

Инновации в системе VAL

Системы автоматизированного рельсового транспорта облегченного типа (Véhicule Automatique Léger, VAL), первая из которых была разработана для метрополитена г. Лилль во Франции и введена в эксплуатацию в 1983 г., переживают свою вторую молодость. Теперь компания Siemens совместно со своим давним партнером, компанией Lohr, создает систему VAL нового поколения (NeoVAL) с более вместительными поездами, выполненными с использованием модульных конструкций, и с усовершенствованной инфраструктурой. Целью разработки является повышение привлекательности автоматизированных транспортных систем для потенциальных пользователей.

Эксплуатируемые системы VAL

Первенцем в области автоматизированного метрополитена, т.е. такого, в котором движение поездов управляется и контролируется из единого центра, а машинистов в поездах нет, стала соединившая центр Лилля с близлежащим городом Вильнёв-д'Аск частично наземная линия длиной 13 км, проект которой разработала компания

Matra Transport International, впоследствии вошедшая в состав концерна Siemens. Затем, в 2000 г., была открыта также частично наземная вторая линия длиной 32 км Сент-Филибер – Лилль – Туркуэн – Дрон (вблизи границы с Бельгией). В 1989 г. эксплуатационная деятельность системы VAL в Лилле стала рентабельной. Рассматриваются проекты расширения сети, в том числе за счет нового участка от Дрона до Мускрона на территории Бельгии.



Рис. 1. Система VAL в парижском аэропорту Шарль-де-Голль (фото: Siemens)

В Лилле применены электропоезда на колесах с пневматическими шинами с дополнительными направляющими колесами; электропитание осуществляется с помощью контактного рельса.

Успешному примеру Лилля последовал ряд других городов Франции: Тулуза (1993 г.) и Рен (2002 г.); в Париже система VAL была использована при создании связей между терминалами в аэропортах Орли (1992 г.) и Шарль-де-Голль (2007 г.; рис. 1). Среди других городов, включивших системы VAL в свои сети рельсового транспорта, можно назвать Турин (Италия), Чикаго (США), Тайбэй (Китай, о. Тайвань) и Ыйчжонбу (Республика Корея).

В указанных системах VAL принята та же концепция, что и в Лилле, но с некоторыми модификациями. Облегченный автоматизированный метрополитен уже доказал свою работоспособность и во многих городах приобрел репутацию надежного вида транспорта с уровнем эксплуатационной готовности выше 99%. При общей численности парка поездов VAL, достигшей 320 ед., самые «старые» из которых находятся в эксплуатации уже более 25 лет, не было зафиксировано ни одной серьезной аварии.

VAL нового поколения

Однако используемые в настоящее время двух- (длиной 26 м) и четырехвагонные (длиной 52 м) поезда типов VAL 206 и VAL 208 (рис. 2) уже проявляют признаки морального старения. Они по современным меркам потребляют слишком много электроэнергии, а их направляющая система с боковыми колесами, хотя и весьма надежная, достаточно сложна, требует дорогостоящей инфраструктуры и трудоемка в обслуживании.

Несмотря на целый ряд усовершенствований, этот подвижной со-

став в сочетании с инфраструктурой стал ограничивать возможности развития автоматизированных транспортных систем.

Сталкиваясь с растущей конкуренцией в соответствующем сегменте рынка, компания Siemens решила, что пришло время для создания системы VAL нового поколения. В связи с этим были начаты работы по проекту, получившему код RM 03 (reoplemover третьей версии).

Первой целью этого проекта является упрощение направляющей системы. Эта усовершенствованная система будет создаваться не с нуля, так как компания Lohr, выбранная Siemens в качестве соисполнителя проекта, уже располагала к тому времени высококачественной научно-исследовательской базой и испытанными в эксплуатации техническими решениями. В число этих решений входит известная система с одной центральной направляющей, разработанная отделением транспортных технологий Translohr компании Lohr (отделение Translohr, кроме того, известно как разработчик ряда технических решений для смешанных железнодорожно-автомобильных перевозок по технологии «катящееся шоссе»).

Ориентировочный график работ выглядит следующим образом:

- 2004 г. — изучение целесообразности проекта на основе маркетинговых исследований, проведенных компанией Siemens, а также выбор технических решений;
- март 2006 г. — начало совместных работ Siemens и Lohr. Подготовка инвестиционной программы по проекту в размере 60 млн. евро;
- сентябрь 2007 г. — выпуск первого опытного экипажа (с ходовой частью, но без кузова) с питанием от контактного рельса, его испытания на экспериментальном полигоне компании Lohr с пробегом примерно 21 400 км;
- лето 2008 г. — выпуск второго опытного экипажа с кузовом и но-



Рис. 2. Поезд типа VAL 208 (фото: Siemens)

вым электрооборудованием тягового привода;

- сентябрь 2008 — февраль 2009 г. — статические испытания экипажа;
- февраль — декабрь 2009 г. — динамические, ходовые и ресурсные испытания экипажа с пробегом 30 тыс. км;
- 2010 или 2011 г. — начало серийного выпуска подвижного состава;
- 2013–2015 гг. — разработка усовершенствованной системы NeoVAL с модифицированным электропитанием.

Компании Lohr и Siemens хорошо известны друг другу. Они совместно работали еще над созданием подвижного состава для сообщений типа трамвай-поезд. И если Siemens решит откликнуться на недавнюю заявку по созданию высокоскоростных поездов для Франции, то, возможно, опять будет работать в тесном сотрудничестве с Lohr.

Сотрудничество компаний Siemens и Lohr по созданию системы VAL нового поколения (NeoVAL) началось в 2006 г. Условия соглашения между партнерами достаточно просты: Siemens выполняет общую

разработку системы и руководит реализацией проекта, а Lohr проектирует и изготавливает подвижной состав с поставкой некоторых узлов от германского партнера (электрооборудование тягового привода и низковольтное, аппаратура управления и контроля).

Изначально кузова вагонов системы VAL проектировала компания CIMT, поглощенная в 1983 г. концерном Alstom. Кузова вагонов типа VAL 208 разрабатывала небольшая швейцарская компания Vevey, вошедшая в 1998 г. в состав концерна Bombardier. В свою очередь Siemens получала информацию о технологии поездов на колесах с пневматическими шинами от Lohr.

Относительно подвижного состава типа NeoVAL Lohr и Siemens пришли к соглашению, что на начальном этапе работ компания Lohr изготовит определенное число вагонов, предназначенных для промышленного региона Эльзаса, а компания Siemens предоставит стартовые инвестиции, а также направит 30 своих специалистов в Lohr для работы по реализации программы. Затем Siemens будет осуществлять

общее руководство проектами, обустроить системы электроснабжения, сигнализации и связи, а Lohr — строить подвижной состав. Работы по укладке пути и возведению искусственных сооружений предусмотрено поручать местным компаниям с использованием технической документации Lohr.

В ближайшее время Siemens и Lohr намерены создать общую компанию по продаже автоматизированных транспортных систем на условиях «под ключ». При этом Siemens будет отвечать за коммерческую сторону дела, в том числе в отношении подвижного состава, и за формулирование конкурсных предложений.

Очевидно, что компания Lohr более мотивирована к деятельности в области метрополитена, чем в области автоматизированных транспортных систем для аэропортов, число и объем заказов на которые подвержены резким изменениям. Тем не менее конкретное воплощение сотрудничества связано именно с контрактом на челночную транспортную систему для аэропорта Франкфурта-на-Майне. Заявка на подобную транспортную систему идеально соответствует тому, что требуется для ускоренной проверки выбранных технических решений: небольшие объемы работ по проектированию и реализации и не очень сложные условия последующей эксплуатации в аэропорту. Все это обеспечит в дальнейшем большую гибкость при работе над другими проектами.

Для аэропортов Франкфурта и, возможно, других городов намечено к началу 2012 г. поставить от 50 до 100 вагонов. Это на первый взгляд может показаться амбициозным, однако рынок диктует свои условия: в настоящее время на одну заявку, касающуюся традиционного метрополитена, приходится две заявки, относящиеся к метрополитену автоматизированному. Согласно исследованиям Siemens, темпы ро-

ста мирового рынка автоматизированных транспортных систем начиная с 2001 г. равны примерно 10% в год, и эта тенденция прослеживается вплоть до 2010 г.

Концепция NeoVAL особенно пригодна для быстро растущих городов, в которых недостаточно развиты традиционные системы рельсового транспорта и где можно начать с нуля. Таких городов с населением более 1 млн. чел. много в Азии, и в частности в Китае. Системы автоматизированного рельсового транспорта облегченного типа относительно дешевы как при строительстве и техническом оснащении, так и в процессе эксплуатации. Они обеспечивают также более высокий уровень безопасности для пассажиров, что подтверждает многолетний опыт работы.

Новые технические решения по подвижному составу

Возможно, в скором времени автоматизированные системы городского рельсового транспорта и метрополитены по концепции NeoVAL можно будет встретить во многих местах. Если дела пойдут так, как ожидают компании Siemens и Lohr, то появится целая гамма подвижного состава на колесах с пневматическими шинами.

Во многих аспектах метрополитен NeoVAL более конкурентоспособен, чем обычный метрополитен и чем его предшественник — метрополитен VAL. Преимущества NeoVAL перед VAL заключаются прежде всего в увеличении провозной способности. Метрополитен VAL в варианте с четырехвагонными поездами способен перевозить в одном направлении максимум 15 тыс. пассажиров в час, в то время как метрополитен NeoVAL может ежедневно перевозить от 30 до 35 тыс. пассажиров (при расчетной плотности стоящих пассажиров 4 чел. на 1 м² площади пола вагона в Европе и, в потенциале, до 6 чел./м²

в Азии). Вагоны поездов NeoVAL будут иметь кузова шириной 2800 или 2650 мм против 2080 мм у кузовов вагонов поездов VAL.

Кроме того, число вагонов в поездах NeoVAL можно варьировать от одного до шести благодаря применению сцепных устройств последнего поколения с автоматическим сцеплением и расцеплением, что обеспечит динамизм в эксплуатации с удлинением или укорачиванием поездов в зависимости от спроса на перевозки в разное время суток. Несмотря на меньшее число дверей, посадка и высадка ускорятся за счет большей ширины дверных проемов. Предусмотрена возможность эвакуации пассажиров через фронтальные двери по концам поезда.

В поездах метрополитена NeoVAL будут использованы следующие передовые технологии: бортовая система внутреннего видеонаблюдения, система информирования пассажиров в реальном времени (в поездах транспортных систем для аэропортов будет предоставляться информация о расписании полетов), доступ к системе беспроводной связи Wi-Fi и ряд других. В то же время NeoVAL не является полностью новой системой, так как она опирается на опыт, приобретенный при эксплуатации последних версий VAL для городов и аэропортов. Это касается основных узлов, у которых до сего времени не наблюдалось серьезных отказов.

Технические характеристики поездов VAL и NeoVAL в сопоставлении приведены в таблице.

Одним из основных достоинств вагонов поездов NeoVAL является модульность их конструкции. Если вагоны VAL представляют собой цельную конструкцию, то вагоны NeoVAL — сочетание относительно независимых, но связанных между собой модулей рамы и кузова (рис. 3), что позволяет вносить изменения в тот или иной модуль без воздействия на другой. Ходовая часть, направляющие устройства и тяго-

во-тормозной привод интегрированы в конструкцию рамы.

Принцип модульности, помимо прочего, дает широкие возможности для локализации производства, если таковая будет предусмотрена условиями контракта. Так, модуль рамы, в котором сосредоточены важнейшие узлы, агрегаты и оборудование, можно изготавливать на заводе компании-поставщика в одной стране, модуль кузова — на заводе компании или администрации-заказчика в другой, используя технологии компании-разработчика, но меняя по желанию планировку вагонов и внося иные модификации.

Моторные вагоны поездов NeoVAL будут иметь по две одноосные тележки. На каждой оси установлены два интегрированных с колесами тяговых двигателя с планетарными редукторами. В качестве тяговых предусмотрено использовать самовентилируемые синхронные двигатели с наружным ротором и возбуждением от постоянных магнитов. Питание четырех тяговых двигателей моторного вагона будет осуществляться через инвертор, размещенный в ящике под кузовом вагона. Электродинамическое торможение может иметь два режима: рекуперативный (предпочтительный) и реостатный (в случае отсутствия других потребителей энергии) вплоть до полной остановки; тормозные резисторы будут смонтированы в ящике на крыше вагона.

Важным новшеством поездов NeoVAL станет возможность отказаться от прокладки контактного рельса на большей части длины перегонов. На таких участках питание тягового привода будет осуществляться с использованием электроэнергии, запасаемой в двухслойных суперконденсаторах во время стоянок (от внешнего источника) или при электродинамическом торможении. Это, помимо прочего, значительно упрощает эвакуацию пассажиров в чрезвычайных ситуаци-

Основные технические характеристики поездов VAL и NeoVAL

Параметр	Тип поезда	
	VAL	NeoVAL
Число вагонов в поезде	2 или 4	От 1 до 6
Размеры вагона (длина×ширина×высота), м	13,0×2,08×3,27	11,2×2,65 (или 2,8)×3,6
Число дверей с каждой стороны вагона×ширина дверных проемов, мм	3×1300	2×1950
Высота пола входных площадок, мм	1095	1100
Число мест для сидения в вагоне	От 11 до 27	От 0 до 24
Полезная площадь пола в вагоне, м ²	22,5	26,5
Число×мощность тяговых двигателей каждого вагона, кВт	4×65	0, 2 или 4×110
Максимальная эксплуатационная скорость, км/ч	80	

ях и обеспечивает ее безопасность. Некоторое, хотя и относительно небольшое расстояние поезда NeoVAL смогут проходить с питанием от бортовых аккумуляторных батарей. Такую систему полуавтономного питания предусмотрено внедрять начиная с 2015 г. Ожидается, что к тому времени будут доступны конденсаторы и батареи нужной емкости и приемлемой стоимости.

В ходе реализации программы NeoVAL компании Siemens и Lohr разработали версии поездов для двух автоматизированных транспортных систем — CityVAL (рис. 4) для горо-

дов и AirVAL для аэропортов. Они различаются между собой весьма незначительно, так как являются вариантами одного и того же продукта. Основное различие заключается в размерах и внутренней планировке вагонов: в варианте AirVAL кузова вагонов имеют большую ширину, в них уменьшено число мест для сидения и увеличена площадь свободного пространства для размещения багажа авиапассажиров. Несколько отличен и внешний вид: у вагонов поездов AirVAL больше площадь остекления. Кроме того, поезда AirVAL исходя из размеров пассажи-



Рис. 3. Модули рамы и кузова вагона NeoVAL



Рис. 4. Вид одного из участков транспортной системы CityVAL (модель)

ропотоков формируются, как правило, только из двух вагонов.

Макет поезда AirVAL в натуральную величину был представлен компанией Siemens на конгрессе Международного союза общественного транспорта в Вене в июне 2009 г.

Новые технические решения по инфраструктуре

Инфраструктура новой системы автоматизированного рельсового транспорта допускает обустройство на выделенном дорожном полотне, на эстакадах и в тоннелях. Предусмотрена возможность ее круглогодичной и круглогодичной эксплуатации, что важно, например, для аэропортов. Относительно просто выполнение работ по текущему содержанию и ремонту.

У транспортных систем по концепции NeoVAL предусмотрено использовать направляющую систему с одним центральным рельсом, разработанную отделением Translohr (рис. 5). Эта система уже нашла применение в ряде городов (в первую очередь во Франции), но в данном случае она рассчитана на восприятие повышенных силовых

нагрузок, в связи с чем некоторые ее узлы и детали пришлось усилить (например, увеличить диаметр направляющих роликов). Применение системы позволяет значительно упростить конструкцию подвижного состава и пути (в частности, на стрелочных переводах и пересечениях), уменьшить занимаемую земельную площадь, а также снизить стоимость жизненного цикла всего комплекса.

Дополнительной функцией системы является обнаружение и устранение препятствий на пути, для чего она снабжена соответствующими датчиками и плужными сбрасывателями.

Исходя из особенностей ходовой части поездов NeoVAL, путь



Рис. 5. Направляющая система с центральным рельсом

можно укладывать с кривыми радиусом до 30 м и уклонами крутизной до 120‰.

Для управления и контроля за движением поездов, в которых, как указано выше, машинистов не будет, намечено применить разработанную компанией Siemens систему Trainguard MT CBTC на базе телекоммуникаций. Эта система в сочетании с повышенной мощностью тягового привода поездов, обеспечивающей большее ускорение при разгоне и замедление при торможении, создаст условия для организации сообщений с межпоездным интервалом 1 мин.

В то же время специалисты Siemens не считают, что система NeoVAL полностью вытеснит систему VAL. Во-первых, это обусловлено тем, что администрации ряда городов могут планировать продление существующих линий VAL или увеличение на них численности парка подвижного состава. Во-вторых, при постановке вопроса о строительстве новых линий (например, метрополитена) неизбежно появление определенных проблем, так как инфраструктура и поезда NeoVAL несовместимы с инфраструктурой и поездами VAL. В связи с этим будет необходимо выполнять работы по обеспечению совместимости старых и новых линий, реализуемых по разным системам (такая проблема стоит в настоящее время перед администрацией г. Рен, Франция). В общем случае концепция VAL является предпочтительной там, где объем перевозок относительно небольшой. К тому же вследствие меньших размеров поездов VAL меньшими являются и затраты, например, на проходку тоннелей меньшего диаметра. Так что и для системы VAL останется достаточно места на рынке пассажирских перевозок.

G. Leborgne. *La Vie du Rail*, 2008, № 3163, р. 20–25; материалы концерна Siemens (w1.siemens.com).