

# НАУЧНАЯ ПОДДЕРЖКА РАЗВИТИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ

А.Б. КОСАРЕВ, заместитель генерального директора ОАО «ВНИИЖТ», доктор технических наук

О.Н. НАЗАРОВ, заведующий отделением «Тяговый подвижной состав», кандидат технических наук

**Р**ЕШЕНИЕ вопросов организации скоростного движения пассажирских поездов на отечественных железных дорогах приобрело особое значение начиная с 60-х годов прошлого столетия. Самые высокие скорости реализовывались на линии Москва – Ленинград, которая в декабре 1962 г. была ПОЛНОСТЬЮ переведена на электрическую тягу, и с 25 июня 1963 г. начались регулярные рейсы курьерского поезда «Аврора» с электровозом ЧС2 и временем хода между конечными пунктами 5 ч 27 мин. После завершения работ по совершенствованию систем электроснабжения, автоматики, телемеханики и связи время нахождения в пути экспресса «Аврора» было сокращено до 4 ч 59 мин, а маршрутная скорость возросла до 130,4 км/ч.

В 1971 г. был разработан план реконструкции линии Москва – Ленинград для скорости движения до 200 км/ч. Разработаны и изготовлены: на Рижском вагоностроительном заводе – электропоезд ЭР200, в Чехословакии – электровозы ЧС200, а на Калининском вагоностроительном заводе – вагоны РТ200. 1 марта 1984 г. поезд ЭР200 был введен в регулярную эксплуатацию с временем хода по графику 4 ч 39 мин. После завершения в 1986 г. модернизации системы электроснабжения на лимитирующих участках время его хода было сокращено до 4 ч 25 мин.

В 2005 г. перед ВНИИЖТом была поставлена задача разработать программу подготовки линии Санкт-Петербург – Москва к организации высокоскоростного движения пассажирских поездов. При этом требовалось учесть отсутствие возможности финансовой поддержки программы со стороны государства.

По совместной предварительной оценке ВНИИЖТа и Гипротрансти необходимые капиталовложения в модернизацию инфраструктуры определены в размере 26,4 млрд. руб. без учета единовременных затрат, не связанных с высокоскоростным движением. При этом расчетное время хода составит 2 ч 40 мин, что удовлетворяет основному условию создания конкуренции авиационному транспорту при перевозке пассажиров на этом направлении.

Одновременно была рассмотрена возможность удешевления объема работ на 43% за счет сохранения четырех барьерных мест (станции Бологое и Тверь, мосты через реки Волхов и Мста). При этом время хода поезда составит 2 ч 49 мин и сохранится в конкурентоспособном интервале до 3 ч при уменьшении расчетного запаса времени хода до 6%. Срок окупаемости этого варианта находится в допустимых пределах для такого рода инвестиционных проектов.

На основе проведенных предпроектных исследований ВНИИЖТом был разработан и в сентябре 2005 г. рассмотрен на заседании Научно-технического совета ОАО «РЖД» технико-экономический доклад. Представленные расчеты легли в основу разработки проекта модернизации линии Москва – Санкт-Петербург.

После рассмотрения вариантов ОАО «РЖД» поставило задачу расширения скоростного и высокоскоростного движения в России. В Стратегии развития железнодорожного транспорта определены первоочередные полигоны организации скоростного и высокоскоростного движения и условия, при которых эти проекты будут коммерчески привлекательны для инвесторов. Это прежде всего направления Москва – Санкт-Петербург – Булавская, Москва – Нижний Новгород, Москва – Ростов – Черноморское побережье Кавказа, а также ряд межрегиональных направлений с устойчивым пассажиропотоком (рис. 1). В перспективе возможна организация скоростного движения в международном транспортном коридоре Москва – Крас-

Рис. 1. Перспективные направления для развития скоростного и высокоскоростного движения до 2020 года



ное – Минск – Варшава – Брюссель – Берлин – Париж – Лондон.

Уже началась реализация нескольких проектов:

- *высокоскоростное сообщение с максимальной скоростью до 250 км/ч на линии Москва – Санкт-Петербург с вводом в эксплуатацию в 2009 г. двухсистемного электропоезда;*
- *скоростное сообщение с максимальной скоростью 160 км/ч на направлении Москва – Нижний Новгород;*
- *высокоскоростное сообщение до 220 км/ч на линии Санкт-Петербург – Хельсинки с вводом в эксплуатацию в 2010 г. двухсистемного электропоезда.*

Проводятся предпроектные проработки по организации к Олимпиаде 2014 г. пассажирского сообщения на направлении Москва – Сочи с максимальной скоростью движения 200 и 160 км/ч, созданию специализированной высокоскоростной линии Москва – Санкт-Петербург, на которой намечено реализовать скорости движения до 400 км/ч, а также по организации межрегионального скоростного сообщения с максимальной скоростью 160 км/ч между рядом крупных городов России.

Что касается подвижного состава, в 2004 г. на первом этапе предполагалось создать унифицированный ряд скоростных электропоездов в варианте с моторвагонной тягой и возможностью гибкого формирования их составов с разным числом вагонов в зависимости от условий эксплуатации на конкретных направлениях. Предполагалось закупить 60 электропоездов. Были подготовлены соответствующие технические требования. Однако в дальнейшем при проработке детальной концепции из-за сложности реализации унифицированного ряда электропоездов в заданных экономических параметрах было решено разделить проект на несколько частей.

К реализации проекта электропоезда для линий Москва – Санкт-Петербург и Москва – Нижний Новгород партнером ОАО «РЖД» была определена компания «Си-

менс». В процессе совместной работы немецких и российских специалистов была детально проработана концепция электропоезда. В первоначально предложенную версию Velaro внесено много нового, не применявшегося ранее на поездах «Сименс». Фактически на основе технологий Velaro создается новый российский электропоезд (рис. 2).

Новые технические решения, примененные на электропоезде: кабина машиниста, его рабочее место, система обеспечения безопасности движения, силовая конструкция кузова, система воздухозабора, герметизация подвагонного пространства, технические решения по обеспечению электромагнитной совместимости, работоспособности в условиях низких температур и другие.

В настоящее время закончен этап технического проектирования. В начале 2007 г. в Германии на заводе в городе Крефельд состоялась закладка кузова первого вагона. В ноябре 2008 г. первый электропоезд должен прибыть на испытательный полигон ВНИИЖТа в Щербинке для проведения комплекса предварительных, приемочных и сертификационных испытаний.

Другой крупный проект, в котором участвует наш институт, – организация высокоскоростного движения на маршруте Санкт-Петербург – Хельсинки. Начиная с 2002 г. велись совместные работы со специалистами Финских железных дорог по формированию технических требований к скоростным электропоездам для межгосударственного сообщения.

Победитель тендера на поставку подвижного состава – компания «Альстом». Подписанным контрактом предусматривается поставка в 2009 г. четырех двухсистемных семивагонных поездов «Пендолино» с максимальной скоростью движения 220 км/ч.

Учитывая, что в России отсутствует нормативная база для подвижного состава с конструкционной скоростью более 200 км/ч, было принято решение максимально использовать зарубежный опыт. При подготовке технических тре-

бований и в процессе реализации проектов проведены консультации с зарубежными специалистами, а также ряд научных исследований и испытаний, целью которых было сравнение российских и европейских нормативов и обоснование выбранных проектных параметров.

Основная проблема применения европейских нормативных документов заключается в существенных различиях методик измерения и оценки показателей. Целью выполняемых институтом исследований было сравнение результатов испытаний, полученных по российским и европейским методикам. Специалисты ВНИИЖТа провели или приняли участие в следующих видах испытаний:

- *измерение уровней шума высокоскоростных электропоездов Velaro E в Испании;*
- *измерение уровня света прожектора на макете электропоезда Velaro RUS в Германии;*
- *измерение уровней освещенности в салоне поездов Velaro E в Германии;*
- *оценка противопожарных свойств отделочных материалов поезда Velaro;*
- *оценка взаимодействия токоприемника «Сименс» со скоростной контактной подвеской на линии Москва – Санкт-Петербург;*
- *вибрационные испытания типовых металлических балок для определения основных свойств конструкционных материалов тележек Velaro RUS;*
- *измерение параметров пути на финских и российских железных дорогах;*
- *определение динамических и прочностных характеристик экипажа электропоездов «Пендолино» на Финских и Российских железных дорогах;*

Рис. 2. Высокоскоростной электропоезд Velaro RUS



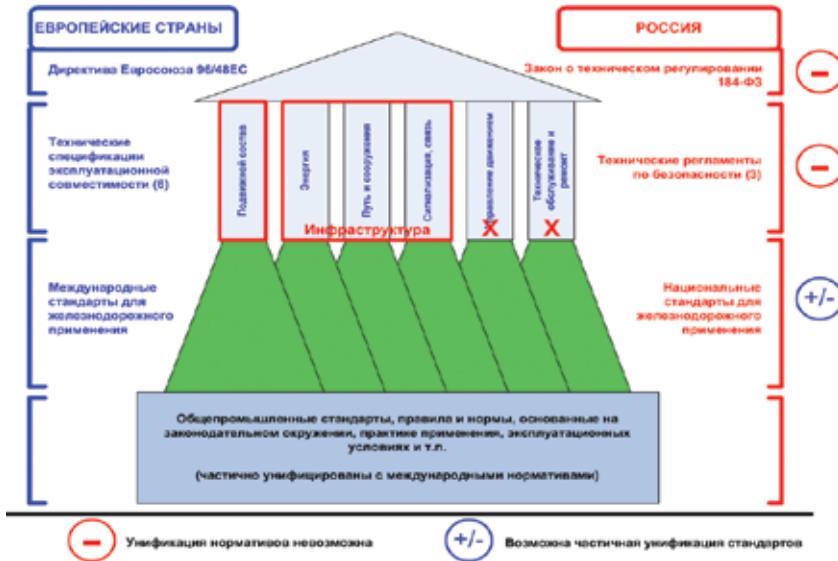


Рис. 3. Законодательная среда разработки унифицированных с международными нормативных документов для высокоскоростного движения

● **определение динамических характеристик экипажа высокоскоростного электропоезда ICE-3 на Германских железных дорогах.**

Вторым важным фактором, влияющим на применимость в России европейских нормативов, является отличная от европейской нормативная и законодательная среда технического регулирования (рис. 3). При формировании требований к высокоскоростным электропоездам, кроме законов о железнодорожном транспорте и техническом регулировании, необходимо учитывать ряд законов Российской Федерации и вытекающих из них нормативов, регламентирующих санитарно-гигиенические процедуры, охрану труда, электробезопасность, экологию, использование радиочастотных диапазонов. Кроме того, возникает необходимость учета других общероссийских норм.

Однако, несмотря на эти обстоятельства, требования к высокоскоростному подвижному составу формируются с максимально возможным учетом европейских норм и гармонизированы с ними. Это касается и требований к инфраструктуре.

Основным общепризнанным инструментом гармонизации является использование исходных

международных стандартов, когда они применяются только как основа для разработки национальных стандартов. То есть новые стандарты не просто перенимаются, а вновь разрабатываются с учетом последних достижений научно-технического прогресса и особенностей отечественной инфраструктуры.

Помимо разработки новых стандартов высокоскоростного движения имеется еще одно направление, для которого отечественная нормативная база требует пересмотра. Это стандарты, регламентирующие положения в области комплектующих для подвижного состава, таких как электронная и преобразовательная техника, системы управления, программное обеспечение, надежность и безопасность. В этом случае целесообразно принимать так называемые идентичные стандарты (гармонизованные стандарты, полностью идентичные международным по содержанию и по форме). Нередко это может быть точный перевод стандарта, однако в ряде случаев возможна лишь разработка унифицированного, т.е. гармонизированного стандарта, который идентичен по содержанию, но отличается по форме представления от международного.

Учитывая особенности усло-

вий эксплуатации в России, большое внимание при разработке электропоездов и нормативных документов уделяется таким факторам, как холодный климат, сильные снегопады, возможность обледенения конструкций, необходимость выхода высокоскоростного подвижного состава на обычные нескоростные линии (даже только для технологического движения).

Совместная работа российских и зарубежных специалистов позволяет интегрировать имеющиеся разработки в российские условия эксплуатации. Например, проводятся исследования работы высоковольтных компонентов и тормозных систем при низких температурах, а также моделирование сценариев нагрузки сопряженных элементов.

При сооружении пути необходимо учитывать наличие слабых и обводненных грунтов, что влияет также на допуски по его содержанию, которые должны приниматься во внимание при проектировании ходовых частей поезда. В отношении динамики и прочности экипажной части основные проблемы при согласовании параметров возникали по вопросам оценки сопротивления усталости рамы тележки и несущей способности кузова при действии продольных сил. Имеются существенные различия в нормативных требованиях: в европейских странах показатели для оценки прочности определяются расчетным путем, в России окончательное заключение о соответствии подвижного состава нормативным требованиям дается по результатам комплекса натуральных испытаний.

В 2006 г. по инициативе ВНИИЖТа и взаимной договоренности между ОАО «РЖД», Финскими железными дорогами и компанией «Альстом» с целью уточнения некоторых параметров динамики, прочности экипажа и взаимодействия с путевой инфраструктурой были проведены уникальные испытания скоростного электропоезда Sm3 «Пендолино» на Финских и Российских железных дорогах.

Одной из важнейших проблем

является разработка профиля круга катания колес, поскольку профиль головки российских рельсов существенно отличается от европейского. Для определения реально возможных границ изменения подуклонки рельса на линии Санкт-Петербург — Москва проводятся соответствующие измерения и оценивается вибронагруженность элементов пути, выполняются стендовые испытания для определения параметров подуклонки при использовании креплений различных типов.

В России применяются отличные от европейских габариты подвижного состава, различаются даже методики их расчета. Очевидно, что российский подвижной состав с шириной кузова 3500 мм имеет значительно больше возможностей для оптимизации внутреннего пространства пассажирских салонов и существенного увеличения его производительности.

В последнее время разработаны технические требования и нормативные документы на объекты инфраструктуры скоростных и высокоскоростных линий, установлены габариты приближения строений и подвижного состава, нормативы на расстояние между осями смежных путей. По результатам исследований аэродинамических процессов оказалось возможным сохранить на линии Санкт-Петербург — Москва существующее расстояние 4100 мм между осями главных путей при введении движения со скоростью 250 км/ч.

Разрабатываются элементы конструкции пути для скоростного и высокоскоростного движения. Новые и модернизированные стрелочные переводы обеспечивают плавное движение поездов по горловинам станций со скоростью до 250 км/ч. Созданы цельносварные балочные пролетные строения с пролетами 18–33,6 и 33,6–110 м. Предложены методы оценки применимости существующих конструкций опорных частей, деформационных швов. Разработанные институтом технические условия и технологические процессы позволяют увеличить длину вновь укладываемых

и уже эксплуатируемых плетей бесстыкового пути.

Одной из серьезных проблем стало обеспечение токосъема на линии постоянного тока. Для его решения на участке Лихославль — Калашниково Октябрьской железной дороги проводились испытания со скоростями движения до 260 км/ч по взаимодействию нескольких вариантов конструкции контактной сети с российскими и немецкими токоприемниками.

Проведенные исследования позволили обосновать требования к разрабатываемым конструкциям контактной подвески и токоприемникам для высоких скоростей движения. Были спроектированы и испытаны различные конструкции контактной подвески, в которых использованы новые элементы, и в частности специально изготовленный бронзовый контактный провод. Созданы методики, позволяющие оценить динамические параметры системы токосъема для высокоскоростного движения, а также возможность одновременного применения на линии разных систем токосъема для высокоскоростного и обычного движения.

На основе полученных в результате исследований данных и мирового опыта высокоскоростного движения ВНИИЖТ предложил разработать концепцию выбора системы тягового электроснабжения для линий высокоскоростного движения.

Очень важным вопросом является обеспечение электромагнитной совместимости систем и оборудования подвижного состава с устройствами связи и системой сигнализации. Здесь также принят ряд решений по исключению на полигоне эксплуатации рельсовых цепей с частотой 25 Гц. Разработаны и внедрены технические решения по усилению обратной рельсовой сети при реализации больших тяговых токов.

В элементах конструкции подвижного состава, пути и устройств электроснабжения, предназначенных для скоростного и высокоскоростного движения, широко применяются новые материалы, созданные с участием

ученых института, в частности легированная сталь для рельсов повышенной прямолинейности.

Проведенная работа позволяет существенно продвинуться в разработке отечественных нормативных документов для скоростного и высокоскоростного движения. Работы по гармонизации стандартов в области подвижного состава уже начались. Однако, учитывая, что процесс переработки российской нормативной базы и разработки технических регламентов будет достаточно продолжительным, чтобы не создавать препятствий для реализации проектов из-за отсутствия нормативных документов, разработан проект изменений в действующие нормы безопасности на подвижной состав и инфраструктуру, которые будут действовать до введения технических регламентов.

Принимая во внимание темпы и масштабность развития существующих в настоящее время международных проектов, важным направлением, касающимся унификации нормативной базы, являются работы совместно со странами Евросоюза, имеющими колею 1520 и 1524 мм (Финляндия, Латвия, Эстония, Литва), по определению возможности создания системы международных нормативных документов, аналогичных европейским спецификациям эксплуатационной совместимости TSI.

Проблема развития высокоскоростного экологически чистого наземного транспорта имеет общенациональный характер и входит в перечень приоритетных научных задач. Ее решение позволит существенно улучшить ситуацию с организацией перевозок пассажиров на основных направлениях сети железных дорог, увеличить пассажирооборот, сократить потребность в подвижном составе и в результате поднять престиж отечественных железных дорог и государства в международном аспекте. Кроме того, организация скоростного и высокоскоростного движения обеспечит поддержание и дальнейшее стимулирование научно-технического и интеллектуального потенциала страны.