

ТЕХНИКА®

ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

№ 2 (38) май 2017



ОБЪЕДИНЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ



Члены НП «ОПЖТ»

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

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ТЕХНИКИ

- НПЦ «Пружина», ООО
- НТЦ Информационные технологии, ООО
- НТЦ «Привод-Н», ЗАО
- Объединенная металлургическая компания, АО
- Орелкомпрессормаш СП, ООО
- Оскольский подшипниковый завод ХАРП, АО
- Остров системы кондиционирования воздуха, ООО
- Первая грузовая компания, АО
- ПО Вагонмаш, ООО
- Покровка финанс, ООО
- ПО «Октябрь», ФГУП
- ПО «Старт», ФГУП
- Производственная торгово-финансовая компания «Завод транспортного оборудования», ЗАО
- ПКФ «Интерсити», ООО
- Проммашкомплект, ТОО
- Радиоавионика, ОАО
- РэйлМатик, ООО
- Рельсовая комиссия, НП
- «Ритм» Тверское производство тормозной аппаратуры, ОАО
- Рославльский вагоноремонтный завод, ОАО
- Российские железные дороги, ОАО
- Самарский государственный университет путей сообщения (СамГУПС), ФГБОУ ВПО
- Саранский вагоноремонтный завод, ОАО
- Светлана-оптоэлектроника, ЗАО
- СГ-Транс, АО
- Сибирский Сертификационный центр – Кузбасс, ООО
- Силовые машины – завод «Реостат», ООО
- Сименс, ООО
- Синара – Транспортные машины, ОАО
- СКФ Тверь, ООО
- Содружество операторов аутсорсинга, НП
- Специальное конструкторское бюро турбоагнетателей, ОАО
- ССАБ шведская сталь СНГ, ООО
- Стахановский вагоностроительный завод, ПАО
- Татравагонка, АО
- Тверской вагоностроительный завод, ОАО
- Теплосервис, ООО
- Тимкен-Рус Сервис Компании, ООО
- Тихвинский вагоностроительный завод, АО
- Тихорецкий машиностроительный завод им. В.В. Воровского, ОАО
- Тольяттинский государственный университет, ФГБОУ ВПО
- Томский кабельный завод, ООО
- Торговый дом РЖД, ОАО
- ТПФ «Раут», ООО
- Т-Экспресс, ЗАО
- Трансвагонмаш, ООО
- ТрансКонтейнер, ПАО
- Трансмашпроект, ОАО
- Трансмашхолдинг, ЗАО
- Транспневматика, ОАО
- ТрансЭнерго, ООО
- Трансэнерком, АО
- ТСЗ «Титран-Экспресс», АО
- ТТМ, ООО
- УК РэйлТрансХолдинг, ООО
- Управляющая компания «Профит центр плюс», ООО
- Управляющая компания РМ Рейл, ООО
- Управляющая компания ЕПК, ОАО
- Уралгоршахткомплект, ЗАО
- Уральская вагоноремонтная компания, ЗАО
- Уральский завод автотекстильных изделий, ОАО
- Уральские локомотивы, ООО
- Уральский межрегиональный сертификационный центр, НОУ
- Уралхим-Транс, ООО
- Фактория ЛС, ООО
- Федеральная грузовая компания, АО
- Фейвели Транспорт, ООО
- Финэкс Качество, ООО
- Финк Электрик, ООО
- Фирма ТВЕМА, АО
- Флайг+Хоммель, ООО
- Фойт Турбо, ООО
- Фонд инфраструктурных и образовательных программ
- Хартинг, ЗАО
- Хелиос РУС, ООО
- ХК «СДС-Маш», ОАО
- Холдинг кабельный альянс, ООО
- Холдинг Кнорр-Бремзе Системы для Рельсового Транспорта СНГ, ООО
- Центр «Приоритет», ЗАО
- Чебоксарское предприятие «Сеспель», ЗАО
- Чирчикский трансформаторный завод, ОАО
- Шэффлер руссланд, ООО
- Экспортно-промышленная фирма «Судотехнология», ЗАО
- Экспертный центр по сертификации и лицензированию, ООО
- ЭЛАРА, ОАО
- Электровыпрямитель, ОАО
- Электромеханика, ОАО
- Электро-Петербург, ЗАО
- Электро СИ, ЗАО
- Электротяжмаш, ГП
- Элтеза, ОАО
- Энергосервис, ООО
- Южный центр сертификации и испытаний, ООО
- Яхтинг, ООО

Издатель:



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

При поддержке:



НП «Объединение производителей железнодорожной техники»



Комитет по железнодорожному машиностроению ООО «Союз машиностроителей России»

Подписной индекс в каталогах:

Объединенный каталог «Пресса России»,
Урал-пресс – 41560

Свидетельство о регистрации

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

Журнал включен в базу данных Российского индекса научного цитирования.

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

Типография: ООО «Типография Сити Принт»,
129226, Москва, ул. Докукина, д. 10, стр. 41
Тираж: 3000 экз.

Периодичность: 1 раз в квартал
Подписано в печать: 12.05.2017

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

Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов.

Редакционная коллегия

Главный редактор:

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

Заместитель главного редактора:

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

Р. Х. Аляудинов,
к. э. н., 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. Плакаткин,
д. э. н., профессор, действительный член Российской академии естественных наук, заместитель директора
Института энергетических исследований РАН

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

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

И. Р. Томберг,
к. э. н., профессор, руководитель Центра энергетических и транспортных 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:

Е. В. Матвеева

Консультанты:

Г. М. Зобов
И. А. Скок

Верстальщик:

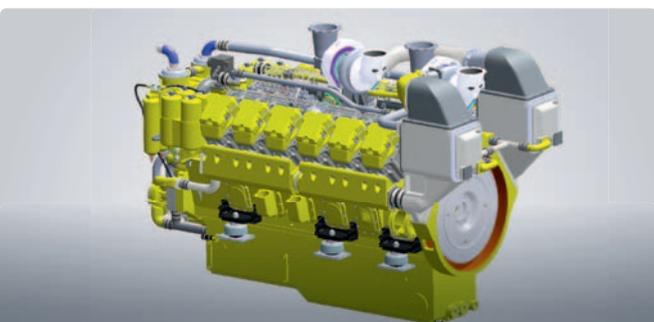
Н. Е. Кожина

Корректор:

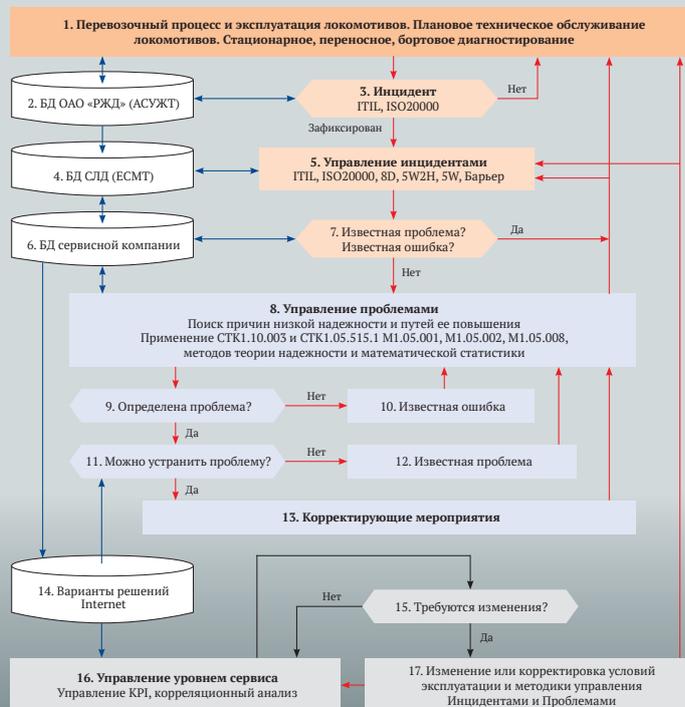
А. С. Кузнецов



54 | Способ продления срока службы стрелочных переводов



64 | Доводка рабочего процесса дизеля 12ДМ-21Л для тепловоза ТГ16М с турбокомпрессорами TPS48D-01



34 | Эффективность сервисного обслуживания локомотивов

Содержание

| ТРЕНДЫ И ТЕНДЕНЦИИ |

М.Р. Нигматулин. Мониторинг ситуации в промышленности на основании индексов ИПЕМ: по итогам I квартала 2017 года 4

Я.К. Хардер. Трансфер технологий: значение в развитии транспортного машиностроения. 12

В.А. Матюшин. Перспективы развития системы добровольной сертификации 16

| АНАЛИТИКА |

Г.И. Михайлов. Об оптимизации и дальнейшей систематизации технических требований в ГОСТ 30803 «Колеса зубчатые тяговых передач тягового подвижного состава» 19

И.П. Васильев. Пути повышения энергетической эффективности электровозов переменного тока с коллекторными тяговыми машинами. 26

И.К. Лакин, И.В. Пустовой. Эффективность сервисного обслуживания локомотивов. 34

| СТАТИСТИКА | 46

| КОНСТРУКТОРСКИЕ РАЗРАБОТКИ |

Л.С. Блажко, М.Э. Дмоховский, В.Б. Захаров. Способ продления срока службы стрелочных переводов 54

Д.И. Петраков, П.Л. Чудаков, О.М. Котов. Новый вид маневрового железнодорожного транспорта – ТЭМ28 59

Д.С. Шестаков, А.С. Морозов. Доводка рабочего процесса дизеля 12ДМ-21Л для тепловоза ТГ16М с турбокомпрессорами TPS48D-01 64

С.Н. Чуян, Б.О. Поляков, Е.Я. Ватулина. Защита рабочей тяги стрелочного перевода от волочащегося груза или деталей подвижного состава. 71

| ЮБИЛЕИ |

С.В. Перов. Будущее – в инновациях 75

| АННОТАЦИИ И КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА | 80

Мониторинг ситуации в промышленности на основании индексов ИПЕМ: по итогам I квартала 2017 года



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

По итогам I квартала 2017 года наблюдается рост индексов ИПЕМ. Положительная динамика спроса демонстрирует устойчивый характер третий квартал подряд, что свидетельствует о постепенном восстановлении экономики. Однако по-прежнему стоит проявлять осторожность в оценке устойчивости наметившегося роста: без реального притока инвестиций любой рост будет кратковременным. Его драйверами продолжают выступать добывающие и низкотехнологичные отрасли. Растущие потребности со стороны ОПК на цветные металлы нивелируют общее сжатие спроса в среднетехнологических отраслях, которые по итогам отчетного периода прекратили падение. Высокотехнологичные отрасли пока продолжают оставаться в отрицательной зоне приростов. Положительными признаками можно считать стабилизацию на валютном рынке, а также рост цен на энергоносители, которые подстегнули экспорт сырья из России.

Анализ основных результатов расчета индексов ИПЕМ

По итогам I квартала 2017 года индексы ИПЕМ продемонстрировали положительные результаты к аналогичному периоду прошлого года (рис. 1):

- индекс ИПЕМ-производство – +1,3%;
- индекс ИПЕМ-спрос – +2,6%.

На квартальные значения индексов в большей степени повлияли результаты расчета за февраль, для сопоставимости которых с прошлым годом необходимо выполнять пересчет и корректировку на разное количество дней. Так, без учета вклада дополнительного дня индекс ИПЕМ-производство показал прирост (+1,6% – к I кварталу 2016 года), а прирост индекса ИПЕМ-спрос оказался куда более значительным (+3,8%).

Из расчетов следует, что спад производства пришелся на февраль 2017 года (-2,8% – к февралю 2016 года). Это падение стало рекордным за все время кризиса. Даже с учетом календарной корректировки индекс ИПЕМ-производство в феврале по-

казал второе по величине падение за два последних года (-1,7%).

С этими результатами согласуются и данные официальной статистики. Так, индекс промышленного производства (ИПП) Росстата за I квартал 2017 года показал условный рост на 0,1% к аналогичному периоду прошлого года. Столь низкое значение также объясняется рекордным с конца 2014 года падением промышленного производства в феврале (-2,7%). Без календарных корректировок сокращение производства по ИПП составило 1,5% и стало максимальным с конца 2015 года.

Результаты I квартала 2017 года стоит рассматривать как положительные благодаря устойчиво высокому уровню спроса третий квартал подряд. При этом уровень февральского спроса, несмотря на календарный фактор, остался в положительной зоне: нескорректированный индекс ИПЕМ-спрос в феврале 2017 года увеличился на 0,9%. Однако по-прежнему стоит

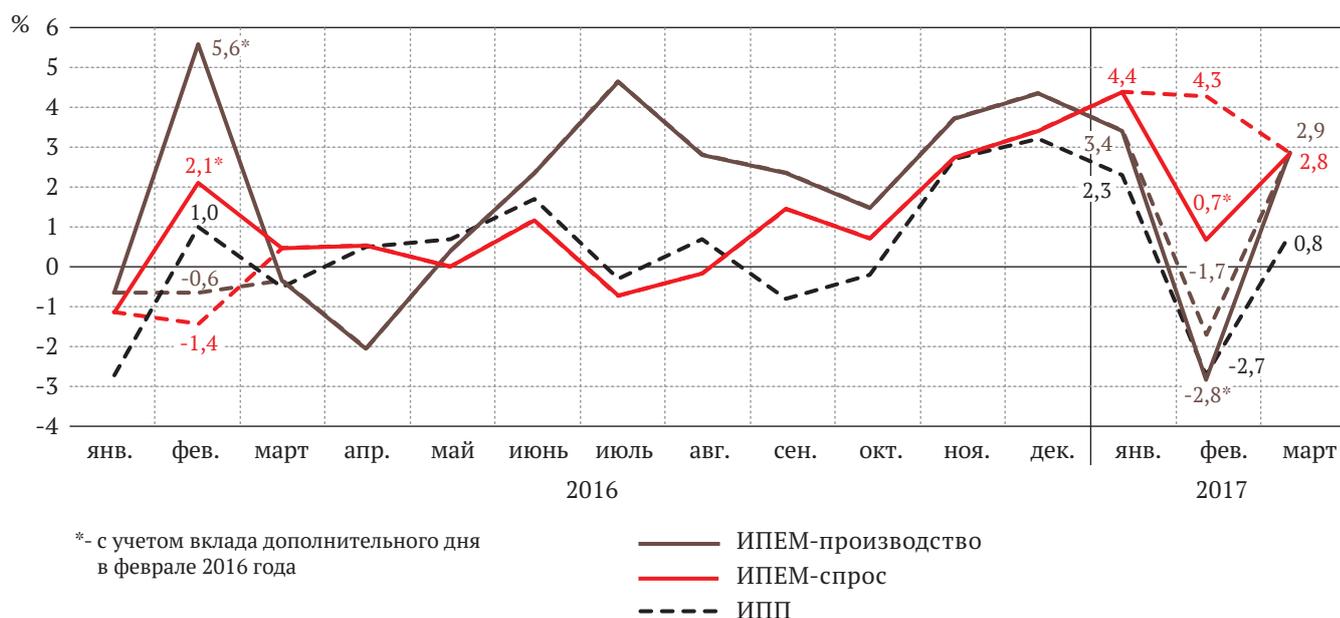


Рис. 1. Динамика индексов ИПЕМ в 2016-2017 годах (к соответствующему месяцу прошлого года)

проявлять осторожность в оценке устойчивости наметившегося роста: без реального притока инвестиций любой рост будет кратковременным.

Тренды со снятием сезонности в I квартале 2017 года фиксируют однонаправленное движение индексов производства и спроса (рис. 2). По итогам I квартала ИПЕМ-производство показывает прирост 0,1% по отношению к IV кварталу 2016 года, ИПЕМ-спрос – прирост 0,8%.

В I квартале 2017 года восстановление экономической активности начало приобре-

тать устойчивый характер, однако текущее состояние промышленности остается неоднородным. С одной стороны, наблюдается общее сокращение выпуска промышленной продукции, несмотря на значительный рост выпуска по отдельным категориям товаров, поддерживаемый внешним спросом и развитием импортозамещения, с другой – происходит стабильное восстановление промышленного спроса со второй половины прошлого года. Дальнейшее оживление спроса будет способствовать росту производства промышленных товаров.



Рис. 2. Динамика индексов ИПЕМ в 2012-2017 годах (тренд со снятием сезонности)

Анализ основных результатов расчета индекса ИПЕМ-спрос по отраслевым группам

Расчет индекса ИПЕМ-спрос в отраслевом разрезе показывает, что в I квартале 2017 года его рост продолжился в добывающих и низкотехнологичных отраслях, в среднетехнологичных сохранился на уровне I квартала прошлого года (табл. 1).

Тренды развития секторов, выделяемых при расчете индекса ИПЕМ-спрос, представлены на рисунке 3. Стоит отметить продолжающуюся нисходящую динамику высокотехнологичного производства, а также боковой тренд, наметившийся в среднетехнологичном секторе промышленности.

Добывающие отрасли

Рост спроса в добывающих отраслях в I квартале 2017 составил 3,5% к I кварталу 2016 года. Позитивная динамика в добывающем секторе во многом связана с ростом добычи газа и угля (раздел «Анализ основных количественных показателей работы ТЭК, выявление основных тенденций его развития»).

Высокотехнологичные отрасли

Спрос в высокотехнологичных отраслях в I квартале 2017 года остается на низком уровне: падение составило 10,5% к аналогичному периоду 2016 года. Показатель отгрузки машиностроительной продукции на сети железных дорог

за этот период резко сократился (-23,3%), несмотря на данные статистики Росстата, согласно которым производство машин и оборудования в квартале 2017 года выросло на 8,2%, производство автотранспортных средств показало рост +13,5%, выпуск электрического оборудования увеличился на 6,0%.

Производство грузовых магистральных вагонов в России по итогам января – марта 2017 года выросло в 2,1 раза относительно аналогичного периода прошлого года. Согласно техрегламенту Таможенного союза до 2 августа 2017 года должна быть прекращена эксплуатация устаревших промышленных локомотивов. Правительство, в свою очередь, планирует выделить 400 млн руб. на субсидии с целью обновления подвижного состава российскими промышленными предприятиями¹, что должно положительно повлиять на динамику производства.

Также поддержку сектору оказывают высокие показатели производства сельхозтехники (+40,3% – за I квартал 2017 года), автобусов (+37,1%) и легковых автомобилей (+23,0%). По итогам I квартала 2017 года российский рынок легковых автомобилей впервые за 3 года вышел в плюс: их продажи выросли на 1% относительно аналогичного периода прошлого года, что

Табл. 1. Расчет индекса ИПЕМ-спрос в отраслевом разрезе в I квартале 2017 года*

	январь	февраль	март	I квартал
добывающие отрасли	3,87	2,53	4,11	3,53
низкотехнологичные отрасли	9,69	7,47	9,84	9,00
среднетехнологичные отрасли	3,86	-3,73	-0,08	0,00
высокотехнологичные отрасли	-6,94	-10,27	-13,06	-10,53

* в % к соответствующему периоду прошлого года

¹ Проект Постановления Правительства РФ «О предоставлении субсидий из федерального бюджета организациям, оказывающим услуги, связанные с железнодорожным подвижным составом на возмещение части затрат, связанных с приобретением промышленного тягового состава и вагонов дизель-генераторов, в связи с необходимостью обновления парка» (по состоянию на 25.01.2017) (подготовлен Минпромторгом России).

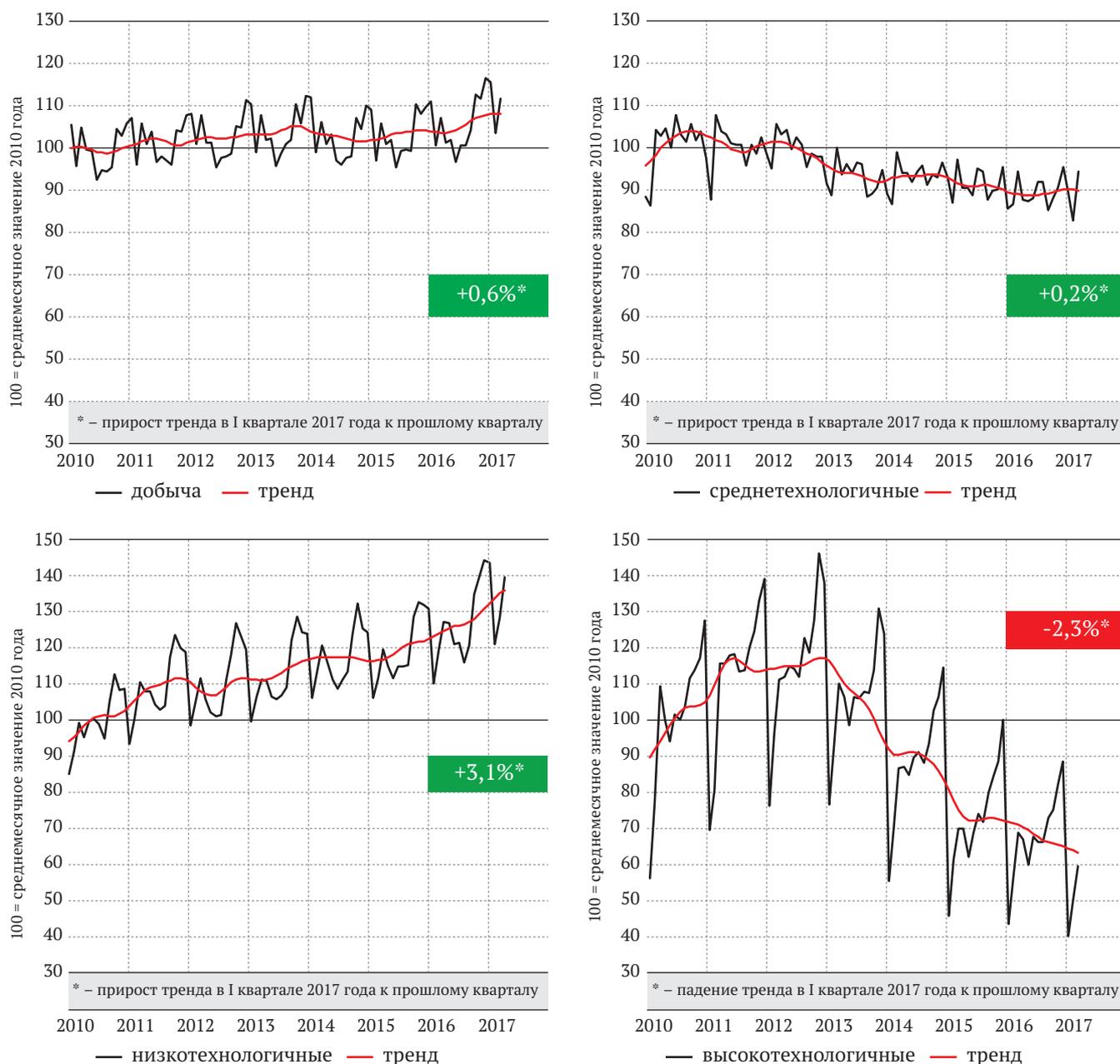


Рис. 3. Динамика индекса ИПЕМ-спрос по секторам в 2010-2016 годах (тренд со снятием сезонности)

обусловлено резким увеличением продаж в марте на 9,4%.

В I квартале 2017 года продолжается открытие новых промышленных производств: «Газпром нефть» реализует проект по созданию в Омске производства катализаторов для нефтепереработки, который предполагает выпуск катализаторов для каталитического крекинга, гидроочистки и гидрокрекинга суммарной мощностью 21 тыс. т/год. Также предполагается запустить установку регенерации и реак-

тивации отработанных катализаторов гидроочистки мощностью 2 тыс. т/год. Начало строительства комплекса запланировано в 2017 году, завершение – в 2025 году. Объем инвестиций в проект – 15 млрд руб.

Среднетехнологичные отрасли

Спрос в среднетехнологичных отраслях сохранился на уровне прошлого года (0,0% – к I кварталу 2016 года).

Формирование спроса в среднетехнологичных отраслях сильно коррелирует

с показателями в металлургическом секторе. Внутренний спрос на цветные металлы показывает значительный прирост по итогам I квартала 2017 года (+35,9%). Один из возможных факторов роста – растущие потребности со стороны ОПК на цветные металлы. Внутренний спрос на черные металлы также вырос за аналогичный период (+1,7%). Главным образом – за счет трубного сегмента, так как спрос со стороны строительной отрасли падает (объемы упали на 4,3% – к I кварталу 2016 года, погрузка строительных грузов на сети железных дорог – на 3,2%).

Внешний спрос в I квартале 2017 года сократился как на цветные (-6,2% – в I квартале 2017 года), так и на черные (-1,0%) металлы. К факторам, ограничивающим экспорт российской стальной продукции высоких переделов (горячекатаный и холоднокатаный сортовой и листовой прокат), относятся антидемпинговые ограничительные меры, введенные странами-импортерами (государства ЕС, США, Мексика, Канада). Так, ЕС сроком на 5 лет (до 2020 года) утвердил окончательные антидемпинговые пошлины в отношении российских производителей холоднокатаного проката в размере от 18,7% до 36,1%. США не стали вводить ограничения на импорт холоднокатаного стального проката, но сохранили в силе антидемпинговые пошлины на горячекатаную сталь в размере 73,59% для ОАО «Северсталь», 184,56% – для остальных российских поставщиков. Мексика пролонгировала на 5 лет действие компенсационных пошлин на горячекатаный лист из углеродистой стали из России в размере 36,8%.

Сектор производства химических и минеральных удобрений демонстрирует рост по всем основным категориям. В целом выпуск удобрений в I квартале 2017 года увеличился на 8,3%. Внутренний спрос на данную продукцию стабильно высокий (+0,2% – к I кварталу 2016 года). При этом продолжают расти экспортные поставки (+7,7%). Это происходит на фоне снижения предложения со стороны крупнейшего поставщика – Китая и задержки ввода новых мощностей в США.

Поддержку среднетехнологичным отраслям оказывает ввод в эксплуатацию новых мощностей в I квартале 2017 года: в Белгородской области открыт завод по производству сельскохозяйственного оборудования (инвестиции – 800 млн руб.); в Калужской – первое в России производство тонкой широкоформатной листовой керамики (инвестиции – 1,5 млрд руб.); в Республике Дагестан – завод по производству керамической плитки (инвестиции – 1,5 млрд руб.); в Белгороде – производство опорно-подвесных систем трубопроводов (инвестиции – 8,8 млрд руб.); в Омске на электромеханическом заводе открыт цех горячего цинкования (инвестиции – около 900 млн руб.); в Оренбургской области состоялся запуск нового предприятия ООО «НСплав» по производству дегазированного алюминотермического хрома, окиси хрома металлургической, ферромолибдена (инвестиции – около 870 млн руб.).

Низкотехнологичные отрасли

Спрос на продукцию низкотехнологичных отраслей в I квартале 2017 года продолжил расти (+9,0%).

В начале года были завершены крупные инвестпроекты: на Екатеринбургском жировом комбинате открыт новый цех по рафинации и дезодорации масел и переэтерификации жиров (инвестиции – 800 млн руб.), в Чебоксарах осуществлен запуск новой линии ОАО «АККОНД» по производству отливных конфет (инвестиции – 3,5 млрд руб.), в Липецкой области – завод по переработке молока «Кузминки-Молоко», при этом практически все оборудование – российского производства (инвестиции – 1,1 млрд руб.). В Тульской области запущена линия по производству огнетермозащитных высокопрочных тканей (инвестиции – 650 млн руб.), в Ингушетии – новая швейная фабрика (инвестиции – 600 млн руб.). Ближайшие перспективы легкой промышленности во многом связаны с планами крупных международных ретейлеров (Tom Tailor, Zara) по локализации производства в России.

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

Нефтяная отрасль

С конца прошлого года по февраль 2017 года цены нефть марки Urals колебались в узком диапазоне значений (табл. 2). Лишь по итогам марта среднемесячная цена барреля опустилась ниже 50 долл.

Объем добытой нефти в I квартале 2017 года вырос относительно аналогичного периода 2016 года на 0,5% и составил 136,2 млн т (рис. 4). Незначительный рост добычи на фоне увеличения цен связан с выполнением соглашения о сокращении добы-

Табл. 2. Средняя цена нефти марки Urals в I квартале 2017 года

		январь	февраль	март	I квартал
2017	фактическая, долл./барр.	53,16	53,49	49,76	52,14
	к соответствующему периоду прошлого года	84,9% ↑	75,1% ↑	36,2% ↑	63,2% ↑
	к предыдущему периоду	2,1% ↑	0,6% ↑	-7,0% ↓	5,6% ↑
2016	фактическая, долл./барр.	28,75	30,55	36,53	31,94

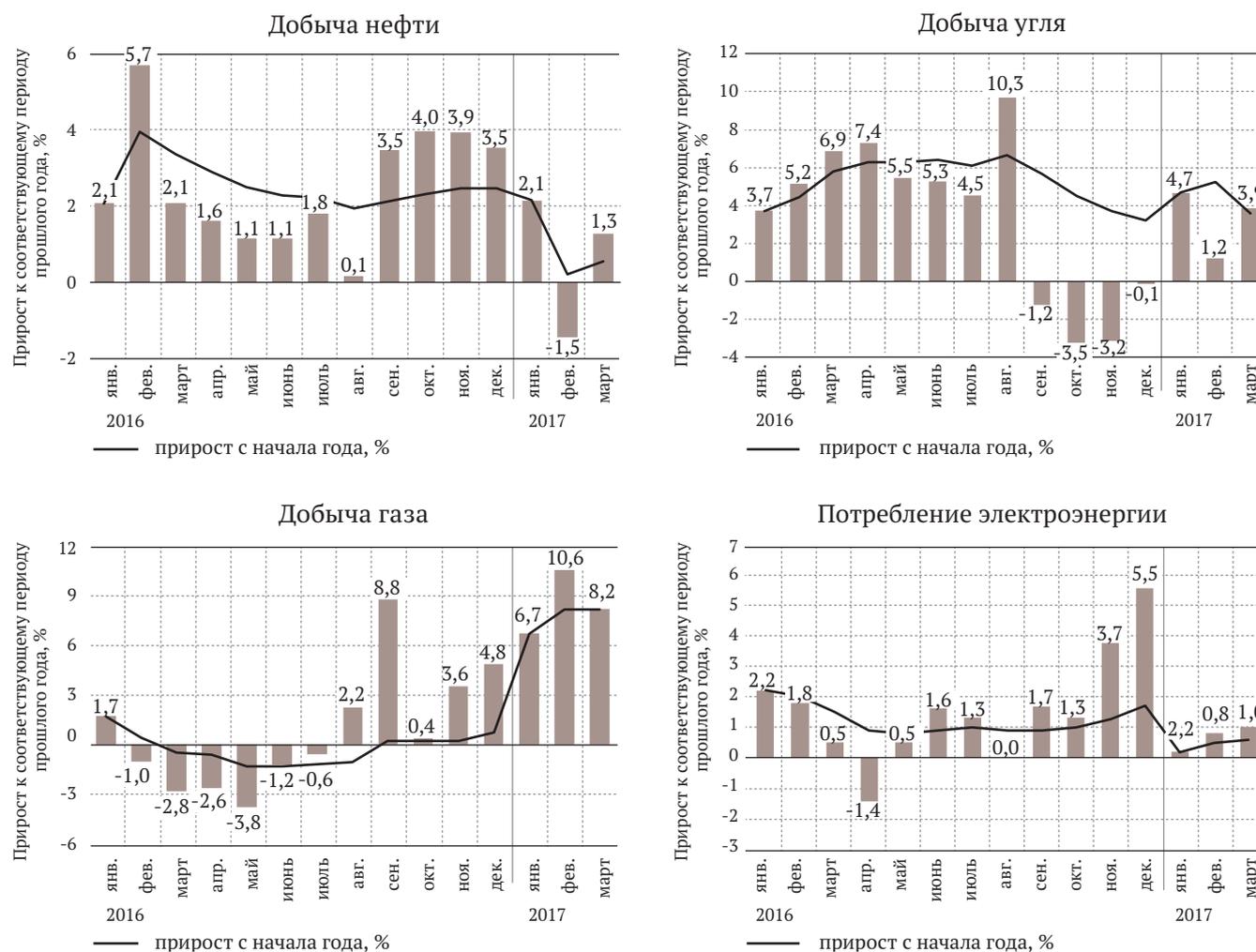


Рис. 4. Результаты работы ТЭК России в 2016-2017 годах

Табл. 3. Цена российского газа на границе с Германией в I квартале 2017 года

		январь	февраль	март	I квартал
2017	фактическая, евро/тыс. м ³	154,37	176,06	173,51	167,98
	к соответствующему периоду прошлого года	3,2% ↑	27,8% ↑	47,4% ↑	24,4% ↑
	к предыдущему периоду	-1,0% ↓	14,0% ↑	-1,4% ↓	24,1% ↑
2016	фактическая, евро/тыс. м ³	149,59	137,79	117,69	135,02

чи нефти: к февралю 2017 года страны ОПЕК выполнили соглашение на 94%, страны, не входящие в картель, – всего на 50%. При этом Россия, существенно нарастив производство осенью прошлого года, сократила добычу больше, чем было запланировано. Именно достигнутые осенние показатели добычи стали базой для отсчета объемов сокращения производства. Такой маневр позволил безболезненно соблюдать новые квоты без отказа от долгосрочных проектов.

Экспорт российской нефти за I квартал к аналогичному показателю 2016 года увеличился на 0,7% (63,2 млн т), из них в страны дальнего зарубежья он вырос на 3,9%, в страны ближнего – упал в 1,4 раза (российское сырье поставлялось только в Белоруссию). Объем перевалки наливных грузов в I квартале 2017 года увеличился до 103,2 млн т (+9,7%), при этом объем перевалки сырой нефти вырос до 61,4 млн т (+10,3%), нефтепродуктов – до 36,8 млн т (+7,9%).

Первичная переработка нефти на НПЗ России в I квартале 2017 года выросла на 1,4% (69,3 млн т).

Газовая отрасль

Добыча газа (рис. 4) в России в I квартале 2017 года составила 183,5 млрд м³ (+8,7% – к аналогичному периоду 2016 года). Рост добычи за I квартал 2017 года у компании ПАО «Газпром» составил 13,7% до 128,3 млрд м³ (69,9% – от общей добычи в России).

Продолжается восстановление экспортных цен на российский газ (табл. 3), а также рост экспорта газа в дальнее зарубежье – +14,7% (50,9 млрд м³) за I квартал 2017 года по отношению к аналогичному периоду прошлого года.

Экспорт СПГ в страны АТР в I квартале 2017 года составил 2,1 млн т, что на 27%

ниже уровня прошлого года. Общая стоимость экспортированного газа упала почти в 1,8 раза по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. Существенное снижение стоимостного показателя произошло из-за падения спотовых цен в Азии и Европе с начала года на 45% и 32% соответственно.

Угольная отрасль

В I квартале 2017 года добыча угля выросла на 3,6% относительно аналогичного периода прошлого года до 99,4 млн т (рис. 4).

Уголь сохранил роль драйвера грузовой работы: за январь – март 2017 года было погружено 91,1 млн т угля (+9,3% к аналогичному периоду прошлого года). Экспорт угля в I квартале 2017 года вырос на 16,7% до 43,6 млн т. Погрузка на экспорт за I квартал 2017 года увеличилась на 20,6%, а объем перевалки угля в российских портах – на 15,8% (до 33,8 млн т). Таким образом, освоение объемов определялось не только предъявлением грузов к перевозке, но и своевременной их переработкой в портах.

Перспективы поставок связаны в основном с перевозкой в направлении дальневосточных угольных терминалов, поскольку на азиатских рынках сохранится повышенный спрос на уголь. Основных факторов два: ввод Китаем запрета на импорт угля из Северной Кореи до конца текущего года и реализация плана по закрытию более 500 старых угольных шахт в течение 2017 году в Китае (с марта по август проводится масштабная проверка угледобывающих предприятий). Однако снижение объема добычи угля в Китае в результате возможного закрытия небезопасных шахт может быть нивелировано запуском новых высокопроизводительных мощностей.

Табл. 4. Средняя цена на уголь на мировом рынке (FOB Newcastle/Port Kembla) в I квартале 2017 года

		январь	февраль	март	I квартал
2017	фактическая, долл./барр.	89,71	86,15	86,37	87,41
	к соответствующему периоду прошлого года	68,1% ↑	58,6% ↑	54,5% ↑	60,3% ↑
	к предыдущему периоду	-3,0% ↓	-4,0% ↓	0,3% ↑	12,4% ↑
2016	фактическая, долл./барр.	53,37	54,33	55,92	54,54

Объем поставок российского угля в Китай за март вырос на 19,5%, до 2,3 млн т, установив трехлетний рекорд.

Рост российского экспорта также стал возможен благодаря сокращению поставок из Австралии, обусловленному последствиями тропического циклона «Дебби». Восстановление поставок угля из Австралии по предварительным прогнозам произойдет только в мае 2017 года. Данный фактор может оказать положительное влияние на российский экспорт угля во II квартале 2017 года.

В течение I квартала 2017 года наблюдалась стабилизация цен на энергетический уголь (табл. 4) после резкого роста в середине прошлого года.

Электропотребление

Потребление электроэнергии в I квартале 2016 года в целом по России выросло

на 0,6% (рис. 4). На это практически не повлияло снижение среднемесячной средневзвешенной температуры на территории ЕЭС России: в I квартале 2017 года температура оказалась ниже всего на 0,23 °С, чем в I квартале 2016 года (-7,27 °С против -7,04 °С). Весь прирост обеспечен активизацией деятельности экономических субъектов.

Выработка электроэнергии в I квартале 2017 года составила 292,6 млрд кВт·ч, что на 0,3% больше, чем за аналогичный период прошлого года.

Средневзвешенный индекс на покупку электроэнергии на РСВ (рынок на сутки вперед) в I квартале 2017 года составил:

- 926,78 руб./МВт·ч для зоны «Сибирь» (-0,94% - к I кварталу 2016 года);
- 1 180,14 руб./МВт·ч для зоны «Европа и Урал» (+2,2% - к I кварталу 2016 года).

Анализ актуальных для отчетного периода показателей

В начале года Росстат изменил статистическую классификацию видов экономической деятельности (ОКВЭД) и классификацию продукции по видам деятельности в целях гармонизации с принципами Европейской комиссии и пересмотрел итоги работы промышленности за последние два года. В результате падение ИПП в 2015 году оказалось не таким глубоким и составило не 3,4%, а 0,8% и полностью было компенсировано в 2016 году, когда производство выросло не на 1,1%, а на 1,3%. Согласно пересмотренной статистике, инвестиции в основной капитал крупных и средних предприятий по итогам прошлого года сократились на 0,9%. Пере-

ход на наиболее прогрессивные принципы статистического учета можно только приветствовать, но, к сожалению, ретроспективный пересчет по большей части данных в рамках перехода на новый ОКВЭД не предполагается, что усложняет анализ экономической ситуации из-за несопоставимости рядов статистических данных.

Судя по косвенным оценкам, инвестиционная активность в начале года опять продолжает снижаться, что во многом является следствием ограниченного доступа к международным финансовым рынкам и отражает низкие перспективы для роста экономики в среднесрочной перспективе. Ⓢ

Трансфер технологий: значение в развитии транспортного машиностроения



Я.К. Хардер,
генеральный директор Molinari Rail Systems GmbH

Трансфер технологий играет важную роль в мировой железнодорожной отрасли, в области инфраструктуры и подвижного состава, поскольку выступает основной формой продвижения инноваций от этапа разработки до коммерческой реализации. В это понятие входят различные способы превращения идеи в коммерческий продукт: передача патентов, технической документации, обмен научными разработками, создание совместных предприятий и прочее.

Тенденции в трансфере технологий

Поскольку национальные операторы железных дорог предъявляют требования по локализации коммерческой продукции, то в мире за последнее десятилетие было создано большое количество местных предприятий¹. Например, национальная инициатива «Make in India» направлена на ускорение внедрения инноваций в железнодорожной отрасли страны, что создает рабочие места и способствует модернизации этой сферы. Совместная работа с мировыми лидерами отрасли позволяет привлекать инвестиции во многие предприятия по стране, что приводит к снижению стоимости производства в среднесрочной перспективе, а в долгосрочной – к развитию национальной отрасли. Выбранный вектор со временем сделает железнодорожную отрасль Индии более конкурентной на мировом рынке. Китайский опыт указывает на правильность такого подхода, который способствует тому, что мировые компании меняют свои стратегии развития и создают альянсы, которые ранее казались невозможными. В 2016 году ведущие консультанты

представили такие выводы исполнительным директорам транспортного бизнеса Siemens и Bombardier.

Необходимо отметить, что мировая железнодорожная отрасль следует тенденциям, которые были заложены в 1990-е годы. В частности, в фармацевтической и автомобильной отраслях. Так, китайская инициатива по приглашению всех производителей на внутренний рынок с обязательством по трансферу технологий создала сильного и наиболее агрессивного игрока мирового уровня. Другие примеры – железнодорожный рынок Великобритании, Австралии, России, Ближнего Востока, Южной Африки и теперь Индии. Крупные производители, следуя этим тенденциям, создали свои собственные предприятия, но давление в части трансфера технологий в адрес местных сохраняется.

Следуя этим тенденциям, государственная политика стран ЕАЭС выбрала направление на инновационное развитие транспортного машиностроения, следствием чего становится повышенное внимание к процессу их создания и внедрения.

¹ Localization as a challenge. Jan C. Harder. MIR Initiative.

Мировой рынок трансфера технологий

Мировой рынок трансфера технологий сложно определить явным образом. Весь глобальный рынок железнодорожной отрасли оценивается в 160 млрд евро ежегодно с индексом роста 3%. Согласно нашей оценке мировые инвестиции в совершенствование транспорта будут расти в ближайшее десятилетие, при этом наибольшие – в те страны, которые меньше всего индустриализованы. Так, будут созданы различные совместные предприятия, а не центры разработки инноваций, требующие долгосрочных инвестиций и выстроенную систему совместной работы между институтами и университетами. Следовательно, рынок трансфера технологий будет расти, чтобы местные предприятия могли освоить производство проверенных и надежных технологий. Трансфер технологий, как правило, востребован в тот момент жизненного цикла продукта, когда все конструкторские работы, связанные с ними, завершены и могут вноситься лишь незначительные изменения под условия других рынков. Практический опыт показывает, что проекты по трансферу технологий повышают экспортный потенциал предприятий, однако требуют необходимости выполнения проекта по трансферу технологий совместно с игроками мирового уровня, чтобы обеспечить правильное выполнение всех этапов трансфера технологий. В связи с этим существует два возможных варианта развития сценария по новым технологиям.

Первый – приобретение готовых результатов НИОКР на ранних стадиях инно-

вационного цикла, когда прибыль может составить до 70%. Однако при этом инвестор несет большие риски, ведь далеко не все идеи находят промышленное применение. Кроме того, потребуются дополнительные инвестиции, которые превысят 90% стоимости от приобретенного результата НИОКР (традиционно стоимость НИР в промышленной технологии составляет около 5%)².

Второй – когда предприятие не получит большой прибыли³ от инновации (до 20%), но и риски при этом невысоки. Такая технология готова, конечная продукция апробирована на мировом рынке и имеет положительную оценку потребителей. Данная технология может служить катализатором процесса создания собственных, а также развитию национальной сферы НИОКР. Многие страны, в частности Германия и Япония, придавали особое значение импорту технологий в 1990-е годы, в результате чего сегодня входят в число мировых лидеров по уровню научно-технического развития.

Следовательно, необходимо всестороннее изучение трансфера технологий и поиск путей его активизации. В условиях глобализации международный трансфер технологий и научно-техническое сотрудничество являются базовой основой подъема и быстрого роста реальных секторов экономики стран ЕАЭС, и такое утверждение особенно актуально для транспортного машиностроения.

Передача технологий рамы тележки для тепловоза ТЭП33А

На основе практического опыта работы в разрезе инженерных компетенций можно говорить о том, что процесс считается трансфером технологии тогда, когда ее передача закреплена юридическим соглашением между юрлицами. В случае если процесс передачи технологии происходит

без заключения такого соглашения, он относится к трансферу информации, при этом сам инновационный процесс можно разделить на несколько этапов (рис. 1) с точки зрения проектного управления, но между каждым из них обязательно происходит трансфер информации, и только при под-

² Терехова С.В. Трансфер технологий как элемент инновационного развития экономики / С.В. Терехова // Проблемы развития территории. – 2010. – № 4. – С.31–36.

³ Количественную оценку сделать крайне сложно, поскольку все зависит от коммерческого продукта.



Рис. 1. Этапы трансфера технологии с позиции продавца технологии (слева) и с позиции покупателя технологии (справа)

писании юридического соглашения между определенными этапами осуществляется трансфер технологий.

Molinari обладает практическим опытом в области трансфера технологий. Например, проект локализации производства тепловоза серии PowerHaul (совместный проект между GE и Tulomsas) в рамках лицензионного соглашения между компаниями (декабрь 2009 года), где была разработана конструкция рамы тележки на основе технического задания от GE с учетом Европейских норм и требований. Molinari выполнила конечно-элементный анализ конструкции рамы тележки с целью моделирования прочностных и усталостных характеристик⁴. Успешный трансфер технологии завершился в 2012 году.

Логичным продолжением стал следующий этап совместной работы между АО «Локомотив Курастыры Зауты», GE и Molinari – заключение нового соглашения по передаче технологии производства рамы тележки для нового пассажирского тепловоза ТЭП33А в адрес АО «ЛКЗ» в рамках соглашения между АО «НК Казахстан Темир Жолы» и GE (начало – сентябрь 2012 года и по настоящее время). Следует отметить, что аналогичное соглашение, но только для нового пассажирского тепловоза ТЭП33А между GE и АО «НК Казахстан Темир Жолы», стало продолжением ранее подписанного о передаче

технологии производства грузового тепловоза ТЭ33А между этими же компаниями.

Основной отличительной особенностью конструкции рамы тележки нового пассажирского тепловоза ТЭП33А является схема подвешивания асинхронных тяговых электродвигателей – опорно-рамная. Это позволяет увеличить максимальную скорость тепловоза со 120 км/ч до 160 км/ч. Несмотря на свою сложность с точки зрения конструкторского исполнения, данный тип обладает значительными преимуществами перед опорно-осевым подвешиванием. Тяговый двигатель, закрепленный в раме тележки, оказывается полностью подрессоренным, поэтому на него в меньшей степени передаются толчки и вибрации от пути. При таком способе неподрессоренная масса уменьшается почти в два раза, следовательно, колесно-моторный блок оказывает меньшее воздействие на путь.

Использование стандартных систем САПР не только является средством разработки чертежей, трехмерных моделей (рис. 2), их конечно-элементного анализа для определения прочностных и усталостных характеристик конструкции, но и важным инструментом с точки зрения трансфера информации, поскольку современные стандарты САПР приняты во всем мире и почти все инженеры, конструкторы и технологи работают по ним.

Трансфер технологии по раме тележки происходил в несколько этапов: формирование технического задания совместно с заказчиком (3 мес.); сбор исходных данных в части требований технического регламен-

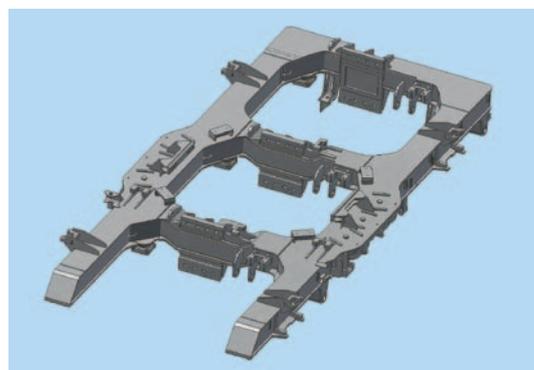


Рис. 2. Трехмерная модель рамы тележки (САПР)

⁴ <http://www.molinari-rail.com/projects/>

та Таможенного союза (3 мес.); эскизное проектирование (4 мес.); разработка рабочих чертежей (6 мес.); конечно-элементный анализ трехмерных моделей (3 мес.); подготовка технологической документации (8 мес.). При подготовке производства первого образца инженеры Molinari (по сварке, по неразрушающему контролю, по холодной и горячей (пламенной) видам плавки стальных деталей, инженер-технолог и менеджер проекта) постоянно находились на предприятии заказчика.

Завершился трансфер производством первого образца и его приемкой сторонами юридического соглашения. От заказа до конечного результата прошло 24 месяца. Практические аспекты трансфера технологии указывают на важность этапа подготовки технологической документации, когда инженеры должны прорабатывать ее всю. Например, план очередности выполнения прихваточных и сварных швов, план и объем выполнения неразрушающего контроля их качества.

Трансфер технологии предназначен для выполнения конкретной задачи (в данном случае – рама тележки для тепловоза ТЭП33А) и является достаточно трудным видом коммуникации, поскольку технология в данном

контексте – информация, а трансфер представляет собой распространение технологий с помощью информационных каналов различных типов: от лица к лицу, от группы к группе, от организации к организации.

Четкое и общепринятое определение трансфера технологий обеспечивает общее видение процесса их передачи всем субъектам, а также понимание необходимости заключения юридического соглашения для защиты своих прав. Дальнейшее исследование выполненных схожих проектов в странах ЕАЭС поможет сформировать методику оценки стоимости технологии в процессе ее передачи на разных этапах инновационного процесса.

Для развития транспортного машиностроения стран ЕАЭС необходимо наращивание темпов трансфера уникальных и прогрессивных технологий, привлечения финансовых ресурсов для развития инновационной деятельности. При этом внедрение инноваций на предприятиях должно быть поставлено на системную основу. Кроме того, при разработке и коммерциализации новых продуктов следует ориентироваться на потребности и требования рынка, инвесторов, конкретных покупателей новых разработок, технологий, товаров и услуг. ☎

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

Перспективы развития системы добровольной сертификации



В.А. Матюшин,
к.т.н., вице-президент НП «ОПЖТ»

Добровольная сертификация продукции широко и эффективно используется странами Евросоюза с целью повышения ее качества, развития конкуренции и оказания содействия потребителям в поиске и получении того, что соответствует их потребностям. Само появление и развитие системы добровольной сертификации было обусловлено необходимостью решения задачи обеспечения высокого качества продукции в пространстве общего рынка.

В этих условиях побудительными причинами проведения такой сертификации являются:

- желание изготовителя повысить конкурентоспособность выпускаемой продукции путем объективной оценки и подтверждения более высоких показателей применения и показателей ее качества;
- требование заказчика или потенциальных покупателей о наличии официального и компетентного подтверждения характеристик приобретаемой продукции.

Такие требования заказчики включают в условия конкурсов по закупкам продукции и в контракты на поставку. Наличие процедур проверки показателей качества при необходимости и ответственность за поставку несоответствующей продукции делает эту систему эффективным рыночным механизмом по обеспечению качества.

К сожалению, в России система добровольной сертификации не имеет широкого применения и соответствующего влияния на повышение качества продукции. Причины такого положения объясняются следующим:

- не всегда отработаны конкретные параметры качества и параметры применения, обеспечивающие потребность заказчика;
- не сложился рынок с открытыми правилами конкуренции и обеспечением доступа (определен лишь формально);
- основные условия всех конкурсов – минимальные цены на поставляемую продукцию. Когда не определены четко сформу-

лированные и обоснованные требования качества и не создана объективная система контроля объявленных изготовителем параметров, гарантирующая объективность, конкуренции по качеству нет, а минимальная цена будет у контрафактных или фальсифицированных товаров и у недобросовестных производителей;

- формальное требование заказчиков о наличии сертификатов привело к появлению многочисленных органов сертификации, занимающихся «оформлением» сертификатов «в кратчайшие сроки» и по «приемлемой цене» (*приведенные формулировки взяты из рекламы органов*);

– требования наличия сертификатов только какого-то конкретного органа, которому изготовитель доверяет, запрещено как нарушение принципов свободной конкуренции, и практика подобных действий может вести к злоупотреблениям;

- заказчики (покупатели) зачастую не ставят условием закупки наличие сертификата, так как сегодня это совершенно не гарантирует, что продукция будет реально проверена и требования заказчика выполнены.

Проведение контроля качества продукции со стороны заказчика усложняет, а главное, заметно увеличивает сроки выбора поставщика. Кроме того, далеко не все заказчики технически в состоянии это сделать. Да и экономически это не оправданно, поэтому в странах Евросоюза перешли на сертификацию третьей стороной.

При такой ситуации органы сертификации, которые желают и умеют работать объективно, оказались в одинаковом, а экономически – в худшем положении с органами, торгующими сертификатами. Все это говорит о том, что без развития системы добровольной сертификации добиться больших успехов в повышении качества продукции сложно, но в текущем состоянии такая система не эффективна и не может выполнить поставленную задачу.

Большинство зарегистрированных систем добровольной сертификации не имеет нормативных документов и не проводит аккредитацию органов сертификации, при этом объявленная область компетенции чрезвычайно широкая, что практически нереально.

Главной причиной, сдерживающей развитие добровольной сертификации в России и приводящей к низкой эффективности ее работы, является недоверие к работе органов оценки соответствия. Сама постановка задачи развития добровольной системы в целях обеспечения повышения качества продукции в таких условиях некорректна, поэтому необходимо сначала реформировать саму систему.

Сложившаяся ситуация в сфере добровольной сертификации совершенно не устраивает и Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. В настоящее время, по данным Росстандарта, зарегистрировано более 1 600 систем добровольной сертификации, число действующих органов сертификации не учитывается и заметно превышает количество систем. При этом никакого контроля или мониторинга их деятельности не ведется. Учитывая вышеизложенное, Росстандарт разработал предложения по совершенствованию механизмов функционирования систем добровольной сертификации, поддержанные Минпромторгом России. Общая задача, поставленная госорганами, – вернуть доверие рынка.

Подготовлены и проходят публичное обсуждение предложения по изменению Федерального закона от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании» (далее – Закон о техническом регулировании), завершается мониторинг актуальности реестра систем, издан приказ руководителя Росстандарта А.В. Абрамова о создании системы добровольной сертификации «Национальная система сертификации» в рамках Федерального агентства. В последующем систему планиру-

ется сделать открытой при условии прохождения определенных процедур.

Ведется разработка документа, устанавливающего постоянный мониторинг за деятельностью систем сертификации, определяются критерии нарушений для исключения из реестра и механизм его реализации. Органы сертификации, действующие в добровольной сфере, также должны пройти аккредитацию в национальном органе по аккредитации (Росаккредитации).

Для поднятия уровня значимости добровольной сертификации в национальной системе реализуется очень плодотворная идея. Органы сертификации будут проводить оценку соответствия прежде всего по ГОСТ Р и ГОСТ, и только в случае соответствия им – выдавать сертификат и право маркировать продукцию как подходящую под требования ГОСТ.

Таким образом, заявитель будет предъявлять продукцию как соответствующую ГОСТ и указывать это в документах, что обеспечит преимущество в конкуренции. С другой стороны, согласно Закону о техническом регулировании, если продукция не соответствует указанным в документации требованиям, это расценивается как введение в заблуждение потребителей, за что предусмотрены санкции. Такая система будет дисциплинировать как производителя, так и орган сертификации, что приведет к повышению уровня доверия к результатам оценки качества и самим сертификатам.

Система добровольной сертификации НП «ОПЖТ» была создана в соответствии с решением Общего собрания от 13.12.2007. Согласно существующим правилам система 6 марта 2008 года была зарегистрирована в Росстандарте под номером РОСС RU V486.04ЖО 00.

Правилами системы было определено, что в ее работе могут участвовать только организации (органы сертификации, испытательные лаборатории, экспертные центры и эксперты), прошедшие процедуру аккредитации на соответствие как межгосударственным документам, так и документам партнерства:

- ПМГ 38-2001. Система сертификации на железнодорожном транспорте. Требования к органам по сертификации железнодорожной продукции и порядок их аккредитации;
- ПМГ 39-2001. Система сертификации на железнодорожном транспорте. Требования к испытательным центрам (лабораториям) и порядок их аккредитации;

- СТО ОПЖТ 3-2009. Требования к экспертным центрам по сертификации и порядку их аккредитации;
- СТО ОПЖТ 4-2009. Требования к экспертам системы добровольной сертификации Объединения производителей железнодорожной техники, их подготовке и порядку аккредитации.

Работу по аккредитации организовала Исполнительная дирекция Партнерства с привлечением экспертов ВГУП «ВНИИНМАШ». В течение 2008 года система была сформирована и в 2009 году начала проводить работу по сертификации. В системе происходит контроль за работой аккредитованных организаций и инспекционный контроль за сертифицированной продукцией.

С момента основания системы была организована разработка нормативных документов СТО СДС ОПЖТ и СТО ОПЖТ, определяющих порядок и правила функционирования системы (25 документов) и требования к объектам сертификации (19 документов).

В результате не было ни одного нарекания или претензии на работу органов сертификации и испытательных лабораторий и на качество сертифицированной продукции при общем объеме более 300 выданных сертификатов.

Это количество сертификатов не соответствует потребности отрасли и членов Партнерства производителей железнодорожной техники, но отражает общую ситуацию, связанную как с отсутствием требований о наличии сертификатов от потребителей, так и с конкуренцией фирм, занимающихся «оформлением сертификатов».

Исходя из этого, Некоммерческое партнерство поддерживает и считает актуальными начатую Росстандартом работу по совершенствованию механизмов функционирования систем добровольной сертификации и принимаемые меры.

В системе добровольной сертификации Партнерства намечены к осуществлению меры по ее совершенствованию, реализация которых позволит повысить эффективность ее функционирования.

Подготовлены и планируются утвердить в июне изменения нормативных документов системы, позволяющие проводить процедуру признания и включение в структуру СДС органов сертификации организаций, не входящих

в Партнерство. Это сделает систему открытой и доступной.

Все органы сертификации должны проходить аккредитацию в национальной системе (Росаккредитация).

Аккредитация в системе остается для испытательных центров и будет проводиться на соответствие ГОСТ Р 57093-2016 (ИСО/МЭК 17025:2005) «Требования к испытательным лабораториям (центрам) железнодорожной продукции». Для органов сертификации аккредитация заменяется на более простую процедуру «признания», при которой идет проверка документов, определяющих область аккредитации и подтверждающих квалификацию экспертов.

Органы сертификации и испытательные центры, желающие работать в системе, в заявлении должны будут указывать готовность выполнять требования СТО СДС ОПЖТ и СТО ОПЖТ, а также проводить согласованную ценовую политику и соглашаться с мониторингом их работы со стороны системы. После внедрения вышеназванных изменений по совершенствованию предполагается введение координации работ системы с национальной системой добровольной сертификации на основе соответствия ее требованиям с получением возможности по результатам работы присваивать знак соответствия ГОСТ. Кроме того, до конца года планируется подготовить и провести изменения СТО ОПЖТ 7-2009, СТО ОПЖТ 20-2012, СТО ОПЖТ 22-2012, связанные с учетом наличия сертификатов системы СДС ОПЖТ при проведении работ по выбору поставщика и одобрении производства, выбору разработчика технических средств и организаций, осуществляющих ремонт и обслуживание продукции.

Реализация предложений даст возможность обеспечить объективность и качество проведения работ, несмотря на допуск к работе внешних, не входящих в Партнерство, организаций, и сохранить уровень доверия к результатам. Вхождение в национальную систему и изменение стандартов объединения, позволяющие учитывать при выборе поставщика преимущества сертифицированной продукции, дает надежду на повышение интереса изготовителей к проведению сертификации своей продукции и, соответственно, повышение эффективности работы системы и качества производимого оборудования. §

Об оптимизации и дальнейшей систематизации технических требований в ГОСТ 30803 «Колеса зубчатые тяговых передач тягового подвижного состава»



Г.И. Михайлов,
заместитель главного конструктора АО «ВНИКТИ»

Качество изготовления и состояние зубчатых колес тяговых передач железнодорожного подвижного состава всегда находились в центре внимания специалистов машиностроительных, ремонтных и эксплуатационных предприятий, институтов и ПКБ, поскольку от их надежности во многом зависит работоспособность всего тягового привода. Вместе с развитием исследований тяговых зубчатых передач совершенствовались нормативные документы, содержащие технические требования к зубчатым колесам локомотивов и моторвагонного подвижного состава. В связи с вводом обязательной сертификации указанных зубчатых колес необходимо откорректировать некоторые требования с учетом их целесообразности и достоверной реализации на практике.

Эволюция технических требований в нормативных документах на зубчатые колеса

Тяговые передачи (ТП) являются весьма ответственной частью колесно-моторных блоков тягового подвижного состава (ТПС) железнодорожного транспорта с электрическим приводом. Повышение надежности тяжелонагруженных зубчатых колес тяговых передач ТПС – комплексная проблема, решение которой определяется рядом критериев (выносливостью зубьев при изгибе, контактной выносливостью, стойкостью к заеданию, прочностью элементов конструкции колеса) в зависимости от эксплуатационных, конструктивных и технологических факторов.

Контроль качества изготовления и состояния зубчатых колес, которые существенно влияют на надежность тягового привода и ТПС в целом, всегда находились в центре внимания специалистов отрасли [1-4], что нашло отражение в целом ряде отраслевых, национальных и межгосударственных нормативных документов. ГОСТ 30803-2014 «Колеса зубчатые тяговых передач тяго-

вого подвижного состава магистральных железных дорог. Технические условия» с 2002 года стал основным нормативным документом межгосударственного уровня (для 11 стран СНГ), содержащим технические требования к зубчатым колесам ТПС. Он является правопреемником национального ГОСТ Р 51175-98 и действовавшего до него отраслевого ОСТ 24.149.03 стандартов.

Одним из важнейших направлений повышения выносливости зубьев и улучшения работоспособности ТП стало снижение динамических нагрузок. Радикальное средство их уменьшения – повышение плавности работы передачи в результате увеличения точности изготовления колес и сборки ТП [5, 6]. В связи с этим в целях более полного представления о соответствии типу ТПС по роду службы, конструкции (классу) привода и скорости движения показатели точности и надежности зубчатых колес в ГОСТ 30803-2014 систематизированы и сведены в одну таблицу¹ (табл. 1),

Табл. 1. Показатели степени точности и надежности зубчатых колес для ТПС с различной конструкционной скоростью

Тип подвижного состава	Степень точности по ГОСТ 1643	Вид сопряжения бокового зазора по ГОСТ 1643	Ресурс зубчатых колес, тыс. км, не менее	Гарантийная наработка, тыс. км, не менее	
				шестерня	колесо
Грузовые и маневровые локомотивы с конструкционной скоростью не более 120 км/ч*	8	A	1 200	600	800
Локомотивы и МВПС с конструкционной скоростью км/ч, не более:					
120	7	B	1 800	800	900
160	7-6-6	B	2 400	800	1 200
200	6	C	2 400	900	1 200
Локомотивы и МВПС с конструкционной скоростью свыше 200 км/ч	5	C	2 400	1 200	1 200

* С опорно-осевым тяговым приводом с моторно-осевыми подшипниками скольжения.

Табл. 2. Механические свойства материала колес и шестерен

Механические свойства, не менее					
Временное сопротивление σ_s , МПа (кгс/мм ²)	Предел текучести σ_t , МПа (кгс/мм ²)	Относительное удлинение δ , %	Относительное сужение ψ , %	Ударная вязкость ККУ, Дж/см ² (кгсм/см ²)	Твердость основного металла, НВ(HRC)
При упрочнении ТВЧ					
830 (85)	590 (60)	10	35	44 (4,5)	255-302 (26-32,5)
При упрочнении цементацией					
931 (95)	735 (75)	10	45	78 (8,0)	не менее 294 (31,5)

в которой в соответствии с типом ТПС указаны степень точности и вид бокового зазора по ГОСТ 1643-81, ресурс и гарантийная наработка (тыс. км пробега ТПС). Такая обобщенная информация дает очень наглядное представление о соответствии зубчатых колес функциональным назначениям для всех типов ТПС.

Так, для грузовых и маневровых локомотивов, оснащенных опорно-осевым тяговым приводом с моторно-осевыми подшипниками (МОП) скольжения, зубчатые колеса могут быть изготовлены 8-й степени точности по ГОСТ 1643-81 и иметь ресурс не менее 1,2 млн км пробега ТПС, а зубчатые колеса для высокоскоростного (более 200 км/ч) тягового подвижного состава – вплоть до 5-й степени точности и ресурс – не менее 2,4 млн км пробега (при гарантийной наработке – не менее 50% ресурса).

Показатели механических свойств материала зубчатых колес позволяют обеспечить в первую очередь изгибную прочность зубьев [6-8]. В редакции ГОСТ 30803-2014, кроме регламентированных отечественных марок сталей 20ХН3А, 20Х2Н4А, 12Х2Н4А, 45ХН, 30ХН3А по ГОСТ 4543, 55Ф (пп. 4.1-4.3), хорошо исследованных и зарекомендовавших многолетним опытом применения, допускается изготовление зубчатых колес и из других сталей, но с условием, что их показатели основных механических свойств должны быть не ниже установленных в пп. 4.4-4.15 и указанных еще в одной таблице стандарта² (табл. 2).

На обеспечение контактной прочности и износостойкости зубьев в стандарте направлены требования (табл. 3). Согласно им после цементации (газовой, ионной, нитроцементации) с последующей закалкой и отпуском твердость упрочненного слоя по контуру зуба

¹ В рамках технических условий ГОСТ 30803-2014 это таблица 7.

² В ГОСТ 30803-2014 это таблица 6.

Табл. 3. Показатели упрочненного ТВЧ слоя зубьев колес и шестерен

Наименование показателя	Вид упрочнения			
	Поверхностная закалка ТВЧ по контуру зуба с отпуском		Поверхностная закалка ТВЧ по активным поверхностям зуба (секторная) с последующим отпуском и упрочнением переходной зоны и впадины накаткой роликами	
	активной поверхности	впадины, не менее	активной поверхности	переходной зоны и впадины, не менее
Модуль зубчатого колеса*, мм	Толщина упрочненного слоя в зависимости от модуля m, мм:			
m = 6...7	2±0,5	1,5	2±0,5	1,5
m = 8...9	3±0,5		3±0,5	
m = 10...12	4±1		4±1	
Твердость упрочненного слоя HRC				
Колесо	48-54			выше твердости основного металла не менее 10%
Шестерня**	не менее 55			

* Для зубчатых колес с m ≤ 6 мм толщина закаленного слоя ТВЧ не должна превышать 0,4 m.

** При комплектации зубчатой передачи разность твердостей шестерни и колеса должна быть не менее 2 ед. HRC.

Прим. Показатели упрочненного слоя после цементации не указаны.

должна быть не менее HRC56, глубина слоя – 0,2 модуля (±0,4 мм). Процессы цементации на современных предприятиях позволяют получать стабильные результаты, особенно при применении ионно-вакуумного процесса [7], поэтому проблем с качеством практически не возникает.

Сложнее дело обстоит с закалкой зубьев ТВЧ ввиду влияния на этот процесс многих субъективных факторов (необходимость подстройки индукторов, спрееров и всей системы охлаждения, опыт оператора и т. д.), поэтому в стандарте более дифференцированно отражены требования к упрочнению поверхности зубьев с применением ТВЧ, в частности к показателю толщины закаленного слоя. Ранее для всех колес эта величина назначалась равной 0,5 модуля, что, как показала практика [7-9], было относительно и абсолютно избыточным и приводило иногда к чрезмерной прокаливаемости и охрупчиванию зубьев (особенно остроугольных кромок косых зубьев). В таблице ГОСТ 30803-2014³ (табл. 3) даны дифференцированные

для разных модулей показатели толщины закаленного (упрочненного ТВЧ) слоя, причем не в долях модуля, а, что более точно, в мм.

В редакции ГОСТ 30803-2014 была сохранена преемственность в развитии технических требований, унаследованных от предыдущих нормативных документов, но одновременно и учтены тенденции к их актуализации, исходя из перспектив на ближайшие годы. Эти требования позволяют сориентировать пользователей стандарта в выборе и реализации показателей, соответствующих современному техническому уровню. Но, несмотря на значительный период действия предыдущих стандартов на зубчатые колеса ТПС и высокую степень проработки содержания стандарта ГОСТ 30803-2014, несколько пунктов в его последней редакции вызвали небезосновательные дискуссии по их практической реализации. Наиболее острыми стали вопросы об испытаниях на изгибную и контактную усталостную прочность зубьев в связи с введением в августе 2017 года ТР ТС 001/2011.

Требования по изгибной прочности зубьев

Ввиду того что в прямозубых колесах среднее нормальное сечение (профиль) зу-

ба и плоскость вращения колеса совпадают, не возникает проблем с установкой пря-

³ В ГОСТ 30803-2014 это таблица 5.

мозубых колес на испытательном стенде и нагружении прямых зубьев на изгиб. В отличие от прямых, косые зубья отдельного, не находящегося в зацеплении косозубого колеса (особенно с углом наклона зубьев более 8°-10°) чрезвычайно сложно нагрузить в плоскости его вращения по всей длине зуба. Это происходит из-за возникающего вследствие наклона зубьев бокового усилия, вызывающего смещение на стенде зубчатого колеса относительно нагрузочного узла испытательной машины (гидропульсатор, вибратор и т. п.). В связи с этим для исследования изгибной прочности косых зубьев используют метод их нагружения не в плоскости вращения колеса, как это происходит в реальном зацеплении взаимодействующих при вращении зубчатых колес, а в нормальном сечении зуба, преобразуя для этого косозубое колесо в эквивалентное прямозубое, что соответствует принятой в ГОСТ 21354-75 (сейчас ГОСТ 21354-87) [10] методике определения (расчета) изгибной прочности эвольвентных зубьев цилиндрических косозубых колес внешнего зацепления путем расчета зубьев эквивалентного прямозубого колеса. При этом в расчете определяют напряжения именно в нормальном сечении зуба (перпендикулярном относительно боковой поверхности зуба), находящемся под углом β к торцевой поверхности (то есть к плоскости вращения) зубчатого колеса. Число зубьев эквивалентного прямозубого колеса определяется по формуле $z_v = z \times \cos^3 \beta$,

где z – число зубьев косозубого колеса;
 β – угол наклона линии зубьев.

При этом выполняется условие эквивалентности толщины и площади поперечных нормальных сечений косого и прямого зубьев, которое позволяет проводить испытания на изгибную прочность зубьев не косозубого цилиндрического колеса с числом зубьев z , а его прямозубого аналога – с числом прямых зубьев z_v , идентичных косым в их нормальном сечении по геометрическим и прочностным параметрам. Испытания аналога, безусловно, необходимо проводить с той же удельной нагрузкой на прямом зубе, что и на косом (которую определяют по результатам расчетов в соответствии с ГОСТ 21354-87).

Так, например, АО «ВНИКТИ» в 2012 году был испытан прямозубый аналог косозубого колеса тяговой передачи грузового электровоза 2ЭС6 (нормальный модуль – 10 мм, 86 зубьев, угол наклона зубьев – $\beta = 24,62^\circ$, наружный диаметр – 972,64 мм, ширина – 90 мм). Прямозубое колесо было той же ширины, содержало 94 зуба и, соответственно, имело наружный диаметр (окружность выступов) 966,64 мм. Проведенные расчеты (по ГОСТ 21354-87) и испытания (по типовой методике) позволили дать заключение о показателях прочности зубьев косозубого колеса на соответствие требованиям нормативных документов, в первую очередь ГОСТ 30803-2002.

В качестве продолжения систематизации требований в таблице 4 приведено рекомен-

Табл. 4. Распределение видов испытаний на усталостную изгибную прочность зубьев прямозубых и косозубых колес для тяговых приводов разных типов (классов)

Тип привода	Колеса прямозубые		Колеса косозубые	
	Закалка зубьев ТВЧ	Цементация, закалка, отпуск	Закалка зубьев ТВЧ	Цементация, закалка, отпуск
1-й класс (опорно-осевой)	Испытания натурального образца	Испытания натурального образца	Испытания натурального образца или прямозубого аналога	Расчет по ГОСТ 21354
2-й класс (опорно-рамное подвешивание ТЭД)				
3-й класс (опорно-рамное подвешивание ТЭД и редуктора)				

Прим. В качестве прямозубого аналога косозубого колеса может служить эквивалентное прямозубое колесо с числом зубьев z_v , соответствующее исходному косозубому колесу с числом зубьев z ($z_v = z \cos^3 \beta$).

дуемое для внесения в ГОСТ 30803 распределение видов испытаний на усталостную изгибную прочность зубьев в зависимости от класса (типа) тягового привода, типа зубчатого зацепления (прямозубое или косозубое) и вида термоупрочнения зубьев (цементация или ТВЧ). В соответствии с вышеизложенным принципиально необходимо проведение испытаний на изгибную прочность прямозубых и косозубых колес с закаленными ТВЧ зубьями для всех типов тяговых приводов, причем для косозубых колес допустимы испытания их прямозубых аналогов. Испытаниям на изгибную прочность зубьев подлежат также натурные образцы прямозубых колес с цементованными зубьями для тяговых приводов 1-го и 2-го классов. При проведении этих испытаний нет затруднений с установкой зубчатых колес на стенде.

Для косозубых колес с цементованными зубьями (прочность и плавность работы которых значительно выше прямозубых [6-8]) вполне допустимо не проводить испытания зубьев на прочность для зубчатых колес тяговых приводов всех классов, включая 1-й, в котором сейчас стали применяться прочные и жесткие по конструкции мотор-редукторы. Достаточным для них было бы подтверждение показателей прочности поверочными расчетами, выполненными в соответствии с ГОСТ 21354-87 в сочетании с измерениями геометрических параметров на соответствие заданной степени

точности, металлографическими исследованиями свойств материала, качества термической и финишной механической обработок. Такое же требование вполне оправданно и для прямозубых колес с цементованными зубьями для тягового привода 3-го класса, в котором условия работы тяговых зубчатых передач являются наиболее благоприятными [9]. Показательно, что в типовой методике испытаний зубчатых колес СТ ССФЖТ ЦТ-121-2001 проведение испытаний на изгибную и контактную усталостную прочность зубьев не предусматривается [11], но и не отрицается.

Приведенные предложения распространяются на зубчатые колеса, изготовленные из сталей марок, перечисленных в стандарте (12Х2Н4А, 20ХН3А, 45ХН, 55Ф и др.) или их аналогов, свойства которых в течение многих лет уже хорошо исследованы специалистами отрасли, вошли во многие нормативные документы и известны отечественным изготовителям и потребителям. По мере накопления опыта этот перечень может быть дополнен другими марками сталей, с близкими или более высокими свойствами и прошедшими соответствующую проверку в ходе эксплуатации подвижного состава на сети железных дорог. Следует отметить, что предложенные изменения являются лишь уточнениями ранее заложенных принципиальных концепций, актуализирующих их суть.

Требование по контактной усталостной прочности зубьев

Впервые в нормативных документах требование проведения испытания на контактную усталостную прочность было сформулировано в ГОСТ Р 51175-98 в редакции пункта 5.7: «При изменении... шестерня или колесо должны быть подвергнуты типовым испытаниям, включающим определение механических свойств; полный металлографический анализ и проведение испытаний на изгибную и контактную усталостную прочность зубьев». В разделе 6 «Методы контроля и испытаний» (п. 6.10) этого же стандарта было указано: «Типовые испытания согласно 5.7 проводят

по программе и методике, утвержденным в установленном порядке», однако утвержденных методик до настоящего времени создано не было. Между тем попытки проведения таких испытаний (исследовательские по изучению свойств материалов) предпринимались неоднократно [7]. В ходе этих испытаний обнаруживалось наличие множества факторов, неоднозначно влияющих на условия их проведения (форма, размеры, частота вращения и сила прижатия контактирующих роликов, показатели смазочной среды, температура, адекватность темпов износа, влияние виброудар-

ных процессов и т. д.) и, как следствие, неоднозначность получаемых результатов.

Требование проведения «испытания на контактную усталостную прочность» в ГОСТ Р 51175-98 появилось взамен практически не осуществлявшегося (вследствие трудоемкости, длительности и в значительной степени субъективности) требования «испытания на ресурс» в ОСТ 24.149.03-83 (п. 2.4, 3.7), которое еще было заложено в п. 2.5 ОСТ 24.149.03-69, в редакции: «...зубчатые колеса или их венцы должны быть подвергнуты испытаниям на... работоспособность...», причем там же в п. 2.8 было указано, что «испытания на долговечность... проводятся на стенде, имитирующем условия эксплуатации по нагружению и перекосам осей с применением смазки, употребляемой при эксплуатации тяговых редукторов. Оценка работоспособности (долговечности) проводится методом сравнения по эквивалентным нагрузкам (факультативно до 1/1-1972 г.)». В тексте ОСТ 24.149.03-83 содержание требования осталось (пп. 2.4 и 3.7), но термины «работоспособность» и «долговечность» были заменены на термин «ресурс». Как видим, среди разработчиков и пользователей стандарта не было найдено единого мнения ни о видах испытаний, ни даже терминологии, что вносило постоянную путаницу и неопределенность в действия, так или иначе связанные с контактной выносливостью. И это неспроста, так как такие показатели вряд ли с необходимой достоверностью можно определить в условиях стендовых испытаний отдельно взятого зубчатого колеса. Ведь даже при испытаниях колесно-моторных блоков с большими трудностями удается зарегистрировать темпы износа полномерных зубьев, а далее этот процесс может все больше отличаться от реальных условий эксплуатации, когда под воздействием многокомпонентных вибровозмущений идет неравномерный износ и искажение профиля зубьев и от этого быстро нарастает динамика, особенно в приводе опорно-осевого типа [12].

Кроме того, даже идеально изготовленные зубчатые колеса, но установленные в тяговом редукторе с отклонениями положения их осей вращения, довольно быстро могут

выйти из строя [3-8]. В связи с этим следует признать, что исследования контактной выносливости целесообразны лишь с точки зрения материаловедения (для исследования новых марок сталей или влияния технологических процессов). По этим причинам исследователи зубчатых передач, как, например, в ГНТЦ «ЦИАМ», ведут испытания на контактную усталость (а также на износ и заедание) зубчатых колес авиационных передач по схеме двух идентичных редукторов, соединенных в кинематическую цепь, в которой оба редуктора имеют общий выходной вал: входной вал одного редуктора соединен с приводным двигателем, а входной вал другого – с гидравлическим (или электрическим) тормозом [13-15]. Такие испытания позволяют получать более близкие к эксплуатации результаты, и, напротив, испытания на контактную усталость зубьев отдельного зубчатого колеса не позволяют их достичь.

По аналогии с широко применяемым ГОСТ 31373-2008 «Колесные пары... Расчеты и испытания на прочность» в ГОСТ 30803-2014 необходимо таким же образом систематизировать проведение испытаний и расчетов с обоснованно-избирательным подходом к определению усталостной изгибной прочности.

Исходя из вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

Во-первых, подход к испытаниям зубьев на прочность должен быть оптимизирован (дифференцирован) в зависимости от типа зацепления, вида термоупрочнения зубьев и класса тягового привода ТПС. При этом, как и ранее, обязательны проведение металлографических исследований (механических свойств, структуры металла, параметров упрочненного слоя) и проверка точности изготовления всех видов зубчатых колес на соответствие требованиям нормативных документов.

Во-вторых, касательно изгибной прочности зубьев необходимо внести уточненные требования в ГОСТ 330803: «Все зубчатые колеса (прямозубые и косозубые, для всех типов тяговых приводов) с закаленными ТВЧ зубьями подлежат испытаниям на изгибную прочность зубьев, причем для косозубых колес допустимы испытания их прямозубых аналогов. Испытаниям

на изгибную прочность зубьев подлежат также натурные образцы прямозубых колес с цементованными зубьями для тяговых приводов 1-го и 2-го классов. Для остальных зубчатых колес достаточно расчета на прочность по ГОСТ 21354».

В-третьих, в ГОСТ 30803 целесообразно сохранить направленность требования, содержащегося в п. 4.16 «Изгибная и контактная усталостная прочность зубьев колес для каждого вида упрочнения должны соответствовать требованиям ГОСТ 21354» в уточненной его редакции «Изгибная и контактная усталостная прочность зубьев должны быть подтверждены расчетом согласно ГОСТ 21354», то есть по многократно проведенной на практике методике расчета прочности со времени введения стандарта в 1975 году. Вследствие этого требование проведения испытания на контактную выносливость оставить лишь как рекомендательное для исследовательских и типовых испытаний.

В-четвертых, внесение рассмотренных выше изменений в ГОСТ 30803-2014 продолжит преемственность по систематизации и улучшению содержания стандарта, что позволит специалистам сконцентрироваться на ключевых вопросах в процессах сертификации и контроля качества зубчатых колес без ущерба для достоверности результатов.

Список использованной литературы

1. Шацилло А.А. Тяговый привод электроподвижного состава. – М. : Трансжелдориздат, 1961. – 222 с.
2. Калихович В.Н. Тяговые приводы локомотивов (Устройство, обслуживание, ремонт). – М. : Транспорт, 1983. – 111 с.
3. Бирюков И.В., Беляев А.И., Рыбников Е.К. Тяговые передачи электроподвижного состава железных дорог. – М. : Транспорт, 1986. – 256 с.
4. Михайлов Г.И. Новые конструкторские и технологические решения в тяговых зубчатых передачах / Г.И. Михайлов // Тяжелое машиностроение. – 1997. – № 7. – С. 26–28.
5. Генкин М.Д., Рыжов М.А., Рыжов Н.М. Повышение надежности тяжело нагруженных зубчатых передач. – М. : Машиностроение, 1981. – 232 с.
6. Прочность и надежность механического привода / Под ред. В.Н. Кудрявцева, Ю.А. Державца. – Л. : Машиностроение, 1977. – 240 с.
7. Кораблев А.И., Решетов Д.Н. Повышение несущей способности и долговечности зубчатых передач / Под ред. Д.Н. Решетова. – М. : Машиностроение, 1968. – 288 с.
8. Зубчатые передачи : Спр. изд-е 2-е, перераб. и доп. / Под ред. Е.Г. Гинзбурга. – Л. : Машиностроение, 1980. – 416 с.
9. Михайлов Г.И., Пономарев А.А., Хмелева Ю.А., Беляев А.И. Исследование зубчатых передач тягового подвижного состава / Г.И. Михайлов и др. // Труды ВНИТИ, вып. 79, Коломна, 1999. – С. 237–260.
10. ГОСТ 21354–87 (СТ СЭВ 5744–86). Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные внешнего зацепления. Расчет на прочность. Изд-е официальное. – М. : Изд-во стандартов, 1988. – 128 с.
11. СТ ССФЖТ ЦТ-121-2001. Стандарт системы сертификации на федеральном железнодорожном транспорте. Колеса зубчатые цилиндрические тяговых передач тягового подвижного состава магистральных железных дорог. Типовая методика испытаний. (Введен в действие Указанием МПС России от 25.12.2001 № М-1964у).
12. Коссов В.С., Добрынин Л.К., Авраменко В.С., Соколов Ю.Н., Лысак В.А., Дегтярев В.Е. Динамическая нагруженность узлов тягового привода с опорно-осевым подвешиванием тягового электродвигателя / В.С. Коссов и др. // Труды ВНИТИ, вып. 79, Коломна, 1999. – С. 205–219.
13. Дорофеев В.Л., Голованов В.В., Гукасян С.Г. Модификация авиационных зубчатых передач с целью уменьшения износа контактной поверхности : Сб. докладов конф. ЦИАМ, 2016. – С. 173–183.
14. Авиационные зубчатые передачи и редукторы : Спр. / Под ред. Э.Б. Вулгакова. – М. : Машиностроение, 1981. – 374 с.
15. Нормы прочности авиационных газотурбинных двигателей (Раздел 11. Зубчатые передачи) : Изд-е 6-е. – М. : ГНТЦ ЦИАМ, 2002. Ⓢ

Пути повышения энергетической эффективности электровозов переменного тока с коллекторными тяговыми машинами



И. П. Васильев,
аспирант кафедры ЭКАО
и ЭТ ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ»

Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», а также Энергетическая стратегия России на период до 2030 года определяют энергоэффективность как один из главных стратегических ориентиров долгосрочной государственной политики. Наиболее энергоемкой отраслью, имеющей особое стратегическое значение для страны, является железнодорожный транспорт. Он обладает весомым потенциалом по энергосбережению.

Выпрямительно-инверторные преобразователи на электровозах переменного тока

Локомотивное хозяйство ОАО «РЖД» потребляет более 4% вырабатываемой в России электроэнергии, около 86% которой затрачивается на электрическую тягу поездов [1], поэтому основной ресурс экономии энергетических ресурсов находится в сфере перевозочного процесса и заключается прежде всего в рациональном энергоэкономном использовании тягового подвижного состава [2].

На сегодня в эксплуатируемом парке ОАО «РЖД» находится 6 218 грузовых электровозов, из которых 58% – электровозы переменного тока с тяговым приводом постоянного тока: серии ВЛ60К, ВЛ80К, ВЛ80Т, ВЛ80С, ВЛ80Р, ВЛ85, ВЛ80ТК, Э5К, 2ЭС5К, 3ЭС5К и 4ЭС5К (табл. 1).

Около 45% парка электровозов переменного тока оборудованы тиристорными

Табл. 1. Эксплуатируемый парк электровозов переменного тока с тяговым приводом постоянного тока ОАО «РЖД» (начало)

Серия	Эксплуатируемый парк, ед.	Количество секций, ед.	Регулирование напряжения ТЭД	Процент от общего парка, %
ВЛ60К	27	27	ступенчатое	0,7
ВЛ80К	27	54		0,7
ВЛ80Т	266	532		7,4
ВЛ80С	1 663	3 326		46,0
ВЛ80Р	301	602	плавное	8,3
ВЛ85	232	464		6,4
ВЛ80ТК	138	276		3,8
Э5К	30	30		0,8
2ЭС5К	196	392		5,4
3ЭС5К	730	2 190		20,2

Табл. 1. (продолжение)

Серия	Эксплуатируемый парк, ед.	Количество секций, ед.	Регулирование напряжения ТЭД	Процент от общего парка, %
4ЭС5К	2	8	плавное	0,1
Всего электровозов	3 612	7 901	–	–
Всего электровозов с тиристорными преобразователями	1 629	3 962	плавное	45,1

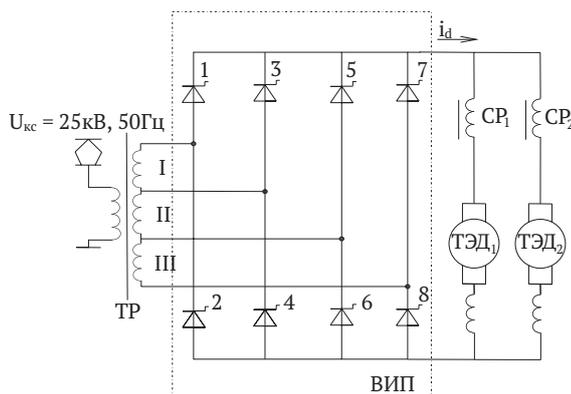
преобразователями (рис. 1), обеспечивающими плавное регулирование напряжения (ВЛ80Р, ВЛ85, ВЛ80ТК, Э5К, 2ЭС5К, 3ЭС5К и 4ЭС5К) – всего 1 629 электровозов (3 962 секции). На каждую секцию этих локомотивов приходится 4 или 6 ТЭД с питанием от сети через тяговый трансформатор (ТТ) и 2 или 3 выпрямительно-инверторных преобразователя (ВИП), которые в режиме тяги работают как выпрямитель, а в режиме рекуперации – как инвертор.

Работа ВИП, собранного на тиристорах, с одной стороны, позволяет плавно регулировать напряжение на ТЭД, с другой – является причиной негативного влияния, оказываемого на потребляемую электроэнергию. Процессы переключения тиристоров в преобразователях вызывают колебания напряжения контактной сети (КС). В некоторых режимах подобные колебания имеют амплитуду, соизмеримую с напряжением КС. При углах регулирования, близких к 90°, и при значительном удалении электровоза от тяговой подстанции максимальные значения амплитуды искаженного напряжения могут превышать амплитуду питающего напряжения в 2 раза, что приводит к потерям в КС [3, 9] и влияет на сокращение срока службы изоляции электрических машин и аппаратов, на ухудшение работы связи, на сбой в работе систем управления преобразователями электровоза и др.

В общем виде ВИП как нагрузку сети можно охарактеризовать коэффициентом мощности λ , который рассчитывается по формуле:

$$\lambda = \frac{P}{S},$$

где P – активная мощность, потребляемая ВИП из контактной сети, которая ха-



- i_d – выпрямленный ток;
- U_{kc} – напряжение контактной сети;
- I, II, III – секции вторичной обмотки трансформатора;
- 1, 2...8 – плечи;
- CP_1, CP_2 – сглаживающие реакторы;
- ТЭД₁, ТЭД₂ – тяговые двигатели.

Рис. 1. Функциональная схема ВИП

рактеризует полезный эффект преобразования энергии и потери в преобразователе;

S – полная мощность, потребляемая из сети, определяемая следующим образом:

$$S = U_1 \times I_1,$$

где U_1 и I_1 – действующие значения напряжения сети и потребляемого тока.

Как известно, коэффициент мощности вентильного преобразователя зависит от его схемы, типа нагрузки и режима работы. В штатном для выпрямителя режиме работы на RL-нагрузку при непрерывности выходного тока выходное напряжение рассчитывается по формуле:

$$U_{вых} = U_1 \times \frac{I_{1,1}}{I_1} \times \cos \varphi,$$

где $I_{1,1}$ – действующее значение 1-й гармоники тока,

при этом

$$\lambda = \frac{I_{1.1}}{I_1} \times \cos \varphi = \frac{U_{\text{вык}}}{U_1}.$$

Основными недостатками тяговых электроприводов (ТЭП) электровозов с тиристорными ВИП является значительное потребление реактивной мощности, приводящее к смещению кривой тока относительно кривой напряжения на некоторый угол φ , с одной стороны, и искажению формы напряжения и тока в первичной обмотке тягового трансформатора, появлению значительных гармонических составляющих тока в контактной сети, – с другой. Таким образом, значение коэффициента мощности остается на низком уровне, который на электровозах с плавным регулированием

в режиме тяги не превышает $\lambda = 0,84$, в режиме рекуперативного торможения – 0,65.

Для достижения приемлемого значения коэффициента мощности λ , стремящегося к единице, необходимо создание «устройства», которое снижает реактивную мощность электровоза в режимах тяги и рекуперации, не искажая при этом форму напряжения и тока. Эта задача до настоящего времени в полном объеме не решена, однако некоторые современные разработки обеспечивают получение весьма высоких значений коэффициента мощности.

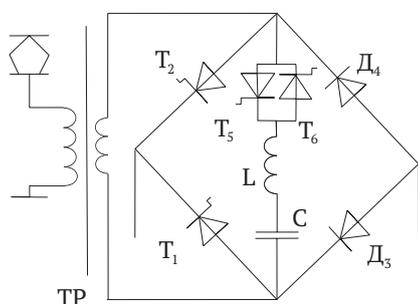
Для повышения энергоэффективности локомотивов переменного тока с тиристорными преобразователями предложено множество способов и реализован ряд технических решений. Рассмотрим основные из них.

Секторное регулирование напряжения

Секторное регулирование напряжения реализовано на электровозах DB-Baureihe 181.2, эксплуатируемых на «Немецких железных дорогах» (Deutsche Bahn Holding, DB AG). Секторное регулирование напряжения заключается в симметрировании кривой тока, потребляемого электровозом, относительно питающего напряжения. Регулирование выпрямленного напряжения осуществляется смещением по фазе на угол γ переднего фронта кривой этого напряжения и дополняется смещением его заднего фронта на угол β в направлении опережения. В случае мгновенной коммутации тока при ра-

венстве углов γ и β (идеальный случай) сдвига по фазе первой гармоники тока не происходит и коэффициент мощности существенно повышается (рис. 2).

На локомотивах DB-Baureihe 181.2 закрытие ранее проводившего тиристора осуществляется с помощью принудительной коммутации, которая реализована путем дополнительного включения в силовую схему коммутирующих конденсаторов и тиристоров. Выключение тиристора выпрямителя электровоза осуществляется разрядным током конденсатора после включения коммутирующего конденсатора. Введение в силовую цепь конденсатора вызывает резкое увеличение тока в начале коммутации, когда при включении конденсатора напряжение на нем суммируется с напряжением вторичной обмотки трансформатора. В процессе формирования кривой тока образуются крутые фронты напряжения, которые сопровождаются интенсивным колебательным процессом, вызывающим увеличение в спектре тока высших гармоник, ухудшающих форму потребляемого тока и снижающих коэффициент мощности электровоза. Кроме того, переход на секторное регулирование напряжения требует полной замены ВИП электровоза, поскольку введение в силовую схему



- T_1, T_2 – тиристорные плечи;
- D_3, D_4 – диодные плечи;
- C – коммутирующий конденсатор;
- L – индуктивный фильтр;
- T_5, T_6 – коммутирующие тиристоры.

Рис. 2. Система секторного регулирования

коммутирующих тиристоров и конденсаторов вызывает существенное его изменение.

При секторном регулировании напряжения увеличение $\cos\varphi$ не приводит к улучшению гармонического состава потребляемого тока, в результате чего происходит увеличение его коэффициента искажения. Для повышения энергетических показателей электровоза необходимо улучшать обе составляющие коэффициента мощно-

сти, что может быть достигнуто путем использования метода активной фильтрации высших гармоник потребляемого тока. Таким образом, секторное регулирование напряжения с искусственной коммутацией является нецелесообразным. Следует отметить, что такой способ регулирования не позволяет компенсировать высшие гармоники тока, а, наоборот, способствует их генерации.

Разнофазное управление группами многозонных выпрямителей

Способ разнофазного управления (РФУ) группами многозонных выпрямителей электровозов переменного тока также является одним из способов снижения влияния работы тягового подвижного состава на качество напряжения в тяговой сети. Принцип РФУ заключается в разнесении во времени начал, а также окончаний коммутаций различных ВИП электровоза. Задержка открытия тиристорных плеч одного из ВИП позволяет уменьшить скачок принужденного напряжения при включении и выключении каждого преобразователя и амплитуду свободных колебаний напряжения на токоприемнике электровоза.

Устройство РФУ ВИП тяговых приводов электровоза с постоянной величиной задержки предложено АО «ВНИИЖТ» и содержит два канала, каждый из которых состоит из преобразовательного трансформатора, управляемого выпрямителя, усилителя и распределителя импульсов, а также источника управляющих импульсов и блока задержки. Устройство было испытано на электровозе ВЛ85-001 и показало достаточно высокую эффективность данного способа. Основное преимущество – устранение причины ухуд-

шения качества электроэнергии, вызванного спецификой работы тиристорных плеч ВИП. Однако данный способ имеет ряд существенных недостатков, из-за которых он не получил распространения:

- разнофазность управления достигается постоянным увеличением угла открытия тиристорных преобразователя на 8° - 9° (как по углам α_0 и α_{03} , так и по α_p), а это, в свою очередь, значительно снижает внешние характеристики ВИП;
- при реализации предлагаемого алгоритма РФУ происходит снижение коэффициента мощности электровоза;
- мощность электровоза в часовом и продолжительном режимах ниже, чем при типовом способе управления, что приводит к некоторому снижению скорости электровоза;
- постоянство сдвига угла открытия тиристорных преобразователя на 8° - 9° не дает полного эффекта снижения высокочастотных колебаний напряжения контактной сети вследствие изменения индуктивности и емкости тяговой сети в зависимости от удаления электровоза от тяговой подстанции.

Одновременная многоконтурная коммутация тока плеч ВИП

Еще одно решение направлено на повышение энергетической эффективности электровозов переменного тока с коллекторными тяговыми электродвигателями – способ одновременной многоконтурной коммутации тока плеч ВИП. Он заключается в организации одновременной коммутации сразу

в нескольких малых контурах ВИП: одновременно происходит включение не только однофазных и противофазных плеч предшествующей зоны, но также плеч всех ранее отработавших зон регулирования.

При организации такой коммутации тока весь процесс разбивается на несколько ма-

лых короткозамкнутых контуров, длительность протекания коммутации в которых различна и имеет определенную очередность окончания, вследствие чего уменьшается индуктивное эквивалентное сопротивление цепи переменного тока. Это приводит к по-

вышению среднего значения выпрямленного напряжения ВИП за счет уменьшения его индуктивного падения напряжения, но также незначительно повышает коэффициент мощности электровоза в режимах тяги и рекуперативного торможения (примерно на 2%).

Пассивный компенсатор реактивной мощности

На российских локомотивах опытно реализован способ повышения коэффициента мощности электровоза методом компенсации реактивной мощности с помощью пассивного компенсатора реактивной мощности (КРМ), который подключается непосредственно к вторичной обмотке силового трансформатора электровоза.

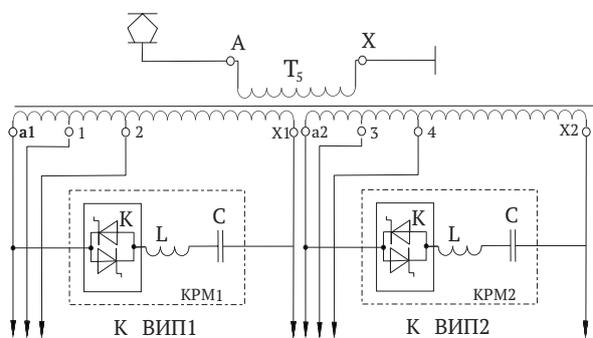
Научными сотрудниками АО «ВНИИЖТ» был разработан пассивный нерегулируемый КРМ (рис. 3) – последовательная резонансная LC-цепь, подключаемая с помощью ключевого элемента, состоящего из двух встречно-параллельно соединенных тиристоров. На электровозах целесообразно применение как одно-, так и двухзвенных КРМ, звенья которых настраиваются на частоты, близкие к третьей и пятой гармоникам потребляемого тока. При этом назначение схемы управления тиристорами ключевого элемента сводится к отключению КРМ при возникновении короткого замыкания в контактной сети или аварийных режимов работы, а также к включению тиристоров в моменты равенства мгновенных значений напряжения

на вторичной обмотке трансформатора и напряжения на конденсаторе КРМ [6, 7, 8].

Схема на рисунке 3 применялась на опытных электровозах типа ВЛ80СК, ВЛ80ТК, а также на электровозе ЗЭС5К-047.

Принцип работы КРМ заключается в улучшении формы потребляемого электровозом тока и сокращении отставания по фазе первой гармоники тока относительно напряжения сети, что приводит к повышению коэффициента мощности. Уменьшение высших гармонических составляющих во входном токе электровоза происходит за счет шунтирования третьей гармоники тока цепью компенсатора, настроенного на близкую частоту, а также некоторого ослабления ближайших по частоте высших гармоник. Уменьшение фазового угла тока относительно напряжения осуществляется путем создания неуправляемой емкостной составляющей тока основной частоты, протекающей через LC-цепь, которая для частоты 50 Гц имеет емкостное сопротивление. За счет этого происходит смещение фазы потребляемого тока в сторону опережения и приближение к фазе питающего напряжения.

Двухзвенным КРМ оборудован электровоз ВЛ85 № 023 (каждый КРМ состоит из двух параллельных LC контуров) (рис. 4). Ключевые элементы КРМ содержат по четыре тиристора, управляемых специальным блоком, которые служат для предотвращения сверхтоков, возможных при подключении компенсатора к напряжению вторичной обмотки трансформаторов. Кроме того, они предназначены для обеспечения снятия импульсов управления с тиристоров в случае возникновения опасных токов и напряжений, а также при перекомпенсации. Устройство было испытано на экспериментальном кольце АО «ВНИИЖТ», где исследовались режимы работы электровоза при различных



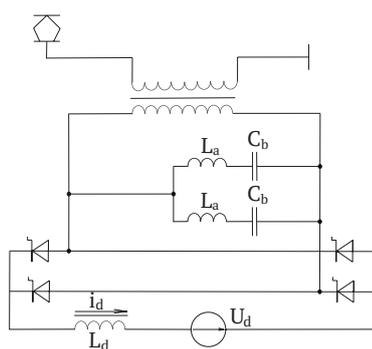
T₅ – тяговый трансформатор;
 К – ключевой элемент;
 L – индуктивность;
 С – конденсатор.

Рис. 3. Упрощенная схема подключения пассивного КРМ

условиях электроснабжения и расположения его на фидерной зоне.

Использование на электровозе вышеупомянутого КРМ приводит к перекомпенсации реактивной мощности при малых токах нагрузки. Это объясняется постоянной величиной емкостного тока, протекающего через компенсатор, поэтому работа КРМ является эффективной лишь в определенном узком диапазоне токовых нагрузок.

На сегодня также разработан КРМ с регулируемым током компенсатора. Схема управления компенсатором значительно изменена в сравнении с пассивным КРМ. Она позволяет регулировать его емкостной ток в зависимости от фазового угла сдвига между основной гармоникой тока и напряжением сети, измеренным на низкой стороне тягового трансформатора электровоза. В отличие от нерегулируемого КРМ, регулирование с изменяющимся током компенсатора делает более эффективной его работу, поскольку ток компенсатора зависит от тока нагрузки и определяется фазовым углом сдвига первой гармоники потребляемого тока отно-



i_d – выпрямленный ток;
 L_a, C_a – индуктивность и емкость 1-го звена;
 L_b, C_b – индуктивность и емкость 2-го звена;
 L_d – сглаживающий реактор;
 U_d – тяговый электродвигатель.

Рис. 4. Упрощенная схема ЭПС с двухзвенным КРМ при включении ко входу ВИП

сительно питающего напряжения. Однако применение регулируемого КРМ не обеспечивает эффективную компенсацию высших гармоник питающего тока: не происходит существенного улучшения коэффициента искажения формы тока и связанного с ним коэффициента мощности электровоза.

Четырехквadrатный преобразователь переменного-постоянного напряжения типа 4q-S

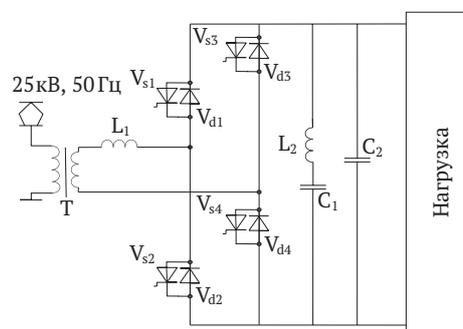
Разработка и внедрение управляемых силовых полупроводниковых приборов открыло широкие возможности для создания новых конструкций преобразователей для электровозов переменного тока, а также повышения их энергетических показателей.

Имеется как зарубежный, так и отечественный опыт создания электровозов переменного тока с бесколлекторными тяговыми двигателями и силовыми установками на базе четырехквadrатных преобразователей переменного-постоянного напряжения типа 4q-S (рис. 5).

Данные преобразователи относятся к активным выпрямителям. Преобразователи 4q-S решают следующие задачи:

- преобразование однофазного напряжения контактной сети, изменяющегося в широких пределах, в стабилизированное постоянное напряжение;
- поддержание синусоидальной формы тока контактной сети;

- обеспечение работы привода с заданным коэффициентом мощности сети;
- передача энергии нагрузки в режиме тяги, возврат энергии в сеть при рекуперативном торможении.



T – тяговый трансформатор;
 L_1 – реактор;
 $V_{s1}-V_{s4}$ – запираемые тиристоры;
 $V_{d1}-V_{d4}$ – шунтирующие диоды;
 L_2, C_2 – резонансный фильтр;
 C_1 – конденсатор.

Рис. 5. Упрощенная схема подключения 4q-S преобразователя

Электровоз с таким преобразователем потребляет практически синусоидальный ток, совпадающий по фазе с питающим напряжением, при этом значение коэффициента мощности приближается к единице.

Однако модернизация эксплуатируемых в настоящее время электровозов, связанная с заменой тиристорного ВИП на 4q-S-преобразователь, не представляется возможным, так как это потребует значительных капиталовложений на изменение конструкции тягового трансфор-

матора и замену коллекторных тяговых двигателей на асинхронные. Кроме того, данный преобразователь имеет сложную систему охлаждения и высокую стоимость применяемых в нем силовых модулей.

В настоящее время 4q-S-преобразователи используются для тягового привода с асинхронными двигателями, применяемыми на грузовых электровозах 2ЭС5. Отсутствие устройств, подобных ВИП, на электровозах данной серии позволило реализовать коэффициент мощности в пределах 0,90-0,95.

Гибридный компенсатор реактивной мощности

Гибридный (регулируемый) компенсатор реактивной мощности, включающий 4q-S-преобразователь, разработанный Ю.М. Кулиничем, позволяет повысить энергетическую эффективность электровозов переменного тока с коллекторными тяговыми электродвигателями. Компенсатор содержит в себе две части: пассивную и активную (рис. 6) [6].

Пассивный фильтр выполнен в виде LC-цепи, которая в зависимости от изменения токовой нагрузки электровоза переключается на различное напряжение секций вторичной обмотки трансформатора. При уменьшении токовой нагрузки LC-цепь переключается на пониженное напряжение секций вторичной обмотки, что одновременно уменьшает мощность компенсатора и таким образом обеспечивает достаточно высокую точность

компенсации гармоник напряжения при изменении токовых нагрузок электровоза [7, 8].

Активный регулируемый фильтр, выполненный на основе 4-квадрантного преобразователя, осуществляет полную компенсацию высших гармоник, начиная с пятой, что улучшает форму потребляемого электровозом тока.

Для управления таким компенсатором требуется сложный алгоритм, что становится существенным недостатком при обслуживании и ремонте. При управлении ключевыми элементами активного фильтра используют широтно-импульсный модулятор (ШИМ), характеризующийся постоянной величиной частоты высшей гармоники в токе компенсатора. ШИМ является предпочтительным для применения в компенсаторах реактивной мощности, так как в этом случае обеспечивается электромагнитная совместимость тяговой сети и цепей сигнализации и связи. Стоит упомянуть, что амплитуда ШИМ изменяется в процессе регулирования и тем самым вызывает значительные погрешности в формировании тока активного фильтра. Для устранения недостатков схемы управления в контур управления активным фильтром вводится пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор и второй элемент сравнения, что еще больше усложняет систему управления данным компенсатором.

Для реального электровоза, где массогабаритные размеры любого узла строго ограничены, размещение гибридного КРМ будет вызывать затруднения.

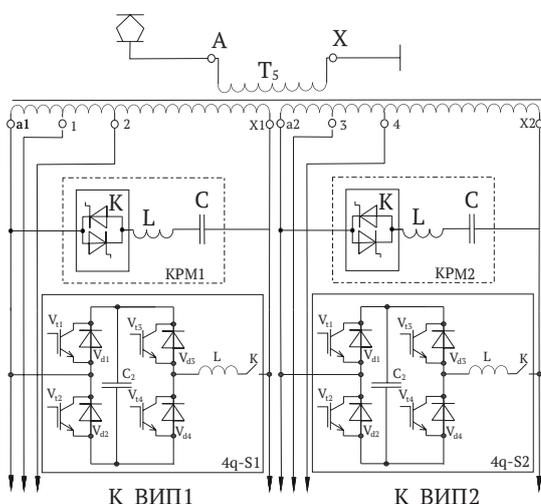


Рис. 6. Схема подключения гибридного КРМ

Заключение

Сегодня использование КРМ – самый эффективный способ повышения энергетической эффективности электрических потребителей. Снижение реактивной мощности и искажения формы тока и напряжения сети реализуется за счет включения во входную цепь практически любого импульсного преобразователя специального устройства.

Однако современные компенсаторы реактивной мощности имеют ряд значительны недостатков:

- сложная система управления;
- необходимость использования дополнительного оборудования для борьбы с электромагнитными помехами требует места для его расположения и увеличивает эксплуатационные расходы на обслуживание;
- принципиальная схема должна включать реактивные элементы и емкости, которые на частоте 50 Гц будут иметь значительные габариты и вес;

– принципиальная схема требует постоянного регулирования емкостных и индуктивных величин реактивных элементов при изменении тока нагрузки.

Решение вышеуказанных проблем применения КРМ, а также вопроса замещения дорогостоящей зарубежной продукции (в первую очередь силовых полупроводниковых приборов) отечественными аналогами позволит с меньшими затратами со стороны локомотивного комплекса ОАО «РЖД» повысить энергетическую эффективность электровозов переменного тока с приводом постоянного тока как на вновь выпускаемых локомотивах, так и уже на находящихся в эксплуатации.

Кроме того, реализация данных задач даст толчок железнодорожным научным институтам и проектным организациям в поиске новых, более эффективных и экономичных путей повышения коэффициента мощности на электровозах переменного тока.

Список использованной литературы

1. Гапанович В.А., Авилов В.Д., Иванов Б.И., Мугинштейн Л.А., Король Ю.Н., Школьников Е.Н., Черемисин В.Т. Энергосбережение на железнодорожном транспорте. – М.: «Интехэнерго-Издат», «Теплоэнергетик», 2014. – 304 с.
2. Стратегия инновационного развития ОАО «Российские железные дороги» на период до 2015 года (Белая книга ОАО «РЖД»): Утв. президентом ОАО «РЖД» В.И. Якуниным, 2010. – 77 с.
3. Горбачев Г.Н., Чаплыгин Е.Е. Промышленная электроника / под ред. В.А. Лабунцова. – М.: «Энергоатомиздат», 1988. – 320 с.
4. Тихменев Б.Н., Кучумов В.А., Татаринев В.А., Толстых В.А. Применение емкостной компенсации реактивной мощности преобразователей электровозов / Б.Н. Тихменев и др. // Вестник ВНИИЖТ. – 1987. – № 5. – С. 21–24.
5. Зак В.В., Колпахчян П.Г. Применение гибридного компенсатора реактивной мощности для повышения коэффициента мощности электровозов переменного тока / В.В. Зак, П.Г. Колпахчян // Вестник ВЭЛНИИ. – 2011. – № 1 (61). – С. 127–140.
6. Зак В.В., Колпахчян П.Г. Сравнение эффективности применения активного и гибридного компенсаторов реактивной мощности / В.В. Зак, П.Г. Колпахчян // Вестник ВЭЛНИИ. – 2011. – № 2. – С. 130.
7. Зак В.В., Колпахчян П.Г. Влияние количества компенсированных гармоник на коэффициент мощности электровоза при использовании активного компенсатора реактивной мощности / В.В. Зак, П.Г. Колпахчян // Труды РГУПС. – 2011. – № 12.
8. Фошкина Н.В. Применение компенсатора реактивной мощности на электровозе ЗЭС5К / Н.В. Фошкина // Вестник ВЭЛНИИ. – 2010. – № 2. – С. 37–42.
9. Б.Н. Тихменев, В.А. Кучумов. Электровозы переменного тока с тиристорными преобразователями. – М.: Транспорт, 1988. – 311 с. 

Эффективность сервисного обслуживания локомотивов



И. К. Лакин,
д.т.н., профессор, директор
департамента развития систем
мониторинга (ДРСМ) технического
состояния локомотивов
ООО «Локомотивные технологии»



И. В. Пустовой,
начальник управления
автоматизации технологических
процессов ДРСМ,
аспирант ОмГУПС

Согласно реформе с 1 июля 2014 года бóльшая часть функций технического обслуживания и ремонта (ТОиР) локомотивов передана сервисным компаниям. В настоящее время почти 15 тыс. секций локомотивов ОАО «РЖД» (более 70% парка ТПС) в рамках 40-летнего контракта обслуживают и ремонтируют предприятия, входящие в ГК «ЛокоТех», с прямой зависимостью доходов сервисной компании от фактически выполняемой локомотивами работы [1]. Отсутствие бюджетной оплаты выполненных ТОиР принципиально меняет мотивацию сервисных компаний по сравнению с мотивацией дирекции по ремонту ТПС. Одновременно повышается интенсивность использования локомотивов за счет сокращения простоя на ТОиР, увеличения межремонтного пробега и протяженности полигонов обращения локомотивов. Повышение надежности и эффективности эксплуатации ТПС с учетом современного уровня развития информационных технологий применительно к системе технического обслуживания и ремонта возможно только при переходе на сервисные формы обслуживания.

Преимущества передачи ТОиР на аутсорсинг

Опыт первых лет работы ООО «ТМХ-Сервис» и группы компаний «Локомотивные технологии» в целом подтверждает правильность перехода на сервисную систему ТОиР: сокращено число unplanned ремонтов и потребление запасных частей, уменьшен простой на ТОиР. С момента передачи сервиса на аутсорсинг (с 2012 года, когда ООО «ТМХ-Сервис» заключило 5-летний контракт на сервисное обслуживание 5 046 локомотивов ОАО «РЖД») удельная производительность локомотивов по пробегу увеличилась на 15%, при этом затраты на их содержание в расчете на километр пробега снизились на 19%.

В 2016 году количество отказов в ООО «ТМХ-Сервис» на 1 млн км пробега сократилось на 12,9%, в АО «Желдорремаш» – на 13,6%. Общий простой на

деповских ремонтах в электротяге уменьшился по сравнению с 2015 годом на 51,2%, а в тепловозной – на 31,3%.

Заводы АО «Желдорремаш» в 2016 году выпустили из ремонта 2 451 секцию локомотивов. Филиалы ООО «ТМХ-Сервис» выполнили производственную программу: по тепловозам из ремонта выпущено 57 477 секций, или 99,2% от программы, по электровозам – 52 619 секций, или 101%. Программа ремонта линейного оборудования тепловозов была перевыполнена на 2% (41 832 секции) и электровозов – соответственно на 1% (31 654 секции).

В статье описано одно из приоритетных направлений дальнейшего повышения эффективности сервисного ТОиР – создание в сервисных локомотивных депо информационно-управляющих систем.

Повышение эффективности сервисного ТОиР

ООО «ТМХ-Сервис» является крупнейшей сервисной компанией страны, в

ее состав входит более 90 сервисных локомотивных депо (СЛД), при этом сама

компания относится к группе активов под управлением ООО «Локомотивные технологии» (группа компаний «ЛокоТех»), включающую в свой состав также заводы АО «Желдорремаш», ООО «Торговый дом ТМХС» и ряд других организаций.

Перед сервисными компаниями согласно договорам с ОАО «РЖД» № 284 и 285 от 30.04.2014 на сервисное обслуживание поставлена задача постоянного повышения надежности локомотивов [1, 2]. При этом главным контрольным показателем выбран коэффициент технической готовности локомотивов (КТГ) [2], определяемый как отношение полезной работы локомотива к общему времени его эксплуатации:

$$КТГ_{нф} = T_{рсп} / (T_{рсп} + T_{отп} + T_{нлп} + T_{аиз}),$$

где $T_{рсп}$ – время пребывания локомотива в работоспособном состоянии;
 $T_{отп}$ – время пребывания локомотива в неработоспособном состоянии в связи с гарантийным ремонтом;
 $T_{нлп}$ – время пребывания локомотива в неработоспособном состоянии в связи с обслуживанием;
 $T_{аиз}$ – суммарное время ожидания сервисного обслуживания и иных административных издержек.

В 2016 году ГК «ЛокоТех» удалось повысить КТГ даже больше, чем было за-

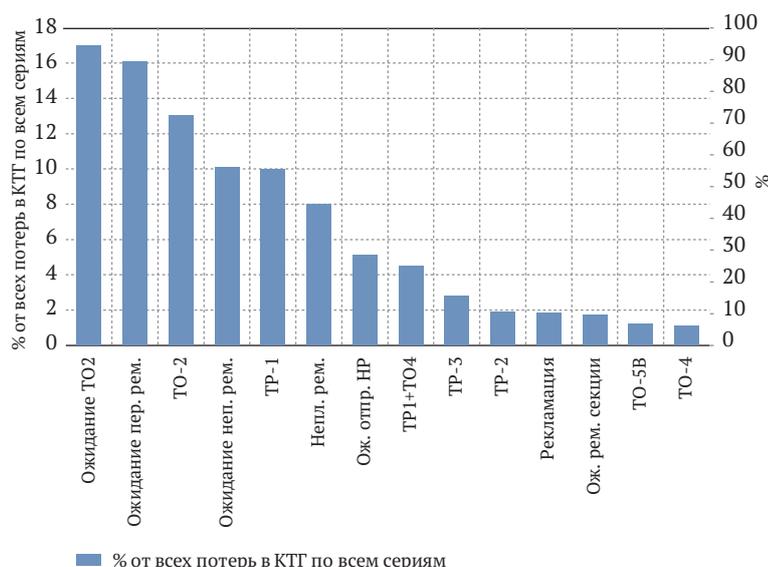


Рис. 1. Диаграмма Парето потерь КТГ

планировано – с 87%, установленных в договоре с ОАО «РЖД», до 89%. Но анализ показал [2] (рис.1), что КТГ не столько зависит от надежности локомотивов, сколько от логистических потерь: более 40% КТГ связано с простоем в ожидании ремонта. Также большие потери связаны с простоем на самом ремонте. Таким образом, улучшение логистики СЛД, управления производственными процессами – важный резерв совершенствования системы ТОиР и повышения надежности локомотивов.

Автоматизация управления ТОиР

Одним из важных направлений повышения эффективности ТОиР локомотивов является внедрение информационно-управляющих систем [3].

В ООО «ТМХ-Сервис» в рамках совершенствования системы управления ТОиР локомотивов ведутся работы по созданию и внедрению единой информационной системы, связанной с общеизвестными управленческими процессами: бухгалтерия, торговля, кадры, зарплата, склад и др. [4]. Предлагается на базе этой стандартной системы (1С ERP) создать подсистему управления производственными процессами ТОиР СЛД, которая получила обобщенное название АСУ «Сетевой график» (АСУ СГ).

АСУ СГ позволяет автоматизировать управление собственно технологическими

процессами технического обслуживания и ремонта локомотивов, чего нет ни в одной стандартной информационной системе. Управление ТОиР в сервисных локомотивных депо решается комплексно и включает следующие задачи (рис. 2):

- мониторинг эксплуатации и технического состояния локомотивов (блок 1);
- формирование графиков постановки локомотивов на ремонт (блок 2);
- внутрипроизводственное планирование (ВПП) (блок 3);
- управление производственными процессами, включая материально-производственное обеспечение ремонтов и элементы системы качества (блок 4).

Все процессы подвергаются комплексному факторному анализу (блок 5) со-

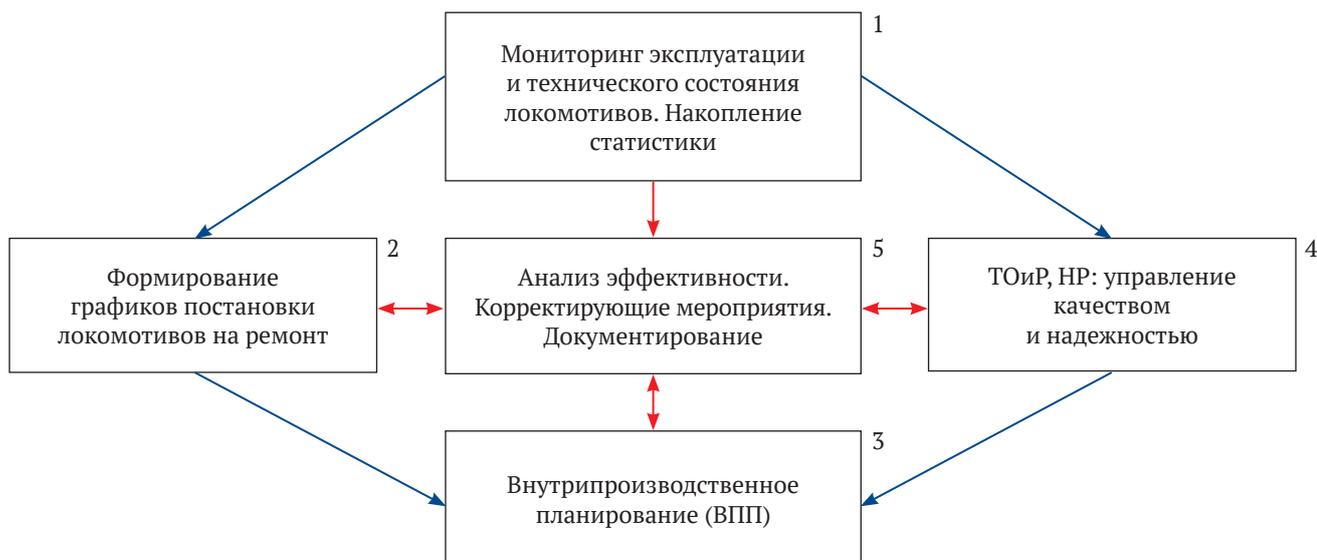


Рис. 2. Основные функциональные задачи АСУ «Сетевой график»

гласно принципу постоянного улучшения (цикл PDCA) с принятием корректирующих мероприятий.

АСУ СГ – это основа системы управления жизненным циклом локомотивов, которая сейчас создается совместно с ЗАО «Трансмашхолдинг» и ООО «Локомотивные технологии». Именно АСУ СГ позволит перейти к обслуживанию локомотивов по перспективной технологии «контракт жизненного цикла» (КЖЦ).

Структура процессов АСУ «Сетевой график» (рис. 3) соответствует структуре задач по рисунку 2. В процессе эксплуатации локомотива осуществляется мониторинг его показателей по данным автоматизированной системы оперативного управления перевозками (АСОУП) (блок 1.1), технического состояния и режимов эксплуатации по данным бортовых микропроцессорных систем управления (МСУ) – блок 1.2. Одновременно с использованием данных мониторинга осуществляется прогнозное планирование постановки локомотивов на все виды ремонта на 7 лет, год и квартал. Планирование на 7 лет вперед (блок 2.1) необходимо для «тяжелых» ресурсов заводов и депо (блок 3.1 – например, новая оснастка под новые виды оборудования) и материально-технического обеспечения (МТО) нестандартными и редкими запасными частями (блок 3.2 – например, снятые с производства). Планирование на год вперед (блок 2.2) нужно для мате-

риально-технического обеспечения МТО (блок 3.3), а также ресурсов СЛД и заводов (блоки 3.4-3.5).

Данные мониторинга эксплуатации локомотивов, технического состояния и режимов эксплуатации (блоки 1.1 и 1.2) наряду с данными депо-ских систем технического диагностирования (блок 1.3) используются в другом виде планирования – оперативном трехсуточном и даже декадном (блок 2.3). На основании оперативного планирования осуществляется постановка локомотивов на ремонт (блок 2.4) с последующим выполнением собственно ремонта и (или) технического обслуживания. Одновременно происходит оперативное планирование ресурсов: МТО (блок 3.6) и подготовка производства (блок 3.7). Планирование ремонта с учетом фактического технического состояния позволит реализовать наряду с планово-предупредительными ремонтами и ремонты по фактическому состоянию.

При возникновении отказа локомотива на линии осуществляется его постановка на неплановый ремонт (НР – блок 2.7), который также оперативно планируется (блок 2.3), затем происходит приемка локомотива (блок 2.4) и собственно ремонт (блок 2.5) на базе СЛД, оптимально подходящего для устранения обнаруженного отказа.

При выполнении технического обслуживания и ремонтов (плановых и неплановых) осуществляется планирование загрузки производства (блок 4.1), трудовых

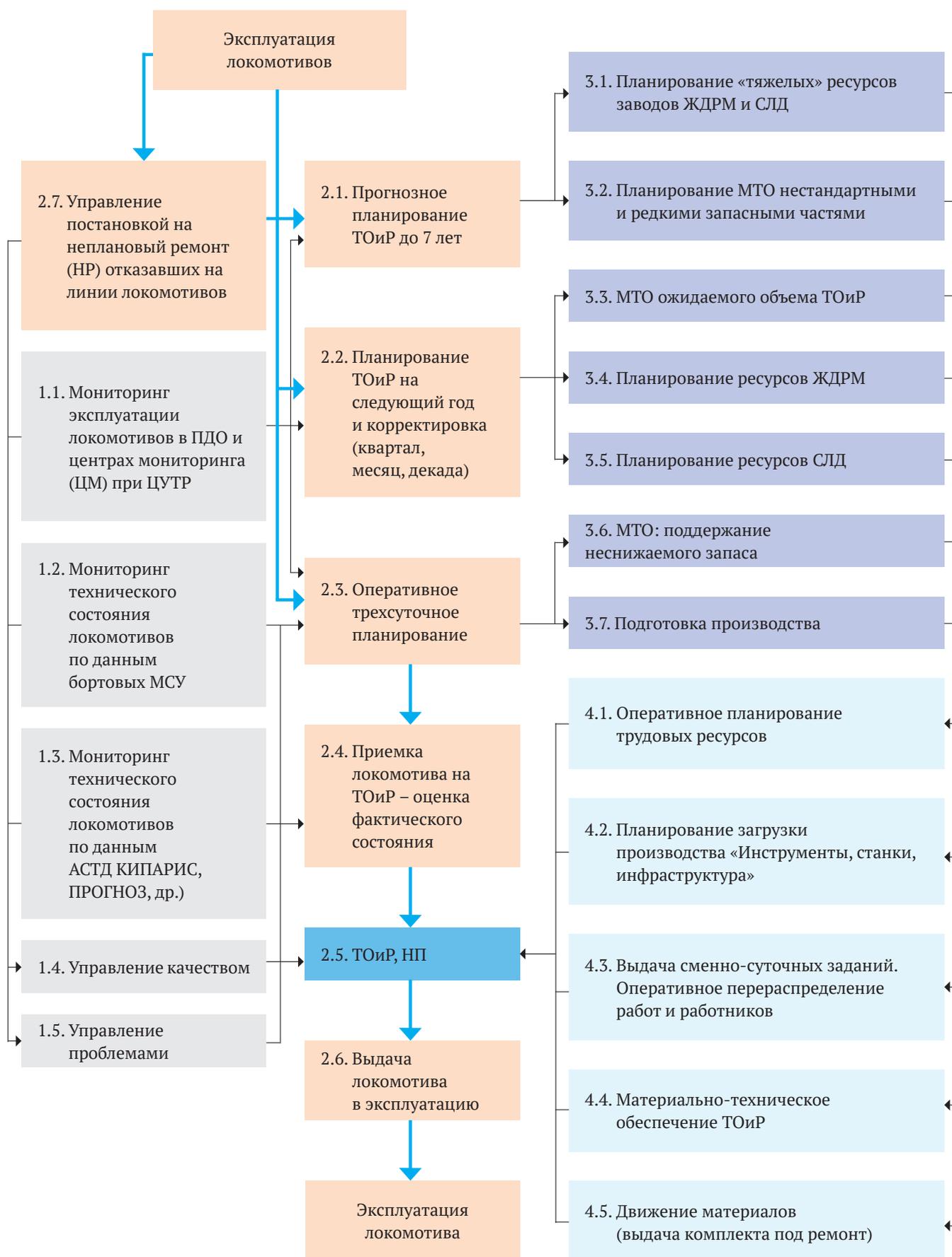


Рис. 3. Основные блоки АСУ «Сетевой график»

ресурсов (блок 4.2), материально-технического обеспечения ТООР (блок 4.3) и выдача ремкомплектов в цеха (блок 4.4).

Заключительный этап – сдача локомотива заказчику (блок 2.6), оформление всех управляющих и бухгалтерских документов. На этом итерация жизненного цикла заканчивается. Параллельно по циклу PDCA осуществляется управление качеством и имеющимися проблемами (блок 1.4).

Все процессы управления жизненным циклом локомотива рассматриваются как

неотъемлемая часть общей системы управления ГК «ЛокоТех» – так называемой ERP-системы, создаваемой на базе пакета программ 1С.

В результате автоматизированного управления в базе данных АСУ СГ сохраняется вся информация жизненного цикла каждого из локомотивов, которая позволяет не только оперативно управлять техническим состоянием локомотивов, но и повышать эффективность сервисного обслуживания и развивать локомотивостроение в целом.

Встроенное качество

Для работников локомотивных депо АСУ «Сетевой график» доступна через дружественный интерфейс, представляющий собой систему окон. На самом деле за ними стоит информационная система и инкапсулированные в нее математические методы и методы международных стандартов менеджмента качества, управления надежностью и рисками, а также бережливого производства. Анализ показал, что за последние 80 лет совершенствования системы управления производственными процессами и повышения надежности изделий разработан ряд пакетов международных (ISO) и национальных (ГОСТ), а также корпоративных стандартов, содержащих методы, методики и алгоритмы управления, включая статистические методы управления [5]. Применение этих ISO, ГОСТ и СТК позволяет существенно повысить эффективность ТООР в СЛД, однако их использование затруднено недостаточной квалификацией работников, сложившейся практикой ремонта. Проблема преодолевается за счет методического подхода «встроенное качество», когда алгоритмы и математические расчеты инкапсулируются в информационно-управляющие системы СЛД. Инкапсуляция наряду с полиморфизмом и наследственностью являются неотъемлемыми свойствами современного объектно-ориентированного программирования, когда в объект включаются сложные вычисления, а интерфейс объекта позволяет легко использовать результаты вычислений. Например, пользователь, работая в MS Excel, может выполнить сортировку мас-

сива данных одним нажатием клавиши, при этом во встроенном объекте Sheets будет запущена инкапсулированная процедура Sort, а пользователь даже не знает, какой именно принцип сортировки применен.

При реализации проекта АСУ СГ предполагается инкапсуляция математических методов в следующие процессы [4, 5, 6]:

- прогнозирование постановки локомотивов на ТООР моделированием на базе расчета математического ожидания и среднеквадратичного отклонения значений среднесуточного пробега локомотивов и времени простоя в депо;
- система поддержки принятия решений в процессе перехода от замечаний по локомотиву (диагностической карты) к дополнительным сверхцикловым работам с использованием вероятностных подходов, теории нечетких множеств и нейронных сетей;
- сокращение складских запасов за счет применения алгоритмов планирования запасных частей и материалов, в том числе с применением математического аппарата теории очередей, сетевого планирования, методов статистического и факторного анализа и др.;
- контроль эффективности выполнения ТООР с использованием методов статистического и факторного анализа, теории графов, диаграмм Ганта и др.

Таким образом, АСУ «Сетевой график» представлена пользователям системой окон, за действиями с которыми скрываются инкапсулированные методы управления,

алгоритмы и математические формулы, прежде всего связанные со статистическими методами управления.

Далее рассмотрим пример инкапсуляции математических методов и методов статистического управления в АСУ СГ для задачи ВПП [6].

Обеспечение производственного процесса необходимыми ресурсами – основа устойчивой работы производства. Важной специфической чертой ТОиР в условиях СЛД является низкая предсказуемость потребности в тех или иных запасных частях, товарно-материальных ценностях (ТМЦ). При проведении ТОиР в объеме ТО-2 (продолжительность – 1,5 ч), ТО-3 (12-18 ч) и ТР-1 (18-36 ч) велика вероятность возникновения дополнительных сверцикловых работ. Для их выполнения запасных частей (ТМЦ) на складе может не оказаться, что приведет к перепростоя локомотива в депо, поэтому очень важно научиться управлять неснижаемым запасом ТМЦ на складе. В ГК «ЛокоТех» согласно рекомендациям консалтинговых компаний предлагается в основу методики положить известную формулу [5] на базе статистики расхода и поступления тех или иных ТМЦ. Зная средний расход деталей, нужно прогнозировать потребность и, соответственно, неснижаемый запас как корень квадратный из суммы перекрытий «отклонения ритма» и отклонения потребления:

$$Q = Z \times \left(\sqrt{\sigma_R^2 \times M^2} + \left(\frac{R \times \sigma_R^2}{T} \right) \right),$$

где Q – требуемый объем неснижаемого запаса (шт., кг и др.);

M – математическое ожидание потребности в ТМЦ в сутки (шт., кг и др.):

$$M = \frac{\sum_{i=1}^{max} x_i}{max},$$

где x_i – расход детали за i -тый день;

max – число наблюдений, дни;

σ_M – среднеквадратическое отклонение (СКО) среднемесячной потребности M :

$$\sigma_M = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{max} (x_i - MM)^2}{max}},$$

где $MM = 30 * M$ – математическое ожидание потребления деталей за месяц;

R – математическое ожидание ритма поставки ТМЦ (дней):

$$R = \frac{\sum_{j=1}^{mx} y_j}{mx},$$

где y_j – время j -той поставки;

mx – число наблюдений поставок (число приходов);

σ_R – СКО R ;

$$\sigma_M = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{mx} (y_j - R)^2}{mx}},$$

где T – количество дней в периоде расчета;

Z – уровень обслуживания (в единицах СКО) в зависимости от заданной вероятности наличия деталей. Например, если вероятность наличия деталей на складе – 95%, то Z принимается равным 1,64. Это табличные данные, используемые при расчетах:

95%	$Z = 1,64$;
97%	$Z = 1,88$;
99%	$Z = 2,33$;
99,7%	$Z = 2,75$;
99,99%	$Z = 3,72$.

Ритм поставки R в рассматриваемой формуле автором предлагается заменить на время доставки детали с буферного склада, что

Табл. 1. Примеры расчета неснижаемого запаса

Параметр	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5
Z	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64
σ_R	2	2	2	10	0
M	100	100	150	50	1
σ_M	200	400	200	200	0
R	10	10	10	200	30
T	30	60	30	30	30
Q	379	423	527	1 179	0

более соответствует технологии работы СЛД: поставки в СЛД не носят строго периодического характера. Кроме того, они от заводов производителей имеют период до одного года, что сводит на нет эффективность применения формулы. В ООО «ТМХ-Сервис» взят курс на создание буферных складов – по одному на полигон. В этом случае время доставки становится меньше месяца с достаточно небольшим СКО, что позволяет эффективно использовать формулу.

Рассмотрим пример. Допустим, что в день в депо потребляется $M = 100$ топливных фильтров. При этом среднемесячное СКО потребления фильтров пусть будет $= 200$. Их поставка с буферного склада составляет $R = 10$ дней при СКО $\sigma_R = 2$ дня. Тогда при еженедельном контроле неснижаемого запаса и заданной вероятности наличия фильтров 99% получим, что неснижаемый запас должен составлять:

$$Q = 1,64 \times \sqrt{(2^2 \times 100^2 + (10 \times 200^2)/7)} = 511 \text{ фильтров}$$

Другие примеры расчетов приведены в таблице 1. Таким образом, в рамках создаваемой системы АСУ СГ имеется воз-

Внедрение АСУ «Сетевой график»

Внедрение АСУ СГ начато в 2016 году со специально выбранных пилотных СЛД: «Тюмень», «Югра» (г. Сургут), «Амурское» (г. Комсомольск-на-Амуре), «Тында-Северная», «Боготол-Сибирский», «Барабинск» и «Дальневосточное» (г. Хабаровск). В 2017 году запланировано расширение пилотного проекта на весь Восточный полигон (электровозный ход от станций Мариинск и Междуреченская до станций Владивосток и Находка), на БАМ (Северный широтный тепловозный ход Восточного полигона от станции Таксимо до станции Советская Гавань), а также на Западно-Сибирском полигоне.

Первым внедряется модуль ТУ-28Э, позволяющий автоматизировать учет всех работ, выполняемых в цехе, с автоматизированной передачей данных в отдел труда и заработной платы (ОТиЗ) для ее расчета

возможность реализовать самообучающуюся систему расчета неснижаемого запаса по каждому виду ТМЦ. В процессе ремонта мастера заказывают со склада необходимые детали в нужном им количестве. При этом запас на складе поддерживается автоматически за счет расчета и формирования заявки на буферный региональный склад.

Таким образом, очевидно, что предлагаемая формула дает хороший результат. Следует отметить, что показанная формула – это вершина пирамиды расчетов: сначала накапливается статистика x_r , затем рассчитываются математические ожидания M и их среднеквадратичные отклонения σ_M . И только потом производятся расчеты по основной формуле. И весь этот достаточно сложный процесс инкапсулирован в АСУ СГ, при этом он не требует от пользователей глубоких знаний вероятностно-статистических методов управления.

Приведенный пример наглядно показывает, как можно реализовать эффективное управление ТОиР с использованием современных математических и логических методов управления по принципу «Встроенное качество» (с инкапсуляцией методов управления в информационные системы).

(в модуле ЗиУП 1С). Именно на этом модуле отработывалась новая идеология взаимодействия рабочих и мастеров цехов с информационной системой. Вторым по очереди внедрения АСУ СГ является модуль автоматизации учета выдачи материалов со склада в цех М11Э. По мере внедрения ТУ-28Э и М11Э в системе реализуются математические методы статистического управления, в том числе описанный выше метод управления неснижаемым запасом ТМЦ. Последующие СЛД проходят обучение на базе пилотных депо. Завершить внедрение АСУ СГ во всех 92 СЛД запланировано в текущем году.

Опыт внедрения показал, что наведение порядка, создание прозрачной системы оплаты труда, упорядочивание МТО положительно воспринимается мастерами и слесарями. Риск увеличения объема бу-

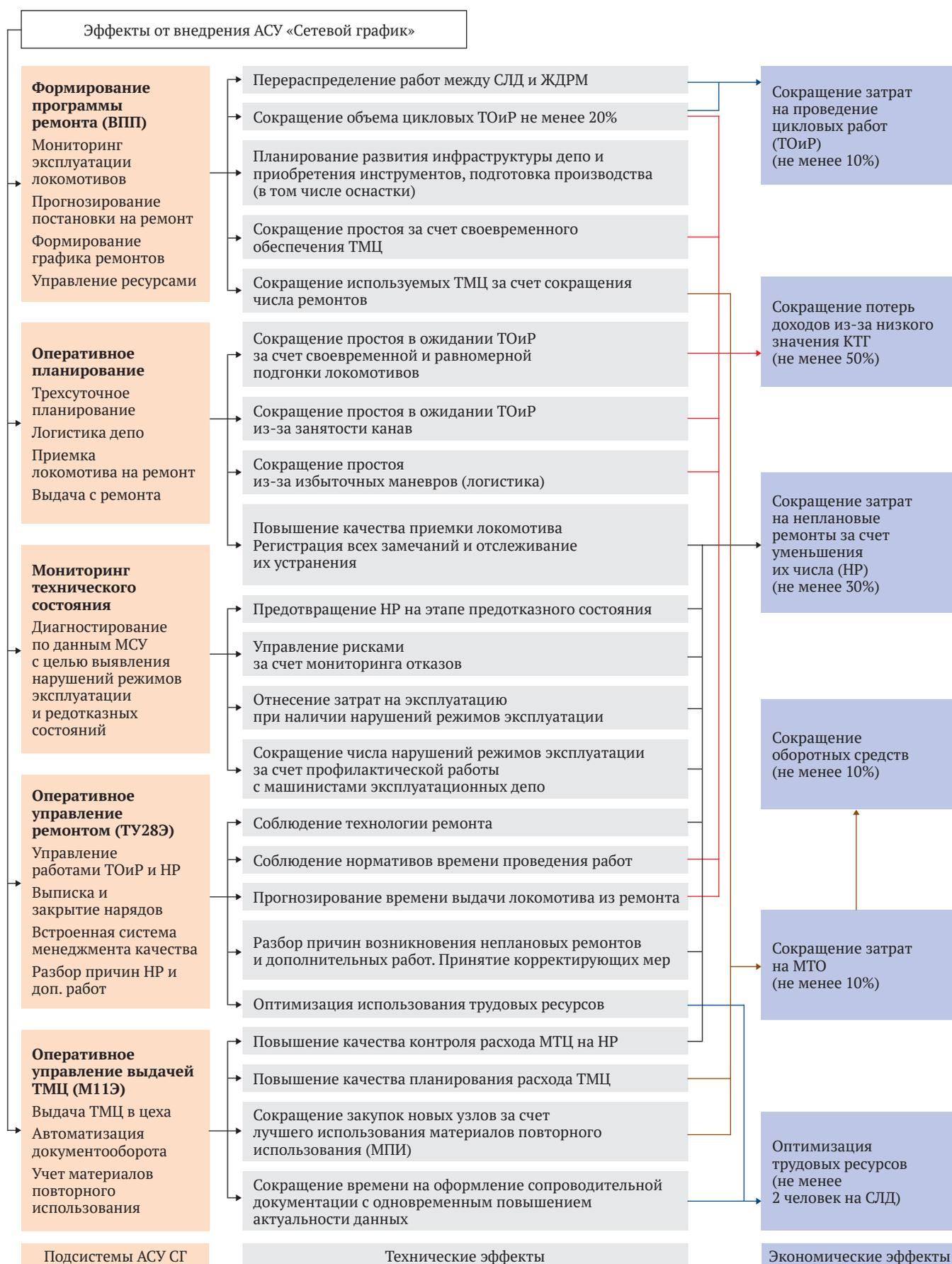


Рис. 4. Эффекты от внедрения АСУ «Сетевой график»

мажной работы быстро устраняется, так как сразу исключаются ручные формы закрытия нарядов, формирования лимитно-заборных ведомостей и других документов, формируемых в рукописном виде или в Excel и Word. Сокращение непроизводительной работы с учетными и отчетными формами – важный аспект положительного отношения к информационной системе.

Процесс внедрения системы идет успешно и динамично. Проблемные вопросы, которые неизбежно возникают при внедрении новых технологий, решаются в оперативном режиме. К основным сложным вопросам можно отнести, во-первых, разнообразие регламентов работы СЛД. Причем часто они носят исторический характер. Аналогичные проблемы были и при внедрении первых информационных систем в депо, например интегрированной системы обработки маршрутов машиниста (ИОММ, позже – ЦОММ), автоматизированного рабочего места нарядчика локомотивных бригад (АРМ ТЧБ) и др. В настоящее время все процессы управления локомотивными бригадами унифицированы, что предстоит сделать и в сервисных локомотивных депо.

Во-вторых, это компьютерная подготовка мастеров и слесарей. Совсем незнакомых с компьютером работников депо осталось очень мало, однако приобретение навыка быстрого ввода данных в АСУ СГ требует времени и доброй воли со стороны сотрудников.

В-третьих, серьезная проблема – технологическая дисциплина со стороны руководителей депо. Работа в режиме «тушения пожаров» не предусматривает четкой организации процессов ТОиР, и, как следствие, затрудняется работа с АСУ СГ, предполагающей по принципу «встроенное качество» работу «правильно» или «никак». Перевоспитание руководителей порой занимает

больше времени, чем обучение дисциплине исполнителей.

В-четвертых, отсутствует формальное описание всех технологических процессов ТОиР с расчетом их трудоемкости и потребных запасных частей. Проблема решается постепенно разработкой недостающих технологических карт.

В-пятых, это материально-техническое снабжение (МТО). Соблюдение технологической дисциплины предполагает наличие необходимых для ремонта запасных частей. Задача МТО в «ТМХ-Сервис» постепенно решается, но проблема остается. По этой и ряду других причин введено понятие «обходное решение», предусмотренное в том числе стандартом сервисного обслуживания ИТЛ.

В-шестых, налицо необходимость финансирования работ: вместо обещаемого эффекта изначально требуются затраты на разработку программного обеспечения, подготовку документации и ее внедрение, приобретение ИТ-оборудования и прокладку Интернета.

В-седьмых, необходима борьба со страхами, которая была обозначена еще Эдвардом Демингом [1]. Построение информационно-управляющей системы предполагает достоверность информации, отсутствие субъективности. К сожалению, на отечественных предприятиях десятилетиями складывалась ситуация сокрытия проблем. Для постепенного наведения порядка по принципу цикла PDCA (цикл Деминга) следует объективно фиксировать статистически достоверные данные о производственных процессах с постепенным спокойным преодолением проблем. К сожалению, борьба со страхами – достаточно сложный и длительный процесс.

Несмотря на перечисленные проблемы, есть уверенность, что АСУ СГ будет внедрена в ООО «ТМХ-Сервис» и даст ожидаемый эффект.

Эффективность сервисного ТОиР

Внедрение АСУ СГ практически не влияет на доходы компании, которые согласно договору (по сути это Service Level Agreement – SLA) определяются пробегом

локомотивов в эксплуатации. Эффект достигается за счет сокращения потерь на производстве от некачественного планирования ремонтов, штрафов за низкий

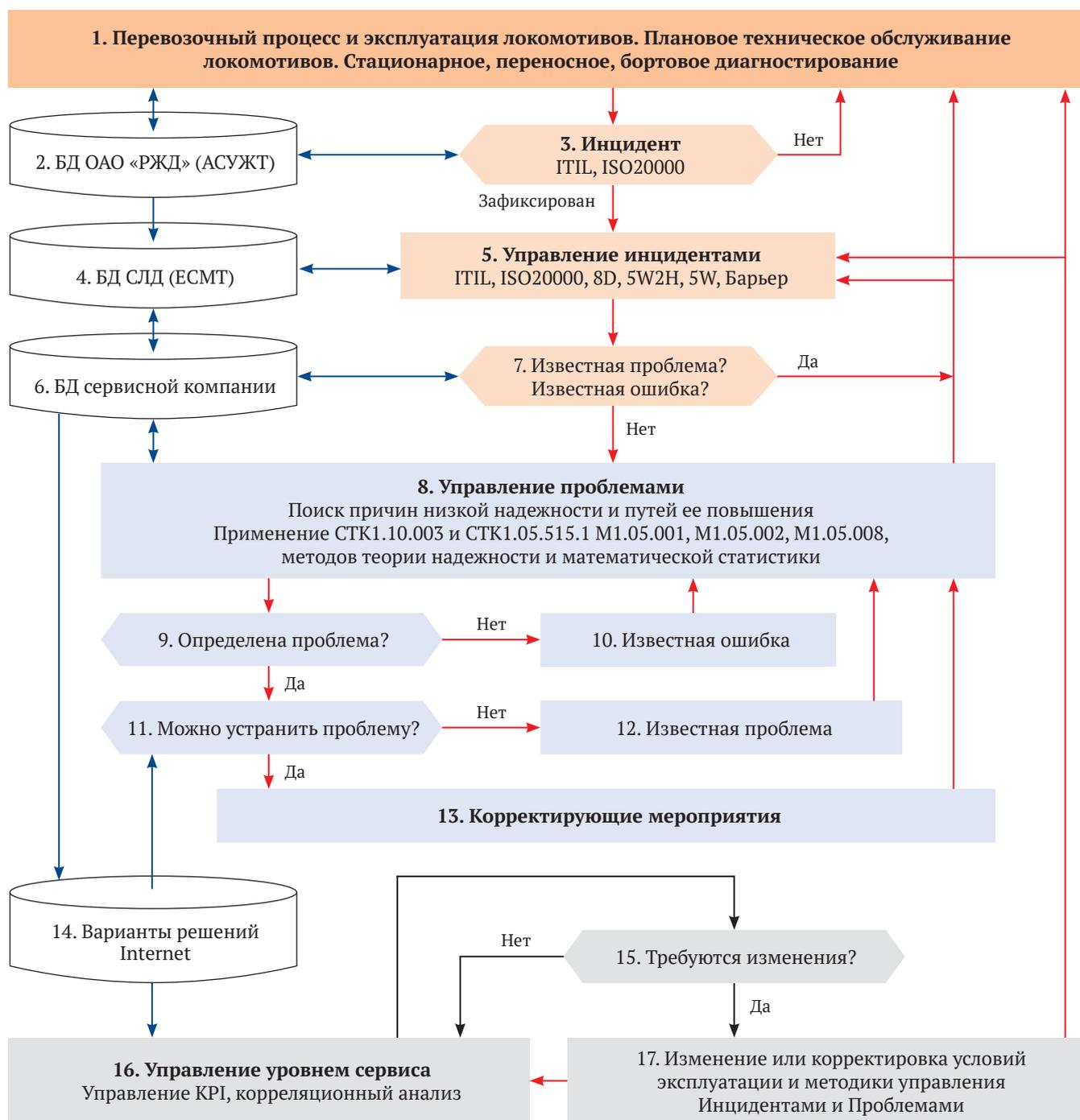


Рис. 5. Трехконтурная модель управления техническим состоянием тягового подвижного состава

коэффициент технической готовности локомотивов (КТГ), выполнения неплановых и дополнительных работ, большого объема ручной работы по учету и отчетам и др. Отдельную большую статью потерь составляют как пересодержание запасных частей (товарно-материальных ценностей – ТМЦ) на складе, так и их дефицит. Работа над проектом АСУ СГ начата в начале 2015 года как развитие проекта «Автоматизирован-

ная система управления надежностью локомотивов» [4].

АСУ СГ не сможет полностью ликвидировать потери, однако сможет снизить их не менее чем на 30%. Экономический эффект (сокращение расходов на ТОиР) достигается через технические эффекты (рис. 4).

Таким образом, переход на сервисную систему ТОиР в сочетании с автоматизацией технологических процессов позволит

существенно увеличить эффективность обслуживания локомотивов, снизить себестоимость жизненного цикла локомотивов, повысить их надежность.

Заключение

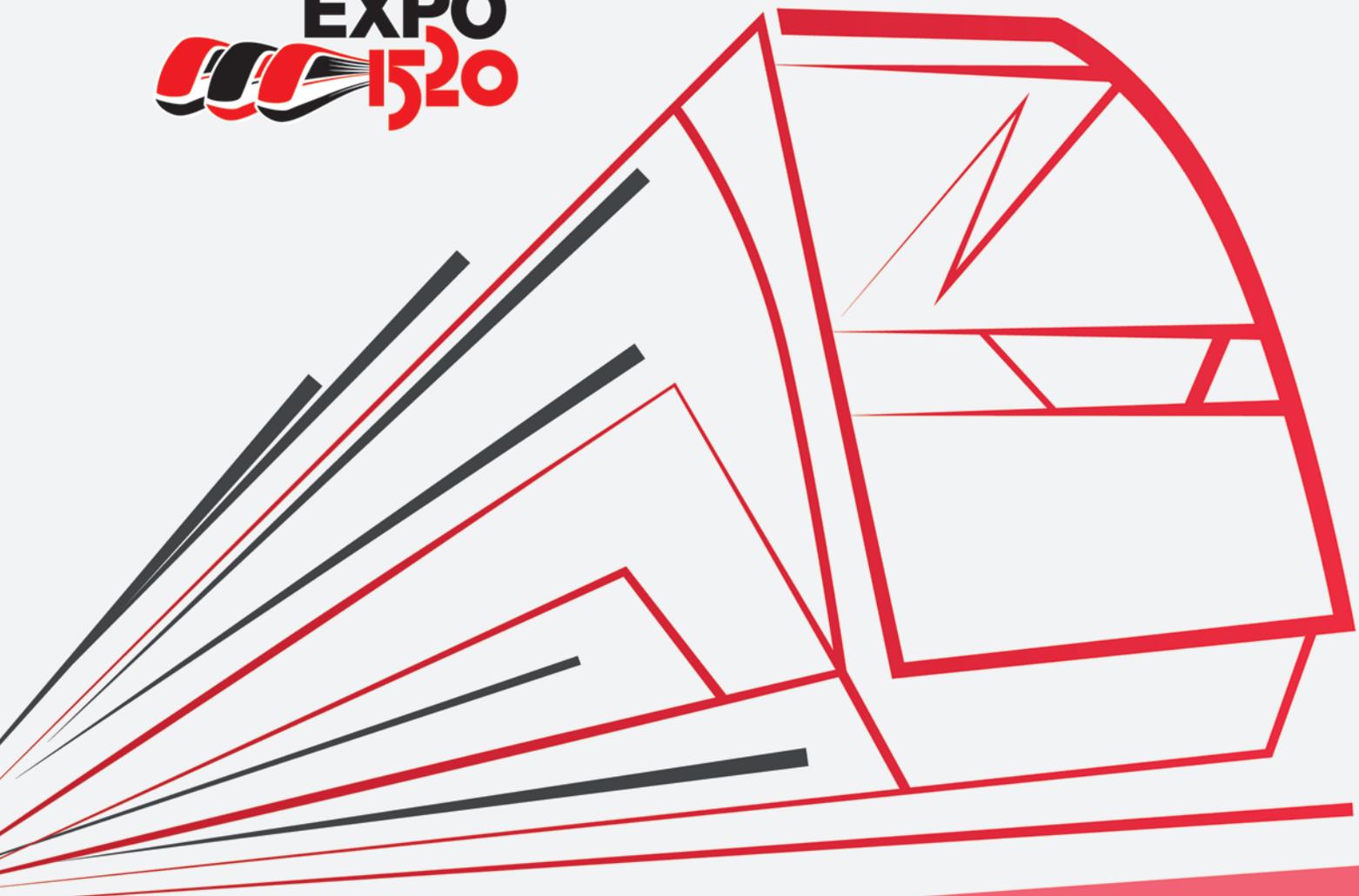
Переход на сервисные формы технического обслуживания и ремонта локомотивов с принципиальным изменением системы мотивации за счет отказа от бюджетной формы оплаты ТОиР требует от сервисных компаний поиска инновационных решений для повышения эффективности управления жизненным циклом локомотива. Одним из важных направлений стало внедрение комплексных информационно-управляющих систем с одновременной реализацией на их базе принципа «встроенное качество» путем инкапсуляции вероятностно-статистических методов управления, а также логических методов международных стандартов управления качеством.

Разработанные в группе компаний методы управления доведены до уровня моделей управления, основные из которых запатентованы [7, 8, 9]. На рисунке 5 приведена запатентованная трехконтурная модель управления надежностью локомотивов, реализуемая в группе компаний ООО «ЛокоТех».

Список использованной литературы

1. Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава / Под ред. В.А. Гапановича, В.И. Киселева, И.К. Лакина. – М. : «ИРИС ГРУПП», 2012. – 576 с.
2. Липа К.В., Гриненко В.И., Лянгасов С.Л., Лакин И.К., Аболмасов А.А., Мельников В.А. Концепция автоматизированной системы управления надежностью локомотивов (АСУНТ). – М. : ООО «ТМХ-Сервис», 2012. – 159 с.
3. Липа К. В., Белинский А. А., Пустовой В. Н., Лакин И. К. и др. Мониторинг технического состояния и режимов эксплуатации локомотивов в ТМХ-Сервис. Теория и практика. – М. : ООО «Локомотивные Технологии», 2015. – 212 с.
4. Функциональные требования на АСУ «Сетевой график». – М. : «Локомотивные технологии», 2016. – 150 с.
5. Стандарты ОАО «РЖД» корпоративной интегрированной системы менеджмента качества. СТК 1.10.001 – СТК 1.10.012. СТК 1.05.515.1 – СТК 1.05.515.7.
6. Методика расчета потребности, неснижаемого запаса и заявки на закупку товарно-материальных ценностей. – М : Локомотивные технологии, 2016. – 30 с.
7. Пат. 2569216 Российская Федерация, МПК⁷ В 61 К 11/00, 2006.01. Способ управления обслуживанием и ремонтом тягового подвижного состава железнодорожного транспорта и система для его осуществления [Текст] / Липа К. В., Гриненко А. В., Лянгасов С. Л., Лакин И. К., Аболмасов А. А., Мельников В. А.; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «ТМХ-Сервис». – № 2013147471/11; заявл. 24.10.2013; опубл. 20.11.2015, Бюл. № 32. – 13 с. : ил.
8. Пат. 2593729 Российская Федерация, МПК⁷ В 61 L 27/00, 2006.01. Способ контроля режимов эксплуатации локомотивов [Текст]/Липа К.В., Гриненко А.В., Лянгасов С. Л., Лакин И. К., Аболмасов А. А., Мельников В. А., Баркунова А.А. ; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «ТМХ-Сервис» – № 2015101911/11; заявл. 22.01.2015; опубл. 10.08.2016, Бюл. № 22. – 4 с. : ил.
9. Одобренная заявка на патент. Способ технического диагностирования оборудования локомотива и устройство для его осуществления / Липа К.В., Белинский А.А., Аболмасов А.А., Мельников В.А., Баркунова А.А., Лакин И.И.; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «ТМХ-Сервис»– № 2015156954/11; заявл. 30.12.2015. 

EXPO
1520



VI

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ САЛОН
ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

30.08-02.09 2017

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

WWW.EXPO1520.RU

Генеральный партнер



ОАО «РЖД»

Спонсор регистрации



Спонсор навигации



Генеральные информационные партнеры



Организатор



Статистика

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

Основные макроэкономические показатели

Показатель	2013 год				2014 год				2015 год				2016 год				2017 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.	I кв.	
Индекс промышленного производства (к предыдущему периоду), %																		
Инфляция (ИПЦ), %																		



Основные показатели железнодорожного транспорта

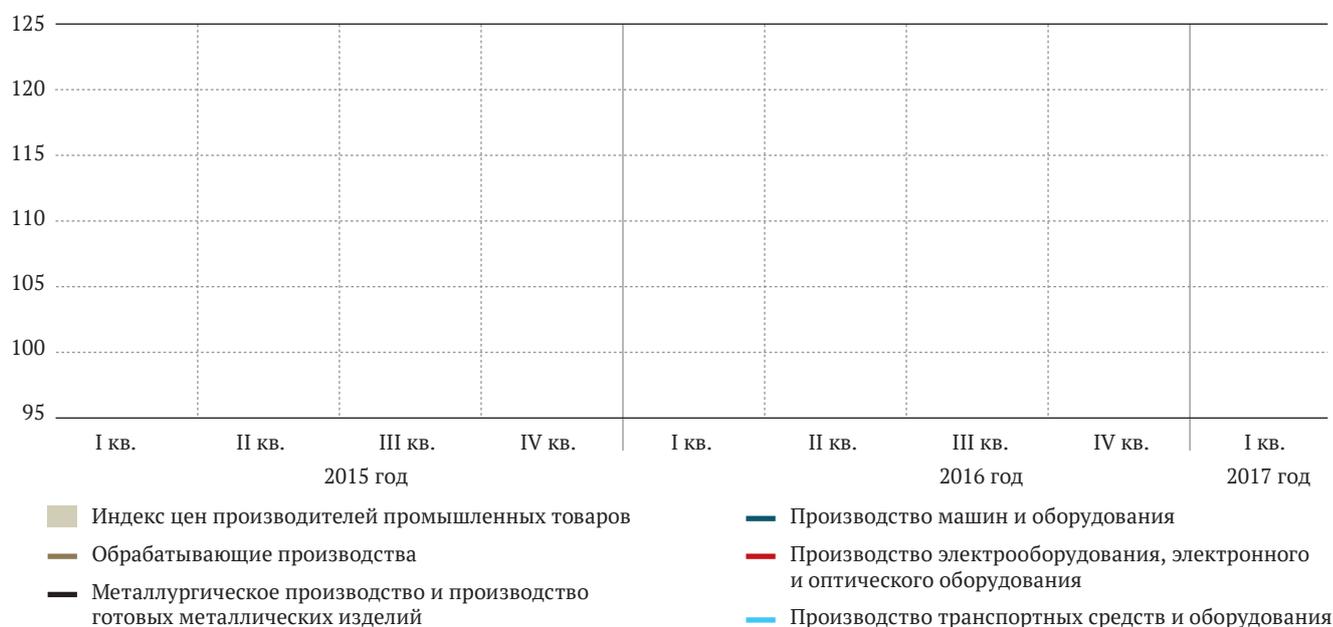
Показатель	2013 год				2014 год				2015 год				2016 год				2017 год	
	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	
Погрузка, млн т																		
Грузооборот, млрд т-км																		



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

Индексы цен в промышленности

Показатель	2014 год				2015 год				2016 год				2017 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.	
Индекс цен производителей промышленных товаров в т.ч.														
Обрабатывающие производства в т.ч.														
металлургическое производство и производство готовых металлических изделий														
производство машин и оборудования														
производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования														
производство транспортных средств и оборудования														



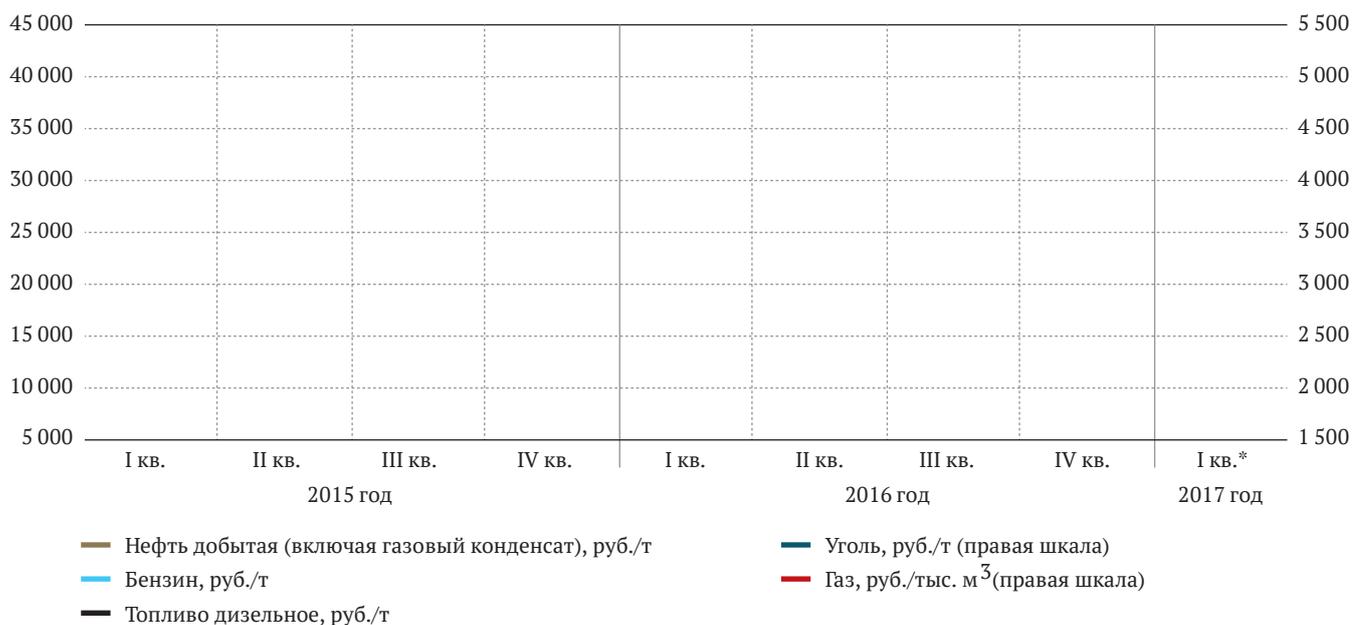
Средние цены на приобретение энергоресурсов и продуктов нефтепереработки (на конец периода), руб./т

Показатель	2013 год				2014 год				
	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	
Нефть добытая (включая газовый конденсат)									

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

* руб./тыс. м³

** Данные за февраль



Железнодорожное машиностроение

Производственные показатели

Виды продукции	I кв. 2016 года	I кв. 2017 года	I кв. 2017 года / I кв. 2016 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 I кв. 2017 года

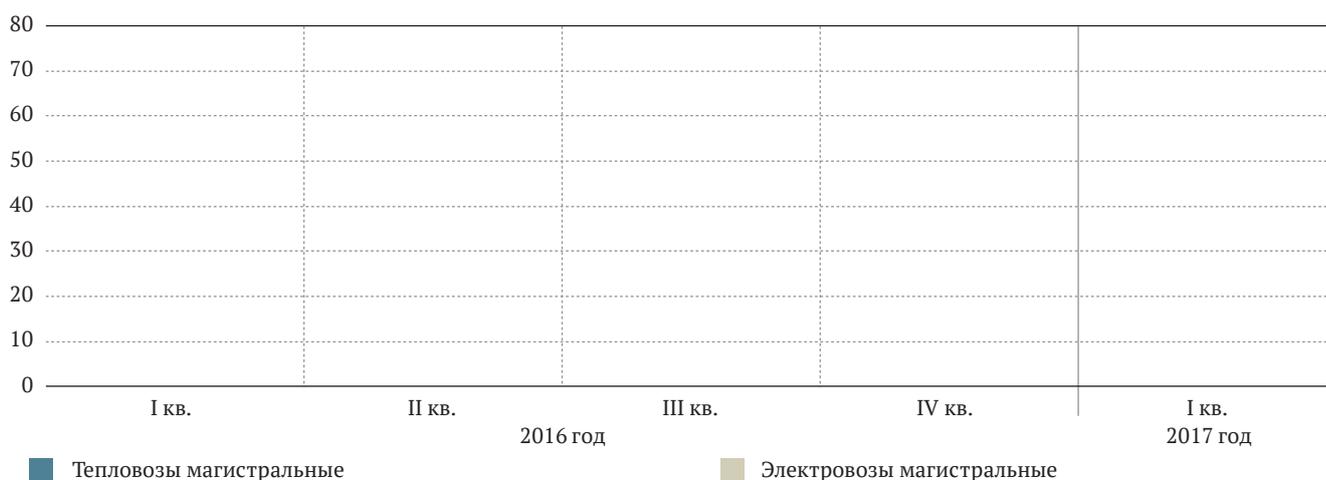
Виды продукции	2017 год				I кв.
	I кв.	январь	февраль	март	
Тепловозы маневровые и промышленные широкой колеи					
Электровозы рудничные					

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

Производство локомотивов в 2016 и 2017 годах поквартально, ед.

Виды продукции	2016 год				2017 год
	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.
Тепловозы магистральные					
Электровазы магистральные					
Тепловозы маневровые и промышленные широкой колеи					
Электровазы рудничные					

Производство магистральных локомотивов в 2016-2017 годах, поквартально, ед.



Производство локомотивов по предприятиям в I кв. 2016 и 2017 годов, ед.

Производители локомотивов	за I квартал		
	2016 год	2017 год	Отношение 2017 г. к 2016 г., %
Электровазы магистральные (ед.)			
Коломенский завод			
Новочеркасский электровазостроительный завод			
Уральские локомотивы			
Всего			
Электровазы рудничные (ед.)			
Александровский машиностроительный завод			
Новочеркасский электровазостроительный завод			
Всего			
Всего электровазов			
Тепловозы маневровые и промышленные широкой колеи (ед.)			
Брянский машиностроительный завод			
Коломенский завод			
Всего			
Всего тепловозов			
Всего локомотивов			

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

Структура производства магистральных электровозов в I кв. 2016 и 2017 годов



Структура производства магистральных тепловозов в I кв. 2016 и 2017 годов



Вагоны

Производство вагонов в I кв. 2016 и 2017 годов, ежемесячно, ед.

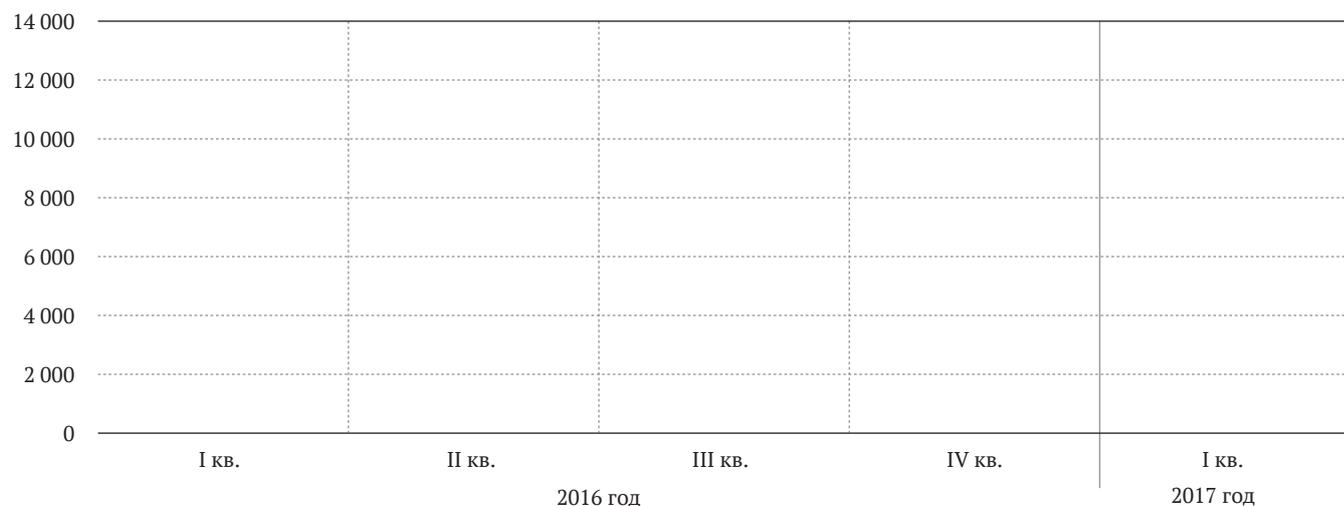
Виды продукции	2016 год				2017 год			
	январь	февраль	март	I кв.	январь	февраль	март	I кв.
Вагоны грузовые магистральные								
Вагоны пассажирские магистральные								
Вагоны электропоездов								
Вагоны метрополитена								
Вагоны трамвайные								

Производство вагонов в 2016 году

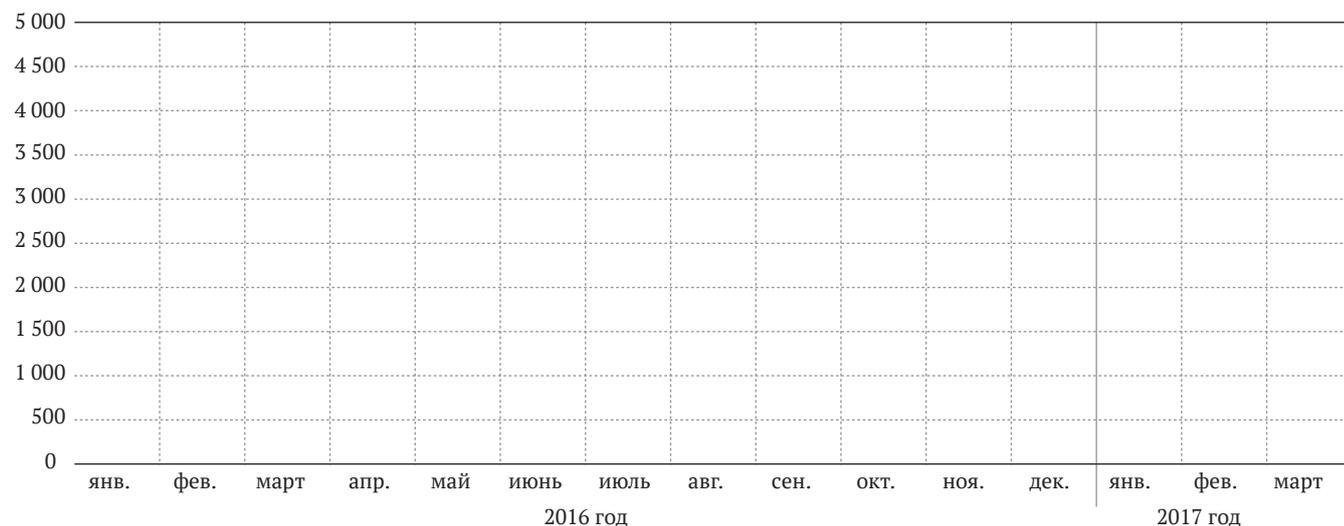
Виды продукции	2016 год			2017 год		
	I кв.	II кв.	III кв.	III кв.	IV кв.	I кв.
Вагоны грузовые магистральные						
Вагоны пассажирские магистральные						
Вагоны электропоездов						
Вагоны метрополитена						
Вагоны трамвайные						

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

Производство грузовых вагонов в 2016 и 2017 годах, поквартально, ед.



Производство грузовых вагонов в 2016 и 2017 годах, ежемесячно, ед.

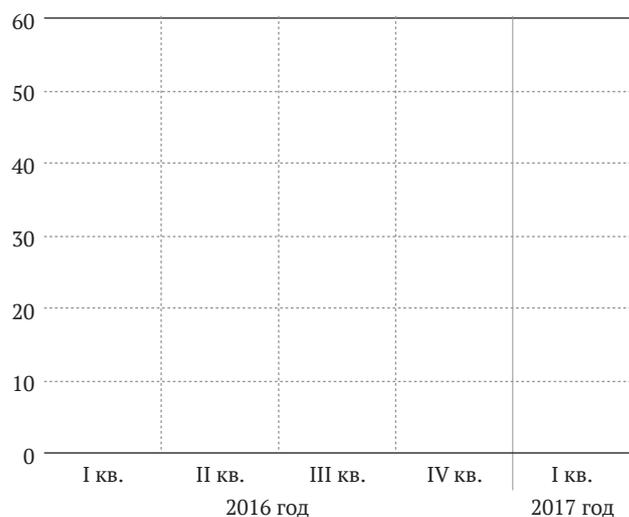


Производство пассажирских вагонов в 2016 и 2017 годах, поквартально, ед.

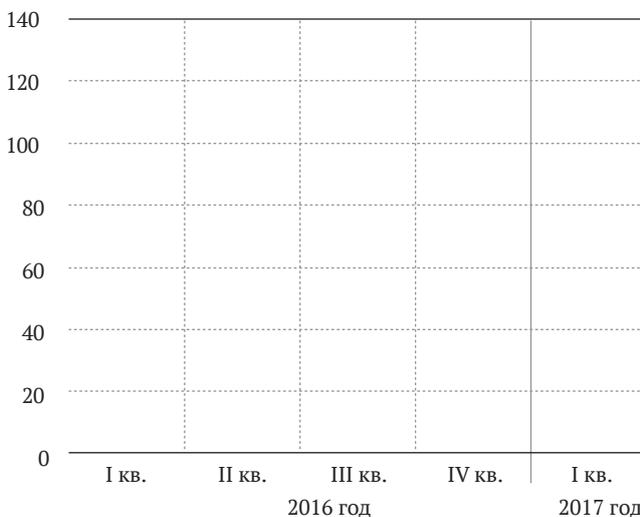


ДОСТУПНО В ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ
ОБРАЩАЙТЕСЬ ПО ПОВОДУ ПРИОБРЕТЕНИЯ
тел.: +7 (495) 690-14-26, e-mail: vestnik@ipem.ru

Производство трамвайных вагонов в 2016 и 2017 годах, поквартально, ед.



Производство вагонов электропоездов в 2016 и 2017 годах, поквартально, ед.



Производство вагонов по предприятиям в I кв. 2016 и 2017 годов, ед.

Производители вагонов	за I квартал		
	2016 год	2017 год	Отношение 2017 г. к 2016 г., %
Вагоны грузовые			
Алтайвагон (включая Кемеровский филиал)*			
Армавирский завод тяжелого машиностроения			
Барнаульский вагоноремонтный завод*			
Брянский машиностроительный завод*			
Завод металлоконструкций*			
Новозыбковский вагоностроительный завод*			
Рославльский вагоноремонтный завод			
Рузаевский завод химического машиностроения			
Тихвинский вагоностроительный завод			
Трансмаш (г. Энгельс)*			
Уралвагонзавод			
Прочие			
Всего грузовых вагонов			
Вагоны пассажирские локомотивной тяги			
Тверской вагоностроительный завод			
Всего			
Вагоны электропоездов			
Демидовский машиностроительный завод			
Уральские локомотивы			
Всего			
Всего пассажирских вагонов			
Всего вагонов			
Завод им. С.М. Кирова			
Всего вагонов			

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

Экспертная оценка

Способ продления срока службы стрелочных переводов

Л. С. Блажко,

д.т.н., профессор кафедры «Железнодорожный путь» Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС)

М. Э. Дмоховский,

первый заместитель ревизора по безопасности движения Октябрьской железной дороги

В. Б. Захаров,

к.т.н., доцент кафедры «Железнодорожный путь» ПГУПС

Среди проблем, связанных с решением задач по обеспечению безопасности и бесперебойности перевозочного процесса при минимизации затрат на приобретение и эксплуатацию технических средств, важное место занимают вопросы рационального использования и технического обслуживания стрелочных переводов как наиболее сложных и дорогих, а также проблемы конструкций верхнего строения пути.

Ресурс стрелочных переводов

Сегодня на железных дорогах ОАО «РЖД» эксплуатируются около 159 тыс. комплектов стрелочных переводов, из которых 33% уложены на главных путях, 60% – на станционных и 7% – на приемо-отправочных. Расходы на содержание стрелочных переводов в общей доле всех расходов путевого хозяйства железных дорог ОАО «РЖД» превышают 15%. Не секрет, что более 70% стрелочных переводов сегодня эксплуатируются за пределами нормативного срока службы, что в основном вызвано ограниченностью ресурсов на их своевременную замену.

Приведенные выше показатели указывают на то, что срок службы стрелочных переводов имеет огромное значение. Основными причинами их изъятия из эксплуатации являются отказы остряков и рамных рельсов, срок службы которых ограничивается их износом, зависящим от очень многих факторов. Важнейшие из них:

- качество металла, его износоустойчивость и прочность;
- качество конструкций стрелок в целом по геометрическим характеристикам и технологии изготовления;
- эксплуатационные условия – обращающиеся нагрузки, грузонапряженность, скорость движения поездов, качество укладки, содержание переводов.

Как показывает практика эксплуатации стрелочных переводов, среднесетевая наработка остряков и рамных рельсов составляет 157,6 и 185,2 млн т брутто пропущенного груза соответственно (49% и 58% от срока службы). Эти данные хорошо согласуются с фактической потребностью железных дорог в ремкомплектах стрелок (остряк в сборе с рамным рельсом), которая соответствует годовой замене стрелочных переводов, то есть при нормативной наработке стрелочного перевода 320 млн т брутто в период его срока службы в среднем требуется замена одного остряка с рамным рельсом.

В начале эксплуатации нового стрелочного перевода вероятность безотказной работы рамных рельсов выше, чем остряков. Так, например, после пропуска 100 млн т брутто вероятность безотказной работы остряков составляет 0,66, а рамных рельсов – 0,72. Это свидетельствует о том, что на стрелочных переводах с интенсивным движением на боковое направление из-за чрезмерного бокового износа остряков в нарушение инструкции в ряде случаев их заменяют отдельно без прямых рамных рельсов. При дальнейшей наработке тоннажа вероятность безотказной работы остряков и рамных рельсов сближается и после

300 млн т брутто практически становится равной [1].

Интенсивность отказов острияков и рамных рельсов в период всей службы остается практически постоянной и находится на уровне $3,5-4,0 \times 10^{-3}$ /млн т брутто. Этот факт можно объяснить различным характером выхода острияков и рамных рельсов в стрелочных переводах при возможных в процессе эксплуатации соотношениях объемов движения по прямому и боковому направлениям.

Основной причиной выхода острияков и рамных рельсов на ранней стадии эксплуатации, то есть до достижения средне-сетевой наработки, является их боковой износ (рамные рельсы быстрее изнашиваются на участке, где ширина поперечного сечения прилегающих к ним острияков изменяется от 3 до 50 мм, а острияки – в месте, где ширина их поперечного сечения составляет 20-30 мм), и выкрашивание острияков в тонких сечениях (дефекты ДО.11.2, ДО.14.2).

Существующие способы продления срока службы стрелочных переводов

В качестве мероприятий по совершенствованию текущего содержания для увеличения срока службы острияка и ремкомплекта в целом перед стрелочным переводом в настоящее время устанавливают лубрикаторы или контррельс. Также выполняется шлифовка элементов стрелочных переводов (острияки, сердечники крестовин и пр.), которая позволяет увеличить срок их службы и обеспечивает по ним безопасное движение подвижного состава.

Шлифовку острияка осуществляют для обеспечения укрытия его острия, а также приведения понижения относительно изношенного рамного рельса и угла наклона рабочей грани к нормативным значениям. Контроль острияка и его положения относительно рамного рельса производится

по проектным сечениям, в которых ширина его головки по верху составляет 5 мм, 10 мм, 15 мм, 20 мм и 50 мм.

Взаимное положение рамного рельса и боковой рабочей поверхности головки острияка определяется шаблоном контроля острияка рельса (КОР) или путевым шаблоном модели 08809 [2].

В процессе эксплуатации боковой износ рамных рельсов в острие острияка не должен превышать значений, представленных в таблице 1.

Боковой износ рамных рельсов контролируется штангенциркулем путевым модели ПШВ у острия острияков и в наиболее изношенном месте и определяется как разность новой и изношенной ширины головки на уровне 13 мм ниже поверхности катания.

Табл. 1. Максимальный боковой износ рамных рельсов в острие острияка, мм

Тип стрелочного перевода	Главные пути при скорости, км/ч					Главные пути при скорости движения 40 км/ч и менее и приемо-отправочные пути	Станционные, подъездные и прочие пути
	121-200	101-120	81-100	61-80	41-60		
Р 65	5	6	6	6	6	6	6
Р 50	–	6	6	6	6	6	6

Способ продления срока службы остряка с рамным рельсом

Сущность предлагаемого ПГУПС способа продления срока службы остряка с рамным рельсом заключается в механической

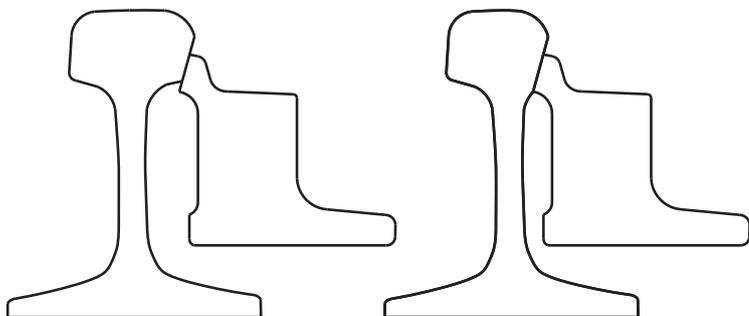


Рис. 1. Сечения рамного рельса до и после механической обработки



Рис. 2. Механическая обработка рамного рельса шлифовальной машиной типа MC 3 GEISMAR



Рис. 3. Вид обработанного рамного рельса

обработке рамных рельсов с соблюдением взаимного положения рабочих поверхностей остряка и рамного рельса. Механической обработке подвергают боковую рабочую грань рамного рельса, а сам рельс в створе остряка остряков при необходимости сдвигают внутрь колеи и закрепляют упорками и вертикальным болтом (рис. 1).

Шлифование боковой острожки головки рамного рельса выполняют с помощью шлифовальной машины типа MC 3 GEISMAR или аналогичной (рис. 2). Механически обрабатывают боковую острожку головки рамного рельса в зоне прилегания остряка к рамному рельсу на величину, определенную предварительно. В сторону переднего стыка рамного рельса за острием остряков формируют отвод боковой острожки головки рамного рельса. Плавное уменьшение величины шлифовки его головки выполняют на длине (в зависимости от величины снятия металла) из расчета 1 мм на 1 м, но не менее 1,5 м.

Если в зоне шлифовки ширина колеи после проведения работ стала допустимой величины, то в этой зоне выполняют ее регулировку.

После механической обработки боковой рабочей грани рамного рельса на требуемую величину проверяют взаимное положение остряка и рамного рельса шаблоном КОР.

Окончательный вид обработанного предлагаемым способом рамного рельса приведен на рисунке 3.

Так как на сегодня не имеется достаточного массива данных эксплуатационных наблюдений за работой обработанного рамного рельса, то увеличение ресурса службы стрелки (в %) можно ориентировочно оценить через отношение толщины остряка в сечении первой тяги к максимальной величине снятия металла при шлифовке остряка (до 6 мм).

В соответствии с Технологической картой по шлифовке рельсовых элементов стрелочных переводов рельсов и контролю параметров их износа допускается переносить острие остряка стре-

лочного перевода до первой стрелочной тяги (п. 7.2). Сечение остряка в этом месте составляет 5 мм [2].

Таким образом, можно предположить, что боковой износ в зоне боковой острожки рамных рельсов допускается до 5 мм.

Исходя из экспертной оценки, выполненной выше, срок службы комплекта (рамный рельс и остряк) при осуществлении работ по обработке рамных рельсов предлагаемым способом может быть увеличен до двух раз за счет того, что сначала вырабатывается ресурс рамного рельса, а затем – остряка.

Вертикальный износ головки рельса, радиус выкружки, толщина и высота шейки, а также эксцентриситет приложения нагрузки оказывают значительное влияние на величину подголовочных напряжений.

Учитывая воздействие вышеперечисленных параметров, можно предположить следующие изменения в напряженно-деформированном состоянии рамного рельса, подвергнувшегося обработке (табл. 2)¹.

Качественная оценка возможных эффектов от использования описанной в статье технологии обработки рамного рельса стрелочного перевода (табл. 3) позволя-

Табл. 2. Ожидаемое изменение напряжений в отшлифованном рамном рельсе по отношению к новому (неизношенному)*, %

Параметр	Величина увеличения **
Напряжения концентрации под головкой рамного рельса от действия вертикальной внецентренной силы	0,0%
Напряжения концентрации под головкой рамного рельса от действия горизонтальной поперечной силы	19,0 %
Напряжения в рамном рельсе при его изгибе в вертикальной плоскости	3,4 %

* требуется уточнение путем проведения натурных измерений

** носит ориентировочный характер, может отличаться от фактической

Табл. 3. Качественная оценка возможных эффектов от обработки рамного рельса стрелочного перевода

Эффект	Экспертная оценка влияния технологии обработки рамного рельса стрелочного перевода	
	повышение	снижение
Напряжения: – концентрации под головкой рамного рельса от действия горизонтальной поперечной силы; – от изгиба рамного рельса в вертикальной плоскости.	+	
Срок службы полустрелки в целом	+	
Обеспечение электрического контакта рамного рельса и остряка	+	
Трудоемкость текущего содержания (например, за счет снижения объемов работ по регулировке ширины колеи из-за изгиба отшлифованных остряков)		+
Амортизационные отчисления в ремонтный фонд		+

¹ Расчетные данные необходимо проверять экспериментально.

ет говорить об экономическом эффекте, полученном от продления срока службы

и снижения затрат на текущее содержание стрелочных переводов.

Экономическая эффективность предлагаемого способа

В последние годы только на главных путях дистанций пути Октябрьской дирекции инфраструктуры меняется до 1 000 ремкомплектов прямого рамного рельса с криволинейным острием. При возможном увеличении срока службы острия и рамного рельса до двух раз, по данным Октябрьской дирекции инфраструктуры на 2016 год, экономический эффект от продления срока службы рамного рельса, обработанного таким способом, составит (для перевода проекта 2750) 65 115,78 руб. за период службы ремкомплекта, или 204 руб./1 млн т брутто пропущенного тоннажа по стрелочному переводу (при нормативном сроке службы стрелки 320 млн т брутто).

Расчет велся следующим образом. При эксплуатации стрелочного перевода без шлифовки стоимость работ по замене ремкомплекта – 136 959 руб. (в том числе материалов с учетом возврата – 98 323,02 руб.), стоимость регулировки ширины колеи на стрелочном переводе с применением стяжного прибора – 8 557 руб. В сумме – 145 516 руб.

А при эксплуатации стрелочного перевода со шлифовкой стоимость таких работ рамного рельса составляет 6 727,44 руб. (в том числе материалов – 161,10 руб.), а регулировки ширины колеи на стрелочном переводе с применением стяжного прибора – 8 557 руб. В сумме – 15 284,44 руб.

Вывод

На железных дорогах ОАО «РЖД» эксплуатируются сотни тысяч стрелочных переводов, поэтому для правильного ведения такого хозяйства сроки службы комплекта «рамный рельс-острием» и, как результат, стрелочного перевода в целом приобретают огромное значение. Несмотря на большую работу по улучшению и совершенствованию стрелочных переводов, долговечность комплекта «рамный рельс-острием» все же меньше, чем рельсов. В увеличении продолжительности исправной работы стрелочных переводов без отказов основное значение имеет качество техни-

ческого обслуживания или, как принято в классификации путевых работ, текущее содержание. При высоком техническом уровне эксплуатации уменьшаются динамические силы взаимодействия стрелочного перевода и подвижного состава. Разработанный способ продления срока службы стрелочных переводов, как одна из работ по текущему содержанию, позволяет увеличить нормативный срок службы комплекта «рамный рельс-острием» и, как результат, стрелочного перевода в целом, а также добиться снижения затрат на его текущее содержание.

Список использованной литературы

1. Глюзберг Б.Э., Титаренко М.И., Калачев А.М., Саватеева Е.В., Корнева С.М. Анализ отказов основных элементов стрелочных переводов с определением показателей надежности / Б.Э. Глюзберг и др. // Вестник ВНИИЖТ. – 2002. – № 1. – С. 29–34.
2. Технологическая карта по шлифовке рельсовых элементов стрелочных переводов рельсов и контролю параметров их износа / Утв. заместителем начальника Октябрьской железной дороги – филиала ОАО «РЖД» Богдановичем В.А. 03.09.2008. – 33 с. [S]

Новый вид маневрового железнодорожного транспорта – ТЭМ28

Д. И. Петраков,

к.т.н., доцент кафедры ПСЖД БГТУ, технический руководитель проекта – руководитель бюро перспективного проектирования ИЦ АО «УК «БМЗ»

П. Л. Чудаков,

заместитель начальника НТЦ ИЦ АО «УК «БМЗ»

О. М. Котов,

ведущий инженер-программист НТЦ ИЦ АО «УК «БМЗ»

Одна из самых массовых серий – маневровый тепловоз ТЭМ18ДМ – выпускается на АО «УК «БМЗ» с 2007 года, но нужно идти в ногу со временем, поэтому в конце 2014 года возникла идея сконструировать маневровый тепловоз нового поколения. Оценка модельного ряда продукции, перспективы развития предприятия и современные тенденции в локомотивостроении легли в основу разработок. Решение создавать унифицированные модули конструкции, из последующей комбинации которых рождаются модификации продукта, позволяет в короткие сроки предоставить заказчику тепловоз, соответствующий необходимым требованиям. Сегодня на АО «УК «БМЗ» создан магистральный тепловоз 2ТЭ25КМ и трехсекционная версия для эксплуатации с тяжеловесными поездами на линиях со сложным профилем пути – 3ТЭ25К2М. Параллельно на АО «УК «БМЗ» сконструирован маневровый тепловоз нового поколения ТЭМ28, который станет базовой технологической платформой для целого семейства.

Новый этап в развитии брянского маневрового тепловозостроения

Спектр использования маневровой техники очень широк: это маневровая, вывозная и легкая магистральная работы, в том числе производимые на территории промышленных предприятий. В основу ТЭМ28 конструкторы

завода заложили такие технические характеристики, которые позволят новому тепловозу справиться с разными задачами и дадут возможность конкурировать с другими эксплуатируемыми маневровыми моделями (табл. 1).

Табл. 1. Основные технические характеристики тепловозов ТЭМ28

Параметры	ТЭМ28 (опытный образец создан в апреле 2016 года)
Номинальная мощность дизеля, кВт (л.с.)	895 (1 217)
Осевая формула	3o – 3o
Служебная масса, т	126
Касательная сила тяги длительного режима, кН (тс)	323,6 (33)
Сила тяги при трогании с места, кН (тс)	367,0 (37,4)
Скорость конструкционная, м/с (км/ч)	27,8 (100)
Экипировочные запасы, кг, не менее	
– топливо	5 400
– песок	1 800
Срок службы тепловоза, не менее, лет	36
Габарит по ГОСТ 9328	1-Т
Габаритные размеры тепловоза	
– по осям автосцепок, см	16 900
– ширина (по раме), см	3 100
Тип электрической передачи	переменно-постоянного тока



Рис. 1. ТЭМ28-001

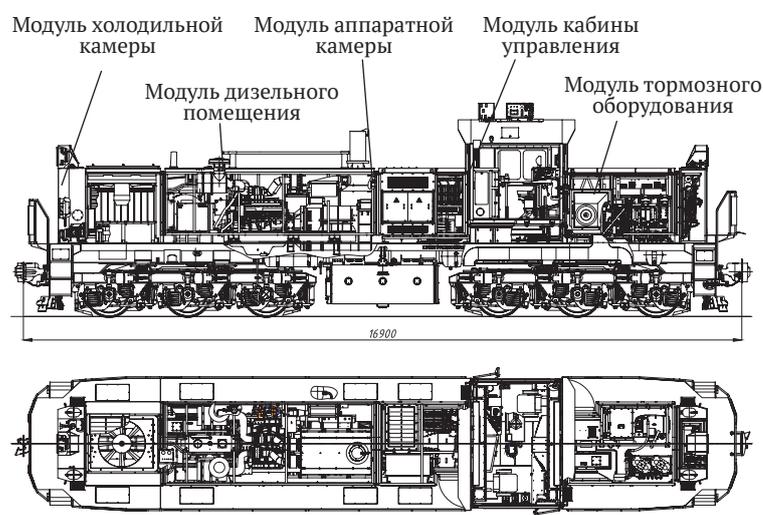


Рис. 2. Основные модули ТЭМ28

Первый тепловоз ТЭМ28-001 (рис. 1) построен в апреле 2016 года. В рамках сертификационных испытаний он был отправлен в депо Пенза-1, где успешно эксплуатировался до ноября. Производство установочной партии планируется начать в июле текущего года после завершения сертификации.

Концепция создания ТЭМ28 основана на современных подходах к развитию подвижного состава. Приоритет отдается повышению технологичности серийного производства и ремонта. Наличие унифицированных модулей позволит на базе единой платформы создать модельный ряд тепловозов для нужд железных дорог и промышленных предприятий как на территории России, так и за ее пределами, а также даст возможность на практике внедрить новые подходы к ремонту, при которых его максимальный объем и производственные операции переносятся в заводские условия. В результате сокращается время простоя техники, существенно снижаются сроки и стоимость разработки и постановки на производство последующих моделей тепловозов.

Тепловоз ТЭМ28 (рис. 2) состоит из пяти основных модулей: холодильной камеры, дизельного помещения, аппаратной камеры, кабины управления и тормозного оборудования, а также тележек и главной рамы.

Табл. 2. Конструкционные особенности ТЭМ28

		Преимущества
ДГУ	Моторно-осевые подшипники	Качения Увеличение периодичности технического обслуживания
	Генератор	Синхронный тяговый агрегат Применение более прогрессивной передачи, увеличение КПД электропередачи и тепловоза в целом
	Дизель	QST30 (1 800 об/мин) Уменьшение габаритов ДГУ, обеспечивающее возможность кругового обзора
Тяговые электродвигатели	ЭД133К/ДТК417К	Увеличение тяговых показателей в длительном режиме
Схема подключения ТЭД	3 группы по 2 ТЭД	Уменьшение склонности к боксованию
Привода вспомогательного оборудования	Электрические асинхронные	Исключение необходимости обслуживания, увеличение КПД тепловоза и коэффициента использования мощности дизеля на тягу
Компрессор	Винтовой	Увеличение производительности, КПД и периодичности обслуживания компрессора
Система подготовки воздуха	Блок осушки сжатого воздуха	Обеспечение соответствия требованиям ГОСТ 31428
Электродинамический тормоз	С принудительным обдувом	Увеличение эффективности электродинамического торможения
Ослабление поля ТЭД	Одна ступень	Отсутствие необходимости коммутации ступеней и, следовательно, динамических возмущающих воздействий в тяговом приводе
Тип охлаждающей жидкости	Антифриз	Отсутствие необходимости в зимний период «горячего отстоя» тепловоза

Модуль дизельного помещения

Модуль оснащен высокооборотным дизелем QST 30 (Cummins) мощностью 895 кВт (1 217 л.с.) с тяговым агрегатом переменного тока A735Y2. За счет примененной силовой установки тепловоз имеет улучшенные массогабаритные характеристики в сравнении с дизель-генераторами на базе среднеоборотных дизелей. Тяговый агрегат, специально разработанный для новых маневровых тепловозов, позволяет применить 6 тяговых электродвигателей (ТЭД) типа ЭД133К/ДТК417К, включенных тремя группами по два, и питать их током до 3 400 А. Такое подключение ТЭД дает возможность реализовать высокие тяговые свойства тепловоза (рис. 3). ТЭМ28 может работать с составами массой порядка 3 000 т на руководящем подъеме 9‰ и более 6 000 т – на подъеме 4‰, что обеспечивает не только эффективную горочную работу, но и легкую магистральную в сочетании с возможностью эксплуатации по системе двух единиц. При этом экономия

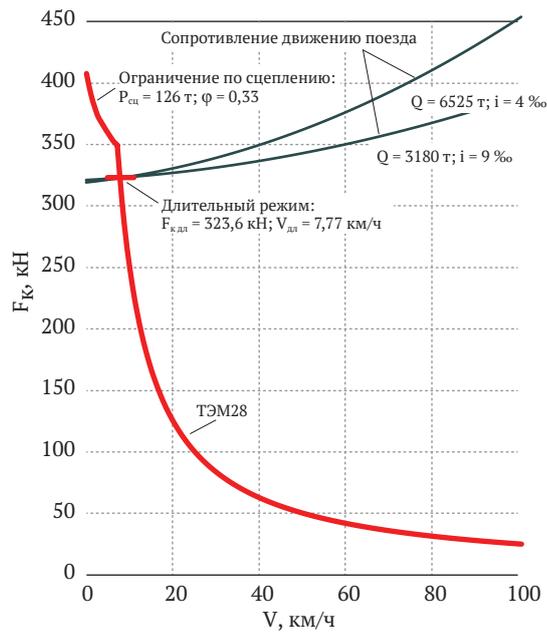


Рис. 3. Тяговая характеристика ТЭМ28

дизельного топлива тепловозом в сравнении с аналогичными локомотивами предыдущих серий достигает при среднесетевом цикле до 30%, а горочном – до 50%.

Модуль аппаратной камеры

Модуль оснащен контактно-релейным оборудованием, резисторами ослабления поля тяговых электродвигателей, тяговым выпрямителем и локальным модулем обдуваемых тормозных резисторов. Он позволяет обеспечивать расчетные тормозные характеристики во всем диапазоне скоростей тепловоза практически до полной оста-

новки. Замещение электродинамического тормоза на пневматический происходит на скорости 2 ± 1 км/ч. Модуль обдуваемых тормозных резисторов позволяет нагружать дизель-генератор до его номинального режима работы для проверки правильности функционирования электропередачи тепловоза, за исключением тяговых двигателей.

Модуль кабины управления

Модуль представляет собой съемную конструкцию из жестких горизонтальных и вертикальных металлических профилей, снаружи обшитых стальными листами, а изнутри – стеклопластиковыми панелями. Крыша, боковые, задняя и передняя стены, а также пол кабины имеют хорошую теплоизоляции. Модуль кабины установлен на металлическую надстройку посредством болтового соединения с системой виброизоляторов.

Кабина машиниста оборудована двумя пультами управления с расположенными на них дисплеями микропроцессорной системы управления тепловозом. Кроме того,

в ней есть радиостанция, системы обеспечения безопасности движения, а также установка пожарной сигнализации и пожаротушения. Кабина разработана с учетом требований, предъявляемых к обзору, комфортабельности при выполнении маневровых работ и безопасности. Для удобства локомотивной бригады тепловоз оснащен холодильником и микроволновой печью. Нижняя поверхность откидного сиденья машиниста-инструктора в сложенном положении служит столиком для приема пищи. На поверхности тумбы пультового оборудования – гнезда для двух термосов.

Вдоль передней и задней стенок над лобовыми окнами – антресоли для хранения аптечки, средств индивидуальной защиты и личных вещей обслуживающего персонала. В пульте управления со стороны помощника машиниста установлен отопитель для автономного обогрева кабины при неработающем дизель-генераторе.

Особое внимание разработчики уделили удобству работы локомотивной бригады,

сконструировав кабину с круговым обзором, который позволяет безопасно и комфортно проводить маневровые работы, видеть составителя и оперативную обстановку на путях. Реализовать круговой обзор удалось благодаря небольшой высоте модуля дизельного помещения. Такое конструкторское решение впервые применено специалистами АО «УК «БМЗ» несколько лет назад на маневровом тепловозе ТЭМ ТМХ.

Модуль тормозного оборудования

В модуле сконцентрирована большая часть тормозного оборудования тепловоза, в результате чего удалось на 35% уменьшить количество соединительных трубопроводов системы в сравнении с тепловозами предыдущих серий. Модуль оснащен винтовым

компрессором с асинхронным двигателем, который питается от преобразователя частоты. Последний обеспечивает номинальную частоту вращения вала компрессора независимо от частоты вращения коленчатого вала дизеля.

Тележка

Тележка на тепловозе применена бесчелюстная с одноступенчатым индивидуальным рессорным подвешиванием, рычажной передачей тормоза с двусторонним нажатием тормозных колодок, пневматическим приводом тормоза для каждого колеса, поводковыми буксами, опорно-осевой подвеской тяговых электродвигателей и гидравлическими гасителями колебаний.

Кузов опирается на тележку через четыре роликовых опоры качения, которые имеют большой ресурс и по сравнению с опорами скольжения практически не нуждаются в обслуживании. Их использование дает возможность уйти от необходимости сезонной замены смазки. Применение именно такого решения реализовано на тепловозе ТЭМ28 впервые.

В конструкции тележки использованы унифицированные колесно-моторные блоки КМБ1 с моторно-осевыми подшипниками (МОП) качения. Это позволяет повысить надежность экипажной части тепловоза, упростить обслуживание, увеличить межремонтные пробеги колесно-моторных блоков. Блоки с МОП качения лишены многих недостатков МОП скольжения; механический износ, присущий подшипникам скольжения, отсутствует, что благоприятно влияет на ресурс зубчатого зацепления. Коэффициент трения в МОП качения значительно ниже, чем в МОП скольжения, что уменьшает сопротивление движению и позволяет экономить топливо. Из-за отсутствия жидкой смазки и необходимости ее периодической замены применение КМБ с МОП качения позволяет исключить вредное воздействие на окружающую среду.

Система управления

Впервые в конструкции брянского тепловоза использована собственная бортовая микропроцессорная система, выполненная на базе блока центрального управления (БЦУ), который разработан научно-техническим центром «НТЦ БМЗ» (входит в инженерный центр БМЗ) специально для брянских тепловозов. Бортовая

микропроцессорная система, установленная на тепловозе, обрабатывает поток информации, поступающей с его борта по 128 дискретным, 41 аналоговому и 6 температурным каналам, позволяет согласованно управлять практически всеми основными и вспомогательными системами тепловоза.



Рис. 4. Панель дисплея машиниста

Вся полученная информация выводится на дисплей машиниста – транспортный панельный компьютер (ТПК). Он позволяет машинисту видеть параметры работы различных узлов и подсистем тепловоза на соответствующих диагностических виртуальных панелях (в виде мнемосхем, таблиц, стрелочных приборов) в режиме реального времени.

Одновременно с визуальным представлением параметров на дисплейную панель выводится в автоматическом режиме для контроля информация о состоянии следующих узлов тепловоза:

- контактно-релейная аппаратура;
- сопротивление изоляции бортовой сети;
- заряд аккумуляторной батареи;
- режим работы преобразователя частоты питания мотор-вентилятора холодильника и электродвигателя компрессора;
- режим работы управляемого выпрямителя возбуждения.

При обнаружении отклонений в работе тех или иных агрегатов тепловоза на дисплей машиниста выводится аварийное сообщение, которое снимается кнопкой квитирования. Нажатие на нее свидетельствует о том, что машинист ознакомлен с сообщением.

Большие объемы информации, которые передаются машинисту для текущей оценки, поставили перед разработчиком сложную задачу: создание удобной и понятной для пользователя системы ее отображения и контроля. Все сигналы разделены по принадлежности к системам тепловоза, представлены на соответствующих виртуальных панелях, доступ к которым осуществляется



Рис. 5. Диагностическая панель «Тяговая схема»

посредством переключения клавиатурой дисплея машиниста (на рисунке 4 показан один из вариантов основной панели дисплея машиниста, на рисунке 5 – одна из возможных компоновок диагностической панели «Тяговая схема»).

Новый тепловоз ТЭМ28 обладает улучшенными показателями (в сравнении с ранее выпускавшимися локомотивами). Экологические характеристики полностью соответствуют требованиям ГОСТ Р 50953. Конструкция тепловоза исключает попадание горюче-смазочных материалов на железнодорожный путь. По уровню создаваемого шума ТЭМ28 также соответствует государственным стандартам России. Благодаря примененным техническим решениям в тепловозе не только на 30% и более достигнуто снижение стоимости жизненного цикла тепловоза, но и уменьшена экологическая нагрузка на окружающую среду. Также имеется возможность дооснащения дизеля QST30 для соответствия требованиям экологического стандарта по нормам максимально допустимых величин токсичности отработавших газов дизельных двигателей Stage IIIA (оксид углерода – 3,5 г/кВт·ч; углеводороды – 0,5 г/кВт·ч; оксиды азота – 6 г/кВт·ч; твердые частицы – 0,2 г/кВт·ч).

Общемировая тенденция такова, что производитель на всем протяжении жизненного цикла сопровождает свой продукт. Планируется, что в ближайшее время все локомотивы будут переведены в систему информационного обеспечения жизненного цикла – так называемый замкнутый цикл обеспечения качества в эксплуатации. (S)

Доводка рабочего процесса дизеля 12ДМ-21Л для тепловоза ТГ16М с турбокомпрессорами TPS48D-01



Д. С. Шестаков,
к.т.н, начальник отдела разработки двигателей и силовых установок ООО «Уральский дизель-моторный завод» (ООО «УДМЗ»)



А. С. Морозов,
инженер-конструктор бюро систем и агрегатов ООО «УДМЗ»

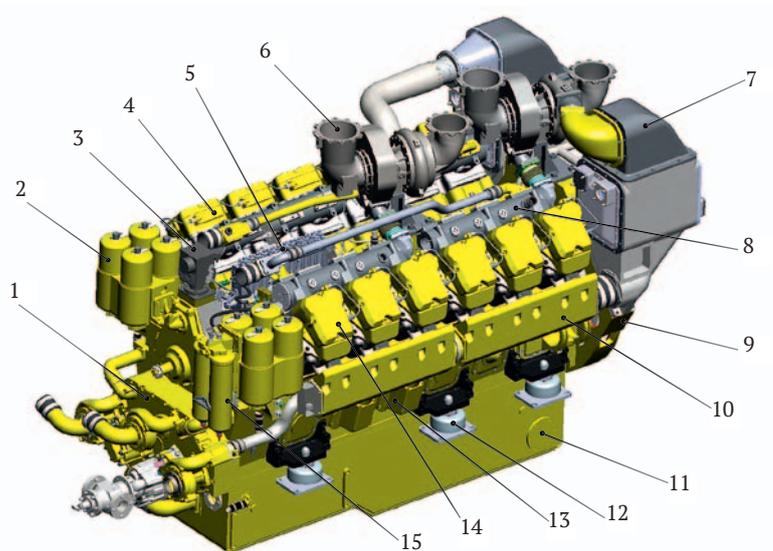
Для грузопассажирского двухсекционного тепловоза ТГ16М производства ОАО «Людиновский тепловозостроительный завод» в 2014 году в рамках эксплуатации на Сахалинской железной дороге по заказу ОАО «РЖД» на ООО «Уральский дизель-моторный завод» была создана модификация дизеля 12ДМ-21Л мощностью 1 470 кВт. После конструкторской разработки и сборки первого образца были проведены опытно-доводочные испытания по снятию гидравлической характеристики дизеля с турбокомпрессорами TPS48 с целью получения минимального эффективного удельного расхода топлива. В этом же году по результатам приемочных испытаний дизель был сдан комиссии ОАО «РЖД» и отправлен на тепловозостроительный завод.

Конструкция дизеля (рис. 1) получена путем изменения тепловозной модификации, предназначенной ранее для работы в составе дизель-генератора ДГ1400Л тепловозов ТЭМ7А.

Согласно техническому заданию дизель 12ДМ-21Л должен удовлетворять основным отличительным требованиям:

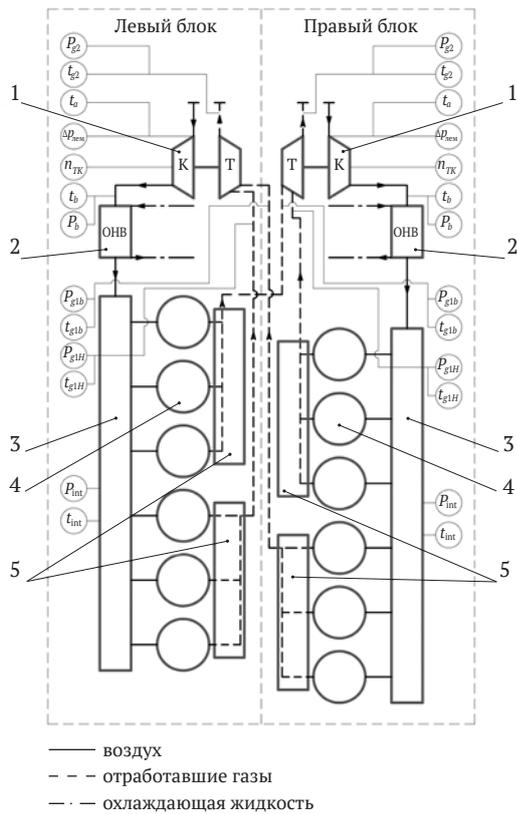
- удельный эффективный расход топлива на режиме полной мощности – 209 г/кВт·ч;
- полная масса дизеля – не более 9 740 кг;
- габаритные размеры – 3 867×1 515×2 357;
- запуск дизеля с переднего торца от стартер-генератора;
- ресурс до первой переборки – 20 000 ч.

Дизель 12ДМ-21Л представляет собой 12-цилиндровый двигатель внутреннего сгорания с V-образным расположением цилиндров под углом 90°, жидкостного охлаждения, с непосредственным впрыском топлива, газотурбинным наддувом и промежуточным охлаждением наддувочного воздуха, диаметром цилиндра и ходом поршня 210 мм, степенью сжатия 13,5. Дизель имеет двухконтурную систему охлаждения, топливный насос высокого давления плунжерного типа, поддон с предпусковым подогревом масла, систему смазки с двумя масляными насосами (маслооткачивающим и маслonaгнетающим), микропроцессорную систему управления и амортизаторы фирмы Voith.



1 – коробка привода агрегатов; 2 – фильтры очистки масла; 3 – регулятор частоты вращения; 4 – головка цилиндра; 5 – топливный насос высокого давления; 6 – турбокомпрессор; 7 – охладитель наддувочного воздуха; 8 – выпускной коллектор; 9 – кожух маховика; 10 – впускной коллектор; 11 – поддон; 12 – амортизатор; 13 – блок-картер; 14 – привод клапанов; 15 – фильтр тонкой очистки топлива

Рис. 1. Дизель 12ДМ-21Л



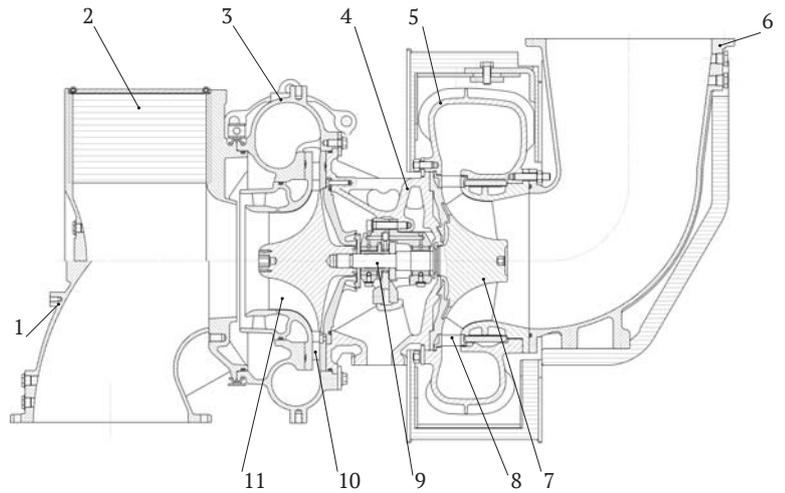
1 – турбокомпрессор; 2 – охладитель наддувочного воздуха; 3 – впускной коллектор; 4 – блок цилиндров; 5 – выпускной коллектор

Рис. 2. Схема системы наддува дизеля 12ДМ-21Л с точками замеров параметров

Система наддува дизеля 12ДМ21-21Л имеет два турбокомпрессора, из компрессора подает воздух в 6 цилиндров одной из сторон, двухзаходная турбина вращается на отработавших газах от 6 цилиндров по 3 с каждой стороны (рис. 2).

Ранее на автомобильной и тепловозной модификациях дизеля 12ДМ21-21Л применялись турбокомпрессоры ТК18В производства ОАО «СКБТ» [1]. Для выполнения требований технического задания на ООО «УДМЗ» была проведена перекомпоновка системы наддува и совместно с фирмой АВВ (Швейцария) созданы модификации турбокомпрессоров TPS48-D01 (рис. 3) с двухзаходным корпусом турбины. Для получения минимальных потерь в патрубках впускной и выпускной систем ось турбокомпрессоров не совпадает с осью дизеля.

Для подтверждения соответствия расчетов газодинамики турбокомпрессоров



1 – патрубок всасывающий; 2 – фильтр воздушный; 3 – корпус компрессора; 4 – корпус подшипников; 5 – корпус турбины; 6 – патрубок газотоводящий; 7 – колесо турбины; 8 – сопловой аппарат; 9 – ротор; 10 – диффузор; 11 – колесо компрессора

Рис. 3. Продольный разрез турбокомпрессора TPS48D-01

TPS48D-01 газодинамике дизеля 12ДМ-21Л, выполненных фирмой АВВ, а также доводки рабочего процесса с целью получения минимального удельного эффективного расхода топлива были проведены опытно-доводочные испытания по снятию гидравлической характеристики на всех режимах работы дизеля с турбокомпрессорами TPS48D-01 с различными вариантами проточных частей компрессора и турбины. Испытания проходили с двумя вариантами сопловых аппаратов: TV01TT16TN01TA95 и TV01TT16TN01TA90 и одним вариантом диффузора CV10CT70CD01CA19¹. Дальнейшие расчеты осуществлялись по заводской программе и методике, разработанной на основании информации, имеющейся в классических источниках [2, 3] и многолетнего опыта работы предприятия. Весь доводочный процесс выполнен с топливным насосом высокого давления ТН12.ДМ21.161 с диаметром плунжера 16 мм, давлением впрыска топлива 60 МПа и форсунками с формулой распылителя 8x0,4x145.

Результаты замеров с сопловым аппаратом TV01TT16TN01TA95 занесены в таблицу 1, результаты расчета – в таблицу 2.

Как видно из таблиц, на номинальном режиме работы дизеля давление наддува

¹ TV01TT16TN01TA95, TV01TT16TN01TA90, CV10CT70CD01CA19 – обозначения фирмы АВВ.

Табл. 1. Результаты измерений параметров дизеля 12ДМ-21Л с турбокомпрессорами TPS48-D01 с сопловыми аппаратами TV01TT16TN01TA95

Величина		Обозначение	Ед. изм.	1	2	3	4	5	6	7	8
Частота вращения коленчатого вала		n	об/мин	620	660	800	940	1 080	1 220	1 360	1 500
Сила торможения		P	кгс	516	544	650,5	750,7	807,3	872,7	912,8	938,3
Измерительный вес (разновес)		G	кг	2,5							
Время израсходования топлива		τ	сек	115,8	104,6	75	56,9	47,5	39,7	33,8	29,2
Частота вращения ротора ТК	левый	$n_{TK} \times 10^{-3}$	об/мин	16,2	18,6	24,2	29,8	34,8	40	45	49,6
	правый	$n_{TK} \times 10^{-3}$	об/мин	16,4	18,4	23,7	29	34	39,1	44,7	48,2
Барометрическое давление		P_a	мм рт. ст.	732							
Перепад на лемнискате	слева	$\Delta p_{лем}$	мм вод. ст.	95	90	118	161	234	355	620	782
	справа	$\Delta p_{лем}$		53	67	123	210	355	590	915	1 300
Давление газов перед турбиной	1ТК левый	$p_{g1 \text{ низ}}$	кгс/см ²	0,09	0,11	0,19	0,29	0,44	0,66	0,93	1,24
	1ТК левый	$p_{g1 \text{ верх}}$		0,08		0,15	0,24	0,35	0,55	0,78	1,07
	2ТК правый	$p_{g1 \text{ низ}}$	кгс/см ²	0,07	0,09	0,15	0,25	0,38	0,59	0,85	1,12
	2ТК правый	$p_{g1 \text{ верх}}$		0,07	0,09	0,15	0,25	0,37	0,55	0,78	1,06
Давление газов за турбиной	1ТК	$p_{g2 \text{ лев}}$	мм вод. ст.	7	12	68	115	265	320	440	630
	2ТК	$p_{g2 \text{ прав}}$	мм вод. ст.	13	15	47	95	195	280	395	570
Давление воздуха за компрессором	1ТК	$p_b \text{ лев}$	кгс/см ²	0,09	0,14	0,27	0,46	0,66	0,91	1,2	1,44
	2ТК	$p_b \text{ прав}$		0,12	0,17	0,29	0,46	0,65	0,89	1,16	1,37
Давление воздуха во впускных коллекторах	левый	p_{int}	кгс/см ²	0,12	0,16	0,32	0,48	0,7	0,95	1,25	1,47
	правый	p_{int}		0,15	0,18	0,3	0,46	0,68	0,93	1,18	1,4
Температура воздуха на входе в ТК	1ТК	$t_{a \text{ лев}}$	°С	40	41				40	39	40
	2ТК	$t_{a \text{ прав}}$		47	49	47	45	43	41	41	42
Температура воздуха за компрессором	1ТК	$t_b \text{ лев}$	°С	58	65	78	94	111	128	149	172
	2ТК	$t_b \text{ прав}$		62	69	81	93	108	123	144	163
Температура воздуха во впускных коллекторах	левый	t_{int}	°С	58	62	66	63	70	66	74	
	правый	t_{int}			73						
Температура газов перед турбиной	1ТК левая	$t_{g1 \text{ низ}}$	°С	462	468	521	553	540	511	510	519
	1ТК левый	$t_{g1 \text{ верх}}$			468						
	2ТК правый	$t_{g1 \text{ низ}}$	°С	418	431	476	483	483	468	468	483
	2ТК правая	$t_{g1 \text{ верх}}$									

Табл. 2. Результаты расчета параметров дизеля 12ДМ-21Л с турбокомпрессорами TPS48-D01 с сопловыми аппаратами TV01TT16TN01TA95

Величина	Обозначение	Ед. изм.	1	2	3	4	5	6	7	8	
Мощность л.с.	N_e	кВт	335	376	545	739	913	1 115	1 300	1 474	
		л.с.	455,6	511,3	741,1	1 005,0	1 241,7	1 516,3	1 768,0	2 004,5	
Часовой расход топлива	B	кг/ч	77,72	86,04	120,00	158,17	189,47	226,70	266,27	308,22	
Удельный расход топлива г/лс·ч	g_e	г/кВт·ч	232,0	228,8	220,2	214,0	207,5	203,3	204,8	209,1	
		г/лс·ч	170,58	168,27	161,91	157,39	152,59	149,51	150,61	153,77	
Расход воздуха физический	1ТК	$G_{в\text{ лев}}$	кг/сек	0,383	0,372	0,426	0,496	0,596	0,730	0,952	1,058
	2ТК	$G_{в\text{ прав}}$	кг/сек	0,284	0,318	0,430	0,562	0,727	0,928	1,135	1,321
Расход воздуха приведенный	1ТК	$G_{впр\text{ лев}}$	кг/сек	0,415	0,404	0,463	0,542	0,656	0,812	1,088	1,232
	2ТК	$G_{впр\text{ прав}}$		0,309	0,348	0,473	0,620	0,812	1,060	1,343	1,635
	1ТК	$G_{впр\text{ лев}}$	м ³ /сек	0,346	0,336	0,386	0,452	0,546	0,677	0,907	1,027
	2ТК	$G_{впр\text{ прав}}$		0,258	0,290	0,394	0,517	0,677	0,883	1,119	1,363
Степень повышения давления в компрессоре	1ТК	$\pi_{К\text{ лев}}$	–	1,10	1,15	1,29	1,49	1,70	1,99	2,35	2,66
	2ТК	$\pi_{К\text{ прав}}$		1,13	1,18	1,31	1,49	1,71	2,01	2,38	2,73
Степень понижения давления в турбине	1ТК	$\pi_{Т\text{ лев}}$	–	1,10	1,11	1,18	1,29	1,43	1,67	1,98	2,34
	2ТК	$\pi_{Т\text{ прав}}$		1,08	1,10	1,17	1,28	1,43	1,67	2,00	2,41
КПД ТК	1ТК	$\eta_{ТК\text{ лев}}$	%	45,57	60,97	61,64	64,18	64,03	61,65	60,03	56,62
	2ТК	$\eta_{ТК\text{ прав}}$		76,98	82,75	79,38	74,23	69,56	65,88	63,37	59,67
КПД компрессора	1ТК	$\eta_{К\text{ лев}}$	%	48,46	53,69	63,38	71,06	73,75	77,02	78,56	76,36
	2ТК	$\eta_{К\text{ прав}}$		73,93	77,49	74,98	80,52	80,98	84,81	85,97	86,69
Коэффициент избытка воздуха	α	–	2,15	2,15	1,79	1,68	1,75	1,83	1,97	1,94	
Приведенная частота вращения ротора ТК	1ТК	$n_{пр\text{ лев}} \times 10^{-3}$	об/мин	15,9	18,2	23,6	29,1	34,0	39,2	44,1	48,5
	2ТК	$n_{пр\text{ прав}} \times 10^{-3}$			17,8	22,9	28,2	33,1	38,2	43,7	47,0

Табл. 3. Результаты измерений параметров дизеля 12ДМ-21Л с турбокомпрессорами TPS48-D01 с сопловыми аппаратами TV01TT16TN01TA90 (площадь соплового аппарата заужена по сравнению с первым вариантом)*

Величина		Обозначение	Ед. изм.	1	2	3	4	5	6	7	8
Время израсходования топлива		τ	сек	118,4	104,6	75,9	57,6	47,7	39,7	34	29,3
Частота вращения ротора ТК	левый	$n_{TK} \times 10^{-3}$	об/мин	16,3	18,3	24,2	30,1	37,7	40,3	45,4	50,1
	правый	$n_{TK} \times 10^{-3}$	об/мин	16,5	18,4	23,9	29,5	34,5	40,2	44,9	49,2
Барометрическое давление		p_a	мм рт. ст.	740							
Перепад на лемнискате	1ТК	$\Delta p_{\text{лем лев}}$	мм вод. ст.	85	98	163	268	410	678	1070	1570
	2ТК	$\Delta p_{\text{лем прав}}$		154	155	193	277	397	625	980	1450
Давление газов перед турбиной	1ТК левый	$p_{g1 \text{ низ}}$	кгс/см ²	0,09	0,11	0,19	0,3	0,45	0,69	0,94	1,29
	1ТК правый	$p_{g1 \text{ верх}}$		0,07	0,08	0,15	0,26	0,38	0,59	0,83	1,14
	2ТК лев	$p_{g1 \text{ низ}}$	кгс/см ²	0,08	0,09	0,17	0,27	0,42	0,65	0,92	1,22
	2ТК правый	$p_{g1 \text{ верх}}$		0,08	0,1	0,17	0,27	0,41	0,61	0,85	1,15
Давление газов за турбиной	1ТК	$p_{g2 \text{ лев}}$	мм вод. ст.	5	14	72	117	258	399	428	622
	2ТК	$p_{g2 \text{ прав}}$		2	4	32	85	199	272	362	535
Давление воздуха за компрессором	1ТК	$p_b \text{ лев}$	кгс/см ²	0,1	0,14	0,28	0,47	0,67	0,96	1,24	1,51
	2ТК	$p_b \text{ прав}$			0,16	0,29	0,46	0,65	0,93	1,19	1,55
Давление воздуха во впускных коллекторах	левый	p_{int}	кгс/см ²	0,14	0,18	0,31	0,51	0,7	1	1,28	1,55
	правый	p_{int}		0,16	0,2	0,32	0,49	0,68	0,95	1,22	1,48
Температура воздуха на входе в ТК	1ТК	$t_a \text{ лев}$	°С	40	41	41	40	39	38	37	36
	2ТК	$t_a \text{ прав}$		42	42	45	44	43	41	41	40
Температура воздуха за компрессором	1ТК	$t_b \text{ лев}$	°С	60	64	80	95	110	130	150	169
	2ТК	$t_b \text{ прав}$		58	63	77	94	108	128	149	171
Температура воздуха во впускных коллекторах	левый	t_{int}	°С	58	60	62	64	66	67	72	74
	правый	t_{int}		58	60	62	64	66	67	71	73
Температура газов перед турбиной	1ТК левая	$t_{g1 \text{ низ}}$	°С	434	450	496	530	574	495	492	503
	1ТК правая	$t_{g1 \text{ верх}}$		460	480	525	575	553	543	541	552
	2ТК левая	$t_{g1 \text{ низ}}$	°С	409	429	466	478	471	462	461	471
	2ТК правая	$t_{g1 \text{ верх}}$		417	440	466	496	522	512	511	517
Температура газов за турбиной	1ТК	$t_{g2 \text{ лев}}$	°С	395	418	450	459	453	428	412	404
	2ТК	$t_{g2 \text{ прав}}$		410	433	473	498	468	440	423	412

* Показатели величин «частота вращения коленчатого вала», «сила торможения», «измерительный вес» идентичны показателям, указанным в таблице 1.

Табл. 4. Результаты расчета параметров дизеля 12ДМ-21 с турбокомпрессорами TPS48-D01 с сопловыми аппаратами TV01TT16TN01TA90

Величина	Обозначение	Ед. изм.	1	2	3	4	5	6	7	8	
Мощность	Ne	кВт	335	376	545	739	913	1 115	1 300	1 474	
		л.с.	456	511	741	1 005	1 242	1 516	1 768	2 004	
Часовой расход топлива	B	кг/ч	76,01	86,04	118,58	156,25	188,68	226,70	264,71	307,17	
Удельный расход топлива	g_e	г/кВт·ч	226,9	228,8	217,6	211,4	206,7	203,3	203,6	208,4	
		г/лс·ч	166,8	168,3	160,0	155,5	151,9	149,5	149,7	153,2	
Расход воздуха физический	1ТК	$G_{\theta \text{ лев}}$	кг/сек	0,365	0,390	0,502	0,641	0,788	1,000	1,231	1,451
	2ТК	$G_{\theta \text{ прав}}$	кг/сек	0,487	0,489	0,542	0,647	0,771	0,958	1,176	1,395
Расход воздуха приведенный	1ТК	$G_{\text{впр лев}}$	кг/сек	0,390	0,419	0,542	0,699	0,870	1,134	1,455	1,813
	2ТК	$G_{\text{впр прав}}$		0,527	0,529	0,591	0,711	0,856	1,086	1,385	1,730
	1ТК	$G_{\text{впр лев}}$	м ³ /сек	0,325	0,349	0,452	0,582	0,725	0,945	1,212	1,511
	2ТК	$G_{\text{впр прав}}$		0,439	0,440	0,492	0,592	0,713	0,905	1,154	1,442
Степень повышения давления в компрессоре	1ТК	$p_{K \text{ лев}}$	-	1,11	1,15	1,30	1,51	1,74	2,10	2,50	2,96
	2ТК	$p_{K \text{ прав}}$		1,15	1,18	1,31	1,50	1,71	2,05	2,42	2,97
Степень повышения давления в компрессоре	1ТК	$p_{K \text{ лев}}$	-	1,11	1,15	1,30	1,51	1,74	2,10	2,50	2,96
	2ТК	$p_{K \text{ прав}}$		1,15	1,18	1,31	1,50	1,71	2,05	2,42	2,97
Степень понижения давления в турбине	1ТК	$p_{T \text{ лев}}$	-	1,09	1,11	1,19	1,31	1,47	1,75	2,10	2,62
	2ТК	$p_{T \text{ прав}}$		1,10	1,11	1,19	1,30	1,47	1,73	2,08	2,54
КПД ТК	1ТК	$\eta_{TK \text{ лев}}$	%	54,03	61,41	64,41	62,52	60,35	61,58	60,48	57,47
	2ТК	$\eta_{TK \text{ прав}}$		70,38	71,06	70,90	69,43	64,92	64,00	61,92	62,46
КПД компрессора	1ТК	$\eta_{K \text{ лев}}$	%	46,88	55,77	62,58	70,82	75,11	79,60	82,06	84,59
	2ТК	$\eta_{K \text{ прав}}$		78,60	71,59	80,55	77,70	80,92	82,31	83,48	87,15
Коэффициент избытка воздуха	α	-	2,81	2,81	2,21	2,07	2,07	2,17	2,28	2,32	
Приведенная частота вращения ротора ТК	1ТК	$n_{\text{пр лев}} \times 10^{-3}$	об/мин	16,0	17,9	23,6	29,5	37,0	39,6	44,7	49,4
	2ТК	$n_{\text{пр прав}} \times 10^{-3}$		16,1	18,0	23,2	28,7	33,6	39,3	43,9	48,2

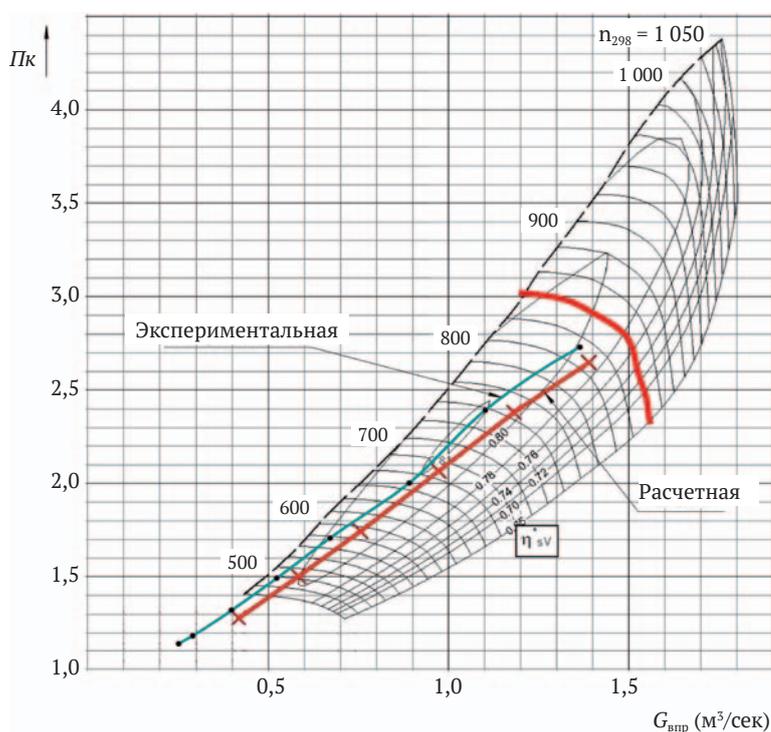


Рис. 4. Гидравлическая характеристика дизеля 12ДМ-21Л с турбокомпрессорами TPS48-D01 с сопловым аппаратом TV01TT16TN01TA90

(1,37-1,44 кг/см) и температура наддувочного воздуха (163-172°C) достаточно малы, имеется запас по частоте вращения ротора турбокомпрессора (менее 50 500 об/мин) и температурам выхлопных газов (менее 650 °С). Для дальнейшего снижения удельного эффективного расхода топлива было принято решение о замене соплового аппарата турбины турбокомпрессора с TV01TT16TN01TA95 на сопловой аппарат с меньшей площадью TV01TT16TN01TA90, значение диффузора при этом осталось прежним.

Результаты замеров с TV01TT16TN01TA90 занесены в таблицу 3, результаты расчета – в таблицу 4.

В результате замены соплового аппарата с TA95 на TA90 удельный расход топлива снизился на 1,5-2 г/кВт·ч на основных режимах работы. Как видно из построенной гидравлической характеристики, полученной путем нанесения точек работы дизеля на характеристику компрессора (рис. 4), линия дизеля (5-7 позиции) проходит через зону максимальных КПД компрессора, то есть на данных позициях

дизель имеет наименьший удельный эффективный расход топлива.

При проверке дизеля на устойчивость (с целью определения расстояния до границы помпажа) он был испытан путем уменьшения частоты вращения при сохранении нагрузки на каждой позиции. Помпажа не обнаружено.

В результате испытаний по доводке рабочего процесса дизеля 12ДМ-21Л с турбокомпрессорами TPS48-D01 вариацией проточных частей установлено следующее.

Во-первых, мы наблюдаем соответствие показателям технического задания по удельному эффективному расходу топлива.

Во-вторых, полученные параметры – температура отработавших газов и частота вращения ротора турбокомпрессора – находятся в пределах допустимых: 650 °С и 50 500 об/мин соответственно.

В-третьих, характеристика компрессоров турбокомпрессоров удовлетворяет требованиям гидравлической характеристики дизеля 12ДМ-21Л для работы в составе тепловоза ТГ16М.

В-четвертых, удельный эффективный расход топлива минимален на 5-7 позициях работы тепловоза и составляет 203,3-206,7 г/кВт·ч.

Эксплуатация дизеля в составе тепловоза ТГ16М на Сахалинской железной дороге подтвердила правильность выбранных конструктивных и газодинамических решений.

Список использованной литературы

1. Шестаков Д.С., Солнцев Д.М. Турбокомпрессоры для наддува двигателей внутреннего сгорания. Атлас конструкций. – Екатеринбург : УрФУ, 2014. – 380 с.
2. Байков Б.П., Бордуков В.Т., Иванов П.В., Дейч Р.С. Турбокомпрессоры для наддува дизелей : справочное пособие. – Л. : Машиностроение, 1975. – 200 с.
3. Дехович Д. А., Иванов Г. И., Круглов М. Г. и др. Агрегаты воздухообеспечения комбинированных двигателей / под ред. М.Г. Круглова. – М. : Машиностроение, 1973. – 296 с. (S)

Защита рабочей тяги стрелочного перевода от волочащегося груза или деталей подвижного состава

С. Н. Чуян,

доцент кафедры «Железнодорожный путь», декан факультета «Транспортные и энергетические системы» Петербургского государственного университета путей сообщения (ПГУПС)

Б. О. Поляков,

студент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» ПГУПС

Е. Я. Ватулина,

студентка кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» ПГУПС

Стрелочный перевод – одна из наиболее сложных, многоэлементных деталей верхнего строения пути, подверженная воздействию различных неблагоприятных природных и силовых факторов. Наиболее уязвимым местом при его эксплуатации является механизм перевода острияков в положения «прямое» и «боковое». Перевод осуществляется с помощью привода, устанавливаемого за пределами рельсовой колеи, и рабочей тяги, расположенной внутри колеи и соединяющей между собой острияки. При движении поездов возможны случаи повреждения рабочей тяги стрелочного перевода волочащимися за составом грузами, элементами крепления грузов, а также поврежденными узлами и деталями вагонов. В результате такого воздействия происходит отвод острияка от рамного рельса, что повышает вероятность попадания гребня колеса между острияком и рамным рельсом, которое влечет за собой сход колесной пары. Для защиты рабочей тяги на стрелочных переводах перед острияками устанавливают специальные устройства – отбойные брусья.

Используемые устройства защиты рабочей тяги стрелочных переводов

В настоящее время в Российской Федерации нормативной базой МПС установлены две конструкции отбойных брусьев, рекомендованные к применению¹.

Первый вариант отбойного бруса используется для стрелочных переводов на деревянных брусьях. Данное устройство изготавливается из деревянного бруска (рис. 1). Высота задней стенки – 160-180 мм, перед-

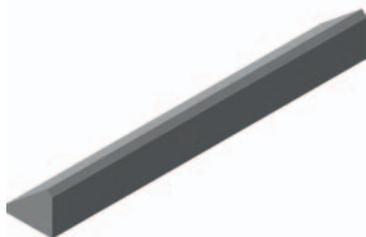


Рис. 1. Общий вид деревянного отбойного бруса

ней – 30 мм, угол между наклонной поверхностью и задней стенкой – не более 45°, ширина бруса – 180-220 мм, длина – 1 240+10 мм. Брус закрепляется на шпале таким образом, чтобы желоб между торцом бруса и рабочей гранью рельса составлял 140+5 мм.

Второй вариант отбойного бруса предназначен для установки на рельсошпальную решетку с железобетонными шпалами. Данное исполнение предусматривает сборную конструкцию из стального уголка 160×160×16 мм длиной 1 190 мм, стального листа толщиной 5 мм, установленного под углом не более 45° к задней стенке уголка, двух резиновых прокладок 160×140×10 мм, укладываемых между уголком и шпалой, а также набора креплений для соединения деталей между собой и монтажа устройства на рельсошпальную решетку (рис. 2).

¹ Чертеж типовой конструкции отбойных брусьев для стрелочных переводов железных дорог. ЦПТ 10/12 от 05.07.1996.



Рис. 2. Общий вид металлического сборного отбойного бруса

Применяемые конструкции отбойного бруса имеют удовлетворительные параметры прочности и работоспособности на сети железных дорог, где осуществляется движение поездов со скоростями до 160 км/ч. При движении высокоскоростных поездов типа «Сапсан» реализуемая скорость может достигать 250 км/ч, и установленные на таком участке элементы инфраструктуры подвержены увеличенной аэродинамической нагрузке. Так, на станции Мстинский Мост (линия Санкт-Петербург – Москва), где

наибольшая скорость движения высокоскоростных поездов составляет 200 км/ч, в результате интенсивного движения с октября 2016 года по февраль 2017 года наклонная пластина отбойного бруса деформировалась от первоначального положения на 22 мм. При такой интенсивности деформации срок службы отбойного бруса составит не более одного года, в то время как на участках со скоростями до 160 км/ч – десятилетия. Данные мониторинга параметров пути и путевых устройств на направлении Санкт-Петербург – Москва за 2016 год свидетельствуют о резком повышении интенсивности деформации наклонных пластин отбойных брусьев. Это связано с резким увеличением (в 2 раза) числа высокоскоростных поездов. Для установления закономерностей влияния высокоскоростных поездов на путевые устройства нами выполнено моделирование воздействия аэродинамических сил на отбойные брусья.

Имитационное моделирование аэродинамической нагрузки на отбойный брус

Исследование аэродинамической нагрузки на наклонную пластину отбойного бруса производилось методом имитационного моделирования в программном комплексе SolidWorks в модуле Flow Simulation. Для проведения эксперимента были созданы виртуальные модели головного вагона электропоезда «Сапсан», а также участок верхнего строения пути с установленным на шпалу металлическим отбойным брусом. Граничными условиями являлись атмосферное давле-

ние и сила тяжести. Имитация движения головного вагона электропоезда создавалась путем приложения давления к наружным поверхностям головного обтекателя, возникающего при движении поезда с соответствующей скоростью. Давление воздуха в непосредственной близости от поверхностей отбойного бруса, линии тока, а также давление на самих поверхностях указаны на рисунках 3-4. Наибольшие значения давлений найдены путем проведения нескольких экспери-

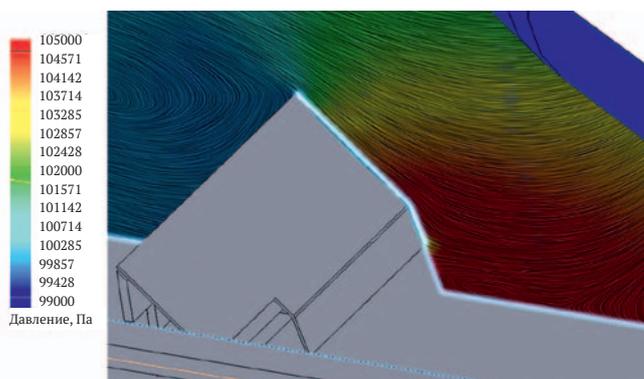


Рис. 3. Распределение давления и линии тока вблизи поверхностей отбойного бруса

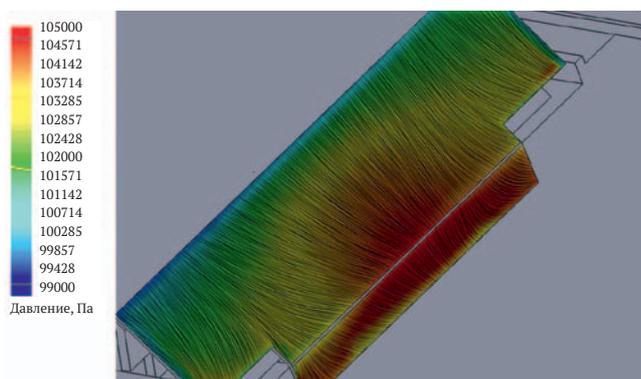


Рис. 4. Распределение давления на наклонной поверхности отбойного бруса

ментов с изменением расстояния от головного обтекателя до отбойного бруса.

Эпюра распределения давления отображает две наиболее нагруженные зоны: повышенное давление возле наклонной грани отбойного бруса с максимальным значением 105 217 Па и пониженное – вблизи задней стенки отбойного бруса с минимальным значением 98 763 Па. По линиям тока определяется срыв потока воздуха, возникающий при переходе от наклонной поверхности к задней стенке.

Эпюра распределения давления на наклонной поверхности указывает на локальное воздействие нагрузки, влекущей пластические деформации. Наибольшая нагрузка в центре составляет 105 217 Па, суммарная на наклонную поверхность – 428 Н.

Опыт использования высокоскоростных поездов «Сапсан» на участке Санкт-Петербург – Москва свидетельствует о необходимости изменения конструкции отдельных элементов путевых устройств с учетом воздействия на них аэродинамических сил.

Предлагаемая конструкция отбойного бруса

Для участков железнодорожного пути, предполагающих движение по ним высокоскоростных поездов, была предложена конструкция отбойного бруса трубчатой формы, представляющая собой полую трубу диаметром 89 мм и толщиной 4,5 мм, установленную на пластину с вертикальными стойками толщиной 5 мм (рис. 5).

Проведен виртуальный эксперимент изменения применяемой конструкции отбойного бруса трубчатой формой. Граничные условия и условия внешних нагрузок имеют те же значения, что и в предыдущем эксперименте. Результаты указаны на рисунке 6.

По итогам расчетов наибольшее давление на цилиндрической поверхности отбойного бруса составило 104 137 Па, а наименьшее отрицательное – 99 283 Па. Полученные нагрузки оказались меньше, чем на типовую конструкцию отбойного бруса ввиду отсутствия зон турбулентности потока, на что указывает траектория линий тока (рис. 6). Суммарная нагрузка на цилиндрическую поверхность – 358 Н. Воздействие распределено по поверхности: часть нагрузки возникает от повышенного давления с передней стороны отбойного бруса, другая – от пониженного давления с задней стороны.

В результате проделанной работы было произведено сравнение типовой конструкции отбойного бруса с разработанной с учетом аэродинамического воздействия. Применение существующих отбойных брусьев на участках пути со скоростью пассажирского сообщения более 200 км/ч не-



Рис. 5. Общий вид отбойного бруса трубчатой формы

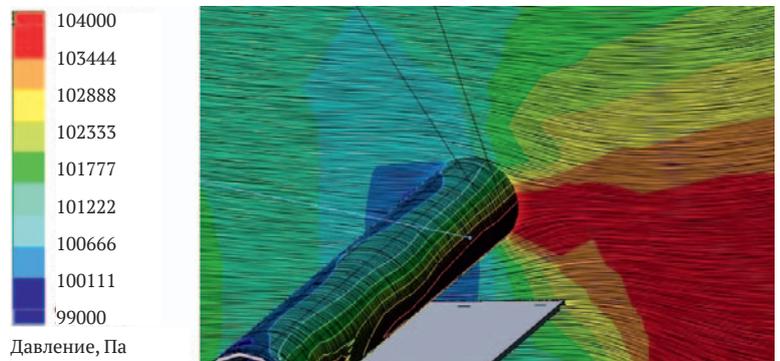


Рис. 6. Распределение давления вблизи и на цилиндрической поверхности рабочей части отбойного бруса

целесообразно по причине интенсивной потери работоспособности, разрушения или срыва элементов устройства, возникающих от аэродинамической нагрузки. Для обеспечения безопасности движения поездов по стрелочным переводам, а также уменьшения затрат на эксплуатацию и ремонт путевого оборудования рекомендуется использовать разработанную конструкцию отбойного бруса, интенсивность потери работоспособности которого по результатам имитационного исследования в 3 раза ниже. (S)



16 июня исполняется 55 лет генеральному директору ОАО «Тверской вагоностроительный завод» Андрею Михайловичу Соловью

Пост генерального директора Тверского вагоностроительного завода по большому счету можно назвать государственным. ТВЗ – один из лидеров отечественного машиностроения и колыбель российского пассажирского вагоностроения, поэтому руководить таким заводом – значит выполнять государственную миссию, причем очень важную и ответственную, и Андрей Михайлович с ней успешно справляется.

Связав свою судьбу с машиностроением, все свои усилия он направил на обеспечение эффективного развития Тверского вагоностроительного завода. Эрудированность Андрея Михайловича, масштабность мышления и поразительная работоспособность помогли предприятию выстоять в сложных экономических условиях. А принятое им решение даже в кризис работать на буду-

щее, создавать новую технику, осваивать дополнительные компетенции и быть готовым ответить на вызов времени оказалось единственно правильным.

В том, что сегодня Тверской вагоностроительный завод – это всемирно известная торговая марка, признанный бренд, гарантия качества, комфорта и безопасности, есть, несомненно, и заслуга его генерального директора.

От всего сердца поздравляем Андрея Михайловича со знаменательной датой! Желаем оптимизма и успехов в его многогранной деятельности, осуществления всех намеченных планов, здоровья и благополучия!

*С уважением,
коллектив ОАО «Тверской
вагоностроительный завод»*



Муфты и передаточные механизмы тяговых приводов подвижного состава железных дорог : Технические решения, параметры, испытания / В.С. Коссов, Г.И. Михайлов, Ю.Н. Соколов. – Коломна : Лига, 2016. – 360 с. : ил. – ISBN 978-5-98932-057-8.

УДК 621.825:629.4+629.4.027.2
ББК 39.2

В книге представлены материалы по передаточным механизмам локомотивов и моторвагонного подвижного состава, выпущенным за последние годы в России и за рубежом. Дана классификация муфт передаточных механизмов для всех классов тяговых приводов, представлены их основные типы и разновидности. Отдельный раздел посвящен испытаниям передаточных механизмов, включая испытательное оборудование и методы проведения испытаний.

Книга предназначена для широкого круга инженерно-технических работников, а также может быть использована в качестве учебного и справочного пособия для студентов учебных заведений и персонала, связанного с подвижным составом железнодорожного транспорта.

Приобрести можно в магазине «Транспортная книга» и в «Бибком».

Будущее – в инновациях



С.В. Перов,
руководитель департамента
по разработке новых продуктов
ЗАО «Трансмашхолдинг»

Прошло 15 лет с того момента, как был основан «Трансмашхолдинг», ставший к настоящему моменту крупнейшим на отечественном рынке производителем железнодорожных транспортных средств. Специфические российские габариты, сложнейшие требования к обеспечению работы подвижного состава в условиях широкого диапазона климатических воздействий, присущих нашей стране, особенности инфраструктуры – знание и умение учитывать все это позволили инженерам «Трансмашхолдинга» успешно справляться с задачами создания и развития техники.

За прошедшие годы облик производимых железнодорожных транспортных средств существенно преобразился. В конструкции локомотивов и поездов начали шире внедряться принципы унификации, использоваться средства и методы встроенной диагностики, выросла доля автоматизации процессов управления – вплоть до автоведения, улучшились условия труда машинистов, повысился комфорт и безопасность пассажирских вагонов и поездов.

В случае опасности современные системы управления способны снизить скорость состава или остановить его. Как и в самолетах, в современном железнодорожном подвижном составе есть электронные записывающие устройства, фиксирующие состояние всех значимых систем локомотива или поезда, а также действия локомотивных бригад.

Все новые пассажирские локомотивы позволили обеспечить безопасное вождение «в одно лицо» и вплотную приблизили технику к возможности ее автоматического вождения.

Значительный сдвиг произошел в области обеспечения комфортных условий для локомотивных бригад. В современной кабине установлена система климат-контроля, бытовое оборудование, позволяющее обеспечить машинистов горячим питанием во время длительного рейса. Локомотивы оборудуются экологически чистыми туалетами,



Двухэтажный вагон с местами для сидения

тами, а в 4-секционном электровозе 4ЭС5К установлен даже модуль отдыха локомотивной бригады со спальными местами.

Пассажирские вагоны тоже стали более совершенными, комфортабельными и удобными в обслуживании. Появились и получили заслуженное признание как у пассажиров, так и у «Федеральной пассажирской компании» двухэтажные вагоны, которые постепенно замещают привычные одноэтажные.

Системы обеспечения климата теперь строятся с использованием климат-контроля. Проводнику не нужно постоянно следить за мощностью кондиционера или отопите-



Электровоз ЭП20

ля – сама система отопления стала иной: для обогрева вагонов новых моделей перестали использовать угольные котлы – только электроотопление. Это позволило существенно снизить уровень загрязнения окружающей среды и автоматизировать работу климатической системы, повысить точность поддержания температуры в помещениях вагонов. Для того чтобы электроотопление стало доступным и на неэлектрифицированных направлениях, на Коломенском заводе сейчас создается новая модель тепловоза, которая обеспечит вождение длинносоставных пассажирских поездов из двухэтажных вагонов на неэлектрифицированных участках путей с обеспечением всех вагонов необходимым количеством электроэнергии.

Пассажиры в современных вагонах могут слушать радио, смотреть видеофильмы, а установленные в купе розетки позво-



Совместное производство «Трансмашхолдинга» с «Транспортными системами» низкопольных трамваев

ляют подключать компьютеры, зарядные устройства телефонов и других мобильных устройств. Системы обеззараживания воздуха в салонах вагонов, как и в салонах новых электропоездов и вагонов метро, дают возможность безбоязненно перемещаться даже в периоды сезонных вспышек вирусных заболеваний.

Герметизированные переходы и жесткие автосцепные устройства, применяемые в пассажирских вагонах, обеспечивают низкий уровень шума и отсутствие сквозняков не только при нахождении в вагоне, но и при переходе из вагона в вагон.

Теперь и пассажиры с ограниченными физическими возможностями чувствуют себя в вагонах так же удобно, как и все остальные: штабные вагоны оборудуются специальными купе и туалетными помещениями, доступными для этой категории граждан, а для входа с низких платформ в вагоны устанавливаются специальные подъемники.

Изменились и электропоезда – они тоже стали комфортабельнее. Системы климат-контроля, сквозные межвагонные герметизированные переходы без тамбурных дверей, герметичные прислонно-сдвижные входные двери, удобные пассажирские диваны с высокими эргономичными спинками, высококачественные материалы отделки интерьеров, электронные системы информирования пассажиров, стойкая окраска кузовов – все это разительно изменило облик электропоездов за 15 лет работы ТМХ.

Модифицировалась и техническая начинка электровозов, условия работы машинистов. Кабины стали просторными, оборудуются удобными эргономичными пультами управления. Поезда оснащаются встроенными системами диагностики, пожарной сигнализации и пожаротушения. Современные тяговые приводы электропоездов самых распространенных серий – постоянного тока – стали экономичнее более чем на 20% за счет эффективных систем управления двигателями, а также рекуперации в большем диапазоне скоростей. Все новые электропоезда стали оснащаться винтовыми компрессорами, статическими преобразователями собственных нужд,

жесткими сцепками, что не только увеличило их надежность и снизило затраты на ремонт, но и существенно уменьшило уровень вибраций и шума в вагонах, повысив комфорт пассажиров.

Созданные за прошедшие годы модели вагонов метро и рельсовых автобусов получили признание пассажиров не только в нашей стране, но и за рубежом благодаря своим высоким потребительским качествам. Вагоны метро стали светлее, для Москвы или зарубежных стран выпускаются с системами кондиционирования воздуха, а для Санкт-Петербурга – еще и с принудительной вентиляцией. Отсутствие открытых вентиляционных отверстий, прислонно-сдвижные двери, двухкамерные стеклопакеты существенно снизили шум в вагоне.

Сами двери стали шире. Теперь вход и выход пассажиров происходит удобнее и быстрее, а световые сигнализаторы показывают, что двери скоро закроются. Если пассажир не успел войти в закрывающуюся дверь, чуткие датчики противозажатия дадут команду на открытие дверей и позволят пассажиру войти в поезд. В кабинах же машинистов поездов метро появились торцевые двери с трапами для аварийной эвакуации пассажиров. Все эти меры существенно повысили и удобство, и безопасность вагонов метро. В них появились электронные указатели маршрутов, информационные панели. Система связи позволяет не только машинисту, но и специально организованному в Московском метрополитене ситуационному центру контролировать обстановку в поездах. Современные системы освещения пути со светодиодными фарами автоматически приглушают свет при подходе поезда к платформе, позволяя машинисту хорошо видеть путь в тоннеле и не слепить стоящих на платформе пассажиров.

Тяговые приводы вагонов метро на IGBT-транзисторах, электронные системы управления поездом обеспечивают отличные тяговые свойства вагонов, их энергоэффективность и безопасность.

Рельсовые автобусы, пришедшие на смену ранее использовавшимся дизель-поездам, оказались очень удобными. Новые технические решения – подвагонная

Объем реализации продукции с 2002 по 2016 год:

Вагоны пассажирские – около 9 000 ед.

Вагоны метро – более 4 500 ед.

Дизельные двигатели – свыше 6 500 ед.

Вагонное литье – около 319 000 тыс. т.

Вагоны электро- и дизель-поездов – более 6 500 ед.

Локомотивы – более 8 000 секций

Вагоны грузовые – более 34 000 ед.

В общей сложности выпущено 72 новые разработки подвижного состава для рельсового транспорта всех основных классов

Общая сумма налогов и сборов – более 175 млрд руб.

Инвестиции – 68 млрд руб.

компактная силовая установка PowerPack компании MTU с гидродинамической передачей, экологически чистые туалеты, системы кондиционирования – все это обеспечило высокий комфорт, а удобная кабина с микропроцессорной системой управления – надежное безопасное вождение поездов. Недаром рельсовые автобусы и созданные на их основе малосоставные дизель-поезда российского производства можно встретить на Украине, в Литве, Сербии, Венгрии, Монголии.

Создание новой техники ускоренными темпами тесно связано с примене-



Тепловоз 2Т25К^М



Электровоз ЭЭС5

нием современных средств разработки, переходом на новые технологии проектной работы.

Центр «РТТранс» – совместное предприятие с компанией «Альстом» – был первым, внедрившим новые технологии. Инженеры «РТТранс» совместно со специалистами «Альстом» применили современные принципы управления проектом на основе принятого в развитых странах так называемого V-цикла, предусматривающего проведение тщательного контроля качества каждого выполненного этапа работы и принятие на каждом шаге решения о продолжении работ в зависимости от достигнутого результата на предыдущем.

Все большее место занимает и трехмерное моделирование, позволяющее создавать новые изделия в объемном представлении сразу. Современные дизайн-проекты, показывающие внешний и внутренний вид будущего изделия, тоже начали гото-



Поезд метро 81-765/766/767 «Москва»

виться в трехмерном виде. Теперь технологии 3D-проектирования используются в большинстве конструкторских центров «Трансмашхолдинга» и стоит задача довести в будущем объем применения этой технологии до 100% с передачей трехмерных моделей непосредственно в производство и эксплуатирующим организациям без выпуска привычных бумажных чертежей.

Создание единого информационного пространства для всех инженерных служб «Трансмашхолдинга», проект реализации которого также развернут в компании, открывает новые перспективы. С его завершением появится возможность всем конструкторам «Трансмашхолдинга» применять наработки друг друга, используя библиотеку технических решений.

В 2016 году была завершена разработка городского электропоезда постоянного тока – ЭГ2Тв «Иволга», предназначенного для эксплуатации в крупных городах и ближних пригородах.

Используя накопленный опыт, конструкторы Тверского завода совместно с проектной организацией «Дальняя связь» завершают разработку новой модели электропоезда – ЭП2Тв, которая должна стать новой базовой платформой для электропоездов различного назначения на будущее, в том числе и для поездов со скоростями движения до 160 км/ч.

Брянский машиностроительный завод завершит в текущем году разработку и сертификацию сразу нескольких новых тепловозов – маневрового ТЭМ28, в конструкции которого использован малогабаритный высокооборотный дизель, и магистральных – двухсекционного 2ТЭ25К2М и трехсекционного 3ТЭ25К2М с дизелями повышенной мощности GEVO12.

В «Трансмашхолдинге» на Коломенском и Пензенском заводах завершаются разработки отечественных новых моделей дизель-генераторов нового поколения – Д500, Д300 и Д200. Новые двигатели соответствуют всем современным международным требованиям к транспортным дизелям, отличаются высокой топливной экономичностью, и уже ведется подготовка к созданию новых локомотивов с их применением.

Новочеркасский электровозостроительный завод совместно с «ТРТранс» готовит новую модель грузового электровоза переменного тока на основе ранее разработанного 2ЭС5 – электровоз 2ЭС5С, отличающийся при тех же тяговых свойствах расширенным применением отечественного комплектующего оборудования.

Вагоны метро также станут лучше. Завершаются испытания новых моделей вагонов для Москвы – моделей 81-765/766/767 (поезд «Москва»). В них будет реализована концепция единого сквозного пространства за счет широких герметизированных вагонных переходов, еще больше будут расширены входные двери. Система поручней более развита и позволит держаться за них даже в зонах накопительных площадок. Вагоны будут оборудованы USB-розетками для зарядки мобильных телефонов.

Демидовский завод закончил в 2016 году разработку двух моделей электропоездов – постоянного тока ЭП2Д и переменного – ЭП3Д, которые от ранее выпускавшихся отличаются новыми кузовами и интерьерами, в их конструкции применены крэш-системы, статические преобразователи электроэнергии собственных нужд, винтовые компрессоры, ряд других систем и устройств, обеспечивающих комфорт пассажиров и удобство обслуживания.

Все эти проекты ведутся в рамках регулярно обновляемого перспективного продуктового плана – «Продуктовой стратегии» «Трансмашхолдинга», формируемой на основе маркетинговых исследований.

Основной особенностью текущего продуктового плана стала его нацеленность не только на внутренний, но и на внешние рынки.

Так, «Трансмашхолдинг» уже реализует проект в Венгрии, где был выигран тендер на модернизацию вагонов метро. При этом, используя весь опыт создания новых вагонов, «Метровагонмаш» создал практически новые вагоны на основе кузовов вагонов старого типа – с новым интерьером, соответствующим современным традициям европейского дизайна, экономичной и надежной системой тягового привода с асинхронными тяговыми двигателями и



В 2016 году произошла смена линейки электропоездов Демидовского машиностроительного завода. Начался выпуск электричек ЭП2Д и ЭП3Д

тяговыми преобразователями на основе IGBT-транзисторов, современными микропроцессорными системами управления поездом, встроенной системой диагностики поездного оборудования и информирования пассажиров.

Новые пассажирские вагоны уже разработаны Тверским вагоностроительным заводом для Египта. В скором времени ожидается проведение их испытаний. Готовятся и проекты локомотивов для зарубежных стран, при этом уже выигран тендер на поставку магистральных тепловозов для Республики Куба.

Продуктовый план «Трансмашхолдинга» предусматривает и изменяющуюся структуру железнодорожного рынка нашей страны. Уже известно, что в грузовом движении наш основной заказчик – РЖД – делает ставку на повышение веса обычных грузовых поездов и организацию высокоскоростных контейнерных перевозок. Пассажирское же движение связывается с организацией высокоскоростных и скоростных маршрутов.

Основными требованиями во всех случаях остаются высокий уровень надежности и низкая стоимость жизненного цикла.

Опираясь на эти базовые принципы, «Трансмашхолдинг» вместе со своими партнерами – в первую очередь стратегическим партнером – компанией «Альстом» – сегодня строит свою техническую политику и готовит новые проекты для удовлетворения растущих и меняющихся запросов наших клиентов. 🚂

Мониторинг ситуации в промышленности на основании индексов ИПЕМ: по итогам I квартала 2017 года

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

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

Аннотация: В статье приведен обзор текущей ситуации в промышленности по итогам I квартала 2017 года на основании индексов, разработанных ИПЕМ. Даны основные результаты расчета индексов со снятием сезонного фактора, а также в разрезе отраслевых групп. Представлен подробный анализ системообразующих отраслей промышленности России, в том числе топливно-энергетического комплекса. Выявлены основные факторы, оказывающие позитивное и негативное влияние на развитие промышленности в конце 2016 года. Также приводятся основные макроэкономические индикаторы состояния российской промышленности.

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

Трансфер технологий: значение в развитии транспортного машиностроения

Хардер Ян Кристоф, генеральный директор Molinari Rail Systems GmbH

Контактная информация: CH-8400, Швейцария, Винтертур, Меркурштрассе, 25, тел.: +41 (52) 320-60-34, e-mail: jan.harder@molinari-rail.com

Аннотация: В рамках статьи раскрываются вопросы, касающиеся сущности трансфера технологий, его роли в инновационном развитии транспортного машиностроения стран ЕАЭС на примере проектов компании Молилари.

Ключевые слова: трансфер технологий, научно-техническое сотрудничество, транспортное машиностроение, ЕАЭС, рама тележки тепловоза.

Перспективы развития системы добровольной сертификации

Владимир Алексеевич Матюшин, к.т.н., вице-президент НП «ОПЖТ»

Контактная информация: 129272, Россия, Москва, Рижская пл., д. 3, тел.: +7 (499) 262-56-92, e-mail: opzt@opzt.ru

Using IPEM indices to monitor Russian industry development in the first quarter of 2017

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

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

Annotation: The article provides an overview of the current situation in the Russian industry in the I quarter of 2017 on the basis of indices developed by IPEM. It includes main results of indices calculation taking into account seasonal factor and industry groups' breakdown. The article analyzes in depth Russian backbone industries, including fuel and energy complex. It reveals main factors that have positive and negative impact on industrial development in the beginning of 2017. It also provides the main macroeconomic indicators of the Russian industry.

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

Technology transfer: the meaning and the role in development of the transport machinery innovations

Jan Harder, Jan C. Harder, CEO of Molinari Rail Systems GmbH

Contact information: 25, Merkurstrasse, Winterthur, Switzerland, CH-8400, tel: +41 (52) 320-60-34, e-mail: jan.harder@molinari-rail.com

Annotation: This article gives a better insight in the meaning of technology transfer, its role in the transport machinery innovations in the Eurasian economic union members, referring to Molinari projects.

Keywords: technology transfer, scientific and technology collaboration, transport machinery, Eurasian economic union, bogie frame.

Prospects for the development of the voluntary certification system

Vladimir Matushin, PhD., vice president, NP «OPZT»

Contact information: bld. 3, Rizhskaya sq., Moscow, Russia, 129272, tel: +7 (499) 262-56-92, e-mail: opzt@opzt.ru

Аннотация: Повышение качества продукции с целью удовлетворения требований потребителей и повышение ее конкурентоспособности продолжает оставаться одной из острых и актуальных проблем экономики. Как показывает зарубежный опыт, значительную роль в решении этой проблемы занимает добровольная сертификация продукции. В нашей стране система не получила широкого распространения и действует не эффективно. Статья посвящена проблеме повышения эффективности систем добровольной сертификации на рынке продукции железнодорожного назначения и развития системы в рамках Некоммерческого партнерства «Объединение производителей железнодорожной техники».

Ключевые слова: качество продукции, добровольная сертификация, конкурентоспособность, аккредитация, признание органов сертификации, НП «ОПЖТ».

Об оптимизации и дальнейшей систематизации технических требований в ГОСТ 30803 «Колеса зубчатые тяговых передач тягового подвижного состава»

Михайлов Геннадий Иванович, заместитель главного конструктора, АО «ВНИКТИ»

Контактная информация: 140402, Россия, Московская обл., г. Коломна, ул. Октябрьской революции, 410, тел.: +7 (496) 613-09-18, e-mail: mikhailov@vnikti.com

Аннотация: В редакции ГОСТ 30803-2014 в целом сохранена преемственность в развитии технических требований на зубчатые колеса тягового подвижного состава, унаследованных от предыдущих нормативных документов. Однако в последней редакции стандарта вызвали острую дискуссию вопросы проведения испытаний на изгибную и контактную усталостную прочность зубьев, становящихся обязательными в связи с введением в 2017 году ТР ТС 001/2011. В связи с этим в качестве продолжения оптимизации и систематизации требований рекомендуется ввести распределение видов испытаний на усталостную изгибную прочность зубьев в зависимости от класса тягового привода, типа зубчатого зацепления и вида термоупрочнения зубьев, а контактную усталостную прочность зубьев определять расчетным методом согласно ГОСТ 21354-87.

Ключевые слова: зубчатые колеса, технические требования, нормативные документы, испытания, расчеты, изгибная и контактная усталостная прочность зубьев.

Annotation: Improving the quality of products in order to meet the requirements of consumers and increase its competitiveness continues to be one of the acute and urgent problems of the economy. As foreign experience shows, voluntary certification of products plays a significant role in solving this problem. In our country, the system has not been widely used and is not effective. The article is enlightened to the problem of increasing the effectiveness of voluntary certification systems in the market of railway products and development of the system within the framework of the Non-Profit Partnership "Association of Railway Machinery Manufacturers".

Keywords: quality of products, voluntary certification, competitiveness, accreditation, recognition of certification bodies.

About optimisation and further systematization the technical requirements in GOST 30803 "Gears of driven traction rolling stock gearings"

Gennady Mikhailov, Deputy of Chief designer, AO "VNIKTI"

Contact information: 410, Oktyabrskoy revolyutsiy, Kolomna, Moscow region, Russia, 140402, tel.: +7 (496) 613-09-18, e-mail: mikhailov@vnikti.com

Annotation: In the edition of GOST 30803-2014 the continuity in development of technical requirements for gear wheels of traction rolling stock, inherited from previous regulatory documents, has been preserved. However, in the latest version of the standard, the issues of carrying out tests for the bending and contact fatigue strength of the teeth, which become mandatory due to the introduction in 2017 of TR TS 001/2011, provoked a heated discussion. In this regard, as a continuation of optimization and systematization of requirements, it is recommended to introduce the distribution of types of tests for the fatigue bending strength of the teeth, depending on the class of the traction drive, the type of gearing and the type of thermal hardening of the teeth, and the contact fatigue strength of the teeth is determined by the calculation method in accordance with GOST 21354-87.

Keywords: gear wheels, technical requirements, regulatory documents, tests, calculations, bending and contact fatigue strength of teeth.

Пути повышения энергетической эффективности электровозов переменного тока с коллекторными тяговыми машинами

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

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

Аннотация: В статье рассмотрены пути повышения коэффициента мощности, как показателя энергетической эффективности, на электровозах переменного тока. Озвучены достоинства и недостатки применения разных способов и ряда технических решений повышения энергетической эффективности на электровозах переменного тока с коллекторными тяговыми двигателями. Раскрыта проблема реализации применения компенсаторов реактивной мощности на Российских локомотивах.

Ключевые слова: энергосбережение, электровоз, расход электрической энергии, потери мощности, тяговый подвижной состав, коллекторная тяговая машина.

Эффективность сервисного обслуживания локомотивов

Лакин Игорь Капитонович, д.т.н., профессор, директор департамента развития систем мониторинга технического состояния локомотивов (ДРСМ) ООО «Локомотивные технологии»

Пустовой Илья Владимирович, начальник управления автоматизации технологических процессов ДРСМ, аспирант ОмГУПС

Контактная информация: 109074, Россия, г. Москва, Славянская пл., д. 2/5/4, стр. 3, тел.+7 (495) 989-63-60 (доб. 189), e-mail: i.k.Lakin@tmh-service.ru

Аннотация: Рассмотрено важное направление повышения эффективности сервисной системы технического обслуживания и ремонта локомотивов: создание в сервисных локомотивных депо информационно-управляющей системы АСУ «Сетевой график» (АСУ СГ). Описаны основные функции АСУ СГ. Особое внимание уделено реализации в АСУ СГ методов международных стандартов управления качеством по принципу «Встроенное качество», при котором алгоритмы и формулы инкапсулируются в программное обеспечение. Рассмотрен пример инкапсуляции применительно к управлению неснижаемым запасом на складе. Описан опыт внедрения АСУ СГ и возникающие при этом проблемы. Показана технико-экономическая эффективность АСУ СГ, описаны источники эффекта.

Ключевые слова: локомотив, техническое обслуживание, ремонт, сервисное обслуживание, инкапсуляция математических методов, эффективность, внедрение, информационно-управляющие системы.

Ways to increase the energy efficiency of AC electric locomotives with collector traction machines

Ivan Vasiliev, Post-Graduate student, Moscow Power Engineering Institute

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

Annotation: The article considers ways of improving the power factor as an indicator of energy efficiency on AC locomotives. The advantages and disadvantages of different methods and technical solutions to improve energy efficiency on AC locomotives with collector traction engines are presented. The problem of implementation of reactive power compensators on Russian locomotives is disclosed.

Keywords: energy saving, electric locomotive, consumption of electric energy, power loss, traction rolling stock, collector traction engines.

The efficiency of the locomotive service

Igor Lakin, PhD., Professor, Director of Department of development of systems of monitoring of technical condition of locomotives (DDSM) LLC "Locomotive technologies"

Ilya Pustovoy, chief of Department of automation of technological processes DDSM, graduate student OSTU

Contact information: 2/5/4, Slavyanskaya ploshad, Moscow, Russia, 109074, tel.: +7 (495) 989-63-60 (189), e-mail: i.k.Lakin@tmh-service.ru

Annotation: The important direction of increasing the efficiency of the service system of maintenance and repair of locomotives is considered: the creation in the service locomotive depot of the information and control system of the ACS «Network Graph» (ACS SG). The main functions of the ACS control system are described. Particular attention is paid to the implementation in the ACS SG of methods of international quality management standards on the principle of "Built-in quality", in which algorithms and formulas are encapsulated in software. An example of encapsulation as applied to the management of a non-reducible stock in a warehouse is considered. The experience of introduction of the automated control system of the SG and associated problems are described. The technical and economic efficiency of the automated control system of the SG is shown, the sources of the effect are described.

Keywords: locomotive, maintenance, repair, service, encapsulation of mathematical methods, efficiency, implementation, information management systems.

Способ продления срока службы стрелочных переводов

Блажко Людмила Сергеевна, д.т.н. профессор кафедры «Железнодорожный путь» Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС)

Дмоховский Михаил Эдуардович, первый заместитель ревизора по безопасности движения Октябрьской железной дороги

Захаров Владислав Борисович, к.т.н. доцент кафедры «Железнодорожный путь» Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС)

Контактная информация: 190031, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 9, тел.: +7 (812) 457-85-63, e-mail: zakharov@pgups.ru

Аннотация: Предложен способ продления срока службы стрелочных переводов за счет формирования нового поперечного профиля головки рамного рельса. Дана качественная и техническая оценки внедрения этого способа.

Ключевые слова: стрелочный перевод, рамный рельс, остряки, шлифовка, срок службы, напряжение, ожидаемый эффект.

Новый вид маневрового железнодорожного транспорта – ТЭМ28

Петраков Дмитрий Иванович, к.т.н., доцент кафедры ПСЖД БГТУ, технический руководитель проекта – руководитель бюро перспективного проектирования ИЦ АО «УК «БМЗ»

Чудаков Павел Леонидович, заместитель начальника НТЦ ИЦ АО «УК «БМЗ»

Котов Олег Михайлович, ведущий инженер-программист НТЦ ИЦ АО «УК «БМЗ»

Контактная информация: 127055, Россия, г. Москва, ул. Бутырский вал, 26, стр. 1, тел.: +7 (495) 744-70-93, e-mail: info@tmholding.ru

Аннотация: В статье изложены результаты создания перспективной разработки Брянского машиностроительного завода: маневровый тепловоз ТЭМ28. Рассматриваются основные технические характеристики, конструкционные особенности. Подробно раскрываются пункты, описывающие модули дизельного помещения, кабины, тормозного оборудования, тележки и системы управления.

Ключевые слова: Трансмашхолдинг, Брянский машиностроительный завод, ТЭМ28, маневровый тепловоз, модули тепловоза, жизненный цикл, локомотивостроение, новые подходы, единая технологическая платформа, алгоритмы управления тягой.

Method of extending the life of turnouts

Ludmila Blazhko, PhD, Professor Department of Railway Track Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

Mikhail Dmokhovskij, First Deputy Auditor of the traffic safety the Oktyabr'skaya Railway

Vladislav Zakharov, PhD, Associate Professor Department of Railway Track Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

Contact information: 9, Moskovskiy prospect, Saint-Petersburg, Russia, 190031, tel.: +7 (812) 457-85-63, e-mail: zakharov@pgups.ru

Annotation: A method for extending the service life of turnouts is proposed, by forming a new transverse profile of the head of the stoke rail. A qualitative and technical assessment of the implementation of this method is given.

Keywords: turnouts, stock rail, switch blades, rail grinding, service life, stress, the expected effect.

New type of shunting railway transport - TEM28

Dmitriy Ivanovich Petrakov, PhD. in Engineering Science, associate professor at Dept. of Railway Rolling Stock, Bryansk State Technical University (BSTU), project engineering manager – Head of Advanced Engineering Office at the Research Center of Bryansk Engineering Plant

Pavel Leonidovich Chudakov, Deputy Head of R&D Office at the Research Center of Bryansk Engineering Plant

Oleg Mikhailovich Kotov, Principal Software Engineer of R&D Office at the Research Center of Bryansk Engineering Plant

Contact information: 26/1, Butyrskiy Val, Moscow, Russia, 127055, tel.: +7 (495) 744-70-93, e-mail: info@tmholding.ru

Annotation: The article deals with the results of an advanced development at Bryansk Engineering Plant: TEM28 shunting diesel locomotive. Key technical characteristics and specific design features are reviewed. Special attention is given to parts describing in detail the engine room modules, driver cab, braking equipment, bogie, and control system.

Keywords: Transmashholding, Bryansk Engineering Plant, TEM28, shunting diesel locomotive, diesel locomotive modules, life cycle, locomotive building, new approaches, common technological platform, traction control logic.

Доводка рабочего процесса дизеля 12ДМ-21Л для тепловоза ТГ16М с турбокомпрессорами TPS48D-01

Шестаков Дмитрий Сергеевич, к.т.н, начальник отдела разработки двигателей и силовых установок ООО «Уральский дизель-моторный завод» (ООО «УДМЗ»), доцент кафедры «Турбины и дизели» Уральского Федерального Университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

Морозов Андрей Сергеевич, инженер-конструктор бюро систем и агрегатов ООО «УДМЗ»

Контактная информация: 620057, Россия, г. Екатеринбург, ул. Фронтových бригад, 18, тел.: +7 (902) 271-40-92, e-mail: dmshe@mail.ru (Шестаков Д.С.), тел.: +7 (965) 842-66-36, e-mail: ahdpeim@mail.ru (Морозов А.С.)

Аннотация: В статье изложены результаты испытаний турбокомпрессоров TPS48D-01 производства фирмы ABB (Швейцария) в составе дизеля 12ДМ21Л. Приведены результаты замеров и расчет параметров с двумя вариантами сопловых аппаратов, построена гидравлическая характеристика дизеля.

Ключевые слова: турбокомпрессор, дизель, испытания, доводка рабочего процесса, гидравлическая характеристика.

Защита рабочей тяги стрелочного перевода от волочащегося груза или деталей подвижного состава

Чуян Сергей Николаевич, доцент каф. «Железнодорожный путь», декан факультета «Транспортные и энергетические системы», Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I (ПГУПС)

Поляков Борис Олегович, студент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», ПГУПС

Ватулина Екатерина Яновна, студентка кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», ПГУПС

Контактная информация: 190031, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 9, тел.: +7 (812) 457-82-29, e-mail: pgups_tes@mail.ru

Аннотация: В статье приведены результаты моделирования аэродинамического воздействия высокоскоростного поезда «Сапсан» на отбойные брусья различной конструкции, разработана оптимальная конструкция отбойного бруса для защиты путевых устройств расположенных внутри рельсовой колеи.

Ключевые слова: отбойный брус, аэродинамическое воздействие, стрелочный перевод.

Debugging work process of diesel engine 12CHN21L for locomotive TG16M with turbochargers TPS48D-01

Dmitriy Shestakov, DSc in Engineering, head of the department of development of engines and propulsion systems of Ural diesel-motor works (UDMW), Associate Professor of the Department «Turbines and Engines» of Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin

Andrey Morozov, design engineer of bureau of systems and components UDMW

Contact information: 18, Frontovykh Brigad, Ekaterinburg, Russia, 620057, tel.: +7 (902) 271-40-92, e-mail: dmshe@mail.ru (Shestakov), tel.: +7 (965) 842-66-36, e-mail: Ahdpeim@mail.ru (Morozov)

Annotation: The article presents the results of testing turbochargers TPS48D-01 manufactured by ABB (Switzerland) as a part of the 12DM21L diesel engine. The results of measurements and calculation of parameters with two variants of nozzle devices are presented, the hydraulic characteristic of a diesel engine is built.

Keywords: turbocharger, diesel, testing, debugging of work process, hydraulic characteristics.

Protection of the working thrust of the switch from dragging cargo or rolling stock components

Sergey Chuyan, associate Professor, DEP. "Railway road", Dean of the faculty "Transport and energy system", Petersburg state transport University of Emperor Alexander I (PSTU)

Boris Polyakov, student of the Department "Cars and car economy", PSTU

Ekaterina Vatulina, student, Department "Cars and car economy", PSTU

Contact information: 9, Moskovsky prospect, Saint-Petersburg, Russia, 190031, tel: +7 (812) 457-82-29, e-mail: pgups_tes@mail.ru

Annotation: The article presents the results of modeling the aerodynamic effects of high speed trains "Sapsan" on the bumper bars of various designs. Developed an optimal design of the striker bar to protect the travel arrangement is located inside a rail track.

Keywords: bumper bars, the aerodynamic effect, the points.

ТЕХНИКА®

ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

ОБЪЕКТИВНОЕ ОТРАЖЕНИЕ
СОСТОЯНИЯ И ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ
ОТЕЧЕСТВЕННОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО
МАШИНОСТРОЕНИЯ

В КАЖДОМ НОМЕРЕ:

Новые
конструкторские
решения в России
и за рубежом

Анализ проблем
и перспектив
развития отрасли

Статистическая
информация
по производству
железнодорожной
техники

Интервью
с первыми лицами
отрасли

Страницы истории
железнодорожного
дела



ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ!

Через все подписные
каталоги России:
индекс **41560**

Через научную элек-
тронную библиотеку
eLibrary.ru

Через редакцию
напрямую

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

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



ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ЕСТЕСТВЕННЫХ МОНОПОЛИЙ

аналитика | статистика | исследования | прогнозы | обзоры



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