

Модернизация электропоездов серии MS61

RATP (Автономное управление городского транспорта Парижа) приступило к модернизации пригородных электропоездов серии MS61, самых старых из находящихся в эксплуатации поездов сети скоростных региональных сообщений (RER). Основная цель этого мероприятия — повышение уровня комфорта для пассажиров (в частности, совершенствование аудиовизуальной системы информирования) и продление срока службы подвижного состава.

Электропоезда серии MS61 до модернизации

На линии А сети RER, электрифицированной на постоянном токе напряжением 1500 В, обращаются пригородные электропоезда серии MS61 (рис. 1) и электропоезда смешанного (пригородного и внутригородского) сообщения серий MI84 и MI2N, которые в общей сложности ежедневно совершают 580 рейсов и перевозят около 1 млн. пассажиров.

Основные сведения

Проектирование электропоездов MS61 началось в 1961 г., а их регулярная эксплуатация — в 1967 г. на линии Sceaux (старое название линии В сети RER). В дальнейшем, по мере оснащения линии В новыми электропоездами смешанного сообщения серии MI79, поезда MS61 постепенно переводились на линию А; перевод был завершён в 1983 г.

Одна секция MS61 состоит из трех вагонов — двух концевых моторных и одного промежуточного прицепного. Расчетная пассажироместность секции составляет 629 пассажиров. Составы электропоездов MS61 формируются из одной, двух или трех секций. В настоящее время эти поезда обслу-

живают, главным образом, участки А1 (Сен-Жермен-ан-Ле — Нантер) и А2 (Буази-Сен-Леже — Фонтенесу-Буа) линии А сети RER.

Электропоезда серии MS61 строили предприятия компаний Brissonneau et Lotz, ANF и CIMT. Тяговые двигатели типа ТСО с последовательным возбуждением и независимым перевозбуждением поставила компания Jeumont Heidman. Двигатели имеют мощность 200 кВт, их работа управляется с помощью кулачковых конт-

роллеров. В двух моторных вагонах каждой секции имеются восемь тяговых двигателей, суммарная мощность которых составляет 1600 кВт. Конструкционная скорость поездов равна 105 км/ч. Основным тормозом является колодочный пневматический, вспомогательным — реостатный.

Поезда MS61 поставлялись шестью партиями: А, В, С, D, Е и Ех. Поезда разных партий имеют некоторые незначительные отличия, в том числе по внешнему виду — например, у поездов первых двух партий лобовые окна кабин управления выполнены с тремя плоскими стеклами, разделенными стойками, а у поездов следующих партий — с одним панорамным стеклом.

В первые годы эксплуатации поезда MS61 имели окраску цвета серо-голубой металлик, но в настоящее время они окрашены в синий, белый и красный цвета в соответствии с триколором региона Иль-де-Франс.

Первые усовершенствования

Первые усовершенствования электропоездов серии MS61, ввод в эксплуатацию которых продолжался с 1967 по 1980 г., осуществлялись



Рис. 1. Электропоезд серии MS61 (до модернизации)

в ходе капитального ремонта, который поезда начали проходить около 20 лет назад. Эти мероприятия выполнялись в 1986–1988 гг. на заводах RATP в Сюси-ан-Бри, Национального общества железных дорог Франции (SNCF) в Сен-Пьер-де-Кор и компании De Dietrich в Решоффене.

При этом:

- обрабатывались конструктивные элементы вагонов, наиболее пострадавшие от коррозии, особенно нижние части кузовов;
- усиливалась конструкция настилки пола;
- заменялись на новые окна, двери и другие элементы интерьера как пассажирских салонов, так и кабин управления;
- заменялись кресла на новые модульной конструкции, выполненные с применением защиты от проявлений вандализма;
- усиливалась конструкция ящиков с оборудованием, установленных под кузовами вагонов.

Параллельно с этими работами, выполняемыми в рамках капитального ремонта, поезда MS61 приспособивали к функционированию в системе SACEM (изменяли силовые схемы тягового и тормозного режимов, под кузовами прицепных вагонов монтировали новые ящики с дополнительным электрооборудо-

ванием). Этим в 1985–1987 гг. занимались компании CIMT (на всех моторных вагонах) и ANF (на прицепных); компания Alstom проводила соответствующие динамические испытания.

Несмотря на это, поезда MS61 оставались самым устаревшим подвижным составом, эксплуатируемым на сети RER.

Программа модернизации

В 2000 г. был проведен технико-экономический анализ перспектив электропоездов MS61, который показал, что по сравнению с приобретением нового подвижного состава более целесообразно осуществить модернизацию имеющегося. Согласно принятому плану эксплуатация части парка поездов MS61 будет продолжаться вплоть до 2016/2020 гг. Таким образом, необходимые для модернизации масштабные капитальные вложения будут окупаться в течение десяти с лишним лет.

Разработанная программа модернизации охватывает 91 трехвагонную секцию серии поездов MS61 (всего в эксплуатации находятся 125 секций). Остальной подвижной состав этой серии, находящийся в наиболее плохом состоянии и

не способный выдерживать дальнейшую эксплуатацию, подлежит списанию и будет заменен предположительно 14 новыми электропоездами типа MI2N из двухэтажных вагонов.

Состав работ по модернизации

Пассажирские салоны

Здесь изменения вносятся в основном с целью повышения уровня комфорта для пассажиров, укрепления в них ощущения безопасности, а также предоставления им аудио- и видеoinформации более широкого спектра в реальном времени.

Пассажиры получают возможность пользоваться более удобными креслами в антивандальном исполнении. Усиливается освещение входных площадок, там устанавливаются сдвоенные поручни.

Ощущение пассажирами большего пространства и современности достигается за счет снятия перегородок между отделениями первого и второго класса в прицепных вагонах и ликвидации багажных отделений в моторных. Рамы окон с одной стороны вагона, первоначально закрепленные неподвижно (с другой стороны рамы имеют возможность до половины опускаться вниз), за-



Рис. 2. Пассажирский салон модернизированного поезда MS61



Рис. 3. Информационное светодинамическое табло

меняются на рамы с верхними флагами, изменением положения которых пассажиры могут достаточно легко управлять (рис. 2).

Новая система аудио- и видеоинформирования пассажиров (SISVE) выполняет три функции:

- с помощью светодинамических табло, расположенных над входными дверями, пассажирам дается текущая информация о маршруте движения поезда с указанием следующих остановочных станций и станций, которые поезд проследует без остановки. Эта информация выводится на комплект светодиодов, образующих схему обслуживаемого маршрута, причем светодиоды у наименования следующей остановочной станции переводятся в мигающий режим свечения после отправления с предыдущей станции (рис. 3);

- визуальная информация дополняется речевым сообщением перед прибытием на остановочную станцию; одновременно пассажиры предупреждаются о необходимости соблюдать осторожность при выходе из поезда на станционную платформу;

- с помощью нового табло улучшенной видимости на светодиодах желтого цвета, смонтированного в верхней части переднего лобового окна, пассажиры, находящиеся на станционной платформе, извещаются о конечной станции маршрута, по которому в данное время следует поезд.

Заметим, что результаты анкетирования, проводившегося среди пассажиров, свидетельствуют об их благоприятном отношении к этим новшествам в модернизированных поездах и о целесообразности их распространения на весь подвижной состав.

Кабины управления

Следует отметить, что условия работы машиниста также претерпели большие изменения в лучшую

сторону. Работы в этом направлении, выполняемые с использованием компьютерного моделирования, осуществляются в рамках программы создания рабочего места машиниста, стандартизированной для локомотивов всех поездов, в том числе дальнего следования, но при сохранении некоторых элементов, характерных для электропоездов MS61 (например, главного контроллера).

Хроностахографы (скоростемеры) заменяют на электронные регистраторы эксплуатационных параметров (EPE), в том числе, конечно, скорости. Все функции, осуществляемые машинистом, выводят на общий пульт управления.

По аналогии с поездами дальнего следования вся коммутационная и защитная аппаратура размещается на задней перегородке кабины управления.

Устройство точного повторения сигналов (RPS) — стандартное.

Для передачи пассажирам информации по системе SISVE в распоряжении машиниста имеется специальная панель управления. Интерфейс с системой осуществляется по связи RS485.

В конструкции входной двери в кабину управления предусмотрены меры против взлома.

Внешний вид

Перечисленные выше усовершенствования в кабине управления невозможно реализовать без серьезных изменений всей ее среды. В частности, необходимо увеличить пространство перед машинистом, чтобы разместить на пульте управления аппаратуру для выполнения и отображения разных дополнительных функций, а также установить в кабине систему кондиционирования воздуха. Для этого приходится полностью изменять компоновку и исполнение лобовых стенок кабин управления с заменой окон и установкой новых информационных табло.

Одновременно изменяется наружная окраска поезда с торцов и сбоку. В цветовой гамме сохраняются три цвета Иль-де-Франс, но на боковых стенках вокруг всех дверных проемов и на дверях наносят оригинальный рисунок в виде чуть повернутой фигуры прямолинейной формы красного цвета, что создает при взгляде на поезд со стороны динамический эффект (рис. 4).

Техническая сторона

Функциональная эволюция модернизируемых поездов MS61 обуславливает необходимость в установке большого числа единиц нового оборудования, которое потребляет дополнительную электроэнергию; в результате этого превышен предел производительности имеющихся преобразователей собственных нужд. Приходится у двум имеющимся на каждой секции добавлять еще один статический преобразователь мощностью 15,5 кВт, который размещается под кузовом прицепного вагона. Этот агрегат предназначен для питания системы SISVE, охлаждающей вентиляции в кабинах управления и дополнительного освещения входных площадок.

Остальные технические усовершенствования включают закрытие подверженных коррозии конструктивных элементов плитами и коробами, замену элементов межвагонных соединений и перекладку кабелей и проводов под пультами управления.

Реализация проекта

Для модернизации электропоездов серии MS61 отделом железнодорожного подвижного состава RATP (MRF) был разработан проект, включающий четыре этапа реализации: проведение исследований, приобретение необходимых комплектующих изделий, выполнение работ и возврат поездов в постоянную эксплуатацию.

Исследования

Были намечены и реализованы исследования, направленные на определение типажа нового оборудования и его размещения в модернизируемых поездах, а также на придание ему дополнительных функций. Работы выполнялись исследовательским подразделением отдела MRF.

С этой целью в 2001 г. была создана группа из десяти конструкторов и специалистов по компьютерной графике, обеспеченная современными средствами информационных технологий, в том числе пятью системами трехмерного моделирования САО/3D, и работавшая в тесном контакте с руководством проекта и с разными причастными к проекту инженерными службами.

Принятый подход и использование средств информатики позволи-

ли разработать рациональную методику исследований и получить результаты, адекватные и логичные с точки зрения увязки функциональных требований, проистекающих из основной идеи проекта, с наличием техническими возможностями поездов MS61, созданных около 40 лет назад.

В ходе исследований группа разработала трехмерную модель замкнутого пространства, имитирующую соответствующие параметры подлежащего модернизации подвижного состава. Последовательный ввод в эту модель дополнительных компонентов оборудования, также в трехмерном изображении, облегчил проектировщикам и исследователям принятие обоснованных решений по рабочим характеристикам, форме, объемным параметрам и допустимой массе этих компонентов.

Этот метод динамического проектирования применен, в частности, при оптимизации размеров пульта управления, при определении параметров установки кондиционирования воздуха в кабине, местоположения индикатора направления на переднем табло и панели управления системой SISVE на общем пульте управления, при разработке общей компоновки и оформления пассажирских салонов и оценке пространственных решений при введении элементов современного дизайна и снятии перегородок. Форма лобовых окон, их остекление, как и способ его крепления в раме, также определены с использованием данного метода.

Во избежание повышения осевых нагрузок вследствие установки в модернизируемых поездах дополнительного оборудования была проведена оптимизация массы новых компонентов, особенно в зоне



Рис. 4. Внешний вид модернизированного электропоезда MS61

передних тележек моторных вагонов, которая несет значительную часть нагрузки от обновленной кабины управления. В целях оптимизации развески предпочтение отдавалось конструктивным элементам из алюминиевого профиля и композиционных материалов.

В результате исследований были выполнены формализация всего комплекса функциональных и технических характеристик оборудования и интеграция его модулей в рамках цифровой модели САО/3D. Это существенно облегчило изготовителям компонентов разработку их проектов и схем.

Приобретение комплектующих изделий

Подлежащие установке на модернизируемых поездах новое оборудование и предметы оснащения интерьеров составили объект торгов, проведенных на основе объявлений о тендерах, и последующих переговоров об их приобретении. Всего было проведено семнадцать тендеров.

Подряды на поставку основных компонентов были выданы следующим компаниям:

- SOPRANO — установки кондиционирования воздуха в кабинах управления;
- SEIRA — статические преобразователи собственных нужд;
- CEIT — лобовые стенки концевых вагонов и их окна с остеклением;
- ESPAS — система аудио- и видеoinформирования пассажиров;
- SEFI — аппаратура телефонной связи;
- COMPIN — кресла;
- CENTRALP — электронные регистраторы эксплуатационных параметров, в том числе скорости.

Распределение и выполнение работ

АСС. Согласно договору субподряда, подписанному по результатам тендера и последующих перегово-

ров, работы по обновлению не менее двух третей общего числа трехвагонных секций электропоездов серии MS61 выполняются на предприятии компании АСС Ingénierie et Maintenance в Клермон-Ферране с транспортировкой подвижного состава по железной дороге.

Первая партия секций поездов MS61 была направлена на завод АСС в 2004 г. Первая модернизированная секция под номером 18004 была возвращена в регулярную эксплуатацию в апреле 2006 г. Модернизация поездов компанией должна осуществляться с темпом не менее 28 секций в год.

Сюси-ан-Бри. Параллельно с АСС работы по модернизации поездов MS61 осуществляются в ремонтно-эксплуатационных мастерских RATP в Сюси-ан-Бри на юго-востоке Парижа. Здесь были, в частности, проведены полные испытания первой модернизированной секции под номером 18068, подтвердившие приемлемость технических решений, заложенных в проекте.

Для того чтобы эффективно использовать выделенные средства и выдержать установленные сроки, были мобилизованы инженерно-технические специалисты и рабочие разных специальностей (слесари, сварщики, маляры, механики и т. п.), квалификация и опыт которых позволили предприятию подготовиться к выполнению большого объема работ в течение 3 лет.

По успешном завершении модернизации опытной секции 18068 мастерскими в Сюси-ан-Бри в июле 2006 г. была возвращена в эксплуатацию первая серийная секция под номером 18128.

С этого времени производственный процесс модернизации электропоездов MS61 был поставлен на поток на предприятиях как АСС в Клермон-Ферране, так и RATP в Сюси-ан-Бри.

В мастерских в Сюси-ан-Бри весь процесс разбит на ряд отдельных операций, что позволяет рабо-

тать с несколькими узлами и компонентами параллельно и оптимальным образом использовать производственные мощности мастерских для работ как по модернизации, так и по графическому текущему техническому обслуживанию приписного подвижного состава.

Так, заготовка мерных кабельных и проводных жгутов кабелей для нового пульта управления, для дополнительного освещения входных площадок и для новой системы аудио- и видеoinформирования пассажиров велась независимо от кузовных работ. Это ускорило выполнение комплекса работ по изменению внешнего облика поездов в соответствии с новым проектом, в том числе по нанесению лакокрасочного покрытия и защитно-декоративной пленки.

Последовательность выполнения в мастерских работ по модернизации трех вагонов одной секции поезда MS61 выглядит следующим образом:

- этап 1: демонтаж отдельных элементов оборудования, их механическая и электротехническая разборка, осмотр;
- этап 2: кузовные работы, укладка нового настила пола, монтаж новых лобовых стенок концевых вагонов вместе с окнами, установка статического преобразователя под кузовом прицепного вагона, окраска и нанесение пленки;
- этап 3: механическая сборка, прокладка кабелей и проводов, электромонтажные работы, в том числе по высоковольтному оборудованию, подкраска, окончательное размещение конструктивных элементов по местам;
- этап 4: проверка работы электрооборудования, аппаратуры систем управления, статические и динамические испытания.

Каждый из этих этапов имеет отдельные стадии, позволяющие экспертам исследовательского подразделения MRF осуществлять контроль качества работ.

Кроме того, впервые в рамках самостоятельно производимой модернизации исследовательские и исполнительные работы по реализации проекта сопровождались контролем второго уровня, осуществляемым «извне», т. е. независимым от RATP уполномоченным ведомством Organisme Qualifié Agréé (EOQA) в соответствии с требованиями контрольных органов государства.

В настоящее время в мастерских RATP в Сюси-ан-Бри одновременно ведутся работы по модернизации трех секций.

Возврат в регулярную эксплуатацию

Проект модернизации электропоездов серии MS61 является результатом практического применения закона «О безопасности транспорта общего пользования» № 3003 – 425 от 9 мая 2003 г. (STPG).

В соответствии с этим декретом для осуществления государственной приемки модернизированной секции под номером 18004 необходимо было представить три комплекта документации:

- общие сведения об обеспечении безопасности (DDS) в виде формализованной схемы функционирования объекта; этот комплект документации был передан в соответствующий государственный орган в марте 2003 г. и в апреле 2003 г. согласован;

- предварительный отчет об обеспечении безопасности (DPS); документ был передан в октябре 2003 г. и согласован в ноябре 2003 г.;

- полный отчет об обеспечении безопасности (DS), состоящий из двух частей:

документа о допуске к испытаниям и об их проведении (DAE); этот документ, содержащий, в частности, описание процедуры и результаты испытаний, отчеты об обучении машинистов электропоездов и о проведении пробной эксплуатации секции на линии А сети RER без пассажиров в качестве элемента подготовки к коммерческой эксплуатации, был передан 27 декабря 2004 г. и утвержден постановлением префектуры Парижа № 1428 от 25 июля 2005 г.;

полного отчета с подтверждением безопасности эксплуатации данной секции, дополненного приложениями, содержащими, в частности, результаты испытаний, заключения экспертов и документы согласований.

В постановлении префектуры № 2006 – 810 от 19 мая 2006 г. была дана положительная оценка возможности постоянной эксплуатации модернизированного подвижного состава рассматриваемой серии на всей линии А сети RER.

Приемка в эксплуатацию остальных модернизированных секций электропоездов серии MS61 поручена RATP, а именно инспекции отдела MRF, которая направляет материалы приемки в региональное техническое управление региона Иль-де-Франс (DREIF).

Независимая экспертиза, так называемый взгляд со стороны, проведение которой в соответствии с законом STPG является обязательным, была осуществлена группой соответствующим образом утвержденных специалистов внешних организаций с участием квалифицированных сотрудников исследовательского подразделения отдела MRF RATP.

Отчеты и заключения отдельных экспертов и организаций, работавших по согласованию с EOQA, стали составной частью раздела 10 комплекта документации по безопасности.

К процессу подготовки проекта к реализации, в частности к управлению им, были привлечены многие специалисты и инженеры исследовательского подразделения отдела MRF. Общий объем этих работ составил порядка 100 тыс. чел-ч, при этом около 40% этого объема было выполнено на условиях субподряда.

Стоимость модернизации

Общие расчетные затраты на реализацию проекта модернизации 91 секции электропоездов серии MS61 составляют 72 млн. евро (в ценах 2001 г.) и распределяются следующим образом:

- 4% – на исследования, подготовительные работы и управление проектом;
- 53% – на удовлетворение потребностей и ожиданий пассажиров;
- 23% – на улучшение условий эксплуатации;
- 20% – на технические усовершенствования.

Ответственность за освоение капитальных вложений в указанных размерах взяло на себя RATP; кроме того, управление обязалось финансировать в равных долях с администрацией и транспортным синдикатом региона Иль-де-Франс (STIF) разработку системы аудио- и видеoinформирования пассажиров стоимостью 2,2 млн. евро.

B. Montava. Revue Générale des Chemins de Fer, 2007, № 163, p. 29–37.