

И. П. КИСЕЛЁВ

Краткий обзор истории высокоскоростных поездов в Японии. Часть 1

Высокоскоростные поезда, предназначенные для регулярных перевозок пассажиров со скоростью до 200 – 300 км/ч, представляют собой транспортные средства, по уровню сложности приближающиеся к изделиям аэрокосмической промышленности. Реализация проектов подобных поездов под силу только технически развитым странам или объединениям ведущих мировых компаний, специализирующихся в области транспортного машиностроения, силовой электроники, электротехники, систем управления. Наиболее богатый опыт в этом отношении имеют железные дороги Японии.

В этом номере журнал «Железные дороги мира» приступает к публикации обзора истории создания и развития в Японии высокоскоростных электропоездов нескольких поколений. Обзор, состоящий из трех частей, подготовлен проректором Петербургского государственного университета путей сообщения, доцентом И. П. Киселёвым.

В Японии за период с 1962 г. по настоящее время созданы высокоскоростные электропоезда примерно 20 серий. Из них 11 выпускались или выпускаются в массовом порядке, остальные, будучи опытными, были изготовлены в одном экземпляре (схема развития японского высокоскоростного подвижного состава приведена на рис. 1). В 1960-х годах в стране сложилась кооперация предприятий, обеспечивающих изготовление высокоскоростного подвижного состава, которая практически сохранилась и до сего дня. Разработку и реализацию проектов поездов координировали специалисты Национальных железных дорог Японии (JNR) при ведущей роли Научно-исследовательского института железнодорожной техники (RTRI). После приватизации национальных железных дорог в 1987 г. эти функции в настоящее время выполняют специалисты частных железнодорожных компаний, эксплуатирующих высокоскоростные магистрали сети Синкансен (JR East, JR Central и JR West), совместно со специалистами Japan Rail Group — коммерческой структуры, в которую входят указанные компании и RTRI.

Механическую часть вагонов высокоскоростных поездов — кузова, тележки, тормозное оборудование, сцепные устройства и т.д. — проектируют и выпускают компании Kawasaki Heavy Industries, Mitsubishi

Heavy Industries, Nippon Sharyo, Hitachi, Kinki Sharyo, электротяговое (в том числе преобразовательное) оборудование, системы управления, связи, информации, освещения, кондиционирования воздуха и др. — Mitsubishi Electric, Hitachi, Toshiba, Fuji Electric, Toyo Denki и ряд других. К изготовлению элементов внутреннего оснащения вагонов привлекаются сотни специализированных компаний соответствующего профиля.

Окончательная сборка поездов осуществляется на предприятиях четырех компаний, которые изготавливают кузова вагонов.

История высокоскоростного железнодорожного транспорта в Японии и других странах свидетельствует, что в создании специализированного подвижного состава не было скороспелых и легких решений. Действительно, рекордсменом по скорости создания является первый японский высокоскоростной поезд серии 0, и то на его проектирование, изготовление и подготовку к серийному выпуску ушло, по разным оценкам, «всего» от 7 до 9 лет (в разных источниках приведены отличающиеся даты начала работ: 1955 и 1957 гг.; в серийное производство поезд был запущен в 1964 г.).

Началу массового производства поезда серии 0 предшествовали постройка и испытание трех опытных и одного предсерийного поездов. Весь цикл проектирования и подготовки к серийному выпуску японских поездов последующих серий для сети Синкансен составлял от 10 до 20 лет, причем этот цикл каждый раз включал изготовление и длительные испытания опытных образцов.

Опыт Японии в разработке, изготовлении и эксплуатации высокоскоростного подвижного состава огромен. Несмотря на то что в значительной своей части он в силу коммерческих и иных соображений недоступен для широкой научно-технической общности, определенный объем материала удалось собрать и обобщить по открытым публикациям, а также путем непосредственного ознакомления с японской железнодорожной техникой в ходе посещения различных объектов сети Синкансен. Представляется, что предлагаемый обзор даст возможность лучше понять проблемы развития высокоскоростных сообщений в мире и перспективы их решения в России.

Железнодорожная компания JR East,
линии Тохоку, Дзюэцу и др.

Железнодорожная компания JR Central,
линия Токайдо

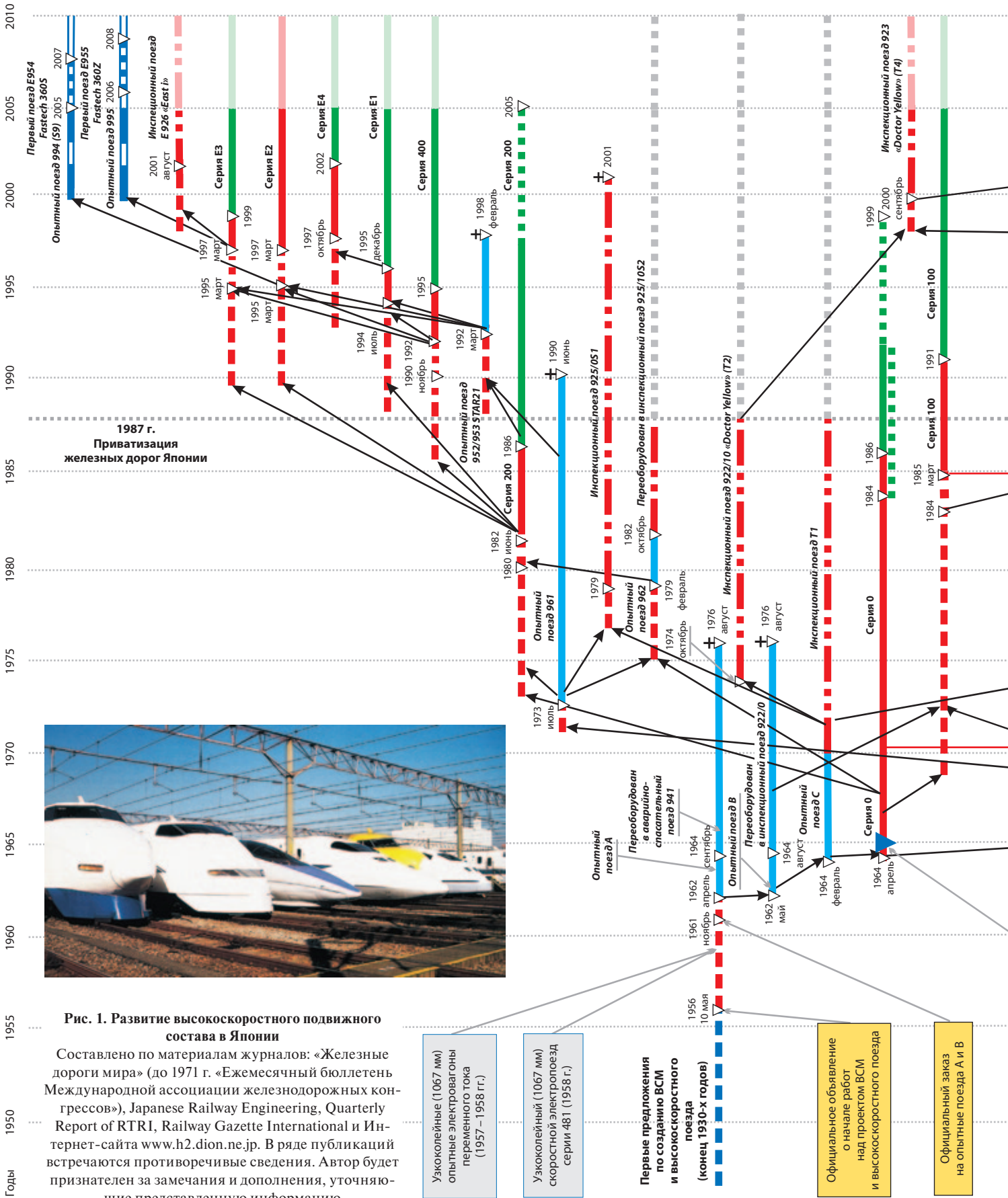


Рис. 1. Развитие высокоскоростного подвижного состава в Японии

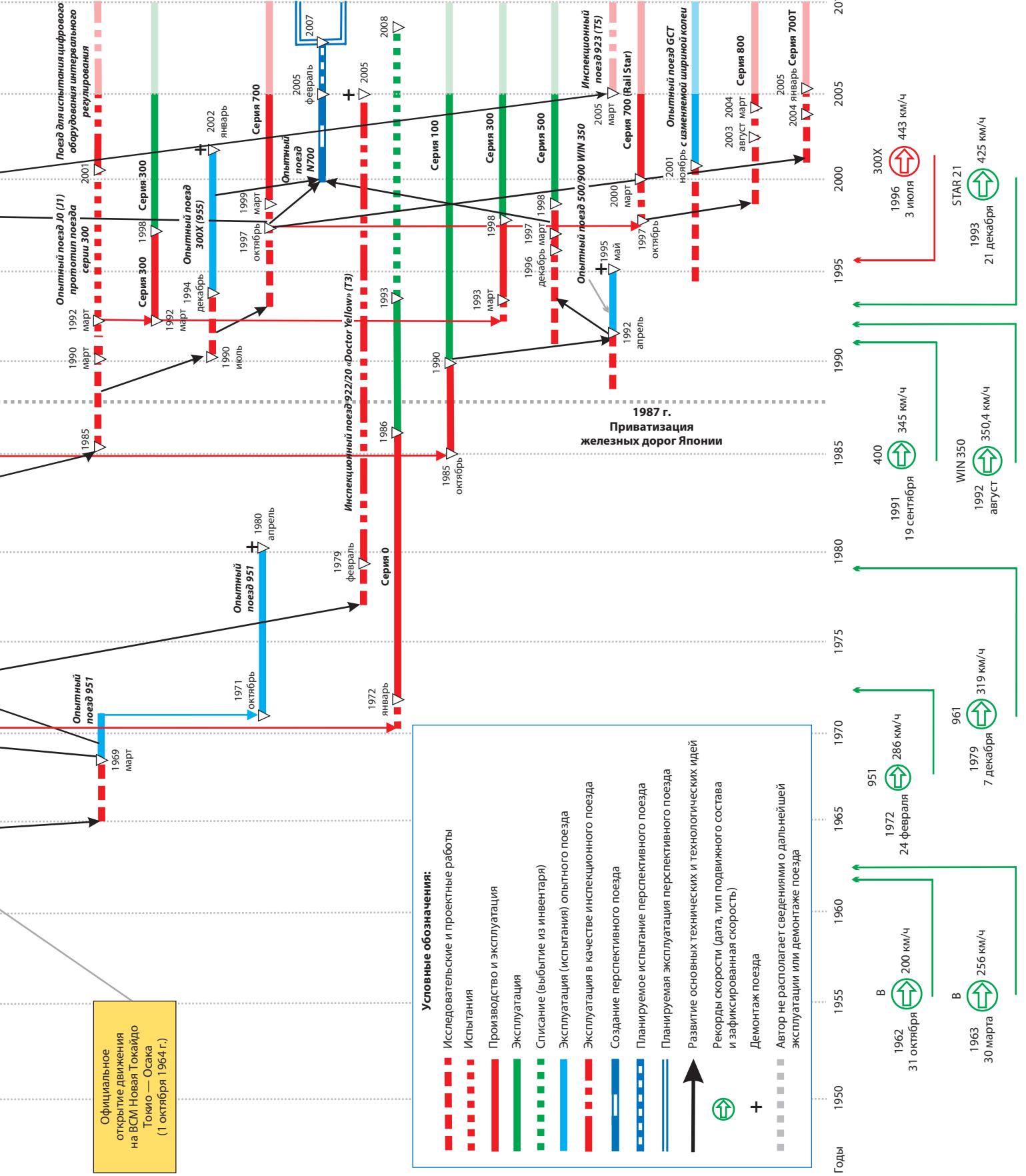
Составлено по материалам журналов: «Железные дороги мира» (до 1971 г. «Ежемесячный бюллетень Международной ассоциации железнодорожных конгрессов»), Japanese Railway Engineering, Quarterly Report of RTRI, Railway Gazette International и Интернет-сайта www.h2.dion.ne.jp. В ряде публикаций встречаются противоречивые сведения. Автор будет признателен за замечания и дополнения, уточняющие представленную информацию

Железнодорожная компания JR Central,
линия Токайдо

Железнодорожная компания JR West,
линия Санъё

Железнодорожная компания JR Kyushu

Экспортный поезд
для Тайваня



Официальное открытие движения на ВСМ Новая Токайдо Токио — Осака (1 октября 1964 г.)

Первый высокоскоростной электропоезд

Исходная ситуация

Перед Второй мировой войной и в первые послевоенные годы самым быстрым поездом в Японии был экспресс на паровой тяге Tsubami («Ласточка»), который обращался по маршруту Токио — Осака (553 км) на линии Токайдо стандартной для Японии колеи 1067 мм и на отдельных участках развивал скорость до 100 км/ч [1].

В 1940—1950-х годах железные дороги ряда стран мира уже имели опыт организации скоростных (150—160 км/ч) сообщений с использованием как поездов на локомотивной (преимущественно электровозной) тяге, так и моторвагонных. В области эксплуатации поездов-экспрессов на электровозной тяге особенно продвинулась Франция, скоростных электропоездов — США, Италия.

Японские специалисты-железнодорожники исходили из концепции использования моторвагонных поездов в пассажирских перевозках на электрифицированных линиях, а электровозов — преимущественно в грузовом движении.

К середине 1950-х годов в Японии были созданы пригородные и междугородные электропоезда нескольких серий. Предшественником высокоскоростных японских поездов стал выпущенный в 1958 г. электропоезд серии 481 Kodama («Лесное эхо»), рассчитанный на движение с максимальной скоростью 120 км/ч (рис. 2).

Электропоезд был предназначен для линии Токио — Осака, электрифицированной на постоянном токе напряжением



Рис. 2. Электропоезд Kodama

1,5 кВ, и формировался из восьми вагонов, четыре из которых были моторными. Мощность продолжительного режима каждого из 16 тяговых двигателей составляла 100 кВт. Поезд преодолевал расстояние между конечными пунктами за 6 ч 50 мин с маршрутной скоростью 80 км/ч [2].

В те годы в Японии началась электрификация железных дорог на переменном токе промышленной частоты напряжением 20 кВ и в этой связи велись работы по созданию электропоездов переменного тока. В 1957 г. было изготовлено несколько опытных секций переменного-постоянного тока, на одной из которых опробовались кремниевые выпрямители, показавшие удовлетворительные результаты [3].

Высокоскоростной электропоезд первого поколения серии 0

В 1958—1960 гг. в ходе разработки проекта первой высокоскоростной магистрали (см. «Железные дороги мира», 2004, № 9, с. 13—22) с учетом результатов эксплуатации имевшегося моторвагонного электроподвижного состава и тщательного изучения мирового опыта в Японии выполнен большой объем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и определена концепция высокоскоростного поезда. Как известно, с самого начала создания сети высокоскоростных магистралей (ВСМ) Японии был сделан важный шаг — для нее приняли нормальную (1435 мм) колею. Следует отметить, что к этому времени общая протяженность железных дорог страны, имевших узкую колею, превышала 27 тыс. км.

Принятие нормальной колеи позволило использовать преимущества большего габарита. Так, стало возможным проектировать вагоны с наружной шириной кузова 3380 мм при длине 25000 и высоте (в одноэтажном исполнении) 3900 мм над УГР. В салонах второго класса при такой ширине свободно размещались пять пассажирских кресел в ряд.

Разработчики остановились на варианте поезда, все вагоны которого были моторными. Расчеты показали, что при установленных проектом предельных величинах подъема (20 ‰) и массы поезда требуемая для достижения максимальной скорости и необходимых ускорений суммарная мощность должна составлять около 11 тыс. кВт. Исходя из имевшихся тогда возможностей электротехнической промышленности, готовой поставлять для новых поездов тяговые двигатели выпрямленного тока мощностью около 180 кВт, необходимая мощность поезда могла быть достигнута именно при такой составности. Для выпрямления тока на поездах предполагали применить кремниевые силовые полупроводниковые элементы. В качестве тяговой единицы для нового поезда была принята секция из двух вагонов, на которых размещался полный комплект электрического, механического оборудования и систем жизнеобеспечения для пассажиров и поездной бригады.

Необходимые проектные, опытно-конструкторские разработки и испытания отдельных узлов завершились в середине 1961 г., и 8 ноября того же года был официально оформлен заказ на два опытных поезда: двухвагонный (получивший обозначение А) и четырехвагонный (В).

Число и тип вагонов этих поездов были предметом особого рассмотрения. Как отмечено выше, в Японии не было к тому времени опыта эксплуатации подвижного состава при движении со скоростью более 100 км/ч. Несмотря на то что японскими специалистами были тщательно изучены (в доступных пределах) зарубежные достижения в данной области, особенности поведения подвижного состава при

движении со скоростью порядка 200 км/ч оставались только теоретически предполагаемыми.

Среди множества вопросов были: взаимодействие ходовой части вагонов с путевой структурой, управление секциями в отдельности и совместное управление несколькими секциями в составе поезда при движении с высокой скоростью, токоосъем, аэродинамическое взаимодействие подвижного состава со стационарными объектами и встречных поездов между собой на двухпутных перегонах при относительной скорости движения, превышающей 400 км/ч. Решение о постройке двух опытных поездов — четырехвагонного и двухвагонного было принято именно с учетом различных факторов влияния. Четырехвагонный двухсекционный поезд позволял провести широкий комплекс экспериментов по совместному управлению двумя секциями, взаимодействию головных и промежуточных вагонов в движении между собой и с путевой структурой. Наличие второго, двухвагонного, поезда давало возможность проводить опыты по аэродинамическому взаимодействию встречных поездов.

Двухвагонный электропоезд (вагоны № 1001 и 1002) был готов 25 апреля 1962 г., а четырехвагонный (вагоны № 1003 — 1006) — 26 мая. Эти опытные поезда иногда называют «тысячной серией». К тому времени завершилось строительство значительной части будущей ВСМ Токио — Осака, и в районе станции Камономия был выделен опытный двухпутный участок, что позволило начать испытания как подвижного состава, так и путевой структуры, а также контактной сети и систем автоматики, телемеханики и связи.

31 октября 1962 г. электропоездом, получившим обозначение В, был установлен национальный рекорд скорости — 200 км/ч, 30 марта 1963 г. он был доведен до 256 км/ч. Испытания продолжались до конца 1963 г., а в феврале 1964 г. был изготовлен предсерийный шестивагонный поезд, получивший обозначение С, испытания которого продолжались в течение нескольких месяцев. Исходя из результатов эксплуатации опытных поездов в проект внесли необходимые корректировки, и в начале сентября 1964 г. было завершено изготовление первой партии из 30 поездов (360 вагонов) серии 0 (рис. 3) в двух модификациях: Nikaги («Молния») и Kodama.

(В наименованиях серий японских высокоскоростных поездов: 0, 100, 200 и т.д. — в период существования национальных железных дорог Японии использовались цифры, кратные 100, но это не было связано со скоростью или другими техническими характеристиками. Такой порядок сохранился и пос-



Рис. 3. Электропоезда серий (справа налево) 0, 100 и 300

ле приватизации. Опытные поезда, за исключением первых А, В и С, обозначались девятисотыми номерами: 951, 961 и др.).

В 6 ч утра 1 октября 1964 г. на Центральном вокзале Токио состоялась официальная церемония начала движения поездов по первой в мире высокоскоростной магистрали Токио — Осака длиной 515 км. Торжества были приурочены к открытию XVII Олимпийских игр.

Основные конструктивные решения, принятые в проекте поезда серии 0, отражали передовые, но вместе с тем уже хорошо опробованные инженерно-технические идеи своего времени. Кузов вагона представлял собой цельносварную конструкцию из низколегированной стали в виде подкрепленных листовых структур на балках и вертикальных стойках и был рассчитан на ударную нагрузку при аварийных столкновениях до 100 т, а также на обеспечение герметичности пассажирских салонов при перепадах давления воздуха (возникающих при проходе тоннелей или встрече поездов на двухпутном перегоне) до 500 мм водяного столба. Подкузовное пространство и размещенное там оборудование закрыты не были, ниже уровня пола пассажирского салона имелся лишь узкий фальшборт. Как известно, в последующем пространство под кузовом вагонов и локомотивов высокоскоростных поездов для улучшения аэродинамических характеристик и предохранения оборудования от пыли, влаги и снега полностью закрывали кожухами.

При проектировании первого японского высокоскоростного поезда рассматривался вопрос изготовления кузовов из легких алюминиевых сплавов или нержавеющей стали, однако относительная дороговизна этих материалов в то время и несовершенство технологий их сварки заставили отказаться от этой идеи.

Проектом поезда серии 0 были предусмотрены двухосные тележки (рис. 4) со сварными замкнутыми рамами; в буксовой ступени подвешивания использовались цилиндрические пружины и гидравлические гасители колебаний, в центральной — пневматические рессоры диафрагменного типа.

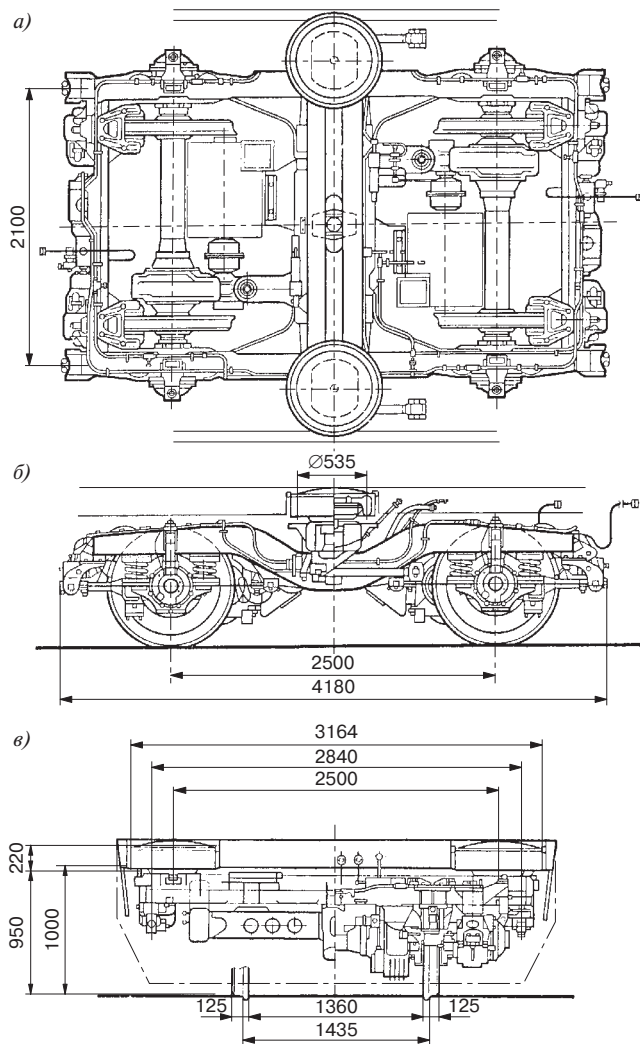


Рис. 4. Тележка поезда серии 0:

а — вид сверху; б — вид сбоку; в — вид спереди

При создании опытных поездов, конструкция которых легла в основу серийных, японские специалисты выдвинули следующие требования к буксовому опорному узлу: износ и другие факторы не должны влиять на его работоспособность в течение установленного срока службы; узел должен характеризоваться вполне определенными параметрами продольной и поперечной жесткости, быть надежным в эксплуатации и ремонтпригодным [4]. Исходя из имеющегося передового опыта рассматривались варианты применения опорных буксовых узлов восьми типов, в целом отвечающих указанным требованиям. Они проходили испытания на тележках шести вагонов опытных поездов. После второго цикла испытаний выбрали буксовый узел типа IS поводковой конструкции. В этом варианте обеспечивалась необходимая жесткость в продольном и поперечном направлениях, а напряжения в пластинчатых пружинах были ниже, чем в буксовых узлах других типов.

Вторую ступень подвешивания вагонов поезда серии 0 решили выполнить пневматической. Исследования по применению пневматического подвешивания в железнодорожных экипажах были начаты

в 1955 г. Первоначально предпринимались попытки применения пневматических рессор баллонного типа, но на первом серийном поезде были установлены разработанные в 1962 г. рессоры диафрагменного типа.

Как отмечено выше, все вагоны поезда были моторными и имели тяговый привод второго класса с двигателем, подвешенным на раме тележки, и передачей вращающего момента на колесную пару через зубчатую подвижную муфту и далее через редуктор, опирающийся на ось.

В тяговом приводе использовались двигатели выпрямленного тока продолжительной мощностью 185 кВт. Регулирование напряжения, подаваемого на двигатели через кремниевые выпрямители, осуществлялось путем переключения секций вторичной обмотки главного трансформатора. На каждые два вагона (секцию из вагонов типа М и М') предусматривался один главный трансформатор, установленный в вагоне типа М', на крыше этого вагона находился и токоприемник данной секции. Таким образом, число трансформаторов и токоприемников в поезде равнялось числу секций.

В первые годы эксплуатации сети Синкансен поездами управляли локомотивные бригады в составе машиниста и помощника, впоследствии перешли на управление в одно лицо (только машинистом). В кабине хвостового вагона и тогда находился, и в настоящее время находится начальник поезда (главный кондуктор).

В поезде использовались электродинамический (реостатный) и электропневматический дисковый тормоза. На каждом колесе были установлены два тормозных диска (с внешней и внутренней стороны), к которым с помощью клещевидного механизма прижимались накладки. В оконечном узле дискового тормоза применялся оригинальный привод: через электропневматический клапан давление из воздушной магистрали передавалось на поршень пневматического цилиндра, который через гидроусилитель и два гидроцилиндра воздействовал на клещи тормоза одной оси.

В концевых вагонах поезда размещался комплект бортовой аппаратуры приема и расшифровки кодовых сигналов автоблокировки, контроля скорости движения и автостоп, который предотвращал въезд на занятый блок-участок.

В вагонах поездов серии 0, как и во всех высокоскоростных поездах последующих серий, для пассажиров были предусмотрены только места для сидения. По планировке различались вагоны первого класса (четыре кресла в ряд по схеме 2 + 2 с шагом между рядами 1160 мм) и второго (пять по схеме 2 + 3 с шагом 940 мм), вагоны-рестораны с обеденным залом и кухней, а также вагоны-буфеты с баром и пассажирским салоном второго класса.

Конструкторы высокоскоростного поезда увидели необходимость обеспечения герметичности вагонов. Это достигалось тщательным исполнением кузова, а также применением неоткрывающихся окон из стеклопакетов и дверей, конструкция которых предусматривала после их закрытия дополнительное уплотнение в проеме с помощью специального пневмоцилиндра. Все вагоны оснащались системами электрического отопления, принудительной приточно-вытяжной вентиляции и кондиционирования воздуха. Однако первые месяцы эксплуатации показали, что проблема герметичности является более острой, чем полагали. При входе поездов в тоннель и при встрече двух поездов на перегоне при относительной скорости порядка 400 км/ч скачки давления в пассажирских салонах превышали предельно допустимые. Поэтому систему вентиляции вагонов пришлось дорабатывать на протяжении нескольких лет.

Санитарные узлы в поезде серии 0, включавшие туалетные комнаты японского и европейского типа и ниши с умывальниками, в отличие от сложившейся к тому времени в большинстве стран практики размещались не во всех вагонах, а только в нечетных (типа М). Такой принцип расположения санитарных узлов «через вагон» стал обычным для всех японских высокоскоростных поездов. Наличие санузла только в одном конце вагона минимизировало протяженность трубопроводов водоснабжения от напорного бака, находившегося под крышей вагона, и упрощало систему отвода; при этом половина вагонов поезда вообще не имела сантехнического оборудования, трубопроводов, водяных и сборных баков. В этих поездах была применена одна из первых в мире систем герметичных санузлов железнодорожного подвижного состава. Сточные воды не сбрасывались на путь, а собирались в бак, опорожнявшийся в городскую канализацию во время технического обслуживания в депо.

Поезда серии 0, выпускавшиеся в нескольких модификациях, стали самыми распространенными высокоскоростными поездами не только в Японии, но и в мире. Всего с 1963 по 1986 г. было выпущено 3216 вагонов поездов этой серии. Более 20 лет они составляли основу парка подвижного состава линий Токайдо и Санъё Синкансен. С 1984 г. началось их списание.

Высокоскоростные поезда второго поколения серий 100 и 200

В развитии подвижного состава железных дорог Японии можно выделить четыре поколения высокоскоростных электропоездов:

первое (1960-е — конец 1970-х годов) — электропоезда серии 0;

второе (1980-е годы) — поезда серий 100, 200 и ряд опытных;

третье (1980 — 1990-е годы) — поезда серий 300, 400, E1MAX, E2, E3, E4MAX, опытные серий 952/953 (STAR 21), 955 (300 X), 500 — 900 (WIN 350);

четвертое — современные поезда серий 500 и 700, введенные в эксплуатацию в последние годы.

К концу 1960-х годов, т.е. 5 лет спустя после открытия ВСМ Токайдо, общее число поездов серии 0 составило 85 ед., ежедневно в обращении находилось до 107 пар поездов, которые перевозили около 250 тыс. пассажиров [5].

В эти годы велось строительство линии Санъё, продолжающей Токайдо в направлении на Окаяму и Хакату (Фукуоку). Первый участок новой линии от Осаки до Окаямы длиной 160 км планировали открыть в 1972 г., а всю магистраль до Хакаты (Фукуоки) длиной 554 км — в 1975 г. В 1971 г. началось также сооружение высокоскоростных линий на восток от Токио: Тохоку и Дзюэцу.

После ввода в эксплуатацию первой в Японии ВСМ Токайдо продолжались работы и по созданию нового подвижного состава для использования как на эксплуатируемых ВСМ, так и на новых. Предстоящее увеличение более чем в 2 раза протяженности маршрута следования высокоскоростных поездов от Токио до Хакаты обуславливало ужесточение требований к уровню комфорта для пассажиров. Необходимы были также поезда, развивающие более высокую скорость. Кроме того, на линии Санъё строилось значительное число тоннелей, в том числе и такой протяженный, как подводный Син-Камон длиной 18,7 км между островами Хонсю и Кюсю. Это обуславливало повышение требований к системам вентиляции вагонов.

Возникла еще одна проблема, связанная с тем, что путь ВСМ Санъё на большей части длины укладывался на более жестком, чем раньше, безбалластном плитном основании. Опыта эксплуатации подвижного состава на такой путевой структуре не было, поэтому предстояло выяснить особенности поведения ходовой части вагонов в новых условиях.

Все эти обстоятельства послужили основанием для создания опытного поезда, на котором можно было бы опробовать новые технические решения и получить в процессе испытаний при движении со скоростью до 250 км/ч необходимый экспериментальный материал.

При разработке технического задания на новый подвижной состав подверглась серьезному критическому анализу концепция обустройства пассажирских салонов вагонов высокоскоростных поездов. Поскольку на будущем объединенном и, следовательно, более протяженном маршруте по линиям Токайдо и Санъё Синкансен время нахождения пассажиров в пути должно было составить около 6 ч, а в перспективе планировалось продление маршру-

тов и к востоку от Токио по строящимся линиям Тохоку и Дзюэцу, всерьез рассматривался вопрос об устройстве спальных мест. Одно из предложений заключалось в создании спальных вагонов по типу тех, что получили распространение в США, т.е. с местами для сидения, трансформируемыми на ночь в спальные. Эскизные проработки такого варианта обустройства спальных мест были выполнены для опытного поезда и, хотя в серийно выпускавшемся подвижном составе применения не нашли, представляли интерес с точки зрения возможного развития поездов для ВСМ в будущем, когда длина маршрутов еще более увеличится. Известно, однако, что в настоящее время высокоскоростные поезда и в Японии, и в других странах успешно конкурируют с самолетами только на маршрутах, где суммарное время в пути не превышает 3–3,5 ч и спальные места не нужны.

Работы по проектированию и строительству новых высокоскоростных поездов развернулись сразу в двух направлениях: для действующих линий Токайдо и Санъё и для будущих Тохоку и Дзюэцу. В марте 1969 г. в качестве первого шага на пути создания нового подвижного состава для ВСМ Токайдо и Санъё был изготовлен двухвагонный опытный поезд серии 951. В июле 1973 г. в рамках реализации проек-



Рис. 5. Электропоезд серии 100

тов ВСМ к востоку от Токио был изготовлен опытный шестивагонный поезд серии 961.

Хронологически следующим после поезда серии 0 в эксплуатацию был введен поезд серии 200 (июнь 1972 г.), однако исходя из последовательности серийной нумерации вначале следует рассмотреть поезд серии 100, тем более что он был создан для ВСМ Токайдо и Санъё и являлся непосредственным развитием технических идей, заложенных в поезде серии 0.

Поезд серии 100

Проектные и опытно-конструкторские работы над новым поездом, получившим впоследствии серийное обозначение 100, продолжались почти 20 лет и завершились в 1984 г. Новый поезд серийной постройки впервые отправился в рейс с пассажирами уже 17 марта следующего года.

В отличие от поезда серии 0, все вагоны которого были моторными, в поезде серии 100 из 16 вагонов четыре были прицепными. Так же как и в поезде серии 0, кузова вагонов поезда серии 100 выполнялись из низколегированной стали в виде подкрепленных листовых структур. Для наружной обшивки кузовов впервые применили панели из нержавеющей стали.

Исходя из опыта эксплуатации поездов серии 0, кабина управления нового поезда была несколько приподнята, что улучшило обзор машинисту, тем более что поезда новой серии были полностью переведены на управление в одно лицо (без помощников). Лобовая часть концевых вагонов имела обтекаемую форму в виде так называемого акульего носа. Эта конфигурация была определена в результате использования математической трехмерной цифровой модели с применением графических программ расчета на ЭВМ и проверена в аэродинамической трубе (рис. 5).

Основной целью включения в новый поезд двухэтажных вагонов (рис. 6) было даже не столько стремление увеличить число пассажирских мест (оно осталось практически тем же, что и в поезде серии 0), сколько обеспечить новый подход к созданию более комфортных условий проезда пассажиров. Наличие в нескольких вагонах двух этажей позволяло, организовав сквозной проход пассажиров вдоль поезда по первому этажу, обустроить на втором изолированные пассажирские салоны первого класса и обеденные залы вагона-ресторана (рис. 7), из которых пассажиры через широкие панорамные окна могли обозревать окружающий ландшафт. Этот, казалось бы, не очень существенный аргумент в пользу путешествия высокоскоростными поездами активно использовался и используется железнодорожными компаниями Японии для привлечения пассажиров. Так, практически во всех рекламных буклетах высокоскоростной линии Токайдо звучит призыв «насладиться из окна поезда Синкансен видом на легендар-



Рис. 6. Двухэтажный вагон поезда серии 100



Рис. 7. Интерьер вагона-ресторана



Рис. 8. Интерьер купе класса «люкс»

ную гору Фудзияму», хотя она во время поездки находится в поле зрения не более 2–3 мин.

На втором этаже размещались места так называемого green-class (такое обозначение принято в Японии для мест первого класса; второй класс именуется стандартным). Еще одной новинкой стали устроенные на первом этаже некоторых двухэтажных вагонов купе класса «люкс» на одного, двух и трех пассажиров с креслами-диванами для лежания (рис. 8). Эти купе были оснащены индивидуальными приемниками многоканального музыкального радиовещания, телевизорами и радиотелефонными аппаратами междугородней связи (следует отметить, что сотовых мобильных телефонов тогда еще не было). Можно констатировать, что в отношении дизайна интерьеров и обеспечения комфорта для пассажиров новый поезд сильно отличался от предшествующих. Более того, достигнутый в нем уровень комфорта и, можно сказать, роскоши оказался слишком высоким и, как показала практика, не был впоследствии востребован пассажирами.

Важным инженерно-техническим достижением стало облегчение многих узлов и деталей нового поезда. Общая масса брутто поезда серии 100 при той же пассажировместимости, что и поезда серии 0, была снижена на 40 т (с 967 до 927 т) за счет применения нержавеющей стали в конструкции кузовов вагонов, уменьшения числа моторных осей и, соответственно, тяговых двигателей и редукторов. Была снижена и суммарная масса электрооборудования. Так, вместо 64 тяговых двигателей поезда серии 0 на поезде серии 100 при той же составности (16 вагонов) применены 48; к тому же масса каждого двигателя уменьшена с 875 до 828 кг, при том что длительная мощность увеличена до 230 кВт.

Моторные вагоны поезда объединены в секции по два (типа М и Мр). В вагоне типа Мр размещены главный трансформатор, регулируемый выпрямитель, высоковольтное оборудование, в том числе токоприемник. В системе управления коллекторными тяговыми двигателями впервые применены тиристоры.

Максимальную нагрузку на рельсы от колесной пары поезда серии 100 удалось снизить до 15 т против 16 т у поезда серии 0. Поскольку даже при совершенствовании конструкции кузова двухэтажного вагона его масса больше, чем одноэтажного, это компенсиро-

ровалось отсутствием в двухэтажных вагонах поезда серии 100 электротягового оборудования.

В моторных вагонах поезда серии 100 использованы тележки типа DT202, принципиально не отличающиеся от тележек поезда серии 0; для прицепных вагонов сконструирована новая тележка типа TR7000.

Так как на прицепных вагонах поезда серии 100 электродинамическое (реостатное) торможение применять было невозможно, для компенсации «потери» 16 тормозных осей в этом режиме тележки прицепных вагонов в дополнение к электропневматическому фрикционному тормозу, конструкция и принцип действия которого остались практически без изменений, были оснащены вихретоковым тормозом. Для этого на каждой оси прицепных вагонов смонтировали два тормозных диска, в которых электромагнитами в режиме торможения наводились токи Фуко, чем и обеспечивалось создание тормозного усилия. Тормозные диски выполнялись из ковanej стали с высокой термической стойкостью. Между тормозными дисками и полюсами электромагнитов не было механического контакта, а следовательно, практически и не было их износа. Применение дополнительного вихретокового тормоза в сочетании с электродинамическим и пневматическим фрикционным позволило в целом сохранить необходимую суммарную тормозную мощность поезда. Разработчики очень изящно решили вопрос питания катушек возбуждения вихретокового тормоза прицепных вагонов. На них подавалось напряжение, генерируемое тяговыми двигателями соседних моторных вагонов в режиме торможения.

Общее число мест в поезде серии 100 было равно 1319, в том числе 1153 второго класса и 166 первого. Поезда этой серии около 10 лет составляли основу парка подвижного состава линий Токайдо и Сانبя. Всего в 1984–1991 гг. было изготовлено 1985 вагонов.

Поезд серии 200

Как отмечено выше, для ВСМ, строительство которых велось к востоку от Токио, был необходим новый подвижной состав, рассчитанный на эксплуатацию в условиях пересеченной горной местности. В 1980 г., на 4 года раньше поезда серии 100, был создан поезд, получивший серийное обозначение 200



Рис. 9. Электропоезд серии 200

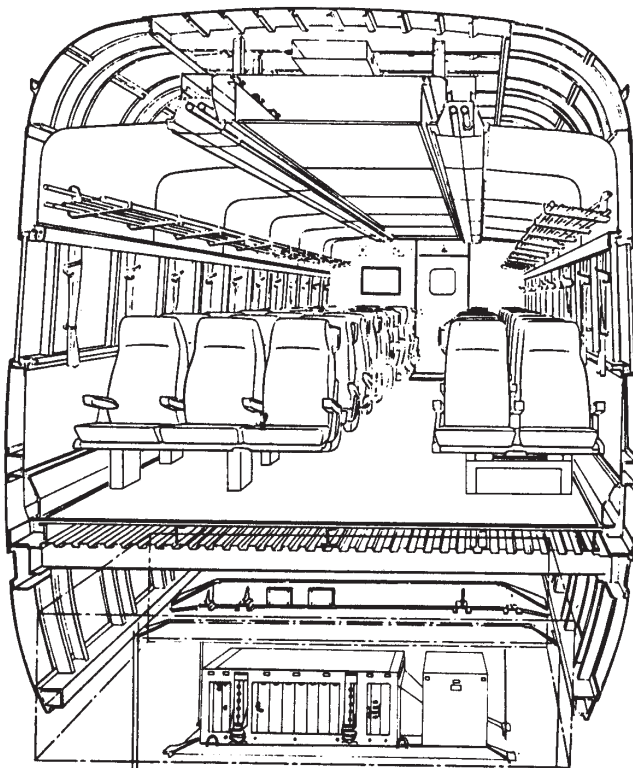


Рис. 10. Поперечное сечение кузова вагона поезда серии 200

(рис. 9). Постройке серийных поездов предшествовал большой комплекс испытаний опытных поездов трех серий: 951, 961 и 962.

Поезд серии 200 формировался из 12 одноэтажных моторных вагонов, соединенных в двухвагонные секции. В поезде было 10 пассажирских вагонов второго класса, один первого и вагон-ресторан. Важным отличием от поезда серии 0 стало применение для изготовления кузовов легких алюминиевых сплавов, хорошо зарекомендовавших себя в конструкции вагонов опытных поездов (рис. 10). Внутренняя планировка вагонов поезда серии 200 не имела существенных отличий от поезда серии 0.

В поезде серии 200 использованы более мощные тяговые двигатели выпрямленного тока мощностью

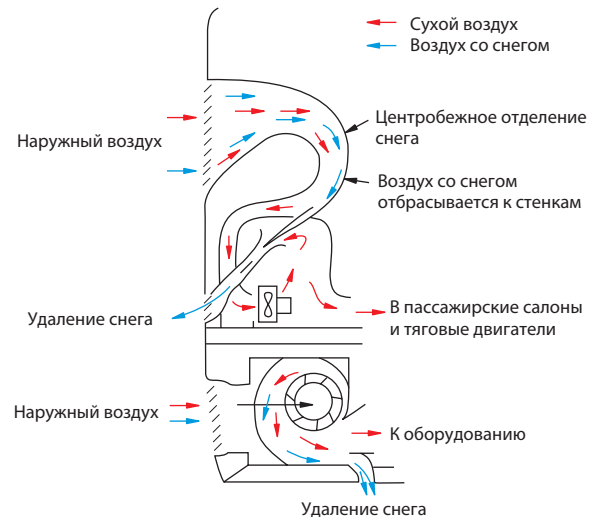


Рис. 11. Схема сепаратора для отделения снега от воздуха

продолжительного режима 230 кВт с тиристорным фазовым регулированием. Большая энерговооруженность имела целью обеспечение движения поезда с установленной высокой скоростью по затяжным подъемам новых восточных линий.

В связи с обилием снега в зимний период в горных районах, где проходят ВСМ Тохоку и Дзюэцу, особое внимание было уделено герметизации вагонов с тщательным укрытием подкузовного оборудования. Большую проблему представляло попадание снега в систему охлаждения тяговых двигателей и вентиляционные установки вагонов. Для ее решения в воздушных каналах установили центробежные сепараторы, отделяющие снег от воздуха (рис. 11).

При сравнении внешнего вида концевых вагонов поездов серии 0 и 200 бросается в глаза измененная конструкция щитков-путьеочистителей, подобранная для эффективного удаления снега с пути. При движении поезда с высокой скоростью создается завихрение нижней части фронтальной воздушной волны, которая отбрасывает снег за пределы рельсошпальной решетки.

Всего с 1980 по 1986 г. было выпущено 1982 вагона поезда серии 200. Планируется, что все они будут выведены из эксплуатации в 2005 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Semmens P. High Speed in Japan. Sheffield, 1997, p. 4.
2. Hollingsworth B., Cook A. The Great Book of Trains. London: Tiger Book International, 1987. P. 310–311.
3. Электропоезда переменного тока на Японских государственных железных дорогах. // Ежемесячный бюллетень Международной ассоциации железнодорожных конгрессов. 1961. №4. С. 41–44.
4. Ишизава М. и др. Тележки вагонов Новой линии Токaido и результаты их применения // Ежемесячный бюллетень Международной ассоциации железнодорожных конгрессов. 1969. №2. С. 3–27.
5. Kasai K. Shin Kansen Railcars in the Future//Japanese Railway Engineering. 1972. Vol. 22. № 3. P. 35.