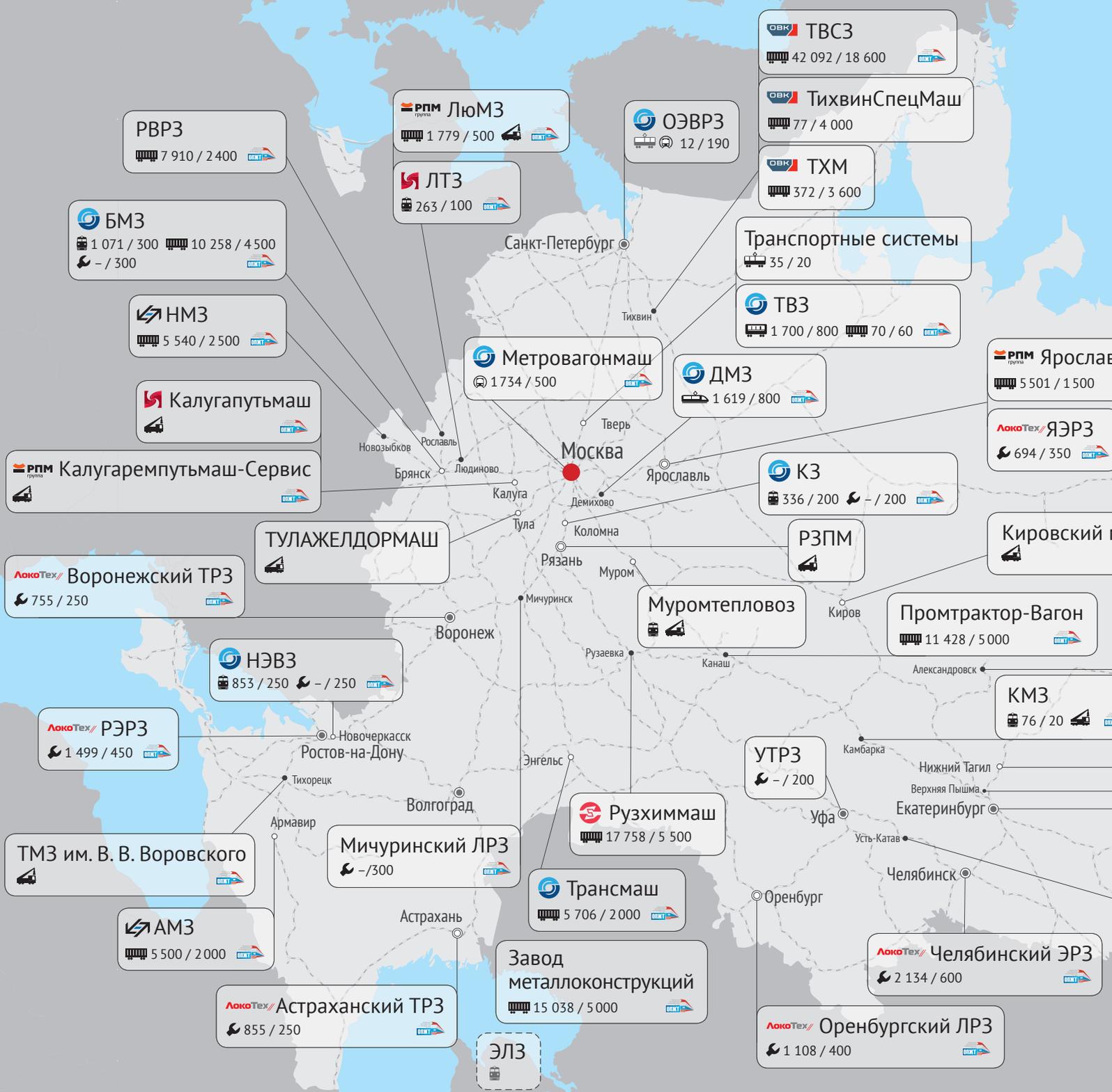


ТЕХНИКА®

ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

№ 1 (37) февраль 2017



ОБЪЕДИНЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ



Члены НП «ОПЖТ»

- АББ, ООО
- АВП Технология, ООО
- Азовобщемаш, ПАО
- Азовэлектросталь, ЧАО
- Альстом Транспорт Рус, ООО
- Амстед рейл компани, инк
- 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
- Вагоноремонтная компания, ООО
- Вагонная ремонтная компания-1, АО
- Вагонная ремонтная компания-2, АО
- Вагонная ремонтная компания-3, ОАО
- Вагонно-колесная мастерская, ООО
- Вайдмюллер, ООО
- ВНИИЖТ, АО
- ВНИИКП, ОАО
- ВНИКТИ, ОАО
- ВНИИР, ОАО
- Волгодизельаппарат, ОАО
- Всесоюзный научно-исследовательский центр транспортных технологий, ООО
- Выксунский металлургический завод, АО
- ГСКБВ им. В. М. Бубнова, ООО
- Диалог-транс, ООО
- Диэлектрик, ЗАО
- Долгопрудненское научно-производственное предприятие, ПАО
- Евразхолдинг, ООО
- ЕПК-Бренко Подшипниковая компания, ООО
- Жейсмар-Рус, ООО
- Желдорремаш, ОАО
- Завод металлоконструкций, ОАО
- Звезда, ОАО
- Ижевский радиозавод, АО
- Инженерный центр «АСИ», ООО
- Институт проблем естественных монополий, АНО
- Кав-Транс, ЗАО
- Калугапутьмаш, АО
- Калужский завод «Ремпутьмаш», ОАО
- Кировский машзавод 1-ого Мая, ОАО
- Компания корпоративного управления «Концерн «Тракторные заводы», ООО
- Кременчугский сталелитейный завод, ПАО
- Крюковский вагоностроительный завод, ПАО
- Лугцентрокуз им. С. С. Монаятовского, ЧАО
- Мичуринский локомотиворемонтный завод «Милорем», АО
- Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ), ФГБОУ ВПО
- МТЗ «Трансмаш», ОАО
- МуромЭнергоМаш, ЗАО
- Муромский стрелочный завод, АО
- МЫС, ЗАО
- Нальчикский завод высоковольтной аппаратуры, ОАО
- Научно-внедренческий центр «Вагоны», АО
- Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт железнодорожного транспорта, филиал ПАО «Украинская железная дорога»
- Научные приборы, АО
- Национальная компания «Казахстан Темир Жолы», АО
- НЗТО, ЗАО
- НИИАС, ОАО
- НИИ вагоностроения, ОАО
- НИИ мостов, ФГУП
- НИПТИЭМ, ПАО
- НИЦ «Кабельные Технологии», ЗАО
- НИИЭФА-Энерго, ООО
- Новая вагоноремонтная компания, ООО
- НПК «Объединенная вагонная компания», ПАО
- НПК «Уралвагонзавод» им. Ф.Э. Дзержинского, ОАО
- НПО Автоматики им. академика Н. А. Семихатова, АО
- НПО «РоСАТ», ЗАО
- НПО «САУТ», ООО
- НПО «Электромашина», АО
- НПЦ «Смелянский электромеханический завод», ООО
- НПФ «Доломант», ЗАО
- НПЦ «Динамика», ООО
- НПЦ «Инфотранс», ЗАО
- НПЦ «Пружина», ООО
- НТЦ Информационные технологии, ООО
- НТЦ «Привод-Н», ЗАО

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ТЕХНИКИ

- Объединенная металлургическая компания, АО
- Орелкомпрессормаш СП, ООО
- Оскольский подшипниковый завод ХАРП, АО
- Остров системы кондиционирования воздуха, ООО
- Первая грузовая компания, АО
- ПО Вагонмаш, ООО
- Покровка финанс, ООО
- ПО «Октябрь», ФГУП
- ПО «Старт», ФГУП
- Производственная торгово-финансовая компания «Завод транспортного оборудования», ЗАО
- ПКФ «Интерсити», ООО
- Проммашкомплект, ТОО
- Радиоавионика, ОАО
- РДМ-контакт, ООО
- РэйлМатик, 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, АО
- 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 турбоагнетателей, ОАО
- ССАБ шведская сталь СНГ, ООО
- Стахановский вагоностроительный завод, ПАО
- Татравагонка, АО
- Тверской вагоностроительный завод, ОАО
- Теплосервис, ООО
- Технотрейд, ООО
- Тимкен-Рус Сервис Компании, ООО
- Тихвинский вагоностроительный завод, АО
- Тихорецкий машиностроительный завод им. В.В. Воровского, ОАО
- Тольяттинский государственный университет, ФГБОУ ВПО
- Томский кабельный завод, ООО
- Торговый дом РЖД, ОАО
- ТПФ «Раут», ООО
- Т-Экспресс, ЗАО
- Трансвагонмаш, ООО
- ТрансКонтейнер, ПАО
- Трансмашпроект, ОАО
- Трансмашхолдинг, ЗАО
- Транспневматика, ОАО
- ТрансЭнерго, ООО
- Трансэнержком, АО
- ТСЗ «Титран-Экспресс», АО
- ТТМ, ООО
- УК РэйлТрансХолдинг, ООО
- Управляющая компания «Профит центр плюс», ООО
- Управляющая компания РМ Рейл, ООО
- Управляющая компания ЕПК, ОАО
- Уралгоршахткомплект, ЗАО
- Уральская вагоноремонтная компания, ЗАО
- Уральский завод автотекстильных изделий, ОАО
- Уральские локомотивы, ООО
- Уральский межрегиональный сертификационный центр, НОУ
- Уралхим-Транс, ООО
- Фактория ЛС, ООО
- Федеральная грузовая компания, АО
- Фейвели Транспорт, ООО
- Финэкс Качество, ООО
- Финк Электрик, ООО
- Фирма ТВЕМА, АО
- Флайг+Хоммель, ООО
- Фойт Турбо, ООО
- Фонд инфраструктурных и образовательных программ
- Хартинг, ЗАО
- Хелиос РУС, ООО
- ХК «СДС-Маш», ОАО
- Холдинг кабельный альянс, ООО
- Холдинг Кнорр-Бремзе Системы для Рельсового Транспорта СНГ, 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
- 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:

Объединенный каталог «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: 08.02.2017

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 естествен-
ных монополий», вице-президент НП
«Объединение производителей железно-
дорожной техники»

Р. Х. Аляудинов,
к. э. н., президент ОАО «АНКОР БАНК»,
член корреспондент Академии эконо-
мических наук и предпринимательской
деятельности России, действительный
член Международной академии информа-
тизации

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, заведу-
ющий кафедрой «Дискретная матема-
тика и методы оптимизации» Южного
федерального университета

Н. Н. Лысенко,
вице-президент, исполнительный дирек-
тор НП «Объединение производителей
железнодорожной техники»

А. В. Зубихин,
к. т. н., заместитель генерального дирек-
тора по внешним связям и инновациям
ОАО «Синара - Транспортные машины»,
вице-президент НП «Объединение произ-
водителей железнодорожной техники»

В. А. Матюшин,
к. т. н., профессор, вице-президент
НП «Объединение производителей желез-
нодорожной техники»

А. А. Мещеряков,
вице-президент – статс-секретарь
ОАО «Российские железные дороги»

Заместитель главного редактора:

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

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. Позамантир,
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 иссле-
дований Института востоковедения
РАН

О. Г. Трудов,
начальник отдела Департамента тех-
нической политики ОАО «Российские
железные дороги»

А. И. Салицкий,
д. э. н., главный научный сотрудник
ИМЭМО РАН

А. В. Акимов,
д. э. н., профессор, заведующий
отделом экономических исследований,
ФГБУН Институт востоковедения РАН

С. В. Жуков,
д. э. н., руководитель Центра энергетиче-
ских исследований ИМЭМО РАН

Выпускающая группа

Выпускающий редактор:

Е. В. Матвеева

Консультанты:

Г. М. Зобов
И. А. Скок

Верстальщик:

Н. Е. Кожина

Корректор:

А. С. Кузнецов



24 | Итоги испытаний безбалластного пути



54 | Тяговые свойства электровозов переменного тока с поосным регулированием силы тяги



18 | Транспортное машиностроение России в 2016 году

Содержание

| ПРЯМАЯ РЕЧЬ |

О мерах господдержки и состоянии железнодорожного машиностроения. Интервью с В. П. Бабушкиным 4

| ТРЕНДЫ И ТЕНДЕНЦИИ |

М. Р. Нигматулин. Мониторинг ситуации в промышленности на основании индексов ИПЕМ. Итоги IV квартала 2016 года 6

О. А. Сеньковский. Интеграция стандарта IRIS в систему Международной организации по стандартизации ISO 15

| АНАЛИТИКА |

В. Б. Савчук, И. А. Скок. Транспортное машиностроение России в 2016 году 18

А. В. Савин. Итоги испытаний безбалластного пути 26

Ю. П. Бороненко, А. В. Третьяков, М. В. Зимакова. Оценка возможности и эффективности повышения осевых нагрузок грузовых вагонов 32

В. И. Грек, Г. И. Михайлов, Д. Е. Кирюшин, А. Н. Яговкин. Опыт создания колесных пар для скоростного подвижного состава 38

| СТАТИСТИКА | 46

| КОНСТРУКТОРСКИЕ РАЗРАБОТКИ |

И. П. Васильев. Тяговые свойства электровозов переменного тока с поосным регулированием силы тяги. 54

С. В. Тяпаев. Применение вихретоковых структуроскопов – инновационный путь повышения качества и эксплуатационной надежности буксовых подшипников 60

В. А. Карпычев, С. Г. Чуев. Уменьшение продольных силовых возмущений при распределенном управлении торможением поезда (РУТП) 66

В. Б. Захаров, Е. В. Черняев. Техническое обслуживание пути в условиях смешанного высокоскоростного движения поездов. 74

| ЮБИЛЕИ | 79

| АННОТАЦИИ И КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА | 80

О мерах господдержки и состоянии железнодорожного машиностроения

Всеволод Петрович Бабушкин, заместитель директора Департамента автомобильной промышленности и железнодорожного машиностроения Минпромторга России, в своем интервью говорит о мерах государственной поддержки транспортного машиностроения в 2016 году и планах на текущий год.



Всеволод Бабушкин

Родился в 1967 году. С июля 1985 по май 1987 года – служба в Советской Армии. В 1992 году окончил с отличием УГТУ-УПИ им. С.М. Кирова по специальности «физические методы и приборы контроля качества» с присвоением квалификации инженер-физик. Кандидат экономических наук.

Проходил обучение в «Финансовом университете при Правительстве РФ» по программе «Вопросы торговой политики и проблемы, связанные с присоединением и участием во Всемирной торговой организации», профессиональную переподготовку в РАНХиГС «Программа подготовки высшего уровня резерва управленческих кадров».

С 1993 года по 2011 год – заместитель директора, директор торгового дома «Машиностроительного завода С.М. Калинина» ЗАО ТПК «Уральская гильдия», Екатеринбург.

С 2011 года по 2016 год – заместитель директора Департамента автомобильной промышленности и сельскохозяйственного машиностроения; заместитель директора, и.о. директора Департамента транспортного и специального машиностроения Минпромторга России.

Награжден почетной грамотой Минпромторга РФ и памятной медалью «40 лет Байкало-Амурской магистрали Минтранса».

Всеволод Петрович, расскажите о мерах поддержки, которые были оказаны отрасли транспортного машиностроения в 2016 году.

Для стабилизации тяжелой ситуации в отрасли транспортного машиностроения, сложившейся к концу 2015 года, была принята программа поддержки (распоряжение Правительства РФ от 21.01.2016 № 57-р). В рамках этой программы

введено ограничение на эксплуатацию грузовых вагонов с продленным нормативным сроком службы (приказ Минтранса № 382 от 31.12.2015). По нашим оценкам, это позволило убрать с сети не менее 100 тыс. единиц грузового подвижного состава. Также были разработаны две меры стимулирования спроса на грузовой подвижной состав.

Первая мера поддержки – возмещение части затрат, связанных с приобретением вагонов в размере 300 тыс. руб. на единицу приобретаемой продукции, с объемом субсидирования 7 млрд руб. (постановление Правительства РФ № 405 от 13.05.2016).

Вторая – субсидия в объеме 3 млрд руб. для возмещения предприятиям затрат, связанных с производством вагонов с улучшенными техническими характеристиками (постановление Правительства РФ № 677 от 16.07.2016).

В рамках указанных мер государственной поддержки было дополнительно приобретено более 23 тыс. единиц вагонов.

Кроме того, действовали и такие системные меры поддержки отрасли, как возмещение потерь в доходах лизинговых компаний при предоставлении скидки на инновационные вагоны, субсидий на технологическое перевооружение отрасли, а также поддержка экспорта продукции транспортного машиностроения.

Весь комплекс мер способствовал увеличению на 30,3% производства грузовых вагонов (за 11 месяцев составило 32,27 тыс. ед.), а инновационных – на 41,3%.

Также стоит отметить перераспределение спроса на подвижной состав: на специализированные и специальные вагоны (цистерны для химических грузов, хопперы-минераловозы, зерновозы, платформы) он вырос более чем в 2 раза.

Однако баланс парка специализированного подвижного состава так и не достигнут из-за его высокой стоимости и низких арендных ставок, которые не позволяют принять долгосрочные инвестиционные программы.

С 2016 годом ситуация понятна, а какие прогнозы вы можете сделать на текущий год? Какие поддерживающие меры следует ожидать производителям?

За 2015-2016 годы было списано порядка 200 тыс. грузовых вагонов с истекшим назначенным сроком службы, и к окончанию 2017 года на рынке будет достигнут баланс парка по универсальному подвижному составу.

Ожидается, что в текущем году спрос на специализированный подвижной останется высоким, а на универсальные и крытые вагоны – стабильным.

Основной упор в данных условиях необходимо сделать на стимулирование производства и приобретение специализированного железнодорожного подвижного состава (химические цистерны, вагоны-хопперы, крытые вагоны и пр.), а также на производство вагонов, включенных в список приказа Минтранса России № 382 от 25.12.2016 («Недопуск к эксплуатации вагонов, в отношении которых после 1 января 2016 года выполнены работы по продлению сроков их службы или модернизации с продлением сроков их службы»).

Необходимый объем поддержки на 2017 год сектора грузового вагоностроения оценивается в размере не менее 5 млрд руб. для устойчивого обеспечения заказов специализированного подвижного состава.

Что произошло с техническими регламентами в 2016 году и какие изменения следует ожидать в текущем?

Существенных перемен в 2016 году не произошло, однако в декабре были начаты публичные обсуждения изменений, которые планируется внести в технические регламенты, также продолжилась плановая работа по разработке и актуализации поддерживающих стандартов к ним согласно программам стандартизации на 2016 год.

ТР ТС 001/2011 «О безопасности железнодорожного подвижного состава» и ТР ТС 003/2011 «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта» имеют схожие изменения, которые затрагивают сферу интересов участников экономической деятельности (изготовителей, импортеров, а также потребителей железнодорожного подвижного состава и его составных частей), органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров), принимающих участие в процедурах подтверждения соответствия продукции железнодорожного транспорта, а также

органов государственного контроля (надзора). Термин «инновационная продукция» предлагается исключить.

Технический регламент Таможенного союза «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта» (ТР ТС 002/2011). Начало обсуждения – 19 декабря, окончание – 28 февраля 2017 года. Цель – уточнить области применения ТР ТС 002/2011, уточнить и конкретизировать отдельные положения технического регламента с учетом накопленного опыта его применения и вновь принятого союзного законодательства (в частности, Договора о Евразийском экономическом союзе от 29.05.2014), а также обеспечить единообразное понимание и выполнение требований технического регламента при проектировании, изготовлении, контроле и размещении продукции на единой таможенной территории Евразийского экономического союза.

Предлагается заменить термин «Таможенный союз (ТС)» на «Евразийский экономический союз (ЕАЭС)». Нужно учесть, что появляются новые понятия: «информационная безопасность», «безопасность излучений», «биологическая безопасность» и др. Необходимо внести уточнения, связанные с маломобильными гражданами.

Следует ли ожидать каких-то перемен в области технического регулирования в сфере городского рельсового транспорта, в частности трамвайных вагонов и вагонов метро?

Если говорить о вагонах для метрополитена, то российской стороной был разработан соответствующий технический регламент.

По результатам совместной работы заинтересованных федеральных органов исполнительной власти и предприятий транспортного машиностроения государств – членов ЕЭАС 30 ноября 2016 года Советом Евразийской экономической комиссии принято решение № 125 «О внесении изменений в план разработки технических регламентов Евразийского экономического союза и внесения изменений в технические регламенты Таможенного союза». В соответствии с указанным решением, утвержденным решением Совета Евразийской экономической комиссии от 01.10.2014 № 79, этот план дополнен техническими регламентами Евразийского экономического союза «О безопасности подвижного состава метрополитена» и «О безопасности легкорельсового транспорта, трамваев». Указанное решение вступило в силу по истечении 30 календарных дней с даты его официального опубликования. (S)

Мониторинг ситуации в промышленности на основании индексов ИПЕМ. Итоги IV квартала 2016 года



М. Р. Нигматулин,

старший эксперт-аналитик Департамента исследований ТЭК
Института проблем естественных монополий (ИПЕМ)

После нескольких лет падения промышленности в России в конце 2016 года наметился ее незначительный рост. Об этом свидетельствуют квартальные результаты индексов ИПЕМ. Темпы роста индекса ИПЕМ-производство находятся на стабильно высоких уровнях (+3,1% – в IV квартале 2016 года к аналогичному периоду прошлого года). Показатель спроса по итогу квартала также вышел в положительную зону приростов (+1,8%). Однако динамика по секторам достаточно неоднородная. Драйверами роста выступают добывающий и низкотехнологичный сектора экономики. Положительными признаками можно считать рост цен на энергоносители (нефть и уголь), которые подстегнули экспорт сырья из России. Продолжающийся инвестиционный процесс в отдельных высоко- и среднетехнологичных отраслях промышленности не позволяет этим секторам глубоко просесть по итогам рассматриваемого периода. В автопроме в конце 2016 года наметилось восстановление рынка: сектор продемонстрировал рост выпуска продукции.

Анализ основных результатов расчета индексов ИПЕМ (с учетом очистки от сезонного фактора)

В конце 2016 года индексы ИПЕМ демонстрировали нарастающую положительную динамику. По итогам IV квартала 2016 года индекс ИПЕМ-производство вырос

на 3,1% к аналогичному периоду 2015 года. Индекс ИПЕМ-спрос также показал положительный результат за квартал: +1,8% – к IV кварталу 2015 года (рис. 1).

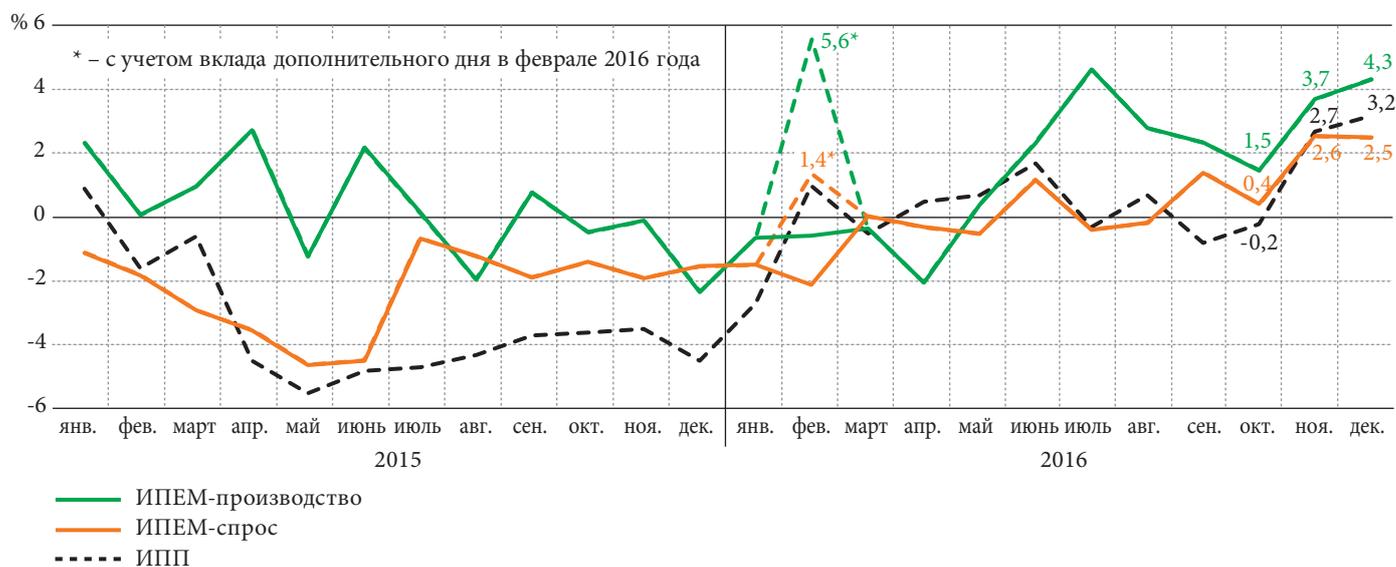


Рис. 1. Динамика индексов ИПЕМ в 2015-2016 годах (в % к соответствующему месяцу прошлого года)

За январь–декабрь 2016 года (скорректированное значение без учета вклада дополнительного дня в високосном году) индекс ИПЕМ-производство изменился в положительную сторону (+1,6% к аналогичному периоду прошлого года). Индекс ИПЕМ-спрос также продемонстрировал рост на 0,3% с начала 2016 года. С учетом вклада дополнительного дня в феврале 2016 года за январь–декабрь индекс ИПЕМ-производство вырос на 2%, а индекс ИПЕМ-спрос прибавил 0,6% относительно соответствующего периода 2015 года.

Индекс промышленного производства (ИПП), рассчитанный Росстатом, в IV квартале 2016 года вырос на 1,9% к аналогичному периоду прошлого года, показав уверенную восходящую динамику после незначительного снижения в начале рассматриваемого периода: -0,2% – в октябре, + 2,7% – в ноябре, +3,2% – в декабре. По итогам 12 месяцев ИПП продемонстрировал результат +1,1% в силу высоких показателей в конце года. Важно отметить, что данные результаты еще будут уточняться, так как для расчета оперативных индексов используется

неполная номенклатура промышленной продукции.

Тренды со снятием сезонности в IV квартале 2016 года фиксируют однонаправленное движение индексов производства и спроса (рис. 2). По итогам IV квартала очищенный индекс ИПЕМ-производство относительно прошлого квартала 2016 года показывает значение +0,8%, а очищенный индекс ИПЕМ-спрос – +1,3%.

Постепенное восстановление спроса в IV квартале 2016 года в совокупности с положительной динамикой производства обеспечивает сокращение складских остатков произведенных ранее товаров (*раздел «Анализ остатков грузов на складах грузоотправителей», стр. 13-14*). В текущей ситуации можно говорить о признаках восстановления экономики. Однако динамика по секторам достаточно неоднородная. К тому же само по себе восстановление спроса не является достаточным условием выхода из кризиса. Необходимы масштабные инвестиции в расширение производства как основа будущего роста. Правда, признаки такого инвестиционного оживления пока не наблюдаются.

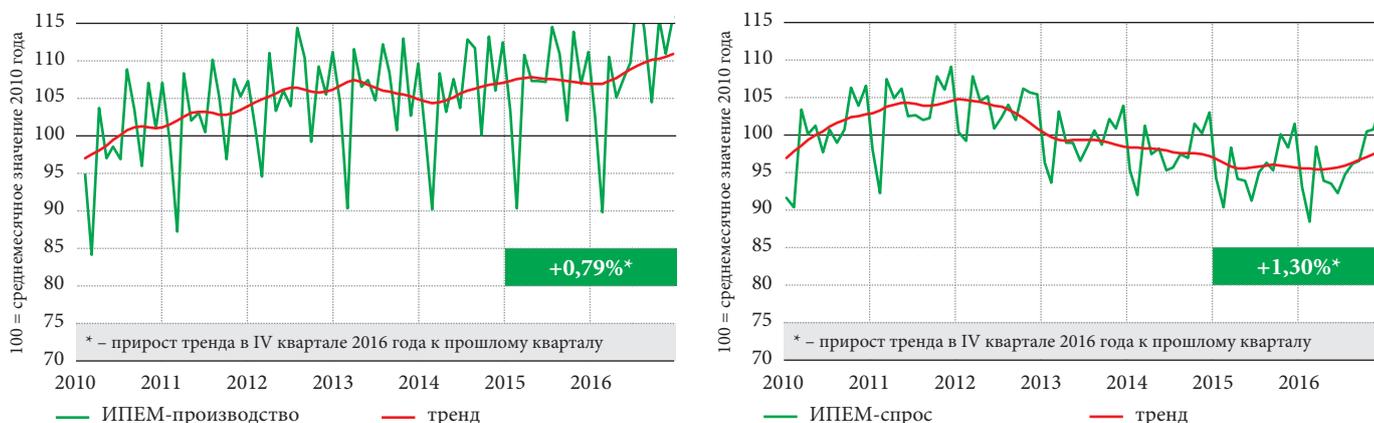


Рис. 2. Динамика индексов ИПЕМ в 2010-2016 годах (тренд со снятием сезонности)

Анализ основных результатов индекса ИПЕМ-спрос по отраслевым группам

Расчет индекса ИПЕМ-спрос в отраслевом разрезе показывает, что в IV квартале 2016 года относительно аналогичного периода прошлого года рост спроса продолжился только в добывающих и низкотехнологичных отраслях (рис. 3):

- добывающие отрасли: +3,5% – в IV квартале (+1,8% – в октябре, +3% – в ноябре, +5,5% – в декабре, +2,1% – в 2016 году);
- низкотехнологичные отрасли: +6,2% – в IV квартале (+3,9% – в октябре, +7,5% – в ноябре, +7,2% – в декабре, +5,8% – в 2016 году);

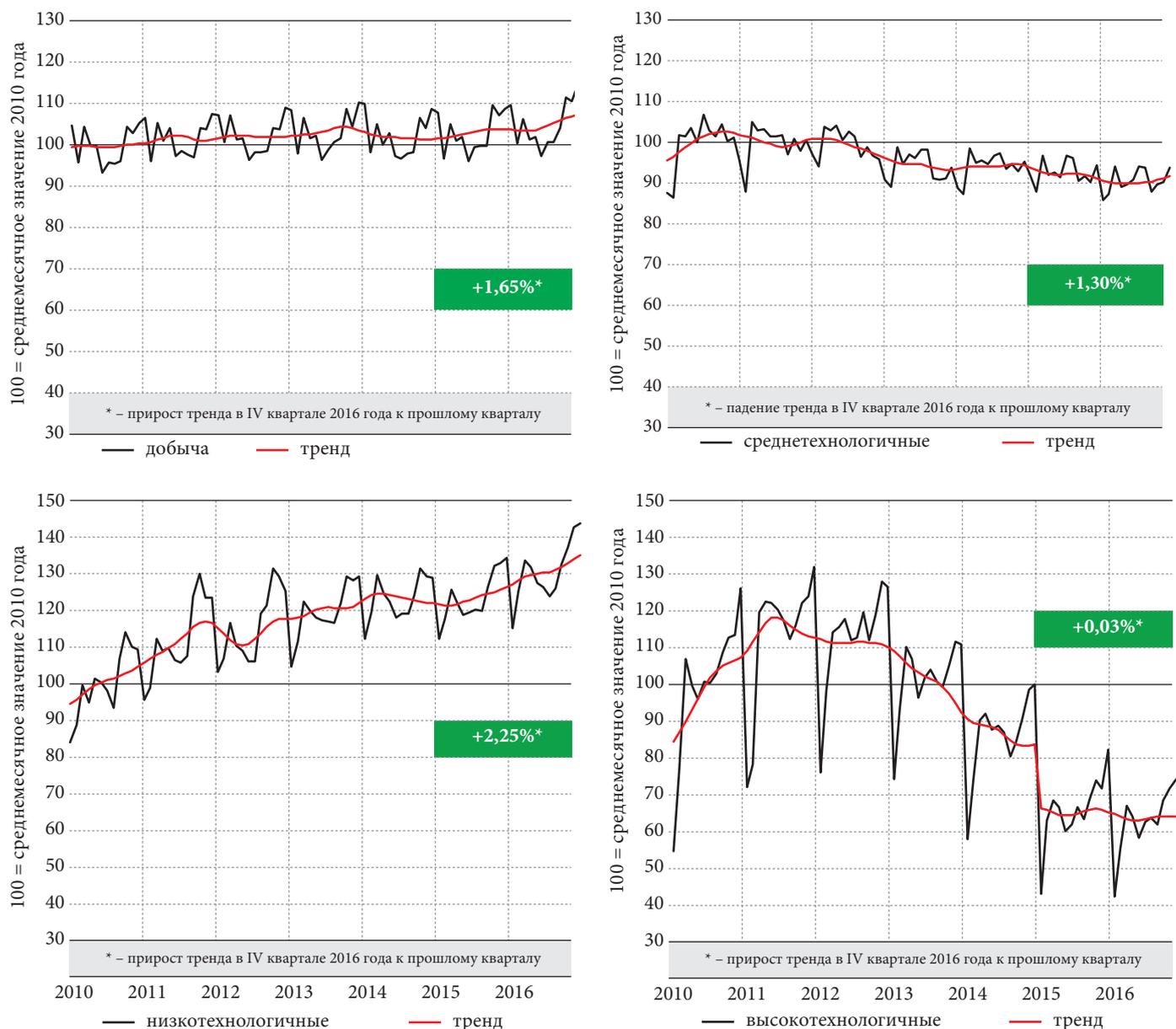


Рис. 3. Динамика индекса ИПЕМ-спрос по секторам в 2010-2016 годах (тренд со снятием сезонности)

- среднетехнологичные отрасли: -0,9% – в IV квартале (-2,1% – в октябре, +0,03% – в ноябре, -0,8% – в декабре, -2,5% – в 2016 году);
- высокотехнологичные отрасли: -3,1% – в IV квартале (-3,1% – в октябре, -3,2% – в ноябре, -8,4% – в декабре, -3,2% – в 2016 году).

Добывающие отрасли

Спрос в добывающих отраслях вырос на 3,5% относительно IV квартала 2015 года (+2,1% – в 2016 году). Рост в добывающих отраслях прежде всего связан с ростом в секторе добычи топливно-энергетических полезных ископаемых (+2,6% – по итогу 2016 года) (раздел «Анализ основных количественных показателей работы ТЭК, выявление основных тенденций его развития», стр. 11-13). Результаты

в добыче полезных ископаемых, кроме топливно-энергетических, оказались заметно скромнее, но также положительными (+0,8%).

Высокотехнологичные отрасли

Спрос в высокотехнологичных отраслях в IV квартале 2016 года вопреки ожиданиям ускорил темпы падения: -3,1% – к IV кварталу 2015 года (общее падение за год составило 8,4%). Несмотря на кризисную ситуацию

в секторе, отгрузка машиностроительной продукции продолжила расти на протяжении большей части IV квартала (+14,6% – в октябре, +7,6% – в ноябре, -18,2% – в декабре), показав рост по итогам года +10% относительно 2015 года. Наиболее вероятной причиной такой нетипичной динамики является рост спроса в негражданском секторе промышленности.

Также среди факторов можно отметить положительные темпы прироста выпуска легковых автомобилей под конец года. Их производство в России в ноябре выросло на 12% (относительно ноября 2015 года), в декабре – на 11,3% (относительно декабря 2015 года). Несмотря на оживление в конце года, общий выпуск сократился на 7,4% по сравнению с 2015 годом. Программы государственной поддержки отрасли позволили снизить глубину падения, поэтому правительство планирует сохранить поддержку: для автопрома будет выделено 60 млрд руб. Одним из дополнительных свидетельств стабилизации рынка является возврат в ноябре 2016 года 2-й смены на заводе Toyota в Шушарах и переход с 4- на 5-дневную рабочую неделю на заводе Volkswagen в Нижнем Новгороде.

Для сферы производства магистральных тепловозов 2016-й стал годом исторических максимальных показателей по количеству произведенной и отгруженной продукции. Всего за прошлый год было выпущено более 220 секций магистральных тепловозов (+35% к 2015 году). В наибольшей степени рост производства затронул сегмент грузовых тепловозов. АО «УК «Брянский машиностроительный завод» в 2016 году было произведено рекордное количество тепловозных секций – 208. Стоимость продукции составила порядка 16,1 млрд руб., что на 40% превышает аналогичный показатель 2015 года. При этом основу выпускаемой продукции предприятия составляют грузовые тепловозы 2ТЭ25КМ, конструкция которых включает в себя порядка 90% российских узлов и комплектующих. Производство новых локомотивов было запущено в 2015 году в связи с необходимостью реализации программы импортозамещения. Тепловоз 2ТЭ25КМ стал полноценной заменой закупавшимся до 2015 года локомотивам 2ТЭ116У Луганского тепловозостроительного завода.

Инвестиционная активность наблюдается и в отдельных высокотехнологичных секторах: в IV квартале 2016 года запущено производство газовых двигателей ЯМЗ-530 экологического стандарта «Евро-5» на ПАО «Автодизель» (Ярославский моторный завод) «Группы ГАЗ» (общий объем инвестиций в проект – свыше 10 млрд руб.), стартовала линия штамповочных деталей (разрезных тройников) с использованием нанотехнологий предприятия ООО «Этерно» на промплощадке ЧТЗ (инвестиции – 7,2 млрд руб.), на территории ОЭЗ «Алабуга» в Татарстане открыт завод по производству автомобильного стекла (инвестиции – 3,9 млрд руб.), в Московской области – завод по сборке и ремонту тяжелой строительной техники британской компании JCB (инвестиции – 2,5 млрд руб.), в Санкт-Петербурге – производственный комплекс АО «Концерн «НПО «Аврора» (инвестиции – 2 млрд руб.), в Башкирии – новая производственная площадка завода «Уфимкабель» по производству кабельно-проводниковой продукции (инвестиции – более 1,5 млрд руб.), в Липецкой области – первая очередь завода по производству асинхронных электродвигателей (инвестиции – 1,3 млрд руб.), на территории индустриального парка «Ворсино» в Калужской области – завод по производству комплектующих для бытовой техники (инвестиции – 1,2 млрд руб.), в Самарской области – производственный комплекс ПАО «Салют» по выпуску комплектующих для авиационного и морского вооружения (инвестиции – 800 млн руб.), а в Ярославской области запущено производство топливных насосов высокого давления экологического стандарта «Евро-5» (инвестиции – 500 млн руб.).

Среднетехнологичные отрасли

Спрос в среднетехнологичных отраслях сохраняет негативную динамику (-0,9% – в IV квартале 2016 года, -2,5% – за 2016 год). Показатели металлургического комплекса, во многом определяющие результаты всего среднетехнологичного сектора промышленности, находятся под давлением ряда негативных факторов, главными из которых являются значительный рост цены коксующегося угля, что ведет к росту производственных затрат в черной металлургии, а также состояние

основных отраслей-потребителей (строительного сектора и автомобильной отрасли). В результате по итогам IV квартала наблюдается устойчивое сокращение внутреннего спроса на цветные металлы (-13,4% – к IV кварталу 2015 года, -6,5% – за 2016 год), при этом черные металлы демонстрируют восстановление спроса (+1,7%, -4,2% соответственно).

Продолжает расти внешний спрос на цветные металлы: в IV квартале 2016 года их экспорт увеличился на 9,8% (+7,4% – за 2016 год). Рост экспорта цветных металлов сопровождается и восстановлением цен, в частности, вызванным нарастанием спроса на никель за счет увеличения его потребления в производстве литий-ионных аккумуляторов, а также закрытием на реконструкцию части никелевых шахт на Филиппинах.

На фоне роста мировых цен на черные металлы происходит восстановление грузопотока в Турцию до прошлогоднего уровня, а также наблюдается возросший спрос со стороны Италии, Финляндии, Бельгии и Казахстана, что помогло обеспечить высокие показатели экспорта черных металлов (+6,9% – в IV квартале 2016 года, +4,4% – за 2016 год). Значительную поддержку растущему экспорту оказали отмена экспортных надбавок со стороны ОАО «РЖД», а также сложные погодные условия в Австралии и Китае, негативно повлиявшие на отгрузку железной руды на экспорт.

По данным Росстата, на протяжении всего IV квартала 2016 года производство удобрений демонстрировало устойчивый рост (+6,7% – в октябре, +7,1% – в ноябре, +4,2% – в декабре, +2,7% – за 2016 год). На фоне растущего выпуска фиксируется тенденция роста отгрузки удобрений как на внутренний рынок (+9,9% – в IV квартале 2016 года, +8,8% – с начала года), так и на экспорт (+4,1% – в IV квартале 2016 года, +1,2% – с начала года). Основной рост экспорта пришелся на Украину (в 2 раза). Кроме того, поставки удобрений из России нарастили Бразилия (+20%) и Китай (+10%). В среднесрочной перспективе восходящий тренд, наметившийся в секторе минеральных удобрений, имеет все шансы на продолжение за счет стабильно высокого спроса на внутреннем и внешнем рынках, а также по мере роста выпуска, связанного с вводом новых мощностей. В целом, согласно прогнозу Минэкономразвития

России, производство удобрений в 2017 году увеличится на 3,6%.

По всем остальным укрупненным группам товаров химической промышленности фиксируется не только рост выпуска по итогам 2016 года, но и рост отгрузки на экспорт (+11,4% – в IV квартале 2016 года, +7,7% – за 2016 год). При этом поставки на внутренний рынок незначительно сокращаются (-0,2% – в IV квартале 2016 года, +0,3% – за 2016 год).

Поддержку среднетехнологичному сектору оказывает ввод в эксплуатацию новых мощностей: в IV квартале 2016 года в Тюменской области запущена комбинированная двухсекционная установка глубокой переработки мазута АО «Антипинский НПЗ» (инвестиции более – 100 млрд руб.), в Белгородской области открыт один из крупнейших в Европе комплексов по производству железорудных окатышей (инвестиции – 34 млрд руб.), на территории ОЭЗ «Алабуга» в Татарстане – завод по производству строительного (листового) стекла, зеркал и стекол с напылением (инвестиции – 7 млрд руб.), в Самарской области – производство технологических газов (инвестиции – 4 млрд руб.), в Московской области – завод по производству основных несущих конструктивных элементов зданий (инвестиции – 2 млрд руб.), в Челябинской области – вторая очередь фабрики глубокого обогащения кварца (инвестиции – 1,5 млрд руб.), в Ставропольском крае – первая очередь завода по производству алюминиевых радиаторов отопления (инвестиции – более 1 млрд руб.), в Республике Дагестан – завод металлоконструкций ЗАО «Алмар Каспиан» (начальные инвестиции – 360 млн руб.).

Низкотехнологичные отрасли

Спрос на продукцию низкотехнологичных отраслей по итогам IV квартала 2016 года продолжил расти (+6,2% – к IV кварталу 2015 года, +5,8% – с начала года). Основным драйвером сектора традиционно является пищевая промышленность, в которой наблюдается и высокая инвестиционная активность: в IV квартале в Курской области открыт мясоперерабатывающий завод группы компаний «Агропромкомплектация» (инвестиции – около 8 млрд руб.), в Белгородской области запущен мясоперерабатывающий завод АПК «Промагро» (инве-

стиции – около 1,8 млрд руб.), в Тульской области начал работу мясоперерабатывающий комплекс ООО «Воловский бройлер» (инвестиции – 1 млрд руб.), в Белгородской области – линия по производству сливочного масла и спредов ООО «Тульчинка.Ru»

(инвестиции – 320 млн руб.), в Воронежской области – линия по производству печенья ООО «Келлогг Рус» (инвестиции – 310 млн руб.), в Ленинградской области – линия по переработке молока группы компаний «Галактика» (инвестиции – 200 млн руб.).

Анализ основных количественных показателей работы ТЭК, выявление основных тенденций его развития

Нефтяная отрасль

Средняя цена нефти марки Urals в IV квартале 2016 года выросла на 13,9% по отношению к IV кварталу 2015 года и составила 49,36 долл./барр. (43,32 долл./барр. – в IV квартале 2015 года) и на 12% относительно III квартала 2016 года, когда цена составляла 44,08 долл./барр. Одним из ключевых факторов роста цен является подписание соглашения об ограничении добычи нефти между странами ОПЕК и 11 странами, не входящими в картель, на срок 6 месяцев с возможным продлением еще на полгода. Производственные показатели нефтяной отрасли также идут вверх (рис. 4). В IV квартале 2016 года объем добытой нефти вырос относительно аналогичного периода 2015 года на 3,8% и составил 140,7 млн т, за 2016 год объем добытой нефти вырос на 2,5% (547,3 млн т), обновив очередной рекорд.

За 2016 год АО «Роснефть» добыло 201 млн т (+0,5%), ПАО «Лукойл» – 83,6 млн т (-2,8%), ОАО «Сургутнефтегаз» – 61,9 млн т (+0,4%), ПАО «Газпром нефть» – 57,8 млн т (+6,7%), ПАО «Татнефть» – 28,7 млн т (+5,3%), АНК «Башнефть» – 20,8 млн т (+6,3%), АО НК «РуссНефть» – 7 млн т (-5,2%), АО «Независимая нефтегазовая компания» – 2,3 млн т (-1,3%).

Первичная переработка нефти на НПЗ России в IV квартале 2016 года выросла на 4,1% (72,8 млн т), при этом по итогам 2016 год наблюдается падение переработки на 0,8%. Глубина переработки нефти на российских НПЗ в 2016 году выросла до 75% (74,2% – по итогам 2015 года). По итогам 2016 года общий объем инвестиций в модернизацию нефтеперерабатывающих производств составил 214 млрд руб. против 289,6 млрд руб. годом ранее (-26,1%). По итогам всего периода модернизации к 2020 году ожидается повышение глубины переработки нефти до 85%.

В условиях наращивания нефтедобычи, а также учитывая относительный дефицит перерабатывающих мощностей в связи с проведением модернизации происходит рост экспорта нефти. По итогам IV квартала экспорт нефти вырос на 3,7% (63,7 млн т), за 2016 год – на 5,1%. Объем перевалки наливных грузов в IV квартале 2016 года увеличился до 103,1 млн т (+11,8% – в IV квартале, +5,9% – за 2016 год), при этом объем перевалки сырой нефти вырос до 65,1 млн т (228 млн т) (+25,4%, +12,8% соответственно), а нефтепродуктов сократился до 32,9 млн т (140,7 млн т) (-8,1%, -3,7% соответственно).

Газовая отрасль

Добыча газа в России в IV квартале 2016 года составила 190,3 млрд м³ (+3% к аналогичному периоду 2015 года), за 2016 год добыча выросла на 0,7% до 640 млрд м³ (рис. 4).

Рост добычи за 2016 год у компании «Газпром» составил 0,1% до 419 млрд м³ (65,5% от общей добычи в России). За аналогичный период АО «Роснефть» добыло 66,4 млрд м³ (+6,8%), ПАО «Газпром нефть» – 32,1 млрд м³ (+5,5%), ПАО «Лукойл» – 18,4 млрд м³ (-2,3%), ОАО «Сургутнефтегаз» – 9,8 млрд м³ (+2,1%), АО НК «Русснефть» – 2,4 млрд м³ (+22,3%), АО «Независимая нефтегазовая компания» – 1,4 млрд м³ (-0,7%), ПАО «Татнефть» – 1 млрд м³ (+7,3%), АНК «Башнефть» – 0,7 млрд м³ (+13,5%). ПАО «НОВАТЭК», являвшееся на протяжении многих лет крупнейшим независимым производителем газа, за год добыло 66,1 млрд м³ (-2,7%), таким образом уступив лидерство АО «Роснефть».

В то же время амбициозные планы АО «Роснефть» нарастить добычу к 2020 году до 100 млрд м³ могут не реализоваться из-за отсутствия рынка сбыта. Пока ПАО «Газпром» сохраняет статус единственного экспортёра трубопроводного газа – остальным произ-

водителям остается бороться только за долю на внутреннем рынке. Основным инструментом в этой борьбе является возможность продавать весь газ по свободным ценам. Однако для создания равных условий на рынке ПАО «Газпром» получило право предоставлять скидку к устанавливаемой регулирующим органом цене в размере 5% в 2016 году.

По итогам IV квартала 2016 года продолжился рост экспорта газа в дальнее зарубежье – +22,4% к IV кварталу 2015 года (53 млрд м³). Экспорт в дальнее зарубежье за 2016 год вырос на 12,5%. К факторам роста экспорта относятся холодный осенне-зимний период в Европе и низкая цена на газ. Доля ПАО «Газпром» на рынке Европы увеличилась в 2016 году до рекордных 34% с 31% годом ранее. Несмотря на рекордный рост экспорта, выручка ПАО «Газпром» в рублях за 2016 год может остаться примерно на уровне 2015 года за счет сокращения цены на газ в 2016 году.

Цена российского газа на границе с Германией в IV квартале 2016 года снизилась на 21,2% по отношению к аналогичному периоду прошлого года и составила 135,34 евро/тыс. м³ (171,7 евро/тыс. м³ за аналогичный период 2015 года), по сравнению с III кварталом 2016 года выросла на 13,6% (119,18 евро/тыс. м³ – в III квартале 2016 года). В целом за 2016 год цена российского газа снизилась на 40% по отношению к 2015 году и составила 125,77 евро/тыс. м³ (209,76 евро/тыс. м³ в 2015 году).

Экспорт СПГ в страны АТР за 2016 год увеличился в натуральном выражении на 1,1% до 14,7 млрд м³ (10,7 млн т).

Угольная отрасль

В IV квартале 2016 года добыча угля сократилась на 2,9% относительно аналогичного периода прошлого года (до 102,2 млн т). За 2016 год добыча выросла на 3,2% (383,9 млн т) (рис. 4).

Из общей добычи на АО «СУЭК» в 2016 году пришлось 105,5 млн т (+7,9%), УК «Кузбассразрезуголь» – 44,5 млн т (+0,3%), АО ХК «СДС-Уголь» – 28,6 млн т (-4,7%), ООО «Компания «ВостСибУголь» – 13,1 млн т (+3,2%), ОАО ОУК «Южкузбассуголь» – 11,2 млн т (+9,4%), ПАО «Распадская» – 10,5 млн т (-1,7%), АО ХК «Якутуголь» – 9,9 млн т (+8,1%), ПАО «Южный Кузбасс» – 9 млн т (-10,1%).

Экспорт угля в IV квартале 2016 года

вырос на 11,9% до 42,8 млн т (+3,2% за 2016 год). По итогам IV квартала 2016 года погрузка угля на сети ОАО «РЖД» составила 88,1 млн т, что на 1% ниже уровня прошлого года (+1,7%). Во внутреннем сообщении погрузка за рассматриваемый период снизилась на 10% (-4,2%), а отправка на экспорт увеличилась на 10,3% (+8,2%). Объем перевалки угля за IV квартал 2016 года в российских портах вырос на 6,5% до уровня 34,4 млн т (+10,5%).

Рост поставок угля на экспорт происходил на фоне повышения мировых цен. Так, средние цены на уголь на мировом рынке (FOB Newcastle/Port Kembla) в IV квартале 2016 года выросли на 78,2% по отношению к IV кварталу 2015 года до уровня 99,9 долл./т против 56,08 долл./т в IV квартале 2015 года и на 38,1% по отношению к III кварталу 2016 года (72,35 долл./т). В целом в 2016 году средняя цена на энергетическом рынке выросла на 14,5% по отношению к 2015 году до уровня 70,57 долл./т против 61,62 долл./т в 2015 году.

Погрузка угля на экспорт могла быть выше, если бы не влияние ряда факторов, среди которых – возникший дефицит подвижного состава вследствие более высоких темпов списания грузовых вагонов относительно темпов поставки новых вагонов на сеть.

В настоящий момент ОАО «РЖД» в связи со значительным ростом мировых цен на уголь снова применяет максимальную надбавку в 13,4% на экспортные перевозки угля вместо ранее действовавшей надбавки в 1,3%. Решение ОАО «РЖД» об установлении максимально высокой надбавки в рамках тарифного коридора на экспортные перевозки угля существенным образом не отразится на объемах экспортных отправок. Рост тарифа для угольщиков составит 12,1 п.п. только для груженого рейса.

Одним из главных факторов роста цен на уголь является сокращение добычи крупнейшим потребителем – Китаем. После взлета цен на уголь власти этой страны ослабили ограничения для добывающих компаний. Следует отметить, что оснований для полной отмены ограничений нет – значительная часть угольных компаний Китая убыточна при низких ценах на уголь. В связи с избытком на рынке появляются планы регулирования объемов добычи угля и в России. В качестве инструмента рассматривается введение

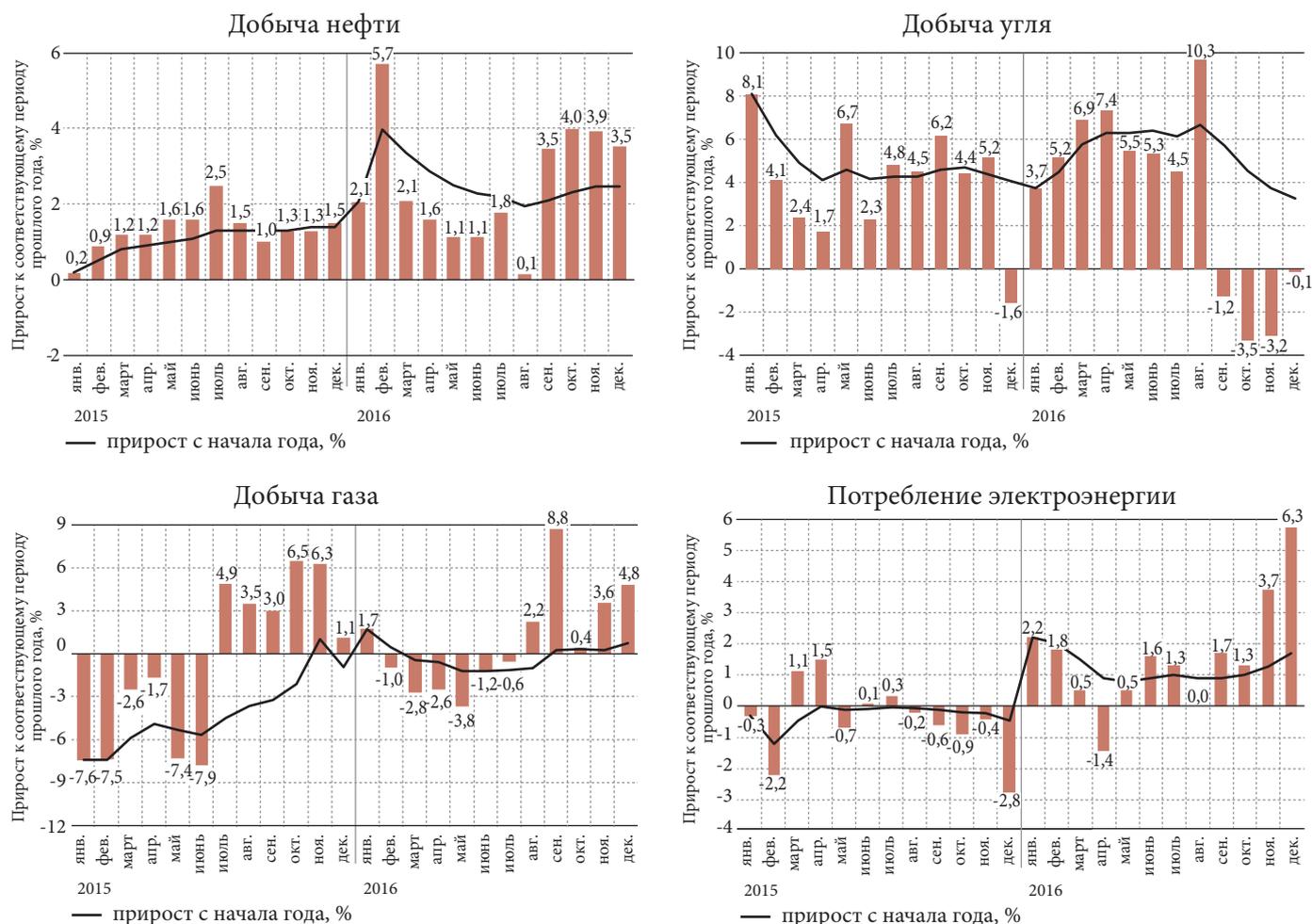


Рис. 4. Результаты работы ТЭК России 2015-2016 годах

ограничений на выдачу лицензий на разработку месторождений, в рамках которых также будут введены дополнительные обязательства для недропользователей, касающиеся охраны окружающей среды. Однако данные ограничения нацелены на долгосрочную перспективу и в ближайшие несколько лет не окажут значительного влияния на уровень добычи угля в России.

Электропотребление

Потребление электроэнергии в IV квартале 2016 года в целом по России выросло на 3,6% (рис. 4). На рост потребления электроэнергии повлияло снижение средневзвешенной температуры на территории ЕЭС России: в IV квартале 2016 года температура оказалась

ниже на 3,3°C, чем в IV квартале 2015 года (-5,32°C против -2°C).

За 2016 год потребление электроэнергии в целом по России выросло на 1,7% и составило 1 054,4 млрд кВт.ч (+1,4% без учета влияния дополнительного дня в високосном 2016 году). Выработка электроэнергии в 2016 году составила 1071,7 млрд кВт.ч, что на 2,1% больше, чем в 2015 году (+1,8% без учета дополнительного дня).

Средневзвешенный индекс на покупку электроэнергии на РСВ (рынок на сутки вперед) в IV квартале 2016 года составил:

- 912,9 руб./МВт.ч для зоны «Сибирь» (-0,94% - к IV кварталу 2015 года);
- 1 203,7 руб./МВт.ч для зоны «Европа и Урал» (+2,20% - к IV кварталу 2015 года).

Анализ актуальных для отчетного периода показателей

Остатки грузов на складах

Согласно последним данным среднегодо-

вая величина остатков готовой продукции на складах предприятий, подлежащих выво-

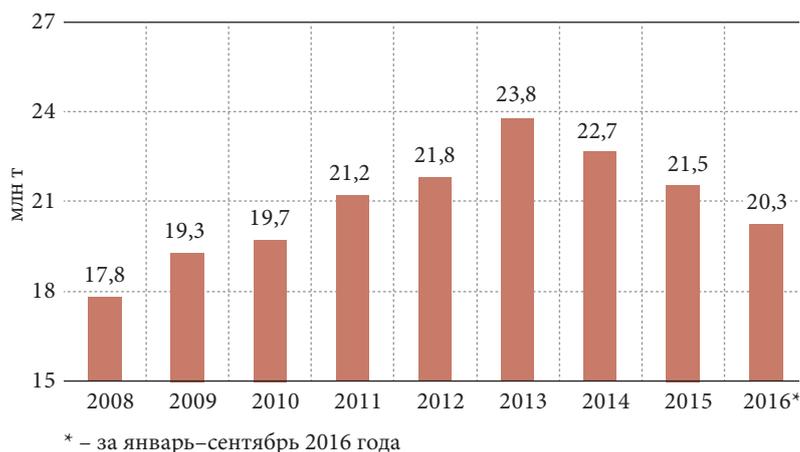


Рис. 5. Среднегодовой уровень остатков грузов на складах грузоотправителей, млн т



Рис. 6. Сопоставление данных об инвестиционной активности с динамикой краткосрочных и долгосрочных (сроком более 3 лет) кредитов нефинансовым организациям

зу железнодорожным транспортом, за первые 3 квартала 2016 года составила 20,2 млн т грузов (рис. 5), что на 4,2% ниже уровня аналогичного периода прошлого года. Данный факт во многом обусловлен значительным сокращением остатков строительных грузов (-30,1%).

В качестве дополнительного индикатора изменения остатков грузов на складах грузоотправителей рассмотрим индекс физического объема производства в обрабатывающей промышленности и объем отгруженной продукции. Выпуск в обрабатывающей промышленности, по данным Росстата, за 11 месяцев 2016 года снизился на 0,3%, при этом лидером падения остаются высокотехнологичные отрасли, а объем отгруженных товаров обрабатывающими производствами увеличивался высокими темпами (+10,8% – за январь–ноябрь). Если пересчитать в цены одного года, то показатели будут чуть ниже, но общая картина не поменяется. Таким образом, в тече-

ние 2016 года происходили два параллельных процесса: с одной стороны, выпуск готовой продукции сокращался, с другой – наблюдался рост продаж ранее произведенной готовой продукции и ликвидация складских запасов.

Анализ инвестиционной активности

Сопоставим данные об инвестиционной активности с динамикой краткосрочных и долгосрочных (сроком более 3 лет) кредитов нефинансовым организациям за последние два года (по данным ЦБ РФ) (рис. 6).

Основное назначение краткосрочных кредитов – пополнение оборотных средств

нефинансовых организаций, а долгосрочных – финансирование инвестиционной деятельности.

Анализ средневзвешенных процентных ставок по кредитам, предоставленным кредитными организациями нефинансовым организациям в рублях (сроком до 1 года и от 3 и более лет), показывает плавное снижение ставок на протяжении всего 2016 года до сопоставимых уровней 2014 года. При этом в III квартале 2016 года впервые с середины 2014 года наблюдается положительная динамика инвестиций. Однако данный рост связан прежде всего с низкой базой прошлого года. Эффект от снижения стоимости заемных средств пока не находит отражения в текущей динамике инвестиций, но уже в краткосрочной перспективе можно ожидать переход данного показателя в положительную область при сохранении текущего тренда на снижение процентных ставок. ☺

Интеграция стандарта IRIS в систему Международной организации по стандартизации ISO



О. А. Сеньковский,

первый заместитель начальника Центра технического аудита – структурного подразделения ОАО «РЖД», вице-президент НП «ОПЖТ»

Международный стандарт железнодорожной промышленности IRIS был разработан в 2006 году Европейской ассоциацией железнодорожной промышленности (UNIFE) по инициативе крупнейших производителей железнодорожной техники: Alstom Transport, Siemens, AnsaldoBreda, Bombardier Transportation. Стандарт получил широкое распространение: выдано 1 508 сертификатов в 51 стране, из них 113 сертификатов – в России. В настоящее время в связи с эволюцией стандарта ведутся работы по интеграции IRIS в систему Международной организации по стандартизации ISO.

Целью стандарта IRIS является обеспечение высокого качества продукции по всей цепи поставок путем внедрения глобальной системы независимой оценки компаний – поставщиков железнодорожной отрасли, а также повышение культуры качества во всем секторе. Стандарт определяет базовые требования к производителям железнодорожной отрасли и включает ISO 9001, а также специфические требования: управление процессами и проектами; развитие поставщиков; управление затратами; стоимость жизненного цикла (LCC); управление рисками; безотказность, готовность, ремонтпригодность, безопасность (RAMS); контроль первого изделия (FAI); анализ видов и последствий отказов (FMEA). В стандарте применяется оценка системы менеджмента, способствующая постоянному улучшению, введены жесткие требования к аудиторам и процедуре проведения аудитов.

UNIFE совместно с Международной организацией по стандартизации ISO приняло решение по итогам работы Генеральной ассамблеи UNIFE 21 июня 2016 года об интеграции стандарта IRIS в систему ISO. В результате в железнодорожном секторе появится свой отраслевой стандарт качества как в автомобильной, авиационной, пищевой и других промышленности.

Новый стандарт ISO/TS 22163 (Менеджмент качества для железнодорожного сектора) разрабатывается UNIFE на базе действующей редакции стандарта IRIS 02 и ISO 9001:2015.

Версия 02 стандарта IRIS остается в силе до 14.09.2018, параллельно будет осуществляться переход к стандарту ISO/TS 22163 (рис. 1).

Основные изменения требований стандарта: согласование с новой структурой ISO 9001:2015 вместо ISO 9001:2008, фокус на обязательных (рекомендуемых) процессах и ключевых показателях эффективности, усиление процессного управления, риск-ориентированный подход. Также в новую редакцию стандарта по предложению ОАО «РЖД» внесено требование об анализе качества продукции, находящейся в эксплуатации, и получении подтверждения аудиторами этих данных от заказчиков продукции.

Важно отметить, что готовящийся к выходу ISO/TS 22163 является очередным этапом развития стандарта IRIS. Международная организация по стандартизации ISO будет осуществлять распространение нового стандарта, при этом UNIFE оставляет за собой права на важнейшие функции по контролю за качеством внедрения: аккредитацию органов по сертификации

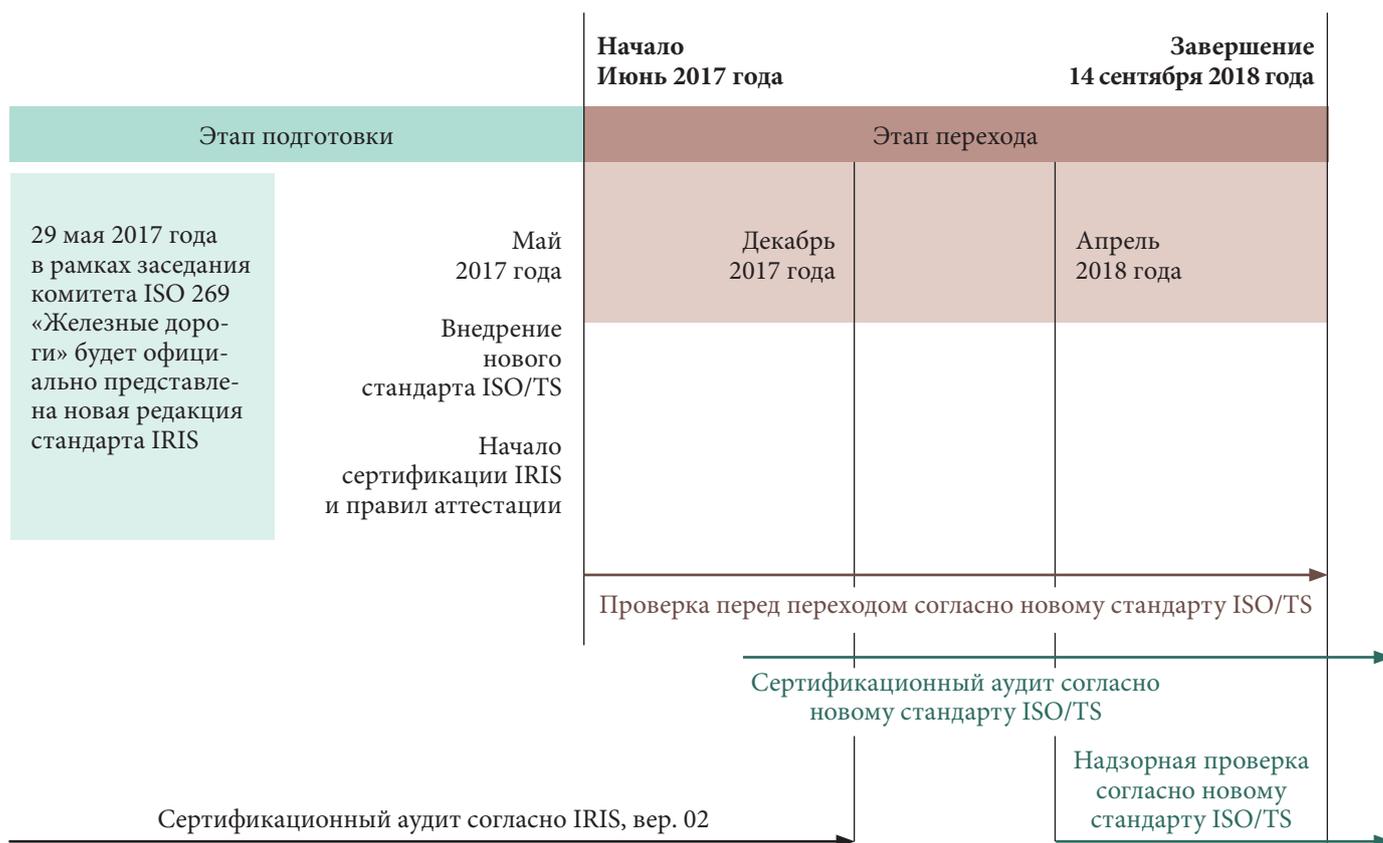


Рис. 1. Этапы внедрения ISO/TS 22163

и обучение аудиторов. Также в открытом доступе останется интернет-портал IRIS, на котором будет продолжаться отражаться вся актуальная информация о сертифицированных предприятиях.

Центр менеджмента IRIS (ИМС), входящий в состав UNIFE и возглавляемый генеральным менеджером IRIS Б. Кауфманом, ввел новые правила, касающиеся аккредитации аудиторов. При согласовании органов по сертификации и при одобрении ИМС-аудитор может сотрудничать с несколькими органами по сертификации.

В соответствии со Стратегией управления качеством в холдинге ОАО «РЖД» сертифицированным предприятиям железнодорожного сектора рекомендуется в 2017-2018 годах осуществить подготовку и переход на требования ISO/TS 22163 в соответствии с установленными процедурами и по согласованию сроков перехода с выбранным органом по сертификации. Предприятиям, еще не прошедшим процедуру сертификации, целесообразно осуществлять подготовку к ней по требованиям действующей редакции стандарта IRIS в

плановом режиме с последующим переходом на ISO/TS 22163 при ресертификационном аудите.

Сегодня осуществляются необходимые административные действия по регистрации нового стандарта в системе ISO. На февраль-март 2017 года запланировано проведение «пробных аудитов» на европейских площадках Knorr-Bremse, Harting, Siemens для валидации всех элементов системы.

29 мая 2017 года в рамках заседания комитета ISO 269 «Железные дороги», которое пройдет в Южной Корее (Сеул), будет официально представлена новая редакция стандарта IRIS. С июня начнутся сертификационные аудиты по новой редакции стандарта.

Все организации, имеющие на данный момент сертификаты IRIS 02, должны завершить переход на новый стандарт к 14 сентября 2018 года. Соответственно, все сертификаты IRIS, срок действия которых истекает позже 14 сентября 2018 года, утрачивают силу в этот день независимо от того, указана ли в документе более поздняя дата.

Вариант 1

Процесс перехода в рамках текущего цикла проверок согласно стандарту IRIS, вер. 02, то есть в день следующего планового надзорного или повторного сертификационного аудита:

- Для успешного проведения аудита перед переходом должна быть выполнена проверка в соответствии с ISO/TS 22163.
- Отчетная дата организации остается прежней.

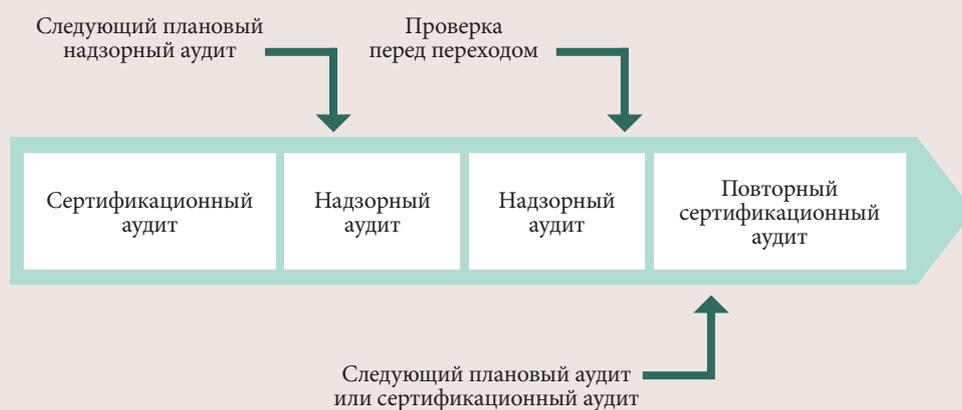


Рис. 2. Схема перехода на ISO/TS 22163, вариант 1

Вариант 2

Процесс перехода в любое время, то есть вне обычного цикла надзорного и повторного сертификационного аудита:

- Цикл проверок прерывается.
- Проверка перед переходом должна быть проведена в соответствии с ISO/TS 22163.
- Если организация выбирает вариант 2, на определенный срок она остается без сертификата IRIS.
- Отчетная дата организации определяется повторно по результатам завершенного аудита перед переходом.

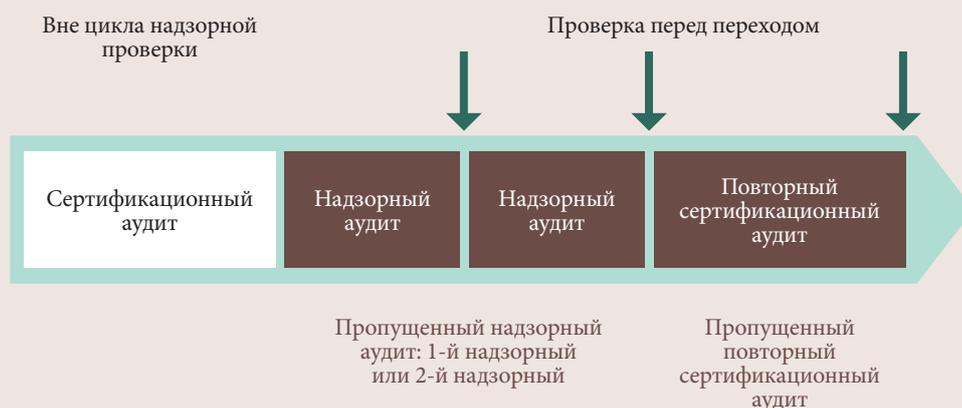


Рис. 3. Схема перехода на ISO/TS 22163, вариант 2

Организации, имеющие сертификаты IRIS, вправе самостоятельно определить время перехода на новый стандарт ISO/TS 22163 в соответствии с указанными вариантами:

Вариант 1

Процесс перехода в рамках текущего цикла согласно стандарту IRIS 02, то есть в день следующего планового надзорного или повторного сертификационного аудита (рис. 2).

Вариант 2

Процесс перехода в любое время, то есть вне планового цикла надзорного или сертификационного аудита (рис. 3).

Отличия варианта 1 от 2 заключаются в следующем:

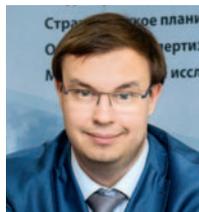
- текущий цикл прерывается;
- проверка перед переходом должна быть проведена в соответствии с ISO/TS 22163;
- выбор организацией варианта 2 оставляет ее без сертификата IRIS на определенный срок;
- отчетная дата организации определяется повторно.

После успешного завершения процесса перехода организации будет выдан новый сертификат сроком на три года за вычетом одного дня с учетом правил для отчетной даты. С этого момента начинается новый цикл сертификации и проверки.

Транспортное машиностроение России в 2016 году



В. Б. Савчук,
заместитель генерального
директора ИПЕМ



И. А. Скок,
главный эксперт-аналитик отдела
исследований транспортного
машиностроения ИПЕМ

2016-й стал годом суровых испытаний, новых надежд для транспортного машиностроения России и рекордов по ряду показателей. И если у отдельных подотраслей получилось справиться с возникшими трудностями и найти пути решения, то другим для выхода из кризиса необходима поддержка государства.

Краткий обзор

2016 год можно назвать годом адаптации отрасли транспортного машиностроения к неблагоприятным внешним и внутренним факторам. Наблюдающуюся с 2013 года (а по отдельным сферам с 2012 года) отрицательную динамику производства удалось переломить, в результате чего на протяжении 2016 года можно было заметить рост выпуска ключевой продукции практически по всем подотраслям.

Показатель стоимости отгруженной продукции транспортного машиностроения за 11 месяцев 2016 года достиг 359,9 млрд руб., что на 20,5% больше, чем за аналогичный период 2015 года (рис. 1)¹.

В 2016 году в структуре стоимости отгруженной продукции основную долю составили услуги по ремонту и обслуживанию подвижного состава (33%). Второе место заняла сфера производства грузовых вагонов (рис. 2).

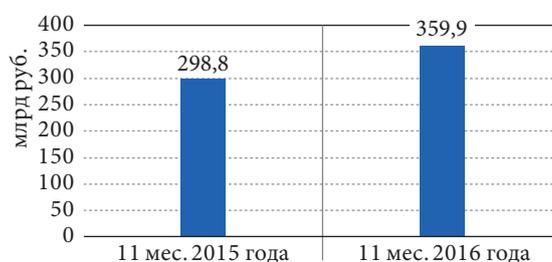


Рис. 1. Стоимость отгруженной продукции предприятий транспортного машиностроения, млрд руб.



Рис. 2. Структура стоимости отгруженной продукции транспортного машиностроения в 2016 году

Ремонт и обслуживание подвижного состава

По показателю стоимости отгруженной продукции сфера ремонта и обслуживания подвижного состава традиционно является лидирующей в отрасли транспортного машиностроения, причем за последние 5 лет ее доля неизменно росла. Однако в 2016 году эта тенденция была переломлена благодаря ряду факторов. Одним из клю-

чевых является значительное сокращение потребности в ремонтах с продлением срока службы подвижного состава железных дорог, включая парки грузовых вагонов, локомотивов и т. д. (рис. 3).

Причины сокращения ремонтов парков подвижного состава в каждой сфере различны и зависят от текущих особеннос-

¹ Подробнее – в статье «Мониторинг состояния промышленности на основе индексов ИПЕМ. Итоги IV квартала 2016 года», стр. 6-14.

тей, проблем и задач, решаемых игроками рынка в той или иной сфере. Например, в эксплуатации тягового подвижного состава ОАО «РЖД» (владелец крупнейшего парка локомотивов в России) продолжает реализовывать программу оптимизации, результаты которой должны привести к сокращению количества локомотивов в инвентарном парке компании и программы продления их сроков службы. Как следствие, существенно сократятся расходы холдинга на обслуживание и ремонт подвижного состава.

Другой фактор, оказавший значительное влияние на сферу ремонта, – повышение производителями надежности узлов и деталей нового подвижного состава, – приводит

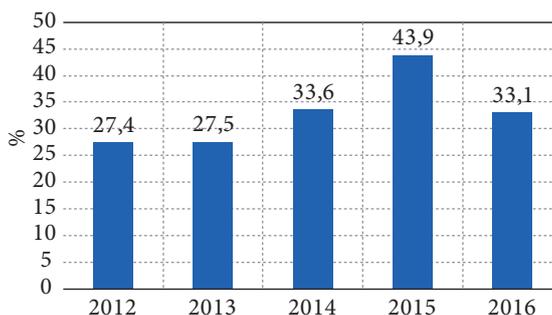


Рис. 3. Динамика сферы ремонта и обслуживания подвижного состава в структуре стоимости отгруженной продукции транспортного машиностроения

дит к увеличению межремонтного пробега техники. В итоге значительно сокращаются издержки владельцев подвижного состава на обслуживание и ремонт.

Грузовые вагоны

С января 2016 года начал действовать запрет допуска к эксплуатации вагонов, в отношении которых после 1 января 2016 года выполнены работы по продлению сроков службы или модернизации с продлением сроков их службы без соответствующей сертификации. Это привело к списанию почти 109 тыс. вагонов, из которых 52,6% – полувагоны.

В результате глобальный профицит грузовых вагонов сменился локальным дефицитом по отдельным родам на отдельных направлениях в пики предъявления грузов к перевозкам.

Как следствие, начиная с августа 2016 года можно было увидеть восстановление роста спроса на грузовые вагоны. Так, если за первые 7 месяцев 2016 года (январь – июль) объем производства составлял 16,1 тыс. вагонов, то за последние 5 месяцев предприятиями было выпущено уже 20,5 тыс. вагонов, или 56,0% от общего объема произведенных вагонов (рис. 4).

В целом с учетом списания вагонов с истекшим сроком службы и поступлением на сеть нового подвижного состава парк грузовых вагонов на сети железных дорог России сократился на 78,2 тыс. вагонов и составляет 1 072,8 млн вагонов.

В то же время на конец 2016 года на сети эксплуатируются 48,9 тыс. вагонов с ранее продленным сроком службы (около 4,5%

парка). Списания данных вагонов можно ожидать уже в ближайшее время. Также в 2017 году истекает срок службы еще у 15,6 тыс. вагонов, что позволяет предположить общий объем списания не менее 64,5 тыс. вагонов.

Наиболее изношенным остается парк вагонов-платформ: более 20% (около 15,5 тыс. платформ) находится за пределами срока службы. В схожей ситуации и рефрижераторные вагоны. Более 18% парка (821 вагон) эксплуатируется с продленным сроком службы, средний возраст составляет 22,3 года при назначенном сроке службы в 25 лет. При этом, если ваго-

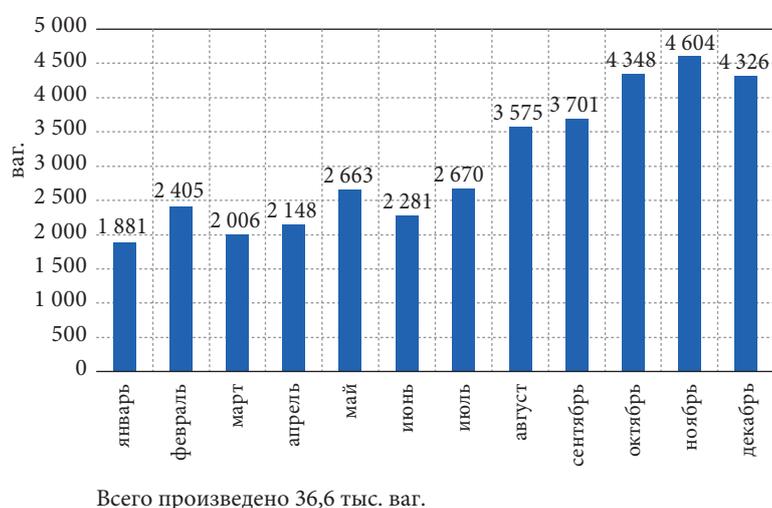


Рис. 4. Помесячное производство грузовых вагонов в России в 2016 году

ны-платформы производятся не менее чем на 6 предприятиях России (всего в 2016 году выпущено более 3,5 тыс. платформ), то серийное производство рефрижераторных вагонов сегодня на территории страны отсутствует.

По сути, рефрижераторные вагоны – единственный подвижной состав, обновление которого силами существующих российских предприятий затруднено. Одной из причин является отсутствие долгосрочного оплаченного спроса на эту промышленную серию. При этом спрос на

такой подвижной состав меняется в сторону перевозок в рефрижераторных контейнерах, для которых необходимы только вагоны с дизель-генераторами из состава рефрижераторных секций. Дефицит прочих родов грузовых вагонов российские производители способны полностью удовлетворить в течение ближайших 2-3 лет.

Так, в 2017 году ожидается рост производства вагонов по отношению к 2016 году. Прогнозируемый объем производства, по экспертным оценкам ИПЕМ, составит не менее 45-50 тыс. вагонов.

Локомотивы

Производители сферы локомотивостроения ориентировались на ключевого заказчика тягового подвижного состава в России – ОАО «РЖД». Начиная с октября 2016 года компания реализует програм-

му оптимизации парка локомотивов, в результате чего общий парк тягового подвижного состава планируется сократить с 21 тыс. локомотивов до 17,5 тыс. ед. (табл. 1). Как следствие, сокращается и объем закупок. Если в прошлом году количество приобретенного подвижного состава было сопоставимо с объемами 2015 года (в 2015 году – 502 ед., в 2016 году – 493 ед.), то в текущем ожидается сокращение до 450 ед. Аналогичные объемы компания планирует приобретать как минимум вплоть до 2020 года.

С другой стороны, оптимизация парка локомотивов подразумевает не только сокращение числа эксплуатируемого тягового подвижного состава, но и повышение требований к его эксплуатационным характеристикам. Иными словами, ОАО «РЖД» в условиях реализации программы развития тяжеловесного движения планирует покупать дорогостоящий, но в то же время более эффективный подвижной состав.

Объем выпуска магистральных электровозов и маневровых тепловозов в 2016 году не претерпел существенных изменений по отношению к 2015 году. Производство магистральных электровозов сократилось на 6,5%, маневровых тепловозов – на 12,3%.

В то же время производство магистральных тепловозов увеличилось на 36% (рис. 5). В результате в прошлом году зафиксирован исторический рекорд: на территории России произведено 227 секций магистральных тепловозов. Столь значительный рост производства связан с выходом на плановые мощности АО «УК «БМЗ»,

Табл. 1. Парк локомотивов ОАО «РЖД» в 2012-2016 годах

	2012	2013	2014	2015	2016
Тепловозы	4 157	4 128	4 210	4 237	4 202
Электровозы	10 389	10 436	10 489	10 678	10 566
Маневровые тепловозы	6 101	6 010	5 999	5 933	5 850
Всего	20 647	20 574	20 698	20 848	20 618

Источник: данные ОАО «РЖД»

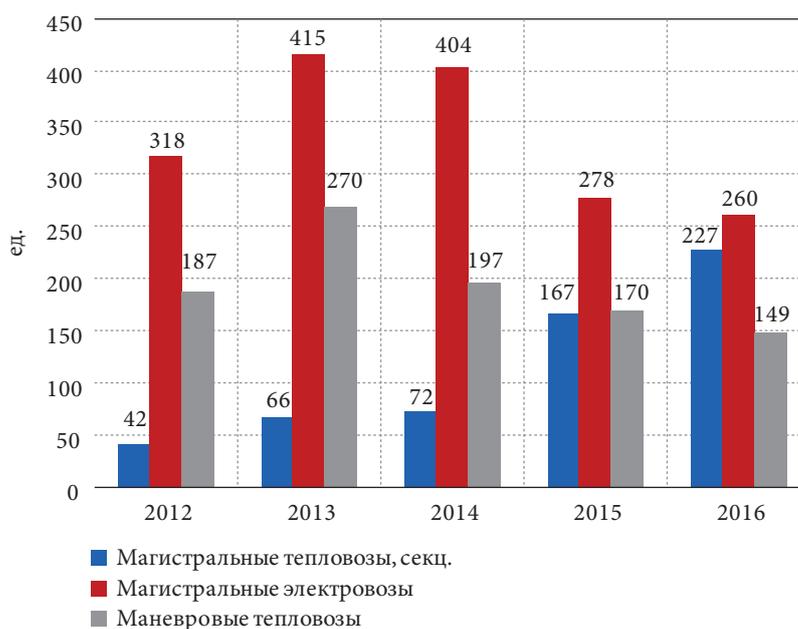


Рис. 5. Производство локомотивов в России в 2012-2016 годах

ключевого производителя магистральных грузовых тепловозов на территории России. Начиная с 2015 года на мощностях предприятия запущено производство грузовых тепловозов 2ТЭ25КМ, заменивших ранее поставляемые с территории Украины 2ТЭ116У.

Реализация проектов по выпуску тягового подвижного состава, соответствующего современным требованиям, ведется с 2011 года, когда было начато массовое производство серий локомотивов, разработанных совместно российскими и иностранными специалистами.

В конструкции новых локомотивов преобладали иностранные узлы и детали, что не являлось критичным вплоть до 2015 года, когда в мире произошло резкое обострение политико-экономической ситуации. В результате значительно выросла

себестоимость производства, а по отдельным узлам и комплектующим появился риск полного прекращения поставки из-за рубежа.

С целью обеспечения промышленной безопасности российских предприятий и гарантий поставки подвижного состава потребителям в России с 2015 года реализуется программа импортозамещения. В ее рамках часть высокотехнологичных комплектующих иностранного производства была заменена российскими аналогами, что позволило удешевить производство.

Так, себестоимость пассажирского двухсистемного электровоза ЭП20, выпускаемого на мощностях ООО «ПК «НЭВЗ» совместно со специалистами Alstom, за счет сокращения числа иностранных комплектующих удалось снизить на 34%.

Моторвагонный подвижной состав

Производство моторвагонного подвижного состава включает в себя вагоны электропоездов, трамвайные и вагоны метрополитена.

В сфере производства вагонов электропоездов продолжается процесс перераспределения доли рынка между двумя производителями – ОАО «Демидовский машиностроительный завод» (ОАО «ДМЗ») и ООО «Уральские локомотивы» (ООО «УЛ»).

Если в 2014 году после запуска производства доля ООО «УЛ» в сфере вагоностроения электропоездов не превышала 4,9%, то на конец 2016 год на долю предприятия пришлось 40,8% выпуска продукции (рис. 6).

Существенные изменения претерпела и номенклатура поставляемой продукции. Так, с 2016 года ОАО «ДМЗ» запущено серийное производство вагонов электропоездов постоянного тока ЭП2Д. На сегодня построено десять 11-вагонных составов, которые приобрела ЦППК (для депо Нахабино).

Также в 2016 году начато производство электропоездов переменного тока ЭП3Д по заказу «Казахстанских железных дорог».

С другой стороны, заводом ООО «Уральские локомотивы» организована поставка поездов ЭС2Г «Ласточка» на Московское

центральное кольцо (МЦК), окружную железнодорожную линию, объем пассажиропотока которой за 5 месяцев эксплуатации составил 32,5 млн пасс.

Столь значительное нововведение не могло не повлиять на объем выпуска продукции. В 2016 году в общей сложности было произведено 392 вагона электропоездов, что на 39,5% больше, чем в 2015 году (рис. 7).

Как видно из графика, ситуация в данной сфере остается нестабильной. И если

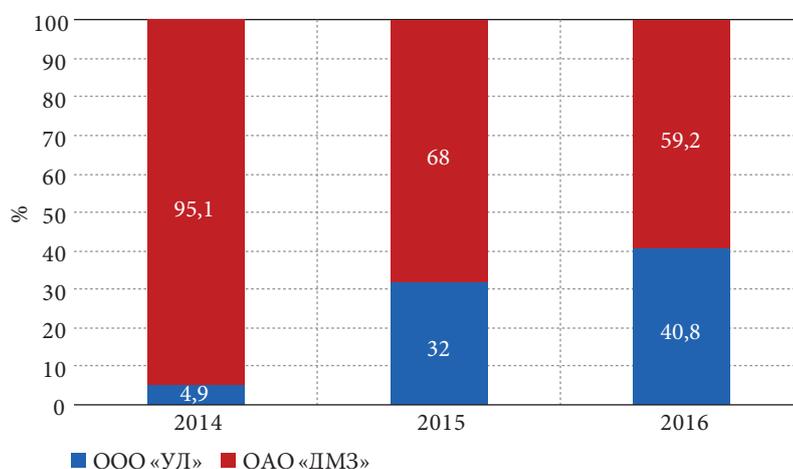


Рис. 6. Доли предприятий на рынке производства вагонов электропоездов в 2014-2016 годах

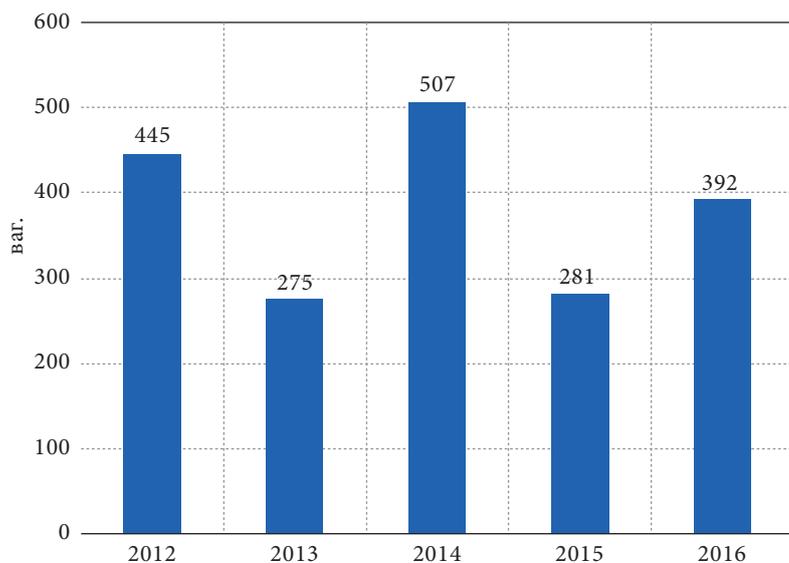


Рис. 7. Производство вагонов электропоездов в России в 2012-2016 годах

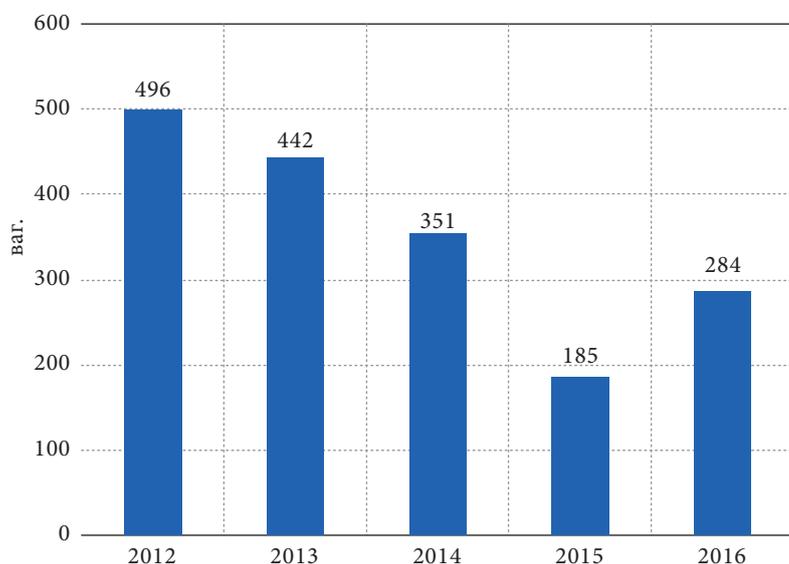


Рис. 8. Производство вагонов метрополитена российскими предприятиями в 2012-2016 годах

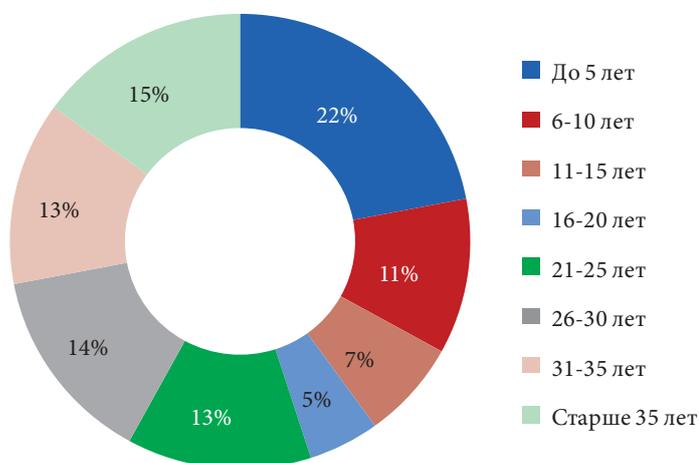


Рис. 9. Возрастная структура парка вагонов метрополитенов в России в 2015 году

ООО «УЛ» обеспечено контрактом на поставку 1 200 вагонов электропоездов до 2023 года, то у ОАО «ДМЗ» конъюнктура складывается иначе. Государством оказывается поддержка пригородным пассажирским компаниям, однако она носит краткосрочный характер, в результате компании не могут осуществлять долгосрочное планирование своей деятельности и строить планы по закупке подвижного состава на несколько лет вперед.

При этом ОАО «ЦППК» одна из немногих компаний, имеющая 15-летний контракт на перевозки пассажиров, является крупнейшим покупателем электропоездов, разработанных в России. На 2017 год запланировано приобретение 24 одиннадцативагонных составов производства ОАО «ДМЗ» против 20 составов в 2016 году.

Ситуация усложняется снижением пассажиропотока в сегменте пригородных перевозок, наблюдаемом в течение последних лет. В частности, объем перевозок ОАО «ЦППК» в 2016 году сократился на 2,8% и составил 571 млн пасс.

Сфера производства вагонов метрополитена во многом зависит от политики, проводимой ключевым заказчиком продукции – Московским метрополитеном. По сути, столичный метрополитен является единственным, имеющим долгосрочные планы развития среди всех метрополитенов России: строительство новых линий и обновление подвижного состава на существующих направлениях обеспечивали заказами ОАО «Метровагонмаш» на протяжении 2013-2015 годов (единственный поставщик данного вида продукции). В 2016 году запущено производство вагонов на ОАО «Октябрьский электровагоноремонтный завод» (ОАО «ОЭВРЗ»). По состоянию на 2016 год предприятием выпущено 12 вагонов.

В целом в 2016 году предприятиями сферы производства вагонов метрополитена показана положительная динамика относительно 2015 года: поставлено 284 вагона (более чем в 1,5 раза по сравнению с предыдущим годом) (рис. 8).

Таким образом, в 2016 году удалось переломить нисходящий тренд, наблюдавшийся в производстве вагонов метрополитена с 2012 года, несмотря на стабильный рост

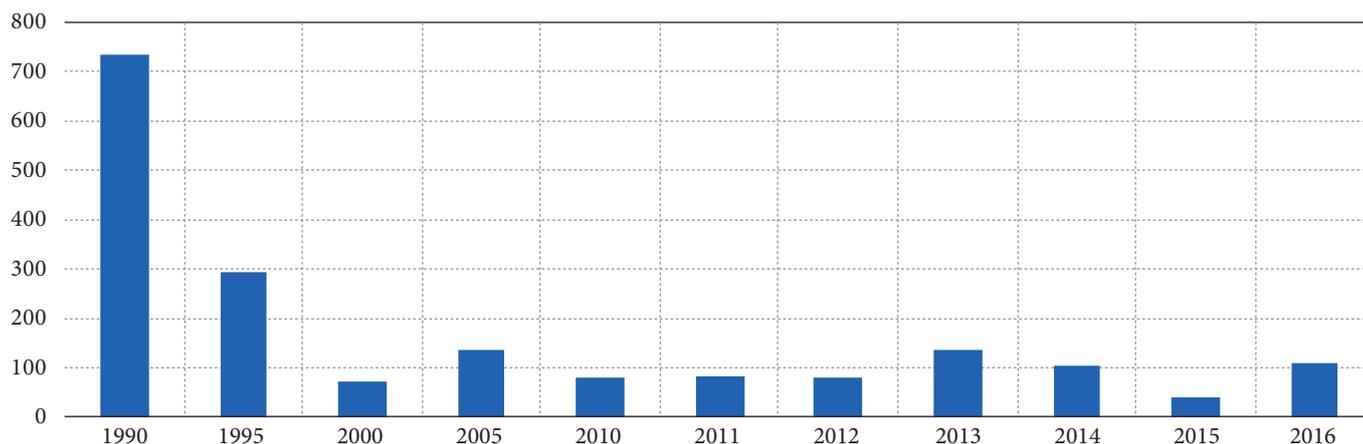


Рис. 10. Производство трамвайных вагонов российскими предприятиями в 1990-2016 годах

парка вагонов метрополитена в России. Так, в 2010-2016 годах общий парк вагонов метрополитенов России вырос на 12,7% и в 2016 году составил 7,1 тыс. вагонов.

Значительные изменения претерпела и возрастная структура парка. Если в 2010 году доля вагонов, чей возраст не превышал 5 лет, составляла 12%, то в 2016 году показатель вырос уже до 22% (рис. 9). Это связано с активным обновлением подвижного состава метрополитенами России и списанием изношенного подвижного состава.

Таким образом, в ближайшее время потребность в замене существующих изношенных вагонов составит порядка 2 000 вагонов.

В сфере производства трамвайных вагонов также наблюдается рост в 2,8 раз по отношению к 2015 году, однако необходимо помнить, что в это время их объем производства был самым низким за весь постсоветский период (рис. 10).

Столь значительный спад, наблюдаемый в 2013-2015 годах, является прямым следствием сокращения источников и объемов финансирования закупок из региональных бюджетов в субъектах РФ. В результате в 2011-2015 годах пассажиропоток трамвайного транспорта сократился на 26,3% (до 1,5 млрд пасс.), количество подвижного состава – на 5,8% (до 8,1 тыс. вагонов), а коэффициент используемого парка – с 63,2% до 62%².

На этом фоне в 2011-2015 годах происходило постепенное старение парка (рис. 11).

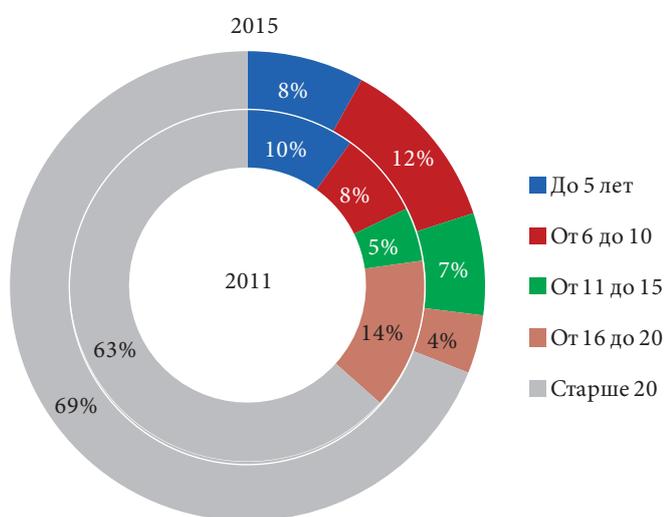


Рис. 11. Возрастная структура парка трамваев в России в 2011 и 2015 годах

Ситуация в сфере производства трамвайных вагонов обостряется отсутствием долгосрочных программ поддержки городского рельсового транспорта. Кроме того, существенно различаются потребности владельцев данного подвижного состава в зависимости от региона и технического состояния инфраструктуры.

Если для крупных городов, имеющих инвестиционные ресурсы (например, Москва, Санкт-Петербург), требуется подвижной состав, обеспечивающий высокую комфортность пассажиров и обладающий привлекательным дизайном интерьера и экстерьера, то для большинства регионов, которые ограничены в средствах, на первом месте стоит простота и дешевизна обслуживания и эксплуатации.

² Закиров С.С., Матросов В.А., Матвеева Е.В. Положение городского электрического транспорта в России // С.С. Закиров, В.А. Матросов, Е.В. Матвеева // Техника железных дорог. – 2016. – № 36 (4). – С. 12-17.

Пассажирские вагоны

Сфера пассажирского вагоностроения России переживает затяжной кризисный период (с 2008 года), что, как и в прочих сферах, связано с финансовым положением ключевого заказчика – АО «Федеральная пассажирская компания».

Пассажиропоток компании в 2015 году сократился на 7,5% по отношению к 2013 году и составил 91,3 млн пасс. Как следствие, в 2013-2015 годах наблюдалось существенное сокращение производства и закупок пассажирских вагонов. Ситуация изменилась только в прошлом году, когда выпуск составил 258 вагонов (рис. 12).

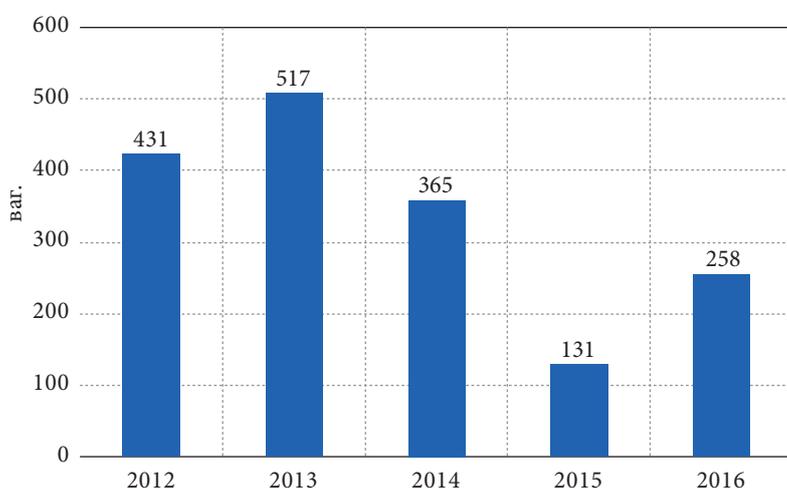


Рис. 12. Производство пассажирских вагонов российскими предприятиями в 2012-2016 годах

Выводы

Несмотря на в целом положительную динамику, которую показало транспортное машиностроение в 2016 году, говорить о полном выходе отрасли из кризиса еще преждевременно. Если по одним подотраслям уже существуют планы как на 2017 год, так и на долгосрочный период развития, то ряд прочих сфер отрасли все еще находится в состоянии неопределенности. Сохраняющееся отсутствие долгосрочного оплаченного спроса на продукцию в таких подотраслях, как, например, производство трамвайных или пассажирских вагонов локомотивной тяги, ставит под удар

При этом точка безубыточности производства ОАО «Тверской вагоностроительный завод» (ОАО «ТВЗ»), единственного производителя пассажирских вагонов локомотивной тяги на территории России, составляет порядка 358 вагонов³.

Вследствие сокращения заказов ОАО «ТВЗ» вынуждено проводить политику оптимизации и секвестировать бюджет, в том числе сокращать персонал. Так, за 2011-2016 годы численность персонала завода уменьшилась на 30%: с 7,9 тыс. до 5,5 тыс. человек.

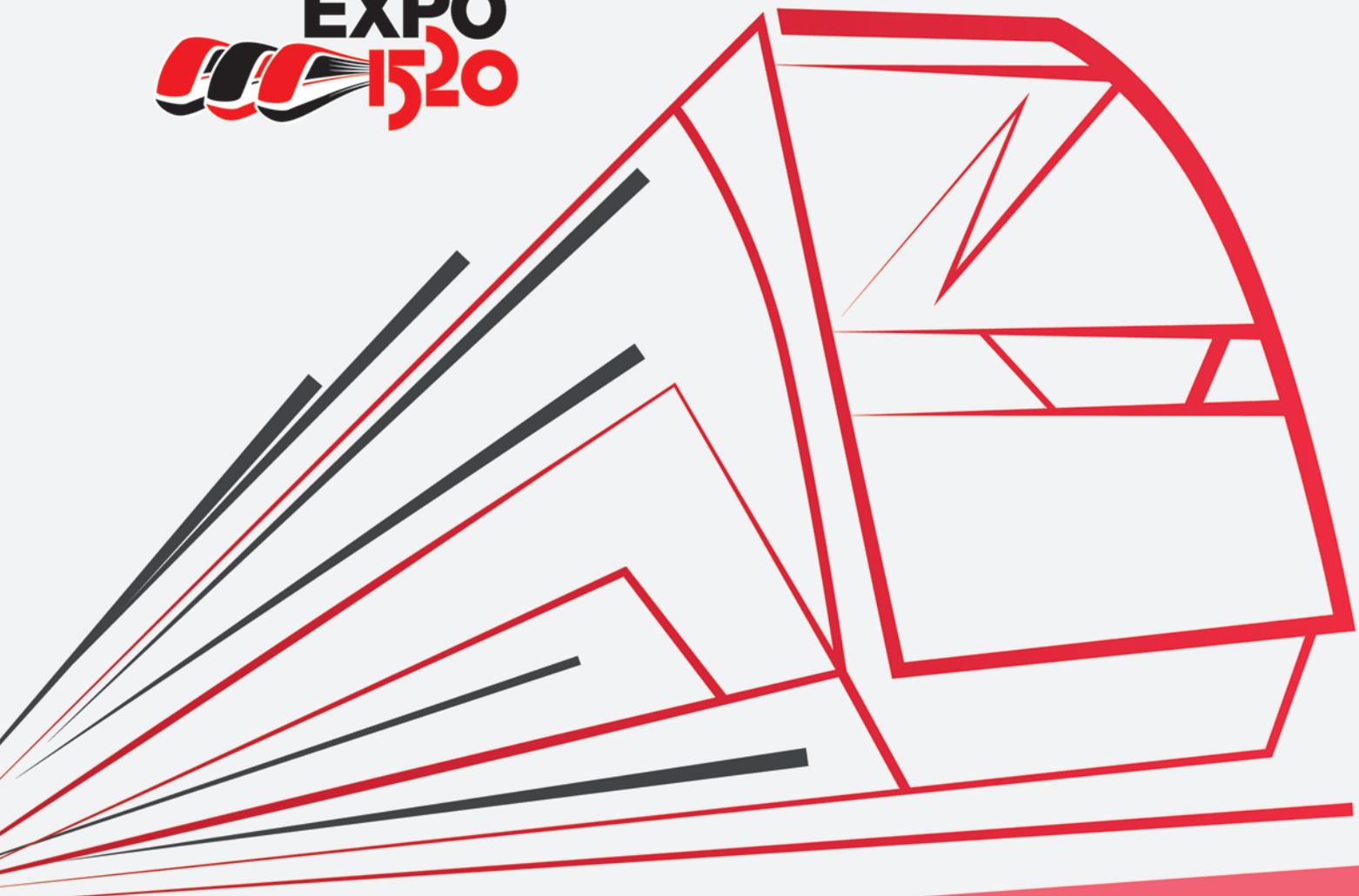
Ввиду ситуации, складывающейся в сфере пассажирских перевозок дальнего следования, Правительство РФ начало обсуждать реформу пассажирских железнодорожных перевозок. Так, на 2017-2019 годы намечены модернизация пассажирского комплекса и оптимизация маршрутов, на 2020-2030 годы – привлечение инвестиций. Один из обсуждаемых вариантов концепции исходит из развития перевозок на дистанциях до 1 тыс. км и в региональном сообщении. На расстоянии свыше 3 тыс. км следует сохранить лишь железнодорожные перевозки из труднодоступных районов и так называемые репутационные маршруты, такие как Москва – Пекин или Москва – Владивосток, доля железных дорог должна сокращаться по мере развития бюджетных авиаперевозок.

само существование российских предприятий. Своими силами данные производители решить сложившуюся системную проблему не способны – им необходима финансовая и (или) административная поддержка государства.

С другой стороны, развитие передовых сфер отрасли и поддержка отдельных нуждающихся подотраслей позволяют государству в наибольшей степени обеспечить свою производственную и транспортную безопасность в условиях непростой политико-экономической обстановки, складывающейся в мире. Ⓢ

³ Годовой отчет ОАО «ТВЗ» за 2014 год.

EXPO
1520



МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ САЛОН ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

30.08-02.09 2017

Экспериментальное кольцо АО «ВНИИЖТ»
Россия, г. Москва, Щербинка

WWW.EXPO1520.RU

Генеральный партнер



ОАО «РЖД»

Спонсор регистрации



Спонсор навигации



Генеральные информационные партнеры



Организатор



Итоги испытаний безбалластного пути



А. В. Савин,

к.т.н., заместитель генерального директора –
начальник Испытательного центра АО «ВНИИЖТ»

На Экспериментальном кольце АО «ВНИИЖТ» станции Щербинка в декабре 2016 года завершились сравнительные испытания 4-х типов безбалластных конструкций пути – LVT (РЖДстрой, Россия), FFV (MaxBögl, Германия), NBT (Alstom, Франция), EBS (Tines, Польша) [1]. Они проводились в соответствии с программой и методикой полигонных испытаний, утвержденной ОАО «РЖД». Пропущенный тоннаж по опытному участку из 4-х конструкций составил 600 млн т брутто.

Технология сооружения опытных конструкций

Строительство опытного участка безбалластных конструкций пути производилось с 05.08.2014 по 20.11.2014. До 03.12.2014 происходила обкатка пути с целью стабилизации переходных участков на щебеночном балласте, после чего опытный участок был сдан в эксплуатацию.

Протяженность каждой из 4-х безбалластных конструкций составляла 75 м (без переходных участков), длина всего опытного участка – 500 м.

На всем фронте работ земляное полотно сооружалось по единой технологии одним подрядчиком на существующем участке второго кольцевого пути (рис. 1). После выемки естественного грунта было уложено два специально подготовленных слоя шириной 7 м с уклоном поверху в поперечном сечении 0,04%.

Первый слой толщиной 50 см представлял собой при помощи перемешивания с полифилизаторами химически укрепленный грунт. Среднее значение модуля деформации по второй ветви нагружения с учетом повторной обработки грунта полифилизаторами составляло 146 МПа (при проектном значении – не менее 80 МПа). Полученные

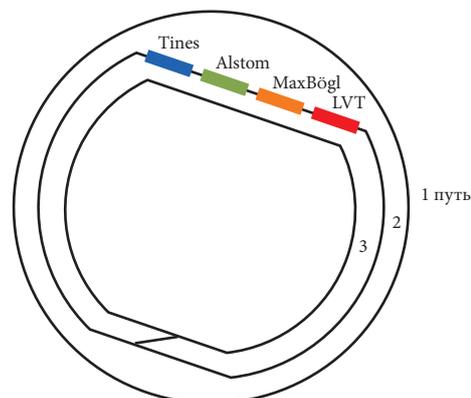


Рис. 1. Место расположения опытных участков

данные статических и динамических испытаний модуля деформации (упругости) укрепленного полифилизаторами грунта хорошо корреспондировались между собой.

Второй слой толщиной 70 см – это щебеночно-гравийно-песчаная смесь (ЩПГС) ТУ 5711-284-01124323-2012. Среднее значение модуля деформации по второй ветви нагружения – 181,7 МПа (при проектном значении – не менее 120 МПа).

Верхнее строение пути – сами безбалластные конструкции [1] – каждый из производителей сооружал собственными силами.

Условия проведения испытаний

Испытания всех типов безбалластного пути конструкций (Tines, Alstom, MaxBögl,

LVT) были проведены на прямом участке второго кольцевого пути на Эксперимен-

тальном кольце с 03.12.2014 по 20.10.2016. Пропущенный тоннаж по опытным участкам составил 600 млн т брутто. Нарботка тоннажа обеспечивалась составом, состоящим из электровоза ВЛ80 и 85 полувагонов с нагруз-

кой 23,5 т/ось. Скорость движения – 70 км/ч. Ежесуточная наработка тоннажа составляла 1,0-1,2 млн т брутто/сут. Место расположения опытных участков на Экспериментальном кольце показано на рисунке 1.

Результаты испытаний

После пропуска тоннажа, установленной методикой, по опытным участкам конструкций Tines, Alstom, MaxBögl, LVT получены следующие результаты.

Геометрия рельсовой колеи

Геометрия рельсовой колеи отвечает требованиям безопасности движения на всех 4 конструкциях. Наибольшие значения отклонений по результатам прохода путеизмерительного вагона следующие:

- уширение 9 мм на переходных участках Tines и MaxBögl;
- сужение не обнаружено;
- перекося 14 мм на плите Tines и 13 мм на переходном участке Alstom;
- просадка 14 мм на переходных участках Tines, Alstom, LVT и на плите Alstom;
- рихтовка 9 мм на переходных участках Tines и Alstom;
- уровень 9 мм на плите Alstom.

Дополнительные промеры ширины колеи и уровня вручную путевым шаблоном показывают, что на всех конструкциях ширина колеи стабильна (изменение в интервале 500-600 млн т составило от 0,7 до 0,46 мм при значениях среднеквадратического отклонения (СКО) от 0,33 до 0,04 мм), что обусловлено типом используемых промежуточных рельсовых креплений [1].

Вертикальный износ рельсов на всех конструкциях составил от 0,011 до 0,024 мм при значениях СКО от 0,002 до 0,007 мм. Боковой износ на всех конструкциях составлял от 0,068 до 0,118 мм при значениях СКО от 0,006 до 0,02 мм.

Лучшие показатели по геометрии рельсовой колеи оказались у конструкции MaxBögl. Это объясняется заводским изготовлением плит с высокой точностью, в отличие от бетонирования несущей плиты непосредственно на месте строительства.

Состояние рельсовых креплений

Численное значение момента затяжки шурупов находится в заданных диапазонах и соответствует следующим значениям:

- Tines** – 315-420 Нм;
- Alstom** – 280-360 Нм;
- MaxBögl** – 250-400 Нм;
- LVT** – 250-400 Нм.

Наименьшее ослабление затяжки шурупов рельсовых креплений на бетонной плите наблюдалось у конструкции Tines.

В ходе полученных испытаний дефектность элементов креплений по компаниям составила:

Alstom. Замена сломанных болтов крепления дополнительных рельсов на переходном участке (16 из 100 шт.), всех узлов крепления дополнительных рельсов на бетонной плите (50 шт.), излом подкладки W300 (1 шт.), наличие зазора (1-3 мм) между подкладкой W300 и бетонной плитой на всех узлах крепления W300;

Tines. Замечаний не выявлено;

MaxBögl. Излом клемм (3 из 600 шт.) и бокового упора (1 из 600 шт.);

LVT. Замена блоков со креплением Schwihag (64 из 300 шт.) (трещины по отверстию дюбеля и по выкружке). Причины выхода из строя исследуются дополнительно.

Выход элементов креплений у Alstom объясняется несовершенством конструкции переходного участка.

Лучшие показатели в части рельсовых креплений – у конструкции Tines.

Дефектность бетонного слоя

Образовавшиеся дефекты в бетонном слое на момент пропуска 600 млн т брутто каждой из 4 опытных конструкций не угрожали безопасности движения, однако у них были выявлены некоторые особенности.

Tines. Трещина в лотке (54 шт.), по дюбелю (86 шт.), в блоке под рельсом (7 шт.) и в блоке по выкружке (43 шт.), в несущей плите (128 шт. (до 0,5 мм) и 24 шт. (более 0,5 мм)). Трещины в лотке блока и в несущей плите показаны на рисунке 2. Потеря



Рис. 2. Трещины в лотке блока и в несущей плите (Tines)

сцепления блоков и несущей плиты (отслоение блоков) (6 шт.) (рис. 3). Излом армированной несущей плиты по всей ширине (рис. 4) в месте наибольшего выплеска. Интенсивное разрушение ГСНС из тощего бетона (выплеск) (рис. 5).



Рис. 3. Потеря сцепления блоков и несущей плиты (Tines)



Рис. 4. Излом армированной несущей плиты по всей ширине (Tines)



Рис. 5. Выплеск из под несущей плиты (Tines)

Alstom. Трещины по торцу плиты (41 шт.), посередине несущей плиты (8 шт.), по всей ширине плиты с выходом на торцы (5 шт.), трещины (53 шт. (до 0,5 мм) и 3 шт. (более 5 мм)) (рис. 6). Наблюдалось выделение цементных составляющих на продольном стыке плит, особенно в период дождей (рис. 7). Кроме того, было вытекание битумного герметика на поперечном стыке плит.

MaxBögl. Выявлены трещины (15 шт. (до 0,5 мм) и 4 шт. (более 0,5 мм)). Наблюдалась трещины от круглых отверстий для заливки подливочного слоя и поперечные трещины – на стыках плит (рис. 8). Произошло

разрушение заливочного слоя между всеми плитами, что привело к разрушению стыков плит (рис. 9). Наблюдалось разрушение подливочного слоя под плитами, что также вело к образованию трещин на плитах и выделению цементных составляющих из трещин и из-под плит, особенно во время дождя (рис. 10).

LVT. Выявлены трещины в блоках под рельсом (28 шт.), в блоках по дюбелю (5 шт.), в блоке по выкружке (21) (рис. 11), а также в путевом бетоне (63 шт. (до 0,5 мм) и 1 шт. (более 0,5 мм)). Трещины в путевом бетоне показаны на рисунке 12. Была произведе-



Рис. 6. Трещины в несущей плите (Alstom)



Рис. 7. Выделение цементных составляющих на стыке плит (Alstom)



Рис. 8. Трещины на плите и на стыке плит (MaxBögl)



Рис. 9. Разрушение стыка плит (MaxBögl)

на замена блоков со креплением Schwihag (64 шт. из 280 шт.), уложенных в 2015 году при наработке 240 млн т брутто. Причины выхода из строя блоков исследуются дополнительно. Наблюдается интенсивное истирание резиновых чехлов, в которые помещены блоки (рис. 13), и вытекание продуктов истирания по водоотводным лоткам. Так же как и на предыдущих конструкциях, наблюдается выделение цементных составляющих на продольном стыке путевого бетона и нижней плиты (рис. 14).

Наихудшее состояние в части бетонных слоев наблюдалось у Tines из-за интенсивного выплеска из-под несущей плиты по причине разрушения тощего бетона. В связи с этим в конструкции образовался поперечный излом несущей плиты в месте наибольшего выплеска. Кроме того, имелись отслоения блоков от путевого бетона и многочисленные трещины (более 0,5 мм).



Рис. 10. Выделение цементных составляющих из-под плит (MaxBögl)

Для всех опытных конструкций характерно выделение цементных составляющих в виде водной суспензии («выплеск») на стыке первого и второго бетонных слоев, а также из трещин бетонного слоя и на стыках плит. На



Рис. 11. Трещины бетонных блоков (LVT)



Рис. 12. Трещины путевого бетона (LVT)



Рис. 13. Истирание резиновых чехлов (LVT)



Рис. 14. Выделение цементных составляющих на стыке (LVT)

безопасность движения данное явление пока не повлияло, но скажется на долговечности конструкций.

Перемещения слоев земляного полотна

Перемещения слоев земляного полотна, измеренные волоконно-оптической системой контроля для безбалластного пути [1], показывают следующие результаты.

Осадки достаточно равномерны и не имеют выраженного характера относитель-

но расположения бетонных несущих плит или участков переменной жесткости. По величине они колеблются от 0 до 2 мм.

Осадки под слоем укрепленного грунта варьируются от 0 до 11 мм, причем на двух опытных конструкциях эти значения – около 2 мм, на других – от 7 до 11 мм. Максимальные значения осадок не коррелируются с границами бетонных несущих плит. Наибольшие перемещения отмечаются в период оттаивания грунтов весной.

Трудозатраты на текущее содержание

Трудозатраты на текущее содержание примерно сопоставимы для всех конструкций.

Наиболее проблемные места для всех опытных конструкций (Tines, Alstom, MaxBögl, LVT) – это переходные участки

между безбалластным путем и путем на балласте. Просадки в этих местах достигли 40 мм и своевременно выправлялись путем подбивки шпал машиной ВПР. В наихудшем состоянии (наибольшие просадки и истирание щебня) находится первый переходный

участок LVT с металлической консолью переменного сечения в балласте. Интенсивное разрушение нижней части шпал, опирающихся на специальные площадки металлической консоли, потребовало их замены (5 из 13 шт.). Кроме того, на этом участке был заменен щебень.

Наименьшие просадки наблюдаются на втором переходном участке LVT с обрезиненными подошвами шпал.

В процессе эксплуатации выполнены следующие ремонтные работы:

LVT. Герметизация многочисленных трещин бетонного слоя, замена блоков со скреплением Schwihag (64 из 300 шт.), а также шпал (5 из 13 шт.) и щебня на первом переходном участке;

MaxBögl. Герметизация продольного стыка плит и асфальтового покрытия междупутья, замена сломанных клемм (3 шт.) и бокового упора (1 шт.) на бетонной плите;

Alstom. Замена болтов крепления дополнительных рельсов на шпалах переходных участков (16 шт.), а также всех скреплений дополнительных рельсов на бетонной плите (50 шт.).

Tines. Ликвидация выплесков путем герметизации шва бетонной несущей плиты и тощего бетона, выправка по уровню на регулировочные карточки в скреплении W30 (13 шт.).

Трудозатраты на текущее содержание безбалластных конструкций пути в период наработки 600 млн т брутто составили:

Tines – 279,5 человеко-часов, 15,5 машино-часов;

Alstom – 180,5 человеко-часов, 6,5 машино-часов;

MaxBögl – 112,5 человеко-часов, 9 машино-часов;

LVT – 210 человеко-часов, 16,5 машино-часов.

Наименьшее значение трудозатрат на текущее содержание – у конструкции MaxBögl. Это связано с тем, как было отмечено выше, что путевые бетонные плиты имеют заводское изготовление. Кроме того, это единственная конструкция на опытном участке, у которой междупутье для уменьшения попадания дождевой и талой воды под плиту заасфальтировано.

Сравнительная оценка опытных конструкций

По результатам пропуска 600 млн т брутто можно считать, что все опытные безбалластные конструкции выдержали испытания и соответствуют требованиям безопасности движения.

Сравнительная оценка 4-х безбалластных конструкций с учетом весовых коэффициентов их многочисленных характеристик, полученная с учетом экспертной оценки членов секции «Путевое хозяйство» Научно-технического совета ОАО «РЖД» от 27.05.2016 № 16 (протокол утвержден старшим вице-президентом ОАО «РЖД» В.А. Гапановичем 23.06.2016), показывает, что по совокупности характеристик условные места распределились следующим образом: 1-е место – MaxBögl; 2-е место – Alstom; 3-е место – LVT; 4-е место – Tines. Следует отметить, что оценка является достаточно условной и в значительной степени зависит от того или иного набора экспертов, определяющих весовые коэффициенты. Кроме того, в дан-

ной оценке не учитывалась стоимость сооружения сравниваемых конструкций [2]. Окончательный выбор среди множества конструкций безбалластного пути должен осуществляться на основе стоимости жизненного цикла [3] с учетом соответствующих коэффициентов дисконтирования.

Список использованной литературы

1. Савин А.В., Петров А.В., Третьяков К.И. Испытания безбалластных конструкций пути / А.В. Савин, А.В. Петров, К.И. Третьяков // Техника железных дорог. – 2016. – № 2 (34). – С. 46–56.
2. Савин А.В. Выбор конструкции пути для высокоскоростного движения / А.В. Савин // Вестник ВНИИЖТ. – 2014. – № 1. – С. 55–59.
3. Савин А.В., Разуваев А.Д. Сферы применения безбалластного пути / А.В. Савин, А.Д. Разуваев // Техника железных дорог. – 2016. – № 3 (35). – 2016. – С. 32–41. 

Оценка возможности и эффективности повышения осевых нагрузок грузовых вагонов

Ю. П. Бороненко,

д.т.н., проф., зав. кафедрой «Вагоны и вагонное хозяйство» ФГБОУ ВО ПГУПС

А. В. Третьяков,

д.т.н., проф. кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» ФГБОУ ВО ПГУПС

М. В. Зимакова,

к.т.н., начальник отдела ходовых испытаний АО «НВЦ «Вагоны»

Производительность вагона напрямую связана с грузоподъемностью, которая зависит в первую очередь от допустимой осевой нагрузки. В связи с этим выбор максимально допустимой осевой нагрузки – важнейший фактор, определяющий технико-экономические характеристики проектируемых вагонов. Вопрос о ее величине обсуждается многие десятилетия. Известен положительный зарубежный опыт тяжеловесного движения с вагонами, имеющими осевые нагрузки, превышающие 35 тс. В ряде публикаций авторов данной статьи на базе теоретических расчетов доказывалась техническая возможность и экономическая целесообразность повышения осевых нагрузок [1-3]. С другой стороны, многие ученые и специалисты в России считают, что повышение осевых нагрузок свыше 25 тс вызовет существенное увеличение расходов на содержание пути, которое превышает доходы от улучшения технико-экономических параметров вагонов. В подтверждение своих доводов они приводят результаты отрицательного опыта увеличения осевой нагрузки до 25 тс на тележках 18-100 в 80-х годах или результаты испытаний перегруженных вагонов на нагрузку, превышающую расчетную [4, 5].

Сравнение вагонов с осевой нагрузкой 25 тс

К настоящему времени разработан и испытан ряд грузовых вагонов, специально спроектированных под осевую нагрузку 25 тс, которые устанавливаются на тележки моделей 18-194-1 (АО «НПК «Уралвагонзавод»); 18-9855 (АО «ТВСЗ»); 18-9800 (АО «ВНИКТИ»). В данной статье приводятся некоторые результаты испытаний вагонов производства АО «Тихвинский вагоностроительный завод» (АО «ТВСЗ»).

В качестве ходовых частей вагонов АО «ТВСЗ» используется тележка 18-9855, которая имеет существенные отличия от тележки самой массовой модели 18-100 с осевой нагрузкой 23,5 тс. Новые технические решения, заложенные в тележке 18-9855 (боковые упругие скользуны постоянного контакта, колесные пары повышенной твердости с криволиней-

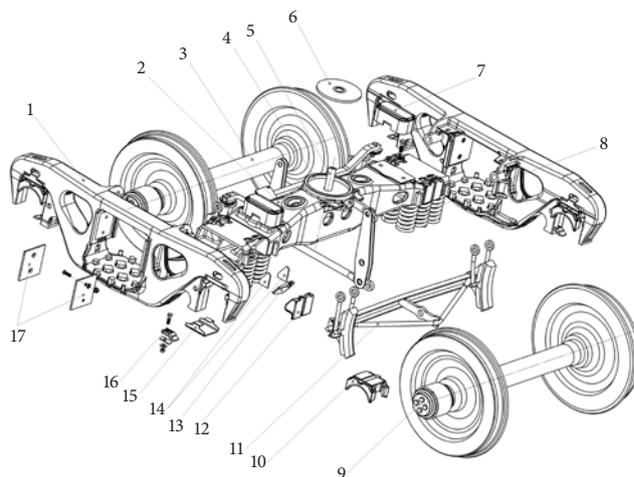
ным диском, кассетный конический подшипник с опиранием боковой рамы через адаптер, износостойкая полимерная прокладка в пятниковом узле), обеспечивают снижение динамических сил на путь и отсутствие их роста по мере износа фрикционных гасителей в процессе эксплуатации (рис. 1).

Для подтверждения обеспечения тележкой модели 18-9855 с осевой нагрузкой 25 тс безопасности движения в составе вагонов различных типов и в составе поездов, а также заявленных эксплуатационных показателей тележки проведены экспериментальные исследования, к которым привлечены ведущие испытательные центры России (АО «ВНИКТИ», АО «ВНИИЖТ», ООО «ИЦ ВЭИП», АО «ИЦ ТСЖТ», ООО «ТИЦ ЖТ»,

ООО «ИЦПС», ФГУП «НИИ мостов», ИЦ АО «НВЦ «Вагоны»). Испытаны все основные типы вагонов: полувагоны, вагоны-цистерны, вагоны-платформы, крытые вагоны и вагоны-хопперы. В рамках работ по оценке воздействия на путь вагонов с осевой нагрузкой 25 тс были проведены сравнительные испытания полувагонов на тележках 18-9855 в новом состоянии и с пробегом 300 тыс. км от постройки без ремонта и обточки колесных пар. В результате испытаний по полученным показателям воздействия на путь было доказано, что вагоны с увеличенной осевой нагрузкой оказывают меньшее воздействие на путь, чем вагоны на тележках 18-100. Это было достигнуто за счет снижения вертикальной динамической добавки обрессоренных частей и боковой качки вагона. В итоге разработчики конструкции добились снижения суммарной вертикальной динамической силы, действующей на путь, у тележки 18-9855 по сравнению с тележкой 18-100 (рис. 2), а также снижения и боковой силы (рис. 3) [6].

Отделом испытаний мостов и конструкций ФГУП «НИИ мостов» для оценки воздействия вагонов с осевой нагрузкой 25 тс на путь были проведены исследования пролетных строений, которые показали, что динамическое воздействие на мостовые конструкции вагонов на тележках модели 18-9855 меньше, чем вагонов на тележках 18-100. Это объясняется тем, что в тележке 18-9855 применены колесные пары с твердыми колесами и S-образным диском. На твердых колесах при их применении в паре с композиционной тормозной колодкой с чугунной вставкой образуется меньше выщербин и дефектов на поверхности катания, а S-образный диск снижает ударные нагрузки на искусственные сооружения.

Суммируя сказанное выше, можно сделать вывод, что вагоны повышенной грузоподъемности до 75-77 т на тележках 18-9855 с увеличенной до 25 тс статической осевой нагрузкой не оказывают повышенного воздействия на путь и искусственные сооружения (мосты) в новом и изношенном состоянии, а также в составе поездов повышенной массы.



1 – боковая рама; 2 – надрессорная балка; 3 – колесная пара; 4 – износоустойчивое кольцо; 5 – шкворень; 6 – износоустойчивый вкладыш; 7 – скользян; 8 – рессорный комплект; 9 – кассетный подшипник; 10 – адаптер кассетного подшипника; 11 – элементы тормозной рычажной передачи; 12 – составной фрикционный клин; 13 – планка боковых стенок; 14 – вставки карманов надрессорной балки; 15 – скобы опорных поверхностей буксового проема; 16 – блокиратор от вертикальных перемещений колесной пары; 17 – фрикционные планки

Рис. 1. Тележка 18-9855

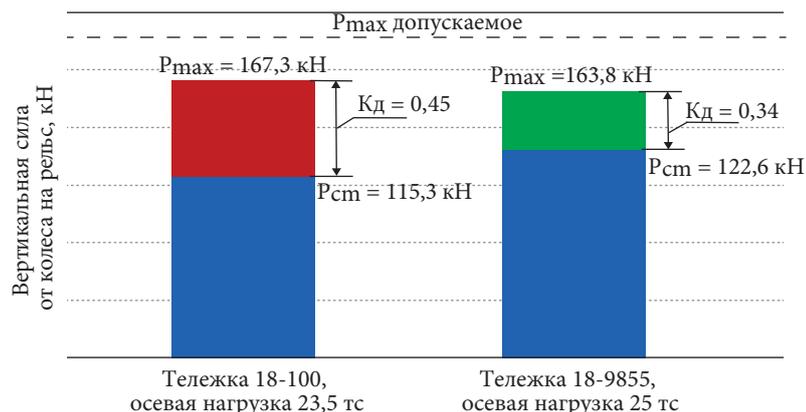


Рис. 2. Вертикальная сила, действующая от колеса на рельс для вагона на тележках 18-100 и 18-9855, по результатам ходовых испытаний: кривая R = 650 м, скорость – 80 км/ч

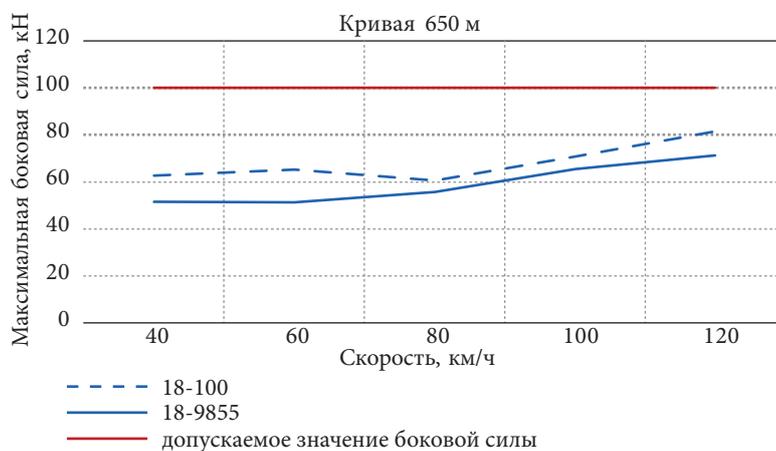


Рис. 3. Величины боковой силы для груженых полувагонов по результатам испытаний: кривая R = 650 м

Возможности увеличения статической осевой нагрузки

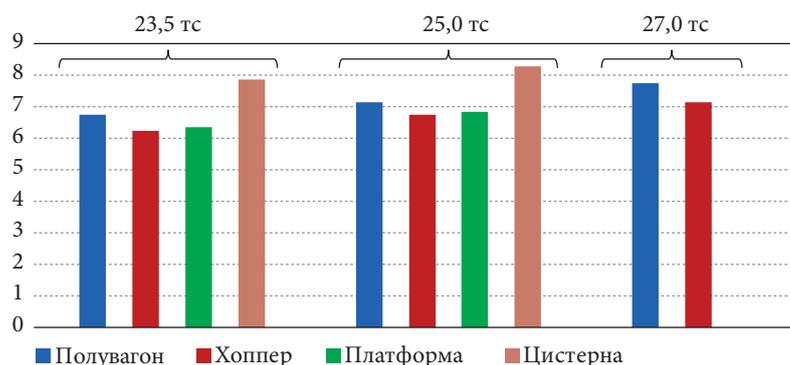


Рис. 4. Погонные нагрузки вагонов

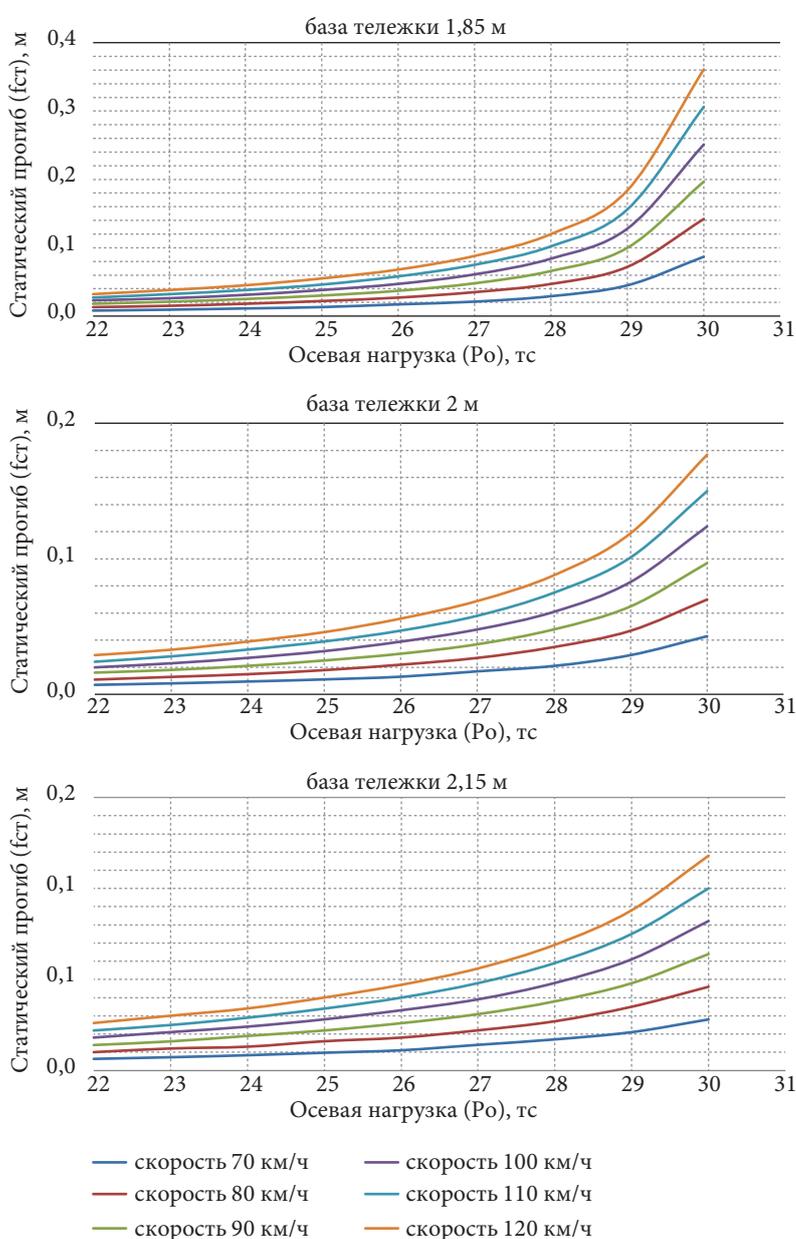


Рис. 5. Зависимость допустимой осевой нагрузки от статического прогиба рессорного подвешивания для разных баз тележки

Для определения возможности дальнейшего увеличения грузоподъемности вагонов были рассмотрены критерии допустимого воздействия на инфраструктуру согласно нормативным документам [7, 8].

Допускаемая погонная нагрузка для железнодорожных путей общего пользования составляет 10,5 т/м. Эксплуатируемые сейчас цистерны с осевой нагрузкой 23,5 тс имеют погонную нагрузку порядка 8 т/м. Если полувагоны и хопперы с осевой нагрузкой 27 тс будут иметь такую же длину, как типовые конструкции, то погонная нагрузка перспективных вагонов с осевой нагрузкой 27 тс не превысит 7,7 т/м, что меньше погонной нагрузки цистерн эксплуатационного парка. Таким образом, по погонной нагрузке для полувагонов и хопперов ограничений нет (рис. 4) [9].

При повышении осевых нагрузок необходимо снизить динамическую нагрузку на рельсы. На кафедре «Вагоны и вагонное хозяйство» ПГУПС проведена исследовательская работа и определены величины необходимого статического прогиба рессорного подвешивания в зависимости от осевой нагрузки при различных скоростях движения и для разных баз тележки [10]. В результате показано (рис. 5, табл. 1), что в диапазоне скоростей движения до 90 км/ч увеличение прогиба рессорного подвешивания до 90 мм может позволить иметь осевую нагрузку даже 28 тс, а при увеличении базы тележки до двух метров – 29 тс [10, 11].

Опираясь на проведенные исследования, ООО «ВНИЦТТ» разработало, а АО «ТВСЗ» изготовило тележку модели 18-6863 для осевой нагрузки 27 тс (рис. 6). Для обеспечения неперевышения динамической погонной нагрузки вагонов с осевой нагрузкой 27 тс конструкторам пришлось существенно переработать типовую конструкцию тележки. В новой тележке модели 18-6863 использовано в 1,5 раза более мягкое рессорное подвешивание, что позволило снизить вертикальную динамику. Расчетный статический прогиб груженого вагона составляет 70 мм, что на 20 мм больше, чем у типовых тележек (табл. 2).

Табл. 1. Необходимые значения статического прогиба

Статический прогиб подвешивания, мм	Допустимая скорость, км/ч	Допустимая статическая нагрузка от оси на рельс, тс		
		База тележки 1,85 м	База тележки 2,0 м	База тележки 2,15 м
60,0	90	27	28	29
	80	28	29	30
	70	29	30	30
90,0	90	28	29	30
	80	29	30	30
	70	30	30	30

Табл. 2. Сравнительная характеристика тележек с различной осевой нагрузкой

Параметр или характеристика	18-100	18-9855	18-6863
Осевая нагрузка, тс	23,5	25,0	27,0
Расчетный статический прогиб подвешивания тележки, мм:			
– порожний вагон	8	32	18
– груженный вагон	46	51	70
Коэффициент относительного трения подвешивания тележки:			
– порожний вагон	0,15	0,35	0,32
– груженный вагон	0,09	0,12	0,09

В настоящее время разработаны и проходят сертификацию несколько моделей полувагонов с осевой нагрузкой 27 тс на тележке 18-6863 (рис. 7). Полувагоны имеют улучшенные технико-экономические характеристики (табл. 3). На скоростном испытательном полигоне АО «ВНИИЖТ» проводится комплекс ходовых испытаний и испытаний по воздействию на путь. Планируется, что в начале 2017 года эти вагоны будут проходить эксплуатационные испытания на замкнутом маршруте.

Развитие железнодорожной инфраструктуры ОАО «РЖД» и технологии организации перевозочного процесса ориентированы на организацию движения поездов унифицированной длиной в 71 условный вагон. В этом случае вес поезда составит 7 700 т. Значительные преимущества от курсирования вагонов можно получить и на участках с полезной длиной приемоотправочных путей в 56 условных вагонов. Масса поезда на таких участках может быть повышена до 6 050 т без увеличения длины поезда, без допол-



Рис. 6. Тележка модели 18-6863



Рис. 7. Полувагон с осевой нагрузкой 27 тс

Табл. 3. Техничко-экономические характеристики полувагонов с осевой нагрузкой 27 тс и 23,5 тс

Наименование параметра	Полувагон на тележках 18-6863	Типовой полувагон на тележках 18-100	Рост
Осевая нагрузка, тс	27,0	23,5	+15%
Грузоподъемность, т	83	69,5	+19%
Объем кузова, м ³	108	88	+17%
Вес поезда до, т:			
– из 71 условного вагона	7 700	6 700	+15%
– из 56 условных вагонов	6 050	5 300	+14%

нительных ограничений на пропуск по таким участкам.

По нашему мнению, применение полувагонов с повышенной нагрузкой на ось является важным направлением экономии затрат ОАО «РЖД» и получения дополнительных доходов собственника

вагонов. Для решения этой задачи необходим комплексный подход, связанный как с улучшением ходовых качеств вагонов, так и завершением подготовки пути и искусственных сооружений к обращению грузовых поездов с осевыми нагрузками 27 тс [12].

Полученные выводы

Инновационные вагоны на современных тележках 18-9855 (Barber S-2-R) с осевой нагрузкой 25 тс оказывают меньшее воздействие на путь, чем вагоны старых типов на тележках 18-100. По результатам испытаний:

- вертикальная сила от колеса на рельсы у вагонов на тележках 18-9855 не превышала 163,8 кН, в то время как у вагона на тележках 18-100 она достигала 167,3 кН (+2%);
- боковая сила у вагонов на тележках 18-9855 не превысила 70кН, в то время как у вагона на тележках 18-100 составила 80 кН (+12,5%).

Создание инновационных вагонов с осевой нагрузкой 27 тс требует увеличения статического прогиба рессорного подвешивания тележек до 70-90 мм и допустимой разницы высот автосцепок до 140 мм у порожнего и груженого вагонов. Созданные на АО «ТВСЗ» новая тележка и автосцепка в определенной мере отвечают этим требованиям. Следует ожидать, что проводимые испытания позволят подтвердить возможность эффективной эксплуатации вагонов грузоподъемностью более 83 т.

Список использованной литературы

1. Бороненко Ю.П. Вагоны с увеличенными нагрузками от колес на рельсы – резерв повышения провозной и пропускной способности железных дорог / Ю.П. Бороненко // Транспорт РФ. – 2008. – № 5 (18). – С. 52–55.
2. Бороненко Ю.П., Орлова А.М. Тележки с повышенной осевой нагрузкой / Ю.П. Бороненко, А.М. Орлова // Железнодорожный транспорт. – 2008. – № 10. – С. 50–53.
3. Бороненко Ю.П., Орлова А.М., Рудакова Е.А. Оценка эффективности и возможности увеличения грузоподъемности вагона за счет увеличения нагрузок от колес на рельсы / Ю.П. Бороненко, А.М. Орлова, Е.А. Рудакова // Сб. науч. тр. науч.-практ. конф. «Устройство и содержание пути и подвижного состава при тяжеловесном и скоростном движении поездов». – М. : ВНИИЖТ, 2008.
4. Третьяков В.В., Петропавловская И.Б., Певзнер В.О., Громова Т.И., Третьяков И.В., Шапетько К.В., Смелянская И.С., Томиленко А.С. Воздействие на путь вагонов с повышенной осевой нагрузкой

- кой / В.В. Третьяков и др. // Вестник ВНИИЖТ. – 2016. – № 4. – С. 233–238.
5. Замуховский А.В. Особенности работы земляного полотна на участках с движением тяжеловесных поездов / А.В. Замуховский // Железнодорожный транспорт. – 2016. – № 10. – С. 26–27.
 6. Гапанович В.А. Вопросы взаимодействия подвижного состава и инфраструктуры при тяжеловесном движении / В.А. Гапанович // Железнодорожный транспорт. – 2016. – № 10. – С. 10–15.
 7. Распоряжение ОАО «РЖД» № 2240р от 08.11.2016 «О нормах допускаемых скоростей движения подвижного состава по железнодорожным путям колеи 1520 (1524) мм». – М., 2016.
 8. Железнодорожный подвижной состав. Нормы допустимого воздействия на железнодорожный путь и методы испытаний: ГОСТ Р 55050-2012. – Издание официальное. – М.: Стандартинформ, 2013. – 19 с.
 9. Соколов А.М., Орлова А.М. Осевая нагрузка 27 тс – новая веха развития вагоностроения / А.М. Соколов, А.М. Орлова // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2016. – № 3 (47). – С. 5–7.
 10. Бороненко Ю.П. Стратегические задачи вагоностроителей в развитии тяжеловесного движения / Ю.П. Бороненко // Транспорт РФ. – 2013. – № 5 (48) – С. 68–73.
 11. Ромен Ю.С., Орлова А.М., Тихов М.С., Заверталюк А.В. Установление условий обращения вагонов с увеличенной осевой нагрузкой / Ю.С. Ромен и др. // Транспорт РФ. – 2013. – № 3 (46). – 2013. – С. 25–35.
 12. Монастырев Е.А. Воздействие вагонов с повышенной осевой нагрузкой на искусственные сооружения / Е.А. Монастырев // Железнодорожный транспорт. – 2016. – № 10. – 2016. – С. 23–25. 

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
электронную библиотеку
eLibrary.ru

Через редакцию
напрямую

Контактная информация:
Тел.: **+7 (495) 690-14-26**
vestnik@ipem.ru



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.

Опыт создания колесных пар для скоростного подвижного состава

В. И. Грек,

к.т.н., советник руководителя ФБУ «РС ФЖТ»

Г. И. Михайлов,

заместитель главного конструктора АО «ВНИКТИ»

Д. Е. Кирюшин,

к.т.н., заведующий лабораторией «Электропоезда» АО «ВНИИЖТ»

А. Н. Яговкин,

начальник отдела Департамента технической политики ОАО «РЖД»

Благодаря международному сотрудничеству последнее десятилетие характеризуется развитием скоростного сообщения на российских железных дорогах. Адаптация европейского подвижного состава к условиям эксплуатации в России потребовала тесного сотрудничества зарубежных и отечественных изготовителей, испытателей и потребителей новой техники, а также гармонизации нормативной базы. Полученный опыт будет использован для дальнейшего развития скоростного и высокоскоростного движения на отечественном железнодорожном транспорте.

Исторический экскурс по высокоскоростному пассажирскому составу

Выпускавшиеся в СССР пассажирские вагоны дальнего сообщения (локомотивной тяги) и моторвагонный подвижной состав (МВПС) пригородного сообщения имели конструкционную скорость не более 130 км/ч. Движение со скоростями до 160 км/ч началось в конце 1970-х годов на маршруте Москва – Ленинград с началом эксплуатации скоростного электровоза ЧС200 с поездами «Аврора» и «Тройка», а с 1984 года – до 200 км/ч – с пуском электропоезда ЭР200 (Рижский вагоностроительный завод) в регулярную эксплуатацию [1]. В целях дальнейшего развития скоростного движения РАО «Высокоскоростные магистрали» в 1993-1996 годах выдало заказ ряду предприятий военно-промышленного комплекса во главе с ЦКБ МТ «Рубин» разработать и изготовить высокоскоростной поезд (ВСП) ЭС250 «Сокол» (опытный состав из 6 вагонов) с конструкционной скоростью 250 км/ч [2] с асинхронными ТЭД. В этот же период ПКБ «Магистраль» был выполнен проект, а ОАО «Демидовский машиностроительный завод» изготовлен опытный 6-вагонный электропоезд

ЭД6, оснащенный асинхронными ТЭД с конструкционной скоростью 160 км/ч [3]. Однако в ходе испытаний обоих опытных поездов не были получены удовлетворительные результаты, поскольку ряд основных узлов отечественного производства имел низкую надежность. В связи с этим в 2002 году работы по их доводке были прекращены, и в дальнейшем усилия были направлены на создание скоростного подвижного состава на базе отработанных конструкций (базовых платформ) с привлечением ведущих зарубежных фирм.

Наиболее эффективным в этой области стало сотрудничество ОАО «РЖД» с компанией Siemens по созданию высокоскоростного электропоезда «Сапсан» с асинхронными ТЭД (Velaro – конструкционная скорость 300 км/ч) для перевозки пассажиров по маршруту Москва – Санкт-Петербург со скоростями движения до 250 км/ч [4-6]. Эти поезда проектировались с учетом многолетнего опыта эксплуатации скоростных поездов серии ICE3 в Германии на базе платформы Velaro [5], также ставшей основой для поездов

AVE103 (Velaro E) – для Испании и CRH3 (Velaro CN) – для Китая. В декабре 2009 года в России началась эксплуатация парка из первых восьми 10-вагонных поездов, который через три года пополнился еще восемью аналогичными поездами серии [6].

В 2008-2010 годах были выполнены работы по созданию скоростного поезда Sm6 «Аллегро» (ETR-460 – на базе Pendolino, Alstom) для перевозки пассажиров по маршруту Санкт-Петербург – Хельсинки на линиях колеи 1520/1524 мм со скоростями движения до 220 км/ч. На этом маршруте задействовано 4 семивагонных поезда Sm6. Они пополнили парк из 18 подобных поездов «Финских железных дорог» (VR) серии Sm3 выпуска 1995-1997 годов. Поезда оснащены устройствами принудительного наклона кузовов перед входом в кривые, что позволяет поддерживать высокую скорость движения на имеющейся инфраструктуре пути без ущерба самочувствию пассажиров и уменьшает время нахождения их в пути.

Для обеспечения перевозки пассажиров на Олимпиаде в Сочи в 2011-2013 годах Siemens были изготовлены 54 пятивагонных электропоезда «Ласточка» (Desiro RUS – на базе платформы Desiro ML) с конструкционной скоростью 160 км/ч [7]. В дальнейшем эти электропоезда поступили на Московскую, Октябрьскую, Северо-Кавказскую, Свердловскую железную дороги. Их аналоги – электропоезда ЭС2Г (ООО «Уральские локомотивы» – с сентября 2016 года курсируют на Московском центральном кольце).

Следующим шагом на пути освоения инновационного скоростного подвижного состава (СПС) стало создание в 2012-2015 годах по за-

казу ООО «Аэроэкспресс» электропоезда серии ЭШ2 KISS RUS (АЭРО) с двухэтажными вагонами (на базе платформы KISS, Stadler) со скоростью до 160 км/ч, предназначенного для перевозок пассажиров в московские аэропорты. Всего было заказано 25 поездов: 9 шести-вагонных и 16 четырехвагонных [8].

По соглашению ОАО «РЖД» с министерством транспорта Испании в 2011 году начались работы по созданию скоростного поезда с вагонами проекта F063 с компанией Patentes Talgo S.L. [9] по заказу ОАО «ФПК». Для обеспечения пассажирских перевозок на маршрутах Москва – Нижний Новгород поступило четыре 20-вагонных поезда в варианте исполнения «А» с конструкционной скоростью 160 км/ч и Москва – Минск – Варшава – Берлин – три 20-вагонных поезда в варианте исполнения «В» с конструкционной скоростью 200 км/ч. С 01.06.2015 началась регулярная эксплуатация 4 поездов варианта исполнения «А» с тягой новым двухсистемным электровозом ЭП20 «Олимп» (разработка – «ТРТранс», изготовлен ООО «ПК «НЭВЗ») [10]. На вагонах поезда применена оригинальная конструкция системы пассивного (саморегулируемого) наклона кузовов при входе в кривые, а также система опирания соседних кузовов на одноосную тележку, представляющую колесный блок, который состоит из двух независимо вращающихся колес, напрессованных на короткие оси [9]. С 17 декабря 2016 года началась эксплуатация с пассажирами поезда исполнения «В» с колесными парами изменяемой ширины колеи (1520/1435 мм) системы Talgo RD.

Параметры указанного СПС представлены в таблице 1.

Этапы работ

В каждом из упомянутых проектов на этапе, предшествующем подписанию сторонами (заказчиком и изготовителем) контракта на поставку подвижного состава, формировались рабочие группы из специалистов департаментов и дирекций ОАО «РЖД», отраслевых институтов, служб эксплуатации и представителей

изготовителя, которые регулярно совещались на заседаниях групп на площадке заказчика (в основном в АО «ВНИИЖТ») или изготовителя. На них велись обсуждения и согласования требований технического задания и других предусмотренных проектами документов, а также возникающих по ходу выполнения проекта во-

Табл. 1. Параметры скоростного подвижного состава

Серия	Год создания	Констр. скорость, км/ч	Ускорение при разгоне, м/с ²	Тяговая мощность, кВт	Служебная масса, т	Статич. нагрузка на ось, кН (тс)	Число и тип колесных пар	Изготовители колесных пар (колеса/оси)
ЭР200	1974	200	0,40	11 500	869 (787)/486 (442)	167 (17,0)	48 м*+8 н**/ 24 м+8 н	РВЗ
ЧС200	1979	200	≤ 0,4	8 000	156	191,3 (19,5)	2х8 м	Шкода
ЭС250 «Сокол»	2000	250	0,60	5 400	430	162 (16,5)	8 м+16 н	Титран-Экспресс
ЭД6	2001	160	0,85	4 800	469	186 (19)	8 м+16 н	ДМЗ
ЭВС1/ЭВС2 «Сапсан»	2009	250 (300)	0,43	8 208	651	176 (18,0)	16 м+12 н	Lucchini
Sm6 «Аллегро»	2009	220	0,60	4 518	409	172 (17,5)	8 м+20 н	Lucchini
ЭП20	2012	160/200	≤ 0,4	6 600	129	211 (21,5)	6 м	Bonatrans/НЭВЗ
611М	2013	180	0,60	580	78	191,3 (19,5)	4 м	Lucchini-Poland
ЭС1/ЭС2Г «Ласточка»	2013/2015	160	0,64	2 550	268	190 (19,4)	8 м+12 н	Bonatrans
ЭШ2 АЭРО	2014	160	0,70	1 950/ 2 550	320/500	210 (21,5)	8 м+8 н/ 8 м+16 н	GHH Radsatz
F063 «Стриж»	2014/2015	160/200	≤ 0,4	–	288	206 (21,0)	21 н	Bonatrans

*м – моторная колесная пара;

**н – немоторная колесная пара

просов, связанных с разработкой, изготовлением, испытаниями нового ПС. Совместная работа включала все этапы создания СПС, предусмотренные ГОСТ 15.902, ГОСТ 15.201, начиная с разработки технического задания и заканчивая сертификацией компонентов и подвижного состава в целом, а также подконтрольной эксплуатацией после начала регулярных перевозок пассажиров.

Важнейшим вопросом при создании инновационного скоростного подвижного состава являлось

обеспечение прочности и надежности колесных пар. При организации комплекса исследований прочности, включающих испытания на многоцикловую усталость колес и осей с предельными нагрузками, учитывался опыт эксплуатации скоростного электропоезда ЭР200 [1] в России (СССР) и высокоскоростных поездов в Европе [4-6].

В таблице 2 приведены основные массогабаритные показатели колесных пар и их элементов (размеры, масса, марка стали) СПС.

Табл. 2. Массогабаритные показатели колесных пар СПС (начало)

Серия СПС	Тип кол. пар	Масса колесной пары, кг	Ось				Колесо			
			Диаметр букс шейки, мм	Диаметр подст. части, мм	Масса, кг	Марка стали	Диаметр по кругу катания, мм	Ширина ступицы, мм	Масса, кг	Марка стали
ЭВС1	м	1850	150	214	451	EA4T	920	175	359	ER9
ЭВС2	н	1550		198	395				364	
ЭС1, ЭС2Г	м	1802	150	214	451	EA4T	920	175	359	ER9
	н	1509		208	431				365	
Sm6	м	1618	130	198	379	30NiCrMoV12	890	180	305	ER8-VR
	н	1343			349				305	
ЭШ2	м	1553	150	229	529	EA4T	920	198	395	ER9
	н	1483		227	541				355	
F063	н	2-480	130	198	115	EA4T	920	180	365	ER9

(продолжение табл. 2)

611М	м	1630	130	205	496	EA4T	850	188	316	ER9
ЭР200	м	1780	130	205	530	OC	950	172	330	Ст.1
	н	1460		215	510					
ЭС250	м	1737	150	215	435	OC	950	172	340	R7-T
	н	1615								
ЭД6	м	1615	130	200	475	OC	950	190	466	25Л
	н	1460		215	510			172	330	Ст.2
ЧС200	м	2350	180	228	552	OC	1250	210	651	Ст.2
ЭП20	м	2246	160	228	506	EA4T	1250	210	693	R9

м – моторная колесная пара;

н – немоторная колесная пара

Нормативная база, условия формирования колесных пар и проведения испытаний

Поскольку скоростной и высокоскоростной подвижной состав, приобретаемый в последнее время ОАО «РЖД», был разработан зарубежными (европейскими) компаниями (табл. 1), в проектах технических заданий на инновационный ПС, представленных ими на согласование заказчиком, изначально были заложены требования к колесным парам, соответствующие европейским стандартам категории EN (European Norms) (табл. 3). По ним ранее создавались базовые платформы и их компоненты, в том числе применялись европейские марки сталей: EA4T – для осей; R8, R9 – для цельнокатаных колес. Эти требования на колесные пары в ходе работ пришлось гармонизировать с действующей отечественной нормативной документацией (табл. 3), учитывающей российские условия эксплуатации на существующей инфраструктуре ОАО «РЖД».

При этом наиболее остро встал вопрос нормативной базы по числу циклов при определении предела выносливости оси, который по европейским нормам (EN13260, EN13261, EN13262, EN13979-1), так же как и в России, определяют методом нагружения изгибом с вращением (на базе 10 млн циклов, в Российской Федерации – не менее 50 млн), тогда как быстро нарастающие пробеги скоростного подвижного состава (до 500 тыс. км/год) приводят к тому, что работоспособность оси должна быть обеспечена практически в гигацикловой области, для которой теория сопротивле-

ния усталости даже еще недостаточно разработана. О недостатках существующих методик расчета осей ведут дискуссии и европейские специалисты [11].

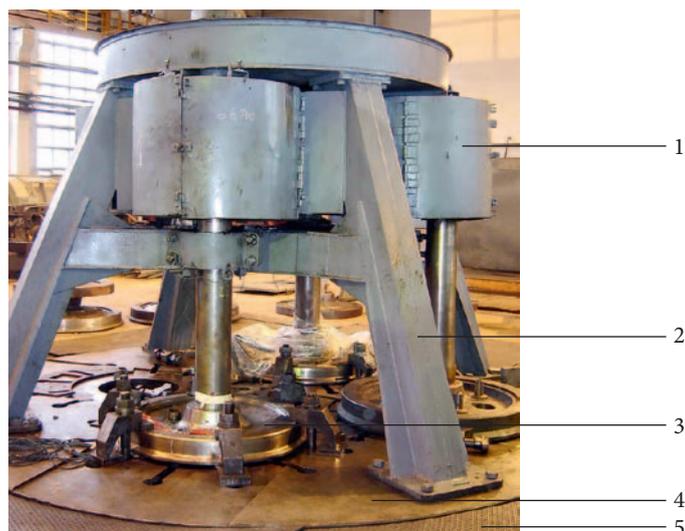
Пределы выносливости осей согласно отечественным нормативным документам (ГОСТ 31373, ГОСТ 4835, ОСТ 32.93-97, СТ ССФЖТ 085-2000) определяются с учетом повышенных пробегов и соответственно более длительной базы их нагружения при испытании не менее 50 млн циклов – для открытых участков оси и 100 млн циклов – для закрытых. Испытания колес также проводятся с приложением кругового изгиба, но на базе 20 млн циклов (ГОСТ 31373, ГОСТ 4835, ОСТ 32.83-97, СТ ССФЖТ 085-2000).

По сложившейся практике после этапа согласования требований к конструкциям колесных пар и их элементов, включая установку тормозных дисков, ступиц полуосей и зубчатых колес, опорных и буксовых подшипников, выполнялись расчеты по оценке прочности колесных пар.

Для адекватного понимания и согласования предложенных разработчиками технических решений расчеты на прочность проводились по двум методикам: в соответствии с указанными в EN 13103, EN 13104, EN 13979-1 и по отечественным нормативам: колеса – по ОСТ 32.83-97, оси – по ОСТ 32.93-97. Величины напряжений, полученные в расчетах, служили ориентиром (минимальной величиной) для назначения нагрузки в стендовых испытаниях осей и колес (по отдельности) на

Табл. 3. Основные нормативные документы по колесным парам

№ пп	Объекты, показатели	Европейские нормативные документы	Российские нормативные документы
1	Колесные пары (требования к изделию)	EN13260:2009+A1:2010(E) Railway applications – Wheelsets and bogies – Wheelsets – Product requirements	ГОСТ 11018- 2011. Колесные пары тягового подвижного состава железных дорог колеи 1520 мм. Общие технические условия; ГОСТ 4835-2013. Колесные пары железнодорожных вагонов. Технические условия.
2	Оси (требования к изделию)	EN13261:2009+A1:2010(E) Railway applications – Wheelsets and bogies – Axles – Product requirements	ГОСТ 33200-2014. Оси колесных пар железнодорожного подвижного состава. Общие технические условия.
3	Колеса (требования к изделию)	EN13262:2004+A1:2008(E) Railway applications – Wheelsets and bogies – Wheels – Product requirements	ГОСТ 10791-2011. Колеса цельнокатаные. Технические условия.
4	Оси (расчеты на прочность)	EN13103:2009+A1:2010(E) Railway applications – Wheelsets and bogies – Non-powered axles – Design method. EN13104:2009+A1:2010(E) Railway applications – Wheelsets and bogies – Powered axles – Design method	ОСТ 32.93-97 Тяговый подвижной состав. Оси колесных пар. Методика расчета на прочность.
5	Колеса (расчеты на прочность)	EN13979-1: 2003 + A2:2011(E) Railway applications – Wheelsets and bogies – Wheels – Design method	ОСТ 32.83-97. Колеса с дисковыми и спицевыми центрами тягового подвижного состава. Расчеты и испытания на прочность. Методические указания.
6	Колесные пары (освидетельствование, содержание, формирование)	Частные инструкции (руководства) по эксплуатации и ремонту колесных пар на конкретный подвижной состав	ЦТ-329. Инструкция по формированию и содержанию колесных пар тягового подвижного состава железных дорог колеи 1520 мм (в ред. Указания МПС РФ от 23.08.2000 № К-2273у). Аналогичные нормативные документы на вагоны.
7	Колесные пары (испытания)	–	ГОСТ 31373-2008. Колесные пары локомотивов и моторвагонного подвижного состава. Расчеты и испытания на прочность.
8	Оси и колеса колесных пар (испытания на усталость)	EN13260:2009+A1:2010(E) – оси EN13261:2009+A1:2010(E) – оси EN13262:2004+A1:2008(E) – колеса EN13979-1: 2003+ A2:2011(E) – колеса	ГОСТ 31373-2008, ОСТ 32.83-97, ОСТ 32.93-97, СТ ССФЖТ ЦТ 085 – 2000. Стандарт системы сертификации на федеральном железнодорожном транспорте. Локомотивы и МВПС. Колесные пары с буксами и их составные части. Типовая методика испытаний на прочность.



- 1 – приводной узел;
- 2 – опорная стойка;
- 3 – испытуемый объект (колесо с технологической осью);
- 4 – планшайба с зажимами;
- 5 – основание (подрессоренный фундамент).

Рис. 1. Схема установки оси и колеса на стенде для циклических испытаний с круговым изгибом

сопротивление усталости по СТ ССФЖТ 085-2000. Испытания проходили с применением нагружения опытных образцов круговым изгибом (рис. 1) в аккредитованном в РС ФЖТ (Росаккредитация) испытательном центре по согласованной с изготовителем рабочей методике. Базовое число циклов принималось согласно отечественным нормам, то есть 20 млн циклов – для колеса и не менее 50 млн – для оси.

Способом кругового изгиба испытывают колеса и оси как в России (АО «ВНИКТИ»), так и в Европе (Bonatrans, Чехия; Lucchini, Италия; Radsatzfabrik Ilseburg, Германия [12]). Так испытывались колеса и оси для скоростных электропоездов ЭВС1/ЭВС2, ЭС1/ЭС2Г, Sm6, ЭШ2, вагонов Talgo, автомотрисы 611М, электровозов ЭП200, ЧС200, ЭП20.

Прочность прессовой посадки элементов колесных пар в отечественной практике контролируют по форме диаграммы запрессовки и величине конечного усилия

запрессовки, а прочность тепловой посадки – троекратным приложением нагрузки, равной величине конечного усилия запрессовки, вдоль оси. При этом сдвиг колеса на оси не допускается.

Конечные усилия запрессовки нормированы и связаны с величиной посадочного диаметра. Так, в EN 13260 величина конечного усилия запрессовки (P) должна быть в диапазоне от $0,85F$ до $1,45F$, где $F = 4 \times 10^3 dm$, dm (мм) – средний диаметр посадочной поверхности при длине посадки L , находящийся в диапазоне от $0,8 dm$ до $1,1 dm$.

В отечественной практике диапазоны конечных усилий запрессовки и усилий сдвига (при тепловой посадке), а также величины натягов определяются по ГОСТ 11018 и 4835.

В случае если при напрессовке колеса или осевого тормозного диска на ось будет получена неудовлетворительная по форме и длине сопряжения диаграмма или конечное усилие запрессовки не будет соответствовать установленным требованиям, прессовое соединение бракуется и подлежит распрессовке (ГОСТ 11018, ГОСТ 4835, ЦТ-329).

Не разрешается более двух раз перепрессовывать колесо на один и тот же конец оси без дополнительной механической обработки одной из сопрягаемых поверхностей. При перепрессовке конечное усилие должно соответствовать установленным требованиям с увеличением нижнего предела на 15% (ЦТ-329). Запрещается повторно перепрессовывать соединения, диаграммы которых имели резкие колебания усилия (рис. 2).

В ряде проектов (например, электропоездов ЭС1, ЭШ2, вагонов F063) наиболее спорными стали диаграммы прессового соединения (сборки) осей и колес, соответствующие европейским требованиям (EN 13260). Применяемые по рекомендациям EN 13260 нормы не давали результатов, соответствующих требованиям отечественных нормативных документов, и препятствовали сертификации колесных пар. Указанные противоречия были рассмотрены в сертификационных базах и технических заключениях, подготовленных с участием специалистов АО «ВНИКТИ» для Федерального органа по сертификации на железнодорожном транспорте (РС ФЖТ).

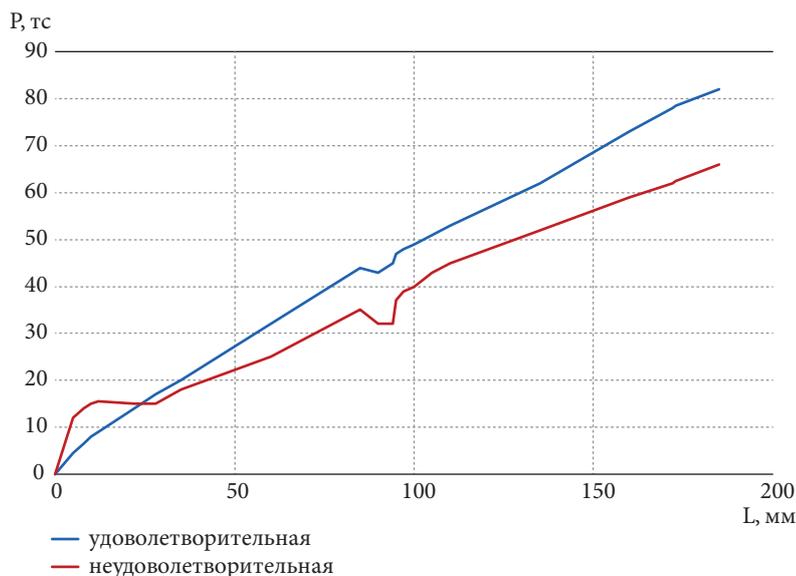


Рис. 2. Формы диаграмм запрессовки

Особенностью работы колесных пар скоростного, а особенно высокоскоростного подвижного состава является намного более длительный срок службы оси колесной пары, которая должна служить после неоднократной смены изношенных колес. Количество возможных смен колес определяется годностью оси (отсутствием задиров на ее посадочных поверхностях) после съема изношенных колес. В связи с этим заслуживает внимания применяемый в Японии и Европе метод упрочнения осей и повышения их задиростойкости (без снижения усталостной прочности оси) с использованием закалки токами высокой частоты [13]. Это достигается в том числе и за счет создания высоких сжимающих остаточных напряжений в поверхностном слое. Кроме того, для защиты от фреттинга и облегчения съема колес посадочную поверхность оси европейские изготовители колесных пар покрывают порошкообразным молибденом посредством плазменного напыления.

На окончательной стадии процесса изготовления колесные пары скоростного и высокоскоростного подвижного состава обязательно должны быть подвергнуты динамической балансировке (EN 13260, ГОСТ 4835, ГОСТ 11018, ЦТ-329).

По завершении испытаний колесных пар и их элементов исполнителями работ оформляются официальные протоколы, на основании которых РС ФЖТ

принимал решение о выдаче сертификатов соответствия объектов требованиям НБ ЖТ ЦТ 063-1998 (после вступления в силу технических регламентов ТР ТС 001 и ТР ТС 002). Несмотря на то что все объекты выдержали испытания и получили сертификаты, работа продолжилась, перейдя в стадию подконтрольной эксплуатации, а затем локализации и импортозамещения производства основных компонентов.

Опыт совместных работ отраслевых институтов и ведущих зарубежных и отечественных изготовителей подвижного состава способствовал появлению на российских железных дорогах нового класса подвижного состава в диапазоне скоростей до 250 км/ч. Эти достижения могут стать основой для перехода к следующему этапу развития скоростного движения в России с еще более высокими скоростями [14, 15]. При этом еще более высокие требования надежности будут предъявляться [16] и к ходовой части подвижного состава, а полученный опыт поможет решению этих задач.

Список использованной литературы

1. Гуткин Л.В., Дымант Ю.Н., Иванов И.А. Электропоезд ЭР200. – М. : Транспорт, 1981. – 192 с.
2. Акоюн Г.А., Брусов А.К. «Сокол» готовится к «полету» / Г.А. Акоюн, А.К. Брусов // Локомотив. – 2000. – № 7. – С. 33–36.
3. Сиротинкин С.Б., Куприянов М.В. Знакомьтесь: электропоезд ЭД6 / С.Б. Сиротинкин, М.В. Куприянов // Локомотив. – 2001. – № 7. – С. 40–42.
4. Грек В.И., Михайлов Г.И. Конструктивные особенности колесных пар моторных вагонов электропоездов // Вісник СНУ. – № 5 (147). – Ч. 1, Луганск, 2010. – С. 57–60.
5. Velaro – адаптируемое к требованиям заказчика семейство высокоскоростных моторвагонных поездов для всего мира: Пер. ВНИКТИ № 2766 // Eisenbahntechnische Rundschau. – 2008. – № 9. – С. 520–524.
6. Сапсану 5 лет. Часть 1 – На пути к «Сапсану». Часть 2 – Жизнь «Сапсана». – СПб: ООО «Статус», 2014. – 221 с.
7. Циглер В., Манглер Р. Desiro RUS – перспективный электропоезд для пригородных перевозок / В. Циглер, Р. Манглер // Техника железных дорог. – 2012. – № 2 (18). – С. 53–58.
8. Молчанов А.В. Знакомьтесь: электропоезд ЭШ2 – новое поколение двухэтажных аэроэкспрессов / А.В. Молчанов // Локомотив. – 2014. – № 12. – С. 40–41.
9. Залепухин А.А., Лыхин И.С., Краснобаев О.А. Особенности пассажирских вагонов производства Patentes Talgo S.L. / А.А. Залепухин, И.С. Лыхин, О.А. Краснобаев // Техника железных дорог. – 2015. – № 4. – С. 42–49.
10. Захаров С.Н., Ярец В.В. ЭП20 – электропоезд нового поколения / С.Н. Захаров, В.В. Ярец // Железные дороги мира. – 2012. – № 8. – С. 37–41.
11. Грубисик В., Фишер Г. Расчет параметров осей колесных пар поездов ICE: Пер. ВНИКТИ № 3115 / В. Грубисик, Г. Фишер // Eisenbahntechnische Rundschau, Германия. – 2011. – № 1–2. – С. 18–25.
12. Шварце М. Испытание железнодорожных колес и осей на сопротивление усталости: Пер. ВНИКТИ № 3114 / М. Шварце // RTR, Germany. – 2011. – № 3. – С. 55–59.
13. Fajkos R., Strnadel B., Zima R. Fatigue limit of induction hardened railway axles / R. Fajkos, B. Strnadel, R. Zima // Metall. – 2014. – May 21st–23rd, Brno, Czech Rep.
14. Мишарин А.С. Стратегия развития высокоскоростного и скоростного железнодорожного сообщения в России. В кн.: Научное обеспечение инновационного развития и повышения эффективности деятельности железнодорожного транспорта / Под ред. Б.М. Лapidуса. – М. : Mittel Press. – 2014. – С. 21–32.
15. Высокоскоростной железнодорожный транспорт. Общий курс: учеб. Пособие. – Т. 2 / Под ред. И.П. Киселева. – М. : ФГБОУ «Учебно-метод. центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. – 373 с.
16. Высокоскоростной подвижной состав для ВСМ. Технические требования. – М. : ОАО «РЖД» (утв. 08.06.2015). – 259 с. (S)

19 апреля Россия, Москва

2017

Место проведения: гостиница
«АЗИМУТ Москва Олимпик»

Организатор:

www.promgruz.com
**ПРОМЫШЛЕННЫЕ
ГРУЗЫ**

При поддержке:



СОЖТ
Союз операторов
железнодорожного
транспорта

Информационные партнеры:

ТЕХНИКА[®]
ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

РСН ЭКСПЕРТ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕСТАВРАЦИИ

интерфакс
INTERFAX



IV ЕЖЕГОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

+7 499 346-06-10

www.promgruz.com

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	2013 год				2014 год				2015 год				2016 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.	III кв.	IV кв.
Индекс промышленного производства (к предыдущему периоду), %																
Инфляция (ИПЦ), %																



Основные показатели железнодорожного транспорта

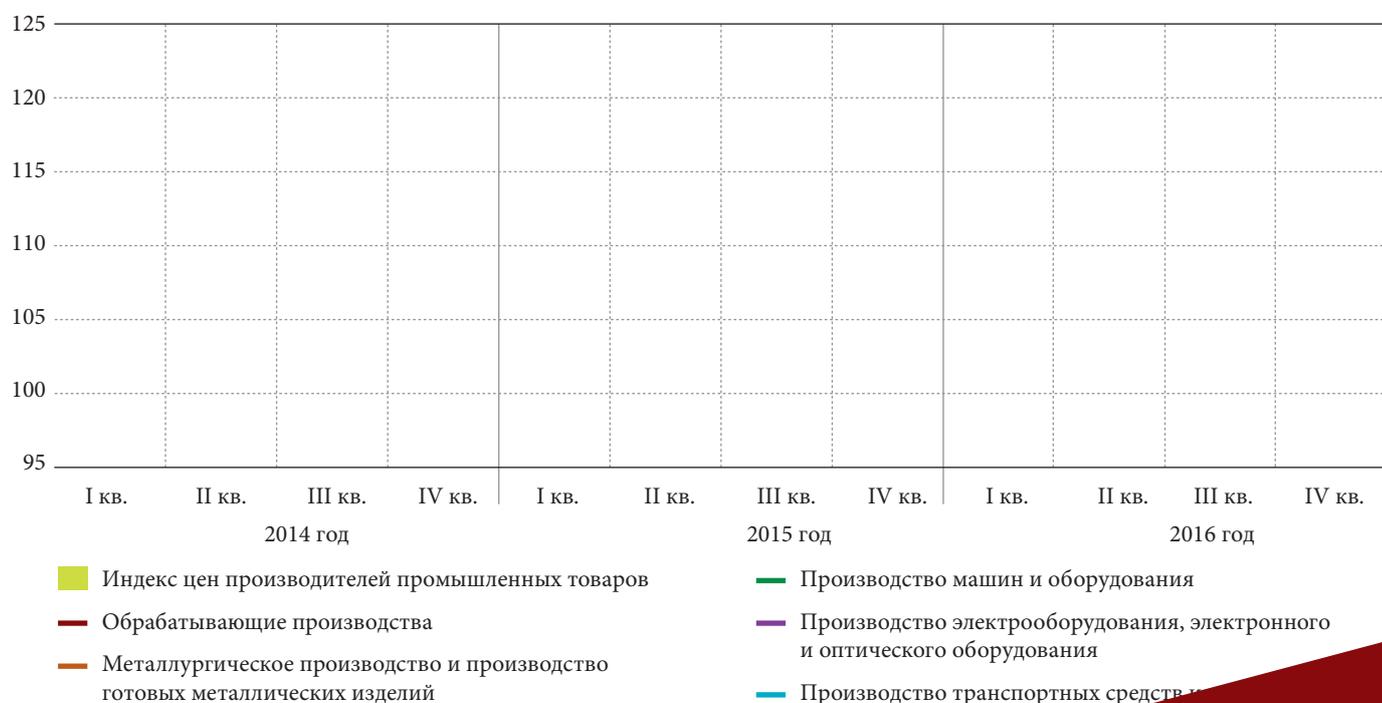
Показатель	2013 год				2014 год				2015 год				2016 год			
	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.
Погрузка, млн т																
Грузооборот, млрд т·км																



ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ
ОБРАЩАЙТЕСЬ ПО ПОВОДУ ПРИОБРЕТЕНИЯ
 тел.: +7 (495) 690-14-26, e-mail: vestnik@ipem.ru

Индексы цен в промышленности

Показатель	2014 год				2015 год				2016 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.
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												



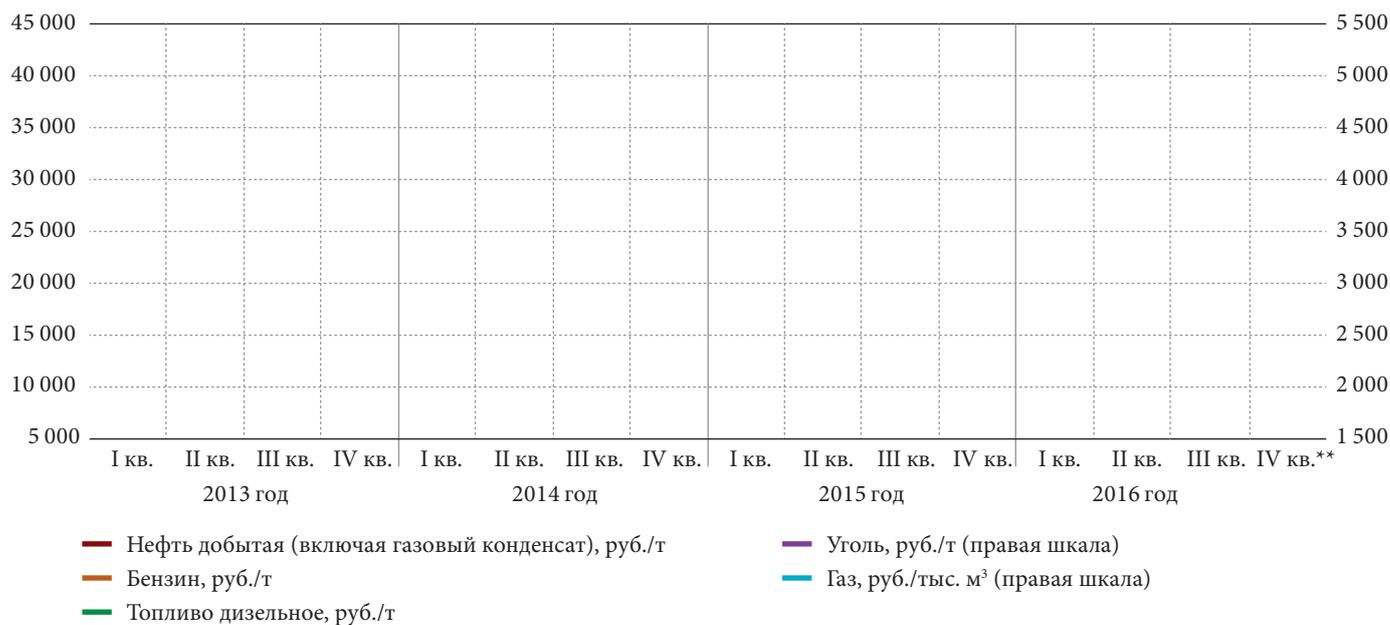
Средние цены на приобретение энергоресурсов и продуктов нефти

Показатель	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.**
Нефть добытая (включая газовый конденсат)												

руб./ тыс. м³

** Данные за ноябрь

ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ
ОБРАЩАЙТЕСЬ ПО ПОВОДУ ПРИОБРЕТЕНИЯ
 тел.: +7 (495) 690-14-26, e-mail: vestnik@ipem.ru



Железнодорожное машиностроение

Производственные показатели

Виды продукции	IV кв. 2015 года	IV кв. 2016 года	IV кв. 2016 года / IV кв. 2015 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 в IV кв.

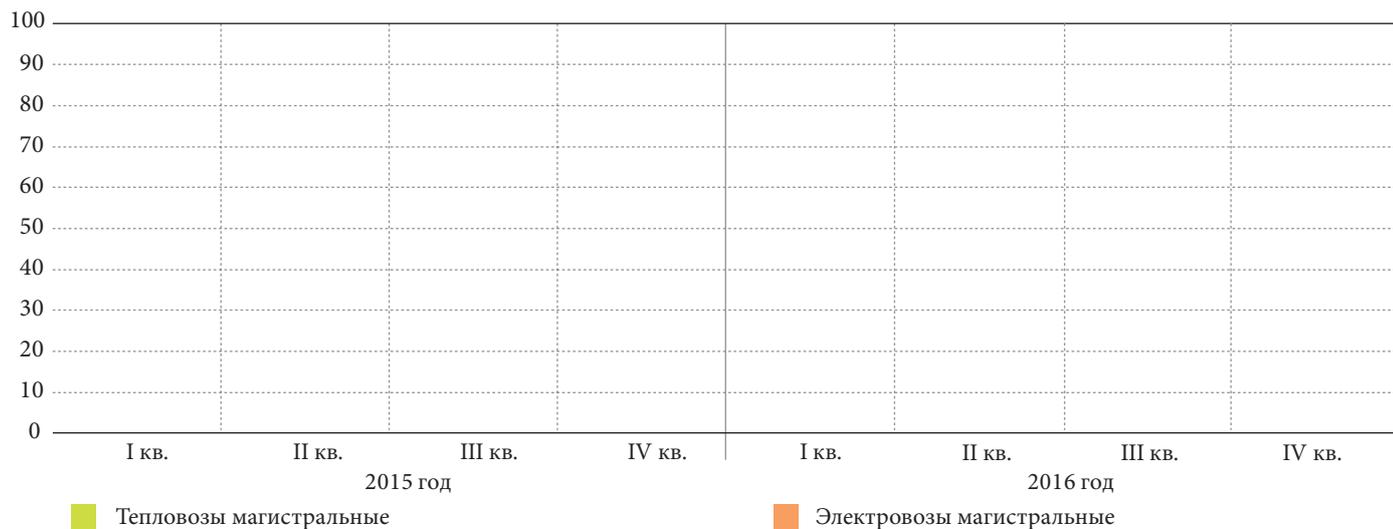
	2016 год					
	декабрь	IV кв.	октябрь	ноябрь	декабрь	IV кв.
Тепловозы маневровые и промышленные широкой колеи						
Электровозы рудничные						

ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ
ОБРАЩАЙТЕСЬ ПО ПОВОДУ ПРИОБРЕТЕНИЯ
 тел.: +7 (495) 690-14-26, e-mail: vestnik@ipem.ru

Производство локомотивов в 2015 и 2016 годах поквартально, ед.

Виды продукции	2015 год				2016 год			
	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.
Тепловозы магистральные								
Электровозы магистральные								
Тепловозы маневровые и промышленные широкой колеи								
Электровозы рудничные								

Производство магистральных локомотивов в 2015-2016 годах, поквартально, ед.

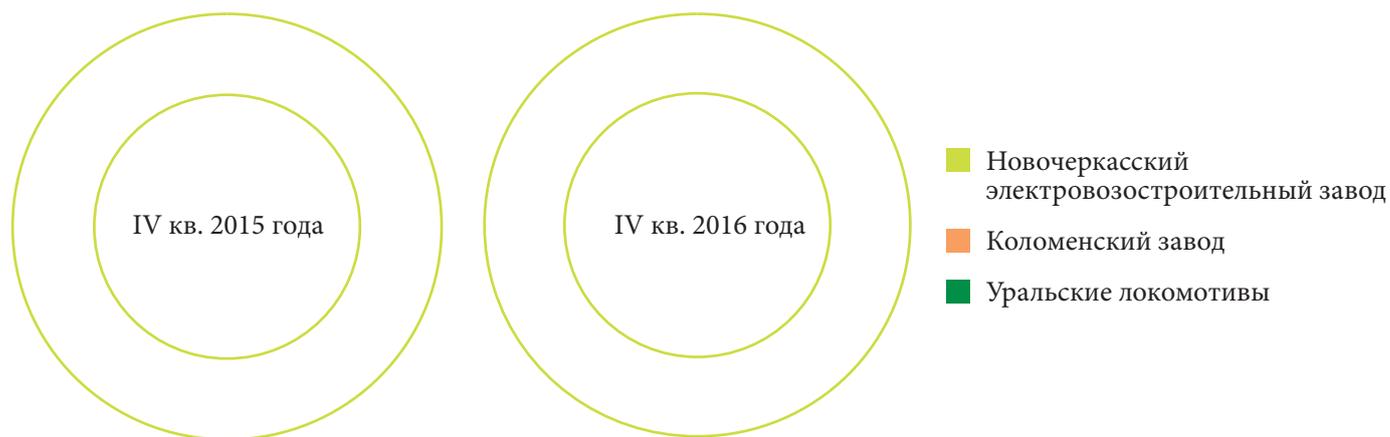


Производство локомотивов по предприятиям в IV кв. 2015 и 2016 годов, ед.

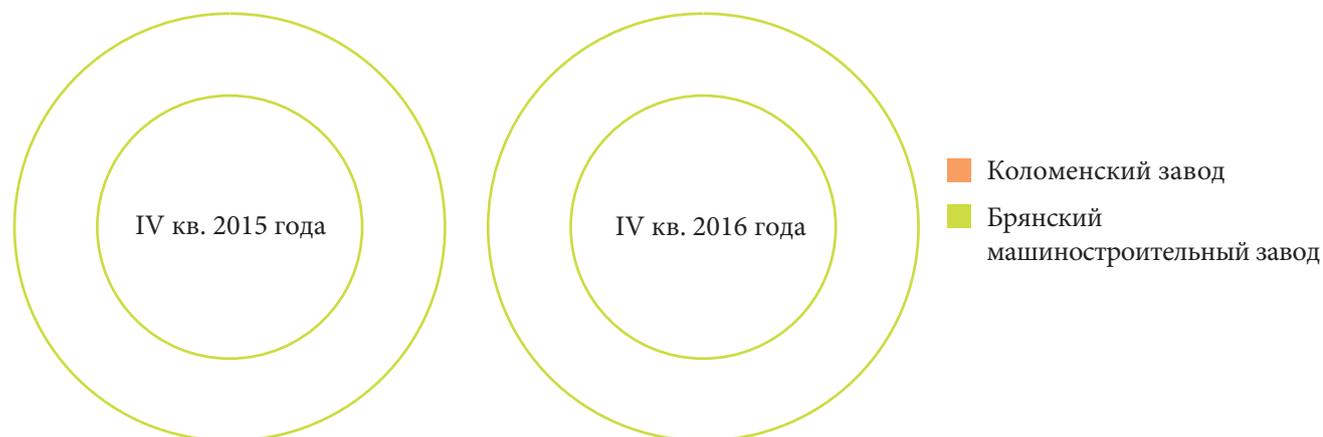
Производители локомотивов	за IV квартал		
	2015 год	2016 год	2016 год к 2015 году, %
Электровозы магистральные (ед.)			
Коломенский завод			
Новочеркасский электровозостроительный завод			
Уральские локомотивы			
Всего			
Электровозы рудничные (ед.)			
Александровский машиностроительный завод			
Новочеркасский электровозостроительный завод			
Всего			
Всего электровозов			
Тепловозы магистральные (ед.)			
Брянский машиностроительный завод			
Коломенский завод			
Всего			
Тепловозы маневровые и промышленные широкой колеи (ед.)			
Всего			

ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ
ОБРАЩАЙТЕСЬ ПО ПОВОДУ ПРИОБРЕТЕНИЯ
тел.: +7 (495) 690-14-26, e-mail: vestnik@ipem.ru

Структура производства магистральных электровозов в IV кв. 2015 и 2016 годов



Структура производства магистральных тепловозов в IV кв. 2015 и 2016 годов



Вагоны

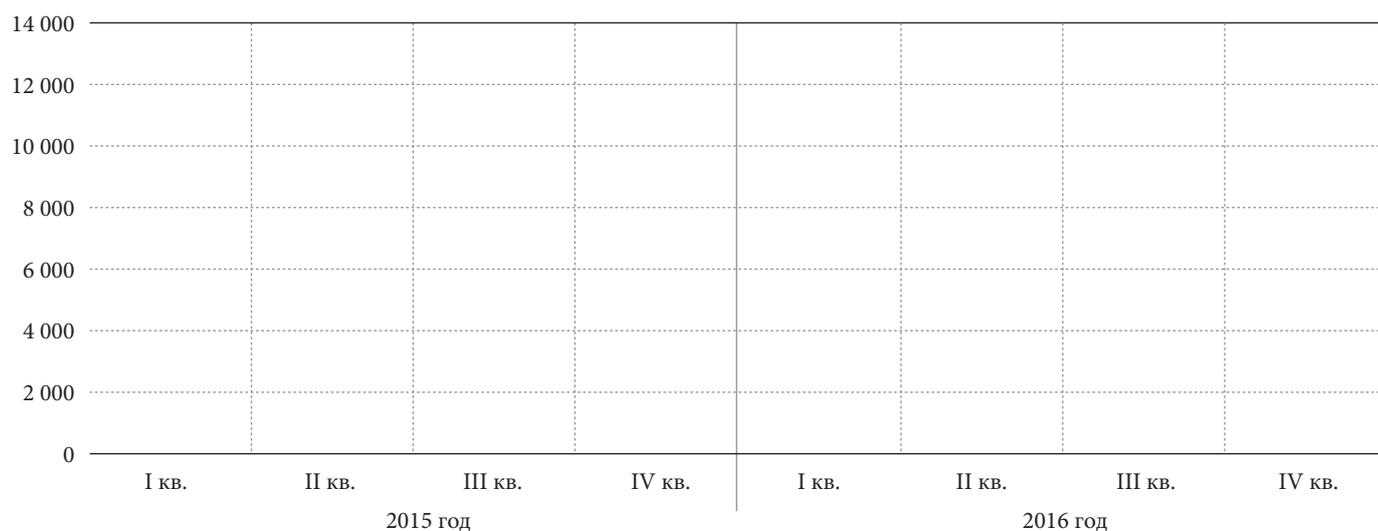
Производство вагонов в IV кв. 2015 и 2016 годов, ежемесячно, ед.

Виды продукции	2015 год				2016 год	
	октябрь	ноябрь	декабрь	IV кв.	октябрь	ноябрь
Вагоны грузовые магистральные				46		
Вагоны пассажирские магистральные	12	12	22	46		
Вагоны электропоездов	42	20	51	113		
Вагоны метрополитена						
Вагоны трамвайные						

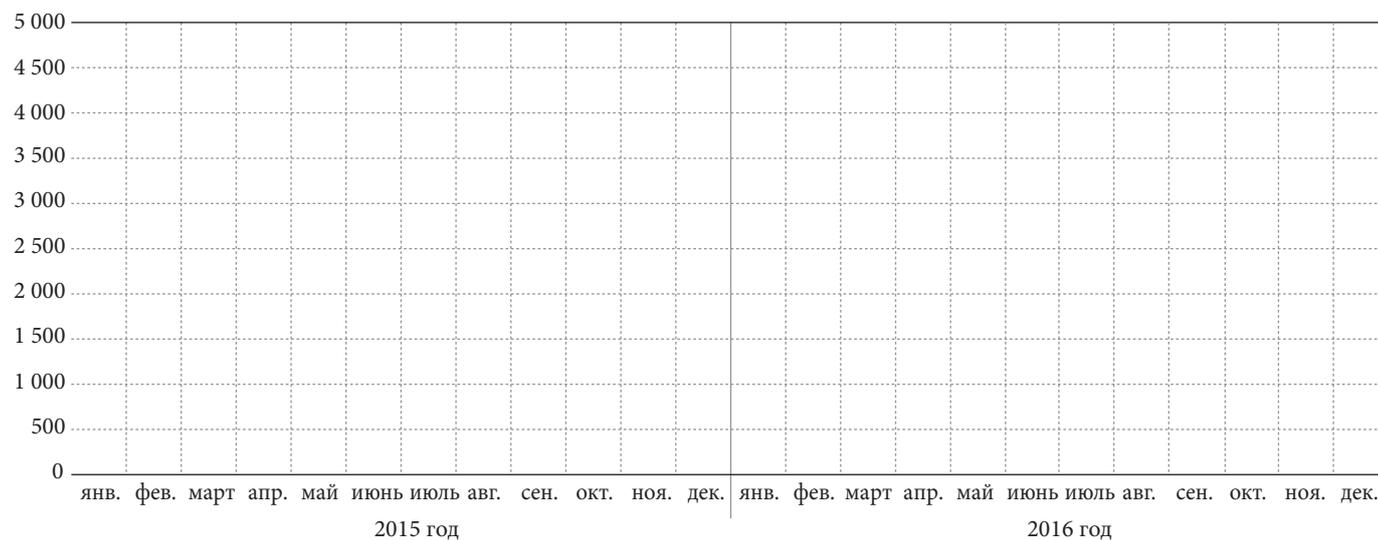
Производство вагонов	2016 год				
	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.
Вагоны грузовые магистральные					
Вагоны пассажирские магистральные					
Вагоны электропоездов					
Вагоны метрополитена					
Вагоны трамвайные					

ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ
ОБРАЩАЙТЕСЬ ПО ПОВОДУ ПРИОБРЕТЕНИЯ
 тел.: +7 (495) 690-14-26, e-mail: vestnik@ipem.ru

Производство грузовых вагонов в 2015 и 2016 годах, поквартально, ед.



Производство грузовых вагонов в 2015 и 2016 годах, ежемесячно, ед.

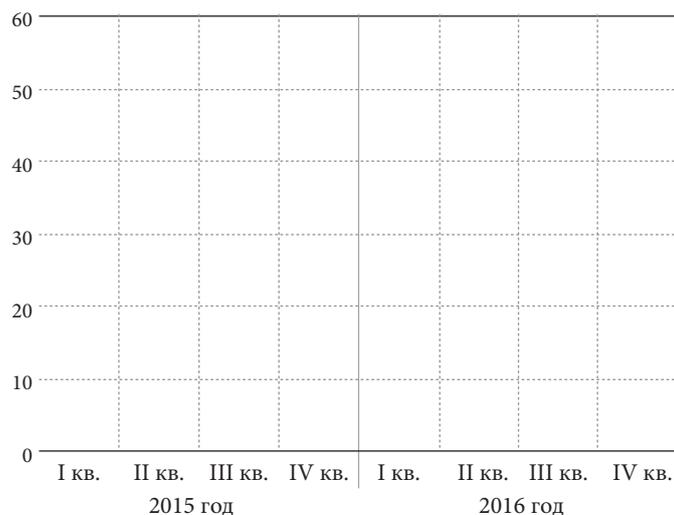


Производство пассажирских вагонов в 2015 и 2016 годах, поквартально, ед.

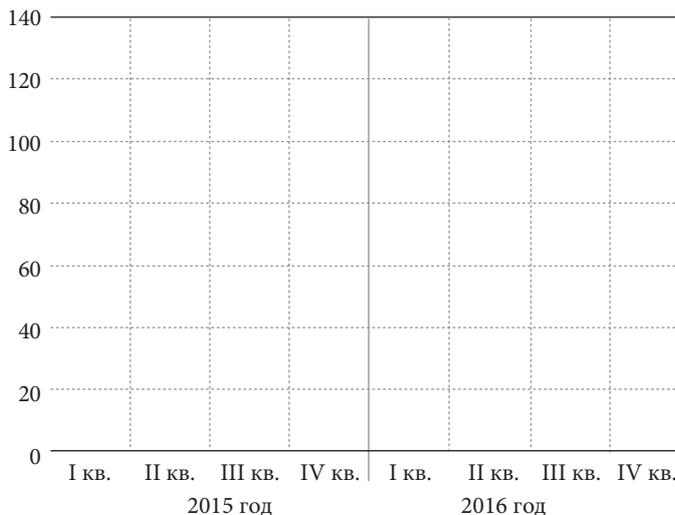


ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ
ОБРАЩАЙТЕСЬ ПО ПОВОДУ ПРИОБРЕТЕНИЯ
тел.: +7 (495) 690-14-26, e-mail: vestnik@ipem.ru

Производство трамвайных вагонов в 2015 и 2016 годах, поквартально, ед.



Производство вагонов электропоездов в 2015 и 2016 годах, поквартально, ед.

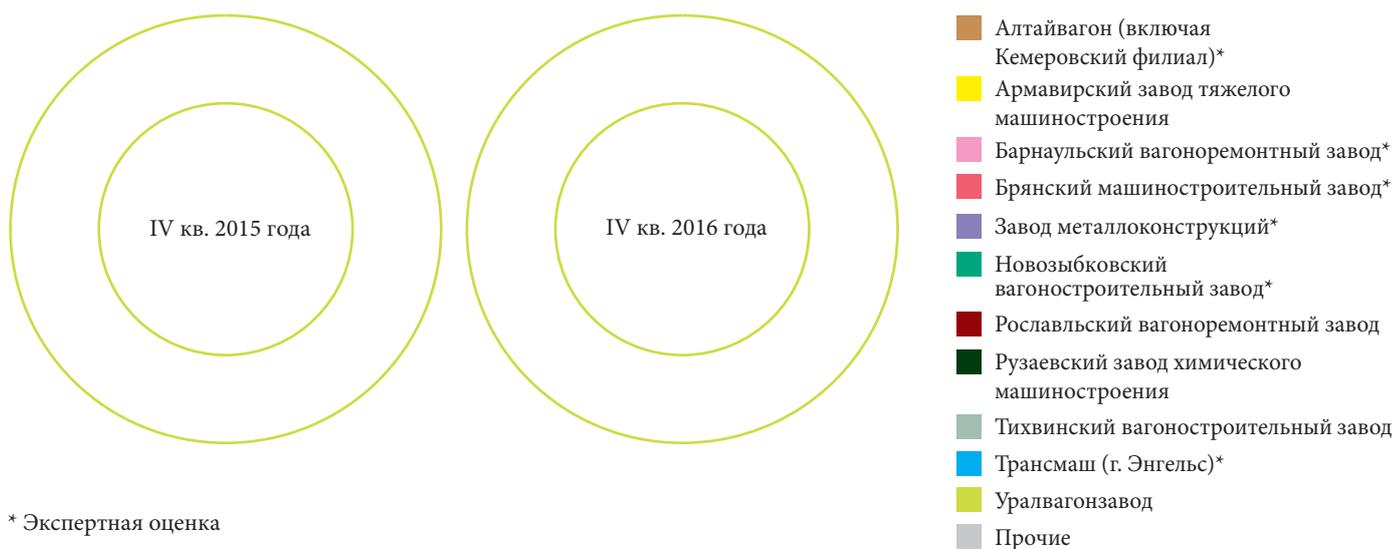


Производство вагонов по предприятиям в IV кв. 2015 и 2016 годов, ед.

Производители вагонов	за IV квартал		
	2015 год	2016 год	2016 год к 2015 году, %
Вагоны грузовые			
Алтайвагон (включая Кемеровский филиал)*			
Армавирский завод тяжелого машиностроения			
Барнаульский вагоноремонтный завод*			
Брянский машиностроительный завод*			
Завод металлоконструкций*			
Новозыбковский вагоностроительный завод*			
Рославльский вагоноремонтный завод			
Рузаевский завод химического машиностроения			
Тихвинский вагоностроительный завод			
Трансмаш (г. Энгельс)*			
Уралвагонзавод			
Прочие			
Всего грузовых вагонов			
Вагоны пассажирские локомотивной тяги			
Тверской вагоностроительный завод			
Всего			
Вагоны электропоездов			
Демиховский машиностроительный завод			
Уральские локомотивы			
Всего			
Всего пассажирских вагонов и электропоездов			

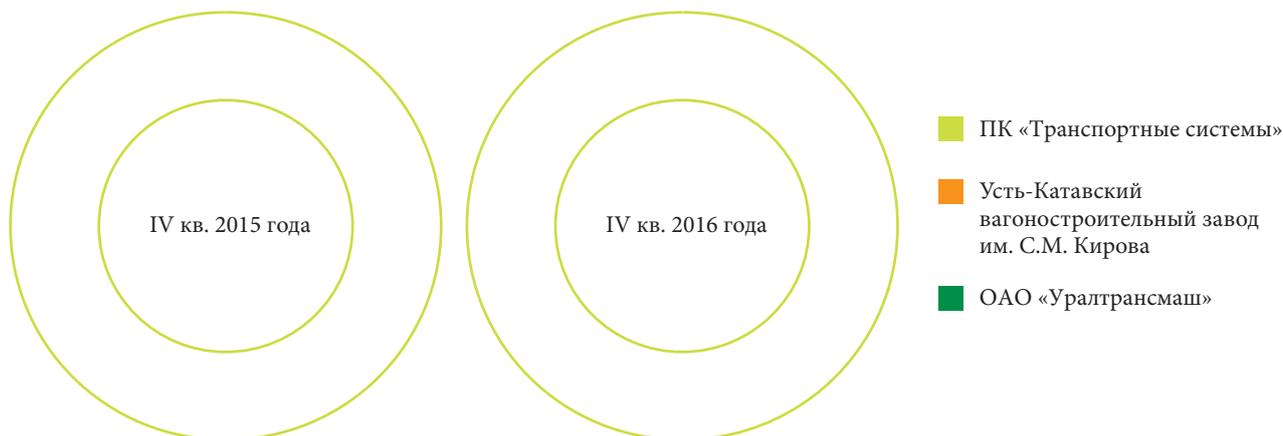
ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ
ОБРАЩАЙТЕСЬ ПО ПОВОДУ ПРИОБРЕТЕНИЯ
 тел.: +7 (495) 690-14-26, e-mail: vestnik@ipem.ru

Структура производства грузовых вагонов в IV кв. 2015 и 2016 годов



* Экспертная оценка

Структура производства трамвайных вагонов в IV кв. 2015 и 2016 годов



Экономические показатели

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

Тип производства	2015 г.	2016 г.	изменения, %
35.20. Производство железнодорожного подвижного состава:			
35.20.1. железнодорожных локомотивов	111 201	189 004	170%
35.20.2. моторных ж/д, трамвайных вагонов и автодрезин	111 201	196 804	176%
35.20.3. прочего подвижного состава	111 201	189 004	169%
35.21. Производство вагонов для железных дорог (грузовых и пассажирских)	6 850	7 162	105%
35.22. Производство вагонов для железных дорог (специальных и специальных пассажирских)	18 229	21 984	121%
35.23. Производство вагонов для железных дорог (пассажирских)	40 724	82 056	201%
35.24. Производство вагонов для железных дорог (пассажирских)	33 041	37 011	112%
35.25. Производство вагонов для железных дорог (пассажирских)	129 260	119 029	92%

ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ
ОБРАЩАЙТЕСЬ ПО ПОВОДУ ПРИОБРЕТЕНИЯ
тел.: +7 (495) 690-14-26, e-mail: vestnik@ipem.ru

Тяговые свойства электровозов переменного тока с поосным регулированием силы тяги



И. П. Васильев,
аспирант, ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ»

Одной из важных и основных задач ОАО «РЖД», предусмотренных Стратегией развития железнодорожного транспорта в РФ до 2030 года и Транспортной стратегией РФ на период до 2030 года, является увеличение объема грузовых перевозок по сети железных дорог России [1, 2]. Регулярный рост мировой экономики, развитие сухопутного транспортного сообщения между Юго-Восточной Азией и Европой и реальная перспектива Транссибирской магистрали стать важным транспортным связующим звеном между странами Евроазиатских регионов – все это требует от ОАО «РЖД» активных действий по повышению эффективности железнодорожных грузоперевозок, что в настоящее время невозможно без повышения технического уровня действующего парка тягового электроподвижного состава или его своевременного обновления.

Факторы, влияющие на реализацию локомотивами максимальной силы тяги

Максимальная сила тяги современных локомотивов, как правило, ограничивается условиями сцепления колеса с рельсом, поэтому критическая масса поезда определяется исходя из зависимостей коэффициента сцепления, приведенных в «Правилах тяговых расчетов для поездной работы» [3]. Однако в эксплуатационных условиях значение коэффициента сцепления определяется множеством случайных факторов и может существенно отличаться от расчетного как в большую, так и в меньшую сторону.

Снижение коэффициента сцепления ниже расчетного значения (определяется индивидуально для локомотивов разных серий в соответствии с правилами тяговых расчетов в зависимости от скорости движения локомотива) зачастую приводит

к остановкам поездов на подъемах и, соответственно, нарушению графика движения поездов.

На реализацию потенциального коэффициента сцепления оказывают влияние разброс характеристик тяговых электродвигателей (ТЭД), разница в диаметрах бандажей колесных пар (КП), схема соединения ТЭД, жесткость тяговых характеристик, развеска локомотива и др. В связи с этим большое значение для перевозочного процесса имеет эффективная и надежная эксплуатация локомотивов, направленная на улучшение конструкции локомотивов и более полное использование их тяговых свойств, позволяющее повысить стабильность реализации силы тяги и за счет этого уменьшить число случаев остановок поездов на подъемах при неблагоприятных условиях сцепления.

Электровозы переменного тока парка ОАО «РЖД»

В настоящее время на электрической тяге осуществляется 85% общего объема перевозок на железнодорожном транспор-

те. Ежедневно в тяге на железных дорогах ОАО «РЖД» находится более 8 тыс. грузовых электровозов, из которых около 60%



Рис. 1. Магистральные грузовые электровозы переменного тока 3ЭС5К и 2ЭС5

составляют электровозы переменного тока: серии ВЛ60К, ВЛ80 в/и, ВЛ85, Э5К, ЭС5К «ЕРМАК» в 2-, 3- и 4-секционном исполнении (привод постоянного тока) и 2ЭС5 (асинхронный привод) (рис. 1) [4]. Основная доля этих локомотивов сосредоточена на Восточном полигоне.

Повышение силы тяги как одного из способов увеличения объема перевозок

на данных электровозах осуществляется за счет:

- увеличения секционности локомотива, то есть 4-секционный электровоз серии ЭС5К «ЕРМАК» (16 осей) имеет силу тяги в продолжительном режиме не менее 846 кН, в то время как ВЛ85 (12 осей) – не менее 660 кН, а 3-секционный ЭС5К «ЕРМАК» – 634 кН (табл. 1).

Табл. 1. Характеристика электровозов переменного тока локомотивного парка ОАО «РЖД»

Наименование параметров	3ЭС5К	4ЭС5К	2ЭС5
Формула ходовой части	3(2o-2o)	4(2o-2o)	2(2o-2o)
Нагрузка от колесной пары на рельсы, кН	235±5	235±6	245
Конструкционная скорость, км/ч	110		120
Скорость в часовом режиме, км/ч, не менее	49,9		–
Скорость в продолжительном режиме, км/ч, не менее	51		55
Мощность в часовом режиме на валах тяговых двигателей, кВт, не менее	9 840	13 120	–
Мощность в продолжительном режиме на валах тяговых двигателей, кВт, не менее	9 180	12 240	8 400
Сила тяги в часовом режиме, кН, не менее	696	928	–
Сила тяги в продолжительном режиме, кН, не менее	634	846	539
Вид электрического торможения	рекуперативное		
Тип привода (передачи)	коллекторный	асинхронный	
Коэффициент полезного действия	0,85		
Коэффициент мощности	0,9	0,95	
Регулирование напряжения на ТЭД	плавное		

- применения асинхронного привода. Например, электровоз 2ЭС5 «СКИФ» имеет силу тяги продолжительного режима не менее 519 кН, в то время как его аналог с приводом постоянного тока 2ЭС5К – 423 кН.
- применения прогрессивных конструкторских решений и алгоритмов управле-

ния, в том числе поосного регулирования. Так, электровоз серии 3ЭС5К № 434 с поосным регулированием силы тяги в сочетании с независимым возбуждением ТЭД с классом изоляции Н дает возможность снизить эффект боксования и в более широком диапазоне использовать силу тяги.

Эксплуатационные испытания электровоза серии 3ЭС5К № 434 с поосным регулированием силы тяги и независимым возбуждением ТЭД

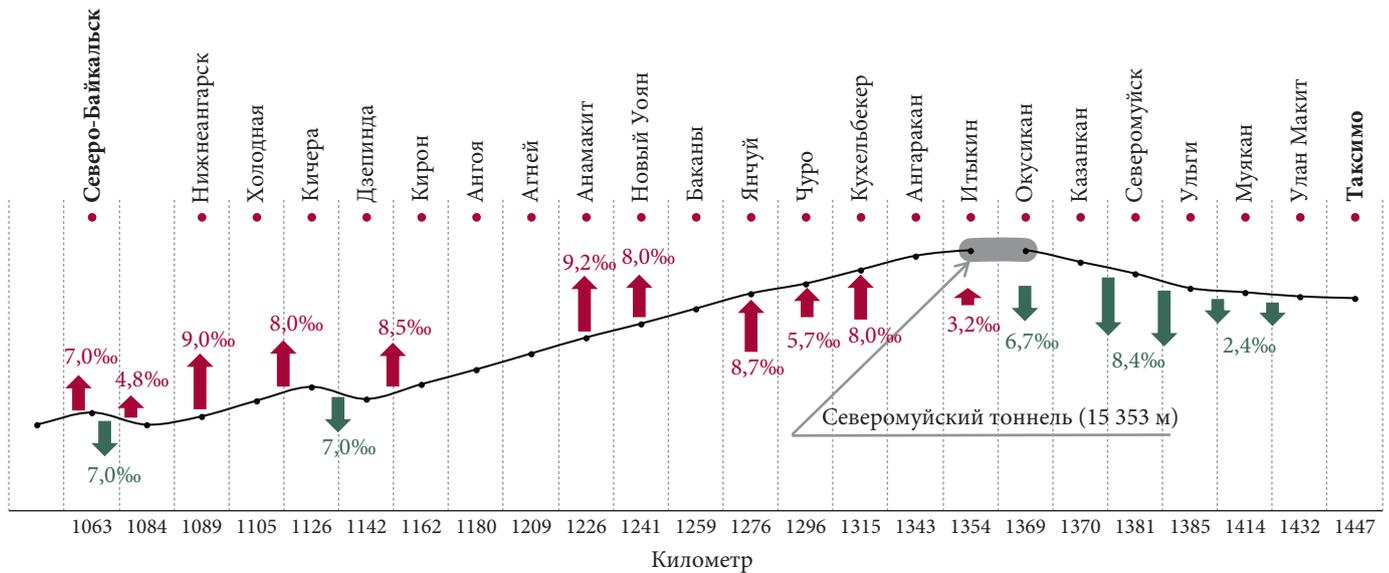
Среди всего разнообразия грузовых электровозов переменного тока локомотивного парка ОАО «РЖД» особого внимания заслуживает модернизированный электровоз серии 3ЭС5К № 434, введенный в эксплуатацию в 2015 году (совместная разработка специалистов ООО «ПК «НЭВЗ», ОАО «ВЭЛНИИ» и ОАО «РЖД») и эксплуатирующийся на Восточно-Сибирском полигоне. Главной особенностью данного локомотива являются технические решения, направленные на повышение тяговых свойств локомотива: поосное регулирование силы тяги, независимое возбуждение ТЭД с классом изоляции Н, увеличение нагрузки на ось до 24,5 т, применение микропроцессорной системы управления локомотивом МСУД-015 с расширенными функциями.

Для исполнения решений, принятых на научно-техническом совете ОАО «РЖД» в марте 2016 года Дирекцией тяги – филиалом ОАО «РЖД» и Проектно-конструкторским бюро локомотивного хозяйства – филиалом ОАО «РЖД» совместно с представителями ООО «ПК «НЭВЗ» (завод-изготовитель) и ЗАО «ЛЭС» (поставщик микропроцессорной системы управления движением, установленной на электровозах серии 3ЭС5К), ОАО «ВЭЛНИИ» (разработчик проекта электровоза 3ЭС5К № 434) на перегоне Тайшет – Таксимо проведены испытания с поездами весом от 6 000 т до 6 300 т с участием тягово-энергетических лабораторий, электровозов 3ЭС5К № 434 и 3ЭС5К № 166 с потележечным регулированием силы тяги [5].

Особенностями перегона Тайшет – Таксимо являются затяжные подъемы до 20 км, имеющие крутизну 8-10‰, а также подъемы 18-19‰, где за одну поездку поезд совершает подъем от 0 до 1 100 м над уровнем моря, а наличие Северомуйского тоннеля (рис. 2) приводит к появлению точки росы с последующим обледенением. Таким образом, участок является своего рода серьезным испытательным полигоном, пройдя который можно принимать решение о передаче испытуемых на нем электровозов в постоянную эксплуатацию на сеть ОАО «РЖД».

В ходе испытаний в мае 2016 года осуществлено 20 поездок, по результатам которых оценена загруженность электровозов по сцеплению, проанализирована работа системы поосного и потележечного регулирования силы тяги (торможения) и проведены первые ходовые испытания электровоза 3ЭС5К № 434 по определению вертикальных сил от колес на рельсы, коэффициента использования сцепного веса и коэффициента сцепления.

Аналогичные испытания проводились Дирекцией тяги – филиалом ОАО «РЖД» и Проектно-конструкторским бюро локомотивного хозяйства – филиалом ОАО «РЖД» с участием ОАО «ВЭЛНИИ» и ООО «ПК «НЭВЗ» на данном полигоне в 2013 году с электровозами 3ЭС5К, имеющими потележечное и посекционное регулирование силы тяги, № 166 и № 167 соответственно, с весом поездов 5 800 т и 6 000 т [6]. Потележечное регулирование силы тяги было одним из этапов в улуч-



↑↓ Изменение профиля пути, %

Рис. 2. Профиль участка Северобайкальск – Таксимо

шении тяговых и противобоксовочных свойств локомотива за счет индивидуального управления перераспределением нагрузок в каждой секции локомотива. При этом переход на потележечное регулирование за счет алгоритмов управления позволил снизить расход песка на подсыпку при боксовании (юзе), уменьшить износ бандажей колесных пар.

По результатам испытаний в 2013 и 2016 годах была подтверждена эффективность поосного регулирования силы тяги по сравнению с электровозами, имеющими потележечное и посекционное регулирование. Из анализа расшифровки графиков электровоза ЗЭС5К № 166 видно, что отклонения сил тяги по осям превышают соответствующие отклонения при поосном регулировании тяги в 2-3 раза, а на электровозах с посекционным регулированием тяги отклонения превышают в 5-6 раз.

Кроме того, учитывая допустимую, исходя из момента опрокидывания тележки в режиме тяги, разницу динамической вертикальной

нагрузки нечетных и четных по ходу колесных пар ЗЭС5К № 434, которая составила от 2,3 тс до 2,9 тс, были испытаны новые версии программного обеспечения (ПО). Управление распределением нагрузок по осям в зависимости от степени разгрузки первой по ходу тележки (от 5% до 10%) посредством изменения алгоритма ПО позволило устойчиво реализовывать касательную силу тяги каждой отдельной колесной пары, а также дало техническую возможность на всем эксплуатационном парке электровозов серии 2(3)ЭС5К внедрить ПО с распределением нагрузки (токов якоря) в зависимости от динамической разницы нагрузки в тележке, что позволит стабильно реализовывать коэффициент использования сцепного веса электровозов. Это, в свою очередь, дало возможность увеличить вес перевозимых электровозом ЗЭС5К №434 составов с 6 000 т до 6 300 т.

На сегодня электровоз серии ЗЭС5К № 434 с поосным регулированием силы тяги успешно проходит опытную эксплуатацию на Восточно-Сибирском полигоне.

Эксплуатационные испытания электровозов серии 2ЭС5 с асинхронным тяговым приводом

В 2014 году в период «осень-зима» [7] и в июне 2015 года [8] на участке Тайшет – Таксимо Дирекцией тяги – филиалом

ОАО «РЖД» и Проектно-конструкторским бюро локомотивного хозяйства – филиалом ОАО «РЖД» совместно с представи-

телями ООО «ПК «НЭВЗ» и ЗАО «ЛЭС» проводились эксплуатационные испытания магистрального грузового электровоза переменного тока 2ЭС5 «Скиф», разработанного совместно ЗАО «Трансмашхолдинг» и Alstom. Данный локомотив, так же как и электровоз серии 3ЭС5К № 434, имеет увеличенную нагрузку на ось (до 24,5 т) и поосное регулирование силы тяги. Главная отличительная особенность от электровоза серии 3ЭС5К № 434 – применение электрической передачи переменного тока.

Как уже ранее говорилось, согласно заявляемым производителем параметрам технические характеристики силы тяги в продолжительном режиме при одинаковой секционности и осности у электровоза 2ЭС5 больше, чем у 2ЭС5К.

В общей сложности за весь период эксплуатационных испытаний было осуществлено более 30 опытных поездок с электровозами 2ЭС5 на участке Тайшет – Таксимо, в том числе 12 поездок электровоза с поездом весом 6 000 т, позволившие подтвердить соответствие электровоза 2ЭС5 требованиям ОАО «РЖД» и нормативы, заявленные заводом-изготовителем на данной серии электровозов.

Достижение таких результатов стало важным событием в повышении эффективности в эксплуатации электровозов с асинхронным приводом: часовая сила тяги 2ЭС5 при часовой скорости 45 км/ч соответствует характеристикам электровоза 3ЭС5К, что и позволяет данному локомотиву водить поезда весом 6 000 т.

В результате испытаний на электровозах 2ЭС5 впервые была полностью реали-

зована система поосного регулирования тяги (торможения) как в летнем, так и в зимнем режиме работы и применена на практике компенсация разгрузки нечетных колесных пар по ходу движения локомотива.

Однако сегодня стоимость всех электровозов переменного тока с асинхронным приводом в разы превосходит стоимость электровозов переменного тока с приводом постоянного тока (в первую очередь из-за дорогого зарубежного оборудования), что в соответствии со стратегией импортозамещения и технической политикой локомотивного хозяйства, ориентированной на отечественное машиностроение и снижение закупочной стоимости тягового подвижного состава, делает применение зарубежного оборудования менее желаемым на железных дорогах ОАО «РЖД».

В настоящее время для снижения себестоимости грузового электровоза серии 2ЭС5 ООО «ТРТранс» совместно с ООО «ПК «НЭВЗ» и предприятиями отечественного машиностроения осуществляют работу по его импортозамещению. Предполагается разработка новой модификации электровоза 2ЭС5С, в котором основная доля комплектующего оборудования будет российской. Исключение составят ключевые компоненты тяговых преобразователей, в частности IGBT-транзисторы, безиндуктивные силовые конденсаторы, которые в России практически не производятся, и микроэлектроника, которая является слишком дорогой и не всегда соответствует требованиям на электровоз.

Концептуальная модель электровоза для Восточного полигона

В настоящее время ОАО «РЖД» ведет разработку концептуальной платформы новых локомотивов на перспективу до 2025-2030 годов с учетом унификации тягового подвижного состава на полигонах эксплуатации [9].

На перспективу до 2025 года (в первую очередь для Восточного полигона) предлагается разработать 6- и 8-осные грузовые электровозы переменного тока с регулируемой

нагрузкой на ось 25-27 т, имеющие модульную конструкцию и возможность эксплуатироваться по системе многих единиц (СМЕ).

Повышение тяговых свойств и характеристик этих локомотивов предлагается реализовать за счет:

- индивидуального для каждой колесной пары привода, то есть поосного регулирования силы тяги;

- применения тяговых электродвигателей постоянного тока с системой независимого возбуждения и улучшенными теплотехническими характеристиками;
- увеличения нагрузки на ось до 25-27 т, что позволит повысить расчетную силу тяги электровозов;
- оптимизации алгоритмов управления в части использования тяговых свойств

локомотива на границе с боксованием колесных пар;

- применения инновационных решений, таких как использование активизаторов сцепления, основанных на механической очистке и трибохимической модификации фрикционных поверхностей бандажей колесных пар тягового подвижного состава и рельсов.

Заключение

Применение всех перечисленных в данной статье технических решений при разработке локомотивов на перспективу до 2025 года с учетом приемлемого соответствия цены и качества разрабатываемой продукции в будущем позволит заменить электровозы «ЕРМАК», эксплуатируемые на Восточном полигоне в 3- и 4-секционном исполнении (рис. 3), и повысить эффективность железнодорожных грузоперевозок. Использование в конструкции локомотивов комплектующего оборудования российского производства даст мощный толчок к развитию отечественного машиностроения и появлению конкурентной среды.



Рис. 3. Электровоз серии ЭС5К в 4-секционном исполнении

Список использованной литературы

1. Стратегия инновационного развития ОАО «Российские железные дороги» на период до 2015 года (Белая книга ОАО «РЖД»). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://doc.rzd.ru/doc/public/ru?STRUCTURE_ID=704&layer_id=5104&id=4038. – (Дата публикации: 30.03.2011).
2. Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года, утв. распоряжением Правительства РФ от 22.11.2008 № 1734р. – 345 с.
3. Правила тяговых расчетов, утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 12. 05. 2016 № 867р. – 514 с.
4. Справочный материал. Основные технические параметры и характеристики локомотивов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://10.200.1.93:8090/loco/>. – (Дата публикации: 30.09.2016).
5. Результаты тягово-энергетических испытаний на полигоне Тайшет – Таксимо с электровозом серии 3ЭС5К № 434 в 2016 г. – М., 2016. – 434 с.
6. Результаты сравнительных испытаний на полигоне Тайшет – Таксимо электровозов серии 3ЭС5К в 2013 г. – М., 2013. – 320 с.
7. Результаты тягово-энергетических испытаний по оценке тяговых свойств электровоза серии 2ЭС5 с асинхронным тяговым приводом на участке Тайшет – Таксимо и установления критической нормы массы поезда для серии 2ЭС5. – М., 2014. – 348 с.
8. Результаты тягово-энергетических испытаний по оценке работы алгоритма и ПО МПСУ в часовом режиме для 2ЭС5. – М., 2015. – 331 с.
9. IV Международная научно-техническая конференция «Локомотивы. XXI век» [Электронный ресурс] // Северная звезда / URL: <http://www.nstar-spb.ru/~qFQae>. – (Дата публикации: 12.11.2016). 

Применение вихретоковых структуроскопов – инновационный путь повышения качества и эксплуатационной надежности буксовых подшипников



С. В. Тяпаев,
старший инспектор-приемщик ЦТА ОАО «РЖД»

В условиях падения спроса на мировых рынках произошло усиление конкурентной борьбы и на внутри-российском, в которой наши производители часто проигрывают иностранцам именно по качественным критериям [1]. В области неразрушающего контроля колец буксовых подшипников национальные производители стран СНГ технологически отстают от иностранных производителей. Следовательно, одним из важных факторов повышения конкурентоспособности и качества отечественных буксовых подшипников является увеличение эффективности верификации буксовых подшипников на предприятиях-потребителях. При верификации таких изделий необходимо обеспечить выявление всех скрытых технологических дефектов изготовления на этапе входного контроля, не допуская поступление не соответствующих установленным требованиям подшипников в эксплуатацию на сеть ОАО «РЖД».

Анализ применяемых средств неразрушающего контроля обнаружения технологических поверхностных дефектов на кольцах буксовых вагонных подшипников

Контроль отсутствия таких критически явных поверхностных дефектов, как трещины, организован на предприятиях – потребителях буксовых подшипников преимущественно с помощью вихретоковых дефектоскопов ООО «Микроакустика»: ВД-233.100 (контроль наружных колец, период поставки потребителям для верификации колец буксовых подшипников – 1992-2004 годы (рис. 1)) и ВД-233.200 (контроль внутренних колец, период поставки потребителям для верификации колец буксовых подшипников – 1992-2004 годы (рис. 2)). Минимальные размеры выявляемых поверхностных трещин на поверхностях качения и рабочих торцах колец – одна из главных технических характеристик вихретоковых дефектоскопов. Порог чувствительности: ширина – 0,002 мм; глубина – 0,07 мм; длина – 3,0 мм [2]. В соответствии с классификацией мето-

дов вихретокового контроля, приведенного в ГОСТ Р 55611-2013 «Контроль неразрушающий вихретоковый», в данном типе вихретоковых дефектоскопов применяется амплитудный метод, основанный на анализе амплитуды наводимого в приемной катушке вихретокового преобразователя напряжения. При наличии на поверхностях колец буксовых подшипников поверхностных дефектов типа трещин амплитуда измеряемого сигнала резко возрастает по отношению к пороговому значению в процентах. При превышении выходного сигнала вихретокового преобразователя порогового уровня чувствительности принимается решение об отбраковке кольца буксового подшипника.

На всех крупных национальных заводах – изготовителях буксовых вагонных подшипников применяется сплошной неразрушающий контроль отсутствия трещин на кольцах с помощью разных тех-



Рис. 1. Вихретоковый дефектоскоп ВД-233.100



Рис. 2. Вихретоковый дефектоскоп ВД-233.200

нологий контроля. В ОАО «ЕПК-Саратов» для обнаружения трещин на внутренних и наружных кольцах используется вихретоковая дефектоскопия, в ПАО «ХАРП» к ней прибегают для выявления трещин на внутренних кольцах, а для наружных – к выборочной проверке. Сплошной контроль обнаружения трещин осуществляется визуальным осмотром после магнитопорошковой дефектоскопии с плановым переходом на вихретоковую с 2017 года. На АО «ЕПК-Степногорск» применяется только визуальный осмотр после магнитопорошковой дефектоскопии.

На вагоноремонтных заводах и в депо для контроля отсутствия явных поверхностных дефектов на новых и ремонтных кольцах буксовых подшипников широко практикуется вибрационный метод неразрушающего контроля, хорошо изученный в России [3]. Для оценки технического состояния буксовых подшипников в сборе (в зависимости от применяемых конструктивных особенностей приборов) используется среднеквадратичное значение вибрации (СКЗ), Пик/СКЗ, параметр эксцесса, спектр вибрации (автоспектр), спектр огибающей вибрации. Однако в силу своей физической природы вибрационный метод неразрушающего контроля выявляет только явные поверхностные дефекты, которые оказывают влияние на жесткость объекта контроля как целиковой конструкции. Тем не менее подтверждением эффективности применяемых в настоящее время средств неразрушающего контроля в сочетании с использованием

организации мониторинга за техническим состоянием букс подвижного состава при эксплуатации является отсутствие таких критических происшествий на инфраструктуре ОАО «РЖД», как сход вагонов по причине заклинивания или разрушения буксовых подшипников.

Проблема большого количества отцепов вагонов из-за аварийного нагрева буксовых подшипников остается крайне актуальной и не решена в настоящее время. В публикации [4] описаны основные причины выхода из строя цилиндрических буксовых вагонных подшипников, эксплуатируемых в сложных климатических и природно-геологических условиях России. Одна из главных – наличие скрытых поверхностных дефектов на рабочих поверхностях колец. Такие дефекты являются концентраторами напряжений на рабочих поверхностях подшипников, которые под действием длительных рабочих нагрузок приводят к усилению вредных последствий контактной усталости качения (rolling contact fatigue, RCF). Во многом по этой причине и происходит преждевременное усталостное выкрашивание контактирующих поверхностей колец буксовых подшипников в период гарантийной эксплуатации на сети ОАО «РЖД». Современные иностранные публикации [5] подтверждают, что поверхностная усталость при качении является одной из основных причин выхода из строя подшипников качения и связана с наличием концентраторов напряжений и микрповреждений поверхности.

Актуальность внедрения вихретоковых структуроскопов, предназначенных для выявления скрытых поверхностных дефектов колец буксовых цилиндрических подшипников

Одной из мер, направленных на повышение качества и эксплуатационной надежности буксовых подшипников, может стать организация эффективного процесса верификации отсутствия скрытых технологических поверхностных дефектов на кольцах цилиндрических буксовых подшипников в условиях вагоноремонтных заводов и депо. Однако в настоящее время обеспечить эффективный входной контроль отсутствия скрытых поверхностных дефектов изготовления на рабочих поверхностях новых и ремонтных колец буксовых подшипников имеющимися в распоряжении вагоноремонтных заводов и депо средствами вихретокового неразрушающего контроля технически невозможно. Это связано с тем, что гарантированно обнаружить и идентифицировать данные дефекты можно только с применением вихретоковых приборов класса структуроскопов. В вагоноремонтных предприятиях применяются вихретоковые приборы класса дефектоскопов, предназначенные для выявления явных поверхностных дефектов типа «трещина». Согласно терминологии стандарта, регламентирующего использование в технике терминов и основных понятий в области вихретокового неразрушающего контроля качества материалов и изделий [6], к классу вихретоковых структуроскопов относятся те вихретоковые приборы, которые предназначены для контроля физико-механических свойств объектов, связанных со структурой, химическим составом и внутренними напряжениями их материала. Все скрытые поверхностные дефекты технологического происхождения, такие как прижоги, обезуглероженный слой, мягкие пятна с пониженным содержанием углерода и трооститные пятна, имеют один общий, характеризующий этот тип поверхностных дефектов классификационный признак – наличие в зоне дефекта измененной структуры с изменением твердости поверхности. Известно, что твердость трооститной структуры – 40-50 HRC [7, 8]. Требования ГОСТ 520-2011 и ТУ ВНИПП.048-1-00 регламентируют твердость поверхностного слоя

наружных колец буксовых вагонных подшипников 60-63 HRC, твердость внутренних колец из стали ШХ-4 – 61-64 HRC со структурой мартенсита закалки. Следовательно, наличие на рабочих поверхностях колец буксовых подшипников трооститных пятен резко снижает их ресурс из-за сниженной поверхностной твердости и не соответствующей микроструктуре поверхностного слоя. Другие скрытые поверхностные дефекты на кольцах подшипников, например прижоги, также резко снижают ресурс их работы и являются одной из главных причин выкрашивания рабочих поверхностей деталей буксовых подшипников в гарантийный период эксплуатации. В публикации [9] приводятся данные о том, что в зоне прижога с повторным отпуском (re-tempering burn) происходит резкое снижение твердости и возникновение напряжений растяжения, а в зоне прижогов с подкаливанием (re-hardening burn) – повышение твердости с повышенной хрупкостью металла и повышенные увеличенные напряжения. Все разновидности прижогов связаны с локальным изменением микроструктуры металла и изменением поверхностной твердости в зоне дефекта.

Между тем поверхностная твердость и микроструктура колец буксовых подшипников (особенно в области рабочих поверхностей) являются характеристиками, определяющими не только износостойкость, но и конструкционную прочность колец подшипников. Данные характеристики входят в сертификационный базис норм безопасности НБ ЖТ ЦТ-ЦВ-ЦЛ 014-2003 «Подшипники качения буксовые для подвижного состава железных дорог. Нормы безопасности» и напрямую влияют на работоспособность буксовых подшипников и безопасность движения подвижного состава. В связи с этим эффективное выявление скрытых дефектов на кольцах буксовых цилиндрических подшипников является в настоящее время одной из актуальных задач неразрушающего контроля, направленной на обеспечение гарантированной безопасности движения и надежности перевозочного процесса.

Анализ результатов внедрения на предприятиях – изготовителях буксовых вагонных подшипников вихретоковых структуроскопов

Крупные национальные поставщики буксовых вагонных подшипников (ПАО «ХАРП» и ОАО «ЕПК-Саратов») внедрили в промышленную эксплуатацию вихретоковые приборы, одновременно выполняющие функции вихретоковых структуроскопов и дефектоскопов [10]. Установленный порог чувствительности данных приборов позволяет гарантированно выявлять как явные поверхностные дефекты (трещины), так и скрытые (трооститные пятна, прижоги, обезуглероженность). Применяются вихретоковые структуроскопы моделей АСВК-2ВД (контроль отсутствия скрытых дефектов на внутренних кольцах) и АСВК-2НД (аналогичный контроль наружных колец).

На рисунке 3 показаны отказы основных производителей буксовых подшипников за 2014-2016 годы. Отказы привели к нарушениям безопасности движения на сети ОАО «РЖД», виновными признаны производители. Несмотря на то что ПАО «ХАРП» и ОАО «ЕПК-Саратов» по разным причинам перестали с 2015 года осуществлять крупные поставки буксовых вагонных подшипников на российские предприятия-потребители, статистика по отказам буксовых подшипников приведена по итогам 2015 и 2016 годов с учетом работы сотен тысяч новых гарантийных буксовых подшипников, произведенных данными предприятиями за трехлетний предыдущий период. По ОАО «ЕПК-Саратов» статистика отказов за 2015 год – на основе анализа га-

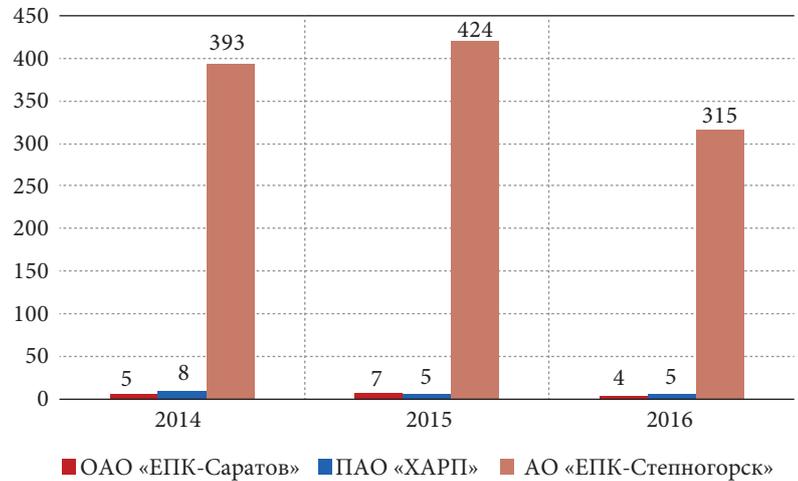


Рис. 3. Нарушения безопасности движения по итогам 2014-2016 годов, отнесенные виновностью за производителями буксовых цилиндрических вагонных подшипников качения

рантийной работы на сети ОАО «РЖД» 640 000 буксовых вагонных подшипников, изготовленных предприятием в период 2012-2014 годов. Таким образом, данные анализа статистики по отказам подтверждают, что предприятия, применяющие вихретоковые структуроскопы, добились значительного повышения качества и эксплуатационной надежности подшипников. В связи с этим одной из актуальных задач, направленных на обеспечение безопасности движения на инфраструктуре ОАО «РЖД», является введение барьерных функций в виде эффективного входного контроля отсутствия скрытых технологических дефектов на кольцах буксовых подшипников в условиях предприятий-потребителей.

Сравнительный анализ применяемых в подшипниковой промышленности и на входном контроле предприятиями – потребителями вихретоковых приборов контроля отсутствия поверхностных дефектов

Для усиления требований входного контроля к кольцам буксовых подшипников нового изготовления в условиях предприятий-потребителей необходимо

либо значительно модернизировать применяемые вихретоковые дефектоскопы, либо заказать и изготовить новые вихретоковые приборы с функциями струк-

туроскопов. Широко используемые в настоящее время в депо вихретоковые дефектоскопы ВД-233.200 и ВД-233.100 морально и физически устарели. Они проектировались и изготавливались более 20 лет назад с применением программного обеспечения на базе процессора 486-й серии (процессор 4-го поколения). Процессоры с данной производительностью могут осуществлять математическую обработку малоинформативного амплитудного метода вихретокового контроля с установленным порогом чувствительности, выявляющим и гарантированно идентифицирующим только поверхностные трещины. При попытке установить порог чувствительности, выявляющий скрытые поверхностные дефекты (прижоги, трооститные пятна, обезуглероженность), большинство проверяемых колец будут отсортированы в брак, несмотря на отсутствие данных дефектов. Причиной ложного бракования является то, что амплитуда скрытых поверхностных дефектов имеет малую величину и смешивается с большим количеством мешающих факторов и сигналов, в результате происходит искажение полезных сигналов от дефектов и зашумленность реальных сигналов информацией, не содержащей сведений о дефектах. Эксплуатационные сигналы от вихретокового преобразователя всегда содержат большое количество мешающих сигналов, называемых в технике геометрическим шумом (пыльгер-шум). Наличие пыльгер-шума – одна из главных причин, препятствующих выявлению скрытых поверхностных дефектов на кольцах буксовых подшипников с применением вихретокового метода неразрушающего контроля. В качестве примера мешающих факторов можно привести краевой эффект, вариации зазора между рабочим торцом вихретокового преобразователя и контролируемой поверхностью, изменение угла наклона вихретокового преобразователя, наличие малой остаточной намагниченности, наличие остаточного аустенита как структурной составляющей металла поверхностного слоя колец буксовых подшипников. Также в публикации [11] отмечается, что одними из источни-

ков пыльгер-шума являются особенности конструкции используемого вихретокового датчика и шум в измерительном тракте вихретоковой аппаратуры. Производственный опыт показывает, что эффективно осуществлять вихретоковую структуроскопию на кольцах буксовых подшипников можно лишь при гарантированном обеспечении остаточной намагниченности колец буксовых подшипников менее 120 А/м. При большей остаточной намагниченности происходит повышенный уровень ложного бракования, связанный с остаточными магнитными пятнами металла колец, существенно увеличивающих естественный фон пыльгер-шума. Вихретоковые дефектоскопы ВД-233.200 и ВД-233.100 производят контроль колец при допустимости наличия остаточной намагниченности до 200 А/м, что является одной из причин установленного порога чувствительности.

В вихретоковых приборах модели АСВК-2ВД класса структуроскопов (производитель – ООО «НПП Подшипник-Стома», введен в эксплуатацию в ОАО «ЕПК-Саратов» в 2013 году) и АСВК-2НД (производитель – ООО «НПП Подшипник-Стома», введен в эксплуатацию в ОАО «ЕПК-Саратов» в 2014 году) применяется система сложной обработки сигналов от дефектов с математическим анализом следующих классификационных признаков параметров вихретокового преобразователя (ВТП): амплитуда, частотный спектр, форма измерительного сигнала. Всего используется и анализируется 14 измерительных каналов вихретокового преобразователя: происходит компьютерная обработка сигналов ВТП, которая состоит в многополосной цифровой фильтрации сигналов, обеспечивающих отстройку от влияния мешающих факторов пыльгер-шума. Форма, размеры и место расположения пятен скрытых поверхностных дефектов отображаются в вихретоковом образе поверхностного слоя – сканограмме, которая используется для визуально-аналитической оценки скрытых поверхностных дефектов. Такая сложная измерительно-аналитическая задача решается с помощью двухуровневой системы управления вихретокового структуроскопа. Нижний

уровень, программируемый логический контроллер (ПЛК) WAGO 750-841 (WAGO Kontakttechnik GmbH & Co. KG., Минден), и верхний – промышленный компьютер российского производства с высокой производительностью i-Robo. Его современные вычислительные мощности с применением высокопроизводительного процессора Intel Core (процессор 9-го поколения) позволили использовать вейвлет-преобразование

как один из современных и высокоэффективных методов цифровой фильтрации вихретокового сигнала в режиме реального времени. Связь компьютера и контроллера осуществляется по интерфейсу Ethernet. В результате стало возможным осуществлять выделение полезных сигналов от скрытых поверхностных дефектов при высоком уровне мешающих факторов и сигналов пильгер-шума.

Выводы

Одной из эффективных мер, направленных на повышение качества и эксплуатационной надежности буксовых подшипников, может стать организация эффективного процесса верификации отсутствия скрытых технологических поверхностных дефектов на кольцах цилиндрических буксовых подшипников в условиях вагоноремонтных заводов и депо с помощью применения вихретоковых приборов с функциями структуро-

скопов. Их использование с установленным порогом чувствительности, выявляющим скрытые поверхностные дефекты, позволит обнаруживать данные дефекты в партиях новых и ремонтных цилиндрических буксовых подшипников. В результате будет возможно реализовать барьерные функции при осуществлении входного контроля предприятиями – потребителями цилиндрических буксовых подшипников.

Список использованной литературы

1. Россия в условиях глобальной конкуренции: от антикризисных мер к промышленной политике / Ю.З. Саакян и др. // Труды Института проблем естественных монополий. – М. : ИПЕМ, – 2012 с.
2. Новые технологии. «Микроакустика» обеспечивает надежный контроль // Евразия Вести. – 2004. – № 6.
3. Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. / Под общ. ред. В.В. Клюева // Т. 7: Кн. 2: Ф.Я. Балицкий, А.В. Барков, Н.А. Баркова и др. Вибродиагностика. – 2-е изд., испр. – М. : Машиностроение, 2006. – 829 с.
4. Тяпаев С.В. Анализ основных причин отказов буксовых подшипников, эксплуатируемых в климатических и геологических условиях России / С.В. Тяпаев // Техника железных дорог. – 2014. – № 28. – С. 46–49.
5. Развитие разрушений подшипников качения вследствие контактной усталости при качении. Evolution – деловой и технический журнал фирмы SKF [Электронный ресурс]. – URL: <http://evolution.skf.com/ru/category/technology/page10>. – (Дата обращения: 26.05.2016).
6. ГОСТ Р 55611-2013 Контроль неразрушающий вихретоковый. Термины и определения. Введ. 2015-01-01. – М. : Стандартинформ, 2014. – 16 с.
7. Бунин К.П., Баранов А.А. Металлография. – М. : Металлургия, 1970. – 256 с.
8. Иванов В.Н. Словарь-справочник по литейному производству. – М. : Машиностроение, 1990. – 384 с.
9. Лассе С. Обнаружение дефектов шлифования деталей из ферромагнитных материалов с использованием эффекта Баркгаузена / С. Лассе // В мире неразрушающего контроля. – 2011. – № 2. – С. 74–78.
10. Тяпаев С.В. Повышение качества и эксплуатационной надежности буксовых подшипников на основе применения вихретоковой дефектоскопии / С.В. Тяпаев // Техника железных дорог. – 2015. – № 32. – С. 28–33.
11. Siegel J. Detecting SG tube cracks in difficult places. / J. Siegel // Inspection. – January 1996. – Pp. 18–19. 

Уменьшение продольных силовых возмущений при распределенном управлении торможением поезда (РУТП)



В. А. Карпычев,
д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Машиноведение, проектирование, стандартизация и сертификация» Московского государственного университета путей сообщения Императора Николая II (МИИТ)



С. Г. Чуев,
к.т.н., генеральный конструктор ОАО МТЗ ТРАНСМАШ, заслуженный конструктор РФ

Увеличение провозной способности железных дорог страны является одной из важнейших народно-хозяйственных задач по повышению эффективности использования железнодорожного транспорта. ОАО «РЖД» в последние годы этому уделяет большое внимание, особенно на железных дорогах, расположенных в азиатской части страны, где увеличивается поток народно-хозяйственных грузов, идущих с востока на запад.

Предпосылки создания РУТП

В связи с экономическим ростом Китая и Японии грузооборот на Дальневосточном отделении железной дороги непрерывно растет, а в летнее время необходимо успеть произвести ремонтные работы пути – это все требует оптимизации в процессе перевозки. Чтобы увеличить пропускную способность Дальневосточного отделения железной дороги, поезда теперь курсируют и по Байкало-Амурской магистрали. Кроме того, в последние годы ОАО «РЖД» уделяет огромное внимание созданию систем, позволяющих водить поезда повышенного веса (9 000 т, в перспективе – 18 000 т) и длины (более 100 вагонов).

Одним из важнейших показателей при вождении длинносоставных тяжеловесных поездов, влияющим на безопасность, является динамика отдельных движущихся единиц и поезда в целом, особенно в про-

цессе торможения. Это позволяет сохранять подвижной состав, увеличивать срок службы вагонов и, как следствие, снижать стоимость перевозок. При этом основным параметром, влияющим на эти процессы, является скорость распространения тормозной волны.

Уже не одно десятилетие многими организациями и институтами в нашей стране и за рубежом делаются попытки создания электропневматического тормоза (ЭПТ) для грузовых вагонов. И надо отметить, что они неоднократно приводили к решению такой задачи, однако их стоимость составляла миллионы долларов. Также состав, оборудованный электропневматическим тормозом, должен всегда состоять только из вагонов, оснащенных ЭПТ, и при попадании вагонов, не содержащих ЭПТ, делает невозможным его использование.

Постановка задачи и ее реализация

В 2011 году перед специалистами ОАО МТЗ ТРАНСМАШ была поставлена задача по созданию системы, позволяющей водить длинносоставные (1 500-2 000 м и более)

тяжеловесные поезда, при этом их динамика должна быть приближена к динамике грузовых поездов, оборудованных электропневматическим тормозом, а цена – минимальной [1].

В 2012 году были успешно проведены поездные испытания системы РУТП.230 на электровозе ВЛ10 № 269, оборудованном краном машиниста 230Д, приписанного к депо Московка (Омск).

В 2013 году завершена разработка конструкторской документации, проведены предварительные заводские испытания систем распределенного управления торможением поезда РУТП.230, РУТП.130 и РУТП.395 для локомотивов, оснащенных кранами машиниста любого типа, в том числе с дистанционным управлением 230Д и 130, а также 395.

В 2013 году системой РУТП.130 были оборудованы электровозы 2ЭС6 и 2ЭС10

для проведения испытаний, которые прошли успешно.

В декабре 2014 года на участке ст. Рыбное – ст. Орехово-Зуево проведен опытный поезд 9 000 т магистральным газотурбовозом ГТ1h-002, оснащенный системой РУТП.130, которая показала свою работоспособность в составе газотурбовоза.

В мае 2015 года на участке ст. Иртышское – ст. Балезино в опытную эксплуатацию была запущена демонстрировавшая свою стабильную работоспособность система РУТП.130, установленная на локомотивах 2ЭС6 и 2ЭС10 и эксплуатирующаяся по настоящее время. Интенсивность движения поездов с системой РУТП.130 составляет от 2 до 3 поездов/сут.

Система распределенного управления тормозами поезда

На рисунке 1 (патент RU 144186 U1) показаны схемы формирования длинносоставного грузового поезда с установленными в различных местах блоками хвостового вагона (БХВ)¹:

- без БХВ в поезде (торможение только от локомотива);
- с одним БХВ в хвосте поезда (разрядка тормозной магистрали локомотивом и с хвоста поезда);
- с двумя БХВ в середине и хвосте поезда (разрядка тормозной магистрали локомотивом и в местах установки БХВ);
- с тремя БХВ между вагонами, как показано на схеме.

Такое расположение БХВ позволяет разрядить тормозную магистраль в различных ее точках по длине поезда, а сигнал управления, передаваемый по радиоканалу от локомотива, – управлять БХВ как одновременно всеми установленными вдоль состава, так и выборочно конкретным БХВ.

В течение трех лет ОАО МТЗ ТРАНСМАШ и МИИТ совместно вели научно-исследовательские работы, направленные на выработку практических рекомендаций по определению места установки и количества БХВ вдоль состава, при этом динамика торможения поезда должна соответствовать динамике торможения грузового поезда, оснащенного электропневматическим тормозом, а загруз-

ка отдельных вагонов (груженный, порожний) не должна влиять на динамику торможения. Суть способа состоит в разрядке магистрали грузового поезда не только с головы состава, как принято по классической схеме, но и в других точках магистрали, например в хвосте. Комплекс спроектированного оборудования позволяет производить разрядку в любой точке магистрали грузового поезда. Однако такой подход актуализирует задачу обоснования рационального количества точек разрядки магистрали и мест их расположения для составов, имеющих различные геометрическо-массовые характеристики.

Данная задача решалась из условия минимизации максимальных продольных силовых

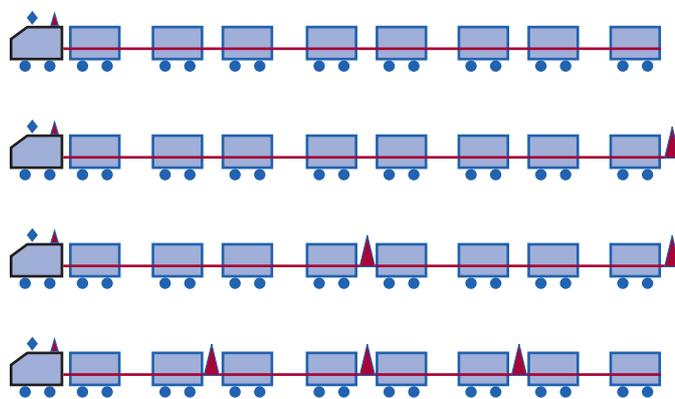


Рис. 1. Варианты размещения блоков хвостового вагона (БХВ) по длине поезда

¹ Блок хвостового вагона (БХВ) – устройство, управление которым производится по радиоканалу от локомотива и которое позволяет разрядить тормозную магистраль в точке его установки по длине поезда и присоединения к тормозной магистрали.

возмущений в составе, имеющих место при торможении. В качестве источника силовых возмущений рассматривалось неравенство тормозных усилий вдоль состава, а именно удельных действительных тормозных сил вагонов. При этом очевидно, что если удельные действительные тормозные силы вагонов равны между собой, то и силовые возмущения от этих сил в вагонных соединениях равны нулю.

В качестве переменных величин в задаче минимизации максимальных удельных действительных нажатий принимались следующие характеристики вагона, состава и схемы разрядки магистрали (табл. 1).

Варьирование величинами осуществлялось с учетом наличия или отсутствия взаимосвязей.

Основы алгоритма определения минимума максимальных удельных действительных тормозных сил состава заключались в следующем:

1. В заданный момент времени торможения определялась удельная действительная тормозная сила вагона в составе с учетом времени прохождения тормозной волны и фаз работы тормозного цилиндра – b_j , где j – индекс текущего номера вагона в составе. Для фаз, когда прижатие колодки к колесу отсутствует, – $b_j = 0$.
На основе найденных значений формировался массив $b(1, N)$, где N – количество вагонов в составе.
2. В тот же момент времени в найденном массиве значений $b(1, N)$ осуществлялся поиск наибольшей и наименьшей удельной действительной тормозной силы в составе – $b_{max}; b_{min}$.

3. Для того же момента времени определялась разница между найденными наибольшим и наименьшим значениями модульной тормозной силы в составе – $\Delta b = b_{max} - b_{min}$.
На основе Δb , найденных за время торможения, формировался массив $\Delta b(1, i)$, где i – индекс, характеризующий время окончания процесса торможения.

4. Для найденного массива значений $\Delta b(1, i)$ за время торможения определялось максимальное значение – $max(\Delta b)_T$, где T – индекс, характеризующий диапазон времени торможения для рассматриваемого состава.

5. Величина $max(\Delta b)_T$ в дальнейшем подвергалась исследованию по оценке влияния на нее характеристик состава, количества точек разрядки, расстояний между точками и схемы их расположения с целью обоснования рациональных схемных решений в области распределенной разрядки тормозной магистрали из условия минимизации найденных максимумов $min(max(\Delta b)_T)$.

Таким образом, в общем случае:

$$min(max(\Delta b)_T) = f(M_{ваг}, P_{тц}, L_{шт}, N_{сост}, \Phi_m, \Phi_{Lшт}, k_p, l_p, C_x).$$

Определение удельной действительной тормозной силы вагона после прижатия колодок к колесу осуществлялось на основе известной методики расчета тормозной силы [2, 3]:

$$b_j = \frac{\sum_{k=1}^m (\varphi_{K(k)} \cdot K_{\partial(k)})}{M_j},$$

где b_j – удельная тормозная сила вагона;
 $\varphi_{K(k)}$ – коэффициент трения между k -ой колодкой и колесом, который зависит от скорости и действительного нажатия;

Табл. 1. Обозначение характеристик вагона, состава и схемы разрядки магистрали

Характеристики вагона	
Масса вагона	$M_{ваг}$
Давление в тормозном цилиндре при композиционных колодках	$P_{тц}$
Выход штока тормозного цилиндра	$L_{шт}$
Характеристики состава	
Длина состава или количество вагонов в составе	$L_{сост}, N_{сост}$
Варианты формирования состава на основе массы вагона	Φ_m
Варианты формирования состава на основе выхода штока тормозного цилиндра	$\Phi_{Lшт}$
Характеристики схем разрядки магистрали	
Количество точек разрядки	k_p
Расстояние между точками разрядки	l_p
Схемы расстановки точек разрядки	C_x

M_j – масса вагона, определяемая в зависимости от тары и загрузки;
 m – количество колодок в тормозной системе вагона;
 $K_{\partial(k)}$ – действительное нажатие k -ой колодки на колесо, определялось в заданный момент времени и в зависимости от давления в тормозном цилиндре, передаточного числа и других величин.

В общем случае действительное нажатие колодки на колесо для одноцилиндровой тормозной системы определяется как:

$$K_{\partial} = \frac{1}{1000 \cdot m} \left(\frac{\pi \cdot d_{\text{ТЦ}}^2}{4} \cdot P_{\text{ТЦ}} \cdot \eta_{\text{ТЦ}} - F_1 - F_2 \right) \cdot n \cdot \eta_{\text{ТРП}}$$

где m – число тормозных колодок вагона, на которое действует усилие от одного тормозного цилиндра (ТЦ);
 $d_{\text{ТЦ}}$ – диаметр поршня ТЦ;
 $P_{\text{ТЦ}}$ – текущее давление в ТЦ;
 $\eta_{\text{ТЦ}}$ – коэффициент полезного действия ТЦ;
 F_1 – усилие сжатия отпусковой пружины ТЦ;
 F_2 – усилие пружины авторегулятора тормозной рычажной передачи (ТРП), приведенное к штоку ТЦ;
 n – передаточное число ТРП;
 $\eta_{\text{ТРП}}$ – коэффициент полезного действия ТРП.

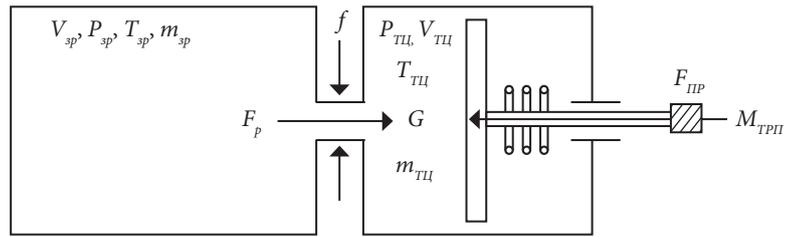
Величина действительного нажатия колодки на колесо определялась исходя из фаз работы тормозного цилиндра:

Фаза 1 – наполнение вредного объема ТЦ ($K_{\partial} = 0$).

Фаза 2 – наполнение при движении поршня до упора колодки в колесо ($K_{\partial} = 0$).

Фаза 3 – наполнение постоянного объема при прижатых колодках.

Процесс начала наполнения определялся на основе прохождения тормозной волны, скорость которой задавалась с учетом характеристик воздухораспределителя. Моделирование пневматической части тормоза вагона выполнялось на основе методики расчета динамических процессов в пневматическом приводе [4], который имеет, с одной стороны, ограниченный постоянный объем запасного резервуара, а с другой – тормозной цилиндр, представленный постоянно-переменным объемом в зависимости от фазы



$zр$ относится к запасному резервуару;
 $ТЦ$ – к тормозному цилиндру;
 $P_{zр}$ – давление в запасном резервуаре;
 $V_{zр}$ – объем;
 $T_{zр}$ – температура;
 $m_{zр}$ – масса воздуха;
 F_p – усилие на поршень от давления воздуха;
 $F_{пр}$ – усилие на поршень со стороны пружины;
 $M_{ттр}$ – масса элементов рычажной передачи, сосредоточенная на поршне ТЦ с учетом массы самого поршня.

Рис. 2. Расчетная схема процессов наполнения тормозного цилиндра

его работы. Поршень тормозного цилиндра имеет возвратную пружину. В расчетах учитывалась масса от присоединенных частей рычажной передачи, приведенная к штоку [5]. Соединение объемов осуществляется через короткий патрубок, имеющий эффективное сечение, выбираемое с учетом потерь расхода в воздухораспределителе. Расчетная схема представлена на рисунке 2.

Расчет массового расхода воздуха осуществлялся с учетом режимов истечения газа – надкритический или подкритический. Режимы определялись исходя из соотношения давления на выходе и на входе [2].

Так, для надкритического режима

$$\left(\text{при } \sigma_{(i-1)} = \frac{P_{\text{ТЦ}(i-1)}}{P_{3P(i-1)}} > 0,528 \right)$$

текущий массовый расход равен:

$$G_i = f \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{1}{k-1}} \sqrt{\frac{2gk}{k+1}} P_{3P(i-1)} \rho_{3P(i-1)} \rho_{3P(i-1)}$$

где f – площадь эффективного сечения;

$$f = \mu f_{\text{омв}};$$

μ – коэффициент расхода;

$f_{\text{омв}}$ – площадь выходного сечения;

$\rho_{3P(i-1)}$ – плотность воздуха.

Для подкритического режима

$$\left(\text{при } \sigma_{(i-1)} = \frac{P_{\text{ТЦ}(i-1)}}{P_{3P(i-1)}} \leq 0,528 \right)$$

имеем:

$$G_i = f \sqrt{\frac{2gk}{k-1}} P_{3P(i-1)} \rho_{3P(i-1)} \left[\sigma_{(i-1)}^{2/k} - \sigma_{(i-1)}^{\frac{k+1}{1}} \right],$$

где k – коэффициент адиабаты.

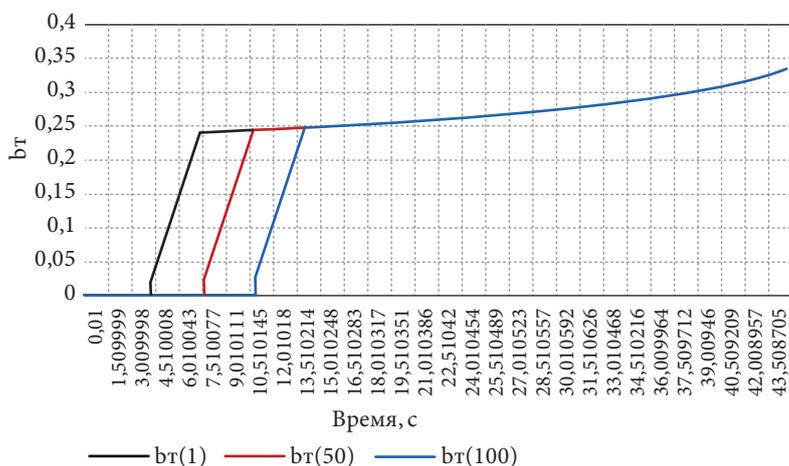


Рис. 3. Изменение действительной удельной тормозной силы при торможении для поезда из 100 вагонов

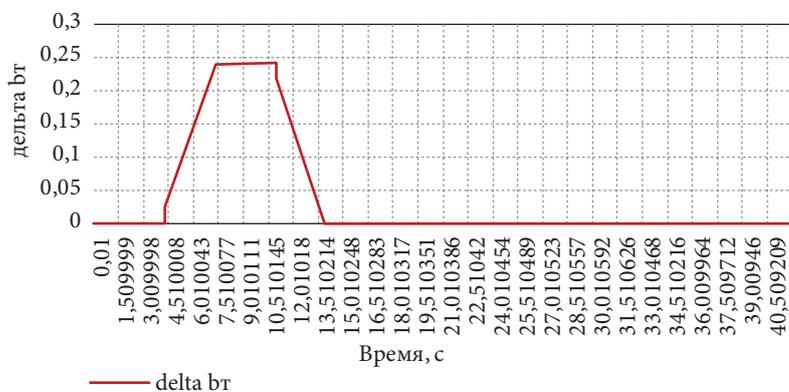


Рис. 4. Зависимость показателя неравномерности удельной тормозной силы поезда из 100 вагонов от времени торможения

Движение поршня принималось как равноускоренное на шаге численного интегрирования. Для определения текущих газодинамических параметров использовался адиабатический режим изменения давления, так как процесс наполнения тормозного цилиндра происходит за сравнительно короткое время.

На рисунке 3 представлен пример расчета изменения удельных действительных тормозных сил в составе из 100 вагонов с начальной скоростью движения 100 км/ч. Поезд состоял из 4-осных порожних вагонов, тормозные системы которых представляют собой типовую пневматическую и механическую части с тормозным цилиндром 14' и выходом штока 100 мм. Разрядка производилась с головы.

Изменение показателя неравномерности удельной тормозной силы по времени торможения представлено на графике рисунка 4, на котором видно существование максимума, что актуализирует решение поставленных задач.



Рис. 5. Симметричная схема разрядки магистрали (схема 1)

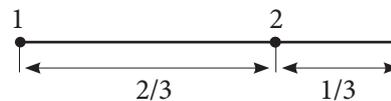


Рис. 6. Несимметричная схема разрядки магистрали для двух источников (схема 2)

Варьирование длиной состава и количеством точек разрядки потребовало решить задачу определения места расположения точек разрядки для различной длины состава.

При решении данной задачи рассматривались следующие схемы:

- **симметричная схема** (схема 1), которая характеризуется основными источниками разрядки с головного (1) и с хвостового (2) вагона (рис. 5).

Для этой схемы характерным является то, что дополнительные источники разрядки магистрали устанавливаются таким образом, что расстояния между соседними источниками равны и длина состава разбивается на равные отрезки;

- **несимметричная схема** (схема 2), которая характеризуется основным источником разрядки с головы (1) состава (локомотив) и точкой 2 разрядки, устанавливаемой на некотором расстоянии от хвоста. Так, для двух источников по схеме 2 получаем разрядку в голове и на расстоянии 1/3 длины состава от хвостового вагона (рис. 6).

Особенностью второй схемы является тот факт, что расстояние от точки 1 до точки 2 – 2/3, а от точки 2 до хвоста – 1/3. Однако на участке 1–2 разрядка осуществляется с двух сторон, поэтому расстояние, проходимое волной от точки 1 и от точки 2 до их взаимной встречи, равно 1/3. То есть на расстоянии 1/3 между точками 1 и 2 волны встречаются. Расстояние, проходимое волной от точки 2 до хвоста, также равно 1/3. Получаем, что с точки зрения расстояний, проходимых волнами, длина состава разбивается на равные (одинаковые) участки. Данное условие назовем условием одинаковых волновых участков. Для схемы 2 имеют место некоторые модификации относительно условий расположения точки разрядки 2. Первая модификация основывается на неизменности расстояния установки точки 2, равном 1/3 длины со-

става при дополнении источников разрядки. Вторая модификация предусматривает переменное расположение точки 2. Показано, что первая модификация отражает частные случаи схемы 1 и 2, поэтому она исключена из рассмотрения.

Для схемы 1 и 2 получены зависимости расстояний между соседними источниками и их полурасстояний.

Так, для схемы 1 расстояние между соседними источниками:

$$\ell = L/(n - 1).$$

Длина одинаковых участков:

$$P\ell = L/[2(n - 1)].$$

Для схемы 2 расстояние между соседними источниками:

$$\ell = 2L/(2n - 1).$$

Длина одинаковых участков (полурасстояния):

$$P\ell = L/(2n - 1),$$

где n – количество источников разрядки магистрали;

L – длина подвижного состава.

Получение зависимостей позволило автоматизировать процесс расстановки источников разрядки в алгоритме оценки продольных силовых возмущений.

В процессе решения задачи рассматривались следующие варианты:

1. Количество вагонов (от 10 до 100 формированием по десять) в составе принималось переменным.
2. Для каждого состава в качестве схем расстановки устройств разрядки магистрали использовалась симметричная (схема 1) и несимметричная (схема 2) схемы расстановки источников разрядки магистрали вдоль состава.
3. Для заданного количества вагонов в составе рассматривались различные варианты его формирования:
 - 3.1 – однородный: порожний, груженный с одинаковым выходом штока у всех вагонов (минимально и максимально допускаемые в эксплуатации);
 - 3.2 – неоднородный:
 - вагон с противоположными характеристиками перемещался вдоль состава;
 - количество вагонов с противоположными характеристиками постепенно наращивалось с головы состава до хвоста и с хвоста до головы при постоянной длине поезда.

Результаты исследований и рекомендации

В процессе проведенных исследований получены следующие результаты и рекомендации.

Во-первых, введено понятие приведенной длины².

Во-вторых, величина максимальной неравномерности удельных действительных тормозных сил за время торможения имеет значения для поезда с одноточечной разрядкой магистрали такие же, как и для поезда равной приведенной длины.

В-третьих, для поездов свыше 50 вагонов и поездов с соответствующей приведенной длиной для многоточечной разрядки имеет место постоянное максимальное значение неравномерности удельных действительных тормозных сил за время торможения.

В-четвертых, в качестве максимальной приведенной длины рекомендуется 30 вагонов, что требует для 100 вагонного поезда трех источников разрядки по симметричной схеме их установки и двух источников разрядки по несимметричной схеме их установки.

В-пятых, наибольшие значения максимальной неравномерности удельных действительных тормозных сил за время торможения наблюдаются для порожнего состава. Величина неравномерности для груженого состава снижается на 44-50%. Это вызвано большим временем наполнения тормозных цилиндров для среднего режима наполнения, что снижает неравномерность удельных тормозных сил для груженого состава.

² Приведенная длина – длина поезда схемы с одноточечной разрядкой магистрали, равной половине расстояния между смежными точками разрядки, распределенными по длине схемы с многоточечной разрядкой магистрали.

В-шестых, для рекомендуемых вариантов многоточечной разрядки магистрали наибольший эффект достигается для однородных поездов как по загрузке, так и по выходу штока. Имеется также эффект и для неоднородных поездов.

В-седьмых, рассмотренные варианты варьирования выходом штока показали незначительное влияние на изменение величины максимальной неравномерности, в отличие от влияния загрузки вагонов.

Порядок определения мест установки БХВ в длинносоставном поезде

На основе представленных рекомендаций и использования величины «эквивалентное число вагонов» разработана упрощенная методика по определению мест установки БХВ (рис. 7).

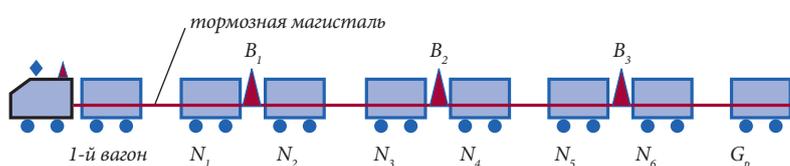


Рис. 7. Схема поезда и пример расположения БХВ в поезде

- N_n – номер вагона в поезде от головы (локомотива) поезда;
- B_n – номер БХВ от головы (локомотива) поезда;
- G_p – количество вагонов в поезде (номер последнего вагона в поезде);
- G – эквивалентное число вагонов (число вагонов эквивалентного поезда).

Смотреть «Рекомендуемые значения»*

Коэффициент приведения количества вагонов $G_p/G = Kg$;

Kg^1 – округленное значение Kg (округляется до целого числа в большую сторону);

Расчетное эквивалентное число вагонов

$$Gp/Kg^1 = G^1;$$

G^{11} – округленное значение G^1 ; (округление по математическим правилам);

Место установки 1-го БХВ (B_1)

$$N_1 = 2G^{11};$$

$$N_2 = 2G^{11} + 1 = N_1 + 1;$$

Место установки 2-го БХВ (B_2)

$$N_3 = N_2 + N_1;$$

$$N_4 = N_3 + 1;$$

Место установки 3-го БХВ (B_3)

$$N_5 = N_4 + N_1;$$

$$N_6 = N_5 + 1;$$

Место установки 4-го БХВ (B_4) (на рис. 7 не показан)

$$N_7 = N_6 + N_1;$$

$$N_8 = N_7 + 1;$$

*Рекомендуемые значения:

количество вагонов в поезде $70 < G_p < 200$;

эквивалентное число вагонов $20 < G < 40$, рекомендуемое количество зависит от разнородности состава, то есть от степени загрузки вагонов.

Созданное и представленное тормозное оборудование на основе совместных исследований специалистами ОАО МТЗ ТРАНСМАШ и МИИТ впервые в отечественном тормозостроении позволило практически решить задачу создания системы, аналогичной электропневматическому тормозу для грузового поезда. Важным является то, что стоимость данной системы на два порядка ниже стоимости систем электропневматического тормоза грузового поезда, разрабатываемых различными фирмами, а ее использование не требует переоборудования тормозных систем вагонного парка. В настоящее время система распределенного управления торможением поезда активно используется на участке ст. Иртышское – ст. Базезино.

Список использованной литературы

1. Чуев С.Г., Карпычев В.А. Управление динамикой длинносоставных поездов с помощью распределенного управления торможением поезда (РУТП) / С.Г. Чуев, В.А. Карпычев // Транспорт. – 2015. – № 5. – С. 68–71.
2. Анисимов П.С., Юдин В.А., Шамаков А.Н., Коржин С.Н. Расчет и проектирование пневматической и механической частей тормозов вагонов: Учеб. пособие для вузов жд. транспорта. – М. : Маршрут, 2005. – 248 с.
3. Иноземцев В.Г., Казаринов В.М., Ясенцев В.Ф. Автоматические тормоза. – М. : Транспорт, 1981. – 464 с.
4. Герц Е.В. Динамика пневматических систем машин. – М. : Машиностроение, 1985. – 256 с.
5. Фролов К.В., Попов С.А., Мусатов А.К. и др. Теория механизмов и машин»: Учеб. для вузов. – М. : Высшая школа, 1987. – 496 с.



DANOBAT

Решения «под ключ» для ходовой части рельсового транспорта: железная дорога, метро, трамваи



Измерительный комплекс для
диагностики колёс на ходу состава



Подрельсовый колёсотокарный
станок

DANOBATGROUP

DANOBATGROUP Россия
ул. Аргуновская 3, стр. 1
Москва, 129075, Россия

Тел: +7 499 685-16-42
info@danobatgroupussia.ru
www.danobatgroup.com/ru



Техническое обслуживание пути в условиях смешанного высокоскоростного движения поездов



В. Б. Захаров,
к.т.н., доцент кафедры
«Железнодорожный путь»
ФГБОУ ВО ПГУПС



Е. В. Черняев,
к.т.н., доцент кафедры
«Железнодорожный путь»
ФГБОУ ВО ПГУПС

Стоимость жизненного цикла сложных технических систем железнодорожного транспорта помимо затрат единовременного характера (инвестиций в инфраструктуру при производстве реконструкции верхнего строения железнодорожного пути на эксплуатируемом участке, выполнения промежуточных капитальных путевых работ) включает и эксплуатационные расходы на текущее содержание, организация и качество которого определяет безопасность перевозочного процесса с максимально допустимыми скоростями и осевыми нагрузками за срок службы (срок полезного использования) в межремонтном цикле. Именно поэтому вопросы технического обслуживания высокоскоростной железнодорожной линии (ВСМ) должны решаться еще на стадии разработки технических условий для проектирования и в комплексе с разработкой требований к элементам конструкции пути на ВСМ.

Варианты использования инфраструктуры

Основной задачей технического обслуживания высокоскоростного железнодорожного пути является обеспечение его стабильности и прогнозируемого состояния в течение всего жизненного цикла. Минимизация эксплуатационных расходов на содержание железнодорожного пути ВСМ, наряду с высоким начальным качеством, определяется правильным выбором системы технического обслуживания, под которой понимается комплекс мероприятий, направленный на своевременное выявление и предупреждение развития дефектов и деформаций в элементах и конструкциях железнодорожного пути, и включает в себя следующие подсистемы:

- диагностика состояния пути;
- профилактические мероприятия по предупреждению появления расстройств пути;
- устранение отдельных отступлений по геометрии пути, замена вышедших из строя элементов верхнего строения и проведение промежуточных ремонтов на отдельных участках.

Способ реализации указанных мероприятий определяется целым рядом факторов и в значительной мере условиями органи-

зации высокоскоростного движения [1]. Большинство высокоскоростных железнодорожных линий в силу своих конструктивных (безбалластная конструкция пути, возвышение наружного рельса в кривой и др.), эксплуатационных (скорость движения поездов, межпоездной интервал в графике движения, минимальное количество соединений и пересечений пути в одном уровне и др.) особенностей и жестких требований к обеспечению проектного положения головок рельсовых нитей в пространстве используется исключительно для обращения высокоскоростного пассажирского подвижного состава (Япония). При этом стоит отметить, что развитие высокоскоростного движения диктует ужесточение требований к подвижному составу, в том числе его ходовым частям. Зачастую это связано с увеличением сети высокоскоростных линий за счет модернизации существующих направлений, что позволяет использовать инфраструктуру для различных видов смешанного движения:

- пассажирские перевозки с применением различных типов подвижного состава,

обращающихся с одинаковой или различными скоростями. Например, в Испании и Китае наряду с высокоскоростными поездами (скорость – свыше 250 км/ч) на участках железнодорожной линии обращается типовой подвижной состав с существенно меньшими скоростями, обеспечивающий региональное сообщение;

- днем – высокоскоростные пассажирские, а ночью – скоростные грузовые поезда (почтовые или контейнерные перевозки). Например, в Германии в 1984 году было организовано движение скоростных поездов ICE со скоростью 250 км/ч и грузовых – 80 км/ч, а также в Италии, где осуществляется смешанное движение высокоскоростных, обычных пассажирских поездов и ускоренных грузовых или почтовых на высокоскоростных линиях. При этом железнодорожные пути уже становятся путями обезличенной специализации.

В пользу смешанного высокоскоростного движения говорит тот факт, что в Европе сегодня рассматривается проект организации смешанного движения высокоскоростных поездов между Парижем, Брюсселем, Кельном и Амстердамом (Euro Sarex project). Запуск проекта намечен на 2017-2018 годы. Также проводятся экономические изыскания для обоснования организации смешанного высокоскоростного движения между Лиссабоном и Мадридом [2].

Очередным шагом в развитии высокоскоростного движения в России стало принятие решения о строительстве высокоскоростной железнодорожной линии Москва – Нижний Новгород – Казань – Екатеринбург (ВСМ-2) [3]. Специальные технические условия (СТУ) «Проектирование участка Москва – Казань высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва – Казань – Екатеринбург со скоростями движения до 400 км/ч» предполагают использование железнодорожной линии для организации смешанного движения поездов различных категорий, выделяя движение:

- высокоскоростных пассажирских поездов – до 400 км/ч;
- пассажирских поездов – до 200 км/ч;

– специальных контейнерных поездов – до 160 км/ч.

Такое смешанное движение оказывает существенное влияние на техническое обслуживание высокоскоростного железнодорожного пути. Поскольку ходовые части высокоскоростного подвижного состава обладают более совершенной системой гашения колебаний по сравнению с обычным (особенно грузовым), частичное использование на скоростных участках грузового движения приводит к повышенной интенсивности расстройств пути по сравнению со специализированными линиями и требует соответствующей корректировки сроков проверки пути и проведения ремонтных работ.

При этом железнодорожный путь должен отвечать как всем требованиям, предъявляемым к участкам обычного грузового движения, так и дополнительным – для скоростного движения (например, по параметрам длинных неровностей). Так, при высокоскоростном движении следует дополнительно учитывать микронеровности, связанные с волнообразным износом головки рельса, длина которых составляет 1,5-0,01 м. На скорости свыше 300 км/ч такие неровности вызывают колебания кузова в диапазоне 55-8300 Гц и могут привести к образованию в рельсах дефектов контактно-усталостного характера [4].

Кроме непосредственных вопросов технического обслуживания, сама технология обслуживания пути должна предусматривать создание пунктов контроля состояния колесных пар грузовых вагонов, поступающих на высокоскоростной участок, что-

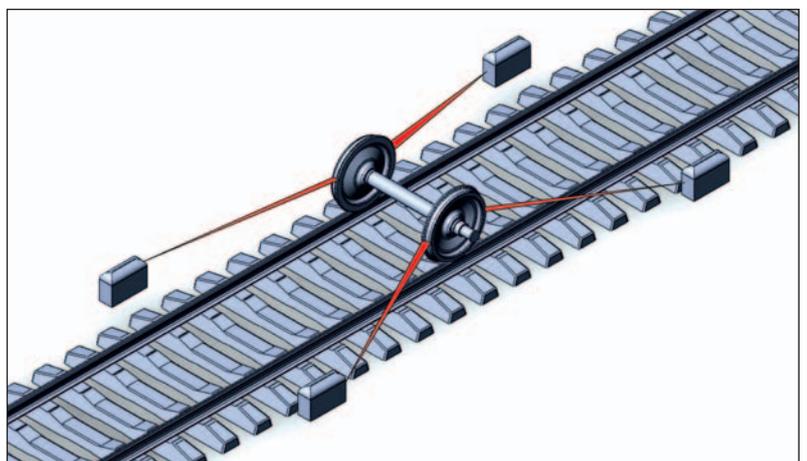


Рис. 1. Система Vision Inspection (MER MEC S.p.A.)

бы исключить повышенные воздействия от подвижного состава, вызванные его нагрузкой и состоянием ходовых частей.

Для этих целей в некоторых странах применяются модульные диагностические системы сканирования колесных пар, позволяющие в режиме реального времени при проследовании подвижного состава со скоростью до 30 км/ч измерять овальность колес, диаметр, профиль, толщину

гребня, наличие ползунов, угол накатывания колеса на рельс и пр. Примером этого может послужить система Vision Inspection (Италия), способная автоматически проверять колесные пары с использованием камер высокой четкости (рис. 1). Отсканированное колесо автоматически сравнивается с заранее известным эталоном, и на основе анализа система получает сведения о состоянии колесной пары.

Специфика технологии обслуживания инфраструктуры

Несмотря на то что в большинстве стран количество и перечень контролируемых параметров высокоскоростных железнодорожных линий практически одинаковы, их опыт в части технического обслуживания пути без пересмотра его деталей и адаптации к российским условиям эксплуатации (например, учет природно-климатических особенностей) едва ли применим. С нашей точки зрения, только опыт эксплуатации ВСМ в Китае может стать полезным в части разработки требований содержания объектов инфраструктуры ввиду совпадения климатических особенностей (годовая температурная амплитуда работы рельсовых плетей, количество осадков, количество циклов замораживания – оттаивания и др. параметры природно-климатической среды). В декабре 2012 года на северо-востоке Китая была сдана в эксплуатацию высокоскоростная магистраль Харбин – Далянь, которая известна как первая в стране ВСМ, проходящая через холодный регион в высоких широтах (высота над уровнем моря – 100-140 м). Зимой в Даляне часто сравнивают с зимой Северной Норвегии, которая расположена на 35 градусов севернее него.

Перечень путевых работ и специфика их производства на специализированных железнодорожных линиях не позволяют применять там существующее техническое обслуживание пути для традиционных линий. Причиной тому является ограниченный доступ к месту производства работ, большие уклоны продольного профиля трассы и иные особенности – требуются специальные методы и технологии проведения путевых работ, которые не применя-

ются на традиционных линиях. Например, большие уклоны продольного профиля высокоскоростной линии предполагают нестандартную схему формирования рабочих поездов (использование дополнительных локомотивов в хоппер-дозаторном составе и пр.). Кроме того:

- выправочные работы необходимо выполнять исключительно механизированным способом, так как ручной не дает необходимой точности;
- при проведении замены или очистки балластного слоя требуется его послойная отсыпка за несколько проходов, точная выправка продольного профиля и динамическая стабилизация для минимального нарушения показателей стабильности пути;
- работы должны производиться без выдачи предупреждений об ограничении скорости движения;
- работникам необходимо проходить специальную подготовку по технике безопасности и правилам текущего содержания высокоскоростного пути прежде, чем получить допуск к работам.

При разработке технологии обслуживания требуется учет специфики проведения даже обычных путевых работ. Например, с увеличением скорости движения поездов резко возрастает волнообразный износ поверхности катания головки рельса. Железнодорожные вагоны с низкими собственными частотами колебаний (от 0,75 до 1 Гц в горизонтальной плоскости) при движении со скоростью 250-300 км/ч испытывают воздействие периодических неровностей пути с длиной волны 83 м. От нарушений положения пути с такой

длиной волн нельзя избавиться с помощью путевых машин, работающих с длиной хорды порядка 20 м.

В связи с этим необходимо пересмотреть систему контроля качества выполнения путевых работ. Так, например, на некоторых высокоскоростных железнодорожных линиях в график движения поездов на постоянной основе перед открытием движения после ремонтных работ пропускают пилотный поезд без пассажиров со скоростью, ограниченной до 160-170 км/ч [5]. Цель такой процедуры заключается в подтверждении того, что:

- линия свободна от препятствий и предназначена для осуществления движения с высокой скоростью;
- отсутствуют невыявленные дефекты перед открытием движения (например, из-за вандализма);
- работа контактной сети и устройств связи правильна;
- стабильность балластной конструкции пути после проведения технического обслуживания или восстановительных работ проверена.

Мониторинг состояния пути является важным вопросом для контроля различных параметров подсистем. Несмотря на то что контролируемые параметры при техническом обслуживании пути высокоскоростных и традиционных линий очень схожи, периодичность их проверки и ремонта различна.

Так, например, на высокоскоростной линии со смешанным движением Ганновер – Вюрцбург (Германия) на стрелочных

переводах каждые 3 года производится планово-предупредительный ремонт по сравнению с 5 годами на традиционных линиях [6]. Происхождение таких различий зависит от скорости, графика движения, выбранных технологий и т. д.

На высокоскоростных железнодорожных линиях жизненный цикл рельсов определяется не величиной вертикального и бокового износа рельсов, а количеством и частотой возникновения дефектов рельсов и связанных с ними расходов на ремонт. Это указывает на то, что в условиях высокоскоростного движения поездов необходим переход от моделирования процессов нарастания потока отказов в зависимости от наработки тоннажа или срока службы для обоснования их допустимых границ к моделированию процессов технического обслуживания системы в период между их обновлениями, обеспечивающих максимальное увеличение этого периода.

В условиях высокоскоростного движения поездов система диагностики состояния пути должна включать в себя банк данных, содержащих информацию:

- о соответствии параметров обустройства пути требованиям скоростного движения;
- о соответствии геометрического положения пути и состояния элементов верхнего строения предъявляемым требованиям;
- о результатах мониторинга состояния пути, позволяющих выявить степень его стабильности или тенденции изменения для прогнозирования на перспективу.

Техническое обслуживание инфраструктуры

Традиционно техническое обслуживание инфраструктуры делится на различные подсистемы (путь, электроснабжение, сигнализация, централизация и автоблокировка) с отдельным финансированием, численностью персонала и системами планирования. Такая организация приводит к неоптимальному использованию материально-технической базы. Опыт эксплуатации зарубежных высокоскоростных магистралей указывает на целесообразность совместного технического обслу-

живания устройств подсистем. Создание объединенных подразделений или предприятий для выполнения таких работ позволяет уменьшить аппарат управления, эффективнее использовать производственные базы для осуществления планово-предупредительных и ремонтных работ, создавать диагностические передвижные лаборатории для комплексной проверки состояния объектов различных служб. Первый шаг уже сделан. С 1 апреля 2015 года в Северо-Кавказской дирекции инфра-

структуры создана Сочинская дистанция инфраструктуры [7]. В дистанцию инфраструктуры полностью вошла дистанция

пути, а также часть специалистов дистанций электроснабжения и сигнализации, централизации и блокировки.

Вывод

У нас уже имеется определенный опыт эксплуатации линии Санкт-Петербург – Москва со смешанным высокоскоростным движением поездов. Однако следует помнить, что техническое обслуживание каждой отдельной высокоскоростной железнодорожной линии является важным вопросом, который должен решаться еще на стадии разработки технических условий для проектирования в комплексе с разработкой требований к элементам конструкции пути на ВСМ, так как стоимость жизненного цикла конструкции пути также зависит и от затрат на ее обслуживание.

Список использованной литературы

1. Construction and maintenance of High speed railway / Indian Railways Institute of Civil Engineering, Pune, 2015.
2. The Feasibility of Moving Freight on High-Speed Rail Networks / Joanne McDermott, Todd La Casse. Caltrans Division of Research, Innovation and System Information, 2015.
3. Сетевой план-график мероприятий реализации проекта строительства высокоскоростной магистрали Москва – Казань, утвержденный Председателем Правительства РФ Медведевым Д.А. в распоряжении от 13.01.2016 № 5-р (пункт 37).
4. Презентация «Взаимодействие между подвижным составом и путем на высокоскоростных линиях», представленная на семинаре SNCF и РЖД 15.06.2012.
5. Maintenance of High Speed Lines / Hugo Goossens, UIC Report, 2010.
6. High speed rail infrastructure – Training on High Speed Systems, Part X: Maintenance of the infrastructure, UIC / Jaensch E., Tehran-Iran, 2007.
7. Приказ ОАО «РЖД» от 14.01.2015 № 2 «О создании Сочинской дистанции инфраструктуры Северо-Кавказской дирекции инфраструктуры». 

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



27 февраля президенту Межрегиональной ассоциации производителей весоизмерительной техники (МАПВТ), директору по качеству и технической экспертизе ООО «Инженерный центр «АСИ» Станиславу Владимировичу Кирницкому исполнится 60 лет!

В 1980 году Станислав Владимирович окончил Кузбасский политехнический институт по специальности «горный инженер», свою трудовую деятельность начал в Институте угля СО АН СССР, а после перешел в НПО «Промавтоматика». В начале 90-х годов совместно с коллегами-единомышленниками организовал Инженерный центр «АСИ», где продолжил начатую работу в области автоматизированных систем весового учета.

Он лично курировал разработку, изготовление и сертификацию первых отечественных вагонных весов для поосного взвешивания в движении, руководил испытаниями и внедрением вагонных весов рельсового типа, успешно применяющихся на железнодорожном транспорте сегодня.

Станислав Владимирович пользуется большим уважением в кругах метрологического сообщества, неоднократно выступал в качестве эксперта при разработке методик поверки, национальных и межгосударственных стандартов.

Благодаря заслуженному авторитету и признанию среди коллег в 2008 году Станислав Владимирович был единогласно выбран президентом Межрегиональной ассоциации производителей весоизмерительной техники.

От всей души поздравляем Станислава Владимировича с юбилеем! Желаем крепкого здоровья, благополучия и дальнейших профессиональных успехов!

*С уважением, коллектив
ООО «Инженерный центр «АСИ»*



31 марта Ефиму Наумовичу Розенбергу, первому заместителю генерального директора ОАО «НИИАС», исполнится 65 лет!

Застать Ефима Наумовича Розенберга в рабочем кабинете трудно. А по-другому не получится, ведь генерирование научных идей, изобретательское творчество чередуются с заседаниями, служебными командировками, чтением лекций на кафедре МИИТа. И при этом еще остаются «мозговые атаки» в тех подразделениях, которые он курирует.

При всей такой фееричной деятельности у Ефима Наумовича очень цельный и постоянный характер. В 1974 году, после окончания с отличием МИИТа, Розенберг пришел работать в конструкторско-исследовательский отдел автоматики и телемеханики конструкторского бюро Главного управления сигнализации и связи МПС (нынешний НИИАС), где через несколько лет стал главным конструктором.

С 2008 года Ефим Наумович является главным конструктором систем по обеспечению безопасности движения поездов на «Российских железных дорогах». Под его руководством была разработана Концепция повышения безопасности движения на

основе применения multifunctional систем регулирования движения поездов. А для ряда инновационных транспортных систем, какими являются Сочинский полигон, Московское центральное кольцо, высокоскоростные магистрали, доктор технических наук Розенберг предложил уникальные решения, вызвавшие большой интерес у зарубежных коллег как не имеющие аналогов в мировой практике.

Ефим Наумович – автор 80 патентов и авторских свидетельств на изобретение, имеет 60 научных работ.

За многолетний добросовестный труд, проявленную творческую инициативу Ефим Наумович отмечен наградами Минтранса России, ОАО «РЖД», удостоен звания «Лучший изобретатель ОАО «РЖД»», «Новатор ОАО «РЖД»».

Желаем нашему дорогому Ефиму Наумовичу крепкого здоровья, успехов в работе и творческой неуспокоенности.

С уважением, коллектив ОАО «НИИАС»

Мониторинг ситуации в промышленности на основании индексов ИПЕМ. Итоги IV квартала 2016 года

Нигматулин Мансур Раисович, старший эксперт-аналитик Департамента исследований ТЭК АНО «Институт проблем естественных монополий» (ИПЕМ)

Контактная информация: 123104, Россия, 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 IV квартала 2016 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 конце 2016 года. Также приводятся основные макроэкономические индикаторы состояния российской промышленности.

Ключевые слова: промышленность, низкотехнологические отрасли, среднетехнологические отрасли, высокотехнологические отрасли, добывающая отрасль, инвестиции в основной капитал, топливно-энергетический комплекс, погрузка промышленных товаров, остатки грузов на складах.

Интеграция стандарта IRIS в систему Международной организации по стандартизации ISO

Сеньковский Олег Альфредович, первый заместитель начальника Центра технического аудита – структурного подразделения ОАО «РЖД», вице-президент НП «ОПЖТ»

Контактная информация: 107174, Россия, г. Москва, ул. Новая Басманная, 2, тел.: +7 (499) 262-86-29, e-mail: Senkovskij@center.rzd.ru

Аннотация: В статье показан текущий статус развития стандарта IRIS и дальнейшие шаги по интеграции его с системой Международной организации по стандартизации ISO (стандарт ISO/TS 22163 Менеджмент качества для железнодорожного сектора).

Ключевые слова: международный стандарт, железнодорожная промышленность, IRIS, стандарт ISO/TS 22163, менеджмент качества, цепь поставок, качество, этапы внедрения, процесс перехода.

Транспортное машиностроение России в 2016 году

Савчук Владимир Борисович, заместитель генерального директора АНО «Институт проблем естественных монополий» (ИПЕМ)

Скок Игорь Александрович, главный эксперт-аналитик отдела исследований транспортного машиностроения ИПЕМ

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

Using IPPEM indices to monitor Russian industry development in the fourth quarter of 2016

Mansur Nigmatulin, Senior 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

Annotation: The article provides an overview of the current situation in the Russian industry in the IV quarter of 2016 on the basis of indices developed by IPEM. It includes main results of indices calculation taking into account seasonal factor and industry groups' breakdown. The article analyzes in depth Russian backbone industries, including fuel and energy complex. It reveals main factors that have positive and negative impact on industrial development in the end of 2016. It also provides the main macroeconomic indicators of the Russian industry.

Keywords: industry, low-tech industry, mid-tech industry, high-tech industry, mining, fixed capital investment, fuel and energy complex, loading of industrial products, stocks.

Integration of the IRIS standard in the International organization for standardization ISO

Oleg Senkovskiy, First deputy head Technical audit center Russian Railways, NP UIRE vice-president

Contact information: 2, Novaya Basmannaya str., Moscow, Russia, 107174, tel.: +7 (499) 262-86-29, e-mail: Senkovskij@center.rzd.ru

Annotation: The article shows the current status of development of the IRIS standard, and further steps of integration it in the system of the International Organization for Standardization ISO (ISO standard/TS 22163 Quality Management System for the railway sector).

Keywords: International Railway Industry Standard, IRIS, ISO/TS 22163 standard, quality management, supply chain, quality, stages of implementation, transition process.

Russian Railway Engineering Industry in 2016

Vladimir Savchuk, Deputy CEO, Institute of Natural Monopolies Research (IPEM)

Igor Skok, Head analyst of Transport Industry Research Department, 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

Аннотация: В статье представлен обзор транспортного машиностроения России в 2016 году с разбивкой по ключевым подотраслям, проанализированы проблемы и достижения отрасли и спрогнозированы основные векторы развития на ближайшую перспективу.

Ключевые слова: транспортное машиностроение, производство, стоимость отгруженной продукции, подвижной состав, заказчик.

Итоги испытаний безбалластного пути

Савин Александр Владимирович, к.т.н., заместитель генерального директора – начальник Испытательного центра АО «ВНИИЖТ»

Контактная информация: 107996, Россия, г. Москва, 3-я Мытищинская ул., д. 10., тел.: +7 (499) 260-41-36, e-mail: 2604136@mail.ru

Аннотация: На Экспериментальном кольце АО «ВНИИЖТ» ст. Щербинка в декабре 2016 года завершены сравнительные испытания четырех типов безбалластных конструкций пути LVT (РЖДстрой, Россия), FFB (MaxBögl, Германия), NBT (Alstom, Франция), EBS (Tines, Польша). Испытания проведены в соответствии с программой и методикой, утвержденной ОАО «РЖД». Пропущенный тоннаж по опытному участку из четырех конструкций составил 600 млн. т брутто. В статье кратко описана технология строительства опытных конструкций. Представлены результаты сравнительных испытаний в части геометрии рельсовой колеи, состояния рельсовых креплений, дефектности бетонного слоя. Оценены трудозатраты на текущее содержание опытных конструкций безбалластного пути и дана их сравнительная оценка.

Ключевые слова: безбалластный путь, испытания, Экспериментальное кольцо, технология, геометрия рельсовой колеи, крепления, дефектность бетонного слоя, текущее содержание, сравнительная оценка.

Оценка возможности и эффективности повышения осевых нагрузок грузовых вагонов

Бороненко Юрий Павлович, д.т.н., профессор кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» ПГУПС, генеральный директор АО «Научно-внедренческий центр «Вагоны»

Третьяков Александр Владимирович, д.т.н., профессор кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» ПГУПС, генеральный директор ООО «НПФ «Интернаучвагонмаш»

Зимакова Мария Викторовна, к.т.н., начальник отдела ходовых испытаний АО «Научно-внедренческий центр «Вагоны»

Контактная информация: 190031, Россия, г. Санкт-Петербург, а/я 356, тел.: +7 (812) 310-95-00, e-mail: info@nvc-vagon.ru

Аннотация: В статье рассматривается вопрос о возможности дальнейшего увеличения осевых нагрузок грузовых вагонов. Показано, что вагоны с осевой нагрузкой 25 тс не оказывают повышенного воздействия на железнодорожный путь как в новом состоянии, так и с пробегом 300 тыс. км. Рассмотрены критерии, выполнение которых позволяет

Annotation: This article describes Russian Railway Engineering Industry sector and its subsectors in 2016. Authors analyze problems and achievements of sector and predict the vectors of development for the near future.

Keywords: Railway Engineering Industry, production, the value of products shipped, rolling stock, customer.

The results of the nonballast track tests

Alexander Savin, Candidate of Technical Science, Deputy General Director – Head of Testing Centre, JSC Railway Research Institute (JSC “VNIIZhT”)

Contact information: 10, 3rd, Mytischinskaya str., Moscow, Russia, 107996, tel.: +7 (499) 260-41-36, e-mail: 2604136@mail.ru

Annotation: In December 2016 comparative tests of four types of nonballast trackforms: LVT (RZDstroy, Russia), FFB (MaxBögl, Germany), NBT (Alstom, France), EBS (Tines, Poland), laid on JSC “VNIIZhT” Test Loop near Scherbinka railway station were completed. Tests were carried out in accordance with the program and methodology approved by JSC “RZD”. Tonnage on the test area where four trackforms were laid is equal to 600 million tons gross. The article briefly describes construction technology of a trial design. The paper presents results of comparative tests in terms of track geometry, condition of rail fastenings, and defectiveness of concrete layer. Also labor costs of nonballast track trial design maintenance are estimated, and their comparative evaluation is given.

Keywords: nonballast track, tests, Test Loop, technology, track geometry, fastenings, defectiveness of concrete layer, maintenance work, comparative evaluation.

Assessment of possibility and efficiency of freight car axial load increase

Yuriy Boronenko, D.Sc. (Engineering), Professor of Railcars and Rolling Stock Department of the Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, General Director of Joint Stock Company Scientific Research Center “Vagony”

Aleksandr Tretyakov, D.Sc. (Engineering), Professor of Railcars and Rolling Stock Department of the Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, General Director of Research and Production Company Internauchvagonmash LLC
Maria Zimakova, Ph.D. (Engineering), Head of Dynamic Test Department of Joint Stock Company Scientific Research Center “Vagony”

Contact information: post office box 356, Saint-Petersburg, Russia, 190031, tel.: +7 (812) 310-95-00, e-mail: info@nvc-vagon.ru

Annotation: The article studies the issue of a possibility to further increase the freight car axial loads. It is shown that freight

увеличивать осевую нагрузку грузовых вагонов с обеспечением не превышения нормативных значений по воздействию вагонов на инфраструктуру. Показано, что в диапазоне скоростей движения до 90 км/ч увеличение прогиба рессорного подвешивания до 90 мм может позволить иметь осевую нагрузку 28 тс. Проведено сравнение технико-экономических характеристик перспективных полувагонов с осевой нагрузкой 27 тс на тележках модели 18-6863 (разработка ООО «ВНИЦТТ») и типовых полувагонов с осевой нагрузкой 23,5 тс. Сделан вывод о целесообразности развития тягеловесного движения.

Ключевые слова: грузовой вагон, осевая нагрузка, испытания, воздействие на путь, тягеловесное движение.

Опыт создания колесных пар для скоростного подвижного состава

Грек Виктор Иванович, к.т.н., советник руководителя ФБУ «РС ФЖТ»

Михайлов Геннадий Иванович, заместитель главного конструктора АО «ВНИКТИ»

Кирюшин Дмитрий Евгеньевич, к.т.н., заведующий лабораторией «Электропоезда» АО «ВНИИЖТ»

Яговкин Андрей Николаевич, начальник отдела Департамента технической политики ОАО «РЖД»

Контактная информация: 129626, Россия, г. Москва, 3-я Мытищинская ул., д. 10, тел.: +7 (916) 101-05-92, e-mail: vigrek@mail.ru (Грек В.И.)

140402, Россия, МО, г. Коломна, ул. Октябрьской рев., 410, тел.: +7 (496) 613-09-18, e-mail: okr@ptl-kolomna.ru, mikhailov@vnikti.com (Михайлов Г.И.), тел.: +7 (499) 260-42-31, e-mail: emu@vniizht.ru (Кирюшин Д.Е.)

107217, Россия, г. Москва, ул. Садовая-Спасская, д. 21/1, тел.: +7 (499) 262-13-28, e-mail: yagovkinan@rzd.ru (Яговкин А.Н.)

Аннотация: В статье изложены результаты создания и испытаний осей и колес колесных пар скоростного подвижного состава ОАО «РЖД»

Ключевые слова: высокосортной подвижной состав, колесная пара, нормативные требования, проектирования, испытания, результаты.

Тяговые свойства электровозов переменного тока с поосным регулированием силы тяги

Васильев Иван Павлович, аспирант, ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ»

Контактная информация: 111116, Россия, г. Москва, ул. Энергетическая, 6, тел.: +7 (926) 411-70-58, e-mail: xPr1me@mail.ru

Аннотация: В статье освещены актуальные пути повышения тяговых свойств современных электровозов пере-

cars with the axial load of 25 tf do not have a higher impact on tracks neither new cars, nor cars with mileage of 300 thousand kilometers. The article also considers the criteria which, in case they are complied with, allow increasing the freight car axial load and insure the regulatory values of cars' impact on infrastructure are not exceeded. The article proves the fact that within the range of motion speeds of up to 90 km/h the increase of the spring suspension cambering up to 90 mm may allow having the axial load of even 28 tf. The authors compared technical and economic characteristics of advanced gondola cars with the axial load of 27 tf on 18-6863 Model bogies (solution developed by All-Union Research and Development Centre for Transportation Technology LLC) with those of standard gondola cars with the axial load of 23.5 tf. It was concluded that development of heavy haul railway operations is reasonable.

Keywords: freight car, axial load, testing, impact on track, heavy haul railway operations.

The experience of designing of wheelsets for high-speed rolling stock.

Viktor Grek, Cand. Sci. (Tech.), Head adviser FBU RS FZhT

Gennady Mikhailov, Deputy chief designer JSC "VNIKTI"

Dmitry Kiryushin, Head of laboratory, JSC "VNIIZhT"

Andrey Yagovkin, Head of department JSC "RZD"

Contact information: 10, 3-rd Mytishinskaya str., Moscow, Russia, 129626, tel.: +7 (916) 101-05-92; e-mail: vygrek@mail.ru (V. Grek)

410, Oktyabrskoy Revolyutsii str., Moscow Region, Russia, 140402, tel.: +7 (496) 613-09-18; e-mail: okr@ptl-kolomna.ru (G. Mikhailov), tel.: +7 (499)260-42-31; e-mail: emu@vniizht.ru (D. Kiryushin)

21/1, Sadovo-Spasskaya str., Moscow, Russia, 107217, tel.: +7 (499) 262-13-28; e-mail: yagovkinan@rzd.ru (A. Yagovkin)

Annotation: The article presents design and test results of axles and wheels for wheelsets of highspeed rolling stock of JSC "RZD".

Keywords: High speed, rolling stock, wheelset, standart requirements, design, test, results.

Traction properties of electric locomotives, AC with axle-by-axle traction force control

Ivan Vasiliev, Graduate student, Moscow Power Engineering Institute

Contact information: 6, Energy St., Moscow, Russia, 111116, tel.: +7 (926)411-70-58, e-mail: xPr1me@mail.ru

Annotation: In the article is sanctified relevant ways to improve traction properties of electric locomotives of alternating current. The results of testing of AC locomotives with axle-by-axle

менного тока. Приведены результаты эксплуатационных испытаний электровозов переменного тока с поосным регулированием силы тяги, оборудованных асинхронными и коллекторными тяговыми электродвигателями. Озвучены перспективы развития электровозной тяги на железных дорогах России, в особенности на Восточном полигоне, до 2025 года.

Ключевые слова: электровоз, локомотив, асинхронный тяговый привод, поосное регулирование, сила тяги, активаторы сцепления, боксование колесных пар.

Применение вихретоковых структуроскопов – инновационный путь повышения качества и эксплуатационной надежности буксовых подшипников

Тяпаев Сергей Викторович, старший инспектор-приемщик ЦТА ОАО «РЖД»

Контактная информация: 410039, Россия, г. Саратов, Проспект Энтузиастов, 64А, тел.: +7 (8452) 39-48-75, e-mail: styapaev@list.ru

Аннотация: В статье сделан вывод об актуальности внедрения вихретоковых структуроскопов при входном контроле колец буксовых подшипников на предприятиях-потребителях. Приведены данные о применении разных средств неразрушающего контроля колец буксовых подшипников. Рассмотрен положительный опыт применения вихретоковых структуроскопов в подшипниковой промышленности. Приведены статистические данные по отказам роликовых радиальных цилиндрических буксовых подшипников основных производителей. Применение инновационной технологии вихретоковой структуроскопии является для России и стран СНГ «прорывной» технологией пятого технологического поколения, так как она основана на применении микропроцессорного управления и последних достижений в области микроэлектроники и программировании. Вихретоковая структуроскопия позволяет производить сплошной контроль отсутствия скрытых технологических дефектов на кольцах буксовых подшипников и одновременно минимизировать экологический вред на природу.

Ключевые слова: проверка колец подшипников, эксплуатационная надежность, отказы буксовых подшипников, вихретоковый метод, вихретоковый дефектоскоп, вихретоковый структуроскоп, порог чувствительности вихретокового дефектоскопа, скрытые поверхностные дефекты, микропроцессорный анализ сигнала.

Уменьшение продольных силовых возмущений при распределенном управлении торможением поезда (РУТП)

Карпычев Владимир Алексеевич, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Машиноведение, проектирование, стандартизация и сертификация» Московского государственного университета путей сообщения Императора Николая II (МИИТ)

traction force control, which are equipped with asynchronous and collector traction motors is given. Prospects of development of electric traction on the Railways of Russia, especially on the East of the landfill to 2025 is announced.

Keywords: electric locomotive, locomotive, asynchronous traction drive, axle-by-axle control, traction, activators clutch, spinning of wheel of wheel pairs.

Application of Eddy current structuroscopes – an innovative way to improve the quality and operational reliability for axle bearings

Sergey Tyapaev, Senior inspector CTA RZD JSC

Contact information: 64A, Prospect Entuziastov, Saratov, Russia, 410039, tel.: +7 (8452) 39-48-75, e-mail: styapaev@list.ru

Annotation: The article presents the conclusion about the relevance of introducing eddy current structuroscopes input control rings for axle bearings on consumer enterprises. It reviews the results of the application of various nondestructive testing of axle box bearings rings. Positive experience of application of eddy current structuroscopes in the bearing industry is considered. It also presents statistical data failures of radial cylindrical roller axle's box bearings from major manufacturers. Application of innovative technology of Eddy current structuroscope is «breakthrough» technology of the fifth technological generation for Russia and the CIS countries, since it is based on the use of microprocessor control and the latest developments in the field of microelectronics and programming. Eddy current structuroscopy allows a continuous monitoring of the absence of hidden technological defects on rings for axle bearings and simultaneously minimize environmental damage in nature.

Keywords: verification of bearing rings, operational reliability, failures of axle box bearings, eddy current method, eddy current flaw detector, eddy current structuroscopy, sensitivity threshold of eddy current flaw detector, hidden surface defects, microprocessor-based signal analysis.

Reducing the longitudinal force perturbations under the distributed control of train brakes (DCTB)

Vladimir Karpychev, Doctor of Sciences (Engineering), Professor, Head of «Engineering, Design, Standardization and Certification» Department, Moscow Railway University of Emperor Nicholas II (MIIT)

Чуев Сергей Георгиевич, к.т.н., генеральный конструктор ОАО МТЗ ТРАНСМАШ, заслуженный конструктор РФ

Контактная информация: 125190, Россия, г. Москва, ул. Лесная, 28, тел.: +7 (495) 380-10-39, +7 (915) 360-88-47, e-mail: MTZ-CHUEV@yandex.ru

Аннотация: В статье приводятся результаты исследования условий уменьшения продольных силовых возмущений в длинносоставном грузовом поезде при распределенном управлении торможением поезда (РУТП). Даются практические рекомендации и порядок определения мест установки блоков хвостового вагона (БХВ) по длине поезда при любом порядке распределения груженых или порожних вагонов.

Ключевые слова: распределенное управление торможением поезда (РУТП), блок хвостового вагона, длинносоставный поезд, продольные силовые возмущения.

Техническое обслуживание пути в условиях смешанного высокоскоростного движения поездов

Захаров Владислав Борисович, к.т.н., доцент, кафедра «Железнодорожный путь», ФГБОУ ВО ПГУПС
Черняев Евгений Владимирович, к.т.н., доцент, кафедра «Железнодорожный путь», ФГБОУ ВО ПГУПС

Контактная информация: 190031, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 9, тел.: +7 (812) 457-85-63, e-mail: zakhaorv@pgups.ru (Захаров В.Б.), +7 (812) 570-37-34, chernyaev@pgups.ru (Черняев Е.В.)

Аннотация: В настоящее время все актуальнее становится вопросы использования инфраструктуры высокоскоростных железнодорожных линий для различных видов смешанного движения: пассажирских перевозок с различными скоростями, пассажирских и скоростных грузовых перевозок. Такое использование инфраструктуры оказывает существенное влияние на ее техническое обслуживание. Так как стоимость жизненного цикла конструкции пути зависит и от затрат на ее обслуживание, то уже сегодня, на стадии разработки технических условий для проектирования, необходимо решать вопросы ее дальнейшего технического обслуживания.

Ключевые слова: инфраструктура, стоимость жизненного цикла, смешанное высокоскоростное движение, технология обслуживания, путевые работы, диагностика состояния пути.

Sergey Chuev, Candidate of Sciences (Engineering), General Designer, JSC MTZ TRANSMASH, Honored Designer of the Russian Federation

Contact information: 28, str. Lesnaya, Moscow, 125190, Russian, tel.: +7 (495) 380-10-39, +7 (915) 360-88-47, e-mail: MTZ-CHUEV@yandex.ru

Annotation: The article describes the results of the studies in decreasing the longitudinal force perturbations in a long freight train under distributed control of train brakes (DCTB). It presents practical advices and procedures for determining the locations of end-of-train devices (EOT) along the length of a train in any order of distribution of loaded or empty wagons.

Keywords: distributed control of train brakes (DCTB), end-of-train device, long train, longitudinal force perturbations.

Technical maintenance of railway track in mixed movement of High speed vehicles.

Vladislav Zakharov, Ph.D., Associate Professor of Railway Track Department, PSTU
Evgeny Chernyaev, Ph.D., Associate Professor of Railway Track Department, PSTU

Contact information: 9, Moskovsky prospect, Saint-Petersburg, Russia, 190031, tel.: +7 (812) 457-85-63, e-mail: zakhaorv@pgups.ru (V. Zakharov), +7 (812) 570-37-34, chernyaev@pgups.ru (E. Chernyaev)

Annotation: Now questions of using highspeed railway infrastructure for different types of the mixed traffic (passenger traffic with various speed, passenger and highspeed freight traffic) become more and more actual. Using infrastructure that way has significant effect on maintenance. Since cost of track construction lifetime depends on cost of its maintenance, today, it is necessary to resolve issues of its further maintenance at a specifications development stage of designing process.

Keywords: infrastructure, lifetime cost, highspeed mixed traffic, maintenance technology, track work, track diagnostic.

2017
ГОД ЭКОЛОГИИ

**7-Й МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ И ВЫСТАВКА
ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ МОБИЛЬНОСТЬ, ПРОДУКЦИЯ
И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА
И МЕТРОПОЛИТЕНОВ**



ЭЛЕКТРОТРАНС



www.electrotrans-expo.ru

5-7 АПРЕЛЯ 2017 / МОСКВА / СОКОЛЬНИКИ





ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ЕСТЕСТВЕННЫХ МОНОПОЛИЙ

аналитика | статистика | исследования | прогнозы | обзоры



123104, г. Москва, ул. М. Бронная, дом 2/7, стр. 1
Тел.: +7 (495) 690-14-26; факс: +7 (495) 697-61-11
ipem@ipem.ru, www.ipem.ru