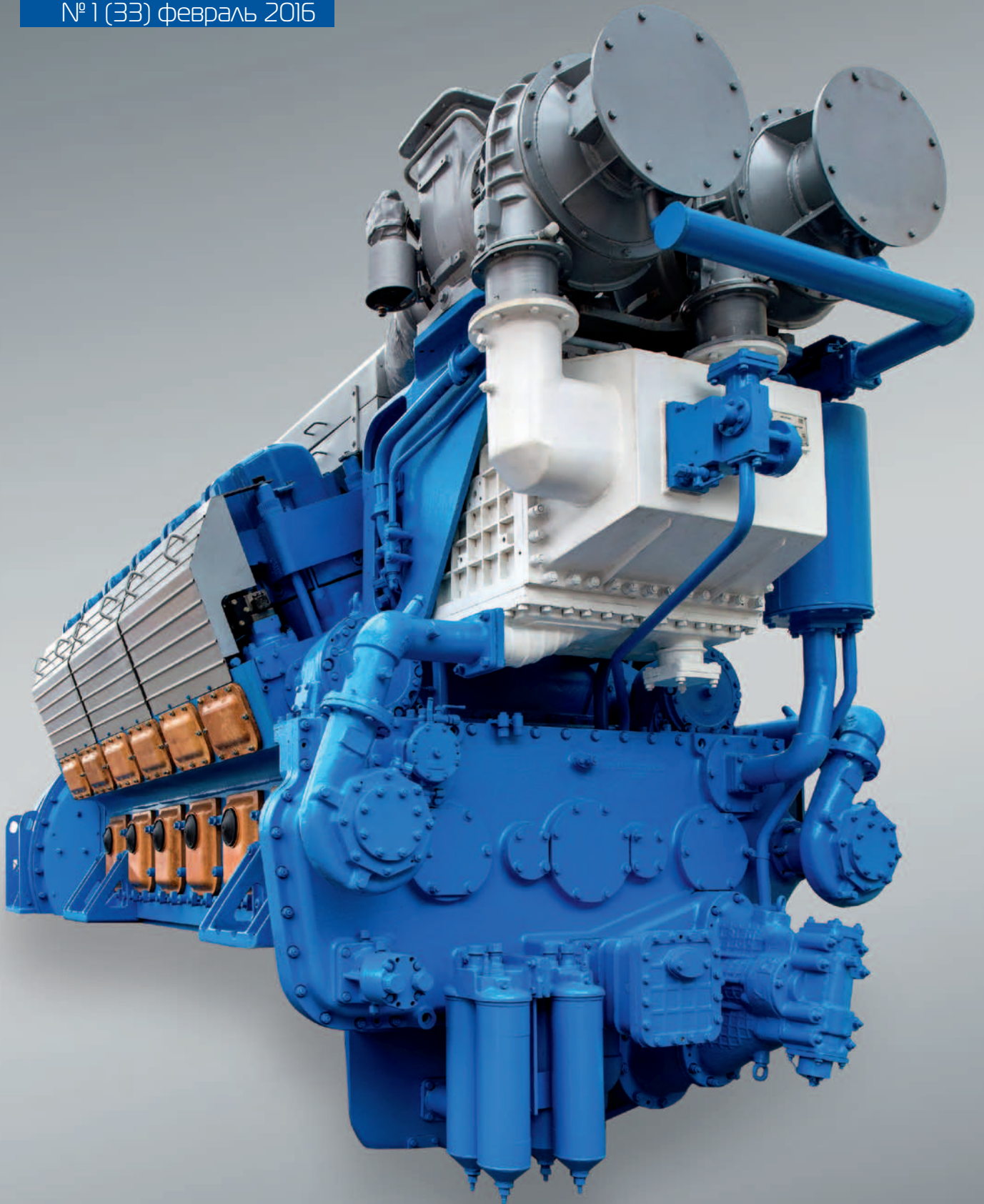


ТЕХНИКА®

ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

№ 1 (33) февраль 2016



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, ОАО
- Вагонная ремонтная компания-2, ОАО
- Вагонная ремонтная компания-3, ОАО
- Вагонно-колесная мастерская, ООО
- Вайдмюллер, ООО
- ВНИИЖТ, ОАО
- ВНИИКП, ОАО
- ВНИКТИ, ОАО
- ВНИИР, ОАО
- Волгодизельаппарат, ОАО
- Всесоюзный научно-исследовательский центр транспортных технологий, ООО
- Выксунский металлургический завод, ОАО
- ГСКБВ им. В. М. Бубнова, ООО
- Диалог-транс, ООО
- ГНИЦ железнодорожного транспорта Украины, ГП
- Группа Faiveley
- Диэлектрик, ЗАО
- Долгопрудненское научно-производственное предприятие, ОАО
- Евразхолдинг, ООО
- ЕПК-Бренко Подшипниковая компания, ООО
- Жейсмар-Рус, ООО
- Желдорремаш, ОАО
- Завод металлоконструкций, ОАО
- Звезда, ОАО
- Ижевский радиозавод, ОАО
- Инженерный центр «АСИ», ООО
- Институт проблем естественных монополий, АНО
- Кав-Транс, ЗАО
- Калугапутьмаш, ОАО
- Калужский завод «Ремпутьмаш», ОАО
- Кировский машзавод 1-ого Мая, ОАО
- Кнорр-Бремзе Системы для Рельсового Транспорта, ООО
- Компания корпоративного управления «Концерн «Тракторные заводы», ООО
- Кременчугский сталелитейный завод, ОАО
- Крюковский вагоностроительный завод, ОАО
- Лугцентрокуз им. С. С. Момятовского, ЧАО
- Метродеталь, НП СРП
- Мичуринский локомотиворемонтный завод «Милорем», ОАО
- Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ), ФГБОУ ВПО
- МТЗ «Трансмаш», ОАО
- МуромЭнергоМаш, ЗАО
- Муромский стрелочный завод, ОАО
- МЫС, ЗАО
- Нальчикский завод высоковольтной аппаратуры, ОАО
- Научно-внедренческий центр «Вагоны», ОАО
- Научно-производственный центр «Динамика», ООО
- Научно-технический центр «Привод-Н», ЗАО
- Научные приборы, ЗАО
- Национальная компания «Казахстан Темир Жолы», АО
- НЗТО, ЗАО
- НИИАС, ОАО
- НИИ вагоностроения, ОАО
- НИИ Мостов, ФГУП
- НИПТИЭМ, ОАО
- НИЦ «Кабельные Технологии», ЗАО
- НИИЭФА-Энерго, ООО
- Новая вагоноремонтная компания, ООО
- НПК «Объединенная вагонная компания», ПАО
- НПК «Уралвагонзавод» им. Ф. Э. Дзержинского, ОАО
- НПО Автоматики им. академика Н. А. Семихатова, ФГУП
- НПО «РоСАТ», ЗАО
- НПО «САУТ», ООО
- НПО «Электромашина», ОАО
- НПП «Смелянский электромеханический завод», ООО
- НПФ «Доломант», ЗАО
- НПЦ «Инфотранс», ЗАО
- НПЦ «Пружина», ООО

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ТЕХНИКИ

- НТЦ Информационные технологии, ООО
- Объединенная металлургическая компания, ЗАО
- Орелкомпрессормаш СП, ООО
- Оскольский подшипниковый завод ХАРП, ОАО
- Остров системы кондиционирования воздуха, ООО
- Первая грузовая компания, ОАО
- ПО Вагонмаш, ООО
- Покровка финанс, ООО
- Поливид, ООО
- ПО «Октябрь», ФГУП
- ПО «Старт», ФГУП
- ПК «Завод транспортного оборудования», ЗАО
- ПКФ «Интерсити», ООО
- Проммашкомплект, ТОО
- Радиоавионика, ОАО
- РДМ-контакт, ООО
- 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, ОАО
- Сибирский Сертификационный центр – Кузбасс, ООО
- Силовые машины – завод «Реостат», ООО
- Сименс, ООО
- Синара – Транспортные машины, ОАО
- СКФ Тверь, ООО
- Содружество операторов аутсорсинга, НП
- Специальное конструкторское бюро турбоагнетателей, ОАО
- ССАБ шведская сталь СНГ, ООО
- Стахановский вагоностроительный завод, ОАО
- Татравагонка, АО
- Тверской вагоностроительный завод, ОАО
- Теплосервис, ООО
- Технотрейд, ООО
- Тимкен-Рус Сервис Компании, ООО
- Тихвинский вагоностроительный завод, ЗАО
- Тихорецкий машиностроительный завод им. В.В. Воровского, ОАО
- Тольяттинский государственный университет, ФГБОУ ВПО
- Томский кабельный завод, ООО
- Торговый дом РЖД, ОАО
- Торговый дом «Камбарский машиностроительный завод», ООО
- ТПФ «Раут», ОАО
- Транзас Экспресс, ЗАО
- Трансвагонмаш, ООО
- ТрансКонтейнер, ПАО
- Трансмашпроект, ОАО
- Трансмашхолдинг, ЗАО
- Транспневматика, ОАО
- ТрансЭнерго, ЗАО
- Трансэнерком, ЗАО
- ТСЗ «Титран-Экспресс», ЗАО
- ТТМ, ООО
- УК Рэйлтрансхолдинг, ООО
- Управляющая компания «Профит центр плюс», ООО
- Управляющая компания РКТМ, ООО
- Управляющая компания ЕПК, ОАО
- Уралгоршахткомплект, ЗАО
- Уральская вагоноремонтная компания, ЗАО
- Уральские локомотивы, ООО
- Уральский межрегиональный сертификационный центр, НОУ
- Уралхим-Транс, ООО
- Фактория ЛС, ООО
- Федеральная грузовая компания, ОАО
- Финэкс качество, ЗАО
- Финк Электрик, ООО
- Фирма ТВЕМА, ЗАО
- Флайг+Хоммель, ООО
- Фойт Турбо, ООО
- Фонд инфраструктурных и образовательных программ
- Фритекс, ОАО
- Хартинг, ЗАО
- Хелмос, 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:

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: 17.02.2015

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

Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов.

Редакционная коллегия

Главный редактор:

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

Заместитель главного редактора:

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

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

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

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

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

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

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

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

О. А. Сеньковский,
первый заместитель начальника Центра
технического аудита ОАО «Российские железные дороги»

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

О. Г. Трудов,
начальник отдела Департамента технической политики ОАО «Российские железные дороги»

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 энергетических исследований
ИМЭМО РАН

Выпускающая группа

Выпускающий редактор:

С. А. Белов

Исполнительный редактор:

Е. В. Матвеева

Верстальщик:

Н. Е. Кожина

Корректор:

А. С. Кузнецов



4 | Детально о дизелестроении



28 | Транспортное машиностроение России в 2015 году



56 | Модернизированный тепловоз ТЭМ2-УГМК

Содержание

| ПРЯМАЯ РЕЧЬ |

Детально о дизелестроении.
Интервью с В. А. Рыжовым 4

| МНЕНИЕ |

Ян К. Хардер. Железнодорожное машиностроение: мировые итоги и планы на будущее. 12

А. А. Поликарпов. Перспективы отечественного транспортного машиностроения в 2016 году 14

| ТРЕНДЫ И ТЕНДЕНЦИИ |

М. Р. Нигматулин. Мониторинг ситуации в промышленности на основании индексов ИПЕМ по итогам 2015 года. 16

Е. К. Лосев. Тяговые электродвигатели на НЭВЗ 24

| АНАЛИТИКА |

А. А. Поликарпов, И. А. Скок. Транспортное машиностроение России в 2015 году 28

А. А. Воробьев. Математическое моделирование параметров контакта колеса с рельсом для различных условий эксплуатации вагонов 34

| СТАТИСТИКА | 42

| КОНСТРУКТОРСКИЕ РАЗРАБОТКИ |

В. А. Рыжов, В. Р. Исянов. Разработка и создание двигателя нового типоразмерного ряда 12ЛДГ500 (12ЧН 26,5/31) для магистрального тепловоза. 50

А. Г. Ворошинин, А. В. Папировский. Модернизированный тепловоз ТЭМ2-УГМК. . . . 56

И. К. Михалкин, Ю. А. Седёлкин. Диагностический комплекс СМДЛ-2ТЭ116 64

Д. В. Шевченко, Т. С. Куклин, А. М. Орлова, Р. А. Савушкин, С. В. Дмитриев, А. В. Белянкин. Определение параметров пространственного нагружения литых деталей тележки 18-9855 при проведении стендовых испытаний 68

| ИСТОРИЯ |

Е. В. Матвеева, И. Ю. Саврасов. Паровозные вехи Путиловского завода. 75

| ЮБИЛЕИ | 81

| СОБЫТИЯ |

Совещание о перспективах развития транспортного машиностроения 83

| АННОТАЦИИ И КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА | . . 85

Детально о дизелестроении

О состоянии отрасли дизелестроения в России, итогах первого этапа Федеральной целевой программы (ФЦП) «Создание и организация производства в Российской Федерации в 2011-2015 годах дизельных двигателей и их компонентов нового поколения» – в интервью с человеком, посвятившем всю свою жизнь науке и изобретениям, Валерием Рыжовым, главным конструктором по машиностроению Коломенского завода (входит в ЗАО «Трансмашхолдинг»).



Валерий Рыжов

Родился 7 октября 1945 года. В 1974 году, после службы в армии, окончил с отличием Коломенский филиал Всесоюзного заочного политехнического института (ВЗПИ) по специальности «двигатели внутреннего сгорания».

В 1984 году защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук в диссер-

тационном совете МВТУ им. Баумана по специальности «тепловые двигатели».

С 1974 года работал старшим инженером НИС КФ ВЗПИ в лаборатории систем автоматики и питания двигателей внутреннего сгорания, затем более 14 лет руководил отделом топливной аппаратуры управления главного конструктора по машиностроению Коломенского завода.

Является автором 40 изобретений и более 130 научных работ. Заслуженный конструктор Российской Федерации, лауреат премий Правительства РФ в области науки и техники и международной премии АССАД имени А. Швецова, действительный член Санкт-Петербургской академии наук, профессор.

Валерий Александрович, можно ли спустя 5 лет после начала ФЦП по дизелестроению говорить о возрождении отрасли дизелестроения?

Я бы не сказал, что дизелестроение находилось у нас в таком упадке, что его нужно было возрождать. Если говорить про целевую программу, то она дала большой положительный эффект. Стало возможным с помощью господдержки сделать значительный рывок в области дизелестроения. Она позволила нам заложить основу новых типоразмерных рядов двигателей – Д500 и Д300 в диапа-

зоне мощностей от 2 700 кВт до 7 500 кВт. Эти мощности востребованы такими стратегически важными отраслями, как военно-морской флот, атомная промышленность, железнодорожный транспорт. В 2015 году мы предъявили Министерству промышленности несколько головных образцов двух типоразмерных рядов, продолжая над ними работу.

Недостаток ФЦП заключался в том, что на момент принятия программы существовал и остается колоссальный разрыв между уровнем проектирования и возможностями производителей ключевых комплектующих, которые ограничивают конструктора. Очевидно, что уровень конструкции и, в конечном счете, двигателя зависит от таких комплектующих, как турбокомпрессоры, топливная аппаратура, поршневые кольца, подшипники, элементы автоматики и т. д.

Используя средства CAD/CAM/CAE-технологий, инженер сегодня может создавать в виртуальном пространстве самые современные конструкции. Ограниченные возможности российского машиностроения – серьезнейшая проблема при реализации разработок. К сожалению иногда приходится обращаться к западным производителям.

Сейчас готовится новая целевая программа, которая будет действовать до 2020 года. Планируется построение стратегии, предусматривающей развитие собственных специализированных производств. Серьезное значение придается развитию литейного производства, ведь большие заготовки создаются с помощью литья.

Изначально программу разбили на несколько этапов потому, что необходимы были колоссальные средства. За последующие пять лет предполагается совершенствовать уже имеющиеся производства по созданию комплектующих.

В каком состоянии сейчас находятся площадки, на которых производятся и испытываются дизели? Произошло ли их техническое перевооружение?

Существует генеральный план по развитию производственной базы нашего завода, и за последние 2 года многое сделано. Сейчас внедряются в производство новейшие немецкие центры для обработки поршней, втулок цилиндра, блоков цилиндров, топливной аппаратуры, начал функционировать обрабатывающий центр для производства редукторных передач двигателя (привод насосов, привод распределительных валов).

Хотелось бы, чтобы это шло более быстрыми темпами. Станкостроение у нас в упадке, поэтому все пока покупаем за рубежом. Чтобы сделать хороший двигатель, нужны хорошие станки. Материалы у нас есть практически на 100%, а со станкостроением – плохо. А стоит это все немало.

Наш завод особенный – фактически состоит из двух заводов: тепловозо- и дизелестроительного. Вторая часть всегда оставалась в тени, поскольку в значительной степени связана с военно-морским флотом. Благодаря госзаказам мы имеем возможность покупать современную обрабатывающую технику, совершенствовать экспериментальную базу.

Как обстоят дела с комплектующими для тех дизелей, которые уже работают, но требуют ремонта время от времени?

С этим у нас проблема... Дело в том, что с момента перестройки образовалось огромное количество разных фирм, которые по нашим чертежам нелегально делают запчасти из некачественных материалов. Они быстро ломаются, а претензии покупатели предъявляют нам.

Также существует проблема с интеллектуальной собственностью. Как ни парадоксально, чертеж не является интеллектуальной собственностью, если он отображает конструкцию, не защищенную патентом. Этим и пользуются нелегальные производители запасных частей. Мы готовим программу мероприятий. Борьба ведется.

Какой вы видите выход из этой ситуации?

Масштабы нелегального производства зашли так далеко, что для этого нужна тотальная государственная борьба. Например, если обнаруживается контрафактная продукция,

предприятие, производящее ее, должно быть немедленно закрыто с огромными штрафами в пользу государства и завода-производителя.

На Западе никто про это и думать не может. Запчасти имеют право выпускать только сертифицированные производителем предприятия, располагающие лицензией разработчика.

Расскажите о поставках на зарубежные рынки. Какова там конкуренция? Планируете ли выходить с новым дизелем?

Конечно, нужно смотреть за тем, что происходит в мире. Мы считаем, что наши конкуренты – это не отечественные заводы, а зарубежные, такие как EMD, MAN, GE, MTU, Deutz, Wärtsilä, Caterpillar. Кстати, они законодательно защищены государством. Например, в Германии есть закон, запрещающий ввозить новые иностранные дизели. У нас подобного закона нет. Покупай и ввози все, что хочешь, безопасно.

В прошлые годы мы поставляли дизели в 38 стран мира. Есть запросы из Индии, Ближнего Востока, Ирака, Ирана, Сирии и др. Рынок жестко поделен, идет серьезная борьба. Я говорю о среднеоборотных дизелях, которые выпускает Коломенский завод.

Скажите, а как иностранные производители относятся к вашему заводу?

Как это ни парадоксально, западные специалисты относятся к нам с большим уважением. Наше КБ принято в члены Международного совета по двигателям внутреннего сгорания CIMAC (the International Council on Combustion Engines), куда входят все лучшие компании мира в этом сегменте.

Фирма GE откровенно боится нашей конкуренции, так как мы трижды выигрывали у нее открытые сравнительные испытания. Выигрывали мы в очных соревнованиях и у таких игроков рынка, как Caterpillar (США) и MAC (Германия). Несмотря на это, внутри нашей страны нам это никаких особых «дивидендов» не принесло и было воспринято скептически. Правда, с Военно-Морским Флотом РФ у нас давние хорошие отношения.

Обозначьте положительные и негативные черты отечественного дизелестроения. Как обстоят дела с качеством обслуживания?

В области среднеоборотных двигателей для стратегических отраслей наш завод яв-



Сборочный цех дизельных двигателей

ляется безусловным лидером, поэтому о сильных и слабых сторонах буду говорить на его примере.

К плюсам следует отнести уровень конструирования, основанный на сохранившейся и развивающейся конструкторской школе. Средний возраст конструктора – 48 лет, хорошая экспериментальная база, современные CAD/CAM/CAE-технологии проектирования.

Что бы ни говорили наши критики, конструкция выпускаемых двигателей завода содержит все известные на сегодня технические решения и не уступает западным по основным показателям, а по ресурсным – превосходит их. Она проста в эксплуатации, неприхотлива к условиям работы, сортам топлива и масла.

В качестве минусов я бы отметил недостаточный уровень культуры производства и технологической базы.

Что касается эксплуатации, то я бы констатировал невысокий уровень технического обслуживания, нарушения правил эксплуатации, использование огромного количества контрафактных запасных частей, приобретаемых у нелегальных фирм-производителей. Все это усугубляется тяжелыми условиями эксплуатации наших дизелей в Сибири, на Дальнем Востоке и Севере.

Совершенно необъяснимым фактом является принципиальная разница оценки ре-

сурсных показателей российских и иностранных дизелей. Для наших дизелей ресурс задан в пробегах локомотива. При этом примерно 40-50% времени работы на холостом ходу в ресурс не засчитывается. У иностранных дизелей ресурс идет в часах, то есть учитываются все режимы эксплуатации, что ставит нас в неравное положение.

В последние годы все больше внимания уделяется экологическим параметрам как самого двигателя, так и его систем и используемых материалов. Какова у нас ситуация с этими показателями – токсичностью отработавших газов, вредными выбросами и шумом? Насколько гармонизированы экологические стандарты в России с Европой (Stage) и США (Tier)?

Если сравнивать с зарубежными нормами, то наши ГОСТы не такие строгие, но они постепенно ужесточаются.

Наши дизели соответствуют ГОСТ 31967-2016 (г/кВт.ч: CO – 3,5, HC – 1,0, NOx – 12, FSN – 1,0). А нужно ли нам гнаться за европейскими стандартами?

Необходимо учитывать концентрацию вредных веществ в воздухе и плотность населения. Кроме того, в России до сих пор не решен вопрос, что же важнее – минимизация расхода топлива или экологические показатели. Вопрос не такой простой, как кажется. Снижение выбросов NOx до европейского уровня требует уменьшения максимальной температуры цикла, а это приводит к увеличению расхода топлива приблизительно на 10-15%. Если учесть, что ОАО «РЖД» расходует в год около 3,5 млн т топлива, то очевидны огромные убытки, связанные с перерасходом топлива.

Обеспечить минимальные расход топлива и выбросы вредных веществ одновременно невозможно, поэтому в Германии, например, удельный эффективный расход топлива 212-217 г/кВт.ч при хороших экологических показателях никого не пугает. У нас же это считается кошмаром, так как все хотят 190 г/кВт.ч. Кроме того, в западных странах, прежде чем ужесточить экологические требования, проводят консультации с промышленностью: готова ли она? У нас этого нет. Действует принцип: вы должны – остальное не волнует.

Каков минимальный и максимальный возраст моделей ваших дизелей и как определить, современный дизель или нет?

Для среднеоборотного двигателя мощностью 2 000-7 500 кВт установлен срок службы – 40-50 лет и у нас, и за рубежом, поэтому в эксплуатации во всем мире могут быть дизели с «возрастом» от 0 до 50 лет. Стоимость создания такого дизеля составляет 200-500 млн долл. Его силовая часть способна работать десятки лет, поэтому понятие «современный дизель» весьма условно. Есть четкие критерии оценки состояния двигателя и его выходных параметров, они и характеризуют степень его современности. Двигатели, поставленные на производство, в последние годы отличаются большим количеством электроники, обеспечивающей управление, элементы диагностики, аварийную защиту, более высокие степени форсировки по рабочему процессу, модульность конструкции, лучшие ресурсные показатели, экономичность, экологические показатели.

Таким образом, и у нас, и за рубежом можно увидеть в эксплуатации двигатели разных поколений. Было бы ошибкой считать, что на Западе все суперновое. Например, двигатель фирмы EMD (США) серии 710 создан в 60-е годы прошлого века, а двигатель GE марки 7FDL – в 50-е, но они до сих пор эксплуатируются и продаются.

Самый новый тепловозный дизель компании GE серии GEVO начали создавать в начале 90-х годов XX века. Сегодня фирма считает его новейшим.

Аналогичная картина наблюдается и у нас. Например, семейство дизелей Д49 было заложено в конце 60-х годов прошлого века, но четвертое поколение этих дизелей, выпускаемое сегодня, вполне современно и не уступает тому же GEVO.

Давайте поговорим о людях, которые готовят специалистов, создающих эту сложную технику. Так, в СССР было несколько известных дизельных кафедр, между которыми шло соперничество. Была плеяда преподавателей. Что вы можете рассказать о подготовке дизелистов сегодня?

Не все кафедры, которые выпускают дизелестроителей, сохранились. Самая сильная кафедра комбинированных двигателей – в МГТУ

им. Баумана. Там удалось сохранить научную школу, вырастить молодых ученых. К сожалению, за последние годы к нам ни один специалист с этой кафедры на работу не пришел – ведь сейчас нет распределения. Достойная кафедра, выпускающая дизелистов, есть в МАДИ. Есть неплохие кафедры в Политехническом институте и Военном университете Санкт-Петербурга, в Челябинске, Новочеркасске.

Что же касается самих выпускников, то это особый разговор. Я неоднократно говорил о том, какое безобразие сотворили с нашим высшим образованием. Это привело к тому, что специалисты выпускаются слабее, их необходимо доучивать в процессе работы. Я не знаю ни одного генерального конструктора, который бы понимал, что такое бакалавр. По-старому – это недоучившийся инженер, а нам нужен специалист. Можно идти в магистратуру, но она есть далеко не в каждом вузе.

Я не раз бывал за рубежом. Почему там работает схема обучения «4+2»? Дело в том, что, проучившись в течение 4 лет в университете и получив диплом бакалавра, человек идет на работу и сразу становится на ступеньку выше, имеет возможность осмотреться и понять, нужно ли идти ему на следующую ступень в двухгодичную магистратуру (и по какому направлению), после которой его статус будет еще выше. Это дипломированный инженер с другим положением, перспективой роста.

У нас учеба приводит к лестнице вниз, поскольку дипломированный специалист даже высокой квалификации получает зарплату в два раза меньше станочника. То есть положение инженера стало хуже, чем в СССР. Но там ему квартиру давали, а сегодня ни получить, ни купить ее он не может.

Каким же образом обеспечивается преемственность поколений?

Это очень непростая и крайне необходимая задача машиностроения. Не будет преемственности поколений – умрет конструкторская школа и в конечном счете Коломенский завод.

Я бы назвал это ахиллесовой пятой отечественного машиностроения. Для того чтобы заполучить хорошего молодого специалиста, сегодня одних только речей о патриотизме мало. Престижность профессии, интересная творческая работа, положение опытного



Дизель-генератор Д500 и делегация Коломенского завода на Ехро 1520, 2015 год

высококвалифицированного персонала, моральный климат в коллективе, возможность творческого и карьерного роста, которые подкрепляются заработной платой, социальной поддержкой – вот та мотивация, которая требуется для привлечения молодежи. Играет роль уровень продукции, выпускаемой предприятием, и положение самой организации, масштабы ее деятельности.

В этом перечне доминирующее положение занимает заработная плата. Что же мы имеем сегодня? Современные программы и вычислительную технику, интересную работу. Предприятие известно и в России, и за рубежом, уважаемо в кругах оборонного комплекса. Возможность стажировки за рубежом. А дальше – стоп! Престижность профессии сведена к нулю. Последняя эпопея с награждением в Кремле, по-моему, способна убить желание работать даже матерых специалистов. Целый «батальон артистов» получил по четвертому ордену «За заслуги перед Отечеством»!

Возможность для карьерного роста есть, но общеизвестно, что профессиональным специалистом в КБ высокого уровня становятся только лет через 10.

Конечно, руки мы не опускаем, помогаем нашему институту, устраиваем стажировки для студентов, читаем лекции о современных методах проектирования, самых талантливых направляем в аспирантуру. Молодым сотрудникам стараемся оформлять надбав-

ки. Но это не самые эффективные меры. На минуту опять вспомним СССР. Молодой специалист получал квартиру, детский сад, льготные путевки на морскую базу отдыха, беспроцентные ссуды. Кроме того, были бесплатные спортивные секции для детей, туристические поездки и т. д.

Если вернуться вновь к ФЦП, то и в кадровом плане она помогла, позволяя делать надбавки сотрудникам к зарплате.

Стоит также отметить отношение к изобретательской работе. Многие ее не понимают – ее невозможно, как деталь, пощупать. К тому же это еще и создание интеллектуальной собственности, которая остается у завода. Сотруднику выплатят только небольшую поощрительную разовую премию – и все.

Что касается написания научных публикаций, то сейчас это в масштабах завода не ценится.

Конечно, приходит момент, когда дается звание, какие-то награды, однако должно пройти много времени, а ведь людей, которые работают на собственном энтузиазме, очень мало... Я считаю, что если человек занят в творческой области, способен к творчеству, то ему необходимо создавать обстановку для этого! А начать хотя бы можно с элементарных вещей, например, с обустройства рабочего места. Условия для профессионального роста в КБ есть. Для этого у нас есть прекрасная электронная «База знаний». В закрытой сети мы помещаем переводы, методики, ГОСТы, разработки, исследования.

У нас хорошая техническая библиотека, которую мы ежегодно пополняем отечественными и зарубежными источниками, в том числе по смежным наукам. Так, написали и издали на свои средства в 2015 году книгу «Прочность теплонапряженных базовых деталей среднеоборотных двигателей». В ней представлены все современные методы расчета. Правда, такая книга не для студентов, а для специалистов. И это еще один из элементов популяризации, в том числе завода и профессии. В этом тоже преемственность.

Валерий Александрович, вы работаете в должности главного конструктора 15 лет. Поделитесь, что удалось сделать за это время?

Прежде всего, удалось сохранить конструкторскую школу и возродить отдел.

Были доведены до совершенства некоторые лаборатории. Например, лаборатория прочности, благодаря чему мы можем брать зарубежные заказы, проводить необходимые испытания на высочайшем уровне.

В 2015 году были проведены испытания нового дизеля для АЭС, созданного в рамках ФЦП, результаты оказались хорошими, Росатом подписал все необходимые документы для поставки, нас пригласили участвовать в тендерах для поставок на Ленинградскую и Курскую АЭС. Раньше о таком не могло быть и речи. За год до этого мы вышли на новый для себя рынок – атомные подлодки «Борей 955А». Нам предложили принять участие в поставках дизель-генераторов. Таким образом, из российских фирм только у нас есть право производить дизели для атомных станций.

Кроме этого, за последние 10 лет выполнен целый ряд проектов энергоустановок для боевых кораблей, эти установки поставлены на производство. Мы смогли сохранить основную экспериментальную базу, создали уникальные испытательные стенды для дизелей. Благодаря всему этому нам и удается держаться на должном уровне, но хотелось бы, конечно, большего.

Благодаря чему Коломенскому заводу удалось сохранить производство в период перестройки?

Несмотря на то что в 90-е нам не платили зарплату, мы выходили на завод: и конструкторы, и лаборатории работали. Создавали то, что было востребовано даже в Германии! После сложного периода мы стали подниматься с колен.

Расскажите о наиболее многообещающих тенденциях и технологиях в области дизелестроения в мире и нашей стране. Какие это направления?

Направления известны опять же благодаря нашему членству в СИМАС.

Во-первых, это увеличение агрегатной мощности за счет форсирования по рабочему процессу. Не сильно увеличивая размеры двигателя, можно наращивать агрегатную мощность, причем в пределах тех же габаритов.

Во-вторых, проектирование на базе создания типоразмерных рядов (не отдельного двигателя, а их типоразмерного ряда). То есть создание мощностного ряда в опреде-



В.А. Гапанович вручает награду В.А. Рыжову на научно-практической конференции, посвященной 170-летию отечественного транспортного машиностроения, 2015 год

ленном диапазоне мощности на базе одной базовой модели, видоизменяя которую можно получать двигатели, установки для новых моделей. При этом компоновка остается той же – наращивается только количество секций. Это дает возможность получить глубокую степень унификации.

В-третьих, модульность конструкции. Модули могут использоваться в любом двигателе. Например, цилиндро-поршневой комплект. И в 6-, и в 10-, и в 12-цилиндровом двигателе он один и тот же. Это снижает себестоимость продукции, позволяя создать специализированные участки на производстве: участки цилиндровых групп, поршней, блоков... Ведь любое специализированное производство лучше, чем универсальное.

В-четвертых, борьба за экологические показатели. И в этом вопросе направлений очень много.


В-пятых, применение альтернативных видов топлива. Раньше таковым считался водород, когда пытались сделать водородный двигатель потому, что он нетоксичен. Но где взять столько кислорода? К тому же водород охрупчивает металлы. Даже легированные стали могут стать хрупкими. Он взрывоопасен. Его очень трудно хранить, и эта проблема особенно актуальна для больших двигателей.

Сейчас альтернативными видами топлива считаются биотопливо (метилловые эфиры,

чистые масла растений, либо смесь масел и эфиров с дизельным топливом), диметиловый эфир, кокосовое, рапсовое, пальмовое масла... В Европе чаще всего можно встретить рапс, из которого химическим путем делают метиловый эфир. Можно работать и на чистом рапсовом масле.

К альтернативному топливу относятся и газовое топливо. В связи с тем, что его у нас достаточно много, применение оправдано. В 1989 году мы вместе с Луганским заводом сделали тепловоз с газодизельным двигателем, но, к сожалению, из-за распада СССР дело дальше не пошло. Тогда мы впервые применили электронную систему подачи газа, опередив всех на 10 лет. Сегодня эта тема актуальна.

Валерий Александрович, откуда вы черпаете вдохновение и силы на все то, что делаете?

Прежде всего, это пример преданности своему делу предыдущих поколений. Это мои предки и люди, у которых я многому научился. Именно благодаря их мужеству и стойкости наша страна выдержала множество тяжелейших испытаний. Кроме того, я не одинок – есть много замечательных людей, с кем мне приходится работать и общаться. Они являются надежной опорой нашего государства. Кроме того, я с детства занимаюсь спортом, увлекаюсь гитарой, пытаюсь сочинять музыкальные этюды. Это позволяет держать себя в тонусе. 

Беседовала Елизавета Матвеева

О результатах реализации ФЦП по дизелестроению



С. В. Хильченко,
заместитель генерального директора –
технический директор ПАО «ЗВЕЗДА»

В рамках работы по ФЦП «Национальная технологическая база» завод «ЗВЕЗДА» разработал линейку высокооборотных дизельных двигателей многоцелевого назначения в мощностном диапазоне от 400 до 1 700 кВт, предназначенных для скоростных и рабочих судов внутреннего и прибрежного плавания, дизель-генераторных установок, карьерной и строительной техники, а также для самоходного подвижного состава железнодорожного транспорта.

В марте 2015 года состоялся торжественный запуск базового образца судового 12-цилиндрового двигателя ЧН 15/17,5 мощностью 1 440 кВт (2 100 об/мин), который в июле 2015 года был представлен на Международном военно-морском салоне в Санкт-Петербурге. Новая разработка вызвала серьезный интерес со стороны представителей Военно-Морского Флота РФ, ПС ФСБ РФ, АО «ОСК» и входящих в корпорацию судостроительных предприятий. В сентябре 2015 года двигатель был продемонстрирован в Москве на V Международном железнодорожном салоне техники и технологий Exro 1520 и в Сочи на II Форуме регионов России и Беларуси, где с результатом работы по ФЦП ознакомился Президент России.

Помимо сотрудничества с судостроителями, «ЗВЕЗДА» прорабатывает применение двигателей нового семейства в перспективных проектах 90-тонного карьерного самосвала «БЕЛАЗ» и маневрового тепловоза, разрабатываемого Брянским машиностроительным заводом.

Одновременно был подготовлен комплексный инвестиционный проект по строительству на площадке ПАО «ЗВЕЗДА» производства для серийного изготовления двигателей новой линейки. Совместно с Министерством промышленности и торговли России проведено исследование объема потенциального

рынка двигателей новой линейки путем опроса ключевых потребителей (заказчиков) из России и Белоруссии. Выявленный подтвержденный объем составляет не менее 1 200 ед./год. С учетом значимости проекта для национальной технологической безопасности и решения задач по импортозамещению в различных отраслях проект получил широкую поддержку на региональном и федеральном уровнях. Однако, несмотря на предпринятые усилия в рамках работы с ГК «Внешэкономбанк» и рядом других банков, вопрос о выделении кредитных средств на строительство производства до настоящего времени так и не решился.

Работа предприятия над программой дала возможность в сжатые сроки создать конкурентоспособный продукт, в первую очередь для российской промышленности, с заделом на ближайшие 20-25 лет. При проектировании в двигатели новой линейки закладывались такие параметры, как многопрофильное назначение, стоимость, экономичность, современные экологические показатели (соответствие требованиям IMO3, Stage 3b, EPA Tier 4 Interim). В двигателях применяется топливная система с давлением впрыска до 2 500 бар, двухступенчатый турбонаддув с промежуточным охлаждением, система рециркуляции отработавших газов и полностью электронное управление.

При разработке семейства двигателей были задействованы новейшие технологии от ведущих поставщиков, в том числе западных. С учетом экономической и политической ситуации очевидно, что потребуется обеспечение локализации в значительно большем объеме, чем планировалось изначально. Подготовлена программа обеспечения степени локализации к 2020 году – не менее 70% в России и странах БРИКС.



В. А. Миронов,
главный конструктор ОАО «Пензадизельмаш»

В рамках выполнения Федеральной целевой программы ОАО «Пензадизельмаш» разработало новое семейство дизельных двигателей Д200 (ЧН 20/28) многоцелевого применения мощностью 500-1 500 кВт. Произведена реконструкция комплекса, который позволяет проводить сборку и испытание современных двигателей на этапе НИОКР и серийного выпуска. Построено три стенда, оснащенных современным цифровым измерительным оборудованием для испытания двигателей тепловозного, судового исполнения и малой энергетики.

Разработанное семейство рядных дизелей Д200 (количество цилиндров 4, 6, 8) по сравнению с серийно выпускаемыми ОАО «Пензадизельмаш» дизелями Д50 имеет меньшую в 2 раза массу, на 35% большую мощность при аналогичном количестве цилиндров. По сравнению с Д50 у Д200 расход топлива на 6% меньше. Впервые в России на среднеоборотных двигателях применена современная аккумуляторная система впрыска топлива типа Common Rail. Она обеспечивает выполнение современных экологических требований по количеству выброса вредных веществ ГОСТ 31967-2012.

При аналогичных технических характеристиках Д200 на 20% дешевле зарубежных аналогов.

Новый двигатель соответствует мировому уровню и предназначен для использования в судостроении, локомотивостроении, малой энергетике и позволит заводу расширить рынок сбыта продукции.

С 2016-2017 годов ОАО «Пензадизельмаш» планирует серийное производство дизельных двигателей Д200. Основной задачей при организации серийного выпуска двигателей является импортозамещение и создание в Российской Федерации производств по выпуску компонентов (топливная аппаратура, турбокомпрессор, поршневые кольца и др.).

Железнодорожное машиностроение: мировые итоги и планы на будущее



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

Прошедший 2015 год ознаменован подписанием крупных и важных для отрасли контрактов в Европе, а также в других странах мира. Так, Alstom и GE после 10 лет работы по согласованию проекта удалось каждому заключить крупный контракт с «Индийскими железными дорогами», срок реализации которого 13 лет. Bombardier, EMD и Siemens также упорно работали над этим перспективным проектом, но не смогли убедить индийского партнера. Этот большой контракт – производство 1 000 электровозов (Alstom) и 1 000 тепловозов (GE) на новом предприятии в Индии – включает в себя строгие требования по локализации.

Заключены две крупные сделки и в европейских странах. Первая – между «Бельгийскими национальными железными дорогами» и консорциумом Alstom и Bombardier с рамочным договором на поставку 1 362 двухэтажных вагонов. Соглашение включает в себя заказ на 445 вагонов с началом поставки в сентябре 2018 года. Дополнительные 917 вагонов могут быть опционно поставлены до 2021 года.

Вторая – между S-Bahn Berlin и консорциумом Stadler Pankow и Siemens – о поставке 1 380 вагонов. Лидером в этом консорциуме является Stadler, который полностью отвечает за производство механических и структурных систем. Siemens займется производством электрических систем и тележек. Эта сделка – успешное расширение портфолио Stadler с поездами для метро Берлина, благодаря которой компания достигнет одного уровня с Alstom, Siemens и Bombardier.

Что предлагает новый 2016 год в мировом масштабе для отрасли? Во-первых, Лондонский метрополитен приглашает Alstom, Bombardier, CAF, Hitachi и Siemens (после этапа предварительной квалификации) на этап подачи предложений на поставку парка из 250 поездов для проекта New Tube¹. Предложения по тендеру от потенциальных участников ожидаются летом текущего

года, подведение итогов – осенью 2017 года. Цель – ввод в эксплуатацию по 100 поездов на линии Пикадилли и Центральную, 40 поездов – на линию Бэйкерлоо, 10 поездов – на линии Ватерлоо и Сити Лайн.

Во-вторых, Панама недавно подписала соглашение с Японией о строительстве линии № 3 метро: монорельсовой дороги с 14 станциями протяженностью 26,7 км.

В-третьих, Стамбул объявил 11 ноября о начале строительства 10 городских рельсовых проектов: до конца 2017 года планирует ввести почти 100 км путей, до 2025-го в рамках развития городского транспорта – еще 483 км.

В-четвертых, в Боливии Molinari Rail подписала соглашение о разработке сети дорог для рельсового транспорта. Подобные проекты реализуются во всем мире из-за увеличения загруженности дорог и загрязнения городского воздуха.

В-пятых, в области магистральных путей также происходят важные события. В Европе начались испытания грузовой тяги на участке тоннеля Gotthard. В дальнейшем рельсовые магистрали коридора Север – Юг через Альпы будут оптимизированы за счет тоннеля Brenner Base, строительство которого завершится к 2026 году, и магистрали Лион – Турин, включая тоннель Mont Cenis. Если работы над тоннелем Brenner Base уже начаты, то над тоннелем участка Лион – Турин ожидаются летом текущего года в порту Святого Мартина во Франции. Это будет высокоскоростная линия между городами. Подобные проекты являются частью сети TEN-T² всего ЕС и существенно изменят общую картину европейской логистики для грузов и пассажиров. Особенно важно, что они создают обстоятельства для инвестиций в модернизацию парка с учетом новых возможностей, линий и коридоров.

В-шестых, ЕС и отрасль рельсового транспорта объединяют свои усилия в рамках государственно-частной инициативы Shift2Rail

¹ Модернизация линии метрополитена Лондона.

² TEN-T (Trans-European Network) – развитие транспортной инфраструктуры ЕС.

на последующие 7 лет для того, чтобы оптимизировать унифицированную Европейскую рельсовую сеть и услуги, оказываемые конечным потребителям. Shift2Rail в декабре 2015 года опубликовала первые запросы, выделив 170 миллионов евро на поддержку инноваций в области рельсовой отрасли. Чтобы получить финансирование, проекты должны показать увеличение таких важных параметров, как качество, надежность и пунктуальность услуг в рельсовой отрасли, при этом снижая затраты и стимулируя трансграничные поездки. Эти начальные запросы предложений покрывают 5 инновационных программ Shift2Rail и разделены на две категории: первая – для участников совместных предприятий Shift2Rail (63,7 млн евро) и вторая – открытые запросы (26,1 млн евро). Открытые запросы будут доступны для компаний, университетов, исследовательских институтов и других субъектов, которые не являются участниками Shift2Rail.

Европейская комиссия опубликовала в ноябре 2015 года 2-ю редакцию итоговой сводной таблицы «Транспорт ЕС». Она учитывает все аспекты участников транспорта ЕС о выполнении 29 категорий³. Цель таблицы – помочь участникам ЕС в определении областей, требующих приоритетных инвестиций и действий, которые направлены на создание Единой европейской транспортной зоны и приняты 28 странами-участницами. Это важно как для развития внутреннего рынка, так и для сокращения выбросов CO₂.

Есть и финансовые обязательства ЕС в части улучшения единой транспортной инфраструктуры всей Европы. В рамках объединения Европы Connecting Europe Facility (CEF) в бюджете ЕС на 2014-2020 годы предусмотрено 24 050 млрд евро для софинансирования проектов TEN-T в странах – участницах ЕС. Из этой суммы 11 305 млрд евро предназначены для проектов в странах-участницах, имеющих право на «Фонд сплочения». 29 июня 2015 года Европейская комиссия опубликовала первый список из 276 проектов CEF на получение финансирования из бюджета ЕС 13,1 млрд евро. На сегодня это является самой крупной инвестицией ЕС, когда-либо сделанной в транспортную отрасль. Список был согласован всеми стра-

нами-участницами 10 июля, внедрение продолжается. Второе приглашение было опубликовано в ноябре 2015 года. Ожидается, что инвестиции будут способствовать приходу инноваций в отрасль рельсового транспорта.

Что же происходит в области конкуренции из Азии и особенно от объединенного предприятия из КНР? Как и предполагалось, консолидация участников рынка на всех уровнях продолжается во всем мире. Консорциум Stadler приобрел Vossloh, Bombardier создает новую холдинговую компанию для своего транспортного бизнеса с новым инвестором Caisse de dépôt et placement du Québec, владеющим 30% акций. Alstom фокусирует свой бизнес исключительно на отрасль рельсового транспорта после продажи энергетического бизнеса GE. РЖД продает 25% акций в ТМХ, что приведет к свободному и конкурентному рынку в Российской Федерации. Wabtec заявила о приобретении Faiveley Transport. Скорее всего, консолидация будет и в 2016 году. Азиатские и китайские игроки продолжат попытки выйти на рынок Европы, частично прилагая усилия в части приобретения здесь инженерных центров и путем создания дочерних структур, чтобы иметь возможность участвовать в тендерах и соответствовать требованиям сертификации. С другой стороны, китайские компании достаточно успешно занимают позиции в магистральных проектах и проектах городского транспорта в развивающихся странах. В связи с этим задача для остальных глобальных игроков остается прежней – ответ на агрессивную политику КНР, допускающую риски.

Подводя итоги 2015 года и наметив перспективы 2016 года, можно отметить, что тенденции остаются положительными. Дальнейшие инвестиции в рельсовый транспорт обеспечат рост, особенно благодаря большим мегаполисам и городским агломерациям. Несмотря на конкуренцию по ценам, основные заказы в области городского транспорта получают топ-5 производителей на основе их инновационного и качественного портфолио, обеспечивающего долгосрочные инвестиции.

Инновации, бережливое производство и качество будут ключевыми факторами для обеспечения прибыльности и успешного позиционирования на рынке в 2016 году. §

³ Категории, по которым происходит оценка эффективности транспортной отрасли в каждой стране – участнице ЕС.

Перспективы отечественного транспортного машиностроения в 2016 году



А. А. Поликарпов,
заместитель
руководителя
Департамента
исследований же-
лезнодорожного
транспорта ИПЕМ

Перспективы развития отрасли транспортного машиностроения напрямую зависят от ситуации на железнодорожном транспорте.

С 2013 года наблюдается снижение объемов перевозок на стальных магистралях (так, в 2015 году – -1% к уровню 2014 года), в результате общий объем рынка транспортного машиностроения за 11 месяцев в 2015 году сократился на 63,9 млрд руб., или на 17%! При этом потребители продукции транспортного машиностроения сокращают свои расходы в первую очередь за счет снижения закупок новой техники, что крайне негативно сказывается на производителях. Низкие объемы заказов за последние 3 года существенно истощили внутренние резервы предприятий, которые сохраняли производственный потенциал, несмотря на операционные издержки. В 2016 году также не стоит ожидать кардинального изменения ситуации. Не исключено, что ряд предприятий, в первую очередь сферы грузового вагоностроения, ожидают длительные простои и перепрофилирование.

В конце 2015 года федеральные органы исполнительной власти приняли ряд решений, направленных на стимулирование производства грузовых вагонов. Так, запрет продления срока службы вагонов должен стимулировать игроков рынка приобретать новые вагоны. Кроме того, на объемы закупок новых грузовых вагонов положительно скажется и ожидаемый рост ставок на предоставление вагонов. В результате объем производства грузовых вагонов вырастет по отношению к 2015 году, однако крупнейшие компании со «старым» парком, скорее всего, будут в основном обновлять свой парк путем сделок M&A (сделки слияния и поглощения), а также привлекать вагоны лизинговых компаний.

Не стоит ожидать существенных изменений и в локомотивостроении. Секвестирование бюджетов вряд ли существенно скажется на закупках локомотивов. По итогам 2015 года ОАО «РЖД» заку-

пило 502 ед. локомотивов. Можно ожидать сохранение объемов производства 2015 года с его незначительным ростом. При этом следует учитывать, что даже если будут созданы условия для прихода на рынок частных перевозчиков, все равно объем закупок локомотивов сохранится на уровне инвестпрограммы РЖД, так как частные перевозчики будут приобретать «подержанные» локомотивы.

В сфере производства пассажирского подвижного состава ситуация остается классической – существует реальная потребность в обновлении парка вагонов локомотивной тяги и моторвагонных, однако финансовые возможности покупателей остаются ограниченными – они не в состоянии обновлять свой парк необходимыми темпами. Для решения этой вечной проблемы в настоящее время разрабатывается комплекс мер поддержки пассажирского комплекса и пассажирского вагоностроения, которые должны позволить производителям выйти на безубыточный уровень выпуска в 2016 году. Крупнейшая пригородная компания ОАО «ЦППК» уже заявила о планах по закупкам 209 новых вагонов. В 2016 году ожидается запуск в серийное производство новой серии электропоездов постоянного тока ЭП2Д производства ОАО «ДМЗ», которые проходят экспериментальные испытания. Продолжается работа и по локализации и выпуску электропоездов серии ЭС2Г производства ООО «Уральские локомотивы». Также можно ожидать появление разработок новых «бюджетных» моделей электропоездов для регионов с ограниченным инвестиционным бюджетом на приобретение подвижного состава.

В сфере производства городского рельсового транспорта ожидается рост спроса на трамваи, что вызвано необходимостью модернизации городских транспортных сетей для проведения чемпионата мира по футболу, а также появлением тренда на восстановление городской транспортной сети общественного электри-

ческого транспорта. Стимулирование производства трамваев будет ускорено разработкой и утверждением концепции развития городского рельсового транспорта. Следует учитывать, что потребности покупателей трамвайных вагонов различаются в зависимости от регионов поставки.

Исторически сложилось, что более 90% продукции транспортного машиностроения России поставляется на внутренний рынок. В настоящее время девальвация рубля на фоне высокого качества продукции отрасли и международных договоренностей высокого уровня существенно повысили конкурентоспособность российских предприятий транспортного машиностроения. В 2016 году можно ожидать заключения новых международных договоров на поставки отечественной продукции, в первую очередь на локомотивы и пассажирский подвижной состав. Начало можно ожидать со второй половины 2016 года. Таким образом, российские предприятия могут занять определенную долю на высококонкурентном

международном рынке, что позволит диверсифицировать регионы поставок и снизить зависимость отрасли от состояния внутренних рынков.

В части международных контрактов российского машиностроения можно отметить планы ОАО «ТВЗ» по поставке 700 пассажирских вагонов в Египет. В этом полугодии должны начаться поставки 5 000 грузовых вагонов производства АО «НПК «Уралвагонзавод» в Иран. Объем контракта можно оценить в размере 250 млн евро. В ближайшие 3 года ОАО «Метровагомаш» планирует поставить 222 вагона для будапештского метрополитена. Объем контракта оценивается в 220 млн евро, а первые поставки начнутся весной 2016 года.

В настоящее время российские предприятия транспортного машиностроения прорабатывают выходы на новые международные товарные рынки, наиболее перспективные из которых (за исключением традиционных стран поставок) – государства Ближнего Востока и Африки, в частности Иран и Ливия. ☞

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.

Мониторинг ситуации в промышленности на основании индексов ИПЕМ по итогам 2015 года



М. Р. Нигматулин,
эксперт-аналитик Департамента исследований ТЭК
Института проблем естественных монополий (ИПЕМ)

Ключевая тенденция, определяющая ситуацию в российской промышленности в 2015 году, – усиливающийся спад. Темпы падения индекса ИПЕМ-производство в конце года ускорились (-1,0% – в IV квартале 2015 года к аналогичному периоду прошлого года). При этом показатель спроса продемонстрировал устойчивую негативную динамику (-2,1% – в IV квартале). Предприятия в текущей ситуации, когда расходы на факторы производства превышают все допустимые уровни, а следовательно, растут базовые издержки, спешно распродают остатки нереализованной продукции. Поэтому не вызывает удивления некоторая стабилизация темпов падения спроса, связанная с активной распродажей складских запасов. По итогам прошедшего года фиксируется ускоренный рост реализации произведенной ранее промышленной продукции обрабатывающих производств (за 11 месяцев 2015 года рост отгруженных товаров составил 12,3%) при одновременном сокращении выпуска продукции в обрабатывающих производствах (-5,4% – в 2015 году).

Основные результаты расчета индексов

По итогам IV квартала 2015 года индексы ИПЕМ-производство и ИПЕМ-спрос показали сонаправленную динамику (рис. 1):

– индекс ИПЕМ-производство снизился на 1,0% к аналогичному периоду прошлого года;

– индекс ИПЕМ-спрос упал на 2,1%.

Необходимо отметить увеличение темпов падения индекса ИПЕМ-производство к концу года, а также устойчивую негативную динамику индекса ИПЕМ-спрос.

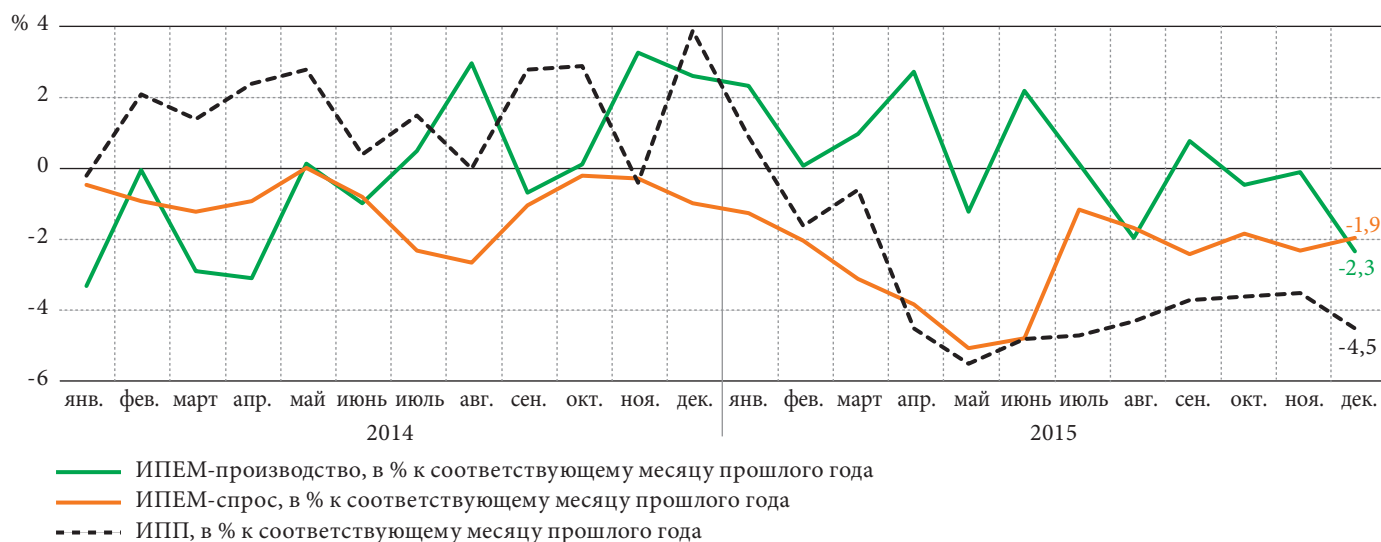


Рис. 1. Динамика индексов ИПЕМ в 2014-2015 годах (к соответствующему месяцу прошлого года)

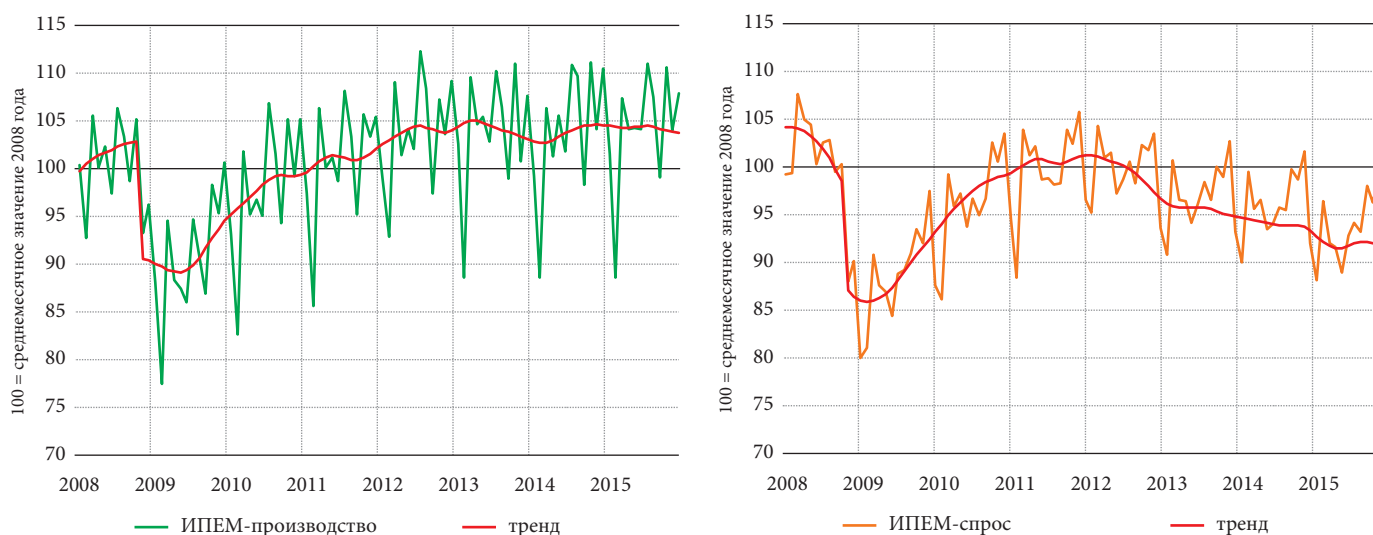


Рис. 2. Динамика индексов ИПЕМ в 2008-2015 годах (тренд со снятием сезонности)

Поддерживаемый относительно удачными показателями в начале года индекс ИПЕМ-производство формально остался в зоне положительных приростов по итогам 12 месяцев 2015 года (+0,2% к аналогичному периоду прошлого года). Индекс ИПЕМ-спрос стабильно падает с 2013 года. За период с января по декабрь падение составило -2,6%.

Проанализируем, как ведет себя оперативный индекс промышленного производства (ИПП), рассчитанный Росстатом. По итогам IV квартала 2015 года ИПП сократился на 3,9% к аналогичному периоду 2014 года (-3,4% – по итогам 2015 года). Таким образом, Росстат фиксирует более глубокое падение производства. Мы неоднократно подчеркивали, что оперативность расчета индекса ИПП не может обеспечиваться без ущерба точности в силу трудоемкости процесса сбора информации и ее дальнейшей обработки, поэтому зачастую уточненные индексы, оперирующие всей полнотой данных, могут значительно расходиться с оперативными.

Тренды со снятием сезонности в IV квартале 2015 года фиксируют однонаправленное движение индексов производства и спроса (рис. 2). Анализ тренда наглядно показывает, что в IV квартале происходит поиск новых локальных минимумов как для производства, так и для спроса, а следовательно, определение новой точки равновесия в условиях падения экономики. Также в конце года сохраня-

ется ситуация, при которой происходит отыгрывание многомесячного накопленного отставания динамики спроса на российские промышленные товары.

Сокращение производственной активности в течение всего года обусловлено целым рядом факторов, основные из которых: резкий рост расходов на базовые издержки, высокая стоимость источников фондирования, а также общая макроэкономическая неопределенность. Негативно сказывается и высокая волатильность валютных курсов, которая усложняет процесс контрактования, так как участники хозяйственной деятельности не желают брать на себя дополнительные валютные риски. Поэтому не вызывает удивления некоторая стабилизация темпов падения спроса, связанная с активной распродажей складских запасов не реализованной ранее продукции.

Данный факт легко подтверждается статистикой Росстата: на фоне падения общего выпуска обрабатывающей промышленности в 2015 году (-5,4%) (наибольший спад продемонстрировали высокотехнологичные отрасли), наблюдается рост объема отгруженных товаров обрабатывающими производствами двухзначными темпами (+17,8% – в I квартале, +11,0% – во II, +14,4% – в III). За 11 месяцев 2015 года итоговый рост отгруженных товаров составил 12,3%. Если привести все в сопоставимые цены, то данный показатель скорректируется, однако общая картина сохранится.

Результаты расчета индексов в разрезе отраслевых групп

Значения индекса ИПЕМ-спрос в разрезе секторов за IV квартал 2015 года по отношению к соответствующему периоду прошлого года показывают, что рост спроса все еще продолжается в добывающих и низкотехнологичных отраслях. Отдельно стоит отметить высокие показатели низкотехнологичной группы отраслей в конце отчетного периода, что позволило получить положительный прирост в годовом исчислении после падения в первые 5 месяцев 2015 года:

- добывающие отрасли: +1,9% – за IV квартал 2015 года (+0,6% – за 2015 год);
- низкотехнологичные отрасли: +2,5% (+0,2%);

- среднетехнологичные отрасли: -2,4% (-1,7%);
- высокотехнологичные отрасли: -21,2% (-23,6%).

Тренды развития секторов со снятием сезонности (рис. 3) показывают:

- спрос в секторе среднетехнологичных отраслей к концу 2015 года замедлил темпы падения при сохранении общей негативной динамики. Во второй половине года наблюдалось падение внутренних цен на основные металлы, однако это не помогло сдержать сокращение внутреннего спроса на цветные и черные металлы по итогу года: падение составило

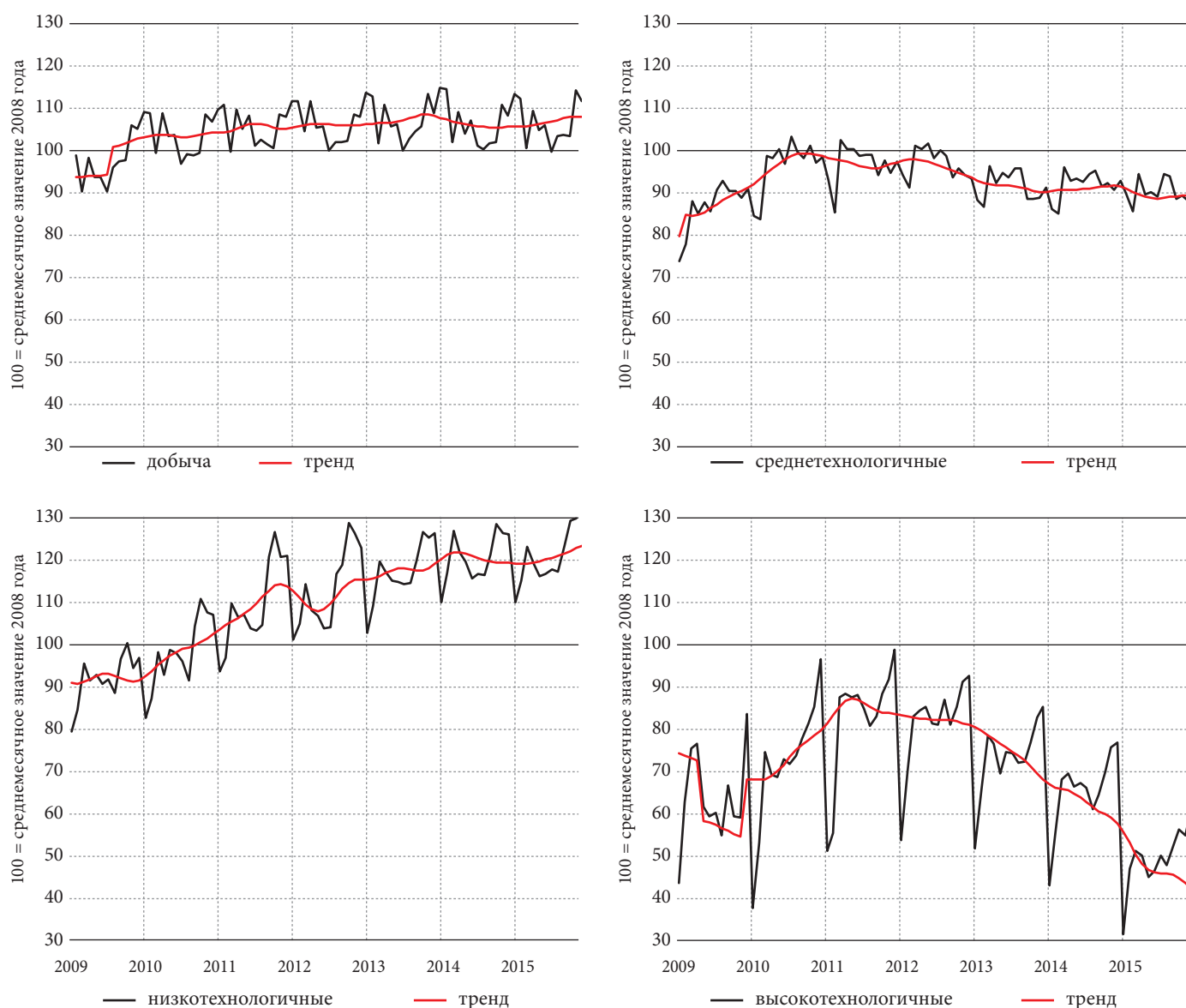


Рис. 3. Динамика индекса ИПЕМ-спрос по секторам в 2009-2015 годах (тренд со снятием сезонности)

13,3% и 5,5% соответственно. Основной дестабилизирующий фактор на внешнем рынке металлов – замедление роста китайской экономики. При сокращении внутреннего китайского рынка избыток производства направляется на экспорт. Конкуренция на внешнем рынке продолжает нарастать, что ограничивает рост экспорта черных металлов (+10,9% – в I квартале, +13,8% – во II, +4,3% – в III, -1,6% – в IV). Однако в целом за год слабый рубль компенсировал факторы избытка предложения на рынке: отгрузка на экспорт черных металлов за год выросла на 6,6%, цветных – на 1,9%. В 2016 году ожидается падение цен на базовые металлы вследствие неопределенности в отношении китайского роста (более 40% мирового спроса). В данных условиях многие производители делают ставку на развитие внутреннего рынка с помощью повышения эффективности и расширения линейки продукции с большей добавленной стоимостью.

Ситуация в химической промышленности в целом продолжает оставаться позитивной. Эффект от заморозки внутренних цен на химические и минеральные удобрения способствует увеличению поставок российским сельхозпроизводителям (внутренний спрос вырос на 9,9% с начала года), а девальвация рубля – росту экспорта (+9,3% – в IV квартале, +3,7% – в III квартале, +1,2% – за 2015 год).

Проходящая модернизация российских НПЗ в условиях налогового маневра в нефтяной отрасли проявилась в увеличении глубины переработки (влияет на создаваемую добавленную стоимость) с 72,4% в начале 2015 года до 73,5% к его концу. При этом первичная переработка нефти на НПЗ по итогам 2015 года сократилась на 2,3% (281,9 млн т). Объем производства бензина в 2015 году вырос на 2,3% от прошлогоднего уровня, а производство дизельного топлива снизилось на 1,1%. Ужесточение требований к экологическим классам топлива возымело положительный эффект: объем производства топлива экологического стандарта «Евро-5» вырос (рост для бензина составил 9,9% в 2015 году, для дизтоплива – 20% за тот же период);

– в конце года наблюдается ускорение темпов падения высокотехнологичного сектора из-за высокой базы предыдущего года, вызванной ажиотажным спросом на автомобили в декабре 2014 года. Автопром, как индикатор состояния всего сектора, при мощной господдержке в 2015 году (43 млрд руб.) потерял более четверти от выпуска: производство легковых автомобилей (за 12 месяцев 2015 года – -27,7%). Продажи в 2015 году упали на 35,7%. В текущих условиях финансовые вливания позволили лишь немного сдержать темпы падения. В 2016 году на поддержку автопрома будет выделено 50 млрд руб. При этом в систему господдержки будут включены различные программы по стимулированию потребительского спроса.

В транспортном машиностроении на фоне отсутствия стабильной государственной политики регулирования сектора производство грузовых и пассажирских вагонов в 2015 году сократилось более чем вдвое. В энергетическом машиностроении на фоне окончания периода действия договоров ДПМ и неопределенности с дальнейшими механизмами стимулирования инвестиций выпуск турбин всех типов также сократился почти в 2 раза в натуральном выражении. Определенные шаги по поддержке строительной сферы и сельского хозяйства позволили удержать падение выпуска строительной и сельскохозяйственной техники на уровне 30%.

Заметная часть экспорта высокотехнологичной продукции осуществлялась в рамках межгосударственных проектов, которые в последнее время массово денонсируются (ГЭС в Киргизии, АЭС в Турции и др.). Это становится важным негативным фактором для результатов высокотехнологичных отраслей в краткосрочном периоде;

– в низкотехнологичных отраслях фактически растут только отдельные сегменты пищевой промышленности: производство пищевых продуктов в 2015 году выросло на 2,0% (+2,3% – за IV квартал). Однако производство в пищевом секторе экономики замедлилось с ноября 2015 года вслед за сокращением потребительского спроса. Двухзначные темпы

роста, особенно в сегменте санкционных продуктов (мяса и сыров), в конце года не наблюдаются. Введение эмбарго для турецких товаров легкой промышленности оказало стимулирующий эффект на низкотехнологичные отрасли российской экономики. Однако о реальных успехах в импортозамещении говорить рано, так как для организации новых или модер-

низации существующих производств требуются значительные временные и финансовые ресурсы. Эффект от импортозамещения, если будут предприниматься реальные усилия, начнет проявляться постепенно в течение следующих нескольких лет;

– ситуация в секторах ТЭК подробно рассмотрена в следующем разделе.

Основные тенденции ТЭК

Топливо-энергетический комплекс тесно связан со всей промышленностью страны и традиционно является ключевым фактором, определяющим результаты промышленных индексов в России (рис. 4).

Добывающие отрасли в 2015 году продемонстрировали разнонаправленную динамику индексов. В течение всего года цены на энергоносители стремительно снижались: средняя цена Urals в IV квартале составила 41,77 долл./барр., что на 44,5% ниже, чем за аналогичный период прошлого года. Низкий уровень операционных затрат на производство в сочетании со спецификой налогового режима позволяют российским нефтяным компаниям при текущей ценовой конъюнктуре поддерживать действующие проекты и даже наращивать нефтедобычу. Данная тенденция идет вразрез с мировым трендом сокращения производства. В IV квартале 2015 года российские компании добыли на 1,4% больше, чем за аналогичный период прошлого года. Добыча нефти в годовом исчислении выросла на сопоставимую величину.

Перспективы сохранения достигнутого уровня добычи в текущем году оцениваются как умеренные. На сегодняшний день низкие цены на сырье пока лишь привели к резкому сворачиванию инвестиционной активности в части сегмента трудноизвлекаемых запасов. Компании вынуждены разрабатывать наиболее рентабельные месторождения. Важным критерием здесь могут выступать как налоговые льготы, так и максимальная близость к транспортной инфраструктуре. Также сохраняется актуальность тех месторождений, в разработку которых уже вложены значительные инвестиции. При длительном периоде низких цен возможно появление рисков, связан-

ных с поддержанием достаточного уровня рентабельности на имеющихся скважинах.

Экспорт нефти за год вырос на 8,9% (241,2 млн т). Основной вклад в рост экспорта внесли рекордные поставки российского сырья в Китай: по итогам года объем экспорта сырой нефти составил 42,4 млн т. (+28% – за 2015 год). Объем перевалки наливных грузов в российских портах по итогам 2015 года вырос до уровня 364,5 млн т (+6,0%), на сырую нефть пришлось 202,1 млн т (+8,0%), на нефтепродукты – 146,0 млн т (+3,7%).

Добыча газа в IV квартале 2015 года продемонстрировала оживление после довольно слабых результатов первой половины года: уровень добычи вырос на 4,5%. С начала года динамика показателей добычи газа при этом осталась отрицательной (-1,0% к аналогичному периоду 2014 года). Динамика добычи напрямую связана с показателями крупнейшего российского производителя газа – ОАО «Газпром». Компания нарастила производство на 3,7% за IV квартал 2015 года, но годовая добыча осталась ниже прошлогоднего уровня на 5,7%. В целом падение добычи газа можно объяснить сокращением внутреннего потребления (-3,2% за 11 месяцев 2015 года) вследствие более высоких среднемесячных температур и общего снижения спроса на электроэнергию (газовая генерация) со стороны экономики. В условиях действующих принципов регулирования внутренних цен на газ независимые производители отбирают у ОАО «Газпром» долю на рынке за счет предоставления дисконта крупным потребителям: доля газового монополиста сократилась с 67,5% в 2014 году до 65,9% в 2015 году.

Вторая половина 2015 года ознаменовалась переломом тренда в части поставок



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

российского газа на экспорт: объем экспортируемого газа в страны дальнего зарубежья за IV квартал 2015 года вырос на 10,8% до уровня 43,3 млрд куб. м, в целом за год рост составил 8,0% (до 159,4 млрд куб. м). Среди основных факторов столь стремительного роста экспорта стоит отметить необходимость пополнения подземных газохранилищ после отмены особого режима поставок газа в Европу и падение собственной европейской добычи: например, объем добычи на крупнейшем газовом месторо-

ждении Европы – Гронинген – в 2015 году сократился на 28,6%. Рост спроса со стороны ключевых стран – потребителей российского газа позволил выйти на рекордный уровень поставок за последние 8 лет, хотя исторический максимум поставок, зафиксированный в 2006 году (161,8 млрд куб. м), еще не преодолен. Средняя цена российского газа на границе с Германией снизилась на 35,0% – с 286,88 евро/тыс. куб. м в IV квартале 2014 года до 186,52 евро/тыс. куб. м в IV квартале 2015 года.

На позитивной ноте закончился год для российской угольной отрасли: производство угля в IV квартале 2015 года выросло на 2,6% (+4,1% – за 2015 год). Рост был обеспечен за счет внутреннего рынка (+2,6% – в IV квартале 2015 год, +4,7% за год). Значительную часть дополнительного внутреннего спроса на уголь обеспечивает ввод новых угольных энергоблоков: совокупная установленная мощность новых электростанций, работающих на угле, в 2015 году составила около 1,1 ГВт, что создает дополнительный внутренний спрос до 3,1 млн т в год. В ближайшие годы запланирован ввод еще порядка 1,5 ГВт таких мощностей, что потенциально может увеличить прирост потребления угля еще на 1,5 млн т.

На фоне снижения средней цены на энергетический уголь (-16,8% – в IV квартале 2015 года (FOB Newcastle/Port Kembla)) и слабом спросе со стороны Китая произошло падение годового экспорта на 0,6%. Экспорт угля в Китай по итогам 2015 года сократился примерно на треть. Гибкая ценовая политика позволила российским компаниям переориентировать часть высвободившегося экспорта на другие азиатские рынки и нивелировать темпы падения.

Активное расширение портовых мощностей позитивно сказывается на статистике гру-

зооборота морских портов. Основной объем экспортных поставок угля осуществляется именно через морские порты. Объем перевалки угля за 12 месяцев в российских портах вырос на 6,0% до уровня 123,2 млн т.

Потребление электроэнергии в России в IV квартале 2015 года сократилось на 0,8% к аналогичному периоду 2014 года. В годовом исчислении падение составило 0,4%. Кроме общего снижения промышленного производства, важным фактором снижения потребления электроэнергии в 2015 году стала более высокая средняя температура воздуха на территории ЕЭС России: практически во все месяцы отопительного периода (октябрь – март) температура в 2015 году была заметно выше, чем в соответствующие месяцы 2014 года.

Интересно, что на фоне падения электропотребления выработка электроэнергии в целом по России в 2015 году выросла на 0,2%. Такая разница в динамике показателей стала возможна благодаря росту экспорта. Долгое время экспортные поставки сокращались из-за того, что стоимость российской электроэнергии росла гораздо быстрее, чем в соседних странах, однако снижение курса рубля снова сделало российскую электроэнергию конкурентоспособной.

Факторы и перспективы развития

Экономические потрясения с различной скоростью отражаются на различных экономических субъектах. Так, вплоть до 2015 года доля промышленности в структуре потребления электроэнергии постоянно снижалась (54% – в 2012 году, 53,6% – в 2013 году, 52,7% – в 2014 году). Косвенное подтверждение данной тенденции можно найти в динамике ежемесячных графиков потребления мощности. Последние несколько лет темпы роста максимумов потребления мощности были выше, чем темпы потребления электроэнергии, а следовательно, неравномерность суточных графиков увеличивалась. Данный факт указывает на увеличение доли непромышленных потребителей (население, сфера услуг, торговля). Однако в 2015 году ситуация резко поменялась: 9 из 12 месяцев максимумы потре-

бления мощности падали (к соответствующим месяцам 2014 года). Усредненное падение ежемесячных максимумов потребления мощности составило 1,7%, то есть гораздо серьезнее, чем снижение потребления электроэнергии. Это означает (и подтверждается реальными экономическими данными), что снижение выпуска в промышленности было заметно медленней, чем падение в других секторах экономики. Например, объем розничной торговли сократился примерно на 10%, а реальная заработная плата – примерно на 9,5%. Падение промышленного производства (ИПП) на этом фоне оказалось сравнительно небольшим – -3,4%. Обновленные данные за прошедший год будут подсчитаны не раньше конца II квартала 2016 года, однако, по имеющимся признакам, уже сейчас можно с большой вероят-

ностью утверждать, что по итогам 2015 года стоит ожидать рост доли промышленности в электробалансе.

Также важным фактором, который повлиял на изменение структуры и динамики потребления электроэнергии, является постепенное выравнивание оптовых цен между Европой и Сибирью. Так, средневзвешенная стоимость покупки в зоне оптового рынка «Европа и Урал» в 2015 году снизилась на 1,2%, а в зоне «Сибирь» – выросла на 15%. Низкие цены на электроэнергию в Сибири всегда были важнейшим фактором для размещения там энергоемких производств. Теперь ситуация поменялась, что уже сказывается на загрузке, например, металлургических заводов, а значит и отражается на изменении локализации мест потребления электроэнергии.

Одним из широко используемых индикаторов кризисного состояния в экономике является объем работ, выполненных по виду деятельности «Строительство». В 2015 году данный показатель снизился на 7,0% по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. Эффект низкой базы прошлого года сказался на временном улучшении динамики строительства в начале IV квартала 2015 года, но говорить о переходе к фазе роста преждевременно. Подтверждает данный факт статистика производства стройматериалов: почти по всем позициям в ноябре – декабре падение резко ускорилось, причем темпы спада самые высокие за весь 2015 год. Базовыми компонентами в строительстве являются цемент и кирпич, по этим товарным группам падение за 12 месяцев составило -9,9% (-18,1% в декабре) и -8,0% (-16,6% в декабре) соответственно. Значительное снижение объемов производства стройматериалов вызвано слабым спросом и сокращением числа заказов, о чем свидетельствует падение отгрузки на внутренний рынок в 2015 году по категориям «строительные грузы» (-7,7%) и «цемент» (-11,1%).

В 2015 году инвестиции в основной капитал сократились на 8,4% по отношению к 2014 году, а в декабре был зафиксирован годовой максимум падения данного показателя (-8,7% по отношению к аналогичному периоду 2014 года). Чтобы оценить инвестиционные перспективы

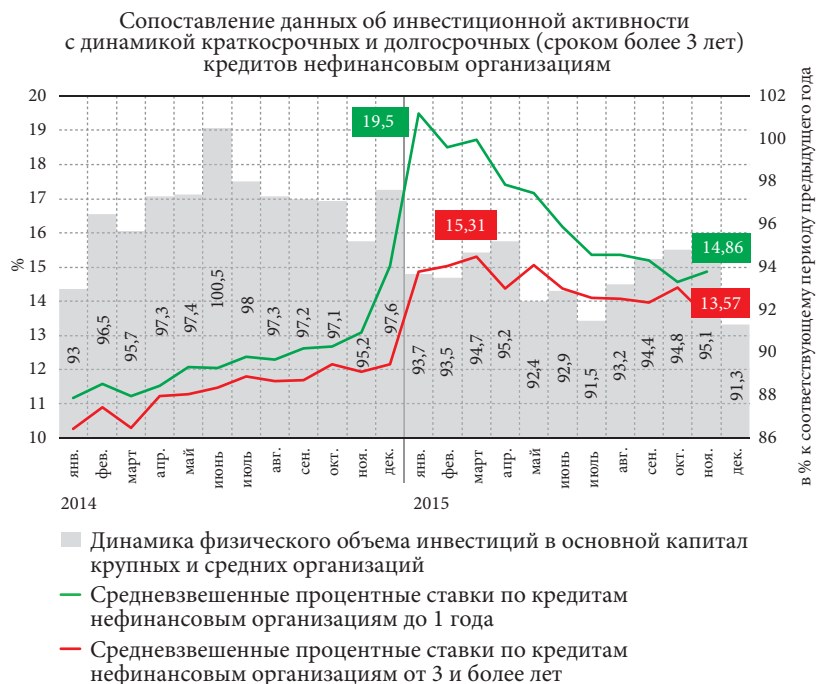


Рис. 5. Средневзвешенные процентные ставки по кредитам, предоставленным кредитными организациями нефинансовым организациям в рублях, 2014-2015 годы

Источник: ЦБ РФ

текущего года, проанализируем средневзвешенные процентные ставки по кредитам, предоставленным кредитными организациями нефинансовым организациям в рублях двух видов: сроком до 1 года, от 3 лет и более (рис. 5).

Основное назначение краткосрочных кредитов – пополнение оборотных средств нефинансовых организаций, а долгосрочных – именно финансирование инвестиционной деятельности. В течение всего 2015 года ставки по кредитам имели тренд на снижение, взятый после того, как они достигли своих 4-летних максимумов в конце 2014 года. Однако доступность кредитов для бизнеса продолжает снижаться, так как абсолютный уровень ставок остается очень высоким и подкрепляется массовым ужесточением условий кредитования и обеспечения кредитов практически для всех категорий заемщиков.

На базе этих данных можно с уверенностью констатировать, что при сохранении текущей ситуации на кредитном рынке среднесрочные перспективы роста экономики и промышленности в России продолжают оставаться очень слабыми и неопределенными. (8)

Тяговые электродвигатели на НЭВЗ



Е. К. Лосев,
руководитель проекта по тяговым электродвигателям
и тяговым генераторам для тепловозов ООО «ПК «НЭВЗ»

Старт программы импортозамещения в нашей стране был дан Президентом Российской Федерации на пленарном заседании Санкт-Петербургского международного экономического форума летом 2015 года. Поскольку основным поставщиком тяговых электрических машин для дизельных локомотивов ЗАО «Трансмашхолдинг» до настоящего времени является харьковское ГП «Завод «Электротяжмаш», то в связи с ухудшением отношений между Россией и Украиной освоение производства тяговых электродвигателей (ТЭД) для тепловозов стало укладываться в задачу импортозамещения.

Реализация программы освоения тяговых электродвигателей

Независимо от программы руководства страны менеджмент холдинга еще в 2013 году поставил задачу освоения тепловозных ТЭД для собственных нужд. ООО «ПК «НЭВЗ» имеет большой опыт в сфере производства тяговых коллекторных и асинхронных электродвигателей для электровазов. На предприятии ежегодно производится около 2 500 тяговых двигателей для электровазов собственного производства и производства ОАО «Коломенский завод». Также двигатели создавались для зарубежных партнеров из Финляндии и Китая. ООО «ПК «НЭВЗ» обладает необходимым технологическим оборудованием, квалифицированными кадрами, испытательной базой и опытом для освоения новой для себя продукции тепловозных ТЭД, поэтому решение о выборе предприятия для создания центра компетенции по электромашиному производству было принято в пользу новочеркасского завода.

С конца 2013 года на заводе приступили к реализации программы освоения тяговых электродвигателей для дизельных локомотивов. Была выбрана концепция создания линейки двигателей с различными способами подвески и методами смазки моторно-осевых подшипников с максимальной степенью унификации узлов. Первоначально коллективом конструкторов предприятия была разработана конструкторская документация на двигатели с опорно-осевым и опорно-рамным подвешиванием. Им было присвоено наименование ДТК-417Ц и

ДТК-417Р соответственно. При проектировании использовались апробированные на электровазах технические решения, впервые примененные для тепловозных ТЭД.

Отличия от двигателей производства ГП «Завод «Электротяжмаш» (Харьков) следующие:

- болтовое крепление пластин коллектора. У аналогов крепление осуществляется кольцевой гайкой и пружинной шайбой;
- прямолинейный вылет миканитовых манжет по сравнению с аналогами увеличен почти в 1,5 раза, что позволяет повысить надежность изоляционного промежутка пластин относительно корпуса;
- применение коллекторного профиля из экологически чистого сплава ЭК (медь с добавлением олова);
- для удобства обслуживания щеточного узла и установки щеток на геометрическую нейтраль предусмотрена поворотная траверса;
- в узле щеткодержателя нажатие нажимных пальцев на щетки создают цилиндрические пружины, которые, в отличие от плоских спиральных пружин, более надежны, просты в изготовлении и удобны в обслуживании;
- для изготовления катушек якоря применен изолированный обмоточный провод. Кроме этого, в отличие от серийных электровазовых двигателей, была использована сварная конструкция остова и подшипниковых щитов.

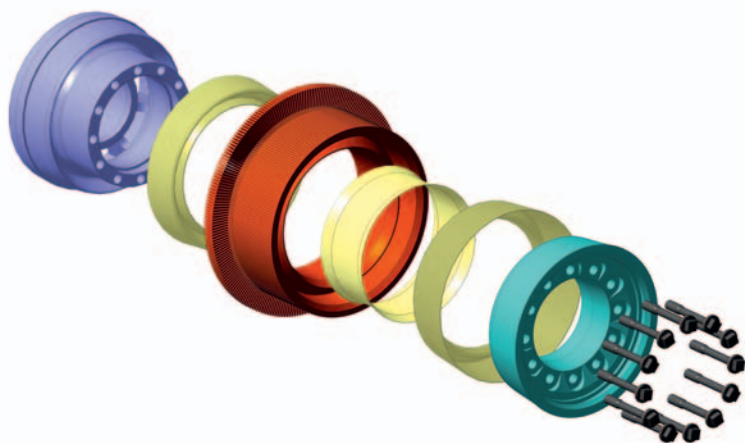


Рис. 1. Конструкция коллекторного узла

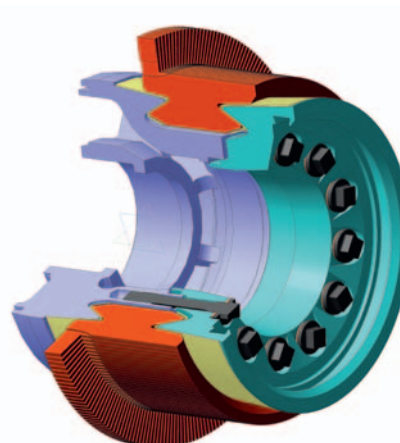


Рис. 2. Коллектор в сборе

Технические особенности ТЭД

Остановимся подробнее на некоторых отличиях. Болтовое крепление пластин коллектора состоит из втулки, конуса, медно-миканитового кольца, набора изолирующих манжет и 12 коллекторных болтов (рис. 1).

Коллектор в сборе показан на рисунке 2.

Подобная конструкция использована на всех тяговых электродвигателях производства ООО «ПК «НЭВЗ». Ее преимущества заключаются в надежной изоляции коллектора от корпуса, уменьшении аксиальной длины коллектора, увеличении эластичности крепления медно-миканитового кольца, снижении массы, увеличении сечения вентиляционных каналов и надежности резьбового соединения (применяются 12 болтов вместо одной гайки). Опыт длительной эксплуатации такой конструкции на электровозах подтверждает ее преимущества.

Применение коллекторного профиля из сплава ЭК позволило исключить вредное влияние отходов кадмия, содержащегося в коллекторном сплаве, применяемом ранее, тем самым снизив влияние эксплуатации железнодорожного транспорта на окружающую среду и здоровье человека. До последнего времени использовался сплав медь-кадмий. Кадмий – металл, токсичное воздействие на организм человека которого значительно превышает воздействие, например, свинца. При эксплуатации железнодорожного транспорта сплав с содержанием кадмия в виде мелкодисперсной пыли выбрасывается охлаждающим воздухом в окружающую среду и может через легкие попадать в организм человека и животных,

вызывая дисфункцию почек, поэтому применение медно-оловянного сплава ЭК позволило исключить это влияние.

Траверса (рис. 3) представляет собой стальное кольцо с установленными на нем четырьмя парами шпилек, наружная поверхность которых изолирована пресс-материалом АГ-4В. На изолированную часть шпилек крепятся четыре щеткодержателя. Траверса с помощью болтов и дуговых пазов устанавливается на корпус двигателя. Выставление геометрической нейтрали производится специальным ключом. После установки траверса блокируется от смещения фиксатором.

Применение таких конструктивных решений позволило унифицировать часть

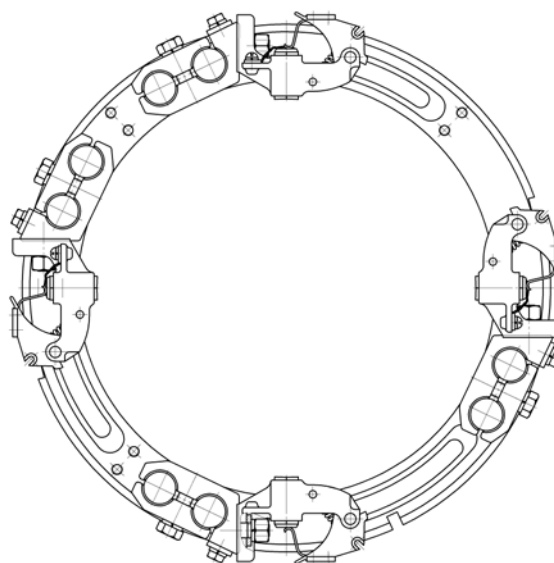


Рис. 3. Траверса унифицированная для всех двигателей ДТК-417

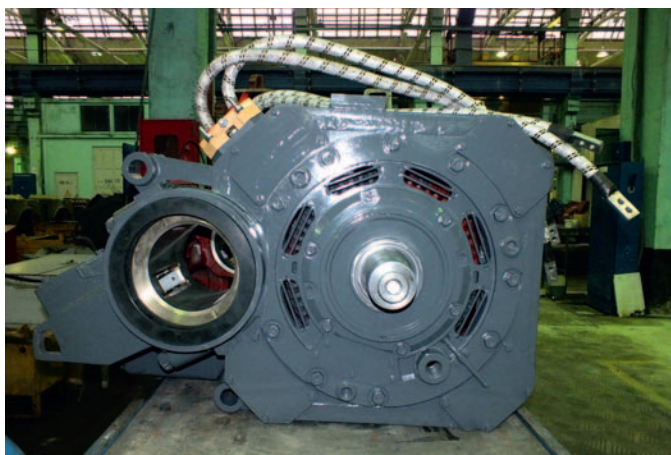


Рис. 4. Двигатель ДТК-417Ц



Рис. 5. Двигатель ДТК-417Р

деталей, необходимых для изготовления остовов ТЭД ДТК-417 с различными типами смазки и подвески моторно-осевых подшипников, полностью исключить технологический литейный брак, повысить долговечность и надежность коллекторного узла, обеспечить большую эффективность изоляции узлов двигателя и в целом прогнозировать повышение их эксплуатационной надежности.

В настоящее время завод приступил к серийному выпуску двигателей с индексом «Ц» (опорно-осевое подвешивание) и «Р» (опорно-рамное) для тепловозов 2ТЭ25КМ

и ТЭП70БС соответственно. На рисунках 4 и 5 показаны серийные двигатели.

Сейчас на заводе изготавливают опытные двигатели с индексом «П» – польстерной системой смазки моторно-осевых подшипников. В планах в первом полугодии 2016 года приступить к серийному выпуску этого двигателя для тепловозов ТЭМ18. Разработана и проходит согласование конструкторская документация на ДТК-417К с моторно-осевыми подшипниками качения. Таким образом, после завершения этих работ на заводе будет освоена вся линейка двигателей серии ДТК-417. Ⓢ

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

Организатор

Соорганизатор

Официальные партнеры

Бизнес-Форум

www.pg-online.ru
ПРОМЫШЛЕННЫЕ
ГРУЗЫ



III ежегодная конференция

Рынок комплектующих и ремонт подвижного состава

6 июня 2016

Москва, Россия, АЗИМУТ Москва Олимпик

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

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

Узнайте мнение экспертов
о развитии рынка компонентов и
сервиса грузовых вагонов

Медиа партнеры

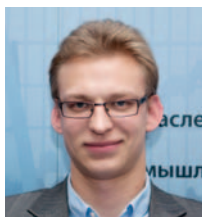
МЕДИАСОУЩЕСТВЛЕНИЕ
И РЕКЛАМА
ТРАНСПОРТ

ВСЕРоссийский деловой журнал
**САМОРЕГУЛИРОВАНИЕ
& БИЗНЕС**

РЕКЛАМНО-ПРОМОТИОННАЯ КОМПАНИЯ
РСН ЭКСПЕРТ

СЕРВИС
**СПЕЦИАЛЬНЫЕ
ПРОЕКТЫ**

Транспортное машиностроение России в 2015 году



А. А. Поликарпов,
заместитель руководителя
департамента исследований
железнодорожного транспорта
ИПЕМ



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

В 2015 году сохранилась негативная тенденция 2013-2014 годов – сокращение объемов производства продукции транспортного машиностроения. Одной из причин снижения расходов на инвестиционные программы по закупке подвижного состава стала сложившаяся в стране экономическая ситуация. Тем не менее государственные органы исполнительной власти и производители разрабатывают и внедряют различные меры по стимулированию спроса и роста выпуска основной продукции и комплектующих.

Роль транспортного машиностроения в экономике страны

Прямая доля отрасли в ВВП составляет около 0,2-0,3%, но необходимо учитывать синергетический эффект – влияние объема заказов транспортного машиностроения на объем заказов в смежных отраслях (рост производства в отрасли транспортного машиностроения на 1% приводит к росту заказов в смежных отраслях на 1,51%).

Кроме того, в отрасли работают около 200 тыс. человек. Нередко предприятия транспортного машиностроения являются градообразующими, то есть они обеспечивают рабочими местами большую часть населения, способствуют формированию целых производственных династий, что положительно сказывается на качестве продукции.

Состояние транспортного машиностроения в 2014-2015 годах

В 2015 году также наблюдалось снижение объемов производства практически по всей номенклатуре основной продукции транспортного машиностроения. Отсутствие долгосрочного оплаченного спроса на продукцию транспортного машиностроения – одна из ключевых проблем. При этом в каждой отдельной сфере существуют свои особенности.

В сфере локомотивостроения проблема заключается в ограниченности инвестиционной программы ОАО «РЖД» – ключевого заказчика данной продукции. По итогам 2015 года компанией было приобретено на 20,2% меньше локомотивов по сравнению с 2014 годом. В то же время сама

компания испытывает определенные трудности с сохранением темпов обновления парка, но она в среднесрочной перспективе все же планирует сохранять объем закупок тягового подвижного состава на уровне 2015 года. Доля частного сектора в приобретении магистральных локомотивов остается незначительной.

Также **в сфере производства магистральных электровозов** наблюдалось снижение производства на треть, что связано с сокращением инвестиционной программы ОАО «РЖД», на долю которого приходится практически весь заказ магистральных электровозов (рис. 1).

Испытала сокращение производства на 14% из-за инвестпрограммы ОАО «РЖД»

и сфера производства маневровых тепловозов. Следует отметить, что доля ППЖТ в структуре закупок маневровых локомотивов остается незначительной. Частные компании предпочитали либо приобретать тепловозы, бывшие в употреблении, либо модернизировать имеющиеся с продлением срока их службы.

Производство рудничных электровозов сократилось более чем в 2 раза из-за снижения покупательской способности потребителей (рис. 1).

Производство магистральных тепловозов – единственная сфера транспортного машиностроения, которая показала производственный рост в 2015 году относительно предыдущего года. Прежде всего это связано с реализацией программы импортозамещения и передачи заказов от иностранных компаний российским производителям. Из-за непростых отношений с Украиной оказалось невозможным поставлять тепловозы производства ПАО «Лугансктепловоз» ключевому заказчику отрасли – ОАО «РЖД». В связи с этим компанией ЗАО «Трансмашхолдинг» было принято решение построить на АО «УК «Брянский машиностроительный завод» новую производственную линию по выпуску тепловозов 2ТЭ25КМ (рис. 2) [2]. Всего за прошлый год было выпущено 67 ед. (или 134 секции) 2ТЭ25КМ, что позволило обеспечить рост производства магистральных тепловозов в 2,3 раза по сравнению с 2014 годом.

В сфере грузового вагоностроения на фоне профицита парка наблюдалось дальнейшее снижение спроса на подвижной состав. Производство сократилось почти в 2 раза, что связано с перенасыщением рынка в результате колоссального роста темпов производства в 2010-2012 годах [3]. Тогда производители грузовых вагонов смогли оперативно удовлетворить требования участников рынка в подвижном составе.

В 2015 году дополнительным фактором, ограничивающим объем закупок вагонов,



Рис. 1. Динамика производства тягового подвижного состава в 2014-2015 годах

стало значительное снижение ставок на предоставление вагонов. В июле 2015 года они опускались до 350 руб./сут. за полувагон при 600 руб./сут. – в 2014 году¹. Снижение закупок грузовых вагонов вкупе с ростом цен на основные сырье и материалы спровоцировало рост цен на новые вагоны. В среднем стоимость грузового вагона в 2015 году относительно 2014 года выросла на 18% и составила 1,96 млн руб.

Сейчас вагоностроители вынуждены искать пути выхода из сложившейся



Рис. 2. Магистральный грузовой тепловоз 2ТЭ25КМ

¹ Для сравнения: в 2012 году ставки доходили до 1 400 руб./сут.

ситуации, сохранить высококвалифицированный персонал. Это влечет за собой ухудшение отчетности по показателю «производительность труда» [4]. В 2015 году при снижении объемов производства почти вдвое численность персонала была сокращена лишь на 10%.

С целью поддержки сферы грузового вагоностроения правительство реализует ряд мер государственной поддержки. В частности, применяются два вида субсидий для покупки инновационных вагонов. Первый – субсидирование в рамках программы поддержки инвестиционных проектов, реализуемых на территории России на основе проектного финансирования. Второй – субсидии на возмещение потерь в доходах российских лизинговых организаций при предоставлении скидки на приобретение инновационных вагонов с повышенной осевой нагрузкой и части затрат российским организациям на уплату процентов по кредитам, полученным в российских кредитных организациях на покупку такого подвижного состава.

В 2015 году действовали субсидии из бюджета на покупку инновационных вагонов (с нагрузкой 25 т на ось и выше), которые предполагают компенсацию 90% от затрат на выплату процентов по кредиту и выплату 130 тыс. руб. за вагон в случае утилизации старого. Данный вид поддержки отрасли был пролонгирован на 2016 год.

Кроме того, начиная с 1 января 2016 года в силу вступил запрет на продление срока службы грузовых вагонов, что должно повлечь за собой списание в 2016 году порядка 100 тыс. вагонов. В результате ожидается рост ставок на предоставление вагонов и, как следствие, рост потребности в подвижном составе.

Производство пассажирских вагонов сократилось почти в 3 раза по отношению к предыдущему году, несмотря на средний износ парка вагонов – около 70% (рис. 3). Недостаточный уровень государственной поддержки привел к сокращению перевозок в дальнейшем следовании ОАО «ФПК», главного заказчика продукции. Кроме того, из-за усиления конкуренции со стороны прочих

видов транспорта (воздушного, автобусного и личного) в 2015 году произошло снижение пассажиропотока на 4,3%, пассажирооборот – на 6,5% и, как следствие, спроса на перевозки. Эти факторы и оказали влияние на сокращение парка вагонов компании.

Производство вагонов электропоездов (рис. 3) снизилось почти в 2 раза относительно 2014 года. Таким образом, наметившийся рост объемов закупок в 2014 году не был продолжен в 2015 году. Это связано со снижением покупательской способности ключевых заказчиков – пригородных пассажирских компаний. Например, у основного заказчика новых вагонов – ОАО «ЦППК» – в 2015 году сократились доходы от перевозочной деятельности из-за снижения пассажиропотока. При этом парк вагонов компании требует обновления. До 2028 года в ее планах стоит покупка 404 новых составов. В 2013-2015 годах компанией уже было закуплено 40 одиннадцативагонных электропоездов. В 2015 году общая стоимость закупленных ОАО «ЦППК» вагонов электропоездов составила 4,6 млрд руб. В 2016 году компания планирует начать приобретать новую модель электропоездов ЭП2Д (ОАО «Демиховский машиностроительный завод») в количестве 209 вагонов. Однако такая поддержка не позволит выйти предприятию на безубыточный уровень.

В то же время на мощностях ООО «Уральские локомотивы» в рамках совместного производства ЗАО «Группа Синара» и Siemens AG налажен серийный выпуск электропоездов «Ласточка», которые в основном поставляются в ОАО «РЖД» по контракту 2011 года.

Производство трамвайных вагонов сократилось более чем в 2,5 раза (рис. 3). Это связано со снижением объемов заказов регионов на новые трамваи, несмотря на потребность в омоложении парка. Прежде всего такая ситуация вызвана повышением конкуренции со стороны остальных видов городского транспорта, а также снижением пассажиропотока (за 9 месяцев 2015 года – 5% по отношению к аналогичному периоду

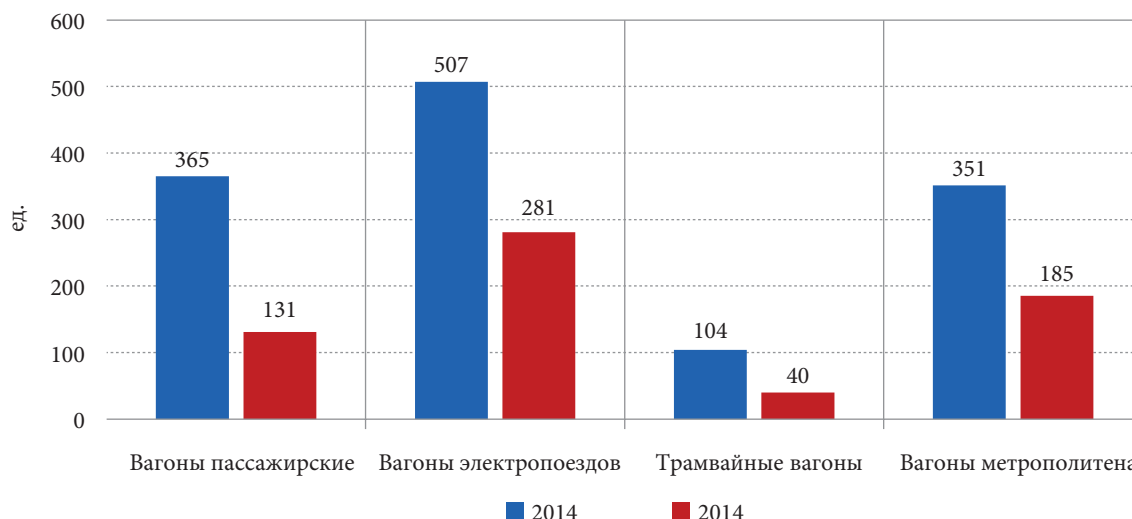


Рис. 3. Динамика производства моторвагонного подвижного состава в 2014-2015 годах

2014 года) и низкими инвестиционными ресурсами.

Системная проблема сферы производства трамвайных вагонов также заключается в отсутствии стабильного долгосрочного оплаченного спроса на продукцию. Другой ключевой проблемой является отсутствие единой позиции потребителей в вопросе необходимых технических характеристик закупаемой продукции. Это приводит к тому, что для каждой городской администрации производится своя модификация трамвая. Отсюда сокращение объемов партий, необходимость переналадки оборудования и, как следствие, удорожание подвижного состава.

В производстве вагонов метрополитена

также было отмечено снижение объемов производства почти в 2 раза (рис. 3). Однако основные поставщики данной продукции работали с нормальной загрузкой производственных мощностей. Это связано с производством иных видов продукции: дизель-поездов и рельсовых автобусов как для российского, так и для внешнего рынков. В ближайшее время можно ожидать восстановления объемов производства метровагонов в связи с выполнением программ развития крупнейших метрополитенов России, в том числе с графиком поставок метровагонов на Московский метрополитен.

Импортозамещение и проблемы на пути его реализации

В тех условиях, в которых находится наша страна последние 2 года, у российских предприятий, закупающих узлы и комплектующие у зарубежных компаний, возникает риск сокращения импорта продукции по целому ряду номенклатур. По отдельным комплектующим есть опасность полного прекращения поставок.

Так, в сфере локомотивостроения существует порядка 34 наименований укрупненных узлов и комплектующих, импортируемых в Россию. При этом наиболее широким охватом российского рынка обладают компании Германии, в компетенции которых находится порядка 22 наименова-

ний укрупненных комплектующих; на Италию и Украину приходится по 11 производственных позиций (рис. 4).

Тем не менее государством было принято решение по реализации программы импортозамещения и переходу на выпуск продукции российского производства, по своим характеристикам не уступающей иностранным аналогам. По ряду направлений данная программа уже дала свои результаты.

На мощностях ООО «ПК «Новочеркасский электровозостроительный завод» организовано производство тяговых двигателей и генераторов ДТК-417 для тепловозов ТЭП70БС (подробнее на стр. 24).

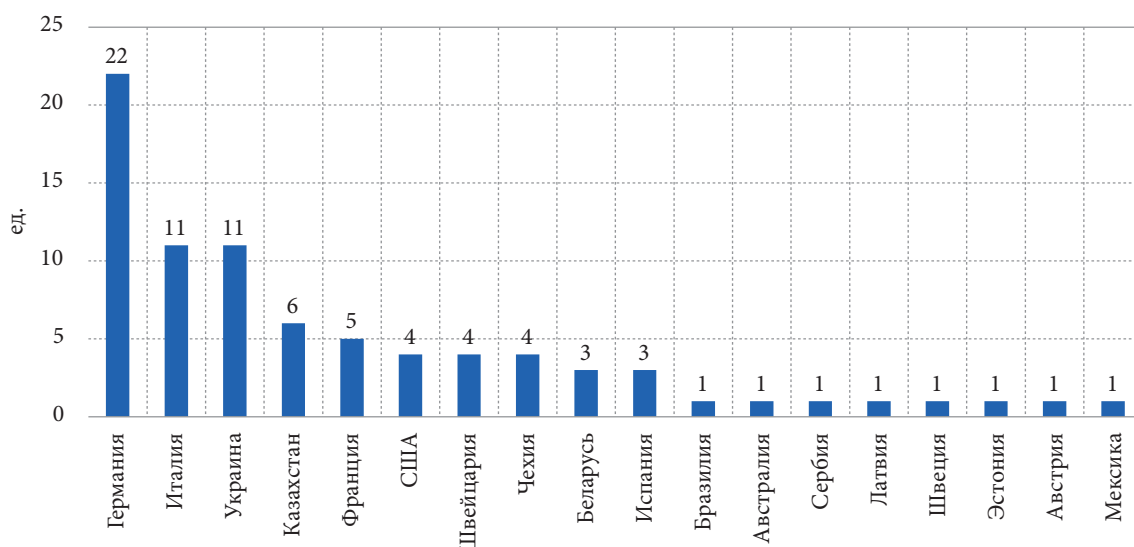


Рис. 4. Количество охватываемых зарубежными странами позиций по импорту укрупненных комплектующих тягового подвижного состава

Одним из ключевых направлений импортозамещения является переход на использование современных тепловозных дизелей российского производства (подробнее на стр. 4). В рамках данного направления на мощностях ОАО «Коломенский завод», ОАО «Пензадизельмаш», ООО «УДМЗ» разработаны современные дизели новой конструкции по пяти семействам – Д200, Д300, Д500 (подробнее на стр. 50), 12ДМ-185Т и 16ДМ185-Т2 мощностью от 500 до 7 500 кВт.

Также работа ведется по импортозамещению отдельных видов продукции включая:

- генераторы для тепловозов;
- гидропередачи для железнодорожного подвижного состава;
- асинхронные тяговые приводы;
- воздухораспределители;
- кассетные подшипники и проч. [5].

В то же время остается еще много узлов и комплектующих подвижного состава, по которым импортозамещение только предстоит. Это кабины локомотивов, силовая электроника, отдельные компоненты дизелей (кольца дизельных поршней), высоковольтное и низковольтное оборудование (ограничители перенапряжений, преоб-

разователи собственных нужд и т. д.), тормозные системы подвижного состава.

Самостоятельное проектирование, разработка «с нуля» и запуск в серийное производство новой продукции сопряжены с высокими временными и финансовыми затратами, поэтому на первых этапах проводить импортозамещение рекомендуется за счет создания совместных предприятий с иностранными компаниями с последующей локализацией на территории России, передачей технологий и обучением нашего производственного персонала.

В то же время необходимо учитывать экономическую составляющую локализации. Так, потребность в отдельных узлах и комплектующих, необходимых для выпуска нового подвижного состава, может оказаться незначительной. В результате локализация производства такой продукции, возможно, будет дороже, чем ее импорт.

С другой стороны, чем меньше уровень локализации, тем больше узлов и комплектующих потребуется покупать за рубежом, что, в свою очередь, повышает стоимость обслуживания и ремонта новой продукции с учетом курсовых разниц.

Формы государственной поддержки отрасли

Кооперация с иностранными компаниями и импорт технологий из-за рубежа – мероприятия, обладающие значительной эф-

фективностью на первых этапах создания новых производств на территории России. Однако в дальнейшем при самостоятельном

освоении новой продукции российским предприятиям потребуется поддержка государства, чтобы освоить производство новой продукции, выйти и закрепиться на новых и традиционных мировых рынках сбыта.

Сегодня основополагающим документом, определяющим предоставление мер государственной поддержки предприятиям транспортного машиностроения, является постановление Правительства РФ от 30.03.2009 № 262 «Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета российским организациям транспортного машиностроения», в рамках которого предприятиям предо-

ставляются субсидии на техническое перевооружение [6].

Такие меры позволяют компенсировать часть затрат при реализации программы импортозамещения, однако игрокам рынка могут потребоваться дополнительные меры поддержки со стороны государства.

В частности, они могут включать в себя:

- предоставление налоговых льгот;
- субсидирование переобучения и повышения квалификации производственного персонала;
- предоставление субсидий на использование коммунальных услуг;
- предоставление субсидий на приобретаемое сырье и материалы.


Выводы

Негативная тенденция снижения объемов производства в 2015 году вызвана как традиционными проблемами транспортного машиностроения, так и новыми вызовами. Ограничения во внешней торговле и взаимодействии с иностранными поставщиками на фоне экономического спада в России потребовали от производителей дополнительных затрат на техническое и технологическое перевооружение и реализацию проектов по импортозамещению в различных направлениях. Для сохранения уровня выпуска продукции на безубыточном уровне и поддержания производственного, научно-технического потенциала промышленные предприятия продолжают разработку новых типов продукции и стремятся учитывать потребности потребителей.

В краткосрочной перспективе резкий переход на проектирование, разработку и выпуск новой продукции влечет за собой дополнительные издержки, что в совокупности со снижением спроса на продукцию может негативно отразиться на оперативных финансовых показателях производителей. В то же время на долгосрочную перспективу реализация программы импортозамещения позволит предприятиям диверсифицировать существующую номенклатуру продукции и обеспечить производственную безопасность и независимость

от внешних факторов, а также нарастить имеющиеся объемы производства.

Список использованной литературы

1. Проект Стратегии развития транспортного машиностроения России в 2015-2020 гг. и на период до 2030 г.
2. Программа импортозамещения закупок ОАО «РЖД» продукции на период 2015-2020 гг., утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 30.03.2015 № 192.
3. Поддержка грузового вагоностроения – одна из актуальных задач промышленной политики / В.Б. Савчук, И.А. Скок // Техника железных дорог. – 2013. – № 1 (21). – С. 43–47.
4. Государственная программа «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности», подпрограмма 6 «Транспортное машиностроение».
5. Приказ Минпромторга России от 31.03.2015 № 660 «Об утверждении плана мероприятий по импортозамещению в отрасли транспортного машиностроения Российской Федерации».
6. Постановление Правительства РФ от 30.03.2009 № 262 «Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета российским организациям транспортного машиностроения». 

Математическое моделирование параметров контакта колеса с рельсом для различных условий эксплуатации вагонов



А. А. Воробьев,

к.т.н., доцент кафедры «Технология металлов»
ФГБОУ ВПО «Петербургский государственный
университет путей сообщения» (ПГУПС)

Изнашивание и образование выщербин в системе «колесо-рельс» – сложные процессы, которые зависят от большого количества факторов, связанных с экипажной частью подвижного состава, железнодорожным путем, а также условиями их взаимодействия. Исследованиями этих процессов ученые занимаются давно, и задача оценки ресурса колес является актуальной. Натурные испытания на колесах и рельсах требуют существенных затрат и носят долговременный характер. В связи с этим исследование процессов взаимодействия колес с рельсами может быть проведено с помощью машин трения, позволяющих моделировать процессы износа для различных колесных сталей. Между тем для проведения подобных испытаний необходимо знать основные параметры контактного взаимодействия экипажной части грузового и пассажирского вагонов с железнодорожным путем.

Введение

Целью работы являлась постановка натурного эксперимента по определению параметров изнашивания и выщербинообразования колесной стали для дальнейшей оценки ресурса колеса. В статье рассмотрено решение первой задачи по определению параметров контакта колес вагона с рельсами (размера пятна контакта, сил крипа, мощностей сил трения и псевдоскольжения, износа колеса) и проведено ранжирование по различным условиям эксплуатации экипажа на российских железных дорогах.

В качестве объекта исследования выбран универсальный грузовой полувагон, установленный на традиционные тележки модели 18-100, оборудованной колесами по

ГОСТ 10791-2011 [1], с расчетной статической осевой нагрузкой 23,5 тс, а также пассажирский купейный вагон, установленный на тележки КВЗ-ЦНИИ типа I. Выбор репрезентативных участков пути, характерных для существующих региональных подразделений сети ОАО «РЖД», производился на основе анализа статистических данных основных параметров по главным путям дорог России. Таким образом, были взяты три репрезентативных маршрута с тяжелыми, нормальными и благоприятными условиями эксплуатации. Параметры контактного взаимодействия колес с рельсами определялись в программном комплексе MEDYNA [2].

Анализ влияния ширины колеи, уширений в кривых и возвышений наружных рельсов на показатели износов гребней колес

В результате аналитического обзора данных [3-6] по износу колесных пар в зависимости от ширины колеи, радиуса кривой, подуклонки рельса и непогашен-

ного ускорения было установлено следующее:

– увеличение ширины колеи приводит к уменьшению удельной работы сил тре-

- ния и интенсивности изнашивания в контакте «колесо-рельс». Сужение ширины колеи на 4 мм (с 1524 до 1520 мм) приводит к увеличению удельной работы сил трения между колесами экипажа и рельсами на 3-10% в зависимости от радиуса кривых. А во всем исследованном диапазоне ширины колеи (1510-1550 мм) суммарная удельная работа сил трения может различаться до 3 раз (при радиусе кривой 650 м);
- в кривых радиусом 350 м при движении со скоростью, близкой к равновесной (скорость установившегося равномерного движения на уклоне известной крутизны (например, на расчетном подъеме) продольного профиля пути), характеристики изнашивания и удельная работа трения между колесами и рельсами для груженых вагонов уменьшаются: в диапазоне ширины колеи 1520-1530 мм – на 22%, при увеличении ширины колеи свыше 1530 до 1545 мм параметры износа дополнительно уменьшаются на 20-30%;
 - в прямых участках пути с увеличением ширины колеи в диапазоне с 1510

до 1540 мм удельная работа сил трения меняется незначительно. Однако в диапазоне 1520-1530 мм имеет место ее минимум. Влияние ширины колеи на интенсивность износа поверхности катания и гребней колес в большой мере зависит от склонности экипажа к вилянию и от степени износа колес;

- увеличение подуклонки вызывает увеличение удельной работы сил трения и интенсивности износа в паре «колесо-рельс» в основном в период приработки, так как меняются условия контакта: увеличиваются контактные давления и относительные проскальзывания;
- возвышение наружного рельса оказывает определенное влияние на износ колесных пар и рельсов. Механизм этого влияния определяется обратно пропорциональной взаимосвязью величин возвышения и непогашенного ускорения при постоянной скорости подвижного состава, а также при снижении непогашенного ускорения на $0,3 \text{ м/с}^2$, что допускается нормативными документами, интенсивность износа снижается на 7-9%.

Выбор репрезентативных маршрутов движения, характерных для ресурса колес

В работах [7, 8] предложена методика совместного моделирования износа профилей колеса и рельса, учитывающая статистическое многообразие факторов, влияющих на результаты расчетов. В связи с тем, что любой фрагмент железнодорожной сети, принимаемый за объект моделирования, имеет прямые, переходные и кривые участки пути различного радиуса, а эксплуатируемый на этом участке подвижной состав, как правило, различен по типу и техническому состоянию, процесс износа профилей колес и рельсов целесообразно рассматривать как частично детерминированный. Величину износа профиля колеса и рельса, таким образом, следует определять, используя методы вероятностного моделирования. Следовательно, из всей сети железных дорог были выделены репрезентативные маршруты, имеющие тяжелые, нормальные и благо-

приятные условия с точки зрения реализации ресурса колеса (табл. 1).

Для выбора репрезентативных участков пути на основе анализа статистических данных о характеристиках главных путей в плане и профиле использовалась методика их ранжирования по каждому из следующих факторов, влияющих на интенсивность износа и напрямую связанных с параметрами пути:

- доля кривых малого радиуса (менее 400 м);
- доля кривых среднего радиуса (от 400 м до 700 м);
- доля кривых большого радиуса (более 700 м);
- средняя длина обеих переходных кривых;
- суммарная доля кривых малого и среднего радиуса с возвышением менее 40 мм;
- доля уклонов;
- средняя крутизна уклонов.

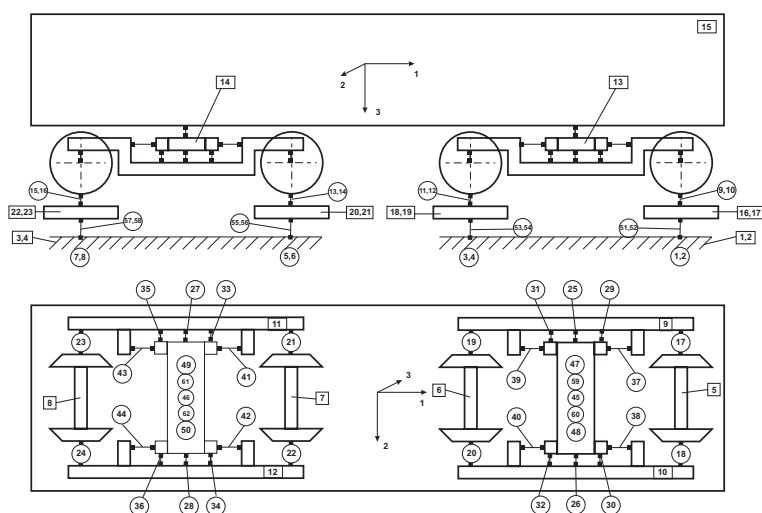
Табл. 1. Параметры репрезентативных маршрутов

Радиус кривых, м	Принятый для расчетов радиус, м	Протяженность, км	Длина круговой кривой, м	Длина переходной первой, м	Возвышение наружного рельса в кривой, мм	Скорость движения экипажа, м/с (км/ч)
Тяжелые условия эксплуатации						
менее 400	323	240	237	80	100	20,83 (75)
400-700	548	600	298	44	82	25,00 (90)
700-1 000	828	184	271	41	57	25,00 (90)
более 1 000	1 604	381	245	32	27	25,00 (90)
Нормальные условия эксплуатации						
менее 400	310	151	199	80	78	19,20 (69)
400-700	598	711	284	36	75	25,00 (90)
700-1 000	842	314	251	33	59	25,00 (90)
более 1 000	1 913	784	282	27	35	25,00 (90)
Благоприятные условия эксплуатации						
менее 400	335	32	189	80	15	16,39 (75)
400-700	580	403	331	45	77	25,00 (90)
700-1 000	838	167	295	42	57	25,00 (90)
более 1 000	1 663	507	297	35	29	25,00 (90)

Таким образом, например, к тяжелым условиям эксплуатации были отнесены маршруты, имеющие в совокупности участки с минимальным радиусом кривых, максимальной протяженностью и возвышением наружного рельса.

Скорость движения экипажа в кривых рассчитывалась исходя из величины допускаемого непогашенного ускорения $0,7 \text{ м/с}^2$ и принималась не более указанной для грузовых вагонов (табл. 84 [9]).

Математическая модель вагона и износа в контакте колеса с рельсом



□ – номера тел ○ – номера связей

Рис. 1. Расчетная схема грузового полувагона

Моделирование движения грузового полувагона на тележках модели 18-100 выполнено в программном комплексе MEDYNA с использованием математической модели [10, 12]. Расчетная схема вагона содержит 23 твердых тела (кузов, две наддресорные балки, четыре боковые рамы, четыре колесные пары, четыре участка пути и восемь участков рельсов), она представлена на рисунке 1. Геометрические и инерционные характеристики вагона приведены в таблицах 2 и 3.

В исследовании также рассматривался пассажирский купейный вагон, установленный на тележки КВЗ-ЦНИИ типа I (рис. 2).

В расчетной схеме модели проведена идеализация реальной механической системы

Табл. 2. Геометрические характеристики вагона

Наименование параметра	Величина
База вагона, м	8,650
База тележки, м	1,850
Поперечное расстояние между центрами рессорных комплектов, м	2,036
Высота центра масс кузова груженого вагона над УГР, м	2,350
Высота центра масс боковой рамы тележки над УГР, м	0,475
Высота центра масс надрессорной балки тележки над УГР, м	0,475
Диаметр колес по кругу катания, м	0,950

вагона. В частности, выделены абсолютно твердые тела и упруго-демпфирующие связи между ними. В качестве твердых тел выбраны кузов, обрессоренные массы тележек, колесные пары, участки подрельсового основания и участки рельсов.

Элементами связей моделировались буксовая и центральная ступени подвешивания, контакт между колесом и рельсом, упруго-демпфирующие свойства связи рельсов с подрельсовым основанием и земляного полотна. Для адекватного описания работы гидравлических гасителей колебаний центральной ступени подвешивания гасители моделировались отдельными элементами связей.

В расчетной схеме модели была использована следующая нумерация тел:

- кузов вагона (1);
- обрессоренные массы тележек (2, 3);
- четыре колесные пары (4-7);
- четыре элемента подрельсового основания (8-11);
- восемь участков рельсов (12-19).

Номера связей распределены следующим образом:

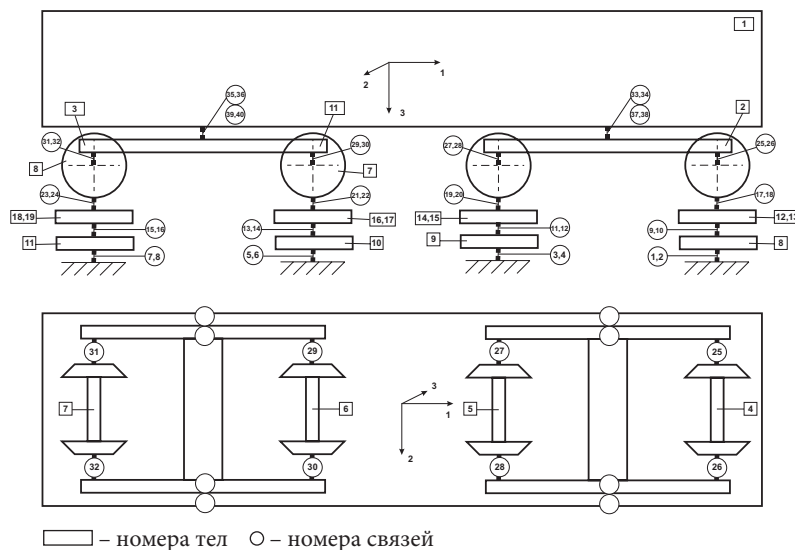
- упруго-демпфирующие свойства нижнего строения пути (1-8);
- упруго-демпфирующие свойства связи рельсов с подрельсовым основанием (9-16);
- контакт колеса с рельсом (17-24);
- буксовое рессорное подвешивание (25-32),
- центральное рессорное подвешивание (33-36);

Табл. 3. Инерционные характеристики вагонов

Элемент вагона	Масса, кг	Главный центральный момент инерции, кг·м ² , для оси		
		продольный	поперечный	вертикальный
Кузов груженный	84 400	112 524	1 279 033	1 293 439
Боковая рама*	584	16	195	180
Надрессорная балка**	682	370	9	373
Колесная пара	1 475	1 300	170	1 300

* учитываются 2/3 веса рессорного комплекта

** учитывается 1/3 веса рессорного комплекта



□ – номера тел ○ – номера связей

Рис. 2. Расчетная схема пассажирского вагона

- гидравлические гасители колебаний центральной ступени подвешивания (37-40).

Кроме того, определены направления координатных осей для отсчетной системы координат и аналогичные направления для собственных систем координат всех тел системы: ось 1 (продольная ось) соответствует направлению движения механической системы, ось 2 направлена вправо (поперечно оси пути), ось 3 (вертикальная ось) совпадает с направлением ускорения свободного падения.

Геометрические и инерционные характеристики пассажирского вагона, параметры рессорного подвешивания приведены в таблицах 4-5 соответственно.

Вычисление износа в модели основывается на теории абразивного износа (теория Арчарда [11]). Масса изношенного матери-

Табл. 4. Геометрические характеристики пассажирского вагона

Наименование параметра	Величина
База вагона, м	17,0
База тележки, м	2,4
Поперечное расстояние между центрами рессорных комплектов, м:	
– центральной ступени	2,036
– буксовой ступени	2,036
Угол наклона к горизонтали гидравлического гасителя колебаний в центральной ступени подвешивания, °	35
Высота центра масс кузова вагона над УГР, м	2,025
Высота центра масс рамы тележки над УГР, м	0,537
Высота центра масс колесной пары над УГР, м	0,475
Диаметр колес по кругу катания, м	0,950

Табл. 5. Инерционные характеристики пассажирского вагона

Элемент вагона	Масса, кг	Главный центральный момент инерции, кг·м ² , для оси		
		продольный	поперечный	вертикальный
Кузов	47 000	95 000	2 400 000	2 360 000
Обрессоренная масса тележки	3 650	3 540	3 500	6 670
Колесная пара с буксами	1 440	1 300	170	1 300

Результаты расчета параметров контактного взаимодействия колеса с рельсом

Расчет параметров контактного взаимодействия вагона с путем производился в соответствии с указанными в таблице 1 условиями при его движении по рельсам Р65 с неровностями согласно РД 32.68-96 [13]. Для учета прохода вагоном одновременно левой и правой кривых для левого и правого колес каждой колесной пары задавалась идентичность.

Износ профиля колеса для поверхности катания оценивался на расстоянии 70 мм от

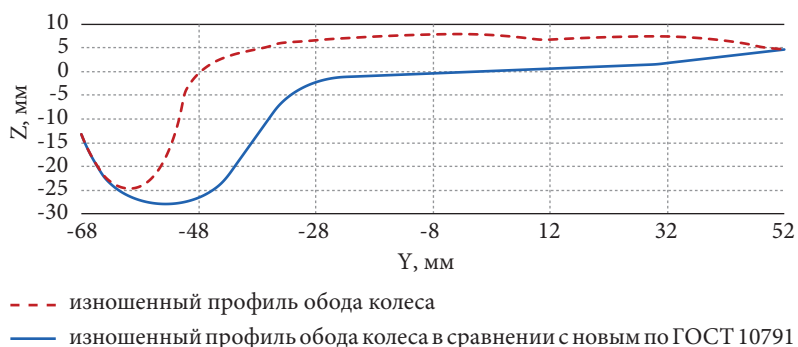


Рис. 3. Изношенный профиль колеса первой по ходу движения колесной пары

ала пропорциональна работе сил трения в контакте (A), причем различаются фазы слабого и сильного износа, для каждой из которых устанавливается свой коэффициент пропорциональности (k_v):

$$I = k_v \cdot A \quad (1)$$

Переход от сильного износа к слабому учитывается через отношение мощности сил трения в пятне контакта к его площади.

Для расчета износа колес грузового вагона использовались следующие параметры [12]:

- коэффициент износа $2,2 \times 10^{-6}$ г/Н·м для стадии сильного износа;
- коэффициент износа $1,4 \times 10^{-6}$ г/Н·м для стадии слабого износа;
- отношение мощности сил трения в пятне контакта колеса с рельсом к его площади, соответствующее переходу от слабого износа к сильному, 7 МВт/м²;
- коэффициент трения на поверхности катания колеса 0,25;
- коэффициент трения на гребне колеса 0,28.

границы обода, для гребня колеса – на высоте 18 мм от его вершины. На рисунке 3 представлен пример полученного изношенного профиля в системе координат YZ колеса первой по ходу движения колесной пары при проходе вагоном 26 тыс. км в тяжелых условиях в кривых радиусом менее 400 м.

Сравнение трех условий эксплуатации (тяжелых, нормальных и благоприятных) между собой производилось по показателю приведенного темпа износа колес (отдельно для гребней и поверхностей катания), учитывающего протяженность кривых различных радиусов в общей длине каждого маршрута:

$$P_{прив} = \sum \frac{P_i \cdot L_i}{L}, \quad (2)$$

- где P_i – темп износа гребня/поверхности катания колеса, мм/10 тыс. км, при движении вагона в кривой i -го радиуса;
 L_i – протяженность участка пути с кривой i -го радиуса, км;
 L – общая протяженность маршрута, км.

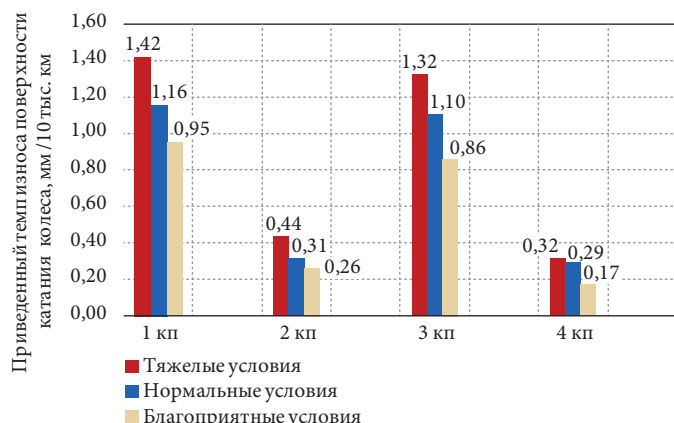


Рис. 4. Диаграмма приведенного темпа износа поверхностей катания колес вагона в зависимости от условий эксплуатации колесной пары

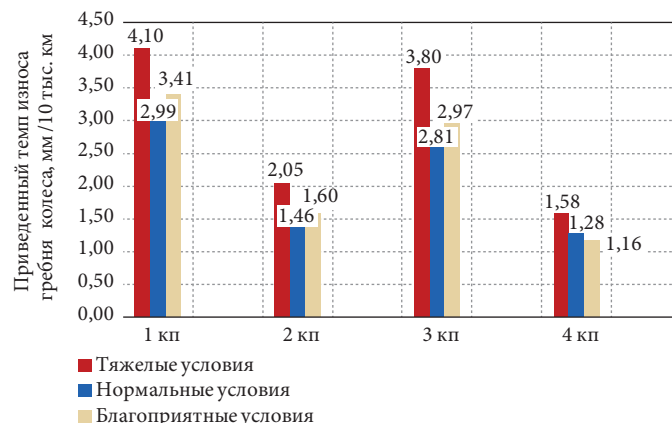


Рис. 5. Диаграмма приведенного темпа износа гребней колес вагона в зависимости от условий эксплуатации

На рисунках 4 и 5 представлены результаты расчетов приведенного темпа износа поверхности катания и гребня колеса соответственно отдельно для каждой колесной пары при движении вагона в различных условиях (на рисунках «кп» – колесная пара, номера колесных пар по ходу движения вагона).

Анализ диаграмм приведенного темпа износа поверхностей катания и гребня показал, что наибольший темп износа характерен для первой колесной пары при тяжелых условиях эксплуатации, он составляет 1,42 мм/10 тыс. км для поверхности катания и 4,1 мм/10 тыс. км для гребня колеса.

Кроме износа и темпа износа колес грузового вагона, для каждой колесной пары оценивались площади пятен контакта колеса с рельсом и мощности сил трения в них при проходе вагона по кривым различного радиуса (пробег вагона составлял от 25 тыс. км до 50 тыс. км для различных расчетных случаев). На рисунках 6, 7 представлены результаты расчета средней площади пятна

контакта колеса с рельсом (для поверхности катания и гребня соответственно) в зависимости от радиуса кривой при следовании вагона в тяжелых условиях (наибольшие полученные площади пятен контакта из всех рассматриваемых условий). Максимальная площадь пятна контакта соответствует кривой малого радиуса (323 м) и составляет по поверхности катания 3,7 см² и 0,76 см² по гребню соответственно.

На рисунках 8 и 9 представлены результаты расчета приведенной по участкам пути с различными радиусами средней мощности сил трения и псевдоскольжения в пятне контакта колеса с рельсом (для поверхности катания и гребня соответственно) при следовании вагона в различных условиях.

Анализ полученных результатов расчета площадей контакта, а также мощностей сил трения позволил установить, что среднее значение площади пятна контакта на поверхности катания и гребне колеса для тяжелых условий составило соответствен-

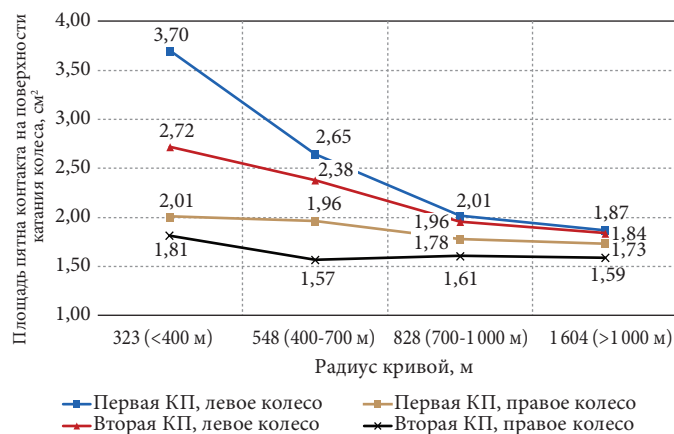


Рис. 6. Площадь пятна контакта на поверхности катания колеса в зависимости от радиуса кривой

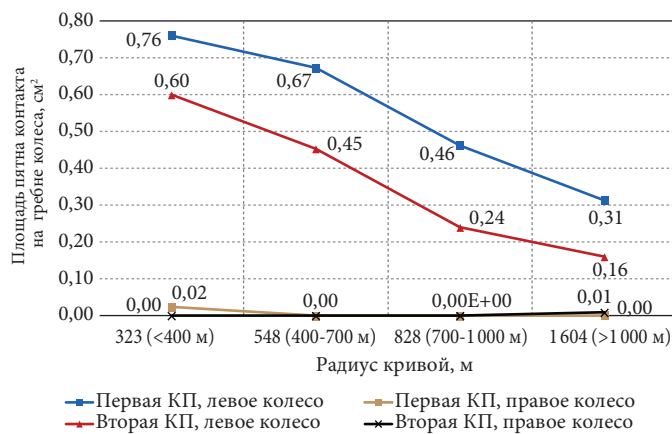


Рис. 7. Площадь пятна контакта на гребне колеса в зависимости от радиуса кривой

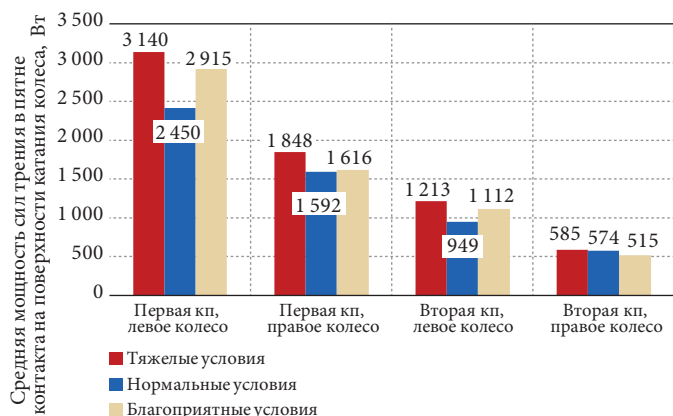


Рис. 8. Зависимость средней мощности сил трения в пятне контакта на поверхности катания колеса от условий эксплуатации

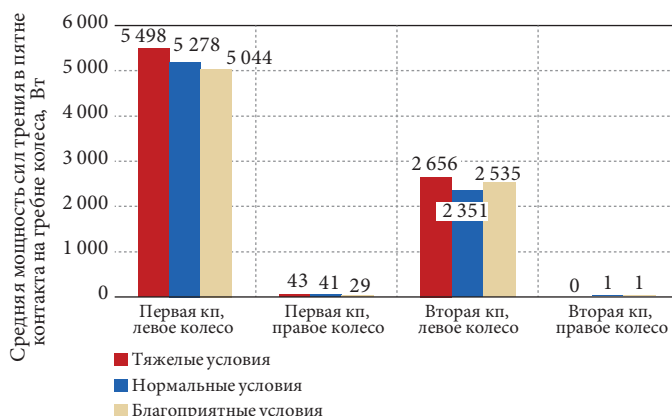


Рис. 9. Зависимость средней мощности сил трения в пятне контакта на гребне колеса от условий эксплуатации

но 2,56 см² и 0,35 см², для нормальных – 2,23 см² и 0,19 см² и для благоприятных – 2,51 см² и 0,37 см². Максимальные средние значения мощности сил трения и псевдоскольжения на поверхности колеса для тяжелых условий составили 3,14 кВт, для нормальных – 2,45 кВт и для благоприятных – 2,92 кВт. Максимальные средние значения

мощности сил трения на гребне колеса для тяжелых условий составили 5,50 кВт, для нормальных – 5,28 кВт и для благоприятных – 5,04 кВт.

Аналогичным образом были получены данные при взаимодействии колес пассажирского вагона с рельсами Р65, приведенные в заключении.

Заключение

Произведено математическое моделирование в программном комплексе MEDYNA движения груженого универсального полувагона, установленного на тележки 18-100 с осевой статической нагрузкой 23,5 тс, и пассажирского купейного вагона, установленного на тележки КВЗ-ЦНИИ типа I с профилем колеса по ГОСТ 10791 в паре с рельсами Р65.

Моделирование проходило с варьированием таких параметров, как скорость движения вагона и протяженность участка пути, радиус и длина переходных кривых, а также возвышение наружного рельса. В общей сложности рассматривались 12 моделей грузового вагона и 12 – пассажирского.

Анализ результатов расчета темпов износа и параметров пятен контакта показал:

Для груженого универсального полувагона

Максимальный износ гребня и поверхности катания составили соответственно 6,28 мм и 3,01 мм, отнесенных на 10 тыс. км для набегающего левого колеса первой колесной пары, при радиусе кривой 301 м

с протяженностью 151 км при пройденном действительном расстоянии 25,4 тыс. км.

Максимальный приведенный износ гребня и поверхности катания для набегающего левого колеса первой колесной пары составил соответственно 4,1 мм и 1,42 мм для тяжелых условий эксплуатации.

Среднее значение площади контакта на поверхности катания и гребне составляет соответственно 2,56 см² и 0,35 см² для тяжелых условий эксплуатации.

Максимальные средние значения мощности сил трения на поверхности колеса составляют 3 139,86 Вт для тяжелых условий эксплуатации.

Максимальные средние значения мощности сил трения на гребне колеса составляют 5 497,80 Вт для тяжелых условий эксплуатации.

Для пассажирского купейного вагона

Максимальный износ гребня и поверхности катания составили соответственно 6,53 мм и 1,37 мм, отнесенных на 10 тыс.

км для набегающего левого колеса первой колесной пары, при радиусе кривой 301 м с протяженностью 151 км при пройденном действительном расстоянии 16,18 тыс. км.

Максимальный приведенный износ гребня и поверхности катания для набегающего левого колеса первой колесной пары составил соответственно 4,61 мм и 0,80 мм для тяжелых условий эксплуатации.

Среднее значение площади контакта на поверхности катания и гребне составляет соответственно 1,81 см² и 0,33 см² для тяжелых условий эксплуатации.

Максимальные средние значения мощности сил трения на поверхности колеса составляют 2 858,45 Вт для тяжелых условий эксплуатации.

Максимальные средние значения мощности сил трения на гребне колеса составляют 3 694,51 Вт для тяжелых условий эксплуатации.

Список использованной литературы

- ГОСТ 10791-2011. Колеса цельнокатанные. Технические условия. – Введ. 2012-01-01. – М.: Стандартинформ, 2011. – 33 с.
- MEDYNA / Arge Care, Computer Aided Railway Engineering: Руководство пользователя / Под ред. Ю.П. Бороненко. – СПб.: НВЦ «Вагоны», 1997. – 8 кн.
- Анализ влияния ширины колеи, уширений в кривых и возвышений наружных рельсов на показатели износов гребней колес (мощности сил трения между гребнем и рельсом) / Е.А. Рожкова, В.В. Закирова // Проблемы трансферта современных технологий в экономику Забайкалья и железнодорожный транспорт: материалы международной научно-практической конференции (г. Чита, 13-14 октября 2011 г.) / Забайкальский ин-т ж.-д. трансп. [и др.]. – Чита: ЗаБИЖТ, 2011. – С. 104–108.
- Анализ влияния параметров экипажей и пути на интенсивность износа в системе «колесо-рельс» (на основе полного факторного численного эксперимента) / С.М. Захаров, Д.Ю. Погорелов, В.А. Симонов // Вестник ВНИИЖТ. – 2010. – № 2. – С. 31–35.
- Влияние радиуса кривых на характеристики взаимодействия колеса и рельса / С.А. Захаров, И.А. Жаров // Устройство содержания пути и подвижного состава при тяжеловесном и скоростном движении поездов. Колесо-рельс: сб. науч. трудов научно-практической конференции ОАО «ВНИИЖТ». – М.: ИНТНКСТ, 2008. – 240 с.
- Анализ влияния параметров экипажа и пути на показатели, определяющие безопасность движения / Ю.М. Черкашин, Д.Ю. Погорелов, В.А. Симонов // Вестник ВНИИЖТ. – 2010. – № 2. – С. 3–9.
- Szabó A, Zobory I. On Deterministic and Stochastic Simulation of Wheel and Rail Profile Wear Process. Periodica Polytechnica, Transportation Engineering: Technical University Budapest, 1998. – Vol. 26.
- Воробьев А.А., Конограй О.А. Сопоставление территориальных филиалов ОАО «РЖД» по условиям эксплуатации колесных пар подвижного состава. Новые материалы и технологии в машиностроении: сборник науч. трудов по итогам международной научно-технической конференции / Под общей ред. Е.А. Панфилова. – Вып. 21. – Брянск: БГИТА, 2015. – С. 98–107.
- Приказ № 41 от 12.11.2001 «Нормы допускаемых скоростей движения подвижного состава по железнодорожным путям колеи 1520 (1524) мм федерального железнодорожного транспорта». – М.: Транспорт, 2001. – 126 с.
- Орлова А.М., Лесничий В.С., Рудакова Е.А., Комарова А.Н., Саидова А.В. Требования к динамическим качествам грузовых вагонов и методы их подтверждения: учеб. пособие. – СПб.: ПГУПС, 2014. – 37 с.
- Elastic deformation and the laws of friction / J.F. Archard // Proc. Royal Society. – London, 1957. – Ser. A243. – P. 190–205.
- Саидова А.В. Совершенствование прогнозирования износа профилей колес грузовых вагонов: Дис. ... канд. техн. наук. – СПб.: ПГУПС, 2013. – 121 с.
- РД 32.68-96. Расчетные неровности железнодорожного пути для использования при исследованиях и проектировании пассажирских и грузовых вагонов. – Введ. 1997-01-01. – М., 1996. – 17 с. Ⓢ

Статистика

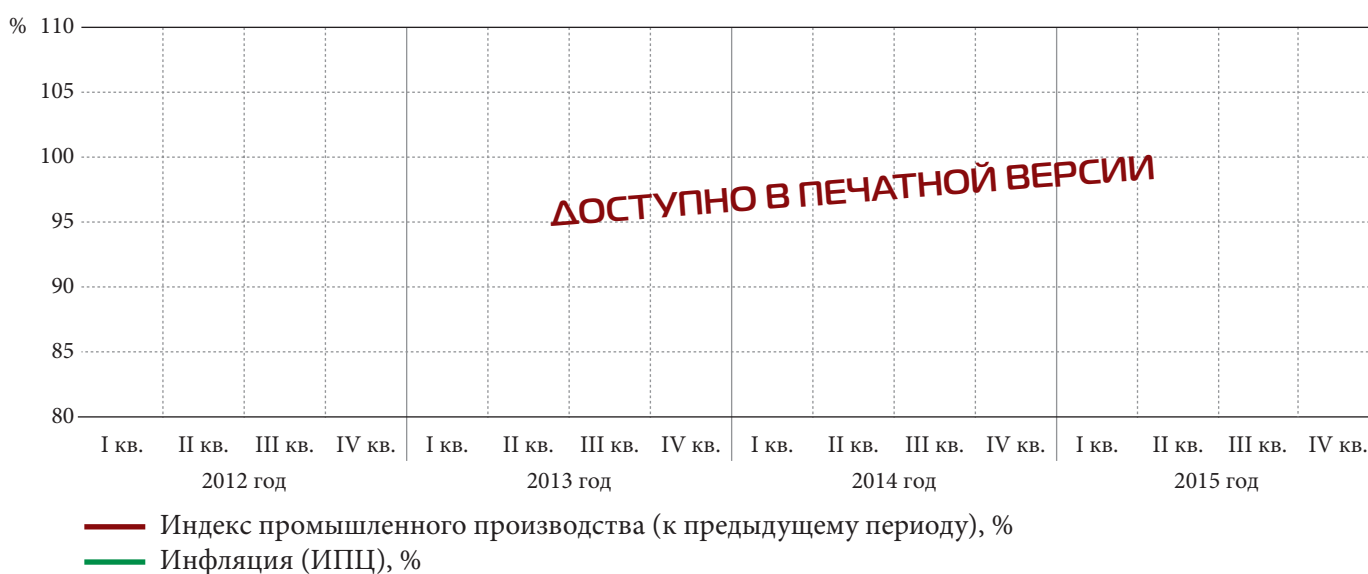
Статистические показатели, представленные в настоящем разделе, основаны на официальных данных федеральных органов исполнительной власти, скорректированных по данным ОАО «РЖД» и производителей.

Основные макроэкономические показатели

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

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

ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ



Основные показатели железнодорожного транспорта

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

Погрузка, млн т
Грузооборот, млрд т·км

ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ



Индексы цен в промышленности

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

ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ



- Индекс цен производителей промышленных товаров
- Обрабатывающие производства
- Metallургическое 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 нефтепереработки (на конец периода), руб./т

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

Нефть добытая (включая газовый конденсат)

Уголь

Газ**

Бензин

Топливо дизельное

ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ

* Данные за ноябрь

** руб./ тыс. м³



Железнодорожное машиностроение

Производственные показатели

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

Локомотивы

Производство локомотивов в IV кв. 2014 и 2015 годов ежемесячно, ед.

Виды продукции	2014 год				2015 год			
	октябрь	ноябрь	декабрь	IV кв.	октябрь	ноябрь	декабрь	IV кв.
Тепловозы магистральные								
Электровозы магистральные								
Тепловозы маневровые и промышленные широкой колеи								
Электровозы рудничные								

Производство локомотивов в 2014 и 2015 годах поквартально, ед.

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

ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ

Производство локомотивов в 2014 и 2015 годах поквартально, ед.



ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ

Производство локомотивов по предприятиям в IV кв. 2014 и 2015 годов, ед.

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

ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ

ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ

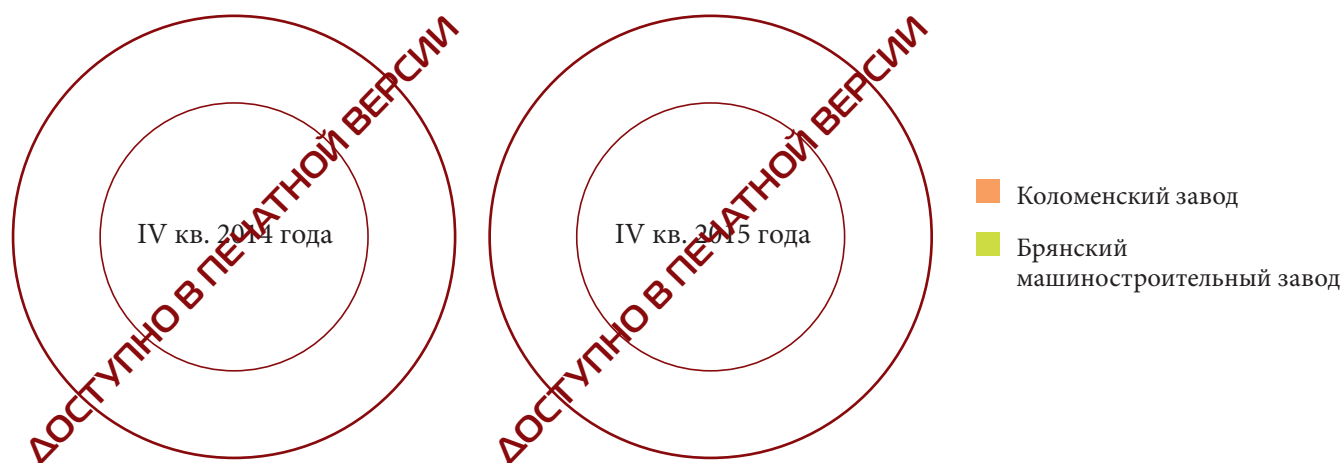
ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ

ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ

Структура производства магистральных электровозов в IV кв. 2014 и 2015 годов



Структура производства магистральных тепловозов в IV кв. 2014 и 2015 годов



Вагоны

Производство вагонов в IV кв. 2014 и 2015 годов, ежемесячно, ед.

Виды продукции	2014 год				2015 год			
	октябрь	ноябрь	декабрь	IV кв.	октябрь	ноябрь	декабрь	IV кв.
Вагоны грузовые магистральные								
Вагоны пассажирские магистральные								
Вагоны электропоездов								
Вагоны метрополитена								
Вагоны трамвайные								

ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ

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

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

ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ

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



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



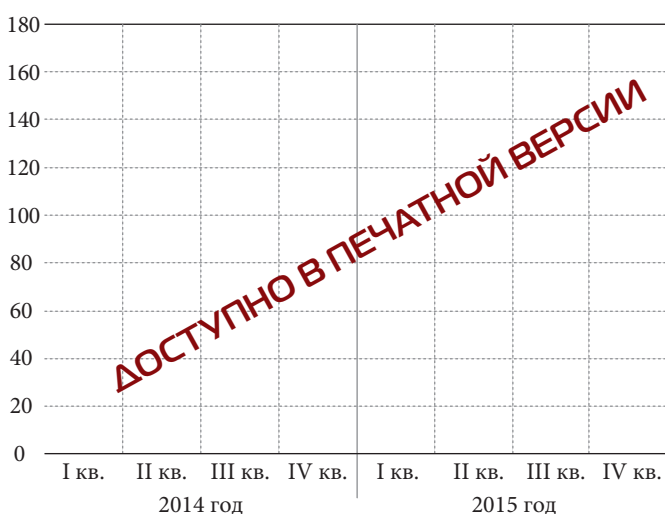
Производство пассажирских вагонов в 2014 и 2015 годах, поквартально, ед.



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



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

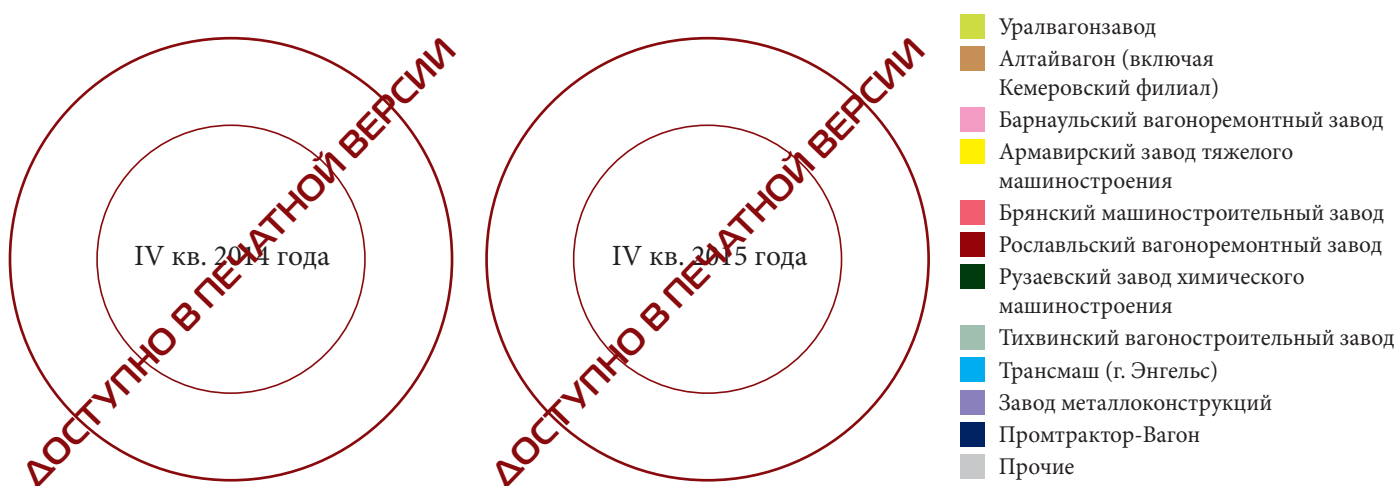


Производство вагонов по предприятиям в IV кв. 2014 и 2015 годов, ед.

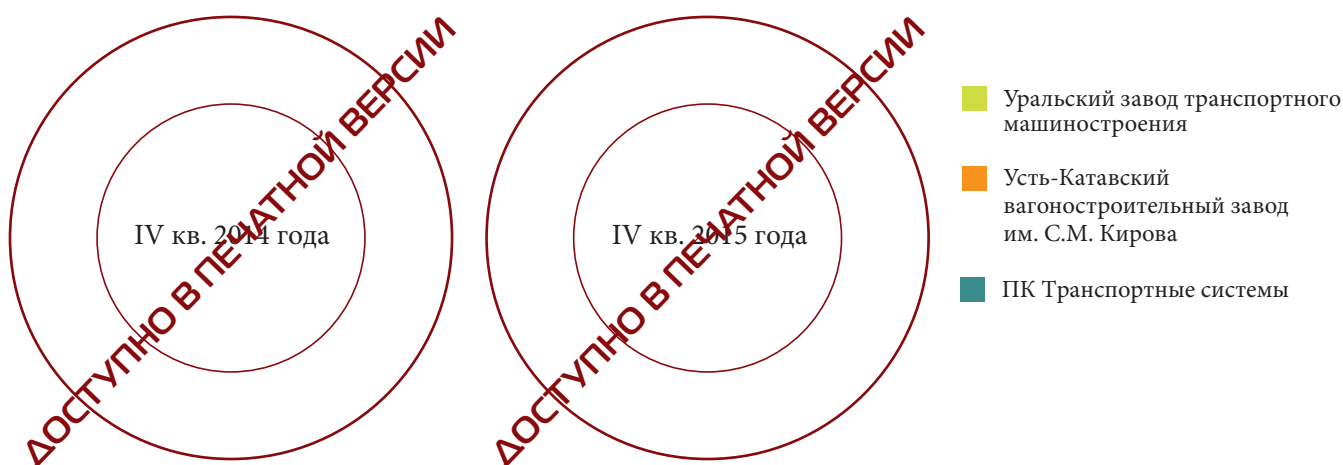
Производители вагонов	за IV квартал		
	2014 год	2015 год	Отношение 2015 г. к 2014 г., %
Вагоны грузовые			
Уралвагонзавод			
Алтайвагон (включая Кемеровский филиал)*			
Барнаульский вагоноремонтный завод*			
Армавирский завод тяжелого машиностроения			
Брянский машиностроительный завод			
Рославльский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

* Экспертная оценка

Структура производства грузовых вагонов в IV кв. 2014 и 2015 годов



Структура производства трамвайных вагонов в IV кв. 2014 и 2015 годов



Экономические показатели

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

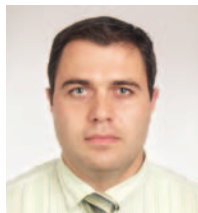
Тип производства	за январь – ноябрь		
	2015 год	2014 год	2015 г. к 2014 г., %
35.20. Производство железнодорожного подвижного состава:			
35.20.1. железнодорожных локомотивов			
35.20.2. моторных ж/д, трамвайных вагонов и вагонов метро, автомотрис и автодрезин			
35.20.3. прочего подвижного состава: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

ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ

Разработка и создание двигателя нового типоразмерного ряда 12ΛДГ500 (12ЧН 26,5/31) для магистрального тепловоза



В. А. Рыжов,
профессор, действительный член Санкт-Петербургской академии наук, заслуженный конструктор РФ, лауреат премии Правительства РФ, главный конструктор по машиностроению ОАО «Коломенский завод»



В. Р. Исянов,
начальник отдела перспективного проектирования ОАО «Коломенский завод»

Жесткая конкурентная борьба на мировом рынке дизелестроения, серьезное снижение норм эмиссии вывели на первый план требования по обеспечению максимально возможных экологических и экономических показателей, что заставило разработчиков существенно увеличить интенсивность рабочего процесса.

История вопроса

Производство дизельных двигателей – одно из важнейших направлений в машиностроении, оказывающее значительное влияние на решение экономических, экологических и социальных вопросов в России. Маркетинговые исследования российского рынка железнодорожного транспорта свидетельствуют, что ОАО «РЖД» является крупнейшим потребителем среднеоборотных дизелей, а производство дизельных двигателей для тепловозов – стратегически важным направлением деятельности.

В последние годы все более активно продолжаются попытки проникновения на рынок России и стран СНГ импортной дизельной продукции, поставляемой ведущими зарубежными фирмами дизелестроения (MTU, MAN, Wärtsilä, GE, Caterpillar и др.). Утрата собственного дизельного производства может привести к зависимости России от других стран в одной из важнейших технологических отраслей, имеющей критическое значение, в том числе для обеспечения национальной безопасности.

Основным типом дизелей, разработанных и выпускаемых в настоящее время ОАО «Коломенский завод», являются современные 4-тактные с газотурбинным наддувом дизели типа Д49 (ЧН 26/26). В процессе развития типоразмерного ряда создано свыше 50 дизель-

ных, газодизельных и газовых модификаций различного назначения (военно-морской и гражданский флот, буровые установки, малая энергетика, атомные станции, локомотивы и автомобили большой грузоподъемности). По основным параметрам – ресурсу, расходам топлива и масла, экологическим показателям – дизели Д49 не уступают зарубежным аналогам, а по некоторым – превосходят их.

Параметры локомотивных двигателей Д49, достигнутые за последние годы, дают основание полагать, что их конструкция при уровне форсировки до $P_{me} = 18$ бар является одной из лучших в мире. Вместе с тем исследования рабочего процесса в области больших форсировок, а также поиски компромиссных вариантов организации рабочих процессов с целью одновременного улучшения экологических и экономических параметров выявили ряд недостатков конструкции, которые ограничивают возможности типоразмерного ряда Д49.

Следует, однако, отметить, что конструкторские решения, положенные в основу компоновки Д49, долгие годы являлись достаточно эффективными, поскольку они обеспечили модульность конструкции при весьма хороших весогабаритных показателях. Исследования показали, что обеспечить параметры на уровне лучших зарубежных образцов при агрегатной мощности локомотивного двига-

теля от 3 000 до 4 500 кВт в рамках размерности 26/26 очень сложно. Обеспечение высоких показателей надежности при интенсивных рабочих процессах требует повышенных прочностей, что и обусловило создание ряда двигателей нового поколения.

Анализ перспективных конструкций двигателей ведущих зарубежных фирм, требование заказчиков к перспективным агрегатам на основе дизелей, научных публикаций в периодической печати, содержание докладов на международных конгрессах СИМАС¹, перспективных требований стандартов, а также результаты собственных работ по НИОКР показали необходимость начала проектирования двигателя нового поколения с учетом опыта создания и доводки ряда Д49. Основы концепции конструкций, предварительные расчеты и синтез первых вариантов двигателей выполнены конструкторским подразделением

завода в инициативном порядке на базе мониторинга развития мирового дизелестроения. Работы велись по утвержденному старшим вице-президентом ОАО «РЖД» В.А. Гапановичем техническому заданию. В период 2012-2015 годов работы были продолжены в рамках Федеральной целевой программы Министерства промышленности и торговли России. Основной задачей программы являлось создание перспективных базовых образцов модельного ряда среднеоборотных V-образных дизельных двигателей и дизель-генераторных установок для магистральных грузовых и пассажирских локомотивов в мощностном диапазоне 2 000-4 500 кВт, обеспечивающих достижение современных и перспективных требований по техническому и экологическому уровням совершенства дизельных двигателей, а также конкурентоспособность по отношению к ведущим зарубежным аналогам.

Анализ и определение технических характеристик двигателя типоразмерного ряда Д500

Учитывая явную тенденцию увеличения спроса на среднеоборотные двигатели в локомотивостроении, накопленный заводом опыт создания и производства среднеоборотных дизелей, его конструкторскую, экспериментальную и производственную базы, а также то, что в диапазоне дизелей с цилиндровой мощностью 300-500 л.с. в России производителей нет, было решено создать новый типоразмерный ряд Д500 (ЧН 26,5/31).

В качестве первого базового варианта была принята разработка 12-цилиндрового двигателя 12ЛДГ500 (12ЧН 26,5/31) мощностью 4 420 кВт (6 000 л.с.), предназначенного для тяжелых грузовых магистральных локомотивов, способных водить составы до 12 000 т в Сибири и на Дальнем Востоке.

Проведенный анализ результатов моделирования рабочего процесса и критериев напряженности конструкции позволили определить технические характеристики двигателя типоразмерного ряда Д500:

- диаметр цилиндра – 265 мм;
- ход поршня – 310 мм;
- рабочий цикл – 4-тактный;

- V-образная конструкция, угол развала блока цилиндров – 45°;
- блочно-модульная компоновка двигателя;
- частота вращения коленчатого вала на номинальном режиме – 1 000 мин⁻¹;
- цилиндровая мощность – 368 кВт (500 л.с.);
- максимальное давление сгорания – не менее 185 бар.

Основное отличие создаваемого типоразмерного ряда Д500 от своих предшественников кроется прежде всего в рабочем процессе, который характеризуется целым рядом особенностей: максимальное давление сгорания – 220 бар, давление впрыска топлива – 1 800 бар, степень повышения давления в компрессорах – до 4,5, степень сжатия – 16,5, оригинальная форма камеры сгорания, специальные фазы газораспределения с реализацией цикла Миллера, система воздухообеспечения, генерирующая мощный воздушный вихрь в камере сгорания, а также комплексное адаптивное управление системами двигателя, позволяющее реализовать резервы рабочего процесса в широком диапазоне частот вращения, нагрузок и переходных режимов, и т. д.

¹ СИМАС – Международный совет по двигателям внутреннего сгорания (The International Council on Combustion Engines).

Решение задачи создания двигателя нового поколения потребовало новый подход к организации конструкторских работ, системного анализа, основанного на комбинации аналитических и экспериментальных исследований. По мере совершенствования приемов конструирования, изготовления, испытаний, изучения условий эксплуатации, потребностей рынка были созданы и способы обеспечения менеджмента качества проектирования, представляющие собой совокупность последовательных взаимосвязанных параллельно-последовательных шагов от начала проектирования до постановки на серийное производство, регламентированных международными и российскими стандартами, которые для конструктора являются обязательными. Основные совершенствования двигателя включали в себя:

- повышение производительности эксплуатируемой техники;
- снижение вредных воздействий на окружающую среду;
- выпуск продукции, выполненной по единой конструктивно-элементной концепции, которая имеет в пределах типоразмерного ряда различные характеристики для удовлетворения конкретных потребностей заказчиков;
- применение максимального количества унифицированных деталей и сборочных единиц;
- применение электронных систем управления дизелем;
- снижение потребления дизельного топлива;
- уменьшение расхода масла.

Описание конструкции двигателя Д500

В конструкторском облике двигателя Д500 реализованы лучшие технические решения мирового двигателестроения и применены самые современные материалы, а также химико-термические методы упрочнения деталей. Для достижения лучших параметров использована новая силовая схема с моноблочной опирающейся на блок безрубашечной втулкой. Двигатель имеет модульную безрамную конструкцию с прифланцованным тяговым агрегатом. Блок цилиндров – цельнолитой из высокопрочного чугуна. Воздушный ресивер – в развале блока цилиндров, водяные и масляные каналы в максимальной степени располагаются в литом блоке. Два параллельных неохлаждаемых выхлопных коллектора находятся над воздушным ресивером. Коленчатый вал – стальной с термообработкой ТВЧ и упрочнением галтелей методом пластической деформации. Шейки коленчатых валов азотированы и хонингованы с нанесением маслоудерживающей сетки. Кривошипно-шатунный механизм – с рядом стоящими шатунами. Коренные и шатунные подшипники – из биметаллической ленты с многокомпонентным гальваническим покрытием, обеспечивающим достаточную несущую способность при заданной температуре масла. Цилиндровый комплект – в виде единого модуля (крышка – втулка – поршень – шатун). Крышка

цилиндра – из высокопрочного чугуна с центральным расположением форсунки. На двигателе применены газоплотные поршни овально-бочкообразной формы с антифрикционным покрытием марки ТСП-1Д, форма камеры сгорания спрофилирована с учетом распределения факела топлива с возможностью интенсивного смесеобразования. Кольца – из высокопрочного чугуна с хромокерамическим покрытием рабочей поверхности. Два цельноточенных распределительных вала, расположенные по бокам двигателя, – со съемными кулачковыми шайбами с возможностью замены кулачков без выемки вала. Топливоподкачивающий насос, фильтры тонкой очистки топлива и масла, насосы воды и один насос масла установлены в объединенном приводе на переднем торце двигателя.

Система топливоподачи – импульсного типа с электронным управлением. Подача топлива – в одну, две и три фазы. Предусмотрены различные варианты отключения цилиндров на режиме холостого хода. Электронная система топливоподачи обеспечивает стабильность характеристик двигателя. Два малоинерционных турбокомпрессора (ТК) – с повышенным КПД. Система воздухообеспечения и газовыхлопа регистрового типа – с отключением одного ТК на режимах малых нагрузок. Система обеспечивает возможность перепуска воздуха с нагнетанием на

вход в турбину на частичных нагрузках и перепуск газов за турбину на режимах номинальной мощности и близких к нему режимам. Система охлаждения – высокотемпературная закрытого типа, двухконтурная (с горячим и холодным контурами). Система смазки дизеля – двухконтурная с самоочищающимся фильтром тонкой очистки масла, установленном на двигателе.

Тяговый агрегат со встроенными обмотками стартера и генератора, исключая необходимость приводов дополнительных электрических машин, прифланцеван к заднему торцу блока. Это повышает надежность двигателя и его механический КПД, что дополнительно снижает расход топлива. Двигатель укомплектован необходимым количеством управляющих систем, исполнительных механизмов датчиков и кабелей, обеспечивающих его работу в заданном диапазоне. В конструкции двигателя заложена потенциальная возможность дальнейшего совершенствования и развития типоразмерных рядов. Базовые модификации семейств дизелей, как правило, создаются на перспективу с последующей многократной модернизацией.

Это полностью российская разработка, защищенная целым рядом патентов.

Работы по проектированию дизельных двигателей и дизель-генераторных установок проведены с привлечением современных программно-аппаратных средств и математических моделей, позволивших реализовать принцип компьютерного проектирования – моделирование рабочих процессов в двигателях, проведение прочностных расчетов, разработку трехмерных геометрических моделей основных деталей и узлов.

С целью повышения оперативности и глубины конструкторских работ на Коломенском заводе создана корпоративная вычислительная сеть, внедрена система САПР на основе современных программ.

САПР базируется на программных комплексах двух уровней – «Компас» версии V6 Plus (для двумерного черчения), Solid Edge (для сложных трехмерных сборок).

Используя последовательно-параллельный метод проектирования совместно с современным программным комплексом для трехмерного отображения, разработана 3D-модель двигателя и выбрана оптимальная компоновка для него (рис. 1).

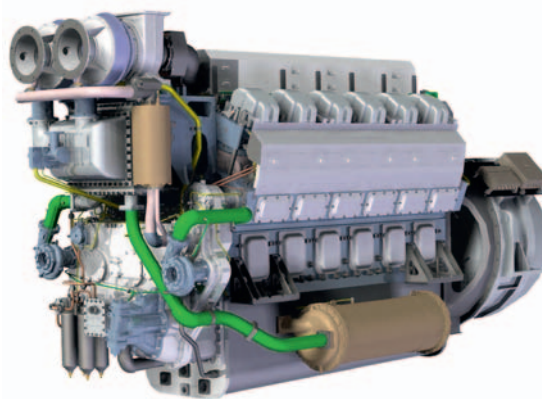


Рис. 1. Общий вид электронной 3D-модели дизель-генератора 12ЛДГ500

Для обеспечения требований современного уровня производства в конструкции заложен принцип модульной компоновки (рис. 2). Этот принцип позволяет осуществлять крупноузловую сборку дизеля в сборочном цехе с минимальными регулировками и затратами производственного времени.

Высокий уровень технической культуры конструкции дизель-генератора подтверждается возможностью удобного и легкого доступа к деталям и узлам для обслуживания и ремонта.

В результате качественной оценки художественно-конструкторской разработки определено, что внешний вид дизель-генератора имеет высокий технико-эстетический уровень.

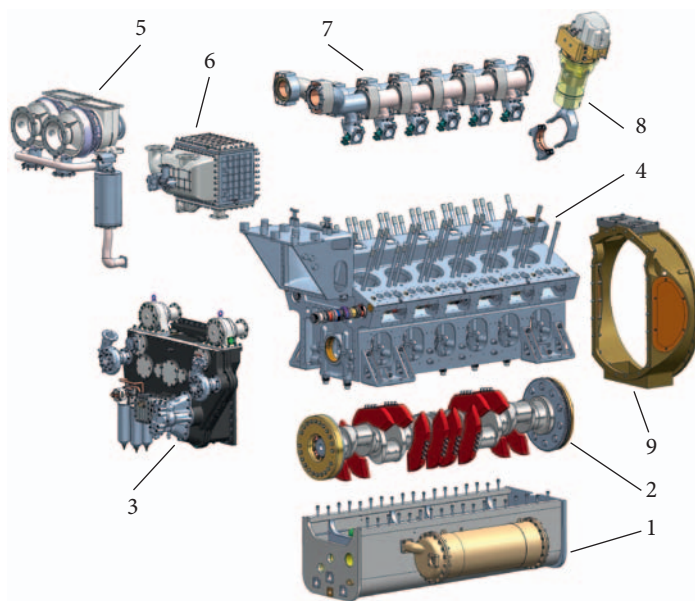


Рис. 2. Основные модули конструкции:
1 – ванна масляная; 2 – вал коленчатый; 3 – привод насосов и распределительных валов; 4 – блок цилиндров; 5 – турбокомпрессоры; 6 – охладитель наддувочного воздуха; 7 – выпускные коллекторы; 8 – цилиндрический комплект; 9 – проставок генератора

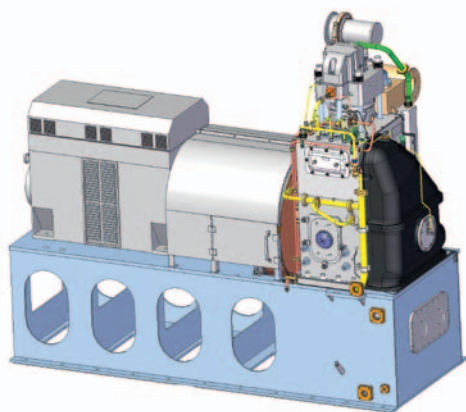


Рис. 3. Одноцилиндровая дизельная установка ОД500 1ЧН 26,5/31

Для отработки конструкции и доводки параметров нового дизеля с целью сокращения времени на создание опытного образца и удешевления экспериментально-доводочных работ был разработан комплект рабочей конструкторской документации одноцилиндровой дизельной установки ОД500 с дизельным двигателем 1ЧН 26,5/31 и изготовлен одноцилиндровый отсек дизеля (рис. 3), на котором проводятся экспериментальные исследования и в настоящее время. Эти работы были необходимы для более глубокого изучения процессов, происходящих во вновь создаваемом дизеле, изучения особенностей работы дизеля в различных условиях, воздействия различных видов нагрузок на детали и узлы, определения теплового баланса дизеля, теплового напряженного состояния его деталей, механических потерь и КПД, уровней шума и вибрации, токсичности выхлопных газов и т. п.

Результаты испытаний подтвердили расчетные параметры нового двигателя.

С целью оптимизации весогабаритных показателей проанализированы конструкции базовых элементов на прочность и надежность.

Для решения поставленной задачи в отделе прочности были проведены все расчеты напряженно-деформированного состояния, которые базируются на многократно проверенных на практике методиках либо на расчетах по известным лицензионным программам метода конечных элементов (МКЭ).

Рекомендуемые пределы минимальных величин запасов циклической прочности основаны на многолетнем опыте проектирования и эксплуатации дизелей. Эти запасы обеспечивают высокую надежность деталей и узлов

в эксплуатации и в то же время не являются чрезмерными, что позволяет иметь современные показатели удельной массы дизелей.

Также с целью подтверждения полученных результатов в отделе прочности были проведены натурные усталостные испытания блока цилиндров, элементов коленчатого и распределительных валов, крышки и втулки цилиндра и других деталей и сборочных единиц. Это было осуществлено на испытательной универсальной машине по ранее разработанной на ОАО «Коломенский завод» методике. Согласно ей испытания проводятся с заданной перегрузкой по напряжениям в наиболее опасных сечениях, равной минимально допустимому запасу циклической прочности. В случае прохождения детали без разрушения базового числа циклов считается, что запас прочности соответствует допустимым значениям.

Результаты показали, что запасы прочности соответствуют рекомендуемым значениям, при которых обеспечивается требуемая долговечность и прочность конструкции в эксплуатации.

После проведенных испытаний на прочность и по доводке рабочего процесса на одноцилиндровой дизельной установке ОД500 были выданы рекомендации, которые, в свою очередь, учитывались при разработке рабочей конструкторской документации на базовый двигатель 12ЛДГ500.

Вся рабочая конструкторская документация разработана в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 9001, руководства по качеству СТБ 88.07.004, требованиями Единой системы конструкторской документации, Единой системы технологической документации и Единой системы технологической

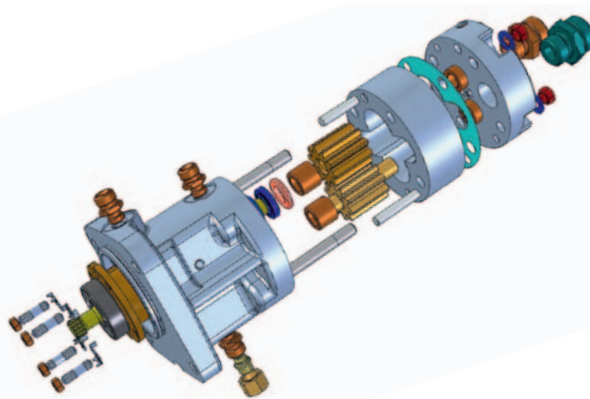


Рис. 4. Иллюстрация топливopодкачивающего насоса из каталога деталей и сборочных единиц

подготовки производства, другими нормативными документами системы качества.

Разработаны руководство по эксплуатации и каталог деталей и сборочных единиц, предназначенные для составления заявок на запасные части, необходимые при техническом обслуживании и ремонте дизель-генератора 12ЛДГ500.

Все иллюстрационные материалы выполнены с использованием современных программных комплексов по визуализации деталей и сборочных единиц в трехмерном отображении (рис. 4).

В кратчайшие сроки ОАО «Коломенский завод» удалось изготовить первый опытный образец двигателя 12ЛДГ500 и установить его на вновь созданный экспериментальный стенд (рис. 5). Стенд оснащен современной измерительной аппаратурой, объединенной в корпоративную вычислительную сеть со специализированной базой данных, включая полный комплекс приборов для измерения эмиссии вредных выбросов и твердых частиц.

Первоочередной задачей являлось достижение показателей, обозначенных в техническом задании относительно двигателя, с учетом допусков, оговоренных международными стандартами (+5%). Такой результат был получен достаточно быстро в связи с хорошим качеством проектных работ. Увеличение рабочего объема цилиндра, новая схема двигателя Д500 в совокупности с использованием лучших технических решений обеспечили удельный расход топлива по ISO 3046-1 – 185 г/кВт·ч, удельный расход масла на угар – не более 0,5 г/кВт·ч.

Экономические показатели соответствуют ГОСТ 31967, а с использованием опции комплектования трехступенчатой системой нейтрализации отработавших газов (ОГ) – Stage IIIВ. При этом следует понимать, что трехступенчатая система нейтрализации ОГ существенно увеличивает стоимость дизель-генератора и требует изменения конструкции локомотива с целью ее размещения.

Результаты, полученные на первом этапе испытаний, показали, что рабочий процесс двигателя имеет резервы по снижению расхода топлива и эмиссии, поэтому было принято решение продолжить доводочные испытания.

Современные среднеоборотные двигатели создаются для эксплуатации в течение многих лет, поэтому их проектирование и постановка



Рис. 5. Дизель-генератор 12ЛДГ500 мощностью 4 412 кВт (6 000 л.с.)


на производство даже у самых передовых фирм дизелестроения занимает 6-10 лет при постоянных усовершенствованиях рабочего процесса двигателя, направленных на улучшение экономических и экологических показателей.

Запланированы следующие направления по улучшению качества рабочего процесса:

- оптимизация согласования характеристик ТК и двигателя;
- оптимизация тепловозной характеристики;
- оптимизация характеристик систем топливоподачи;
- оптимизация фаз газораспределения.

Проект дизеля нового поколения Д500 (ЧН 26,5/31) был удостоен высокой оценки, о чем свидетельствуют полученные патенты на этапе проектирования, а также интерес со стороны основных заказчиков среднеоборотных дизельных двигателей – ОАО «РЖД», ВМФ и Росатом.

В сентябре 2015 года на Экспериментальном кольце ОАО «ВНИИЖТ» на Expo 1520 был представлен натурный опытный образец базового двигателя нового поколения 12ЛДГ500. В конкурсе на лучшую инновационную разработку проект двигателя 12ЛДГ500 стал победителем в номинации «Локомотивы и моторвагонный подвижной состав».

Выполненные работы позволили создать двигатель нового поколения типоразмерного ряда Д500 с увеличенным диапазоном агрегатных мощностей, улучшенными экономическими и экологическими параметрами, а также расширить продуктовый портфель предлагаемых на рынок среднеоборотных двигателей и дизель-генераторных установок. 

Модернизированный тепловоз ТЭМ2-УГМК



А. Г. Ворошнин,
технический директор
ОАО «Шадринский
автоагрегатный завод»
(ОАО «ШААЗ»)



А. В. Папировский,
заместитель технического
директора по модернизации
тепловозов ОАО «ШААЗ»

Тепловоз ТЭМ2-УГМК создан по проекту компании Woodward-MAV (Венгрия) в результате проведения глубокой модернизации тепловоза серии ТЭМ2. Локомотив предназначен для выполнения маневровых и вывозных работ на путях колеи 1520 мм на горнодобывающих, металлургических и других промышленных предприятиях. Цех модернизации тепловозов запущен на ОАО «ШААЗ» в 2014 году. Всего за 2014-2015 годы было выпущено 12 тепловозов серии ТЭМ2-УГМК.

Проект по модернизации тепловозов (рис. 1) реализован на ОАО «ШААЗ» – предприятии машиностроительного комплекса ОАО «Уральская горно-металлургическая компания» (ОАО «УГМК»).

Целью модернизации было существенное сокращение эксплуатационных затрат за счет замены устаревшего силового и вспомогательного оборудования на современное и экономичное, которое позволит повысить производительность и коэффициент технической готовности, снизит затраты на обслуживание и ремонт (табл. 1). Также значительное внимание уделено улучшению условий труда локомотивной бригады и обслуживающего персонала.

При проведении модернизации все расположенные на главной раме узлы и агрегаты (включая кабину и элементы кузова) демонтируются и заменяются новыми.

В конструкцию главной рамы тепловоза внесены изменения, необходимые для установки новых агрегатов. Высота боковых площадок увеличена для размещения кабельных каналов. Для компенсации снижения веса установленного оборудования в раме уложен балласт. Кроме того, под боковыми площадками установлены вновь изготовленные песочные бункеры.

Конструкция тележек не изменилась, производился только их ремонт (в объеме заводского ремонта). Восстановление колесных пар, тяговых электродвигателей и т. д. (рис. 2)



Рис. 1. а) ТЭМ 2



б) ТЭМ2-УГМК

Табл. 1. Технические характеристики тепловозов ТЭМ2 и ТЭМ2-УГМК

№	Наименование	ТЭМ2	ТЭМ2-УГМК
1	Род службы	маневровый	
2	Передача	электрическая	
3	Число ведущих осей	6	
4	Число секций	1	
5	Конструкционная скорость по экипажу, км/ч	100	
6	Служебная масса, т	120±3%	
7	Конструкционная скорость, км/ч	100	
8	Объем антифриза, л	1 000	450
9	Запас топлива, л	6 400	
10	Объем масла, л	1 000	148
11	Запас песка, кг	2 000	1 400
12	Система кондиционирования	Нет	Да
13	Микроволновая печь	Нет	Да
14	Холодильник	Нет	Да
15	Предпусковой подогреватель	Нет	Да
16	Низкокапотная компоновка	Нет	Да
17	Пульт управления	1 (2)	2

выполнялось на специализированных предприятиях, имеющих необходимые лицензии. Были установлены в соответствии с требованиями нормативных документов новые автосцепки и поглощающие аппараты.

В конструкцию экипажной части и тормозного оборудования каких-либо изменений не вносится.

На тепловозе используются только светодиодные приборы, включая прожекторы и буферные фонари.

Поставщиками основных узлов являются иностранные компании, уже доказавшие свою эффективность на тепловозах, модернизированных по проекту Woodward-MAV в других странах. В настоящее время ОАО «ШААЗ» разрабатывает программу замещения иностранных комплектующих на российские аналоги, однако сложностью является то, что многие необходимые узлы в России либо не производятся, либо не могут конкурировать с иностранными брендами по такому важнейшему критерию,

как «цена-качество». И тем не менее поиск ведется. Так, в скором времени на одном из модернизируемых тепловозов ТЭМ2-УГМК планируется установить компрессор производства Челябинского компрессорного завода. Решение о его серийном применении будет принято после тщательной проверки в условиях реальной эксплуатации.

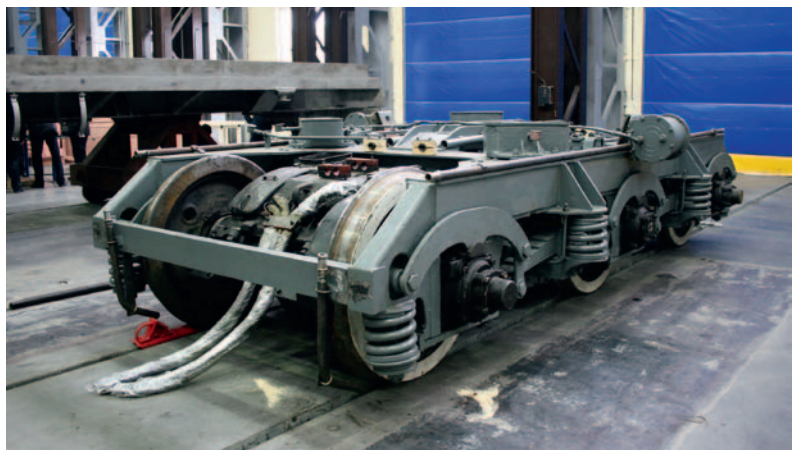


Рис. 2. Тележка тепловоза ТЭМ2 после капитального ремонта

Дизель-генераторная установка

На тепловозе ТЭМ2-УГМК применяется дизель-генераторная установка (рис. 3), состоящая из дизеля QST30-L2 и тягового агрегата ITAG-900/175, смонтированных на общей поддизельной раме.

Двигатель имеет современную и надежную конструкцию, позволяющую исключить необходимость выполнения каких-либо ремонтных или регулировочных работ, связанных с полной либо частичной разборкой двигателя в период до проведения его переборки (табл. 2). Также до первой переборки не требуется замена каких-либо деталей или узлов двигателя, за исключением сменных фильтроэлементов систем смазки, охлаждения и топливной системы. Срок службы дизеля до переборки – не менее 30 000 ч.

Система охлаждения двигателя – жидкостная, двухконтурная, с термостатами в обоих контурах, что обеспечивает ускоренный прогрев двигателя и поддержание



Рис. 3. Дизель QST30-L2 для ТЭМ2-УГМК

температуры охлаждающей жидкости в оптимальном диапазоне. В качестве рабочей жидкости в системе охлаждения применяется антифриз.

В систему подачи воздуха в дизель входят два фильтра (по одному для каждого ряда цилиндров) с сухими сменными фильтроэлементами, рассчитанными на

Табл. 2. Дизель-генераторная установка

Наименование	ТЭМ2	ТЭМ2-УГМК
Дизель:	ПД1М производства ОАО «Пензадизельмаш»	Дизель QST30-L2 производства компании Cummins Inc (США)
– тип дизеля	4-тактный, с непосредственным впрыском топлива, газотурбинным наддувом и охлаждением наддувочного воздуха	4-тактный, 12-цилиндровый, V-образный, с газотурбинным наддувом и промежуточным охлаждением наддувочного воздуха
– диаметр цилиндра, мм	318	140
– ход поршня, мм	330	165
– мощность	882 кВт (1 200 л.с.) при частоте вращения коленчатого вала 750 об/мин	895 кВт (1 200 л.с.) при частоте вращения коленчатого вала 1800 об/мин
– частота вращения коленчатого вала на холостом ходу, об/мин	300	650
– рабочий диапазон, об/мин	300-750	800-1 800
– температура запуска без подогрева, С°	+5	–9
– расход топлива, г/кВт·ч	236	205,6
– холостой ход, кг/ч	11	3,52 (работает только вспомогательный дизель-генератор мощностью 8 кВт, поддерживающий микроклимат в кабине и температуру рабочих агрегатов)
– вес (сухой), т	17,55	3,55
– ресурс до капитального ремонта, лет	6	8

работу в условиях высокой запыленности воздуха. Фильтры оборудованы сигнализаторами засоренности, информирующими локомотивную бригаду о необходимости замены фильтроэлементов.

Для подачи воздуха в цилиндры служат два (по одному для каждого ряда цилиндров) турбокомпрессора HE851 производства Cummins Turbo Technology.

В топливной системе тепловоза применен фильтр грубой очистки топлива Industrial Pro производства Cummins Filtration. Особенностью данного фильтра является наличие изготовленных из прозрачного пластика колпаков, закрывающих сменные фильтроэлементы, что позволяет визуально оценивать степень их засоренности и производить замену, исходя из фактического состояния.

На двигателе установлены все узлы системы смазки, включая теплообменник. Также на дизеле имеется электрический насос предпусковой прокачки масла. Общий объем масла в системе смазки двигателя – 148 л.

В систему выпуска отработавших газов включен глушитель, установленный на крыше дизельного помещения. Конструкция глушителя обеспечивает значительное снижение шума дизеля. Внешние поверхности глушителя закрыты матами из теплоизолирующего материала.

Во всех трубопроводах, связывающих дизель с внешними системами, предусмотрены гибкие компенсаторы.

Дизель QST30-L2 оснащен электронной системой управления, все основные элементы которой расположены непосредственно на двигателе. Система

управления обеспечивает выполнение следующих функций:

- изменение и поддержание заданной мощности и частоты вращения коленчатого вала по сигналам от системы управления тепловозом;
- защита двигателя от недопустимых режимов работы;
- диагностика систем двигателя и элементов системы управления двигателем;
- сохранение в памяти информации о режимах работы двигателя и его систем;
- обмен информацией с системой управления тепловозом по цифровой шине передачи данных стандарта SAE J1939, а также при помощи аналоговых и дискретных сигналов.

Запуск дизеля производится двумя электрическими стартерами напряжением 24 В. Для питания цепей управления двигателя и зарядки одной из групп аккумуляторной батареи на дизеле установлен зарядный генератор. Напряжение цепей системы управления двигателем – 24 В.

Маховик двигателя соединен с ротором тягового генератора при помощи высокоэластичной муфты, служащей для гашения крутильных колебаний, возникающих во вращающихся частях дизель-генераторной установки. Конструкция муфты позволяет при необходимости производить замену упругих элементов без демонтажа тягового агрегата или дизеля. Для улучшения условий работы и продления срока службы упругих элементов высокоэластичной муфты картер маховика двигателя при помощи специального адаптера соединен с корпусом тягового агрегата в единую жесткую систему.

Генератор/тяговый агрегат

Тяговый агрегат (рис. 4) типа ITAG-900/175 спроектирован компанией Woodward Mega (Венгрия) и состоит из размещенных в одном корпусе тягового и вспомогательного генераторов, встроенной выпрямительной установки и вентилятора охлаждения агрегата с индивидуальным приводом. Тяговый и вспомогательный генераторы являются трехфазными синхронными бесщеточны-

ми электрическими машинами с независимым возбуждением (табл. 3).

Выпрямительная установка состоит из системы выпрямительных мостов, выводы которых подключены к внешней клеммной коробке. В конструкции выпрямительной установки предусмотрены шунты для измерения тока по каждой группе тяговых электродвигателей, а также встроенная защита от коммутационных перенапряжений.

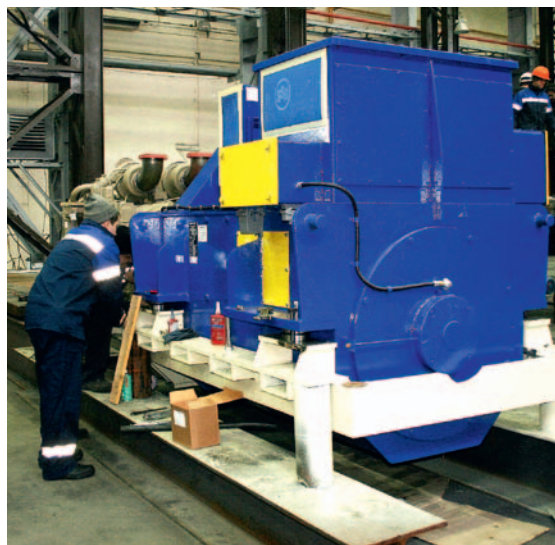


Рис. 4. Тяговый агрегат

объединяются. Зарядка батареи системы управления дизеля производится от установленного на двигателе зарядного генератора, батареи системы управления тепловозом – от преобразователя собственных нужд.

В обмотки статора главного и вспомогательного генераторов, выпрямительную установку, а также подшипниковые щиты встроены датчики температуры.

Вентилятор охлаждения тягового агрегата приводится во вращение асинхронным трехфазным электродвигателем, частота вращения вала которого плавно регулируется системой управления тепловозом в зависимости от напряжения и тока тягового генератора, температуры обмоток тягового генератора и элементов выпрямительной

Табл. 3. Тяговый агрегат

	ТЭМ 2	ТЭМ2-УГМК
Генератор/тяговый агрегат:	Генератор ГП 300 постоянного тока	Тяговый агрегат ИТАГ 900-175 переменного тока
– мощность, кВт	780	900
– напряжение на клеммах выпрямительной установки, В	645/870	650/340
– ток, А	1 210/900	1 385/2 647
Тяговый электродвигатель:	ЭД-118А постоянного тока с принудительной вентиляцией	ЭД-118АУ1 постоянного тока с последовательным возбуждением
– количество		6
– тип подвески	Опорно-осевая	Опорно-осевая
– номинальная мощность, кВт		105
– напряжение, В		203/290
– частота вращения максимальная, об/мин	2 290	2 290
Аккумуляторная батарея	32ТН-450У2 свинцово-кислотная емкостью 450 А/ч и напряжением 64 В	Две аккумуляторные батареи 2ТН-550 емкостью по 550 А/ч и напряжением 24 В

Обе батареи 2ТН-550 расположены в кузове аккумуляторного помещения на выдвижных поддонах. Одна из батарей предназначена для питания системы управления дизелем, другая – для системы управления тепловозом. При пуске дизеля обе батареи

установки. Забор воздуха на охлаждения тягового агрегата производится снаружи тепловоза через фильтры.

Дизель-генераторная установка опирается на главную раму через 16 резинометаллических виброизоляторов.

Вспомогательная ДГУ

Тепловоз ТЭМ2-УГМК оборудован вспомогательной дизель-генераторной установкой малой мощности 8НДКАГ производства Cummins ONAN, генератор которой питает статический преобразова-

тель собственных нужд и обеспечивает функционирование цепей управления и освещения тепловоза, зарядку аккумуляторной батареи, работу независимого жидкостного отопителя и бытовых

устройств в кабине машиниста при остановленном основном двигателе. Это позволяет существенно сократить общий расход топлива тепловозом, снизить количество

вредных выбросов, а также уменьшить расходы на обслуживание за счет значительной экономии моторесурса основного двигателя.

Компрессор

Компрессорный агрегат установлен на главную раму тепловоза через виброопоры и состоит из роторного компрессора

BR 45/9/1E и асинхронного трехфазного электродвигателя, находящихся на общем основании (табл. 4).

Табл. 4. Компрессорный агрегат

Наименование	ТЭМ 2	ТЭМ2-УГМК
Компрессор	КТ6, компаундный трехцилиндровый с промежуточным охлаждением воздуха	Компрессор винтового типа BR 45/9/1E с воздушным охлаждением
Подача воздуха	при 750 об/мин 4,62 м ³ /мин	при 1 450 об/мин 5,5 м ³ /мин
Номинальная мощность, кВт	42,6	41
Противодавление, МПа	0,74-0,83	1

Охлаждающее устройство

Охлаждающее устройство тепловоза выполнено в виде отдельного модуля, установленного в передней части главной рамы. В боковых проемах модуля охлаждающего устройства расположены коллекторы, на которых закреплены типовые тепловозные жидкостно-воздушные секции охлаждения жидкости горячего и холодного контуров дизеля. На верхней плоскости модуля охлаждающего устройства устанавливаются диффузор и облегченный вентилятор комбинированной конструкции с металлической ступицей и пластиковыми профилированными лопастями. Вентилятор приводится во вращение асинхронным трехфазным

электродвигателем, частота вращения вала которого плавно регулируется системой управления тепловоза в зависимости от температуры жидкости в контурах охлаждения двигателя.

В конструкцию системы охлаждения также включен независимый жидкостный отопитель ОЖД30 производства ОАО «ШААЗ». Отопитель предназначен для предпускового подогрева охлаждающей жидкости двигателя и поддержания необходимой температуры двигателя и кабины машиниста при стоянке тепловоза с остановленным дизелем в ожидании работы. Отопитель устанавливается в дизельном помещении.

Электрическая передача

На тепловозе ТЭМ2-УГМК реализована электрическая передача переменного тока. Тяговые электродвигатели, соединенные попарно в три группы, полу-

чают питание от тягового генератора через выпрямительную установку.

Система автоматического регулирования обеспечивает формирование тя-

говой характеристики тепловоза путем изменения возбуждения генератора, также предусмотрены две ступени ослабления поля тяговых электродвигателей. Регулирование возбуждения тягового генератора производится статическим возбудителем. Изменение направления движения тепловоза осуществляется путем изменения направления тока в обмотках возбуждения.

Электродвигатели приводов вспомогательных агрегатов (вентиляторы охлаждения тягового агрегата и тяговых

электродвигателей, компрессоры, вентиляторы охлаждающего устройства) получают питание от вспомогательного генератора через статический преобразователь собственных нужд. Кроме того, преобразователь собственных нужд обеспечивает питание электрических цепей тепловоза напряжением 24 В и 110 В постоянного тока, а также 3 х 380 В и 220 В переменного тока частотой 50 Гц. Конструкцией тепловоза предусмотрена возможность питания цепей от внешнего источника переменным током напряжением 3 х 380 В частотой 50 Гц.

Система управления

На тепловозе применяется микропроцессорная система управления, обеспечивающая выполнение следующих функций:

- управление запуском и остановкой дизеля статическим преобразователем, контакторами силовых цепей, охлаждающим устройством, компрессором и т. д.;
- регулирование частоты вращения коленчатого вала дизеля, мощности тягового генератора, частоты вращения валов электродвигателей приводов вспомогательных агрегатов;
- защита дизеля (дополнительно к системе управления двигателем), тягового агрегата и тяговых электродвигателей;
- защита от боксования;
- обработка сигналов от тормозной системы, системы бдительности и пожарной сигнализации, контроль сопротивления электрических цепей;
- измерение тока и напряжения в силовых и вспомогательных цепях, частоты вращения коленчатого вала дизеля, температуры горячего и холодного контуров системы охлаждения и т. д.;

- считывание данных из системы управления двигателем (давление в системах дизеля, наличие и вид неисправностей, наработка в моточасах и т. д.);
- вывод данных о состоянии агрегатов и систем тепловоза на многофункциональные дисплеи, расположенные на пультах управления в кабине машиниста;
- фиксация в памяти данных о работе агрегатов и систем тепловоза.

Система управления тепловозом взаимодействует с дизелем и элементами управления вспомогательными агрегатами по цифровой шине передачи данных. К данной шине также подключены аналогово-цифровые преобразователи, расположенные непосредственно в местах размещения измерительных датчиков. Применение общей коммуникационной сети позволяет существенно сократить количество используемых проводов и кабелей.

Основные аппараты и устройства, входящие в силовые и вспомогательные электрические цепи, а также элементы системы управления тепловозом, размещаются в высоковольтной камере.

Кабина

На тепловозе установлена новая кабина машиниста (ОАО «ОКБ Автоматики», г. Екатеринбург, рис. 5). В ней по диагонали расположены два одинаковых пульта управления. Они оснащены много-

функциональными цветными дисплеями, позволяющими контролировать работу всех систем и агрегатов тепловоза. Контроллеры машиниста выполнены в виде перемещающейся в горизонталь-



Рис. 5. а) Кабина ТЭМ2



б) Кабина ТЭМ2-УГМК

ной плоскости рукоятки и имеют только одну фиксированную позицию, соответствующую холостому ходу двигателя; перемещение рукоятки в рабочей зоне бесступенчатое. В кабине устанавливаются два регулируемых по высоте кресла, указатели электронного скоростемера КПД-ЗПА, приборы управления тормозами, привод ручного тормоза и т. д.

Кабина машиниста оборудована высокопрочными лобовыми стеклами увеличенной площади с электрическим обогревом, стеклоочистителями и стеклоомывателями, обогреваемыми зеркалами обзора

состава. Видимость с рабочего места машиниста значительно улучшена благодаря понижению уровня крыши капотов. Кабина оснащена кондиционером и двумя калориферами, подогретый воздух от которых по воздуховодам подается в нужные зоны кабины. Для улучшения условий труда локомотивной бригады в кабине также устанавливаются бытовой холодильник и микроволновая печь. По согласованию с заказчиком тепловоз может быть оборудован радиостанцией, дополнительными устройствами безопасности и системой контроля бодрствования машиниста.

Что дает модернизация?

Результаты эксплуатации тепловозов серии ТЭМ2-УГМК в условиях горно-металлургических предприятий Урала и Сибири подтверждают правильность выбора заложенных в конструкцию основных решений:

- применение современного экономичного дизеля;
- применение электрической передачи переменного-постоянного тока;
- применение микропроцессорной системы управления;
- применение регулируемых электрических приводов вспомогательных агрегатов;
- применение вспомогательной дизель-генераторной установки.

Эксплуатирующие организации отмечают значительное (более чем на 30%) сни-

жение расхода топлива по сравнению с серийными тепловозами серии ТЭМ2, повышение производительности, увеличение коэффициента технической готовности, значительное улучшение условий труда локомотивных бригад.

Конструкция тепловоза ТЭМ2-УГМК совершенствуется. В настоящее время модернизированный тепловоз ТЭМ2-УГМК проходит сертификацию на соответствие техническому регламенту Таможенного союза 001/2011 «О безопасности железнодорожного подвижного состава». Также рассматривается возможность и целесообразность проведения аналогичной модернизации тепловозов других серий, эксплуатирующихся на горно-металлургических предприятиях. Ⓢ

Диагностический комплекс СМДЛ-2ТЭ116



И. К. Михалкин,
генеральный директор
АО НПЦ ИНФОТРАНС



Ю. А. Седёлкин,
заместитель генерального директора
АО НПЦ ИНФОТРАНС

Согласно протоколу заседания научно-технического совета ОАО «Российские железные дороги» от 26.02.2015 № 1 «О перспективном развитии систем диагностики и мониторинга объектов путевого хозяйства (путь, земляное полотно и искусственные сооружения) ОАО «РЖД» на период до 2025 года» принято решение о внедрении технологий контроля состояния пути с применением инфраструктурных диагностических комплексов и лабораторий модульного исполнения на базе серийных локомотивов. В связи с этим на основе тепловоза 2ТЭ116 был создан полноценный диагностический комплекс СМДЛ-2ТЭ116 (рис. 1).



Рис. 1. Самоходная многофункциональная диагностическая лаборатория на базе тепловоза 2ТЭ116

Самоходная многофункциональная диагностическая лаборатория на базе тепловоза 2ТЭ116 (СМДЛ-2ТЭ116) предназначена для автоматизированного контроля и оценки состояния широкого перечня объектов железнодорожной инфраструктуры в условиях реального взаимодействия пути и локомотива.

Идея создания комплекса на базе магистрального двухсекционного грузового тепловоза – диагностика в условиях реальной работы действующего подвижного состава – принадлежит В.А. Гапановичу, взявшему на себя организационное руководство проектом. Головной организацией по проекту создания диагностического комплекса на базе тепловоза 2ТЭ116 стало АО НПЦ ИНФОТРАНС, а основными соисполнителями – ПКБ ЦТ и Воронежский тепловозоремонтный завод (ВТРЗ).

В результате реализации замысла впервые на базе тепловоза был создан полноцен-

ный диагностический комплекс, способный контролировать максимально полный набор параметров объектов железнодорожной инфраструктуры. Лаборатория выполнена на базе тепловоза, но является универсальным диагностическим средством и способна полноценно контролировать состояние контактной сети. Для этого на крыше тепловоза смонтирован токоприемник, оснащенный специализированным измерительным ползунком, позволяющим вести контроль в условиях непосредственного взаимодействия токоприемника с контактной сетью.

Лаборатория обеспечивает контроль состояния путевой инфраструктуры, устройств автоматики и сигнализации, ведет диагностику состояния контактной сети и поездной радиосвязи на рабочих скоростях до 90 км/ч. Контроль параметров пути ведется под локомотивной нагрузкой 23,5 т на ось, что особенно важно для тяжеловесных и грузонапряженных направлений движения. В рамках одной проверки обеспечивается контроль более 120 параметров технических объектов инфраструктуры, формируется свыше 140 параметров автоматической оценки результатов и аналитической обработки.

Уровень инновационности решений, примененных на СМДЛ-2ТЭ116, превышает 50%. В рамках этого проекта были разработаны, значительно усовершенствованы и установлены на лаборатории новые высокотехнологичные системы измерения геометрии пути и рельсов, скоростного видеоконтроля

верхнего строения пути, пространственного сканирования, контроля контактной сети, остаточной намагниченности рельсов и др.

Встроенные автоматические системы термостатирования и обдува позволяют работать практически во всех погодно-климатических условиях. По функциональности СМДЛ-2ТЭ116 является самым насыщенным диагностическим комплексом в мире. Высокая степень автоматизации работы всего комплекса сложного диагностического оборудования позволяет обслуживать его минимальным составом экипажа лаборатории (4 специалиста).

СМДЛ-2ТЭ116 состоит из двух секций:

- 1) тяговой секции с необходимыми доработками и модернизацией тепловозной части;
- 2) диагностической секции, в состав которой входят:
 - автоматизированная информационно-измерительная система (АИИС);
 - служебно-бытовой модуль, оснащенный необходимым электрооборудованием и системами жизнеобеспечения.

Диагностическая лаборатория не только заменяет целый ряд специализированных вагонов-лабораторий (вагон-путеизмеритель, габаритно-обследовательская станция, вагон по испытанию контактной сети, вагон контроля автоматики и телемеханики, вагон контроля средств радиосвязи), но и превосходит их по функциональности. В состав АИИС входят самые разнообразные системы контроля состояния объектов железнодорожной инфраструктуры.

Прежде всего это многофункциональная инерциальная бесконтактная измерительная система (МИБИС), позволяющая осуществлять высокоточные измерения большой номенклатуры параметров геометрии железнодорожного пути и рельсов во всем диапазоне рабочих скоростей движения (рис. 2).

Наряду с основными параметрами рельсовой колеи измеряются продольный профиль пути, длинные вертикальные и горизонтальные неровности, параметры поперечного профиля рельсов (подуклонка, наклон поверхности катания, эквивалентная конусность, все виды износов рельса), короткие неровности на поверхности катания рельсов, их температура. Отличительной особенностью СМДЛ является наличие второй системы измерения вертикальных неровностей, которая базируется на колесных осях и позволяет по измере-



Рис. 2. Размещение оборудования в подкузовном пространстве локомотива

ниям, сделанным в одном проезде, совместно с информацией, получаемой от МИБИС, оценивать состояние пути в вертикальной плоскости для условий разного нагружения.

Многофункциональная система пространственного сканирования, в состав которой входят два модуля сканирования (рис. 3) (каждый охватывает 360°), обеспечивает контроль габаритов приближения строений и междупутного расстояния, очертаний балластной призмы и земляного полотна, габаритов тоннелей и мостов, их эксцентриситетов, заполнение шпальных ящиков. Получаемая информация позволяет построить 3D-модель пути и прилегающей территории.

Многочастотная шестиантенная система георадиолокации обеспечивает контроль внутреннего устройства балластной призмы и земляного полотна. Низкочастотная антенна работает до глубины 10-12 м (основание земляного полотна); среднечастотные антенны – до 3-4 м (балластная призма, основная площадка, разделительные слои); высокочастотные антенны – до 0,8-1,0 м (балластная призма, ее загрязненность и увлажненность). Чем выше частота, тем меньше глубина проникновения, тем выше разрешающая способность и больше возможностей разглядеть более мелкие объекты. Обеспечивается



Рис. 3. Модули пространственного сканирования

автоматическое выделение слоев, определение зон увлажненности, загрязненности.

Многофункциональная система скоростного видеоконтроля верхнего строения железнодорожного пути имеет высокую разрешающую способность – около 0,2 мм. Специальная система подсветки позволяет контролировать состояние рельсошпальной решетки по всей ширине пути, стрелочных переводов, покрытий дорожных переездов, устройств СЦБ, наличие и состояний рельсовых скреплений. Автоматически распознаются и оцениваются параметры болтовых стыков, угоны рельсовых плетей, дефекты на поверхности катания, эпюры шпал, их перпендикулярность оси пути и др.

С помощью системы контроля ускорений кузова и букс ходовых тележек можно в реальном времени оценивать динамику взаимодействия пути и подвижного состава. Уже сейчас информация, получаемая СМДЛ-2ТЭ116 по ускорениям, геометрии пути и рельсам, позволяет приступить к разработке новых подходов к диагностике состояния пути.

Система контроля остаточной намагниченности рельсов выявляет места с уровнем намагниченности, способным привести к сбою кодов АЛС (автоматическая локомотивная сигнализация), и дает возможность разработать комплекс мероприятий по нормализации состояния рельсов по этому показателю, повышая тем самым безопасность движения поездов.

Многофункциональная система контроля контактной сети, наряду с контролем параметров геометрии положения контактного провода, ведет контроль динамических параметров взаимодействия токоприемника с контактной сетью, контроль электрических параметров контактной сети, контроль элементов подвески и др.

Отличительной особенностью многофункциональной системы контроля устройств автоматики и телемеханики является считывание всей информации, содержащейся в ТРЦ (токорельсовые цепи), и получение спектра сигнала. Широкодиапазонный мониторинг сигналов, передаваемых по рельсовым цепям, позволяет оценить не только качество полезного сигнала, но и уровень помех, а в ряде случаев – локализовать и источник самих помех. Такое решение дает возможность автоматически выделять и оценивать информа-

цию, содержащуюся в требуемых диапазонах, а также быстро адаптироваться под любую систему передачи информации по рельсовым цепям только за счет доработки программного обеспечения без доработки аппаратуры.

Многофункциональная система контроля связи и телекоммуникаций осуществляет одновременный контроль максимально широкого спектра радиосигналов для различных систем и средств железнодорожной радиосвязи. Непрерывный мониторинг позволяет в автоматическом режиме по команде оператора оценивать качество связи станций, оснащенных функцией «избирательной посылки сигнала» (СИП) и в полуавтоматическом режиме оценивать качество связи станций, не оснащенных функцией СИП. Помимо этого, система оснащена средством самодиагностики приемо-передающих антенн, позволяющих повысить достоверность получаемой информации, а также средствами регистрации переговоров и сигналов в эфире.

Комплексная система видеонаблюдения пути и контактной сети обеспечивает видеофиксацию состояния элементов контактной сети, переездов, мостов, пассажирских платформ, насыпи, пути в целом и прилегающей к нему территории с привязкой к железнодорожной координате и ко всей остальной измерительной информации. В рамках этой системы осуществляется также тепловизионный контроль состояния контактной сети.

Вся информация, получаемая системами контроля, имеет однозначную привязку к геодезической (ГЛОНАСС/GPS) и железнодорожной системам координат. Система позиционирования обеспечивает синхронизацию данных всех диагностических систем комплекса, привязку к объектам и элементам инфраструктуры (стрелочные переводы и пересечения, переезды, мосты, тоннели, опоры контактной сети, напольные устройства



Рис. 4. Система управления АИИС



Рис. 5. Разделение пространства диагностической секции

СЦБ, километры, пикеты) и определяет пространственные геодезические координаты.

Важной функциональной особенностью диагностического комплекса является наличие на борту СМДЛ-2ТЭ116 инновационной системы управления всем аппаратно-программным комплексом АИИС (рис. 4), обеспечивающей контроль и поддержание условий ее эксплуатации. Автоматизированная система управления облегчает взаимодействие оператора со всем сложным контрольно-измерительным оборудованием, минимизирует вероятность ошибок. Обеспечивается работа измерительного оборудования в сложных условиях эксплуатации, реализуются циклограммы его запуска и выключения, контроль работоспособности, а также поддержание требуемых условий работы и хранения датчиковой аппаратуры АИИС. Система управления во многом определяет минимизацию численного состава операторов СМДЛ.

Для работы специалистов выделено специальное помещение – аппаратная, оснащенная современным электронным и вычислительным оборудованием, рабочими терминалами операторов. На СМДЛ решены вопросы работы и проживания экипажа, сформирована бытовая зона, смонтированы системы отопления, вентиляции и кондиционирования. Установлен санузел, оборудованный душевой кабиной (рис. 5).

В кузове диагностической секции, в отдельном помещении, размещается автономный источник – дизель-генераторная установка (ДГУ) для питания лабораторного комплекса.

На сети железных дорог имеется потенциальная потребность в контроле параметров инфраструктуры повышенной нагрузкой на путь на грузонапряженных участках сети железных дорог, в особенности на Байкало-Амурской и Транссибирской магистралях (Свердловская

ДИ, Красноярская ДИ, Западно-Сибирская ДИ, Восточно-Сибирская ДИ, Забайкальская ДИ, Дальневосточная ДИ).

В апреле 2015 года самоходной многофункциональной диагностической лабораторией на базе тепловоза 2ТЭ116 (СМДЛ-2ТЭ116) проведены показательные обследования технического состояния железнодорожной инфраструктуры АО «НК «Казахстан темір жолы» на участке Петропавловск – Астана – Кокшетау (756 км). В результате диагностики определены километры с суженной рельсовой колеей, количество кривых, требующих ограничения скорости, нарушения величин межпутных расстояний и т. д. Были составлены интегральные ведомости состояния пути, позволившие руководству дороги принимать решения по дальнейшему его содержанию.

С июля 2015 года СМДЛ-2ТЭ116 находится в подконтрольной эксплуатации на восточном участке Байкало-Амурской и Транссибирской магистралей с базированием в локомотивном депо станции Тында. Подконтрольная эксплуатация выполняется в течение года при непосредственном участии специалистов АО НПЦ ИНФОТРАНС.

Подконтрольная эксплуатация предназначена для отработки функционирования систем диагностического комплекса во всем диапазоне сложных погодных-климатических условий Дальнего Востока. При отработке технологии использования этого сложного изделия у экипажа неизбежно возникают вопросы, которые оперативно решаются специалистами АО НПЦ ИНФОТРАНС непосредственно в условиях эксплуатации.

Эффективность применения диагностического комплекса СМДЛ-2ТЭ116 определяется ОАО «РЖД», являющимся основным владельцем железнодорожной инфраструктуры страны. Ⓜ

Определение параметров пространственного нагружения литых деталей тележки 18-9855 при проведении стендовых испытаний

Д. В. Шевченко,

к.т.н., директор научно-исследовательской дирекции ООО «Всесоюзный научно-исследовательский центр транспортных технологий» (ООО «ВНИЦТТ»)

Т. С. Куклин,

инженер-исследователь ООО «ВНИЦТТ»

А. М. Орлова,

д.т.н, заместитель генерального директора по научно-техническому развитию ПАО «Научно-производственная корпорация «Объединенная Вагонная Компания» (ПАО «НПК ОВК»)

Р. А. Савушкин,

к.т.н., генеральный директор ПАО «НПК ОВК»

С. В. Дмитриев,

генеральный директор ООО «Тихвинский испытательный центр железнодорожной техники» (ООО «ТИЦ ЖТ»)

А. В. Белянкин,

начальник отдела испытаний инфраструктуры ООО «ТИЦ ЖТ»

В последнее время на сети ОАО «РЖД» наблюдается увеличение числа выявленных усталостных трещин в надрессорной балке и боковой раме тележек 18-100. Объективный анализ показывает, что действующая методика усталостных испытаний литых деталей тележек не подтверждает их ресурс, и, как следствие, не может гарантировать безопасность движения при проектировании новых деталей. В связи с этим была разработана новая методика ресурсных испытаний, позволяющая обеспечить наиболее близкое соответствие условий эксплуатации и условий проведения стендового эксперимента. Основой такой методики служит пространственное нагружение литых деталей, реализация которого позволит добиться поставленной цели. Статья состоит из двух частей. Здесь представлена первая часть, в которой на примере боковой рамы и надрессорной балки тележки 18-9855 рассматриваются первые этапы общего алгоритма определения параметров пространственного стендового нагружения элементов литых деталей тележки.

Общий алгоритм работы

Совершенствование конструкций подвижного состава неразрывно связано с изучением условий эксплуатации, которые должны находить отражение в разрабатываемых нормативных документах.

В 2013 году ОАО «РЖД» инициирована работа по созданию межгосударственного стандарта «Детали литые тележек железнодорожных грузовых вагонов. Методы ресурсных испытаний». Согласно проекту ГОСТа выбор таких параметров стендового нагружения, как амплитуды прикладываемых сил и количество циклов, должен проводиться на основе данных, полученных в поездных испытаниях. В статье сформулирован общий алгоритм определения параметров стендового

пространственного нагружения элементов тележек (рис. 1), который состоит из нескольких основных блоков.

Сначала на основе анализа всех возможных силовых воздействий на рассматриваемый элемент тележки (блок 1) выбирают основные расчетные режимы (блок 2). Далее по ним проводят серию численных экспериментов (блок 3), по результатам которых определяют зоны установки тензорезисторов (блок 4).

Для того чтобы после проведения поездных испытаний восстановить силы, действующие на элементы тележки, необходимо предварительно построить матрицу влияния (блок 6), которая свяжет динамические напряжения, реги-

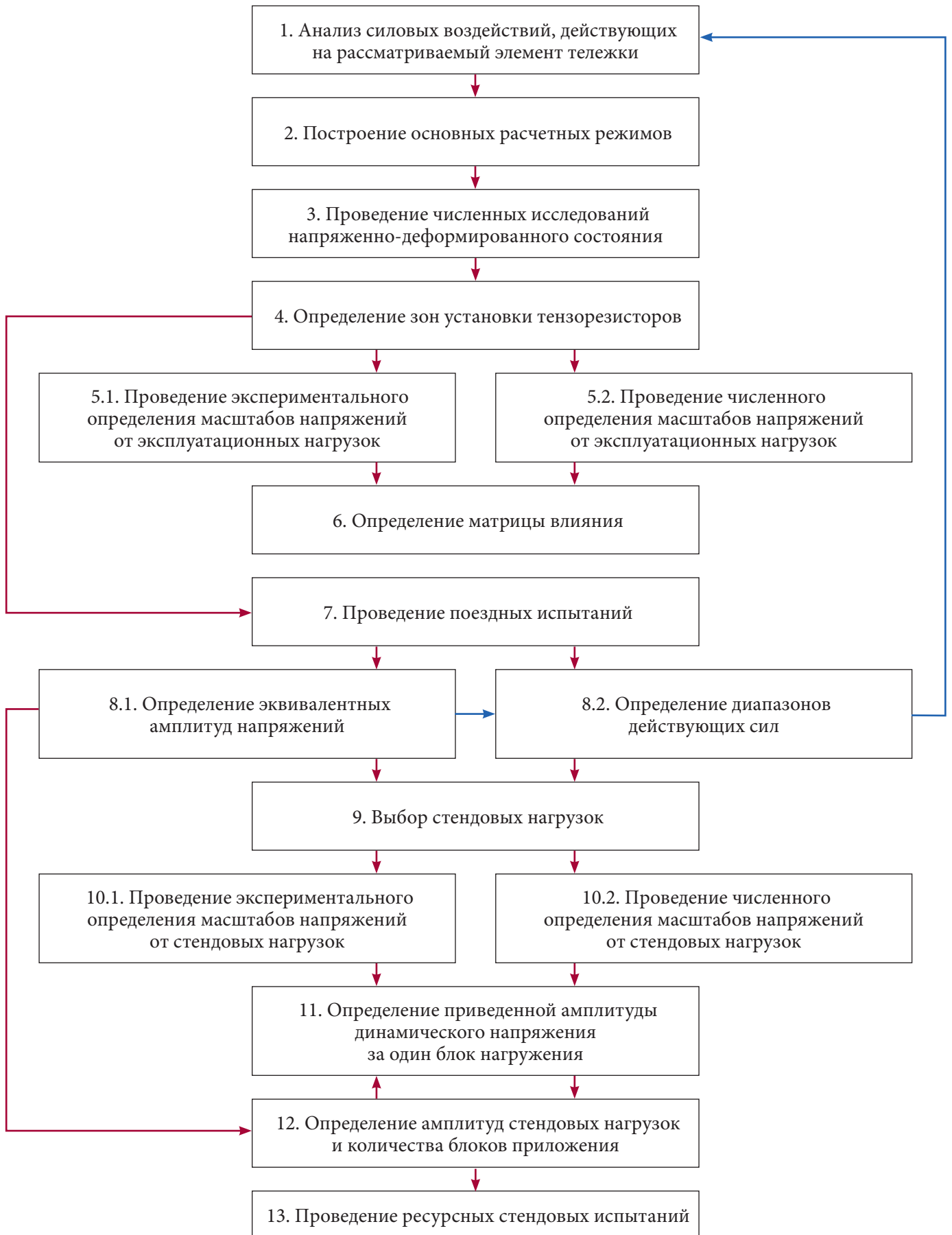


Рис. 1. Алгоритм определения параметров стендового пространственного нагружения

стрируемые в ходе поездных испытаний, с восстанавливаемыми силами. Для этого проводят определение масштабов напряжений от соответствующих выбранных нагрузок с помощью численного (блок 5.1) или экспериментального (блок 5.2) подходов.

В процессе проведения поездных испытаний (блок 7) регистрируют динамические напряжения, возникающие в выбранных ранее на основе численного анализа зонах. По результатам обработки данных определяют диапазоны действовавших в ходе испытаний нагрузок (блок 8.2) с целью выделения наиболее значимых. Эти силы в дальнейшем могут быть выбраны в качестве пространственных сил нагружения на стенде (блок 9). Также на основе полученных данных определяют эквивалентные амплитуды напряжений (блок 8.1) и выбирают зоны, по которым впоследствии будет производиться расчет стендовых нагрузок. В случае, когда по результатам обработки данных получаются несущественные значения действующих сил, но при этом большие значения эквивалентных амплитуд напряжения, следует вернуться к блоку 1 и пересмотреть спектр силовых воздействий, так как

выбранная комбинация сил не позволяет описать напряженно-деформированное состояние конструкции в процессе эксплуатации.

После того как будут определены испытательные силы в стенде, проводится численное (блок 10.1) или экспериментальное (блок 10.2) определение масштабов напряжений. На его основе определяют приведенную амплитуду динамических напряжений за один блок нагружения (блок 11). В конце определяют параметры стендового нагружения (амплитуды сил и число циклов, блок 12), которые позволяют реализовать накопленное усталостное повреждение, соответствующее усталостному повреждению элемента конструкции за расчетный ресурс в эксплуатации.

Поскольку действующие силы определяются конструкцией тележки, то в дальнейшем проводить повторные поездные испытания не требуется, выбранные режимы нагружения могут быть напрямую применены для подтверждения ресурса боковых рам или надрессорных балок.

На примере боковой рамы и надрессорной балки тележки 18-9855 рассмотрим более подробно основные блоки предложенного алгоритма.

Анализ силовых воздействий. Построение основных расчетных режимов

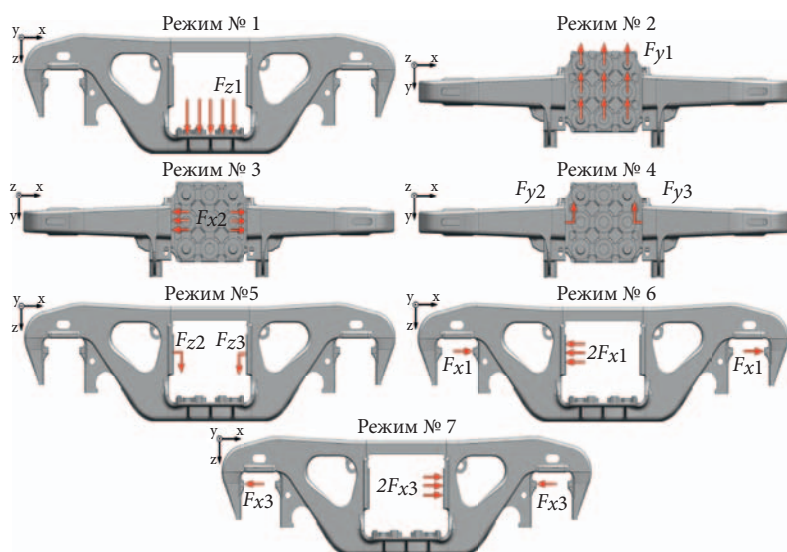


Рис. 2. Расчетные режимы для боковой рамы

На основе анализа всех возможных сил, действующих на надрессорную балку и боковую раму тележки, были выбраны основные нагрузки, комбинация которых определяет «силовой базис», позволяющий описать практически все возможные режимы, возникающие в процессе эксплуатации.

Так, для боковой рамы определяющими нагрузками являются:

- вертикальная и поперечная нагрузки по зонам контакта пружин рессорного подвешивания и рессорного проема боковой рамы (рис. 2, режимы 1-2);
- продольная симметричная нагрузка по площадкам контакта клина и стенок рессорного проема (рис. 2, режим 3);

Современное компьютерное моделирование позволяет реализовывать такие условия проведения численного эксперимента, которые фактически не отличаются от реальных. Соответственно, достигается максимальное приближение получаемых теоретических результатов с экспериментально наблюдаемыми в ходе эксплуатации.

- вертикальная и поперечная нагрузки по площадкам контакта фрикционных клиньев и стенок рессорного проема боковой рамы (рис. 2, режимы 4-5);
- продольная нагрузка, действующая по площадке контакта клина и стенки рессорного проема боковой рамы, и уравновешивающие ее продольные силы, действующие на каждую вертикальную стенку буксовых проемов (рис. 2, режимы 6-7).

Всего для боковой рамы сформировано семь расчетных режимов со следующими кинематическими граничными условиями:

- для 1-5-го расчетных режимов запрещаются поперечные и вертикальные перемещения в буксовом проеме, продольные перемещения фиксируются в точке на оси симметрии рамы (рис. 3);
- для 6-7-го расчетных режимов запрещаются поперечные и вертикальные перемещения в буксовом проеме, продольные перемещения фиксируются по соответствующим площадкам упора буксового узла (рис. 3).

Для наддресорной балки определяющими нагрузками являются:

- вертикальная нагрузка по плоскости опирания пятника на подпятник (рис. 4, режим 1);
- вертикальная нагрузка по площадкам крепления корпусов скользунов (рис. 4, режим 2);
- продольная нагрузка, действующая по плоскости опирания пятника на подпятник, и уравновешивающие ее продольные силы, действующие со стороны клина в карманах наддресорной балки (рис. 4, режим 3).

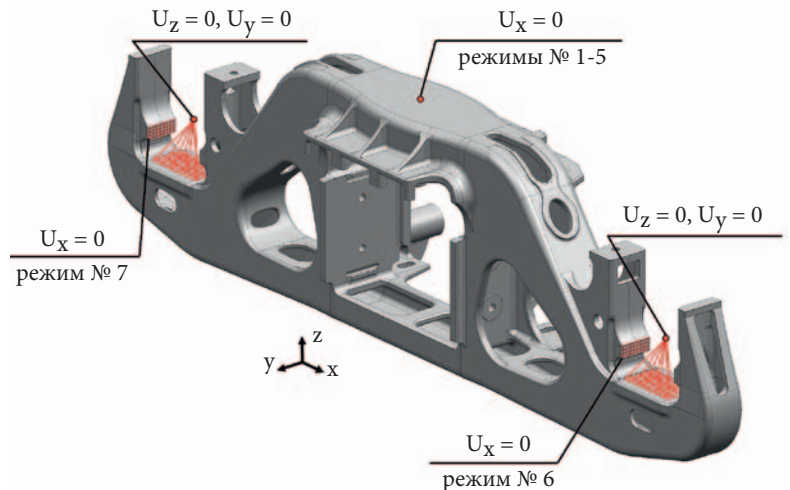


Рис. 3. Кинематические граничные условия для расчетных режимов боковой рамы

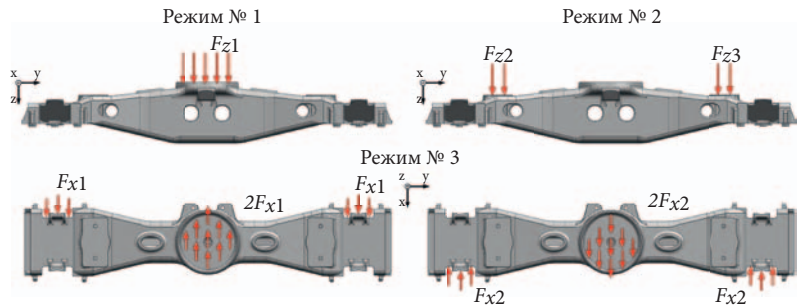


Рис. 4. Расчетные режимы для наддресорной балки

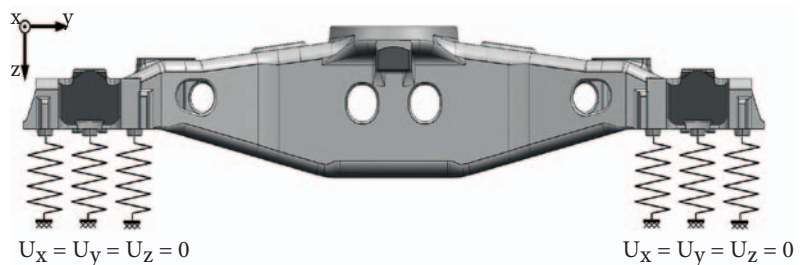


Рис. 5. Кинематические граничные условия для расчетных режимов наддресорной балки

Всего для наддресорной балки сформировано три расчетных режима. Для корректного описания поведения балки под нагрузками и максимального соответствия реальным условиям эксплуатации в конечно-элементном расчете были смоделированы пружины рессорного подвешивания (рис. 5). Жесткости пружин выбирались эквивалентными реальным жесткостям пружин рессорного комплекта тележки. В качестве кинематических граничных условий использовались закрепления оснований пружин по всем степеням свободы.

Проведение численных исследований напряженно-деформированного состояния. Определение зон установки тензорезисторов

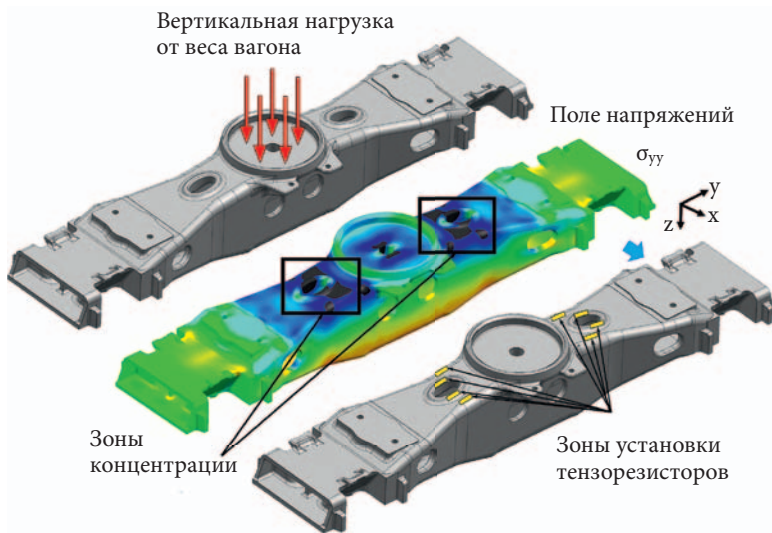


Рис. 6. Схема процесса выбора расположения датчиков для измерения вертикальной силы в подпятнике

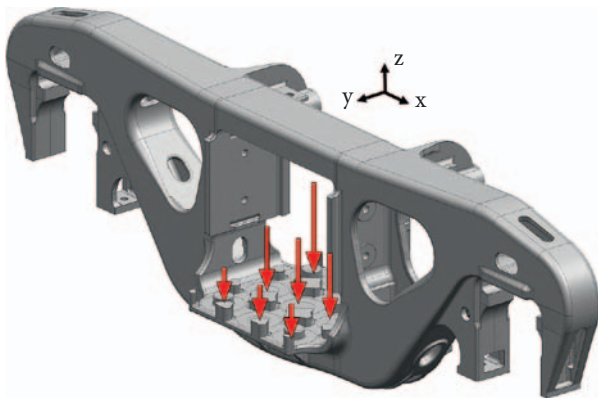


Рис. 7. Первый дополнительный режим для боковой рамы

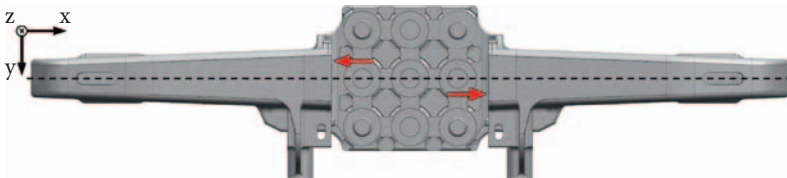


Рис. 8. Второй дополнительный режим для боковой рамы

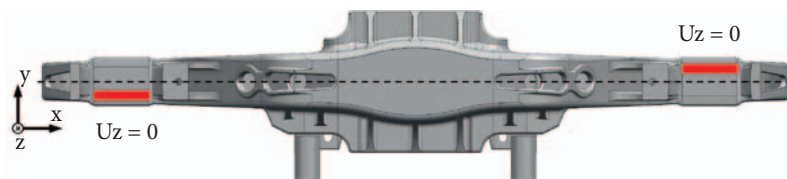


Рис. 9. Третий дополнительный режим для боковой рамы

Сформированные по блоку 2 расчетные режимы позволяют определить места установки тензорезисторов. В ходе реализации данного пункта алгоритма учитывались два основных параметра:

- максимальная концентрация растягивающих/сжимающих напряжений в зоне возможной установки датчиков;
- доступность зоны для дальнейшей установки датчика.

На рисунке 6 схематично представлен процесс выбора расположения датчиков для наддрессорной балки при действии вертикальной нагрузки в подпятнике.

Параметры нагрузок, действующих на элементы тележки, могут отличаться от заданных в расчете. Поэтому было проведено дополнительное исследование, в ходе которого проверялось, насколько выбранные зоны установки датчиков чувствительны к смещению нагрузок. В случае с боковой рамой было предложено три дополнительных режима:

1. Вертикальная нагрузка прикладывалась линейно возрастающей по зонам контакта пружин рессорного подвешивания, что соответствует боковой качке вагона (рис. 7). Кинематические граничные условия такие же, как для 1-3-го расчетных режимов.
2. Поперечная нагрузка прикладывается по различным краям обеих площадок контакта клиньев и стенок рессорного проема боковой рамы (рис. 8). Кинематические граничные условия такие же, как для 1-3-го расчетных режимов.
3. Равномерная вертикальная нагрузка по всем зонам контакта рессорного подвешивания и рессорного проема боковой рамы и со смещением вертикального опирания в буксовом проеме (рис. 9).

Для наддрессорной балки было предложено четыре дополнительных режима:

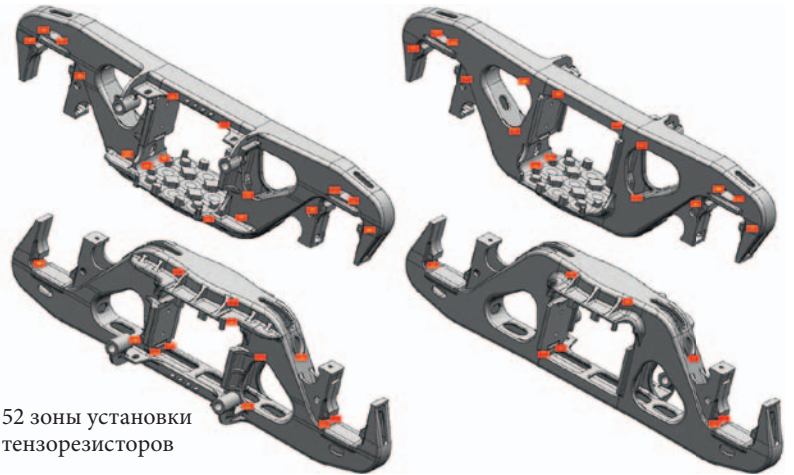
1. Поперечная нагрузка, действующая по плоскости опирания пятника на подпятник, и уравновешивающие ее поперечные силы, действующие со стороны клина в карманах наддрессорной балки.

2. Поперечные нагрузки, возникающие от трения скользунов, уравновешенные силами со стороны клина в карманах надрессорной балки.
3. Поперечные нагрузки, действующие со стороны клина в карманах надрессорной балки и противоположные по знаку.
4. Вертикальная нагрузка, действующая по небольшой радиальной части плоскости опирания пятника на подпятник.

Кинематические граничные условия при дополнительных режимах для надрессорной балки выбирались такими же, как и для расчетных режимов.

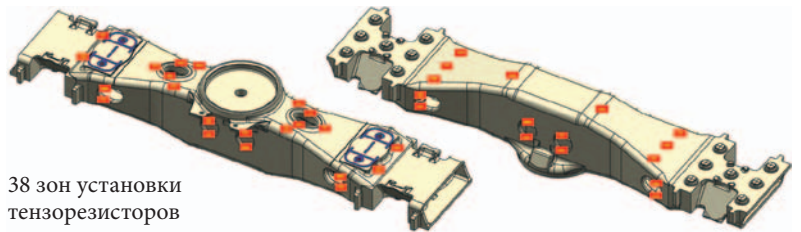
Учет рассмотренных режимов позволил уточнить схему установки тензорезисторов, что, в свою очередь, позволило с большей точностью восстанавливать действующие в ходе поездных испытаний нагрузки.

По результатам проведенной работы для боковой рамы тележки были определены 52 зоны для установки тензорезисторов (рис. 10), а для надрессорной балки – 38 зон установки датчиков (рис. 11).



52 зоны установки тензорезисторов

Рис. 10. Схема расстановки тензорезисторов для боковой рамы



38 зон установки тензорезисторов

Рис. 11. Схема расстановки тензорезисторов для надрессорной балки

Определение масштабов напряжений от эксплуатационных нагрузок

Отметим, что согласно проекту ГОСТа силы, выбранные в качестве «силового базиса», подлежат восстановлению на основе полученных в ходе поездных испытаний напряжений. Необходимым условием получения результатов является проведение масштабирования на соответствующие нагрузки, позволяющего определить матрицу влияния, на основе которой восстанавливаются силовые факторы. Масштабирование можно проводить двумя разными способами: численно и экспериментально. Проведение компьютерного моделирования позволяет значительно сократить время и ресурсы, но имеет ряд недостатков ввиду того, что геометрическая модель детали, используемая при численном эксперименте, может отличаться от реальной, а также потому, что существует погрешность в расположении измерительных датчиков – экспериментальное масштабирование позволит получить более достоверный результат. Для получения наиболее точных данных по восстанавливаемым силам ре-



Рис. 12. Приложение вертикальной нагрузки в места опирания пружин рессорного комплекта

ализуемые в стендах граничные условия должны максимально соответствовать условиям эксплуатации. Согласно выбранным по блоку 2 режимам для боковой рамы и надрессорной балки было поведено экспериментальное определение масштабов. На рисунке 12 представлена боковая рама, установленная с помощью специальной оснастки в стенд для приложения вертикальной нагрузки (1-й режим).

Построение матрицы влияния

Для определения действующих на элементы тележки сил, возникающих в процессе движения состава, необходимо определить матрицу влияния. Зная зависимость напряжений для каждого датчика от времени, с ее помощью можно восстановить действующие силовые воздействия.

После проведения масштабирования мы получаем L замеров величин напряжений для каждого из K датчиков, а также L замеров для каждого из N приложенных силовых факторов. Их записывают в две матрицы: матрицу напряжений \hat{S} и матрицу сил \hat{F} . Общий вид представлен формулами (1), (2). Элемент матрицы S_{ij} ($i = 1.. K, j = 1.. L$) представляет собой напряжения в датчике i в испытании номер j , соответственно, элемент матрицы F_{mj} ($m = 1.. N$) представляет собой значение силового фактора m в испытании номер j :

$$\hat{S} = \begin{bmatrix} S_{11} & \dots & S_{1L} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ S_{K1} & \dots & S_{KL} \end{bmatrix}; \quad (1)$$

$$\hat{F} = \begin{bmatrix} F_{11} & \dots & F_{1L} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ F_{N1} & \dots & F_{NL} \end{bmatrix}. \quad (2)$$

На основании данных матриц определяется матрица влияния \hat{G} по формуле:

$$\hat{G} = \hat{S} \times \hat{F}^T \times (\hat{F} \times \hat{F}^T)^{-1}. \quad (3)$$

Следует отметить, что для применения формулы (3) предварительно необходимо убедиться в невырожденности матрицы $(\hat{F} \times \hat{F}^T)$, то есть проверить отличие от 0 ее

определителя. Матрица влияния \hat{G} имеет размерность $K \times N$, где K – количество датчиков, а N – количество силовых факторов. Отметим явный физический смысл полученной матрицы, каждый элемент g_{im} показывает отклик i -го датчика на единичную m -ю нагрузку:

$$\hat{G} = \begin{bmatrix} g_{11} & \dots & g_{1N} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ g_{K1} & \dots & g_{KN} \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Данную матрицу используют для оценки значений величин силовых факторов. В каждый момент времени t измеряются значения напряжений для каждого датчика S_i . Значения в этот же момент времени величин силовых факторов F_i могут быть определены с использованием следующей формулы:

$$F(t) = \hat{G}^+ \times S(t), \quad (5)$$

где \hat{G}^+ – матрица, псевдообратная к матрице влияния \hat{G} , а матрицы $F(t)$ и $S(t)$ имеют вид:

$$F(t) = \begin{bmatrix} F_1(t) \\ \vdots \\ F_N(t) \end{bmatrix}; \quad (6)$$


$$S(t) = \begin{bmatrix} S_1(t) \\ \vdots \\ S_K(t) \end{bmatrix}. \quad (7)$$

В результате на основе экспериментальных данных по зависимостям напряжений от времени для каждого из датчиков мы имеем возможность получить временную зависимость для действовавших в ходе эксперимента силовых воздействий.

Заключение

Таким образом, рассмотрен общий алгоритм выбора параметров стендового нагружения для проведения ресурсных испытаний литых деталей тележки. На примере боковой рамы и надрессорной балки тележки 18-9855 был показан выбор режимов нагружения, на основе проведения численного исследования осуществлен выбор мест расположения тензорезисторов. Был разобран вопрос, посвященный проведению экспериментов по определению

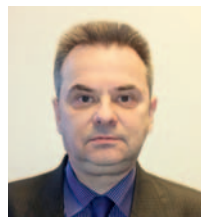
масштабов напряжений от действия эксплуатационных нагрузок. В общем виде освещен вопрос определения матрицы влияния на основе обработки результатов масштабирования. Во второй части статьи будут описаны оставшиеся блоки предложенного алгоритма, посвященные поездным испытаниям и выбору спектра и параметров стендового нагружения.

Продолжение – в № 2 (34). 

Паровозные вехи Путиловского завода



Е. В. Матвеева,
исполнительный редактор журнала
«Техника железных дорог»



И. Ю. Саврасов,
директор музея истории и техники
ОАО «Кировский завод»

В апреле исполняется 215 лет Кировскому заводу в Санкт-Петербурге, или бывшему Путиловскому (с 1868 по 1922 год), «Красному Путиловцу» (с 1922 по 1934 год), как назывался он прежде. Основой казенного предприятия в 1801 году явился Кронштадтский чугунолитейный завод, выполнявший заказы по производству артиллерийских боеприпасов. В последние годы XIX века Россия набрала мощные темпы в технологическом развитии, яркую иллюстрацию такого промышленного роста дал в том числе Путиловский завод. Под покровительством и при поддержке правительства он за 10 лет вырос в крупнейшее предприятие страны по паровозостроению.

До паровозостроения

В 1868 году Санкт-Петербургский литейный завод, находившийся почти полвека на грани выживания, был приобретен известным российским инженером и предпринимателем Николаем Ивановичем Путиловым, который за 12 лет превратил металлургическое предприятие в многопрофильный машиностроительный комплекс. В кратчайшие сроки Путиловский завод стал основным поставщиком рельсов для железных дорог России, продавая их за 1 руб. 88 коп./пуд¹. В 1870 году начал работать бессемеровский конвертер. Также была освоена выплавка качественных сталей, вагонов, инструментов и др.

Н.И. Путилов понимал, что залогом успешного предприятия является забота о работниках, поэтому одновременно с мастерскими развивалась и социальная ин-

фраструктура завода: открыты больница, столовая, библиотека, разбит парк и построен театр, создана эффективная система профессионального обучения. Именно при Николае Ивановиче были заложены основы многоотраслевого производства, традиции фирменного профессионального мастерства и создания уникальных инновационных технологий.

В 1873 году было образовано АО Путиловских заводов с основным капиталом в 8 млн руб., в которое входили 6 заводов: 4 – в Финляндии и 2 – в Санкт-Петербурге (рельсовый и механический). К началу Первой мировой войны завод стал важнейшим центром отечественного машиностроения, вышел на ведущие позиции в России и Европе в паровозостроении, производстве артиллерийского вооружения, судо- и турбостроении.



Николай
Иванович
Путилов
(1820-1880 годы)

Развитие железнодорожного дела

В связи с развитием в стране железнодорожного дела для удовлетворения потребностей новой отрасли было необходимо огромное количество подвижного состава, поэтому Путиловский завод от рельсов, производство которых заводу из-за сырья обходилось дороже, чем югу страны, в частности Луганску, перешел на паровозо-

и вагоностроение. После смерти Путилова в 1881 году завод до 1889 года возглавлял Николай Иванович Данилевский, большой специалист-паровозник. Производственник и изобретатель, он мало сидел в конторе, предпочитая находиться в мастерских.

Паровозное дело получило свое начало на заводе в 1892-1893 годах, когда были по-

¹ 1 пуд = 16,38 кг.



Николай
Иванович
Данилевский
(1849-1928)

строены паровозные мастерские и параллельно разрабатывался по чертежам Министерства путей сообщения первый паровоз. Через 2 года, в 1894 году, он был изготовлен. Это был четырехосный паровоз системы «Компаунд».

Вслед за первой партией паровозов правительство обеспечило заводу гарантированный заказ на 8 паровозов в месяц. За короткое время Путиловский завод стал поставщиком для многих частных железных дорог и в течение 90-х годов выпустил 673 паровоза.

В первые годы паровозостроения завод копировал готовые модели и с самого начала опять же столкнулся с конкуренцией юга страны. Производство паровозов на юге и на заводах центральной России (в Коломне, Сормове) обходилось дешевле, поскольку там было недорогое сырье. К тому же в связи с быстрым развитием железнодорожного дела в России к транспорту формиро-

вались новые требования, которые не могли удовлетворяться прежними типами подвижного состава. Чтобы соответствовать новым условиям и задачам, Н.И. Данилевский создал паровозотехническую контору, которая стала конструировать новые модели, улучшать старые, создавать собственные типы паровозов.

Изначально при расчете оборудования мастерских планировалось выпускать по 100-120 паровозов в год, однако приличные финансовые вложения в строительство подготовительных мастерских завода, с одной стороны, и сравнительно скромный годовой объем продукции, с другой, подтолкнули руководство завода к развитию работ по паровозному отделу. Для этого механические мощности мастерских стали постепенно увеличивать, чтобы поднять выпуск до 14-15 паровозов в месяц. В 1898 году годовой выпуск паровозов был доведен до 160 штук.

Паровозный отдел

В 1896 году Управление казенных железных дорог предложило заводу разработать новый более сильный и скороходный тип курьерского паровоза. Организовав специально паровозную техническую контору, завод в 1897 году выпустил первый быстроходный паровоз, развивавший на легких участках скорость с поездами свыше 100 верст/ч. Паровозами этого типа были снабжены Варшавская, Балтийская, Риги-Орловская и Юго-Западная дороги.



3-осный вагон-микст 2-3-го классов для Рязано-Уральской железной дороги

Несмотря на то что оборудование паровозостроительного завода было окончательно закончено в 1898 году, благодаря ряду мелких усовершенствований, вносимых в существующие механические средства, а также мерам технического и административного характера количество выпускаемых заводом паровозов продолжало расти. За первое полугодие 1901 года их было выпущено 125 шт.

В 1901 году завод принял приглашение Управления железных дорог, переданное и другим заводам, переработать заново самый мощный в России тип 6-осных паровозов для Сибирской железной дороги. Несмотря на свой огромный вес (85 т), этот тип паровоза был малоэффективным в работе, к тому же он осуществлял большие нагрузки колес на сравнительно легкие рельсы.

Новый проект этого паровоза, переработанный заводом согласно заданиям, весьма трудным по существу, был одобрен Инженерным советом Министерства путей сообщения и предложен к постройке.

Производительность завода на тот момент была огромна: 24-25 четырехосных паровозов в месяц. То есть по одному

паровозу в рабочий день! В больших объемах паровозы в это время выпускали только американские заводы. В Западной Европе же лидером был завод Геншеля (Германия) – до 300 паровозов в год, но

в это число входили и паровозы малых размеров.

До 1 июля 1901 года было выпущено 964 паровоза, а в октябре – отпраздновали 1 000-й паровоз.

Жизнеустройство завода

Кроме производства паровозов и тендеров, различные отделы завода исполняли заказы для железных дорог по выпуску запасных частей. Работа происходила в паровозо-котельной, паровозо-механической, паровозо-сборочной, медницкой и баковой мастерских.

Прогрессивное повышение давления пара в паровозных котлах заставило завод обратить особое внимание на достижение пределов плотности котлов при их изготовлении. В связи с этим с 1900 года была введена гидравлическая клепка, причем многие приборы для этой работы были изготовлены на самом предприятии. Для улучшения сборки наружных топок были внедрены специально сконструированные и исполненные на заводе сборочные штативы, позволившие довести точность работ по сборке до высшего предела, достигаемого в котельном деле. Число рабочих в паровозо-котельной мастерской (площадь 863 саж²) составляло 440 человек.

В паровозо-механической мастерской (площадь со всеми пристройками – 1,497 саж²) кроме обработки частей механизма и рам паровоза производилась предварительная сборка паровоза, причем он выкатывается в паровозо-сборочную на своих колесах. Вся процедура, считая и предварительную сборку рам, занимала 3 дня. Всю работу мастерской обеспечивали 930 человек.

В паровозо-сборочной мастерской (площадь 896 саж²) помещались станки для обработки деталей тендеров, здесь заканчивалась начатая уже сборка в паровозо-механической: конструировались механизмы, некоторые части арматуры, происходила обшивка котла.

Время, необходимое на сборку паровоза до его испытания на пробной поездке, составляло 12 ч! Число рабочих – 360 человек.

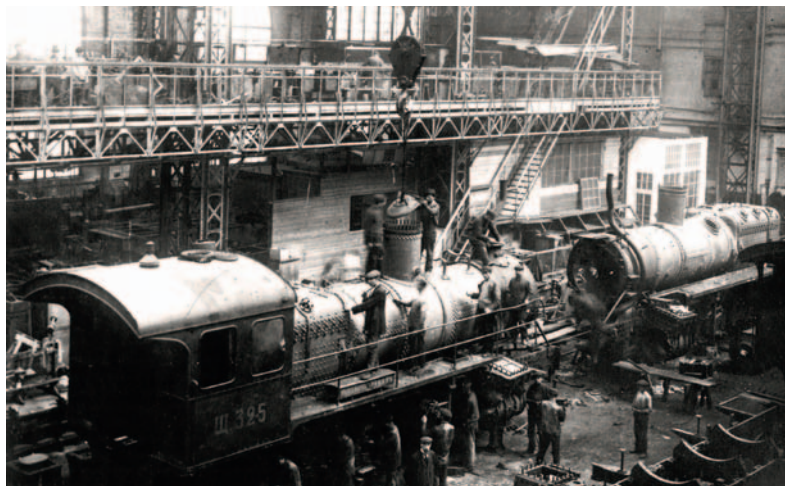


Так выглядела железнодорожная мастерская до 1917 года

Медницкая мастерская (площадь 79 саж²) была предназначена для изготовления различного рода труб и обшивок из меди и железа, работу обеспечивали 80 человек.

Баковая мастерская помещалась в деревянном здании (220 саж²). В ней изготавливались тендерные баки, дымовые трубы и другие подобные предметы. Работу обеспечивал 21 станок.

Всего за период с 1894 по 1895 год и с 1899 по 1901 год было выпущено изделий по паровозному отделу на сумму свыше 26,8 млн руб.



Ремонт паровозов в паровозной мастерской Путиловского завода

Их вклад бесценен



Михаил
Владимирович
Гололобов
(1870-1919)

Конструкторская деятельность Михаила Владимировича Гололобова, выдающегося русского теоретика и конструктора, окончившего Петербургский технологический институт в 1897 году, протекала на Путиловском заводе с 1901 по 1919 год. С 1906 по 1910 год он был начальником паровозо-технической конторы завода, а с 1910 года – консультантом по паровозостроению. Под руководством Гололобова в 1903-1907 годы были спроектированы и построены пассажирские 4-цилиндровые паровозы 2-3-0 серии У. Позднее, в 1912 году, совместно со своим учеником А.С. Раевским, Гололобов сконструировал паровоз 2-3-0 серии У^у, а в 1913-1915 годы – паровоз 2-3-1 серии Л^л.

Являясь сторонником лабораторного метода испытания паровозов, Гололобов в 1905 году построил на Путиловском заводе катковую испытательную лабораторию. Такая же лаборатория была им создана несколько позднее и на Александровском заводе.

Гололобову принадлежали первые научные статьи в «Вестнике общества технологов» и «Железнодорожном деле», освещающие вопросы применения перегретого пара в паровозах. Эти статьи способствовали развитию пароперегревателей на русских паровозах, в чем Россия опередила целый ряд стран. По его предложению регуляторная труба была при перегреве вынесена из трубчатой части котла с подводом пара непосредственно из парового колпака к коллектору.

Несмотря на активную преподавательскую деятельность, за 10 лет постоянной работы на заводе конструктор сделал очень много, да и потом, переключившись полностью на преподавание, он 2 раза в неделю аккуратно приезжал к паровозникам-

путиловцам для научных консультаций. Гололобов оказывал заводским конструкторам серьезную помощь. Будучи крупным специалистом, он пользовался широкой известностью и за рубежом. Инженеры, побывавшие в Америке, рассказывали, что видели там портреты Гололобова в кабинетах ведущих ученых-паровозников.

Преждевременная кончина конструктора (18 марта 1919 года) стала тяжелой утратой для отечественного паровозостроения.

Основные паровозные дела еще при жизни своего учителя принял на себя Александр Сергеевич Раевский. Это был, так же как и его учитель, необыкновенных знаний теоретик и конструктор. Раевский окончил Харьковский технологический институт в 1895 году, на Харьковском паровозостроительном заводе началась его конструкторская деятельность, где им были спроектированы паровозы 1-4-0 Щ, получившие широкое распространение на российских железных дорогах. В 1910 году Александр Сергеевич перешел на Путиловский завод. Первой его работой стала конструкторская разработка парораспределительного механизма Савельева, примененного в дальнейшем на двух паровозах 2-3-0 К. В 1910-1911 годах А.С. Раевский спроектировал переделку паровоза 2-3-0 У на перегрев (серия У^у). С того же времени по заказу Владикавказской железной дороги Раевский начал проектирование 4-цилиндрового паровоза 2-3-1 Л^л, первоначальный вариант которого имел машину двойного расширения.

Работая еще на Харьковском заводе, он спроектировал паровоз-полутанк 2-3-1, который оказался на 32 т тяжелее аналогичных моделей. Благодаря этому моменту А.С. Ра-



Паровоз серии Л

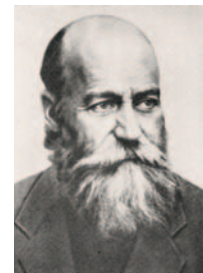


Пороховой вагон, 1917 год

евский обратил особое внимание на подсчет веса при проектировании паровоза 2-3-1 Л^П, в котором расхождение теоретического веса с действительным оказалось всего лишь в 0,5%. Следующим проектом А.С. Раевского (1915 год) был паровоз 0-5-0^Б с 4-цилиндровой машиной двойного расширения.

В то время, как на всех заграничных паровозостроительных заводах при проектировании паровозов практиковался «метод научного тыка», А.С. Раевский первым в мире сумел подвести научную базу под проектирование паровозов. Им созданы

научные методы расчета противовесов, паровой машины, тепловой расчет паровозного котла, парового конуса, расчет устойчивого движения в кривых, динамического воздействия паровоза на путь, колебательных движений паровоза, расчет осей колесных пар, а также разработан прибор для исследования кинематики кулисно-маятникового механизма. Все эти работы изложены им в пояснительных записках, которыми пользуются до настоящего времени и которые послужили основой для дальнейшего развития отечественной школы паровозостроения.



Александр
Сергеевич
Раевский
(1872-1924)

Новый виток в истории завода

В 1916 году завод перешел в управление Военного ведомства. После национализации путиловцы напрягали все силы, чтобы не дать остановиться паровозным мастерским. В производстве тогда находились пассажирские паровозы серии Л (типа «пассифик») и товарные – серии Ш.

На всех железных дорогах России можно было встретить паровозы с путиловской маркой (около 30% отечественных паровозов было изготовлено на заводе). Еще с конца XIX века за путиловскими паровозостроителями прочно закрепилась репутация пионеров новых конструкций, творцов самых совершенных локомотивов. По образцам, созданным путиловцами, долгое время работали другие заводы страны.

С началом Первой мировой войны производство паровозов резко пошло на убыль. В паровозосборочной стали собирать оружие. За весь 1916 год было выпущено только 15 паровозов, а в течение 1917 года – 11.

Тем не менее с 1917 года А.С. Раевский начал разработку предварительных проектов объединенных паровозов, в которые входил 21 тип. В основу этих проектов была положена идея создания паровозов различных типов и мощностей, предназначенных для разных условий работы, но имеющих наибольшее число взаимозаменяемых деталей и узлов, что должно было значительно удешевить производство и ремонт. Эта работа являлась практической попыткой применения идеи стандартизации типов. В число таких типов входили проекты паровозов необычной компоновки, в которых

поддерживающие колесные пары размещались в промежутках между движущими: например, 2-2-1-1, названный Черноморцем, 1-3-1-1-0 - Беломорец и др. Несмотря на то что подобная конструкция позволяла удобно разместить широкую топку и снижала сопротивление трубчатой части котла проходу газов, усложнение других узлов вызывало большие сомнения в ее целесообразности. Проекты рассматривались в секции подвижного состава и тяги Высшего технического совета НКПС в 1919 году, где были подвергнуты весьма серьезной критике, вследствие чего не были осуществлены. Впоследствии этой идеей воспользовались некоторые германские заводы и построили паровозы типа 1-2-1-1 для железных дорог Турции.

За выдающиеся достижения в области конструирования локомотивов ученый совет Петроградского политехнического института избрал начальника путиловской паровозотехнической конторы Раевского профессором кафедры паровозов. Но работа на заводе оставалась для него главной. По-прежнему с утра Александр Сергеевич являлся в контору, обходил чертежные столы, давал задания.

В 1922 году Путиловский завод был переименован в «Красный путиловец». После революции паровозостроительные мастерские завода перешли почти полностью на ремонт локомотивов. Несмотря на то что в паровозосборочной оставались не более 200-300 человек, рабочие сумели восстановить несколько десятков паровозов.

Одновременно в паровозотехнической конторе продолжалась работа по созда-



Паровоз серии М

нию новых отечественных локомотивов. В 1922 году путиловские инженеры-паровозники были привлечены к составлению рабочих чертежей первого в стране мощного дизель-электрического тепловоза ГЭ1 системы инженера-электрика Я.М. Гаккеля, первого в мире магистрального тепловоза.

Выполнение рабочих чертежей тепловоза и его изготовление поручалось трем заводам Петрограда: Балтийскому, «Красному путиловцу» и «Электрику».

Серьезной проверкой зрелости краснопутиловских специалистов-паровозников была работа над главной рамой и всей ходовой частью будущей машины. Узлы, порученные им, были спроектированы весьма удачно и выполнены в мастерских завода с особой тщательностью.

В начале июля 1924 года краснопутиловцы доставили узлы на Балтийский завод, где происходил монтаж всего паровоза. Ходовая часть, сконструированная и созданная краснопутиловцами, действовала безотказно.

Вскоре НКПС заказал «Красному путиловцу» проект нового мощного пассажирского локомотива серии М, который должен был пойти в массовое производство. При этом профиль дорог не задавался: паровоз должен был ходить одинаково хорошо как на равнинах, так и в гористой местности. Осуществить до конца постройку нового локомотива профессору Раевскому не удалось.

Работа над проектом локомотива серии М требовала от конструкторов большого напряжения. На исполнение всех чертежей НКПС дал 14 месяцев. Инженерам приходилось работать не только по вечерам, но и в воскресные дни. Трудность заключалась еще в том, что Раевский поставил задачу создать машину совсем новую, более совершенную по сравнению с существующими за рубежом. К концу 1923 года появились первые узловые чертежи паровоза. Работа над проектом

подходила к концу. Раевский успешно защитил свое детище на техническом совете НКПС. Правда, краснопутиловцам предложили пересмотреть конструкцию отдельных узлов. Раевский с прежней энергией взялся за исправление проекта, но неожиданно пришлось заняться другой работой. Выпущенные ранее заводом паровозы серии М предполагалось частично передать с Владикавказской железной дороги на Октябрьскую. Однако у специалистов появилось опасение, что некоторые мосты не выдержат динамических нагрузок этого локомотива, поэтому было решено провести испытания.

Летом 1924 года большая группа инженеров во главе с профессором Раевским выехала на трассу Октябрьской железной дороги. Испытания проходили успешно. Оставался последний мост через речку Лихоборку недалеко от Москвы – здесь и произошел несчастный случай. Случайно Раевский оказался между дачным поездом и испытательным паровозом, мчавшимся со скоростью 100 км/ч. Увлеченный замесами, Раевский не заметил опасности и был смертельно ранен. Его отвезли в больницу. Несмотря на меры, принятые врачами, 23 июля 1924 года Раевского не стало.

На должность нового начальника паровозоконструкторской конторы был назначен бывший руководитель Владикавказских железнодорожных мастерских профессор И.Ф. Ядов. Он и возглавил работу по переделке паровоза серии М. Был переоборудован котел локомотива. Внес Ядов и ряд других изменений. Опытный паровоз серии М завод выпустил к 1 мая 1927 года.

Это был самый мощный паровоз, который когда-либо выпускался в СССР: 2,2 тыс. лошадиных сил были заложены в его трех стальных цилиндрах. Он был в 1,5 раза мощнее и экономичнее самых крупных пассажирских сормовских паровозов серии С, ходивших по дорогам страны.

Всего краснопутиловцами за несколько лет было сделано 90 паровозов серии М. Специалисты, знакомые с первоначальным проектом Раевского, считали, что второй вариант локомотива серии М менее удачен. Через некоторое время почти все паровозы этой серии были переделаны и приведены в соответствие с проектом профессора Раевского.

В этот же период паровозоконструкторская контора начала работы по проектированию тепловоза, идею которого предложил Ядов.

Проект краснопутиловского тепловоза был позднее помещен в специальном сбор-

нике, выпущенном по решению жюри всесоюзного конкурса.

Последним проектом А.С. Раевского был паровоз 2-4-0 М с трехцилиндровой машиной, осуществленный по измененному проекту после его смерти.

Заключение

Вся история Путиловского паровозостроения, в сущности, была гонкой за новыми моделями. Выработав модель, завод получал первый небольшой заказ на паровоз этого типа, но в массовое производство его часто передавали другим заводам. Еще Данилевский, сталкиваясь с этим явлением, не раз говорил заказчикам, что Путиловский завод «отдувается» за все русское паровозостроение. Ему приходилось изобретать, а плоды пожинают другие.

«Тут какое-то горе от ума, – взывал Данилевский и требовал справедливости. – Дайте нам валовой заказ на нашу собственную модель!»

Паровозостроение надолго заняло одно из главных мест в производстве Путиловского завода. Ни один завод в России не выпускал паровозов в таком количестве и разнообразии. Но нужно было

предвидеть то время, когда никакая изобретательность не поможет, и первое место в паровозостроении придется уступить, да и само паровозостроение станет прошлым.

Список использованной литературы

1. История Путиловского завода 1801-1917 : Издательство социально-экономической литературы. – М., 1961. – С.38–40.
2. Юбилейный альбом «К столетию Путиловского завода 1801-1901 гг.». – С.-П. Издание Путиловского завода, 1902.
3. Януш Л.Б. Русские паровозы за 50 лет : Ленинградское отделение машгиза: Редакция литературы по машиностроению. – М.-Л., 1950.
4. История Кировского завода 1917-1945 : Мысль, М., 1966. §



30 марта исполняется 60 лет техническому директору ОАО «УК ЕПК» Владимиру Григорьевичу Осипову.

Владимир Григорьевич родился в 1956 году. В июне 1978 года окончил Томский политехнический институт, после чего получил направление в Москву на подшипниковый завод (ГПЗ-1). Начал свою трудовую деятельность мастером цеха точных подшипников, в 1981 году был назначен начальником цеха точных подшипников, в 1998 году перешел на работу в дирекцию завода заместителем генерального директора по производству. В 2002 году занял пост генерального директора ГПЗ-1. С 2014 года перешел на работу в ОАО «УК «ЕПК» техническим директором.

Вот, что вспоминает сам юбиляр о начале подшипникового производства в России: «На производстве я интересовался всем,

знал, как наладить каждый станок. Начиная с 80-х годов мы получали эшелоны нового оборудования из ГДР и сами его запускали. Это было невероятно интересно». По его словам, сегодня ЕПК имеет технологию изготовления подшипника другого уровня. Закуплено оборудование в США, Германии, Испании, Италии, Китае, Тайване, Франции и т. д. Благодаря этому в Саратове создано новое литейное производство и суперсовременные кузнечные мощности в виде автоматической линии полного цикла.

Желаем Владимиру Григорьевичу сохранить тот заряд бодрости, которым он заряжает всех нас вокруг!

*С уважением,
коллектив ОАО «УК ЕПК»*



7 марта Андрею Анатольевичу Андрееву, генеральному директору ОАО «Метровагонмаш», исполняется 60 лет.

Уважаемый Андрей Анатольевич!

Сердечно поздравляю Вас с 60-летним юбилеем!

Годы, в течение которых Вы возглавляли Трансмашхолдинг, превратили компанию в гиганта, хорошо известного и в России, и далеко за ее пределами.

Ваша незаурядная работоспособность и признанный профессионализм, умение эффективно использовать накопленный ко-

лоссальный опыт, ответственно подходить к решению самых сложных задач снискали Вам заслуженное уважение коллег и деловых партнеров.

Желаю Вам доброго здоровья, неиссякаемой энергии, успехов во всех начинаниях.

С уважением,
генеральный директор
ЗАО «Трансмашхолдинг» К.В. Липа



15 марта Александру Владимировичу Салтаеву, генеральному директору ООО «Уральские локомотивы», исполняется 65 лет.

Александр Владимирович родился в Нижнем Тагиле. Окончил Московский экономико-статистический институт и Всесоюзный заочный политехнический институт.

Начиная с 1969 года, он работал на крупных предприятиях Свердловской области, в том числе на ключевых постах Качканарского ГОКа и города Качканара. С 1998 по 2000 год занимал пост первого заместителя министра промышленности и науки Свердловской области.

1 июля 2010 года в Верхней Пышме было создано ООО «Уральские локомотивы» – совместное предприятие группы «Синара» и концерна «Сименс», возглавил которое А.В. Салтаев. Под его руководством на заводе был налажен серийный выпуск электровозов «Синара» (2ЭС6) и «Гранит» (2ЭС10), разработан и сертифицирован первый грузовой локомотив переменного тока 2ЭС7.

Благодаря непосредственному участию и руководству Александра Владимировича на заводе реализован масштабный проект по производству скоростных электропоездов «Ласточка» (ЭС2Г). Первый поезд выпущен 30 мая 2014 года. Сейчас уже 24 уральских «Ласточки» перевозят пассажиров по российским железным дорогам.

За свою деятельность А.В. Салтаев награжден медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени и орденом Дружбы, а также почетным знаком «За заслуги в развитии ОАО «Российские железные дороги»».

Уважаемый Александр Владимирович!

От всей души поздравляем Вас с замечательным юбилеем!

Вы – один из самых высококлассных и опытных профессионалов отечественного машиностроения, способных решать не только насущные вопросы, но и стратегические задачи развития производства.

Будучи авторитетным и сильным лидером, Вы успешно возглавляете «Уральские локомотивы» – одно из самых крупных и современных предприятий транспортного машиностроения в нашей стране. Все знают Вас не только как принципиального и требовательного руководителя, но и справедливого, отзывчивого человека.

Благодаря Вам наш завод успешно справляется с поставленными задачами. Вы делаете все возможное, чтобы в это непростое время сохранить на предприятии стабильный и работоспособный коллектив.

Александр Владимирович! Искренне желаем Вам долгих лет активной и плодотворной профессиональной деятельности, неиссякаемой энергии! Пусть Ваша жизнь будет наполнена новыми замыслами и успешными проектами! Всех Вам благ, здоровья, заботы и любви близких!

С уважением,
трудолюбивый коллектив
ООО «Уральские локомотивы»

Совещание о перспективах развития транспортного машиностроения

9 февраля на Тверском вагоностроительном заводе (ОАО «ТВЗ») состоялось совещание о перспективах развития транспортного машиностроения под председательством премьер-министра РФ Дмитрия Медведева. В мероприятии также приняли участие руководители Минпромторга, Минтранса, Минэкономразвития, ФАС России, региональных органов власти, ОАО «РЖД», крупнейших производителей подвижного состава, операторов и грузовладельцев.

Перед совещанием Дмитрию Медведеву и представителям органов власти была продемонстрирована современная продукция Тверского вагоностроительного завода и других производителей. Делегации было представлено два электропоезда – ЭП2Д (ОАО «ДМЗ») и ЭГ2Тв (ОАО «ТВЗ»). Как заявили производители, поезда более чем на 80% созданы из российских компонентов. Также гостей ознакомили с линейкой пассажирских вагонов и трамваев, изготавливаемых на ОАО «ТВЗ».

Открывая совещание, Дмитрий Медведев отметил, что транспортное машиностроение может стать одной из точек роста экономики. Для поддержания отрасли на фоне спада производства в 2015 году (-37% относительно 2014 года) Правительством РФ 21 января была утверждена Программа поддержки транспортного машиностроения на 2016 год, которая должна простимулировать спрос на подвижной состав. Указанные в документе меры будут внедряться на протяжении всего года.

Дмитрий Медведев акцентировал внимание на важности поддержки закупок локомотивов за счет средств Фонда национального благосостояния (ФНБ). В 2015 году на выделенные из него 62 млрд руб. было суммарно приобретено 500 локомотивов. «Считаю правильным продолжить финансирование закупок локомотивов за счет средств ФНБ и в этом году», – заявил Медведев. По словам Министра промышленности и торговли РФ Дениса Мантурова, Председателя Правительства РФ уже дано поручение по проработке вопроса о выделении на закупку локомотивов в 2016 году 39,8 млрд руб., что вкупе с 29 млрд руб. инвестиционной программы ОАО «РЖД» позволит закупить 495 локомотивов.

Другое направление – поддержка производства пассажирского подвижного состава.



Осмотр подвижного состава, Дмитрий Медведев и Андрей Соловей, генеральный директор ОАО «ТВЗ»

Для этого предусмотрено снижение ставки НДС при перевозках в поездах дальнего следования до 10%, что позволит ОАО «ФПК» заказать 186 пассажирских вагонов, из которых 74 – двухэтажных. На совещании Денис Мантуров предложил рассмотреть и возможность обнуления НДС, так как это сможет обес-



Источник: ЗАО «ТМХ»

Трамвай 71-931 «Витязь»



Источник: ЗАО «ТМХ»

Обращение Дмитрия Медведева к участникам совещания



Источник: ЗАО «ТМХ»

Участники совещания о перспективах развития транспортного машиностроения


печить загруженность ОАО «ТВЗ» производством еще 45 двухэтажных вагонов. Также глава Минпромторга указал, что обнуление НДС и для пригородных перевозок обеспечит дополнительные ресурсы для приобретения в этом году не менее 400 вагонов электропоездов.

Обнуление НДС для дальних перевозок поддержал и Министр транспорта РФ Максим Соколов. «Это позволит сократить расходы федерального бюджета на субсидирование с 19 млрд руб. до 10 млрд в следующем году и, соответственно, дополнительно обеспечить приобретение еще порядка 100 вагонов», – отметил Соколов.

Третьей важной темой совещания стал вопрос поддержки экспортного потенциала транспортного машиностроения. Денис Мантуров сообщил, что на 2016 год запланировано выделение 3 млрд руб. на компенсацию затрат производителям инновационной техники, поставляемой по экспортным контрактам. Он также отметил, что переговоры по поставкам «Египетским национальным железным дорогам» 700 пассажирских вагонов производства ОАО «ТВЗ» практически успешно завершены, однако осталось решить вопрос с обеспечением конкурентоспособного экспортного финансирования. Данный вопрос Дмитрий Медведев предложил обсудить позднее, но отметил, что уже в ближайшие дни подпишет решение Наблюдательного совета ГК «Внешэкономбанк» о выделении трех кредитов для поддержки экспортных контрактов ОАО «Метровагонмаш» в Венгрии и АО «НПК «Уралвагонзавод» в Иране и Казахстане.

Также на совещании коснулись и темы поддержки производства грузовых ваго-

нов. Как сообщил Денис Мантуров, для стабилизации ситуации и поддержки уровня рентабельности необходимо произвести в 2016 году 40 тыс. грузовых вагонов. Для этого предусмотрены меры государственной поддержки в виде запрета на эксплуатацию вагонов с продленным сроком службы (вступил в силу в конце 2015 года) и возмещение операторам расходов на приобретение грузовых вагонов. По словам Дмитрия Медведева, на эти цели заложено до 7 млрд руб. На совещании от представителей отрасли прозвучали также предложения по стимулированию развития тяжеловесного движения и внедрению тарифных скидок для операторов инновационных вагонов.

С докладом в рамках совещания выступил и глава ОАО «РЖД» Олег Белозёров. Он указал, что на закупку продукции транспортного машиностроения (подвижной состав и комплектующие) в 2016 году ОАО «РЖД» планирует выделить 186 млрд руб., что составит 20% от всех закупок компании. При этом, как заметил глава РЖД, существует определенная проблема с качеством подвижного состава. Так, по его данным, по результатам мониторинга эксплуатации нового подвижного состава в 2015 году показатели технической готовности ряда локомотивов меньше запланированных. При этом он также выразил уверенность, что налаженное хорошее взаимодействие компании с производителями подвижного состава поможет решить данную проблему, а доля инновационной продукции в закупках ОАО «РЖД» в соответствии с поставленной Правительством задачей к 2018 году достигнет 10%. 

Мониторинг ситуации в промышленности на основании индексов ИПЕМ по итогам 2015 года

Нигматулин Мансур Раисович, 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 итогу IV квартала 2015 года и по итогам всего календарного года на основании индексов, разработанных ИПЕМ. Даны основные результаты расчета индексов со снятием сезонного фактора, а также в разрезе отраслевых групп. Представлен подробный анализ системообразующих отраслей промышленности России, в том числе топливно-энергетического комплекса. Выявлены основные факторы, оказывающие позитивное и негативное влияние на развитие промышленности в 2015 году.

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

Тяговые электродвигатели на НЭВЗ

Лосев Евгений Константинович, руководитель проекта по тяговым электродвигателям и тяговым генераторам для тепловозов ООО «ПК «НЭВЗ»

Контактная информация: 127055, Россия, г. Москва, ул. Бутырский Вал, 26, ЗАО «Трансмашхолдинг», тел.: +7 (495) 660-89-50, e-mail: info@transmashholding.ru

Аннотация: На Новочеркасском электровозостроительном заводе создан единый центр компетенции по двигателям и генераторам для тепловозов. В статье раскрывается реализация программы освоения тяговых электродвигателей для дизельных локомотивов, технические особенности производства двигателей и генераторов. Приведены отличия от двигателей производства ГП «Завод «Электротяжмаш».

Ключевые слова: НЭВЗ, Трансмашхолдинг, двигатели, генераторы, единый центр компетенции, тяговый двигатель.

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

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

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

Annotation: The article provides an overview of the current situation in the Russian industry in the IV quarter of 2015 and by the end of the calendar year 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 2015.

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

NEVZ traction engines

Yevgeny Losev, Project Manager for traction motors and diesel locomotive traction generators production at ООО "PC "NEVZ"

Contact information: 26, Butyrsky Val Street, Moscow, Russia, 127055, tel.: +7 (495) 660-89-50, e-mail: info@transmashholding.ru

Annotation: A unified center of excellence for motors and diesel locomotives generators has been established at NovoCherkassk Electric Locomotive Building Plant. The article describes implementation of a program for development of traction motors for diesel locomotives and technical features for production of motors and generators; it shows their peculiarities in comparison with motors produced by GP Zavod Electrotiyazhmash.

Keywords: NEVZ, Transmashholding, motors, generators, unified center of excellence, production of traction motors.

Итоги отрасли транспортного машиностроения России в 2015 году

Поликарпов Александр Андреевич, заместитель руководителя департамента исследований железнодорожного транспорта, 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: ipem@ipem.ru

Аннотация: В данной статье представлен обзор отрасли транспортного машиностроения и ее ключевых сфер в 2014-2015 годах. Приведены ключевые проблемы отрасли и отдельных ее сфер, показаны пути решения проблем, возможные инструменты, включая реализацию программы импортозамещения, локализацию производства иностранной продукции, формирование целеполагающих документов отрасли и ее отдельных сфер.

Ключевые слова: транспортное машиностроение, импортозамещение, локализация производства, нисходящий тренд, государственная поддержка.

Математическое моделирование параметров контакта колеса с рельсом для различных условий эксплуатации вагонов

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

Контактная информация: 190031, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский пр. д. 9, тел.: +7 (812) 457-83-92, e-mail: vorobev_alex@mail.ru

Аннотация: В работе представлены результаты расчетов параметров контактного взаимодействия колес грузового и пассажирского вагона с рельсами Р65 (темпа износа колес, площадей пятен контакта колес с рельсами, мощностей сил трения в пятнах контакта) для различных эксплуатационных условий на сети дорог ОАО «РЖД». Выбор групп эксплуатационных условий производился на основе методики ранжирования характеристик главных путей дорог в плане и профиле. Установлены количественные значения параметров контактного взаимодействия, произведен их сравнительный анализ для рассматриваемых условий.

Ключевые слова: колесо, сталь, износ, вагон, рельс, контакт.

Russian railway industry review in 2015

Alexander Polikarpov, Deputy Head of Railway Research Division, 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: ipem@ipem.ru

Abstract: This article presents an overview of Russian railway industry and its key areas in 2014-2015. Presents the key problems of the industry and its separate spheres, the ways of solving problems, possible tools, including the implementation of the program of import substitution, foreign production localization, purposeful formation of industry documents and its separate spheres.

Keywords: transport engineering, import substitution, localization of production, descending trend, state support.

Математическое моделирование параметров контакта колеса с рельсом для различных условий эксплуатации вагонов

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

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

Annotation: In work results of calculations of parameters of contact interaction of wheels cargo and the car with P65 rails (rate of wear of wheels, the areas of spots of contact of wheels with rails, capacities of friction forces in contact spots) for various operational conditions on a network of roads of JSC RZhd are presented. The choice of groups of operational conditions was made on the basis of a technique of ranging of characteristics of the main ways of roads in the plan and a profile. Quantitative values of parameters of contact interaction are established, their comparative analysis is made for the considered conditions.

Keywords: wheel, steel, wear, car, rail, contact.

Разработка и создание двигателя нового типоразмерного ряда 12ЛДГ500 (12ЧН 26,5/31) для магистрального тепловоза

Рыжов Валерий Александрович, профессор, действительный член Санкт-Петербургской академии наук, заслуженный конструктор РФ, лауреат премии Правительства РФ, главный конструктор по машиностроению ОАО «Коломенский завод»

Исянов Владимир Ряисьевич, начальник отдела перспективного проектирования ОАО «Коломенский завод»

Контактная информация: 140408, Россия, Московская область, г. Коломна, ул. Партизан, д. 42, тел.: +7 (496) 613-88-26, e-mail: ugkm@kolomzavod.ru

Аннотация: В статье изложены этапы создания и особенности конструкции нового среднеоборотного двигателя мощностью 6000 л.с., создаваемого для грузового магистрального локомотива.

Ключевые слова: дизели нового поколения, проектирование, особенности конструкции, испытания.

Модернизированный тепловоз ТЭМ2-УГМК

Ворошнин Андрей Геннадьевич, технический директор ОАО «Шадринский автоагрегатный завод» (ОАО «ШААЗ») Папировский Александр Васильевич, заместитель технического директора по модернизации тепловозов ОАО «ШААЗ»

Контактная информация: 641870, Россия, Курганская обл., г. Шадринск, ул. Свердлова, 1, тел.: +7 (35253) 91-7-59, 29-5-17, email: teplovoz@shaaz.ru

Аннотация: Тепловоз ТЭМ2-УГМК создан по проекту компании Woodward-MAV (Венгрия) в результате проведения глубокой модернизации тепловоза серии ТЭМ2. В процессе реновации существенно были улучшены технико-экономические показатели работы тепловоза, увеличен ресурс двигателя, уменьшен расход топлива, снижено количество вредных выбросов в атмосферу, улучшены условия работы машиниста.

Ключевые слова: тепловоз, ТЭМ2, ТЭМ2-УГМК, модернизация, ШААЗ, УГМК.

Диагностический комплекс СМДЛ-2ТЭ116 – новый подход к диагностике

Михалкин Игорь Константинович, генеральный директор ЗАО НПЦ ИНФОТРАНС

Седёлкин Юрий Александрович, заместитель генерального директора ЗАО НПЦ ИНФОТРАНС

Development and creation of the new series 4-stroke engine 12LDG500 (26,5/31) for the main diesel locomotive

Valery Ryzhov, Professor, member of the St.Petersburg Academy of Sciences, honored designer of the Russian Federation, laureate of the Russian Government award, the Chief Designer of diesel engine department of Kolomensky Zavod JSC Vladimir Isyanov, the head of advanced engineering department, Kolomensky Zavod JSC

Contact information: Partizan street, 42, Kolomna, the Moscow region, Russia, 140408, tel.: +7 (496) 613-88-26 e-mail: ugkm@kolomzavod.ru

Annotation: The article deals with the development stages and features of the new engine design rated 500 h.p., created for freight locomotives.

Keywords: diesel engines of the new generation, designing, design features, engine tests.

The modernized TEM2 UMMC locomotive

Andrey Voroshnin, Technical Director of JSC “Shadrinsk Auto Aggregate Plant” (JSC “SHAAZ”)

Alexander Papirovsy, Deputy Technical Director for the locomotives modernization of JSC “SHAAZ”

Contact information: 641870, Russia, Kurgan region, Shadrinsk, Sverdlov Str., 1, tel.: +7 (35253) 91-7-59, 29-5-17, email: teplovoz@shaaz.ru

Abstract: TEM2 UMMC diesel locomotive was designed by the company Woodward-MAV (Hungary) as the result of deep modernization of TEM2 series locomotive. During renovation the technical and economic performance of the locomotive are significantly improved, engine life increases, fuel consumption is reduced, the amount of harmful emissions into the atmosphere decreases and the operator working conditions are improved.

Keywords: locomotive, TEM2, TEM2 UMMC, modernization, SHAAZ, UMMC.

Diagnostic train SMDL-2TE116 – new diagnostic approach

Igor Mikhalkin, General Director CJSC RPC INFOTRANS

Yury Sedelkin, Deputy Director General CJSC RPC INFOTRANS

Контактная информация: 443001, Россия, г. Самара, ул. Полевая, д. 47, тел.: +7 (846)337-51-26, e-mail: office@infotrans-logistic.ru

Аннотация: Впервые на базе тепловоза 2ТЭ116 была создана самоходная многофункциональная диагностическая лаборатория СМДЛ-2ТЭ116, способная контролировать максимально полный набор параметров объектов железнодорожной инфраструктуры.

Ключевые слова: локомотив, взаимодействие, путь, реальные условия, токоприемник, контактная сеть, автоматическая оценка результатов, аналитическая обработка, геодезия, ГЛОНАСС/GPS, железнодорожная система координат.

Определение параметров пространственного нагружения литых деталей тележки 18-9855 при проведении стендовых испытаний

Шевченко Денис Владимирович, к.т.н., директор научно-исследовательской дирекции ООО «Всесоюзный научно-исследовательский центр транспортных технологий» (ООО «ВНИЦТТ»)

Куклин Тимофей Сергеевич, инженер-исследователь ООО «ВНИЦТТ»

Орлова Анна Михайловна, д.т.н., заместитель генерального директора по научно-техническому развитию ПАО «Научно-производственная корпорация «Объединенная Вагонная Компания» (ПАО «НПК ОВК»)

Савушкин Роман Александрович, к.т.н., генеральный директор ПАО «НПК ОВК»

Дмитриев Сергей Владимирович, генеральный директор ООО «Тихвинский испытательный центр железнодорожной техники» (ООО «ТИЦ ЖТ»)

Белянкин Алексей Владимирович, начальник отдела испытаний инфраструктуры ООО «ТИЦ ЖТ»

Аннотация: На примере боковой рамы и надрессорной балки тележки модели 18-9855 рассмотрен общий алгоритм определения параметров пространственного стендового нагружения элементов литых деталей тележки. В ходе работы были проведены поездные испытания, по результатам которых рассчитаны параметры нагруженности рассматриваемых элементов, а также действующие на них в ходе эксплуатации силовые воздействия. На основе анализа силовых факторов был задан спектр стендового нагружения и проведено определение масштабов напряжений от действия каждой нагрузки спектра. В конце на основе полученных данных определяются величины требуемых нагрузок и необходимое количество циклов их приложения для подтверждения ресурса деталей.

Ключевые слова: стендовые испытания, литые детали тележки, тележка грузового вагона, пространственное нагружение, ресурсные испытания, поездные испытания, силовые воздействия, боковая рама, надрессорная балка.

Contact information: 47, Polevaya str., Samara, 443001, Russia, tel.: +7 (846)337-51-26, e-mail: office@infotrans-logistic.ru

Annotation: The self-propelled multifunctional diagnostic labor SMDL-2TE116 based on the electric locomotive 2TE116 is the first train, which can control the maximum range of parameters of railway infrastructure objects.

Keywords: locomotive, Interaction, track, real conditions, pantograph, catenary, The automatic evaluation of the results, Analytical Processing, geodesy, GLONASS / GPS, rail system of coordinates.

Defining the parameters of the spatial loading carts cast parts 18-9855 during the bench tests

Denis Shevchenko, Head of research department LLC “VNICTT”

Timofei Kuklin, Research engineer LLC “VNICTT”

Anna Orlova, Deputy General Director for research and technology development RPC “UWC”

Roman Savushkin, CEO RPC “UWC”

Sergei Dmitriev, CEO LLC “TTC RT”

Alexey Belyankin, Head of infrastructure testing division LLC “TTC RT”

Annotation: The article dwells on a general algorithm of the definition of parameters of spatial bench loading of cast truck details, using the example of a side frame and a bolster of the truck model 18-9855. Train field testing was conducted in the course of work. The loading parameters of the elements under consideration as well as force actions, acting on the elements during operation, were calculated subsequent to the tests' results. Based on the analysis of force factors the range of bench loading was set and the definition of values of tensions from each load action of the spectrum was made. The final part of the article tells about the definition of the required loads' values and the necessary quantity of cycles of the loads' application in order to confirm component life based on obtained data.

Keywords: bench test, cast truck details, freight truck, bolster, side frame, durability testing, field testing.

РЕКЛАМНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ НА INNOTRANS 2016

Приглашаем вас разместить рекламно-информационные материалы в англоязычном спецвыпуске журнала «Техника железных дорог», который будет распространяться на выставке InnTrans 2016 в Берлине 20-23 сентября.



InnoTrans – это

- Парад передовых технологий железнодорожного транспорта
- Более **2 700** участников из 50 стран мира
- Более **130 000** посетителей, среди которых специалисты и представители крупнейших железнодорожных компаний и предприятий транспортного машиностроения
- **Сотни потенциальных клиентов и заказчиков**



Дмитрий Медведев,
Председатель
Правительства РФ

«Транспортное машиностроение может стать одной из точек экономического роста ... принимая во внимание ослабление рубля, это может стать и вполне серьезным стимулом для того, чтобы поставлять продукцию на экспорт».

(Совещание о перспективах развития транспортного машиностроения, 09.02.2016, г. Тверь)



Мартин Вожур,
старший вице-президент
и управляющий директор
Alstom Transport
по России и СНГ

«С падением курса рубля значительно увеличилась привлекательность продукции российского производства. Поэтому одно из направлений развития – экспорт продукции предприятий нашего партнера, Трансмашхолдинга, в первую очередь как поставщиков компонентов для наших проектов в других странах».

(Интервью журналу «Техника железных дорог», № 4 (32) ноябрь 2015)

Журнал «Railway Equipment» – постоянный участник выставки InnoTrans, способствующий продвижению российских предприятий транспортного машиностроения на международной арене.



Рекламный модуль (за 1 полосу)	98 000 руб.
Рекламный модуль (за ½ полосы)	53 000 руб.
Рекламный модуль (3-я обложка)	136 000 руб.
Рекламная статья (за 1 полосу)	112 000 руб.
Членам НП «ОПЖТ» – скидка 20%	

НЕ УПУСТИТЕ ВОЗМОЖНОСТЬ ЗАЯВИТЬ О СЕБЕ И СВОЕЙ ПРОДУКЦИИ!

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

ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ЕСТЕСТВЕННЫХ МОНОПОЛИЙ



ТРАНСПОРТНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ
ЭНЕРГЕТИКА

АНАЛИТИКА
СТАТИСТИКА
ИССЛЕДОВАНИЯ
ПРОГНОЗЫ
ОБЗОРЫ

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