

тические методы. На основе полученных результатов можно будет предложить оптимальное системное решение, включающее и устройства наклона кузова.

В настоящее время продолжается совершенствование двухосных тележек грузовых вагонов. Тележки обоих упоминавшихся типов имеют конструктивные элементы, которые могут быть использованы в рамках общего решения. Улучшение динамических свойств тележки обеспечивается следующими факторами:

- повышением динамической жесткости осей колесных пар;
- применением двойной динамической системы в первичном или вторичном рессорном подвешивании;

- увеличением отношения высоты цилиндрических винтовых рессор к их диаметру;

- нелинейной характеристикой упругих элементов;
- использованием жестких компактных рам тележек.

Экспериментальные и эксплуатационные испытания тележек с такими свойствами показали, что динамические свойства кузова улучшились и одновременно стало более благоприятным воздействие подвижного состава на путь. Реально и целесообразно применение таких тележек также и под пассажирскими вагонами, а также в моторвагонных поездах.

B. Volf. Eisenbahningenieur, 2004, № 7, S. 14 – 18.

Пассажирский рельсовый транспорт Бразилии

В бразильских городах Сан-Паулу и Рио-де-Жанейро ведется строительство новых линий метрополитена и региональных, проводятся мероприятия по увеличению провозной способности уже существующей сети рельсового транспорта.

Сан-Паулу

Метрополитен

Власти Сан-Паулу в 1995 г. приняли масштабный план развития метрополитена, целью которого являлось увеличение протяженности сети с 43,6 до 134 км. Внесение небольших изменений в план и трудности, связанные с несвоевременным финансированием, обусловили постановку новой цели, а именно увеличения протяженности сети метрополитена к 2010 г. до 140 км, возможно, за счет передачи двух линий из ведения компании СРТМ (Paulista Metropolitan Trains) и присоединения их к сети метрополитена после модернизации.

В настоящее время метрополитен города, четвертого в мире по численности населения, состоит из четырех линий общей протяженностью 58,6 км с 52 станциями (рис. 1), объем перевозок по которым превышает 2,1 млн. пассажиров/сут. В соответствии с планом развития метрополитена должны быть построены участки новых линий общей протяженностью 28,4 км с 25 станциями. Общая стоимость этих работ оценива-

ется в 2,85 млрд. дол. США. При численности населения агломерации Сан-Паулу порядка 20 млн. жителей расчетный объем перевозок новых линий 4 и 5 оценивается по 1 млн. пассажиров/сут для каждой.

В настоящее время метрополитен расширяется с темпом около 2 км новых участков в год. Власти штата, считая эти темпы неудовлетворительными, намеревались ускорить ввод в эксплуатацию новых линий, обеспечивая прирост их протяженности на 8 – 10 км ежегодно. Ограниченные возможности дает вариант конверсии магистральных линий для эксплуатации в режиме метрополитена с прекращением движения поездов дальнего следования. Этот путь приемлем для реконструкции линий С и Е, но трудно выполним на других линиях.

Удачным альтернативным решением может оказаться использование принципа концессии для линии 4, строительство которой только началось и оценивается в 1,5 млрд. дол. Эксплуатационные стандарты на этой линии, как ожидается, будут аналогичными или даже более высокими, чем реализованные на наиболее загруженных действующих линиях 1 и 3 метрополитена.

Концессии предлагается выдавать только на эксплуатацию новых линий. Финансирование строительства тоннелей, железнодорожной инфраструктуры и станций выполнит правительство, а частные компании будут нести ответственность за приобретение, техническое обслуживание и ремонт подвижного состава, а также за соблюдение технологии их эксплуатации.

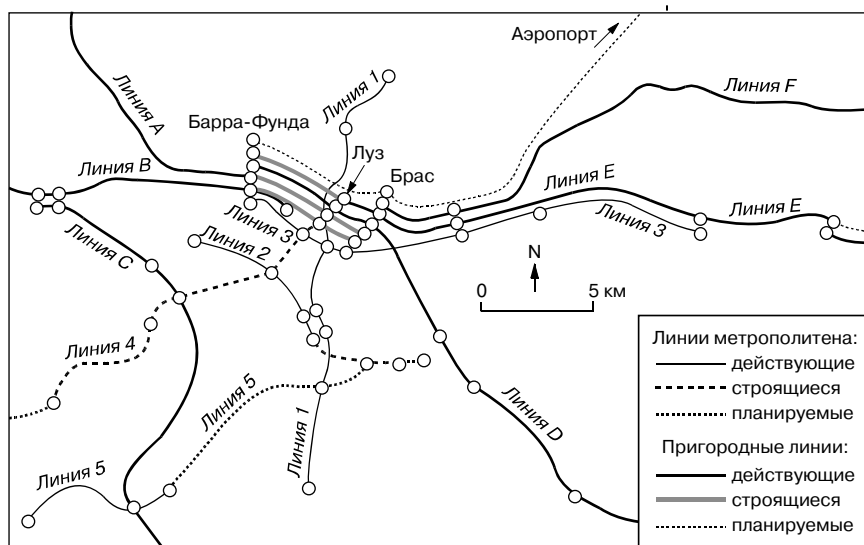


Рис. 1. Схема линий метрополитена и пригородных железных дорог Сан-Паулу

Затраты на строительство первого этапа линии 4 оцениваются в 1,2 млрд. дол. Международный банк реконструкции и развития (МБРР) и Японский банк международной кооперации выделяют на этот проект по 209 млн. дол. каждый, частные компании — 194 млн., правительство — остальное. Компании, вложившие средства в строительство, получают концессию сроком на 30 лет, дающую право на эксплуатацию подвижного состава и инфраструктуры этой линии. Оставался нерешенным вопрос распределения доходов между частным оператором и администрацией метрополитена. Также рассматривались перспективы установки контрольно-пропускной системы Metropass в вестибюлях станций.

Линия метрополитена 4 свяжет центр города с плотно населенными районами юго-запада Сан-Паулу. Эта линия протяженностью 12,8 км будет на всем протяжении подземной. Стоимость строительства первого участка линии с пятью станциями составит 1,16 млрд. дол., ввод в эксплуатацию намечен на 2007 г. Первоначально для обслуживания линии потребуются шесть шестивагонных поездов. К 2010 г. планируется закончить строительство второго участка линии с шестью станциями, тогда потребуется дополнительно еще восемь поездов. Стоимость этого этапа работ 328 млн. дол.

Технические характеристики новых линий 4 и 5 аналогичны: электроснабжение от контактной сети постоянным током 1,5 кВ, межпоездной интервал 128 с. Линия 4 будет первой в Бразилии с нормальной колеи.

Строительство новой линии вел консорциум, в который входили компании Alstom, Queiroz, Galvao, OAS и CBPO. Второй консорциум, состоящий из компаний Siemens, Andrade, Gutierrez и Samargo Correa, строит депо, оснащенное для выполнения работ по техническому обслужива-

нию. Поезда постройки Alstom показаны на рис. 2 и 3.

Проходку тоннелей планировали выполнять тремя методами: щитовым на участке 10,3 км, новым австрийским NATM на участке 1,6 км и открытым способом на длине 0,8 км. На уровне земли будут построены только пути отстоя Vila Sonia и депо.

Участок длиной 2,9 км в продолжение линии 2 метрополитена строили с использованием австрийского метода. Стоимость этих работ 462 млн. реалов (148,6 млн. дол.), из которых в 2004 г. из регионального бюджета поступит 111 млн. реалов. Окончание работ планируется на 2006 г. Имеется план строительства еще одного участка длиной 2,2 км этой линии.

После ввода в эксплуатацию линии 4 компания Sao Paulo Metro планировала приступить к строительству второй очереди линии 5, чтобы связать изолированную в настоящее время линию с другими. Строительство удлинения (10,5 км) этой линии (в основном подземного) потребует затрат в размере 1,5 млрд. дол. Данный проект будет реализован в два этапа. От результатов переговоров с банками зависит реальность плана ввода линии в эксплуатацию к 2010 г.

Компания Sao Paulo Metro давно планировала расширить эксплуатируемую сеть за счет присоединения двух линий, принадлежащих СРТМ: Е, которая работает в режиме экспресс-метро и в основном проходит параллельно линии 3 (рис. 4), и С, выполняющей функции фидерной для линий 4 и 5 (рис. 5). Если эти две линии перейдут в ведение Sao Paulo Metro в рамках предполагаемой приватизации СРТМ и будут выполнены все планы нового строительства, общая протяженность сети метрополитена в городе достигнет 140 км.

Пригородные линии

Сеть пригородных линий Сан-Паулу в 1990-х годах перешла в собственность только одной государственной компании — СРТМ, которая вложила значительные средства в реконструкцию этой сети. В результате интенсивность движения выросла, а объем перевозок по сравнению с 1996 г. увеличился на 50 % и достиг 1,2 млн. пассажиров/сут.

После реконструкции линий С и Е для эксплуатации в режиме метрополитена самыми крупными работами, ведущимися в настоящее время, можно назвать укладку четвертого пути на участке между

станциями Барра-Фунда и Брас в центре города. В то же время продолжаются работы по реконструкции инфраструктуры и модернизации систем электропитания, сигнализации и связи. Реконструкция станций Брас и Луз позволит продлить маршрут поездов, следующих с запада и северо-запада, до станции Брас, а с востока и юго-востока — до станции Барра-Фунда.

За 4 года СРТМ приобрела 48 перестроенных трех-вагонных электропоездов у Национальных железных дорог Испании (RENFE), 30 новых четырехвагонных электропоездов постройки CAF (Испания), 10 новых четырехвагонных электропоездов Siemens и перестроила еще девять поездов. СРТМ выполняла также капитальный ремонт электропоездов серии 1100 (стоимость работ 54,1 млн. реалов). Около 24 млн. реалов выделяется на модернизацию пяти неработающих электропоездов, что позволит сократить межпоездной интервал на линии А с 9 до 7 мин. СРТМ также планировала модернизировать системы электрификации, сигнализации и сигнализации на двух восточных линиях. Поезда на линии Е после выполнения намеченных работ будут следовать с интервалом 3 мин, что позволит удвоить объем перевозок и довести его до 320 тыс. пассажиров/сут. Дополнительные электропоезда (после модернизации) позволят увеличить провозную способность линий В, С и F. На загруженной линии В интервал между поездами должен быть уменьшен с 7 до 5 мин.

Компания СРТМ планировала инвестиции в размере 200 млн. реалов в год и вела переговоры с банком Inter-American Development о займе 40 млн. дол. на реконструкцию семи станций линии С, чтобы улучшить транспортное обслуживание пяти торговых центров; одна из них будет пересадочной с линией 4 метрополитена. После открытия этой станции число пассажиров, пользующихся линией С, должно увеличиться с 65 тыс. до 300 тыс. чел./сут.

Летом 2004 г. власти штата Сан-Паулу и муниципалитет г. Гуарульяс согласовали план организации рельсовой связи от станции

Барра-Фунда в Международный аэропорт Кумбика (Гуарульяс) и пригородной линии в Гуарульяс (население 1,2 млн. жителей) от станции Брас. В зоне тяготения к этой линии будет также построен университетский городок. Все это потребует строительства ответвления длиной 10,3 км от линии F. Оба этих маршрута на протяжении первых 19 км от станции Брас будут проходить по линии F. Стоимость реализации этого проекта составит 572 млн. дол.

Многие пассажиры находят международный аэропорт Cumbica слишком удаленным от Сан-Паулу и предпочитают пользоваться другим аэропортом Кон-



Рис. 2. Поезд метрополитена серии 500 компании Alstom



Рис. 3. Салон вагона поезда серии 500



Рис. 4. Станция линии Е компании СРТМ после реконструкции

гоньяс, который ближе, но переполнен и приближается к исчерпанию пропускной способности. Компания-оператор Infraego этого международного аэропорта отдает предпочтение варианту поездов-экспрессов, который может привлечь пассажиров и уменьшить нагрузку на аэропорт Конгоньяс.

МБРР согласился выделить 400 тыс. дол. на финансовый мониторинг и демонстрацию экономической эффективности проекта, а также разработку модели концессии для проектируемой линии к аэропорту, которую будет строить частная компания. Infraego готова финансировать строительство станций в районе аэропорта и терминала в Сан-Паулу. Стоимость проезда предполагается установить равной 25 реалов, чтобы обеспечить прибыль компании.

Инвестиционные потребности СРТМ до 2006 г. оцениваются в 1,67 млрд. дол., включая сооружение новой линии в аэропорт. Власти штата анонсировали планы приватизации компании СРТМ, предполагая заинтересовать операторов, готовых на инвестиции, с целью привлечения большего числа заказчиков. Планируется разделить сеть пригородных железных дорог протяженностью в 270 км на несколько субсидируемых концессий.



Рис. 5. Станция линии С компании СРТМ после модернизации

Одна из испанских групп проявляет интерес к строительству новой железной дороги в аэропорт Вирикапос, около города Кампинас с населением более 1 млн. жителей, находящегося в 100 км от Сан-Паулу. На линии будут работать поезда регионального сообщения, обслуживающие Сан-Паулу и Кампинас.

Предполагаемая стоимость (2,3 млрд. дол.) сооружения этой линии для движения с высокой скоростью признана слишком большой. Власти штата изучали альтернативный вариант стоимостью около 650 млн. дол. линии для движения со скоростью 160 км/ч, что позволит преодолевать расстояние между Сан-Паулу и аэропортом за 50 мин. Испания выделяла 300 тыс. евро на техническое и экономическое обоснование проекта, которое намечали выполнить до конца 2004 г.

Рио-де-Жанейро

Совокупность мероприятий по приватизации и инвестиции в развитие позволили оживить пришедшую в упадок сеть пригородных линий Рио-де-Жанейро. В настоящее время подготовлены новые планы реконструкции пригородных линий до уровня наземного метрополитена. Так, предполагается строительство трех новых линий скоростного рельсового транспорта, которые позволят дополнить существующие две линии метрополитена в городе (рис. 6).

Объем перевозок на пригородных линиях Рио-де-Жанейро сократился с 1,2 млн. пассажиров/сут в 1985 г. до 145 тыс. в 1998 г., когда они были приватизированы в качестве альтернативы их полному закрытию. Новый владелец — испано-бразильский консорциум SuperVia — решал эту проблему путем инвестиций.

В последние годы вложено 491 млн. дол. (включая инвестиции из государственных фондов), что позволило заменить 267 тыс. шпал и 31 км рельсов, оздоровить балластный слой, дренажную систему, отремонтировать или заменить 787 км воздушной контактной сети, реконструировать 52 станции и отремонтировать неработавшие электропоезда.

Власти штата Рио-де-Жанейро участвуют в инвестиционном процессе в соответствии с условиями концессионного контракта. Эти мероприятия являются частью реализуемой сейчас программы стоимостью 861 млн. дол., которая частично финансируется МБРР (доля консорциума SuperVia составляет 163 млн. дол.). Эти средства предназначены:

- на новую систему сигнализации;
- замену поста централизации на Центральном вокзале, который соответствует уровню развития техники 1937 г., когда этот вокзал был построен;

- реконструкцию путей, включая замену 53 стрелочных переводов;
- электрификацию и перевод линии Грамачо — Саракуруна длиной 11 км на широкую колею;
- заказ, впервые после 1980 г., 20 новых четырехвагонных электропоездов;
- модернизацию поездов.

Власти штата также инвестировали 23 млн. дол. в модернизацию станций на основной пригородной линии. Эти мероприятия, которые планировалось закончить в начале 2005 г., включают установку эскалаторов, новых устройств сигнализации и ландшафтные работы.

Консорциум с участием компаний Mitsui, Rotem и Toshiba поставит 20 новых четырехвагонных электропоездов. Компания Alstom проводит реконструкцию 18 четырехвагонных электропоездов, построенных еще в 1970-х годах (рис. 7). Эти поезда оснащаются системами кондиционирования воздуха, которые необходимы в условиях тропического климата города. Еще 18 трехвагонных электропоездов постройки 1964 г. также прошли модернизацию, но без установки на них систем кондиционирования воздуха.

Консорциум провел мероприятия, которые в свое время не смогла выполнить государственная компания. Так, были внесены изменения в расписание движения поездов, в соответствии с которым не все поезда следуют до конечных станций каждой линии. Это позволило увеличить частоту движения на участках с самыми высокими пассажиропотоками. Маршруты движения всех поездов в настоящее время начинаются или заканчиваются на Центральном вокзале Рио-де-Жанейро, который обслуживается метрополитеном.

Результаты очевидны: ежедневный объем перевозок вырос до 340 тыс. чел. Консорциум намеревался к 2007 г. довести его до 650 тыс. пассажиров/сут. Правительство в целях решения транспортных проблем и снижения уровня загрязнения воздуха на улицах выхлопными газами от автомобильного транспорта надеется на удвоение этого объема. SuperVia завершил 2003 г. с чистой прибылью в размере 2 млн. реалов (643 тыс. дол.). Эта небольшая прибыль означала важный успех для консорциума, для которого каждый год, начиная с 1998-го, был убыточным.

SuperVia в расчете на перспективу обнаружил амбициозный проект под названием ProXXI. Цель проекта — преобразование большей части линий сети протяженностью 180 км в наземный метрополитен. Интервал движения поездов должен быть дове-



Рис. 6. Схема сетей метрополитена и пригородных железных дорог Рио-де-Жанейро



Рис. 7. Один из модернизированных электропоездов консорциума SuperVia

ден до 4 – 12 мин, весь подвижной состав необходимо оборудовать системами кондиционирования воздуха, потребуются переход на новые системы сигнализации и электропитания, модернизация 80 станций с установкой на них электронных устройств контроля билетов, а также приобретение 120 новых четырехвагонных электропоездов (рис. 8).

Этот проект предложено реализовать в три этапа. Стоимость всех работ оценивается в 540 млн. дол., из них 480 млн. дол. необходимо на приобретение нового подвижного состава. Сравнительно малая стоимость подвижного состава рассчитана исходя из цены новых электропоездов, поставляемых в Рио-де-Жанейро в настоящее время.

На реализацию данного проекта, который позволит увеличить объем перевозок с 340 тыс. до 1,4 млн. пассажиров в день, потребуется 5 лет. По оценке SuperVia, метрополитен позволит пассажирам в среднем экономить на каждой поездке 25 мин, включая время ожидания поезда. Кроме того, он обеспечит



Рис. 8. Внешний вид перспективного поезда метро MetroVia

снижение загрязненности воздуха за счет уменьшения интенсивности автобусных сообщений и позволит создать 2000 дополнительных рабочих мест. Консорциум при реализации проекта предполагает изменить свое название с SuperVia на MetroVia.

Новые линии

Предполагается также построить три новые линии рельсового городского транспорта, а именно: линии 3 (пересекающую залив), 4 и 6.

Власти штата Рио-де-Жанейро особо выделяют проект линии 3 метрополитена длиной 28 км, которая пройдет из центра города под дном залива Гуанабара в Нитерой и Сан-Гонсало. Из-за больших затрат на эти работы приоритет отдается строительству участка Нитерой — Сан-Гонсало, который будет обслуживать пригородные районы с высокой плотностью населения. Тем временем паромное сообщение между Рио-де-Жанейро и Нитероем будет усилено новыми судами-катамаранами.

Для транспортного обслуживания быстро развивающихся западных пригородных районов Рио-де-Жанейро будет построена линия 4, которая первоначально запланирована длиной 16,3 км по стандарту метрополитена с рабочим парком из 14 четырехвагонных поездов. Консорциум Rio Вага выиграл тендер на право строительства и эксплуатации с последующей передачей (ВОТ) этой линии при частичном финансировании из бюджета штата. Городские власти, располагающие несколькими большими финансовыми возможностями, вели переговоры по передаче проекта на следующих условиях. Консорциум должен построить первый участок протяженностью 13 км. Город оплатит долю властей штата, равную 600 млн. реалов (193 млн. дол.). Оставшаяся часть линии 4 будет построена позднее.

Линия 6 длиной 38 км может быть сооружена как линия облегченного типа в международный аэропорт и пройдет через северные и западные районы города с пересадками на линию 2 метрополитена и все пригородные линии. МБРР согласовал выделение 2 млн. дол. на технико-экономическое обоснование проекта, включая его техническую проработку, изучение экономических аспектов, влияния на окружающую среду и разработку модели приватизации.

Сооружение этой линии становится насущной необходимостью в связи с планами проведения в Рио-де-Жанейро в 2007 г. панамериканских игр, а в 2014 г. — чемпионата мира по футболу.

Из-за недостатка средств и ограничений по времени власти штата приняли решение о строительстве в первую очередь только южного участка линии 6 для соединения с самой загруженной пригородной линией в городе.

По предварительной оценке, затраты на сооружение линии составят 1,8 млрд. реалов, которые поступят из бюджетов федерального и штата, Национального банка экономического и социального развития Бразилии (BNDES) и МБРР. Объем перевозок по линии прогнозируется равным около 400 тыс. пассажиров/сут.

В то же время получает развитие и метрополитен. Так, на западном конце линии 1 имеется большой тоннель, который был построен для использования в качестве парка отстоя, но оказался затем невостребованным. В октябре 2004 г. планировали начать работы по приспособлению этого тоннеля для челночного движения между двумя станциями двух сочлененных поездов облегченного типа, которые первоначально эксплуатировались на линии 2. Завершить работы планировали в начале 2005 г.

Компьютеризированное автоматическое управление движением поездов существует только на участке линии 1. Компании Siemens были поручены работы по увеличению на 2,5 км сферы действия системы управления движением поездов, для чего построены дополнительная электроподстанция и оборотный пункт для сокращения интервалов движения поездов до 3 мин.

Велись переговоры об удлинении линии на 1,75 км, что требует затрат в размере 320 млн. реалов. Возможный срок строительства — 2 года, для обслуживания всей линии потребуется дополнительно еще три шестивагонных поезда.