаемые по ГОСТ 10791-2011 [2]. Данный стандарт распространяется на цельнокатаные колеса, эксплуатируемые как под грузовыми, так и пассажирскими вагонами.

Техническими особенностями колес для электропоезда «Ласточка» являются ужесточенные требования:

- к качеству стали;
- к механическим свойствам;
- к уровню остаточных напряжений в поверхностном слое диска;

– к конструкции цельнокатаного колеса для моторного и немоторного подвижного состава.

Технические требования к цельнокатаным колесам разработаны специалистами ОАО «ВНИИЖТ» и АО «ВМЗ» и отражены в технических условиях ТУ 0943-265-01124323-2011 «Колеса цельнокатаные для электропоездов «Ласточка»». Преимуществом разработанных технических требований является соответствие качественных показателей колес российским и европейским базовым стандартам ГОСТ 10791-2011 и EN 13262:2004+A2:2011.

В первом квартале 2015 года произведена опытная партия цельнокатаных колес для реализации работ по контролю первого изделия. Колеса изготовлены из металла собственного производства.

Рассмотрим основные характеристики и реализованные технические решения, направленные на выполнение требований к цельнокатаным колесам для электропоезда «Ласточка».

Качественные показатели стали цельнокатаных колес

В качестве базового химического состава, обеспечивающего требуемый комплекс механических свойств, определена сталь марки 2 по стандарту

ГОСТ 10791-2011. Выбранный диапазон химического состава стали также соответствует стали марки ER9 по стандарту EN 13262:2004+A2:2011.

С целью повышения надежности цельнокатаных колес в эксплуатации реализовано техническое решение, позволяющее обеспечить снижение загрязненности стали по эндогенным неметаллическим включениям. Разработана технология внепечной обработки, которая обеспечивает содержание в жидкой стали кислорода не более 0,0025% (25 ppm), азота – не более 0,0070% (70 ppm), водорода – не более 0,0002% (2 ppm). Снижения загрязненности стали по экзогенным неметаллическим включениям достигали за счет применения термостойкой керамики.

Ужесточение требований к содержанию газов и неметаллическим включениям в стали является собственным решением, направленным на повышение надежности цельнокатаных колес в эксплуатации.

Разработанная технология производства стали обеспечивает отсутствие дефектов браковочного признака, выявляемых при ультразвуковом контроле ободьев колес в осевом и радиальном направлении диаметром не более 2 мм, при ультразвуковом контроле диска и ступицы колес в осевом направлении – не более 3 мм.

Химический состав стали цельнокатаных колес для электропоезда «Ласточка» приведен в таблице 1.

Контроль загрязненности стали колес неметаллическими включениями оценивали по ГОСТ 1778 (метод Ш1) по среднему баллу по каждому виду включений. Фактические значения загрязненности стали неметаллическими включениями опытной партии колес приведены в таблице 2.

Табл. 1. Химический состав стали цельнокатаных колес для электропоезда «Ласточка»

Массовая доля элементов, %									
C	Mn	Si	V	S	P	Cr	Ni	Cu	Mo
не более									
0,53-0,60	0,50-0,80	0,22-0,40	0,06	0,015	0,020	0,30	0,30	0,30	0,08

Табл. 2. Загрязненность стали ободьев колес неметаллическими включениями

Тип включений	Средний балл в соответствии с требованиями ТУ 0943-265-01124323-2011, не более	Фактический балл загрязненности опытной плавки 07572
Оксиды строчечные	1,0	включений не выявлено
Оксиды точечные	2,5	0,5
Силикаты хрупкие	2,0	0
Силикаты пластичные	1,5	включений не выявлено
Силикаты недеформирующиеся	2,5	включений не выявлено
Сульфиды	2,0	1,0

Механические свойства цельнокатаных колес

Термическая обработка цельнокатаных колес заключается в прерывистой закалке обода с последующим отпуском. Температура нагрева колес под закалку на 30-50 °С превышала температуру аустенизации, охлаждение ободьев колес осуществляли водовоздушной смесью через спрейерные устройства, обеспечивающие регламентированную скорость их охлаждения. Для релаксации остаточных напряжений цельнокатаные колеса подвергали отпуску при температуре не менее 450 °С.

В результате термоупрочнения колес в ободьях формируется мелкодисперсная феррито-перлитная структура, структура диска и ступица колес соответствует нормализованному состоянию.

Полученный комплекс механических свойств при проведении испытаний колес в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ 10791-2011 приведен в таблице 3, при проведении испытаний в соответствии с требованиями стандарта EN 13262:2004+A:2011 – в таблице 4.

Табл. 3. Результаты механических свойств цельнокатаных колес, испытанных в соответствии с требованиями ГОСТ 10791-2011

Номер плавки	Обод							Диск		
	Временное сопротивление, Н/мм ²	Относительное удлинение, %	Относительное сужение, %	Ударная вязкость КСУ, среднее значение, Дж/см ²	Твердость, НВ		Трещиностойкость, МПа*м ^{1/2}	Ударная вязкость КСУ, среднее значение, Дж/см ²		
					в точке А	в точке В на глубине 30 мм		+ 20 °С	- 60 °С	
Нормативы в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ 10791-2011										
	910-1110	8	14	20	на 15 НВ меньше твердости в точке В		≥255	50	20	15
07572	1020	11	34	38	252		294	97	53	93

Табл. 4. Результаты механических свойств цельнокатаных колес, испытанных в соответствии с требованиями стандарта EN 13262:2004+A2:2011

Номер плавки	Обод								Диск		
	Временное сопротивление, Н/мм ²	Предел текучести, Н/мм ²	Относительное удлинение, %	Работа удара KV Дж -20 °С		Работа удара KU Дж +20 °С		Твердость, НВ		Временное сопротивление, Н/мм ²	Относительное удлинение, %
				Среднее значение	Минимальное значение	Среднее значение	Минимальное значение	в точке А	в точке В на глубине 35 мм		
Нормативы в соответствии с требованиями стандарта EN 13262:2004+A2:2011											
	900-1050	≥580	≥12	8	5	13	9	На 10НВ меньше твердости в т.В	≥255	≥130 уменьшение относительно временного сопротивления обода	≥14
07572	1010	770	12	15	13	23	23	252	300 287 287	208	17

Уровень остаточных напряжений в поверхностном слое дисков цельнокатаных колес

В процессе эксплуатации цельнокатаные колеса испытывают знакопеременные нагрузки, которые оказывают влияние на напряженное состояние колес. Растягивающие остаточные напряжения в поверхностном слое цельнокатаных колес уменьшают

конструкционную прочность, способствуя образованию первичной трещины при более низкой нагрузке. По этой причине важным критерием, обеспечивающим надежность цельнокатаных колес в эксплуатации, является регламентированный уровень оста-

точных напряжений в поверхностном слое диска колес. Окончательной механической обработке цельнокатаные колеса подвергаются в термоупрочненном состоянии.

Особым требованием к процессу механической обработки цельнокатаных колес электропоездов «Ласточка», наряду с точностью изготовления и шероховатостью обрабатываемой поверхности, является формирование в поверхностном слое диска колес остаточных напряжений, величина которых не должна превышать 200 МПа.

Уровень остаточных напряжений в поверхностном слое зависит от режимов механической обработки, типа используемого режущего инструмента и припусков под окончательную механическую обработку. Механическая обработка цельнокатаных колес является завершающей технологической операцией производства.

С целью определения оптимальных параметров резания организована серия промышленных экспериментов по оценке влияния параметров механической обработки – величины подачи и скорости резания – на уровень остаточных напряжений

в поверхностном слое дисков колес. Измерение напряжений проводилось рентгеновским методом.

В результате экспериментов установлено, что увеличение подачи в диапазоне от 0,1 до 0,4 мм/оборот приводит к снижению сжимающих и увеличению растягивающих напряжений.

С увеличением скорости резания в диапазоне от 100 до 160 м/мин уровень растягивающих напряжений возрастает от 100 МПа до 400 МПа, дальнейшее увеличение скорости резания от 160 до 200 м/мин приводит к уменьшению величины растягивающих напряжений до 200 МПа.

Влияние скорости резания при механической обработке проявляется в изменении продолжительности теплового и силового воздействия на обрабатываемую поверхность. Дальнейшее увеличение скорости резания до 200 м/мин приводит к значительному разогреву обрабатываемой поверхности в зоне резания, что оказывает негативное влияние на структурное состояние обрабатываемой поверхности металла.

Конструкции цельнокатаного колеса для моторного и немоторного подвижного состава

Конструктивной особенностью колес электропоезда «Ласточка» является применение дисковых тормозов на моторной тележке, которые крепятся непосредственно на колесо с внутренней и наружной стороны. С этой целью конструкцией колес предусмотрено наличие специальных площадок и отверстий в диске с высокими требованиями к точности их изготовления. В свою очередь, на немоторной тележке предусмотрено использование дисковых тормозов, устанавливаемых на ось колесной пары, что определило исполнения конструкции колес без отверстий в диске.

В виду того что изначально электропоезд разрабатывали под требования европейских железных дорог, колеса имеют наружный диаметр по кругу катания 920 мм, в отличие от серийных отечественных вагонных колес с номинальным диаметром 957 мм.

Несмотря на значительные конструктивные отличия, колеса подтвердили

соответствие требованиям к показателям прочности, установленным европейскими и отечественными нормами в расчете на использование с максимальной статической нагрузкой на ось колесной пары 19 тс (рис. 1).

Соответствие продукции требованиям действующей нормативной базы подтверждено ФБУ «Регистр сертификации на федеральном железнодорожном транспорте». 22 января 2013 года АО «ВМЗ» получен сертификат соответствия № ССФЖТ RU.TM01.A.09706 на установочную серию по 2 500 штук колес для моторных и немоторных железнодорожных колес для электропоезда «Ласточка».

Освоение производства цельнокатаных колес для электропоезда «Ласточка» дает возможность решить задачу по локализации производства компонентов для электропоезда Desiro RUS («Ласточка») на территории Российской Федерации. Произ-

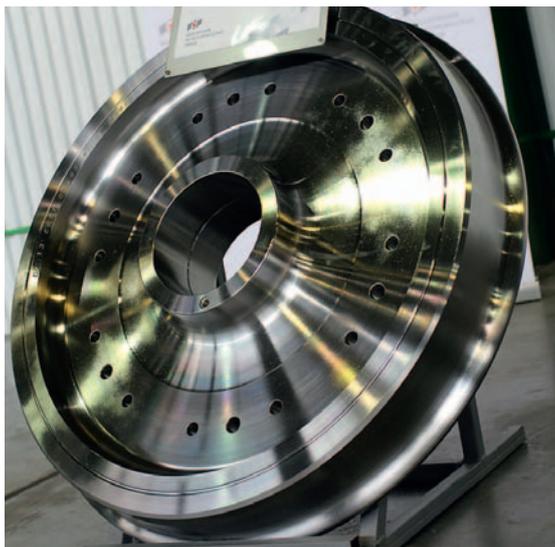


Рис. 1. Моторное цельнокатаное колесо для электропоезда «Ласточка»

водственные мощности АО «ВМЗ» позволяют обеспечить существующие потребности рынка скоростных колес.

Список используемой литературы:

1. Циглер В., Манглер Р. Desiro RUS – перспективный электропоезд для пригородных перевозок / В. Циглер, Р. Манглер // Техника железных дорог. – 2012. – №2 (18). С. 53–58.
2. ГОСТ 10791-2011. Колеса цельнокатаные. Технические условия. – Введ. 2012-01-01. – М.: Стандартинформ, 2011. – 27 с.
3. EN 13262:2004+A2:2011. Railway applications – Wheelsets and bogies – Wheels – Product requirements. – 2011. – 47 с. 

ЮБИЛЕИ



26 июля исполнилось 55 лет начальнику Центра технического аудита – структурного подразделения ОАО «РЖД» Сергею Никифоровичу Гапееву.

С присущим талантом современного руководителя, высокой принципиальностью и упорством в достижении цели Сергей Никифорович добивается динамичных результатов в развитии Центра технического аудита.

Под его руководством проводится реализация политики ОАО «РЖД» в области стратегического управления качеством продукции, потребляемой ОАО «РЖД», осуществляется реформирование системы инспекторского контроля, формируется система технического аудита промышленных предприятий на пространстве Евразийского экономического союза.

Сергея Никифоровича отличает высочайший профессионализм, целеустремленность, преданность делу, большая самоотдача, чуткость и внимательность к насущным проблемам трудового коллектива.

Накопленный бесценный практический опыт в результате многолетней безупречной работы на самых разных позициях в железнодорожном транспорте от помощника машиниста до заместителя Министра путей

сообщения обеспечивает выбор выверенных ориентиров и векторов реализации самых сложных, разнообразных задач.

Проактивная жизненная позиция, огромный творческий потенциал, виртуозное владение современными методами управления обеспечивают динамику и определяют приоритеты успешного развития Центра технического аудита. При этом высокая коммуникабельность, доступность в общении обеспечивает Сергею Никифоровичу широкий круг контактов в научных, технических и деловых кругах не только в нашей стране, но и за рубежом.

Искренне поздравляем Сергея Никифоровича с днем рождения! Желаем сибирского здоровья, семейного благополучия, счастья, удовлетворения в работе от достижения новых результатов в реализации актуальных задач развития железнодорожного транспорта и машиностроения!

*Коллектив
Центра технического аудита*



14 августа Александру Евгеньевичу Китину, заместителю генерального директора по качеству ООО «НИИЭФА-ЭНЕРГО», исполнилось 65 лет!

Уважаемый Александр Евгеньевич!

От всей души поздравляем Вас с 65-летием!

За 40 лет Вашей трудовой биографии Вы сменили несколько направлений профессиональной деятельности и неизменно добивались высоких результатов благодаря своим знаниям, пылливому уму, обстоятельности, твердости характера, высокому чувству ответственности.

Вот уже 15 лет Вы плодотворно трудитесь в ООО «НИИЭФА-ЭНЕРГО», организовав «с нуля» работу управления качества и строго контролируя соответствие выпускаемого оборудования техническим условиям.

Мы знаем и ценим Вас как человека большой души и безграничного трудолюбия, всецело посвящающего себя работе. Ваш жизненный и профессиональный опыт, добропорядочность, внимание к людям и отзывчивость снискали Вам заслуженный авторитет у всех, кто Вас знает.

Вместе с супругой Вы вырастили двоих детей, являетесь неоспоримым авторите-

том и любимым дедушкой для четверых внуков. Вы интересный собеседник, человек с широким кругом интересов, удивительно сочетающий в себе доброту и строгость, серьезность и чувство юмора, технический склад ума, фантазию и любовь к прекрасному!

Мы знаем, что летом Вы любите ходить в походы с палаткой, зимой – гулять по лесу на лыжах, фотографировать природу, а еще у Вас золотые руки! Вы можете все, что угодно сделать сами: и игрушку для ребенка, и ремонт в квартире, и капремонт двигателя...

В этот знаменательный день, Александр Евгеньевич, искренне желаем Вам крепкого здоровья, долгих лет жизни, душевного покоя и благополучия Вашим родным и близким! Пусть Вам всегда и во всем сопутствует удача, а жизнь всегда будет наполнена яркими событиями и впечатлениями!

*Руководство и коллектив
ООО «НИИЭФА-ЭНЕРГО»*



11 октября Сергею Владимировичу Калетину, старшему вице-президенту – главному инженеру АО «СГ-транс», вице-президенту НП «ОПЖТ», исполнится 50 лет!

Уважаемый Сергей Владимирович!

От имени АО «СГ-транс» и от себя лично горячо и искренне поздравляю Вас с 50-летним юбилеем!

Знаю Вас давно. Ваш уникальный талант профессионала удивительным образом сочетается с лучшими человеческими качествами. Сильный характер, непреклонная воля, богатейший опыт и глубокие знания позволяют Вам быть одним из тех, кто формирует основные направления технического развития железных дорог России. В Вашей компетенции – сложнейшие вопросы технического развития АО «СГ-транс», и Вы блестяще справляетесь со всеми поставленными задачами.

50 лет – это расцвет сил, сочетание мудрости, опыта и энергии. Ваш юбилей – знаменательное событие для всех, кто работал и продолжает работать вместе с Вами. И самая высокая оценка Ваших профессиональных и человеческих качеств – это, конечно, уважение и доверие коллег и друзей.

Желаю Вам хорошего здоровья, неиссякаемой жизненной энергии, благополучия, успехов во всех делах и начинаниях и отличного настроения. Пусть поддержка и понимание друзей, коллег и близких всегда будут Вашей опорой!

*С уважением,
президент АО «СГ-транс» А.Р. Тайчер*

Выездной семинар на предприятиях китайской корпорации CNR

С 25 по 29 мая 2015 года на территории АО «Китайская северная локомотиво-вагоностроительная промышленная корпорация» (China CNR) состоялся выездной семинар, организованный НП «ОПЖТ». В составе делегации были руководители крупнейших российских предприятий железнодорожной промышленности, испытательных центров железнодорожной техники, органов по сертификации ОАО «РЖД», ОАО «ВНИИЖТ», НП «ОПЖТ».

Корпорация CNR



Сотрудники China CNR и участники семинара на заводе «7 февраля», Пекин

China CNR, являясь одним из передовых в мире производителей продукции железнодорожного назначения, занимается проектированием, производством, ремонтом и сдачей в аренду локомотивов, вагонов и комплектующих деталей и узлов. Корпорация объединяет 20 дочерних предприятий. В ее составе – самые большие в Китае заводы по производству локомотивов (тепловозы и электровозы), пассажирских и грузовых вагонов. Главное управление корпорации находится в Пекине.

В конце 2014 года правительством Китайской Народной Республики было принято решение об объединении двух основных государственных производителей железнодорожного оборудования Китая – China CNR и CSR Corp. (северная и южная промышленные корпорации) с целью создания крупнейшей в мире компании в железнодорожной отрасли. Объединение было ратифицировано советом акционеров корпораций и Государственным комите-

том по управлению госимуществом КНР. Крупнейшие вагоностроители Китая – госкорпорации CSR Corp и China CNR – подтвердили информацию о слиянии, а в июне текущего года прошло объединение, и новая компания стала носить название «Китайская корпорация железнодорожного подвижного состава (CRRC)». Это еще сильнее упрочит положение компаний и позволит эффективнее конкурировать с производителями из Канады, стран Евросоюза и Японии.

Сегодня производственные мощности корпорации China CNR дают возможность ежегодно выпускать 1 000 электровозов и тепловозов, 4 000 пассажирских вагонов и вагонов городского рельсового транспорта, 30 000 грузовых вагонов различного типа, 1 000 вагонов высокоскоростных пассажирских поездов. Корпорация обеспечивает локомотивами и грузовыми вагонами более половины общего объема внутреннего китайского рынка, а также экспортирует свою продукцию более чем в 80 стран мира. Одной из приоритетных задач руководства компании является непрерывное улучшение качества своей продукции, что необходимо для сохранения того сегмента рынка, который занимает CNR как по продажам подвижного состава, так и в области железнодорожных перевозок.

В ходе семинара состоялось посещение заводов China CNR: «Чанчуньская компания по производству железнодорожного транспорта» (производство высокоскоростных поездов) в г. Чаньчунь, «7 февраля» (производство путевых машин и локомотивов) и Испытательного центра железнодорожной техники в Пекине.

Испытательный центр железнодорожной техники в Пекине

Испытательный центр, крупнейший в Китае, является аналогом Экспериментального кольца в Щербинке, служит для проведения сертификационных испытаний железнодорожной техники, находясь в юрисдикции Министерства железных дорог КНР. Радиус кольца – 9 км. Это позволяет проводить испытания на скоростях до 160 км/ч.

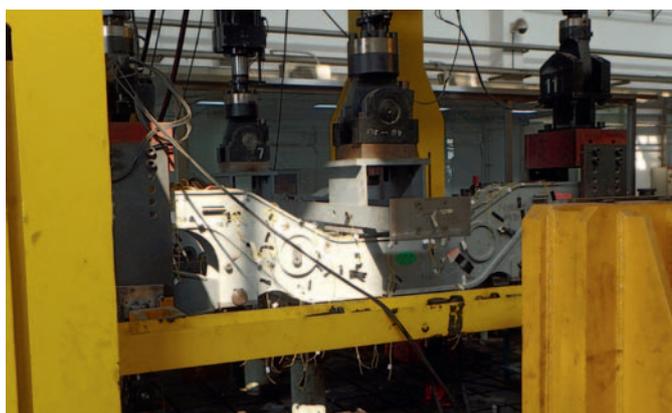
Основными областями исследований являются: подвижной состав, путь и инженерные сооружения, материалы, устройства сигнализации и связи, информационные технологии, контроль железнодорожной инфраструктуры и др. Центр оснащен современным оборудованием и средствами измерений, позволяющими проводить большой объем различных стендовых испытаний:

- статические – для подвижного состава и его узлов;
- усталостные – для рам и комплектующих тележек;
- климатические;
- электрические;
- прочие виды испытаний, необходимые для допуска объектов железнодорожного транспорта на инфраструктуру.

Немало внимания уделено усталостным испытаниям рам тележек. При их проведении используется пространственное нагружение с применением сервогидравлического оборудования, причем форма сигналов нагружения является сложной, что не позволяет использовать классические пульсаторы. На одну раму приходится до 5-7 точек приложения нагрузки.

Параллельно проводятся испытания торсионов, гидродемпферов, элементов контактной сети и т. п. Также Центр имеет вибростенды с прикладываемым усилием до 300 кН. При этом необходимо обратить внимание на то, что грузовые тележки, используемые в отдельных вагонах, имеют диагональные связи.

Помимо испытаний железнодорожной техники и ее компонентов, аналогичных тем, которые проводятся на Экспериментальном кольце в Щербинке, в Пекине имеется оборудование, позволяющее испытывать одновременно до 4 тяговых двигателей с изменяющейся нагрузкой на них. Эти испытания дают возможность имитировать работу целой секции в реальных условиях эксплуатации.



Стенд для испытания тележек



Стенд для испытания тяговых двигателей

Завод «7 февраля» (BRE)

Завод BRE расположен на юго-западной окраине Пекина, являясь дочерней компанией China CNR.

BRE занимается производством и техническим обслуживанием тепловозов, дизельных двигателей, запасных частей и компо-

нентов, а также изготовлением путевых машин, располагаясь на площади в 1 043 м², где работает более 4 000 человек. BRE способен ежегодно производить 200 тепловозов, 100 электровозов, 60 путевых машин и осуществлять ремонт 100 локомотивов.



Рельсошлифовальный поезд

Сегодня продукция завода работает на железных дорогах Китая (более 3 000 локомотивов), Кубы (112 локомотивов), Южной Америки, Конго, Анголы, Нигерии и Сьерра-Леоне.

В настоящее время завод готовится к переезду в новые производственные цеха. При посещении этого завода участникам семинара были представлены:

- рельсошлифовальный поезд;
- щебнеочистительная машина;
- техническая матрица для энергетиков;
- машина для очистки плеч балластной призмы.

Рельсошлифовальный поезд – машина, которая аналогична по конструкции рабочих органов, кабины, ходовых частей, компоновочных решений поездом РШП-48, эксплуатируемым на сети ОАО «РЖД». Исключение составляет только количество секций шлифования на машине и, соответственно, количество шлифовальных кругов. В России эксплуатируются поезда с 48 шлифовальными кругами, в Китае – 96.

Данное отличие позволяет сократить количество проходов машины при «оздоровлении» поверхности рельса. Модульность конструкции машины аналогична той, что производится на Калужском заводе «Ремпутьмаш».

Щебнеочистительная машина – машина для очистки балласта производительностью 800 м³/ч, аналог RM фирмы Plasser&Theurer. Интересным конструктивным отличием является использование баровой цепи без применения литья с оригинальной конструкцией звеньев. Данное решение позволяет защитить от износа внутреннюю футеровку восходящего желоба, но может снизить надежность работы выгребного устройства в целом.

Машина для очистки плеч балластной призмы – двухсекционная путевая машина с двумя роторами (по одному с каждой стороны) общей производительностью по добыче материала 1 200 м³/ч. На ней расположен инерционный грохот, идентичный по конструкции грохоту ГИТ-73, производства РудГорМаш (г. Воронеж). Аналогичные роторные установки используются в России на машинах МКТ-1П.

Машина добывает балласт от торца шпалы на ширину ротора (около 800 мм), передает добытый материал в грохот и возвращает чистый щебень обратно, а отсеб направляет на выбросной конвейер мусора, расположенный на крыше передней кабины. Данные машины широко используются в странах с тропическим климатом для очистки плеч балластной призмы от быстрорастущей растительности, которая движется при росте в сторону оси



Щебнеочистительная машина



Машина для очистки плеч балластной призмы

пути. В России близким аналогом такой техники является ранее выпускаемая машина УМ-1 или УМС производства Опытного завода путевых машин и механизмов ПТКБ ЦП МПС.

Степень локализации, по информации китайских коллег, при производстве указанной техники составляет 70%, а остальные 30% – закупка у зарубежных производителей. На машинах используются гидравлические рукава, элементы гидравлики, электрики и пневматики известных

европейских производителей, дизельные установки Cummins и Deutz, гидропередача Voith.

В рамках дальнейшего сотрудничества с китайскими партнерами необходимо выяснить, имеют ли известные европейские фирмы предприятия на территории Китая. Данное взаимодействие позволит снизить закупочные цены на аналогичную продукцию и получить альтернативных поставщиков по изготовлению комплектующих и компонентов для путевой техники.

АО «Чанчуньская компания по производству железнодорожных поездов»

АО «Чанчуньская компания по производству железнодорожных поездов» – крупнейшее предприятие по производству и экспорту высокоскоростных электропоездов, пассажирских вагонов и городского электротранспорта.

В 2010 году была открыта первая очередь завода CNR, ставшего одной из передовых компаний в мире в этом сегменте. На площади 160 га размещено порядка 4 000 единиц высокотехнологичного оборудования, которое обслуживает свыше 13 000 сотрудников.

Каждый год квалифицированный персонал исследует и разрабатывает более 30 видов железнодорожных и городских транспортных средств, что позволяет предприятию занимать лидирующее положение в Китае по производству электротранспорта.

Продукция «Чанчуньской компании» экспортируется в Гонконг, Таиланд, Новую Зеландию, Австралию, Саудовскую Аравию, Бразилию, Северную Корею, Иран, Ирак, Пакистан, Шри-Ланку и т. д.

В настоящее время производственные мощности компании позволяют выпускать 4 000 электропоездов, пассажирских вагонов и вагонов городского рельсового транспорта, а также 6 000 железнодорожных тележек в год. Производство обладает передовыми технологиями: линиями по изготовлению алюминиевых корпусов вагонов, максимально автоматизированными линиями сварки и окраски, а также лабораторией, проводящей испытания как



Чанчуньская компания по производству железнодорожных поездов

отдельных узлов, так и готовой продукции в целом.

С момента создания на предприятии было изготовлено более 30 000 различных видов вагонов высокоскоростных поездов с конструкционной скоростью от 210 до 380 км/ч.

Испытательный центр Чанчуньской компании оснащен современными стендами, позволяющими проводить как статические, так и динамические испытания отдельных узлов высокоскоростных поездов.

Из ключевых стендов необходимо обратить внимание на стенд для проведения усталостных испытаний рам тележек. Уникальность стенда заключается в том, что он может испытывать тележку с приложением усилий в 20 точках. Так же, как и в испытательном Центре в Пекине, форма сигналов нагружения является сложной, дающей возможность имитировать динамические нагрузки, которые испытывает тележка в процессе ее эксплуатации. Стенд позволяет прикладывать усилия к трем точкам на каждом колесе тележки, причем испыта-



Высокоскоростной поезд CRH380BL

ния можно проводить, не вытаскивая ее из-под вагона. Особый интерес представляет катковый стенд для отработки режимов тяги, торможения и работы электрооборудования. Его уникальность заключается в том, что он позволяет проводить испытания, разгоняя колесо вагона (имитируя скорость движения) до 600 км/ч.



а)



б)

а), б) Испытательный центр Чанчуньской компании

Кроме этого, испытательная лаборатория завода имеет железнодорожное кольцо длиной в 9 км для проведения ходовых испытаний подвижного состава и скоростной прямолинейный участок дороги длиной в 17 км с выходом на пути общего пользования.

На заводе решена задача идентификации и складирования комплектующих деталей и узлов, поступающих для сборки поездов. Продукция имеет соответствующий «стикер» с нанесенным на него штрихкодом. После проведения входного контроля продукция поступает на роликовый конвейер склада, оборудованный специальными считывающими устройствами, которые в соответствии со штрихкодом автоматически распределяют ее по стеллажам и складским местам.

Хотелось бы отметить еще одну особенность работы китайских железных дорог. Сертификация продукции железнодорожного назначения, эксплуатирующейся на инфраструктуре КЖД, осуществляется в обязательном порядке и в соответствии с перечнем, утвержденным Министерством железных дорог КНР. Приемочный контроль готовой продукции и ее допуск на инфраструктуру осуществляют инспекторы-приемщики специального подразделения этого министерства, аналогичного Центру технического аудита ОАО «РЖД». Например, на заводе в г. Чанчунь постоянно работает 20 инспекторов-приемщиков.

Учитывая опыт внедрения передовых технологий в транспортном машиностроении и выпуск современной высокотехнологичной продукции на предприятиях компании China CNR, необходимо обратить внимание отечественных предприятий транспортного машиностроения на возможность организации совместного производства инновационной продукции на территории Российской Федерации. Внедрение в таких проектах инвестиционно-инновационных моделей развития позволит увеличить объем и повысить качество выпускаемой продукции, создать новые рабочие места, а также улучшить продвижение продукции на новые рынки. 

Организаторы

Официальные партнеры

Бизнес-Форум

www.pg-online.ru
**ПРОМЫШЛЕННЫЕ
ГРУЗЫ**



VI ежегодная конференция

Рынок железнодорожного подвижного состава

10 ноября 2015

Москва, Россия, АЗИМУТ Москва Олимпик

+38 056 794 33 94
+7 499 346 20 40

conf@b-forum.ru
www.b-forum.ru

Узнайте мнение ключевых
экспертов о состоянии рынка
грузового вагоностроения

Стратегический
медиа партнер

Медиа партнеры



ТЕХНИКА[®]
ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

САМОРЕГУЛИРОВАНИЕ
& БИЗНЕС

ТРАНСПОРТ

РСН ЭКСПЕРТ

**СПЕЦИАЛЬНЫЕ
ПРОЕКТЫ**

Актуальность кибербезопасности на железнодорожном транспорте

Макаров Борис Александрович, к.т.н., руководитель центра кибербезопасности ОАО «НИИАС»

Контактная информация: 109029, Россия, г. Москва, Нижегородская ул., 27, стр. 1, тел.: +7 (499) 262-53-79, e-mail: b.makarov@vniias.ru

Аннотация: В статье рассмотрена краткая история и дана характеристика состояния кибербезопасности железнодорожного транспорта Российской Федерации. Рассматриваются особенности кибербезопасности инфраструктуры железных дорог и приведены перспективные планы работ центра кибербезопасности ОАО «НИИАС».

Ключевые слова: кибербезопасность (киберзащищенность), программно-управляемые системы и комплексы, АСУ ТП, МПСУ, хакеры, программно-аппаратные закладки, цели кибератак на железнодорожном транспорте, особенности кибербезопасности железнодорожных объектов, направления перспективных работ.

Мониторинг ситуации в промышленности на основании индексов ИПЕМ: II квартал 2015 года

Нигматулин Мансур Раисович, эксперт-аналитик Департамента исследований ТЭК Института проблем естественных монополий (ИПЕМ)

Контактная информация: Россия, 123104, г. Москва, ул. М. Бронная, д. 2/7, стр.1, тел.: +7 (495) 690-14-26, e-mail: mn@ipem.ru

Аннотация: В статье приведен обзор текущей ситуации в промышленности по итогам II квартала 2015 года на основании индексов, разработанных ИПЕМ. Даны основные результаты расчета индексов со снятием сезонного фактора, а также в разрезе отраслевых групп. Представлен подробный анализ системообразующих отраслей промышленности России, в том числе топливно-энергетического комплекса. Выявлены основные факторы, оказывающие позитивное и негативное влияние на развитие промышленности в 2015 году.

Ключевые слова: промышленность, низкотехнологичные отрасли, среднетехнологичные отрасли, высокотехнологичные отрасли, добыча, инвестиции в основной капитал, топливно-энергетический комплекс, погрузка промышленных товаров.

Анализ условий работы твердосплавного инструмента в тяжелых условиях обработки колесных сталей

Воробьев Александр Алфеевич, к.т.н., доцент кафедры «Технология металлов» ФГБОУ ВПО ПГУПС

Topicality of cybersecurity on railway transport

Boris Makarov, Dr.-Eng., Head of the Cybersecurity center, NIIAS JSC

Contact information: 27, bldg. 1, Nizhegorodskaya str., Moscow, Russia, 109029, tel.: +7 (499) 262-53-79, e-mail: b.makarov@vniias.ru

Abstract: The article provides a brief history and the state-of-the-art of cybersecurity of railway transport of the Russian Federation. The paper considers the aspects of the cybersecurity of railway infrastructure as well as a plan of prospective activities of JSC NIIAS Center of Cybersecurity.

Keywords: cybersecurity, software-controlled systems and complexes, automated control system for technological processes (ACS TP), microprocessor control system (MPCS), hackers, software and hardware bugs, targets of cyber attacks on railway transport, cybersecurity aspects of railway facilities, directions of prospective works.

Using IPEM indices to monitor Russian industry development in the first quarter of 2015

Mansur Nigmatulin, Analyst of Energy Sector Research Division, Institute of Natural Monopolies Research (IPEM)

Contact information: 2/7 bldg. 1, Malaya Bronnaya str., Moscow, Russia, 123104, tel.: +7 (495) 690 14 26, e-mail: mn@ipem.ru

Abstract: The article provides an overview of the current situation of the Russian industry in the II quarter 2015 on the basis of indices developed by IPEM. The main results of indices calculation (taking the seasonal component into consideration) are presented in industry groups' breakdown. A detailed analysis of the Russian basic industries, including fuel and energy complex is submitted. Identified main factors that have a positive and a negative impact on industrial development in the reporting period.

Keywords: industry, low-tech industry, med-tech industry, high-tech industry, production, fixed capital investment, fuel and energy complex, loading industrial product.

Analysis of operating conditions of the carbide tool under hard wheel steel processing conditions

Alexsander Vorobyev, Associate professor of Metal technology department Petersburg State Transport University

Кушнер Валерий Семенович, д.т.н., профессор кафедры «Машиностроение и материаловедение» ФГБОУ ВПО ОмГТУ

Крутько Андрей Александрович, к.т.н., доцент кафедры «Машиностроение и материаловедение» ФГБОУ ВПО ОмГТУ

Крутько Алексей Александрович, студент группы МВМ-514 ФГБОУ ВПО ОмГТУ

Контактная информация: 190031, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский пр. д. 9, тел. (812) 457-83-92, e-mail: vorobev_alex@mail.ru

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы токарной обработки профиля поверхности катания железнодорожного колеса, представлена модель, позволяющая учесть взаимосвязь условий термомеханического нагружения, деформации и изнашивания режущего лезвия инструмента. Определены оптимальные режимы резания и геометрия твердосплавных пластин, используемых для токарной обработки колес.

Ключевые слова: колесо, сталь, износ, инструмент, температура, ремонт.

О результатах сравнительных испытаний тепловозов ТЭМ14 И ТЭМ18В. Анализ повреждений узлов силового оборудования

Сиротенко Игорь Васильевич, к.т.н., старший научный сотрудник отделения «Тяговый подвижной состав» ОАО «ВНИИЖТ»

Гогричани Георгий Венедиктович, д.т.н., руководитель научно-консультационного центра ОАО «ВНИИЖТ»

Контактная информация: 107996, Россия, г. Москва, 3-я Мытищинская ул., д. 10, тел. +7 (495) 602-84-41, +7 (499) 260-41-32, e-mail: sirotenko.igor@vniizht.ru

Аннотация: Выполнен анализ важнейших результатов сравнительных испытаний новых маневровых тепловозы двухдизельного ТЭМ14 и контрольного ТЭМ7А, ТЭМ18В с дизелем фирмы Wartsila и контрольных ТЭМ18ДМ касающихся безотказности и долговечности узлов силового оборудования – дизеля и его систем, электропередачи.

Ключевые слова: тепловоз маневровый, дизель, силовое оборудование, повреждения, расходы, простои, значимость.

Автоматическое метро: характеристики и перспективы

Сурикова Ольга Дмитриевна, директор по работе с ключевыми заказчиками, Alstom Транспорт Россия и СНГ

Сошников Алексей Вячеславович, директор по развитию бизнеса СЦБ, Alstom Транспорт Россия и СНГ

Andrey Krutko, Associate professor of Mechanical and materials engineering department Omsk State Technical University
Valerii Kushner, Professor of Mechanical and materials engineering department Omsk State Technical University
Alexey Krutko, Student of MVM-514 group MVM – 514 Omsk State Technical University

Contact information: Moskovsky proezd, 9, Saint Petersburg, Russia, 190031, tel. +7 (812) 457-83-92, e-mail: vorobev_alex@mail.ru

Abstract: The article describes issues of turning of the rolling surface's profile of the railway wheel, . It presents the model which allows considering interrelation of conditions of thermomechanical loading, deformation and wear of cutting tool edge. The work defines the optimum modes of cutting and geometry of the hard-alloy plates used for turning of wheels.

Keywords: wheel, steel, wear, tool, temperature, repair.

Results of Comparative Tests of TEM14 and TEM18W Shunting Diesel Locomotives. Analysis of damages to the power equipment units

Igor Sirotenko, candidate of technical sciences, senior research fellow of the Traction rolling stock department, JSC Railway Research Institute of Russian Railway JSC (VNIIZHT)

Georgyi Gogrichiani, doctor of technical sciences, head of the research and consulting centre, VNIIZHT JSC

Contact information: 10, 3-d Mytishcinskaya str., Moscow, Russia, 107996, tel.: +7 (495) 602-84-41, +7 (499) 260-41-32, e-mail: sirotenko.igor@vniizht.ru

Abstract: The article provides an analysis of the most significant results of comparative tests of new TEM7A, Tem18V with Wartsila diesel and TEM18DM shunting two-diesel locomotives concerning faultlessness and durability of power equipment units – diesel and its systems, power transmission.

Keywords: shunting locomotive, diesel, power equipment, damages, expenses, downtimes, significance.

Automatic metro: characteristics and prospects

Olga Surikova, Key Account Director, Alstom Transport Russia & CIS

Alexey Soshnikov, Signalling Systems Business Development Manager, Alstom Transport Russia & CIS

Шило Денис Сергеевич, менеджер по развитию бизнеса в области городского транспорта, Alstom Транспорт Россия и СНГ

Контактная информация: 115093, Россия, г. Москва, ул. Щипок, д. 9/26, стр. 3, тел.: +7 (495) 231-29-49, e-mail: ekaterina.dobrogorskaya@crn.alstom.com

Аннотация: В статье описаны принципы работы автоматического метрополитена, сравниваются его параметры с метрополитеном, управляемым вручную. В частности, подробно описана технология CBTC (система телекоммуникационного управления железнодорожным транспортом). Она обеспечивает высокую скорость передачи данных между поездом и оборудованием путей с целью управления движением и контроля инфраструктуры. Кроме того, авторами приводятся примеры из истории развития автоматического метро в мире и анализируются перспективы его развития в России.

Ключевые слова: система телекоммуникационного управления железнодорожным транспортом, уровни автоматизации; автоматическое управление поездом, автоматическая защита поезда, система автоматического контроля движения.

Конструкционные особенности нового подвижного состава для метрополитена Баку

Марку Дарья Алексеевна, начальник отдела внешнеэкономической деятельности ОАО «Метровагонмаш»
Кошкин Сергей Глебович, руководитель проекта ОАО «Метровагонмаш»

Контактная информация: 170003, Россия, г. Тверь, Петербургское шоссе, 45-б, тел.: +7 (4822) 55-91-00, e-mail: mtts@all.tvz.ru

Аннотация: В статье рассматриваются особенности вагонов метро 81-760.В/761.В/763.В, созданные для Бакинского метрополитена. Раскрываются основные особенности внешнего облика и новых решений в интерьере, энергетические решения, особенности тормозного и пневматического оборудования, система видеонаблюдения и коммуникации.

Ключевые слова: Метровагонмаш, вагоны 760 серии, метрополитен Баку, вагоны со сквозным проходом, Альстом.

Конструкционные особенности трамвая «Метелица» со 100-процентным низким уровнем пола

Бычко Олег Витальевич, заместитель директора – главный конструктор по троллейбусам и трамвайным вагонам ЗАО «Штадлер Минск»

Denis Shilo, Urbain Railway Transport Business Development Manager, Alstom Transport Russia & CIS

Contact information: 9/26, bld.3, Schipok Str., Moscow, Russia, 115093, tel.: +7 (495) 231-29-49, e-mail: ekaterina.dobrogorskaya@crn.alstom.com

Abstract: This article describes the operation principles of the automatic metro, comparing its parameters with the “traditional” manually operated subway. In particular, the Communications-Based Train Control (CBTC) technology is described in detail. The System makes use of telecommunications, allowing high data rate between the train and track equipment, for the traffic management and infrastructure control. Besides, authors of the article put cases of the development of the automatic metro in the world and analyze the prospects of its development in Russia.

Keywords: communications-Based Train Control, grades of automation, Automatic Train Operation, Automatic Train Protection, Automatic Traffic Supervision system.

Specific design features of the new rolling stock for Baku metro

Darja Marku, Head of International Sales, Metrowagonmash JSC
Sergey Koshkin, Project Manager, Metrowagonmash JSC

Contact information: 45-b, Peterburgskoye Shosse, Tver, Russia, 170003, tel.: +7 (4822) 55-91-00, e-mail: mtts@all.tvz.ru

Abstract: The article considers specific features of 81-760.В/761.В/763.В metro carriages built for Baku Metro. The article describes main features of the exterior and new interior solutions, power solutions, specifics of the braking and pneumatic equipment, video control system and communications.

Keywords: Metrowagonmash, 760-model carriages, Baku Metro, pass-through carriages, Alstom.

Specific design features of 100% “Metelitsa” low-floor tram

Oleg Bytsko, Deputy Director – Chief Engineer on trolleybuses and tram cars, CJSC Stadler Minsk

Contact information: 64, Perehodnaya Str., Minsk, Republic of Belarus, 220070, tel.: +375 (17) 295-03-23, e-mail: stadler.minsk@stadlerail.com

Контактная информация: 220070, Республика Беларусь, г. Минск, Переходная улица, 64, тел.: +375 (17) 295-03-23, e-mail: stadler.minsk@stadlerail.com

Аннотация: Статья содержит технический обзор нового низкопольного трамвая модели В85300М («Метелица») производства ЗАО «Штадлер Минск». Трамвай спроектирован для рынков Центральной и Восточной Европы, адаптирован под климатические особенности и рельсовое полотно городов Российской Федерации и прошел полугодовые эксплуатационные тесты ГУП «Мосгортранс».

Ключевые слова: низкопольный трамвай, Stadler Rail Group, Stadler Минск, система безопасности, теплоизоляция, две кабины управления.

Моделирование процессов трения в условиях лубрикации системы «колесо-рельс» высокоскоростного железнодорожного транспорта

Алисин Валерий Васильевич, к.т.н., зав. лаб., Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН

Симакова Галина Александровна, д.х.н., проф. кафедры коллоидной химии, Московский государственный университет тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова

Покидько Борис Владимирович, к.т.н., с.н.с. Института машиноведения им. А.А. Благонравова РАН

Рощин Михаил Николаевич, к.т.н., в.н.с. Института машиноведения им. А.А. Благонравова РАН

Юдкин Владимир Федорович, к.т.н., н.с. Института машиноведения им. А.А. Благонравова РАН

Контактная информация: 101990, Россия, г. Москва, Малый Харитоньевский пер. д. 4, тел.: +7 (499) 135-78-11, e-mail: vva-imash@yandex.ru

119571, Россия, г. Москва, пр. Вернадского, 86, тел.: +7 (499) 766-16-92, gali-sima@yandex.ru (Симакова Г.А.)

Аннотация: Работа посвящена экспериментальному изучению закономерностей трения и износа при скольжении стальных поверхностей, смазанных серийными и опытными смазками для рельсов в диапазоне скоростей 40-100 м/с., который является практически не изученной областью науки о трении и изнашивании поверхностей. Рассмотрена эффективность лубрикации стальных поверхностей в условиях высокоскоростного скольжения и определены направления совершенствования смазочных материалов для рельсов.

Ключевые слова: высокоскоростной железнодорожный транспорт, железнодорожная смазка, граничная смазка, износостойкость, трибологические свойства, добавки к маслам, природные модификаторы трения.

Abstract: The article contains an overview of the B85300M tram (Metelitsa) technical characteristics. New tram was manufactured by Belorussian-Swiss company CJSC Stadler Minsk specially for Central and East European countries, customized for Russian climate conditions and rails and successfully passed through Mosgortrans technical and operational tests.

Keywords: 100-% low-floor tram, Stadler Rail Group, Stadler Minsk, safety system, thermal insulation, bidirectional version.

Modeling of friction processes under conditions of lubrication of the high speed railway transport wheel-rail system

Valery Alisin, PhD in Engineering, Laboratory Chief, Blagonravov Institute of Engineering Science, Russian Academy of Sciences

Galina Cimakova, Doctor of Chemistry, Professor of Colloid Chemistry Department, Lomonosov State Academy of Fine Chemical Technology

Boris Pokydko, candidate of chemical Sciences, senior researcher of the Institute of engineering them. A. A. Blagonravov of the Russian Academy of Sciences (IMASH RAS)

Mikhail Roshchin, candidate of technical Sciences, leading researcher of the Institute of mechanical engineering. A. research (IMASH RAS)

Vladimir Yudkin, candidate of technical Sciences, researcher of the Institute of mechanical engineering. A. research (IMASH RAS)

Contact information: Maly Kharitonievsky lane 4, Moscow, Russia 101990, tel.: +7 (499) 135-78-11, e-mail: vva-imash@yandex.ru

Pr. Vernadskogo, 86, Moscow, Russia, 119571, tel.: (499)766-16-92, e-mail: gali-sima@yandex.ru (G. Simakova)

Abstract: The work is devoted to experimental study of the friction regularity and wear in steel surfaces sliding, the use of serial and experienced lubricants for rails in conditions of sliding steel samples in the range of 40-100 m/s which have not yet well studied in the science of friction and wear surfaces. The article considers the efficiency of lubrication of steel surfaces under conditions of high speed sliding and it defines directions for improving rail lubricants.

Keywords: high-speed rail transport, railway grease, boundary lubrication, wear resistance, tribological properties, lubricant additives, natural friction modifiers.

Современная система диагностики инфраструктуры: тенденции развития

Михалкин Игорь Константинович, генеральный директор ЗАО НПЦ ИНФОТРАНС

Борисович Симаков Олег, первый заместитель генерального директора ЗАО НПЦ ИНФОТРАНС

Контактная информация: 443001, Россия, г. Самара, ул. Полевая, д. 47, тел.: +7 (846) 337-51-26, e-mail: office@infotrans-logistic.ru

Аннотация: Новые ориентиры диагностики железнодорожной инфраструктуры: обеспечение заданного перевозочного процесса на заданном уровне рисков с заданной системой обслуживания.

Ключевые слова: принцип единства измерений, пространственное положение рельсовых нитей, единый технический регламент, информационно-аналитические системы, многофункциональные диагностические комплексы.

Особенности разработки и освоения колес для электропоезда «Ласточка»

Керенцев Дмитрий Евгеньевич, главный специалист по проектированию железнодорожных колес инженерно-технологического центра АО «Выксунский металлургический завод»

Тимаков Роман Михайлович, ведущий специалист инженерно-технологического центра АО «Выксунский металлургический завод»

Камышный Андрей Евгеньевич, менеджер по новым видам продукции и научно-исследовательским работам инженерно-технологического центра АО «Выксунский металлургический завод»

Контактная информация: 607060, Россия, Нижегородская обл., г. Выкса, ул. Бр. Баташевых, 45, тел.: +7 (800) 250-11-50, e-mail: kantselyarya@vsw.ru

Аннотация: В статье рассматриваются основные требования к качественным показателям цельнокатаных колес для электропоезда «Ласточка»; указаны основные критерии, отличающие колеса для серийного производства от колес, эксплуатируемых под вагонами подвижного состава скоростных электропоездов, обозначены основные технические решения, направленные на освоение технологии производства цельнокатаных железнодорожных колес.

Ключевые слова: скоростное движение, цельнокатаные колеса, электропоезд, качественные показатели, локализация производства, импортозамещение.

Modern system of railway diagnostics: development trends

Igor Mikhalkin, Director General, INFOTRANS CJSC

Oleg Simakov, First Deputy Director General, INFOTRANS CJSC

Contact information: 47, Polevaya str., Samara, Russia, 443001, tel.: +7 (846) 337-51-26, e-mail: office@infotrans-logistic.ru

Annotation: New guidelines for diagnostics of railway infrastructure: providing of planned traffic with specified risks level and specified service system.

Keywords: the principle of uniformity of measurements, 3rd position of railway tracks, unified technical regulation, Informational and analytical systems, Multifunctional diagnostic trains.

Specific features of development and implementation of wheels production for Lastochka electric train

Dmitry Kerentsev, chief specialist in the design of railway wheels of Engineering and Technology Center, Vyksa Steel Works JSC (VMZ)

Roman Timakov, leading specialist of the engineering and technological center, VMZ JSC

Andriy Kamyshnyi, new product types and R&D manager, VMZ JSC

Contact information: 45, ul. Bratiev Batashevikh, Vyksa, Nizhegorodskaya oblast, Russia, 607060, tel.: +7 (800) 250-11-50, e-mail: kantselyarya@vsw.ru

Abstract: The article considers the main requirements to quality indicators of solid-rolled wheels for Lastochka electric train. It describes the main criteria differentiating wheels for serial production from wheels operated for rolling-stock carriages of high-speed electric trains, and general technical solutions aimed at development of solid-rolled railway wheels.

Keywords: high-speed traffic, solid-rolled railway wheels, electric train, quality indicators, localization, import substitution.

ТЕХНИКА®

ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

ОБЪЕКТИВНОЕ ОТРАЖЕНИЕ
СОСТОЯНИЯ И ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ
ОТЕЧЕСТВЕННОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО
МАШИНОСТРОЕНИЯ

В КАЖДОМ НОМЕРЕ:

**Новые
конструкторские
решения** в России
и за рубежом

**Анализ проблем
и перспектив
развития отрасли**

**Статистическая
информация**
по производству
железнодорожной
техники

Интервью
с первыми лицами
отрасли

Страницы истории
железнодорожного
дела



ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ!

Через все подписные
каталоги России:
индекс **41560**

Через научную элек-
тронную библиотеку
eLibrary.ru

Через редакцию
напрямую

Решением Президиума ВАК Минобрнауки России от 19 февраля 2010 года №6/6 журнал включен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий и в базу данных Российского индекса научного цитирования

Контактная информация:
Тел.: **+7 (495) 690-14-26**
vestnik@ipem.ru

ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ЕСТЕСТВЕННЫХ МОНОПОЛИЙ



ТРАНСПОРТНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ
ЭНЕРГЕТИКА

АНАЛИТИКА
СТАТИСТИКА
ИССЛЕДОВАНИЯ
ПРОГНОЗЫ
ОБЗОРЫ

123104, Москва, ул. Малая Бронная, д. 2/7, стр. 1
Телефон: +7 (495) 690-14-26; факс: +7 (495) 697-61-11
ipem@ipem.ru, www.ipem.ru