

Новый поезд для метрополитена Токио

Метрополитен столицы Японии, мегаполиса, где проживают более 12,5 млн. чел. (около 10% населения страны), имеет сеть из восьми линий общей протяженностью 183,2 км со 168 станциями. Эта сеть, связанная многочисленными пересадками с линиями других сетей городского рельсового транспорта и магистральных железных дорог, ежедневно перевозит в среднем 5,7 млн. пассажиров и играет важнейшую роль в обеспечении нормального функционирования огромного города. В настоящее время строится еще одна линия, ввод которой в эксплуатацию намечен на 2008 г., и уже созданы новые поезда для ее обслуживания.

Новая хордовая линия Фукутосин длиной 8,9 км станет продолжением действующей линии Юракуто и пройдет от ее конечной станции Икебукуро в северо-западной части Токио (эта станция станет проходной) на юг через район Синдзюку до станции Сибуя в юго-западной части города. На пяти из восьми станций линии предусмотрены пересадки с другими линиями метрополите-

на и пригородными линиями железнодорожных компаний JR East, Tobu и Seibu.

Для линии Фукутосин компания Hitachi разработала новый электропоезд, получивший серийное обозначение 10000 (рис. 1). Первые такие поезда были поставлены токийскому метрополитену в мае 2006 г. и введены в опытное обращение сначала на линии Юракуто в сентябре того же года, а затем на

линии Сейбу в феврале 2007 г. Полагают, что поезда серии 10000 будут впоследствии приняты к использованию на всех линиях метрополитена Токио.

Поезд серии 10000 состоит из десяти вагонов: двух концевых прицепных, трех промежуточных прицепных и пяти промежуточных моторных и формируется по схеме ПП-2М-П-М-2П-2М-ПП. Он предназначен для эксплуатации на линиях колеи 1067 мм, электрифицированных на постоянном токе напряжением 1,5 кВ с питанием от контактной сети. Длина кузова концевой вагона равна 20 110 мм, промежуточного — 19 500 мм, ширина кузовов всех вагонов равна 2850 мм, максимальная высота вагонов (по полозу опущенного токоприемника) — 4110 мм. Масса тары поезда составляет 294,8 т, номинальная пассажироместность — 1518 чел. Максимальная эксплуатационная скорость поезда принята равной 100 км/ч, ускорение при наборе скорости — $0,92 \text{ м/с}^2$, замедление при служебном торможении — $0,97 \text{ м/с}^2$, при экстренном — $1,25 \text{ м/с}^2$.



Рис. 1. Поезд серии 10000



Рис. 2. Интерьер вагона поезда серии 10000

Механическая часть

Кузова и оснащение интерьера вагонов

Основу конструкции кузовов вагонов составляют длинномерные экструдированные профили из легкого алюминиевого сплава, образующие двухслойную оболочку. Панели боковых стенок снаружи отделаны по специальной технологии и не требуют нанесения лакокрасочного покрытия. Переходы боковых стенок в торцовые, а также в крышесвесы скруглены для улучшения внешнего вида. В центре лобовых стенок концевых вагонов имеются двери для эвакуации пассажиров в случае аварии; соответственно, предусмотрена возможность прохода по всей длине состава через межвагонные переходы.

Панели кузова (как стенок, так и пола) соединены методом фрикционной сварки, дающим прочные и ровные стыки, которые не требуют последующей механической обработки для придания поверхности необходимой гладкости.

Принят ряд мер по увеличению прочности кузовов. Усилены угловые стойки, которым придано треугольное поперечное сечение; кроме того, эти стойки выполнены из металла увеличенной толщины. Двери в торцах вагонов

заклучены в жесткие рамы, интегрированные в общую конструкцию кузовов.

Благодаря этому вновь разработанная структура кузова ограничивает повреждения основной конструкции в случае столкновения. Марки алюминиевого сплава, примененного при изготовлении конструктивных элементов кузовов, в максимальной мере унифицированы в целях упрощения последующей утилизации.

Представляет интерес конструкция крышесвесной структуры. Примененные для тепловой и акустической изоляции маты, изготовленные методом вакуумирования, встроены в закругленные экструдированные конструктивные элементы из алюминиевого сплава. Таким образом, крыша вместе с потолком представляет собой трехслойную структуру уменьшенной толщины, что, в свою очередь, позволило увеличить высоту пассажирских салонов на 185 мм (с 2230 до 2415 мм) и создать тем самым внутри вагона пространство большего объема.

Покрывание пола изготовлено из материала на основе резины, подвесные поручни — из материала на основе полиэфира. Для повышения уровня противопожарной безопасности в элементах внутреннего оснащения пассажирских салонов не использованы материалы, выделяющие токсичные газы при горении, такие, например, как поливинилхлорид.

Высота пола входных площадок и пассажирских салонов уменьшена на 60 мм (до 1140 мм) для большего соответствия высоте станционных посадочных платформ и, следовательно, облегчения и ускорения посадки и высадки пассажиров, в том числе лиц с ограниченными физическими возможностями.

Ширина проема двустворчатых раздвижных входных дверей (каждый вагон имеет по четыре двери с каждой стороны) равна 1300 мм. Двери межвагонных переходов, имеющие ширину 900 мм, почти полностью изготовлены из закаленного стекла, за исключением обрамления. Также из закаленного стекла в алюминиевом обрамлении изготовлены багажные полки.

Основным цветом потолка является серебристый. Воздуховоды системы кондиционирования воздуха окрашены в белый цвет, боковые и торцовые стенки внутри салонов — в светло-зеленый, места для сидения обиты материалом теплых тонов. Это создает зрительно уютную и не раздражающую среду (рис. 2).

Основным цветом потолка является серебристый. Воздуховоды системы кондиционирования воздуха окрашены в белый цвет, боковые и торцовые стенки внутри салонов — в светло-зеленый, места для сидения обиты материалом теплых тонов. Это создает зрительно уютную и не раздражающую среду (рис. 2).

Диваны консольно прикреплены к боковым стенкам, их размеры определены из расчета 460 мм на одного сидящего пассажира. Места для сидения расположены с каждой стороны вагона продольно по схеме 7 + 7 + 7 + 3 в концевых вагонах и 3 + 7 + 7 + 7 + 3 в промежуточных. В ткань обивки диванов в целях повышения огнестойкости вплетено арамидное волокно. Для предотвращения контакта сидящих пассажиров с пассажирами, стоящими у дверей, диваны отделены от дверных проемов широкими выгородками. Для повышения безопасности стоящих пассажиров увеличено число вертикальных поручней.

В окнах применено двойное (у открывающихся окон) или одинарное

ное (у неоткрывающихся) остекление. Окна оснащены вертикальными жалюзи для защиты от прямого солнечного света при следовании по наземным участкам линий.

В каждом поезде выделены две зоны для пассажиров на инвалидных колясках. Имеются средства экстренной связи с машинистом на случай какого-либо инцидента.

Вагоны соединяются между собой с помощью нежестких сцепных устройств и буферов, служащих для поглощения энергии соударения при трогании и торможении.

Кабины управления

Кабины управления скомпонованы так, чтобы обеспечить в случае необходимости открытие аварийного выхода в центре торцевой стенки. Рабочее место машиниста несколько смещено вправо от оси, но с сохранением хорошего вида вперед. Панель управления уменьшена в размерах, изменено размещение контрольно-измерительных приборов и органов управления. В центре находятся скоростемер и блок локомотивной сигнализации, по сторонам — разного рода индикаторы. В качестве основного органа управления применен контроллер с Т-образной рукояткой.

Тележки

Тележки типа FS777 MonoLink (рис. 3) с шкворневой балкой для поездов серии 10000 разработаны в расчете на уменьшение перераспределения нагрузки между колесами при движении с относительно низкой скоростью в кривых с недостаточным возвышением наружного рельса, а также на снижение уровня поперечных сил при движении в кривых малого радиуса.

В буксовой ступени рессорного подвешивания применены пружины с нелинейной характеристикой, настроенной так, чтобы при движении поезда в порожнем состоянии

пружины были мягче во избежание разгрузки отдельных колес, а при движении с пассажирами — жестче в целях ограничения вертикальных перемещений кузова.

Во второй ступени подвешивания применены пневмобаллонные рессоры, давление воздуха в которых автоматически регулируется с помощью системы датчиков и клапанов в зависимости от фактической нагрузки. Регулирование характеристик пружин и рессор осуществляется также посредством сменных прокладок, ставить и снимать которые можно без разборки тележек с помощью небольших гидравлических домкратов.

Тяговый привод и силовое электрооборудование

Схема

Преобразователи тягового привода построены на базе биполярных транзисторов с изолированным затвором (IGBT), модули которых снабжены элементами защиты. Инверторная силовая схема выполнена по принципу двухуровневого регулирования напряжения и частоты (VVVF). В схеме использовано векторное управление, которое обеспечивает эффективную противобоксовую защиту и применение электродинамического торможения вплоть до останова поезда.

Поскольку в поезде серии 10000 пять моторных вагонов, в одном из них комплект электрооборудования рассчитан на питание четырех тяговых двигателей этого вагона, а каждый из двух других комплектов рассчитан на питание восьми тяговых двигателей двух смежных моторных вагонов (рис. 4).

Коммутационная аппаратура (выключатели, контакторы) имеет электромагнитный привод; от пневматического привода отказались в целях упрощения технического обслуживания и ремонта.

Тяговые двигатели

На тележках моторных вагонов поезда серии 10000 установлены самовентилируемые асинхронные тяговые двигатели мощностью 165 кВт с короткозамкнутым ротором. Двигатели оснащены центробежными сепараторами для предотвращения попадания внутрь пыли, содержащейся в охлаждающем воздухе; благодаря этому отпадает необходимость в входных фильтрах.

Тяговая передача с параллельным карданным валом в принципе аналогична примененной в поездах предыдущих серий. Передаточное отношение редуктора равно 6,21 (87:14). Общий вид мотор-редукторного блока приведен на рис. 5.

Токоприемники

Токоприемники поезда исходя из соображений облегчения и повышения ремонтпригодности выполнены однорычажными. Имеется система идентификации положения токоприемников, так что машинист может на дисплее пульта управления убедиться в том, что все они или подняты, или опущены.

Вспомогательное оборудование

Питание нетяговых бортовых потребителей энергии

Для питания нетяговых потребителей электроэнергии на борту поезда, таких, как установки кондиционирования воздуха и т. п., имеются два модуля статических преобразователей-инверторов мощностью 240 кВт на базе IGBT-



Рис. 3. Тележка типа FS777

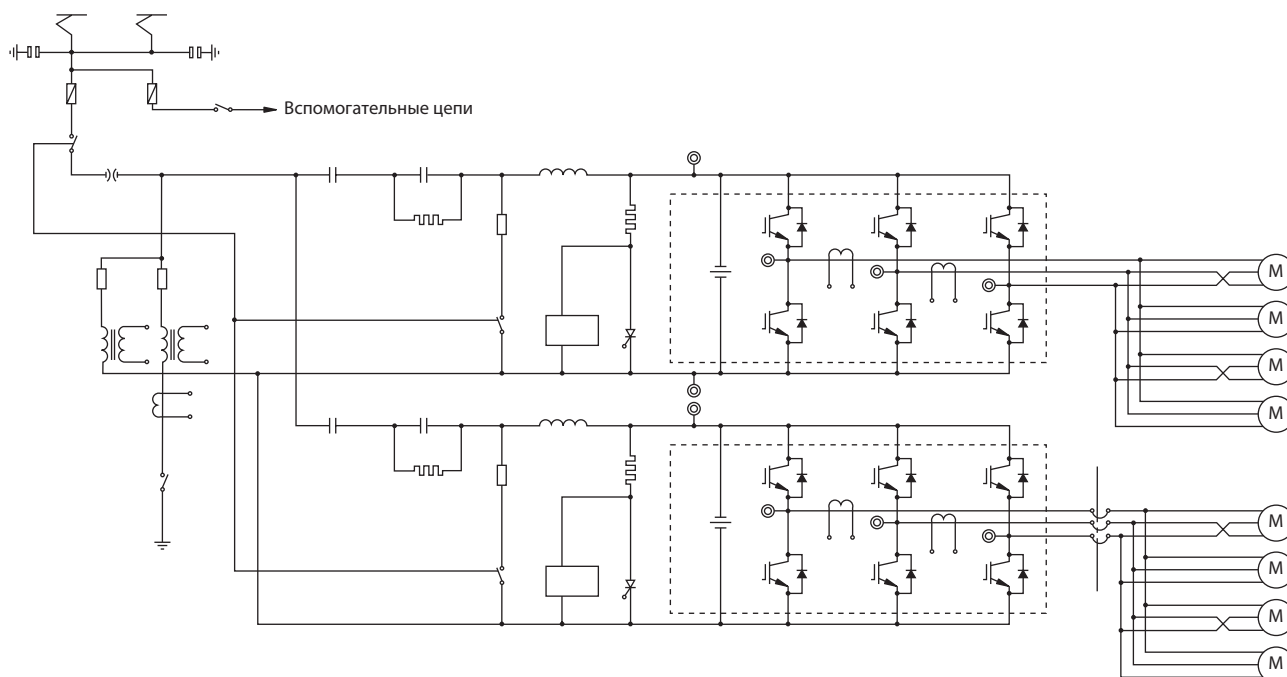


Рис. 4. Силловая схема тягового привода двух моторных вагонов

транзисторов, установленные на одном из моторных вагонов. На выходе инверторы дают трехфазный переменный ток напряжением 440 В/60 Гц и однофазный 220 В/60 Гц, 100 В/60 Гц, а также постоянный ток напряжением 100 и 24 В. В случае выхода одного из модулей из строя бесперебойное питание продолжается от оставшегося.

Для аварийных случаев, связанных, например, с продолжительной стоянкой в тоннеле из-за отказа системы тягового электроснабжения, предусмотрена возможность подключения к имеющейся в тоннеле сети переменного тока 220 В/60 Гц для подзарядки аккумуляторных батарей и подъема токоприемников.

Мотор-компрессоры

На поезде установлены три мотор-компрессорных модуля. Каждый модуль, выполненный в виде единого блока, включает три винтовых компрессора, вторичный охладитель и осушитель воздуха. Модули отличаются малыми габаритами, относительно низкой начальной стоимостью и высокой ремонтпригодностью. Применение винтовых компрессоров позволяет снизить уровень излучаемого шума примерно на 20 дБ(А) по сравнению с поршневыми компрессорами, примененными на поездах предыдущих поколений.

Установки кондиционирования воздуха

На крыше каждого вагона размещена установка кондиционирования воздуха. Для улучшения характеристик мощность каждой установки повышена с 48,9 кВт (42 тыс. ккал/ч), как это имело место в поездах ранней постройки, до 58 кВт (50 тыс. ккал/ч).

Контроль за температурой в каждом пассажирском салоне осуществляется индивидуально ми-

крокомпьютерной системой, регулирующей работу компрессоров установки. Регулирование выполняется с помощью датчиков температуры и влажности воздуха внутри и снаружи, а также датчиков давления воздуха в пневматических баллонах рессорного подвешивания, по показаниям которых определяется число пассажиров в данном вагоне. Система сравнивает эти фактические параметры с заданными их пороговыми значениями.

Искусственный климат создается в нескольких режимах селективного управления: охлаждение, осушение воздуха, отопление, вентиляция. Если установлен режим полного автоматического управления, система сама выбирает и поддерживает заданные параметры. Машинист может задавать температуру в салонах с шагом 3 °С и контролировать соблюдение параметров посредством сенсорного дисплея.

Для отопления пассажирских салонов используются размещенные под диванами электронагреватели, заключенные в защитные кожухи, для отопления кабин управления — инфракрасные излучатели и калориферы.

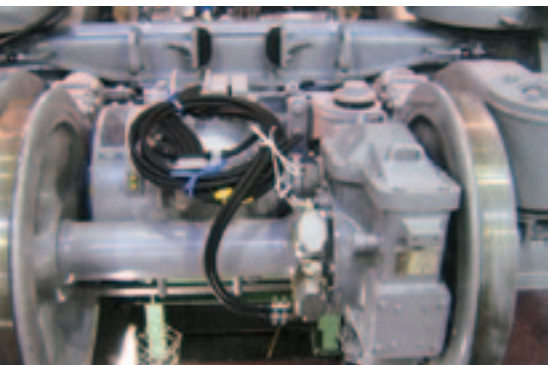


Рис. 5. Блок тяговый двигатель/тяговая передача

В качестве хладагента в установках кондиционирования воздуха применяется вещество R-407C, не содержащее хлорфторуглеродов и при выделении не наносящее вреда озоновому слою. Использование этого хладагента соответствует проводимой на транспорте политике охраны окружающей среды.

Система информирования пассажиров

Над каждой дверью в пассажирских салонах смонтированы информационные табло высотой 38 см на жидких кристаллах (в поездах прежних серий применялись табло на светодиодах). Цифровое управление обеспечивает четкость изображений и знаков. На табло отображаются номер поезда, названия станции назначения и следующей по ходу движения станции, сторона расположения очередной посадочной платформы (слева или справа), указания по пересадкам и т. п. В случае надобности машинист может с помощью соответствующего интерфейса выводить на табло и иную информацию, а также передавать речевые сообщения. Для защиты от огня или проявлений вандализма табло защищены закаленным стеклом.

Помимо визуальной, пассажирам выдается информация в виде звонков об открытии и закрытии дверей, звучащих с соответствующей стороны.

Кроме того, в поезде функционирует система связи пассажиров с машинистом, по которой машинисту из любого вагона может быть передана срочная информация.

Тормоза

Поезд серии 10000 оснащен системами электродинамического (реостатного и рекуперативного) и электропневматического тормоза. Электропневматический тормоз имеет повзгонное (вместо потележечного, как на поездах прежних серий) управление, давление воздуха в тормозных цилиндрах регулируется в зависимости от населенности соответствующего вагона. Отказы в работе системы, такие, как несрабатывание или неотпуск тормозов какого-либо вагона, отображаются на дисплее в кабине управления. Машинист может принудительно отпустить тормоз любого вагона.

Системы управления и сигнализации

Управление и контроль за работой основного оборудования поезда серии 10000 осуществляется с помощью информационной системы TIS, которая состоит из двух подсистем. Одна из них обрабатывает и передает на исполнение команды, подаваемые главным кон-

троллером машиниста и относящиеся к заданию режимов тяги и торможения. Вторая подсистема обеспечивает постоянный мониторинг состояния и функционирования отдельных компонентов, узлов и агрегатов, выводя в случае каких-либо аномалий соответствующие сведения на дисплей машиниста, а также собирает и хранит в памяти сведения о таких случаях.

Одной из важнейших функций системы TIS является информационная поддержка машиниста в рутинной работе (например, путем индикации положения дверей), а также выдача рекомендаций по оперативному устранению неисправностей.

Управление движением поездов осуществляется с помощью системы локомотивной сигнализации CS-ATC с постоянным контролем скорости и устройствами автоматической остановки поезда (в том числе устройством контроля бодрствования). Машинист заранее получает информацию о том, что на следующем блок-участке необходимо снизить скорость. В случае если поезд входит на такой участок с превышением скорости, автоматически приводятся в действие тормоза, предотвращая необходимость в экстренном торможении, создающем дискомфорт для пассажиров.

Japanese Railway Information, 2007, № 105.

Редакция журнала

«Железные дороги мира»

приглашает на внештатную работу переводчиков с английского, немецкого и французского языков, имеющих опыт работы на железнодорожном транспорте и проживающих в Москве или Московской области.

Обращаться по телефону (499) 317-55-65 или по электронной почте zdm@css-rzd.ru.