

Эволюция технических требований на колесные пары для скоростного подвижного состава

В. И. ГРЕК¹, Г. И. МИХАЙЛОВ², В. И. ДРАГУН²

¹ Федеральное агентство железнодорожного транспорта «Регистр сертификации на федеральном железнодорожном транспорте» (ФБУ РС ФЖТ), Москва, 129626, Россия

² Акционерное общество «Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт подвижного состава» (АО «ВНИКИ»), Коломна, 140402, Россия

Аннотация. Представлен ретроспективный обзор технических требований на создание и испытания колесных пар скоростного подвижного состава в СССР и России с 1980-х гг. по настоящее время. Отечественный опыт накапливался в процессе разработки пассажирских вагонов локомотивной тяги и моторвагонного подвижного состава. В значительной мере этому содействовал опыт эксплуатации скоростного электровоза ЧС200 с поездами «Аврора» и «Тройка», электропоезда ЭР200 со скоростями движения до 200 км/ч. Наиболее продуктивным стало последнее десятилетие, когда совместная работа институтов ОАО «РЖД» и ведущих европейских фирм способствовала появлению в России подвижного состава в скоростном диапазоне до 250 км/ч (конструкционной скоростью до 300 км/ч).

Ключевые слова: колесная пара; скоростной подвижной состав; нормативные документы; испытания; сопротивление усталости

Введение. В нашей стране всегда существовали нормативные документы (ГОСТы, ОСТы, Руководства по ремонту и т.п.), определяющие основные требования к проектированию, изготовлению и ремонту колесных пар, учитывая их значительное влияние на безопасность эксплуатации подвижного состава. Они периодически пересматривались на основе изучения отечественного и мирового опыта.

Однако следует отметить, что технические требования к колесным парам в этих нормативных документах зачастую имели свои особенности, поскольку разрабатывались разными организациями-исполнителями и применительно к определенному типу подвижного состава.

В связи с развитием в России скоростного, а затем и высокоскоростного подвижного состава представляет интерес рассмотреть эволюцию технических требований к колесным парам для их дальнейшего развития и прогнозирования.

В качестве примера рассмотрена эволюция (изменение) основных технических требований в нормативных документах по колесным парам тягового подвижного состава (ГОСТ 11018) за период с 1987 г. по настоящее время и к вагонным колесным парам

(ГОСТ 4835) за период с 1980 г. по настоящее время. Результаты анализа представлены в табл. 1.

Как показывает опыт развития нормативной базы по колесным парам, ее созданию предшествовала разработка и апробация нового подвижного состава. Можно условно разделить эволюцию технических требований к колесным парам скоростного подвижного состава на три этапа.

Этап 1. Выпускавшиеся в СССР пассажирские вагоны дальнего сообщения (локомотивной тяги) и моторвагонный подвижной состав (МВПС) пригородного сообщения имели конструкционную скорость не более 130 км/ч. И только в конце 1970-х гг. движение со скоростями до 160 км/ч началось на маршруте Москва—Ленинград с началом эксплуатации скоростного электровоза ЧС200 с поездами «Аврора» и «Тройка». В 1984 г. был запущен в регулярную эксплуатацию электропоезд ЭР200 [1] производства Рижского вагоностроительного завода (РВЗ) с конструкционной скоростью 200 км/ч, который эксплуатировался более 20 лет, устарев морально и физически к концу этого срока.

На тот период основными действующими нормативными документами по колесным парам были ГОСТ 11018–87 и ГОСТ 4835–80. Требования ГОСТ 11018–87 распространялись на колесные пары, эксплуатирующиеся со скоростями до 200 км/ч, а в ГОСТ 4835–80 — только до 160 км/ч. В табл. 1 представлены наиболее важные требования, обеспечивающие безопасность эксплуатации колесных пар, которые должны предъявляться к колесным парам при их изготовлении. В то время доля таких требований была незначительна. Остальные требования излагались в конструкторской документации.

Отсутствовали единые требования к оценке прочности колесных пар. Существовали разрозненные методики по расчетному определению усталостной прочности осей колесных пар.

Основным способом оценки усталостной прочности колесных пар и определения на этой базе их

■ E-mail: vigrek@yandex.ru (В. И. Грек)

Таблица 1

Эволюция технических требований к колесным парам

Table 1

Evolution of technical requirements for the wheelsets

Наименование нормативного требования	ГОСТ 11018–87	ГОСТ 11018–2000	ГОСТ 11018–2011	ГОСТ 4835–80	ГОСТ 4835–2006	ГОСТ 4835–2013
1. Расстояние между внутренними боковыми поверхностями ободьев колес в одной колесной паре (КП), мм, не более: 120 км/ч < $v_k \leq 160$ км/ч $v_k > 160$ км/ч	1440 ± 1 1440 ± 1	1440 ± 1 1440 ± 1	1440 ± 1 1440 ± 1	1440 ⁺² ₋₁ –	1440 ⁺² ₋₁ –	1440 ⁺² ₋₁ 1440 ± 1
2. Разность расстояний между внутренними боковыми поверхностями ободьев колес в одной КП, мм, не более: $v_k \leq 160$ км/ч	1,0	–	–	1,5	1,5	–
3. Разность диаметров колес по кругу катания в одной КП, мм, не более: $v_k \leq 160$ км/ч 160 км/ч < $v_k \leq 200$ км/ч $v_k > 200$ км/ч	0,5 0,5 –	– – –	0,5 0,5 0,3	1,0 – –	1,0 – –	1,0 0,5 0,3
4. Разность расстояний от торцов шеек или предподступичных частей оси до внутренних боковых поверхностей ободьев колес с одной и другой сторон КП, мм, не более: $v_k \leq 160$ км/ч 160 км/ч < $v_k \leq 200$ км/ч $v_k > 200$ км/ч	– – –	2,0 2,0 –	2,0 2,0 1,0	3,0 – –	3,0 – –	3,0 2,0 1,0
5. Отклонение от соосности кругов катания колес относительно оси базовой поверхности, мм, не более	–	–	–	1,0	1,0	–
6. Допуск торцевого биения внутренних боковых поверхностей ободьев колес относительно базовой оси, мм: 120 км/ч < $v_k \leq 160$ км/ч 160 км/ч < $v_k \leq 200$ км/ч $v_k > 200$ км/ч	– – –	0,8 0,5 –	0,8 0,5 0,3	– – –	– – –	– 0,5 0,3
7. Допуск торцевого биения торцов тормозных дисков относительно базовой оси, мм: 160 км/ч < $v_k \leq 200$ км/ч $v_k > 200$ км/ч	– –	– –	– –	– –	– –	0,75 0,5
8. Допуск радиального биения круга катания колес относительно базовой оси, мм: 120 км/ч < $v_k \leq 200$ км/ч $v_k > 200$ км/ч	0,5 –	0,3 –	0,3 0,3	– –	– –	0,5 0,3
9. Значение конечных усилий запрессовки колес, тс, на каждые 100 мм диаметра подступичной части оси: $v_k \leq 160$ км/ч 160 км/ч < $v_k \leq 200$ км/ч $v_k > 200$ км/ч	– – –	40–55 –	45–65 45–65 (3,9–5,8)d**)	39–58 –	39–58 –	39–58 39–58 (34,7–59,1*)
10. Значение конечных усилий запрессовки тормозных дисков, тс, на каждые 100 мм диаметра подступичной части оси: $v_k \leq 160$ км/ч 160 км/ч < $v_k \leq 200$ км/ч $v_k > 200$ км/ч	– – –	– – –	15–30 15–30 (3,9–5,8)d**)	– – –	– – –	8–14,5 39–58 34,7–59,1*)
11. Значение допустимого остаточного динамического дисбаланса КП, кг·см: 140 км/ч < $v_k \leq 160$ км/ч 160 км/ч < $v_k \leq 200$ км/ч $v_k > 200$ км/ч	– – –	12,5 7,5 –	25 15 5,0	60 – –	60 – –	25 7,5 5,0

*) Для значения натягов j , мм, колес и ступиц тормозных дисков $0,0010d_n \leq j \leq 0,0015d_p + 0,06$
**) d – в мм, конечное усилие в кН при длине сопряжения от 0,8 до 1,1 d

коэффициентов запаса сопротивления усталости были стендовые прочностные испытания, которые выполнялись во ВНИТИ (в настоящее время — АО «ВНИКТИ», г. Коломна) на уникальном стендовом оборудовании собственной разработки. Испытания проводились с использованием собственных методик, разработанных в институте.

Посредством приложения вертикальных и боковых нагрузок к колесной паре в стендовых условиях определялись напряженно-деформированное состояние оси и колеса, амплитуды эксплуатационных нагрузок и их наиболее нагруженные зоны с использованием тензорезисторов, которые устанавливались (наклеивались) в виде отдельных тензорезисторов (на оси) или цепочек в составе двух или трех компонентных розеток (на колесе). Рассматривались напряжения в колесе от действия технологических нагрузок (от запрессовки оси в ступицу колеса, насадки бандажа на колесный центр, закалки обода цельнокатаного колеса). Наиболее ответственным и длительным видом испытаний были испытания осей и колес колесной пары на сопротивление усталости на специальном стенде, обеспечивающем имитацию движения колесной пары в кривых участках пути (с круговым изгибом), с определением их пределов выносливости. Наличие максимальных амплитуд эксплуатационных нагрузок и предела выносливости позволяло определить коэффициенты запаса сопротивления усталости оси и колеса в составе колесной пары и оценить годность ее к эксплуатации.

Этап 2. Дальнейшему развитию скоростного движения послужила выдача РАО «Высокоскоростные магистрали» в 1993–1996 гг. заказа ряду предприятий военно-промышленного комплекса во главе с ЦКБ МТ «Рубин» на разработку и изготовление высокоскоростного поезда (ВСП) ЭС250 «Сокол» (опытный состав из 6 вагонов) с конструкционной скоростью 250 км/ч [2] с асинхронными тяговыми электродвигателями (ТЭД). В этот же период специалистами ПКБ «Магистраль» был выполнен проект, а ОАО «Демидовский машиностроительный завод» изготовило опытный 6-вагонный электропоезд ЭД6 с конструкционной скоростью 160 км/ч [3]. В ходе испытаний обоих опытных поездов не были получены удовлетворительные результаты, поскольку ряд основных узлов отечественного производства имели низкую надежность. В связи с этим в 2002 г. работы по их доводке были прекращены.

Указанные проекты позволили накопить определенный опыт по проектированию, изготовлению и эксплуатации скоростного подвижного состава, что дало возможность пересмотреть действующий ГОСТ 11018–87 и внести определенные изменения в ГОСТ 11018–2000. Так, появились требования к допуску торцевого биения внутренних боковых по-

верхностей ободьев колес относительно базовой оси, радиальному биению, контролю конечных усилий запрессовки и допустимого остаточного динамического дисбаланса. Требования распространялись для скоростей до 200 км/ч. На тот момент в пересмотренном ГОСТ 4835–2006 еще отсутствовали требования, соответствующие современному развитию отечественного скоростного подвижного состава, для скоростей более 160 км/ч. Например, значение остаточного динамического дисбаланса колесной пары для скоростей до 160 км/ч составляло 60 кг·см, что было рассчитано на цельнокатаные колеса, в которых не предусматривалась механическая обточка дисков колес. В то время как мировой опыт по использованию полностью механических обточенных дисков колес позволял снизить остаточный дисбаланс колесной пары до 12,5 кг·см.

В каждой конструкции колесной пары оценивалась усталостная прочность колеса и оси как основных элементов, подвергающихся при работе технологическим, эксплуатационным механическим и тепловым нагрузкам. Наибольший опыт по оценке прочности колесных пар и разработке для них соответствующей нормативной документации сложился у специалистов, занимающихся конструкциями тягового подвижного состава. Такой опыт появился в связи с многообразием конструкций тягового подвижного состава, что заставляло специалистов развивать единые подходы к оценке их прочности независимо от типа подвижного состава. В итоге, на основании проведенных экспериментальных исследований ВНИТИ стал инициатором и основным исполнителем разработки первых нормативных документов по расчетно-экспериментальной оценке прочности колесных пар, которые в дальнейшем использовались при оценке прочности вновь разрабатываемых и модернизируемых колесных пар.

В части новых нормативных документов оценка прочности оси колесной пары от действия эксплуатационных нагрузок выполнялась по ОСТ 32.93–97 «Тяговый подвижной состав. Оси колесных пар. Методика расчета на прочность», а колес — по ОСТ 32.83–97 «Колеса с дисковыми и спицевыми центрами тягового подвижного состава. Расчеты и испытания на прочность. Методические указания». Их дополнил ОСТ 32.168–2000 «Колесные пары локомотивов и моторвагонного подвижного состава. Расчеты и испытания на прочность», в котором был систематизирован набор прочностных испытаний, необходимых для безопасной эксплуатации колесных пар и приведены критерии оценки их прочности. В 2008 г. взамен ОСТ 32.168–2000 был разработан ГОСТ 31373–2008 «Колесные пары локомотивов и моторвагонного подвижного состава. Расчеты и испытания на прочность». Несмотря на то, что данные нормативные до-

кументы были предназначены для оценки прочности колесных пар тягового подвижного состава, методы оценки прочности, изложенные в них, позволили использовать эти требования и для немоторных, в т. ч. вагонных колесных пар.

Этап 3. Дальнейшие усилия по созданию скоростного подвижного состава для Российских железных дорог были направлены на применение отработанных конструкций (на основе базовых платформ) с привлечением ведущих зарубежных фирм. Наиболее эффективным следует отметить сотрудничество ОАО «РЖД» с компанией Siemens AG (Германия) по созданию высокоскоростного электропоезда ЭВС1 «Сапсан» (Velaro RUS — на базе платформы Velaro с конструкционной скоростью 300 км/ч) с асинхронными ТЭД для перевозки пассажиров по маршруту Москва — Санкт-Петербург со скоростями движения до 250 км/ч [4, 5, 6].

Для обеспечения пригородного сообщения на Олимпиаде-2014 в Сочи в 2011–2013 гг. компанией Siemens было изготовлено 54 пятивагонных электропоезда ЭС1 «Ласточка» (Desiro RUS — на базе платформы Desiro ML, с конструкционной скоростью 160 км/ч) [7].

В период 2008–2010 гг. были выполнены работы по созданию скоростного поезда Sm6 «Аллегро» (ETR-460 — на базе поезда Pendolino компании Alstom, Франция) для перевозки пассажиров по маршруту Санкт-Петербург — Хельсинки на линиях колеи 1520/1524 мм со скоростями движения до 220 км/ч.

Следующим шагом на пути освоения инновационного скоростного подвижного состава (СПС) стало создание в 2012–2015 гг. по заказу ООО «Аэроэкспресс» электропоезда серии ЭШ2 KISS RUS (АЭРО) с двухэтажными вагонами (на базе платформы KISS компании Stadler, Швейцария), рассчитанного на скорость движения до 160 км/ч и предназначенного для перевозок пассажиров в московские аэропорты.

По соглашению между ОАО «РЖД» и Министерством транспорта Испании в 2011 г. компания Patentes Talgo S.L. (Испания) начала проводить работы по созданию скоростного поезда постоянного формирования [8] для эксплуатации с электровозной тягой по заказу ОАО «ФПК» — для обеспечения пассажирских перевозок на маршрутах Москва — Нижний Новгород (четыре 20-вагонных поезда в варианте исполнения «А» с конструкционной скоростью 160 км/ч) и Москва — Минск — Варшава — Берлин (три 20-вагонных поезда в варианте исполнения «В» с конструкционной скоростью 200 км/ч).

В каждом из упомянутых выше совместных проектов обсуждались и согласовывались требования технического задания и других документов, предусмотренных проектами, а также возникающие по ходу выполнения проекта вопросы, связанные с раз-

работкой, изготовлением, испытаниями нового подвижного состава. Важнейшим вопросом при создании инновационного скоростного подвижного состава являлось обеспечение прочности и надежности колесных пар.

Поскольку скоростной и высокоскоростной подвижной состав, приобретаемый в последнее время РЖД, был разработан зарубежными (европейскими) компаниями, в проектах технических заданий на инновационный подвижной состав, представленных ими на согласование заказчиком, изначально были заложены требования к колесным парам, соответствующие европейским стандартам категории EN (European Norms), представленным в табл. 2, по которым ранее создавались базовые платформы и их компоненты, в том числе предусматривалось применение европейских марок сталей: EA4T — для осей; R8, R9 — для цельнокатаных колес. Эти требования на колесные пары в ходе работ пришлось гармонизировать с действующей отечественной нормативной документацией (табл. 2), учитывающей российские условия эксплуатации на действующей инфраструктуре ОАО «РЖД».

Как видно, за этот период обновились основополагающие нормативные документы на колесные пары (табл. 1): перестал действовать ГОСТ 11018–2000, а вместо него вступил в силу ГОСТ 11018–2011, взамен ГОСТ 4835–2006 начал действовать ГОСТ 4835–2013. В них был перенесен как отечественный, так и зарубежный опыт по формированию технических требований к колесным парам скоростного и высокоскоростного подвижного состава. Так, были установлены требования к параметрам шероховатости полностью механически обработанных колес и разности диаметров колес по кругу катания в одной колесной паре, значения допустимого остаточного динамического дисбаланса колесных пар, в том числе при скоростях свыше 200 км/ч.

В соответствии с европейским опытом были откорректированы диапазон конечных усилий запрессовки для скоростей свыше 200 км/ч и начальная форма диаграммы запрессовки в связи с использованием более коротких заходных частей сопрягаемых деталей.

В указанных нормативных документах появились требования к обязательному контролю в основных элементах колесных пар (ось и колеса) их пределов выносливости и допустимых коэффициентов запаса сопротивления усталости и при необходимости коэффициентов запаса статической прочности. Для колесных пар тягового подвижного состава идет ссылка на ГОСТ 31373–2008, а для вагонных колесных пар введены соответствующие требования в ГОСТ 4835–2013.

Следует отметить, что к настоящему времени разработан нормативный документ ГОСТ 33783–2016 «Колесные пары железнодорожного подвижного состава. Методы определения показателей прочности»,

Основные нормативные документы по колесным парам

Basic regulatory documents on wheelsets

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

который должен вступить в действие с 01.05.2017 г. Новый межгосударственный стандарт заменит отраслевые стандарты, в нем учитывается накопленный к настоящему времени отечественный и мировой опыт по оценке прочности колесных пар.

Заключение. Совместная работа отраслевых научных институтов и ведущих зарубежных и отечественных изготовителей подвижного состава способствовала появлению на Российских железных дорогах нового класса подвижного состава в диапазоне скоростей до 250 км/ч и совершенствованию отечественных нормативных документов для проектирования и изготовления колесных пар для скоростного и высокоскоростного подвижного состава, отвечающих мировому уровню. Эта нормативная база может стать основой для перехода к следующему этапу развития скоростного движения в России с еще более высокими скоростями [9, 10]. При этом еще более высокие требования надежности будут предъявляться [11] и к ходовой части подвижного состава. Решению этой

сложной задачи будет способствовать полученный на предыдущих этапах развития опыт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуткин Л. В., Дымант Ю. Н., Иванов И. А. Электропоезд ЭР200. М.: Транспорт, 1981. 192 с.
2. Акопян Г. А., Брусов А. К. «Сокол» готовится к «полету» // Локомотив. 2000. № 7. С. 33–36.
3. Сиротинкин С. Б., Куприянов М. В. Знакомьтесь: электропоезд ЭД6 // Локомотив. 2001. № 7. С. 40–42.
4. Грек В. И., Михайлов Г. И. Конструктивные особенности колесных пар моторных вагонов электропоездов // Вісник СЧУ. 2010. № 5 (147). Ч. 1. С. 57–60.
5. Технологические особенности высокоскоростного поезда VELARO RUS / В.А. Гапанович, А.С. Назаров, А.Н. Яговкин [и др.] // Техника железных дорог. 2009. № 5. С. 8–20.
6. Скляревская И. Р. Сапсан. 5 лет. Состояние: отличное. СПб.: Статус, 2014. 224 с.
7. Циглер В., Манглер Р. Desiro RUS — перспективный поезд для пригородных перевозок в России // Локомотив. 2012. № 4. С. 35–38.

8. Залепухин А. А., Лыхин И. С., Краснобаев О. А. Особенности пассажирских вагонов производства Patentes Talgo S.L. // *Техника железных дорог*. 2015. № 4. С. 42–49.

9. Мишарин А. С. Стратегия развития высокоскоростного и скоростного железнодорожного сообщения в России // *Научное обеспечение инновационного развития и повышения эффективности деятельности железнодорожного транспорта* / под ред. Б. М. Лапидуса. М.: Миттель Пресс, 2014. С. 21–32.

10. Киселев И. П. *Высокоскоростной железнодорожный транспорт*. М.: ФГБОУ «УМЦ ЖДТ», 2014. Т. 2. 373 с.

11. Технические требования. *Высокоскоростной подвижной состав для ВСМ: утв. первым вице-президентом ОАО «РЖД» А. С. Мишариным 08.06.2015. М., 2015.*

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

ГРЕК Виктор Иванович,
канд. техн. наук, советник руководителя ФБУ «РС ФЖТ»

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

ДРАГУН Валентина Ивановна,
начальник научного центра «Стандартизация и методология технического регулирования», АО «ВНИКТИ»

Статья поступила в редакцию 22.09.2016 г., актуализирована 12.12.2016 г., принята к публикации 17.12.2016 г.

Evolution of technical requirements for wheelsets for high-speed rolling stock

V. I. GREK¹, G. I. MIKHAYLOV², V. I. DRAGUN²

¹Federal Railway Transport Agency "Certification Register on the Federal Railway Transport" (FBU RS FZHT), Moscow, 129626, Russia

²Joint Stock Company "Railway Research, Design and Technology Institute" (JSC "VNIKTI"), Kolomna, 140402, Russia

Abstract. The article presents retrospective review of the technical requirements for the creation and testing of wheelset for speed rolling stock in the Soviet Union and Russia since the 1980s until now.

Creation of wheelsets performed using both domestic experience and the experience of foreign companies. The domestic experience in development of technical requirements for the wheel sets accumulated during the development of domestic passenger cars of locomotive traction and electric multiple unit trains (EMU).

To a large extent this contributed to the experience of operating high-speed electric locomotive CHS200 with "Aurora" and "Troika" trains as well as EMU ER200 with speeds up to 200 km/h. Then – the creation of high-speed train ES250 "Sapsan" with a design speed 250 km/h, and EMU ED6 with design speed 160 km/h.

The most productive was the last decade, when for designing high speed rolling stock European companies with relevant experience were involved. The joint work of research institutes of JSC "Russian Railways" and leading European companies led to the appearance in Russia of rolling stock with the range speed up to 250 km/h (design speed of 300 km/h).

Improving the regulatory framework will be the basis for the transition to the next stage in the development of high-speed transport in Russia with even higher speeds. In this case even higher reliability requirements will be presented to the running part of the rolling stock. Development experience obtained in the previous stages will contribute to this challenge.

Keywords: wheelset; high-speed rolling stock; regulatory framework; testing; fatigue resistance

DOI: <http://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2017-76-1-51-56>

REFERENCES

- Gutkin L. V., Dymant Yu. N., Ivanov I. A. *Elektropoezd ER200* [Electric locomotive ER200]. Moscow, Transport Publ., 1981, 192 p.
- Akopyan G. A., Brusov A. K. "Sokol" gotovitsya k "poletu" ["Sokol" gets ready to "fly"]. *Lokomotiv*, 2000, no. 7, pp. 33–36.
- Sirotkin S. B., Kupriyanov M. V. *Znakom'tes': elektropoezd ED6* [Please meet electric multiple unit ED6]. *Lokomotiv*, 2001, no. 7, pp. 40–42.
- Grek V. I., Mikhaylov G. I. *Konstruktivnyye osobennosti kolesnykh par motornykh vagonov elektropoezdov* [Design features of wheelsets of electric multiple units]. *Visnik SNU*, 2010, no. 5 (147), p. 1, pp. 57–60.

■ E-mail: vigrek@yandex.ru (V. I. Grek)

5. Gapanovich V. A., Nazarov A. S., Yagovkin A. N., Yanchenko E. G., Shulyndin S. V., Nazarov O. N. *Tekhnologicheskiye osobennosti vysokoskorostnogo poezda VELARO RUS* [Technical features of high-speed train VELARO RUS]. *Tekhnika zheleznykh dorog* [Engineering of railways], 2009, no. 5, pp. 8–20.

6. Sklyarevskaya I. P. *Sapsan. 5 let. Sostoyaniye: otlichnoye* [Sapsan. 5 years. Condition: perfect]. Saint-Petersburg, Status Publ., 2014, 224 p.

7. Zigler V., Mangler R. *Desiro RUS – perspektivnyy poezd dlya prigorodnykh perevozok v Rossii* [Desiro RUS – prospective train for commuter transport in Russia]. *Lokomotiv*, 2012, no. 4, pp. 35–38.

8. Zalepukhin A. A., Lykhin I. S., Krasnobayev O. A. *Osobennosti passazhirskikh vagonov proizvodstva Patentes Talgo S.L.* [Features of production of passenger cars Patentes Talgo S.L.]. *Tekhnika zheleznykh dorog* [Engineering of railways], 2015, no. 4, pp. 42–49.

9. Misharin A. S. *Strategiya razvitiya vysokoskorostnogo i skorostnogo zheleznodorozhnogo soobshcheniya v Rossii* [The development strategy of high-speed railway traffic in Russia]. *Nauchnoye obespecheniye innovatsionnogo razvitiya i povysheniya effektivnosti deyatel'nosti zheleznodorozhnogo transporta* [Scientific support of innovative development and increase the efficiency of railway transport activities]. Moscow, Mittel Press Publ., 2014, pp. 21–32.

10. Kiselev I. P. *Vysokoskorostnoy zheleznodorozhnyy transport* [High-speed railway transport]. Moscow, FGBOU "UMTs ZhDT" Publ., 2014, Vol. 2, 373 p.

11. *Technical requirements. High-speed railway rolling stock for HS lines*. *Approv. First Vice-President of JSC "Russian Railways" Alexander Misharin of June 8, 2015. Moscow, 2015. (in Russ.)*.

ABOUT THE AUTHORS

Viktor I. GREK,
Cand. Sci. (Eng.), Director's Advisor FBU "RS FZHT"

Gennadiy I. MIKHAYLOV,
Deputy Chief Designer, JSC "VNIKTI"

Valentina I. DRAGUN,
Head of the scientific center "Standardization and metrology of technical regulation", JSC "VNIKTI"

Received 22.09.2016

Revised 12.12.2016

Accepted 17.12.2016