

Опыт запуска в России высокоскоростных поездов «Сапсан» и «Аллегро»



А. С. Назаров,
начальник Департамента технической политики ОАО «РЖД»

Современное железнодорожное сообщение немислимо без высоких скоростей, и сегодня можно с уверенностью сказать, что Россия входит в число стран, использующих ВСМ. Работа над этим проектом началась несколько лет назад, и уже виден результат: высокоскоростные поезда «Сапсан» связали Санкт-Петербург, Москву и Нижний Новгород, а скоростные поезда «Аллегро» – Санкт-Петербург и Хельсинки. Сразу же после запуска поездов «Сапсан» пассажиры оценили все их преимущества: большая скорость, высокий уровень сервиса и приемлемую цену.

Развитие скоростных и высокоскоростных железнодорожных перевозок служит улучшению транспортных связей, созданию более привлекательных условий для пассажиров, повышению комфортности и безопасности пассажирских перевозок, сокращению времени в пути.

Организация скоростного и высокоскоростного железнодорожного движения обес-

печивает сокращение потребности в подвижном составе, поддержание и дальнейшее стимулирование научно-технического и интеллектуального потенциала страны за счет размещения на отечественных предприятиях заказов на создание новых образцов техники мирового уровня.

По сути – новый поезд

Для реализации проекта электропоезда для линий Москва – Санкт-Петербург и Москва – Нижний Новгород партнером ОАО «РЖД» была определена компания Siemens AG. В процессе совместной работы немецких и российских специалистов была детально проработана концепция электропоезда (табл. 1). В первоначально предложенную версию Velaro внесено много нового, не применявшегося ранее на поездах Siemens. Фактически на основе технологий Velaro создан новый российский электропоезд «Сапсан» (табл. 1, 2).

Очевидными преимуществами «Сапсана» перед традиционными в России поездами дальнего следования с локомотивной тягой являются:

- оптимизированные ходовые качества;
- улучшенный коэффициент сцепления при ускорении, так как 50% осей являются приводными;

- способность движения по крутым участкам пути;
- благодаря равномерному распределению веса по всему электропоезду уменьшается нагрузка на отдельно взятую колесную пару. Это сохраняет железнодорожное полотно и уменьшает объем технического обслуживания ходовой части. Равномерное распределение веса улучшает ходовые свойства, благодаря чему появляется комфорт при движении.

«Сапсан» имеет четыре независимых преобразователя электроэнергии. Этот принцип обеспечивает значительные преимущества при долгосрочной эксплуатации:

- возможный выход из строя преобразователя не оказывает влияния на другие устройства. Поезд может достичь цели с 75% максимальной мощности тяги;

Табл. 1. Основные технические данные

Система напряжения односистемного режима	3 кВ сети пост. тока
Двухсистемный режим	3 кВ сети пост. тока + 25 кВ, 50 Гц сети пер. тока
Максимальная рабочая скорость	250 км/ч, возможность модернизации до 330 км/ч
Количество вагонов	10
Длина поезда по сцепке	250,3 м
Общая удельная мощность	12,0 кВт/т
Максимальная сила тяги при трогании с места	328 кН
Максимальная сила торможения, электрическое, рекуперативное	326 кН
Среднее ускорение до 60 км/час	0,43 м/сек ²
Среднее ускорение до 120 км/час	0,40 м/сек ²
Ширина колеи	1520 мм
Рабочие температуры	(-50 °С) -40 °С ... +40 °С
Длина кузова среднего вагона	24 175 мм
Высота пола над головкой рельса	1 360 мм
Обслуживаемая высота платформы над головкой рельса	1 100 мм; 1 300 мм
Годовой пробег	500 000 км
Вес подвижного состава, с пассажирами	667 т
Срок эксплуатации	30 лет

Табл. 2. Сравнительная характеристика «Сапсана» (Velaro Rus) и ICE-3

	«Сапсан» (Velaro RUS)	ICE-3
Основные данные		
Годы постройки	2008-2009	2006
Страна постройки	Германия	Германия
Производитель	Siemens AG, Siemens Mobility	Siemens AG, Siemens Mobility
Составов построено	8	63
Страна эксплуатации	Россия	Германия
Ширина колеи	1520 мм	1435 мм
Технические данные		
Род тока и напряжение в контактной сети	постоянный 3 кВ, переменный 25 кВ 50 Гц	переменный ток 15 кВ, 16 2/3 Гц; 25 кВ, 50 Гц, постоянный ток 1,5 кВ; 3 кВ
Конструкционная скорость	250 км/ч, возможна модернизация до 330 км/ч	330 км/ч
Число вагонов в составе	10	8
Пассажировместимость	604	415
Длина головного вагона/длина кузова среднего вагона	25 535 мм/24 175 мм	25 675 мм/24 775 мм
Ширина	3 265 мм	2 950 мм
Высота	4 400 мм	3 890 мм
Материал вагона	алюминиевый сплав	алюминиевый сплав
Выходная мощность	8 000 кВт	8 000 кВт
Тип ТЭД	трехфазный асинхронный	трехфазный асинхронный
Мощность ТЭД	500 кВт	500 кВт

- трехфазные асинхронные двигатели с короткозамкнутыми роторами обеспечивают высокую готовность и практически не требуют технического обслуживания;
- мощность тяговой системы составляет 8 000 кВт, так что даже при полной загрузке можно достичь высоких показателей ускорения и замедления.

Сеть поездной связи (ТСН), состоящая из внутripоездной шины (WTV) и многофункциональной шины (MVB), обеспечивает надежный и бесперебойный обмен данными между системами разных тяговых секций в составе одного поезда. Исполнение системы ТСН с большим резервом дает дальнейшие преимущества:

- значительное увеличение доступности путей обмена данными;
- экономия на аппаратной части, объеме монтажа, весе и затратах на жизненный цикл;
- увеличение прозрачности данных и уменьшение времени прохода данных благодаря снижению числа интерфейсов.

Эффективная бортовая сеть снижает расход энергии. На «Сапсане» она была оптимизирована с учетом рассмотрения всей системы энергообеспечения. Выбранная топология системы отличается небольшим числом этапов преобразования энергии, и, так как на каждом этапе преобразования происходят потери, таким образом можно увеличить эффективность работы всей системы. Кроме этого, избыточные структуры надежно обеспечивают дополнительных потребителей во всех рабочих ситуациях. Так, при проходе изолирующих участков, где поезд на короткое время отключается от сети, продолжается бесперебойная подача вспомогательной энергии.

Установленные на поезде колесные тележки серии SF500 обеспечивают высочайшую стабильность и комфорт при движении. Еще важнее быстрого ускорения является быстрое замедление. «Сапсан» оснащен системой управления тормозом, которая берет на себя автоматическое переключение тормоза с электрического на пневматический режим. При этом торможение преимущественно осуществляется в электрическом режиме. Только если сеть больше не может принимать электрическую энергию торможения, то постепенно происходит переключение на пневматический

тормоз. Такой принцип позволяет экономить энергию и, кроме этого, снижает механический износ.

Требования к электропоезду были согласованы между ОАО «РЖД» и компанией Siemens и изложены в техническом задании. Помимо этого, ОАО «РЖД» привлекло несколько российских научно-исследовательских институтов к участию в проектных работах и проверке выполнения этих требований. Следствием этого явилось тесное взаимодействие с данными институтами при разработке дизайна поездов.

Наряду с европейскими нормами для поезда Velaro RUS необходимо соблюдать и российские стандарты. Должны быть сертифицированы как сам поезд, так и его отдельные компоненты. Во многих случаях это требует большого объема документации и проводимых испытаний.

В России эксплуатация поезда должна быть возможной при температуре окружающей среды до -40°C без ограничений, в связи с этим некоторые компоненты пришлось доработать. При производстве применяются специальные, пригодные для эксплуатации в данных температурных диапазонах материалы, что позволяет обходиться без дополнительного обогрева. Для защиты от атмосферных осадков компонентов тягового электропривода забор охлаждающего воздуха при эксплуатации поезда в зимнее время осуществляется через воздушные каналы крыши и далее направляется в защитный поддон.

По электромагнитной совместимости (ЭМС) к электропоездам предъявляются очень жесткие требования, более строгие, чем в Европе. В связи с этим необходимо было принять многочисленные меры по ЭМС, такие как установка фильтров ЭМС, экранирование и т. д.

В России машинист, управляющий поездом на протяжении более трех часов, должен иметь возможность работать стоя. В поездах фирмы Siemens, предшествующих Velaro RUS, предусматривалась только возможность управления сидя, а высота потолка кабины машиниста составляла 1 450 мм. Форма головной части Velaro RUS была переделана таким образом, чтобы поездом мог стоя управлять машинист ростом 190 см. Дополнительно в кабине машиниста были созданы условия для присутствия и работы в ней

одновременно двух человек, как это принято в России. В головной части поезда потребовалось установить существенно более мощные сигнальные огни для освещения пути.

По причине отличия ширины рельсовой колеи от западной и с учетом условий, касающихся состояния пути, тележка поездов серии Velaro подверглась усовершенствованию, был использован пригодный для высоких скоростей профиль колеса.

В поезд были интегрированы и соответствующим образом усовершенствованы российская система обеспечения безопасности движения КЛУБ-У, а также отечественная система технологической радиосвязи. Для технологической радиосвязи машиниста и помощника машиниста применяется трехдиапазонная система, которая использует традиционные российские частоты 2 МГц и 160 МГц, а также частоту 460 МГц. В купе начальника поезда установлена двухдиапазонная система радиосвязи, работающая на частотах 160 МГц и 460 МГц. В головном вагоне обе системы – КЛУБ-У и поездная радиосвязь – с целью возможности диагностики

подключены к системе управления поездом через специальный интерфейс. Используемая на железных дорогах России сцепка САЗ была установлена на головных вагонах. Помимо этого, были учтены требования российских норм к сопротивлению кузова и сцепки ударной нагрузке, установлена система видеонаблюдения как внутри пассажирских салонов, так и снаружи поезда.

Из-за необходимости резервирования система отопления была дополнительно доработана под напряжение 3 кВ с тем, чтобы в случае выхода из строя бортовой сети поезд мог отапливаться напрямую от контактной сети.

Стоит отметить, что по результатам разработки высокоскоростного электропоезда «Сапсан» подготовлены для подачи в патентные ведомства разных стран (Российская Федерация, Казахстан, Украина) и Европейское патентное агентство заявки, в которых в качестве патентообладателей указаны ОАО «РЖД» и производитель подвижного состава – компания Siemens AG. Всего оформлено более 60 патентов.

Северный экспресс

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

В 2006 году ОАО «РЖД» и VR-Group Ltd на паритетной основе была создана финская компания Oy Karelian Trains Ltd, задачей которой стало приобретение высокоскоростного подвижного состава Allegro с его последующей передачей в аренду железнодорожным перевозчикам. Операторами поездов являются VR Group в Финляндии и ОАО «РЖД» в России.

Заказ на поставку электропоездов был выполнен в соответствии с процедурой размещения заказов, предусмотренной законодательством ЕС, то есть в виде открытого международного конкурса. Для заключитель-

ных контрактных переговоров была выбрана французская компания Alstom.

Поставляемые для компании Oy Karelian Trains электропоезда Sm6 технически основываются на поездах Pendolino Sm3, эксплуатируемых компанией VR уже с 1995 года. Пробразом построенного для Финляндии поезда Sm3 послужил поезд Pendolino 2-го поколения с наклоняющимися кузовами, который был разработан в начале 90-х годов для государственных железных дорог Италии (FS). Он был доработан на соответствие северным условиям и специфическим требованиям железнодорожной инфраструктуры Финляндии (табл. 3). В течение более чем десяти лет эксплуатации поездов Sm3 в них был выполнен целый ряд изменений и модернизаций, повысивших надежность поездов и удовлетворивших изменившиеся потребности пассажиров. Как это и свойственно современным проектам, связанным с подвижным составом, работа над Sm3 продолжается и

Табл. 3. Сравнительная характеристика Sm6 Allegro и Sm3 Pendolino

	Sm6 Allegro	Sm3 Pendolino
Основные данные		
Годы постройки	2009-2010	1995-2006
Страна постройки	Италия	Италия
Завод	Alstom	Alstom
Производитель	Alstom (разработка Fiat Ferroviaria)	Alstom (разработка Fiat Ferroviaria)
Составов построено	4	18
Страна эксплуатации	Финляндия, Россия	Финляндия
Оператор	Oy Karelian Trains Ltd	VR-Group
Ширина колеи	1520 мм/1524 мм	1524 мм
В эксплуатации	с 12 декабря 2010 года	с 1995 года
Технические данные		
Род тока и напряжение в контактной сети	постоянный 3 кВ, переменный 25 кВ 50 Гц	переменный 25 кВ 50 Гц
Конструкционная скорость	220 км/ч	220 км/ч
Число вагонов в составе	7 (4 моторных, 3 прицепных)	6 (4 моторных, 2 прицепных)
Пассажировместимость	352 мест + 2 для инвалидов	262 мест
Длина вагона	25 000 мм – головной 27 200 мм – промежуточный	27 650 мм – головной 25 900 мм – промежуточный
Ширина кузова	3 200 мм	3 200 мм
Расстояние от верхней части рельсов до верхней точки крыши	4 270 мм	4 100 мм
Выходная мощность	5 500 кВт	4 000 кВт
Тип ТЭД	асинхронный	асинхронный

сегодня. Основными задачами является обеспечение менеджмента устаревающей технологии и улучшение удобств для пассажиров.

Поставляемые для компании Oy Karelian Trains поезда Sm6 представляют собой третье поколение Pendolino. В них учтены различия путевых инфраструктур, систем безопасности, радиосвязи и электропитания Финляндии и России. Внешний вид и интерьер поездов Sm3 и Sm6 кардинально отличаются друг от друга. Основные отличия в интерьере обусловлены различными удобствами для пассажиров, а также необходимостью прохождения погранично-таможенных формальностей.

Ходовые части Pendolino были разработаны с использованием самых современных технологий. Они обеспечивают высочайшее удобство замены и обслуживания. Основные

и второстепенные спиралевидные пружины подвески гарантируют высокий уровень безопасности и комфорта. Можно заменять рамы ходовых частей, пружины подвески, оси прицепной и моторной ходовой части и даже всю ходовую часть целиком.

Тормозная система состоит из трех дисков для оси прицепной ходовой части и двух дисков для оси моторной ходовой части. Тяговые двигатели размещены под каркасом вагона и соединены с ходовой частью посредством карданного вала, что позволяет уменьшить подрессоренную массу. Для эксплуатации в сложных погодных условиях все ходовые части оборудованы специальными устройствами, предотвращающими накопление снега и льда на второстепенных пружинах подвески и в соединении между каркасом и ходовой частью.

Pendolino Sm6 – это электропоезд с системой распределения энергии, которая позволяет эксплуатировать поездной состав на железных дорогах с напряжением в контактной сети 25 кВ переменного тока с частотой 50 Гц и 3 кВ постоянного тока. Наличие различных независимых тяговых единиц обеспечивает высокий уровень надежности и дублирования. Непрерывный токосъем обеспечивается специальной рамой, которая поддерживает токоприемник, напрямую подключенный к неповоротным балкам ходовой части. Тяговое оборудование, расположенное под кузовом, включает трансформатор (для линий передачи переменного тока) и новейший преобразователь тяги на транзисторах IGBT. Тяговые двигатели представляют собой трехфазные асинхронные двигатели, которые обеспечивают общую мощность тяги 5 500 кВт и усилие на колесах 226 кН.

Передовые технические решения для тяговой системы и использование композитных материалов позволили снизить вес поезда и сократить энергопотребление. Благодаря этому на сегодняшний день Pendolino Sm6 является наиболее экологичным поездным составом для междугородных перевозок.

Через тернии к пассажирам

Запуск скоростных поездов «Сапсан» и «Аллегро» – большое достижение. Для этого необходимо было провести масштабную работу по подготовке инфраструктуры, персонала и всех причастных подразделений.

Хочется заметить, что уже в первую зиму эксплуатации высокоскоростной поезд «Сапсан» зарекомендовал себя с положительной стороны. В то время как Западная Европа в период погодного коллапса в конце декабря 2009 года переживала массовые опоздания скоростных поездов, российскому аналогу немецких ICE-3 – высокоскоростному поезду «Сапсан» – были не страшны сильные морозы и резкие перепады влажности и температуры. Это явилось следствием предъявления более жестких требований к материалам и конструкциям при проектировании данного поезда. Специалисты Дирекции скоростного сообщения ОАО «РЖД» приобрели достаточно большой опыт в плане технического

Особенностями поездного состава так же являются:

- система воздушного кондиционирования;
- герметичные вагоны;
- автоматические внутренние и внешние двери;
- система вакуумного туалета;
- регулируемые сиденья, столики и подставки для ног;
- игровая детская площадка;
- информационно-развлекательная система;
- комфортная посадка и высадка пассажиров на платформы различной высоты;
- подъемник для инвалидной коляски.

Одной из основных задач проекта стала увязка технических норм. Российские и финские специалисты взяли за эту работу еще на этапе разработки технических требований. После начала проекта работа продолжалась в технических рабочих группах, которые рассмотрели все конструкции поезда и все детали, связанные с системами и материалами. Обобщая, можно отметить, что европейские и российские технические требования отличаются друг от друга лишь в некоторой степени. Больше всего различий – в требованиях к испытаниям и методике их проведения. Российские требования отчасти более строги, чем европейские.

обслуживания поездов и в подготовке к эксплуатации ВСП «Сапсан» в зимних условиях. Полученный опыт также успешно применялся и в зимний период 2010-2013 годов.

Однако ни для кого не секрет, что при вводе в постоянную эксплуатацию скоростных поездов «Сапсан» и «Аллегро» специалисты Дирекции скоростного сообщения столкнулись и с некоторыми проблемами:

- отсутствие опыта эксплуатации моторвагонного подвижного состава, оборудованного системами контроля за состоянием узлов и компонентов поезда и комплексной системой управления тягой и торможением поезда;
- эксплуатация электропоездов «Аллегро» локомотивными бригадами Дирекции скоростного сообщения на пограничной станции Финляндской Республики (переменный ток, абсолютно другая система сигнализации);

- техническое обслуживание и ремонт поездов «Аллегро» производится на территории Финляндской Республики (большие сроки обмена информацией, связанные с необходимостью перевода каждого документа).

Для решения данных проблем Дирекцией скоростного сообщения была проделана большая работа:

- Разработаны нормативные документы (утверждены распоряжениями ОАО «РЖД»), определяющие порядок обслуживания и организацию пропуски скоростных поездов «Сапсан» и «Аллегро» с учетом особенностей конструкции. В нормативных документах определены требования к работникам смежных служб, участвующих в организации пропуски, требования к содержанию объектов инфраструктуры на участках обращения скоростных и высокоскоростных электропоездов, порядок обучения и подготовки локомотивных и поездных бригад для обслуживания поездов «Сапсан» и «Аллегро».
- В Учебном центре – структурном подразделении Дирекции скоростного сообщения – разработаны учебные программы по подготовке специалистов, участвующих в процессе эксплуатации скоростных поездов «Сапсан» и «Аллегро», в которых определен порядок по особенностям управления тормозами. Программа обучения включает в себя теоретический курс, практический курс, а также курс обучения на тренажере высокоскоростного поезда «Сапсан», аналогов которому на российских железных дорогах (кроме аналогичного тренажера электропоезда «Ласточка») нет.
- Совместно с компаниями Siemens AG, Alstom и VR-Group разработаны инструкции по действиям в нестандартных ситуациях, которые отрабатываются с локомотивными и поездными бригадами в учебном центре.
- Во время подготовки к запуску в коммерческую эксплуатацию скоростных поездов «Аллегро» было проведено обучение обслуживающего персонала, в ходе которого организованы тренинги для локомотивных и поездных бригад на территории Финляндской Республики (депо Илмала, являющееся центром подготовки персонала VR-Group). Были организованы опытные поездки поездов «Аллегро» на

участке Хельсинки – Санкт-Петербург с отработкой особенностей пересечения государственной границы Российской Федерации.

- Порядок технического обслуживания и ремонта скоростных поездов «Аллегро» определен трехсторонним договором между ОАО «РЖД», VR Group и Oy Karelian Trains Ltd (собственник электропоездов «Аллегро»), регулярно проводятся совещания рабочих групп.

Популярность скоростного поезда «Сапсан», ежедневно курсирующего между Москвой, Санкт-Петербургом и Нижним Новгородом, продолжает расти. Занятость мест в поездах «Сапсан» увеличивается, и с начала эксплуатации на участке Москва – Санкт-Петербург – Москва составляет 89,8%, а на участке Москва – Нижний Новгород – 79,8%. Всего скоростными поездами «Сапсан» перевезено более 9 млн пассажиров.

С запуском скоростного поезда «Аллегро» (12 декабря 2010 года) время в пути между столицей Финляндии и Санкт-Петербургом сократилось с 6 часов 18 минут до 3 часов 36 минут. Пассажирское сообщение между Россией и Финляндией занимает около 52% от всего объема международных перевозок ОАО «РЖД». Запуск скоростного поезда «Аллегро» позволил значительно увеличить туристический поток и укрепить деловые связи между двумя странами. С начала эксплуатации скоростными поездами «Аллегро» перевезено более 800 000 пассажиров.

В декабре 2011 года ОАО «РЖД» заключило контракт на поставку еще восьми высокоскоростных поездов Velaro RUS («Сапсан»), а также подписало с Siemens договор на их техническое обслуживание на срок 30 лет. Поезда будут производиться на заводе Siemens в г. Крефельд (Германия). Начало поставки первого поезда намечено на ноябрь 2013 года, начало проведения сертификационных испытаний – на конец марта 2014 года. Ввод в эксплуатацию электропоездов новой партии планируется приурочить ко Дню железнодорожника 2014 года.

Новые восемь составов, каждый из которых включает 10 вагонов, будут введены в эксплуатацию на линии Москва – Санкт-Петербург, чтобы удовлетворить высокий потребительский спрос на поездки в этом направлении. 