

Синкансэн 50 лет !

Суперскоростная железнодорожная магистраль, изменившая Японию



Первый синкансэн (серия «0») Синкансэн линии «Токайдо» серии «N700» «Тохоку Синкансэн»

1-го октября исполнилось ровно 50 лет со дня открытия первого в Японии синкансэна линии «Токайдо». Первое время максимальная скорость поезда составляла 200 километров в час, что делало возможным преодоление пути из Токио до Осаки (515 км) за 4 часа. Однако уже в октябре следующего года, после окончательной стабилизации путей, синкансэн увеличил скорость до 210 км в час и сократил время в пути между вышеуказанными городами до 3 часов 10 минут. До появления синкансэна между Токио и Осакой ходил скоростной экспресс «Кодама» (Эхо), развивавший скорость 110 км в час. Для того, чтобы проделать путь из Токио до Осаки или наоборот, необходимо было провести в нём 6 с половиной часов, что делало однодневные командировки фактически невозможными, ведь у бизнесменов оставалось лишь 2 с половиной часа на всё про всё. Поэтому большинству из них приходилось останавливаться в отелях, либо пользоваться услугами ночных поездов. Появление синкансэна линии «Токайдо» стало воистину революционным, - время в пути сокращалось более чем в 2 раза, что делало возможным однодневные командировки между двумя важными экономическими центрами страны, которыми являются Токио и Осака. Синкансэн стал действующей силой, поменявшей всю социально-экономическую структуру страны восходящего солнца.



Магистральная сеть, покрывающая всю страну

Синкансэн, чья история началась 50 лет назад с расстояния от Токио до Осаки, продолжал стремительно развиваться, - в 1972 году открылась линия «Сангё Синкансэн», которая связала Осаку и город Хаката (южный остров Кюсю, расстояние между городами – 550 км), в 1982 году появились линии «Дзёэцу Синкансэн» (Токио-Ниигата, 300 км) и «Тохоку Синкансэн» (Токио-Мориока, 300 км), в 1992-м – «Ямагата Синкансэн» (Фукусима-Ямагата, 150 км), в 1997-м – «Нагано Синкансэн» (Токио-Нагано, 200 км) и «Акита Синкансэн» (Сэндай-Акита, 130 км). В

2010-м увидела свет линия «Аомори Синкансэн» (Мориока-Аомори, 170 км), а в 2011-м – «Кюсю Синкансэн» (Хаката-Кагосима, 260 км). На сегодняшний день суперскоростная железнодорожная сеть покрывает 2,700 километров, и это еще не предел: в марте следующего года линия «Нагано Синкансэн» будет протянута до города Канадзава, что сделает возможным путешествие из Токио до Канадзавы всего лишь за 2 с половиной часа, а в марте 2016-го года планируется открытие участка, который свяжет город Аомори с городом Хакодате, расположенным на самом северном острове Японии – Хоккайдо.

Максимальная скорость – 320 км в час

Синкансэн часто называли «супер-экспрессом» или «поездом-пулей», однако сейчас он уже прочно вошёл в мировые языки под своим собственным именем – «СИНКАНСЭН».

Согласно японскому законодательству, под синкансэном подразумевается «железнодорожная магистраль, на основных участках которой поезд развивает скорость более 200 километров в час» (2-ая статья закона о национальной инфраструктуре железных дорог «синкансэн»). Первоначальная скорость в 200 км в час, которую развивали синкансэны линии «Токайдо», после изобретения новых типов вагонов а также улучшения системы движения поездов, в 1992-м году достигла 270 км в час (примечание 1), сократив время в пути между Токио и Осакой до 2 часов 30 минут. В отличие от линии «Токайдо», на которой большое количество поворотов и скорость ограничена 270 км в час, линии «Санъё Синкансэн» и «Тохоку Синкансэн», которым характерны прямые отрезки, развивают скорость в 320 км в час.

Примечание 1. В марте 2015-го года скорость синкансэна линии «Токайдо» будет увеличена до 285 км в час. Изначально эта линия предусматривала скорость не более 250 км в час, поэтому повороты на траектории пути были построены по стандарту «радиус более 2500 метров». Другие линии, начиная с «Санъё Синкансэн» следовали стандарту «радиус более 4000 метров», который позволял увеличить скорость поезда. Тем не менее стремление к ускорению не переставало покидать инженеров, и благодаря созданию нового типа вагонов, которые резко увеличили быстрое, но стабильное прохождение поворотов, появилась возможность увеличить скорость линии «Токайдо» до 285 км в час.



МИНИ-СИНКАНСЭН

Необходимо пояснить что имеется в виду под «мини-синкансэном». Дело в том, что линии «Ямагата Синкансэн» и «Акита Синкансэн», на самом деле не являются синкансэнами в строгом смысле этого слова. Рельсы этих двух линий, построенные под обычные поезда, были просто модифицированы под широту колеи рассчитанной на

синкансэн-вагоны. Соответственно скорость синкансэнов этих линий ограничена до 130 км в час, - такой же лимит и у обычных поездов. Поэтому в законодательном плане эти линии относятся к классификации «экспресс-поезда». Именно поэтому их называют «мини-синкансэнами». Обычные синкансэны ходят по специально построенной для них магистрали, не имеют на своём пути железнодорожных переездов (благодаря строительству кубических перекрёстков) и развивают скорость более 200 км в час, однако создание подобной магистрали связано с гигантскими строительными затратами. «Мини-синкансэн» в Ямагата и Акита – это «выстраданное» решение дилеммы, связанной с затратными строительными работами с одной стороны, и желанием подвести синкансэн в этот регион в кратчайшие сроки – с другой. Обе линии являются своеобразными ответвлениями от центральной линии «Тохоку Синкансэн», поезда по ним ходят лишь 1 раз в час, что и сделало возможным существование подобной схемы работы «мини-синкансэнов».



Фото: слева – синкансэн линии «Ямагата Синкансэн», справа – «Акита Синкансэн»

История синкансэна стартовала с «проекта поезда-пули» в 1939 году

Первая железнодорожная линия в Японии была открыта в 1872 году, связав Токио (станция Симбаси) и Йокогаму. В 1889-м году была открыта железная дорога «Токайдо» (Токио-Кобэ), после чего сеть железных дорог постепенно начала опутывать всю страну. Стандартная ширина колеи в европейских странах составляет 1435 миллиметров (в России она еще больше – 1520 мм), однако Япония, которая в то время была очень бедной страной, взяла на вооружение недорогую узкоколейку (1067 мм). Ширина колеи отражает реальные возможности железнодорожных перевозок. Чем шире колея, тем крупнее составы и их скорость. Японские железные дороги, сэконоившие на ширине, вплоть до 50-х годов 20-го века могли «удерживать» лишь поезда с максимальной скоростью не более 100 км в час. Уже во второй половине 19-го века в стране возникло движение за замену железнодорожной колеи на более широкие стандарты, однако каждый раз оно наткнулось на непреодолимую финансовую стену.

В 30-е годы 20-го века пропускная способность железной дороги на отрезке Токио-Осака-Кюсю дошла до критической точки, - она фактически перестала справляться с увеличившимся за счёт подъёма экономики и войны с Китаем количеством экономических и военных грузов. В связи с этим еще в 1939 году возник «проект поезда-пули», который бы развивал скорость до 200 км в час и смог бы проходить расстояние между Токио и Осака за 4 часа, а между Токио и Симоносэки (западная окраина острова Хонсю) – за 9 часов. Проект предполагал строительство отдельной магистрали со стандартной европейской шириной колеи. Проект был одобрен правительством Японии и в 1940-го году началась выкупка необходимых земель и первичные строительные работы, однако поражение во второй мировой войне вынудило приостановить их.

Железнодорожная магистраль «синкансэн» была заново спроектирована в 1958 году, взяв в основу черновой вариант «проекта поезда-пули». В апреле 1959-го года началось строительство новой железной дороги «Токайдо Синкансэн», которое было завершено всего за 5 лет благодаря тому, что многие земли под дорогу были уже выкуплены в рамках «проекта поезда-пули», а на некоторых участках уже существовали и наполовину готовые тоннели.

Основные идеи, связанные с постройкой новой железной дороги

Проект поездов «синкансэн» предполагал движение на скорости более 200 км в час на большинстве основных участков пути, поэтому концепция его создания полностью отличалась от концепции построения обычной железной дороги. Основной целью являлась постройка абсолютно независимой от уже существующих железных дорог транспортной системы, которая бы воплотила в жизнь наиболее высокие требования в таких областях как скорость подвижного состава, его комфортность, безопасность, экологичность.

Ниже мы хотели бы познакомить вас с основными идеями новой железной дороги.

- ① Железнодорожная магистраль должна быть построена заново. Ширина колеи должна составлять 1435 мм. Радиус при поворотах должен быть большим, для того чтобы обеспечить максимально возможную прямолинейность путей (минимальный радиус на линии «Токайдо» составляет 2500 метров, а на остальных линиях, начиная с «Санъё Синкансэн» - 4000 метров). Максимальный наклон – 15% (промилле составляет 15 метров наклона на 1000 метров пути).
- ② Для предотвращения аварий было принято решение не пересекать новую магистраль с автодорогами (ни одного прямого перекрёстка) и предотвратить проникновение людей и животных на рельсовые пути (создание кубических перекрёстков и станций).
- ③ Создание максимально возможной звукопроницаемости вдоль путей, так как большинство из них проходит в густонаселённых районах (применение длинных рельсов, разработки вагонов с низкой вибрацией)

- ④ Активное применение авиатехнологий в целях создания суперскоростных составов (обтекаемая форма, герметизация, аэродинамические испытания).
- ⑤ Разработка и внедрение систем автоматического контроля за составом (АТС, automatic train control) и контроля за движением поездов (РТС, programmed traffic control).

Технологии, позволившие воплотить в жизнь суперскоростное железнодорожное движение

Система «синкансэн» воплотила в себе все достижения железнодорожных технологий, накопленных в таких областях как механика, электричество, коммуникационные системы, дренажные работы и т.д. В ней применяются всевозможные новейшие методы и приёмы. «Благодаря» тому, что после второй мировой войны Японии было запрещено строить авиационную технику, которая являлась частью военной промышленности, многие талантливые инженеры из этой сферы переместились в железнодорожные компании, создав мощный толчок к развитию инновационных технологий.

Предлагаем вашему вниманию список некоторых технических решений, которые сделали возможным существование скоростной железной дороги «синкансэн».

<Разработка состава ①> Слияние железнодорожных и авиационных технологий

Минимализация веса подвижного состава

Сокращение веса состава – основная задача, возникшая в процессе разработки вагонов для линии «синкансэн». За основу была взята структура «монокок» (тип пространственной конструкции, в которой внешняя оболочка является основным, и, как правило, единственным несущим элементом), – единая оболочка, которая соединяла в себе и пол, и стены, и крышу. Структура «монокок» берёт своё начало в авиационном салоне. Внешней оболочке было придано механическое напряжение, структура упростилась, зато прочность увеличилась, и вес уменьшился. Изначально планировалось использовать в качестве основного материала алюминиевый сплав, однако в то время он обладал определёнными дефектами в прочности, и выбор был сделан в пользу 1.66-миллиметрового стали (на данный момент в синкансэнах используется более прочный алюминиевый сплав). Для сокращения веса ходовой части были просверлены особые отверстия, наподобие тех, что сокращают вес салона самолёта. Большую роль в минимизации веса и увеличения прочности несущей оси сыграла и технология индукционной закалки.

Технология по уменьшению вибрации

Железнодорожные специалисты уже давно знакомы с явлением, согласно которому при наборе скорости вибрация состава настолько сильно увеличивается, что в конечном итоге приводит к сходу с рельс. Многие считали, что причина в рельсах, однако коренное решение отсутствовало, вибрация оставалась одной из основных преград на пути к ускорению железнодорожного состава. И лишь авиа-инженеры смогли установить, что причина этого явления кроется не в рельсах, а в структуре состава вагона. После анализа инцидентов, приводивших к сходу с рельс, они установили, что причиной является феномен вибрации, схожий с воздействием вибрации на самолёт. Благодаря результатам исследований был создан аппарат по испытанию макетных подвижных составов, что позволило достичь прогресс в разработке вагонов для линии «синкансэн».

В технологии по уменьшению вибрации большую роль сыграла и оригинальная японская разработка в виде пневматической подвески. По сравнению с металлической, пневматическая подвеска более мягкая и отлично поглощает вибрацию. Ходовую часть поезда и несущую ось колёс продолжает связывать металлическая подвеска, зато в местах соединения ходовой части и непосредственно вагонов стала применяться пневматическая подвеска, что делает поездку на синкансэне очень комфортной.

Герметичность

С началом экспериментальных заездов на поверхность всплыла и разница в давлении внутри и снаружи поезда. При резком наборе высоты самолётом, очень часто болезненно закладывает уши. Это связано с изменением давления, которое в обычной жизни часто можно почувствовать при использовании лифтов во многоэтажных небоскрёбах. Слегка закладывает уши и во время прохождения поездов через туннель. В экспериментальной модели синкансэна, при её прохождении через туннель, у машиниста очень сильно и болезненно заложило уши. Настолько сильно, что он перестал некоторое время воспринимать окружающие звуки. Подобное явление даже и не предполагалось во время конструкции нового поезда. Решение было найдено при помощи герметизации салона.

Многослойное стекло

Оконные стёкла также стали серьёзной проблемой в процессе создания вагонов для новой суперскоростной железнодорожной магистрали. Для синкансэна, который движется со скоростью более 200 км в час, птицы – голуби и вороны, сталкивающиеся с лобовым стеклом - превращаются в реальную угрозу. В случае если стекло разобьётся, это приведёт к реальному инциденту. Иллюминаторы пассажирских вагонов также нужно было защитить на случай попадания камней, которые поднимаются в воздух ударной волной при прохождении поезда. В результате при создании лобового окна была применена технология соединения нескольких слоёв укрепленного стекла различной толщины (5 и 6 мм), между которыми в четыре слоя проложены тонкие плёнки, а пассажирские иллюминаторы состоят из 5 и 3 миллиметровых слоёв стекла с внешней стороны, и 5 миллиметрового слоя с внутренней стороны, причём между слоями проходит воздушная прослойка толщиной в 6 миллиметров, которая улучшает звукоизоляцию и делает более рациональным охлаждение и обогрев салона.



Слева направо – фронтальный (верхний ряд) и боковой (нижний) вид синкансэнов линии «Токайдо» по мере их развития – серии «0», «300», «500», «N700»

<Разработка состава ②> Синкансэн продолжает совершенствоваться

Обтекаемая форма, вытянутая носовая часть



На фотографиях выше изображены «лица» основных моделей синкансэнов в хронологическом порядке. Для сокращения воздушного сопротивления с самого начала в дизайн была включена обтекаемая форма состава, однако в дальнейшем «лица» синкансэнов продолжали эволюционировать, с целью увеличить скорость и сократить вибрационные шумы.

Во время движения поезда, воздух, который сталкивается с головным вагоном, начинает плотно обтекать состав с левой и правой стороны, после чего встречается снова и образует воронку, которая тянет состав в обратном

направлении. Подобное движение воздушного потока становится преградой на пути поезда, - трение ровно в два раза сильнее скорости состава. То есть если поезд хочет увеличить скорость в два раза, воздушное сопротивление становится сильнее в четыре раза. Именно для того, чтобы уменьшить силу воздушного сопротивления и была применена обтекаемая форма, также взятая из опыта авиастроения. Если поезд становится обтекаемым, воздух устремляется вверх, не обволакивает состав и не создаёт воронок после его прохода. Всё это было доказано в ходе экспериментов по аэродинамике.

Чем более вытянута носовая часть головного вагона, тем быстрее воздух устремляется вверх, позволяя синкансэну увеличивать скорость. Первому синкансэну (серия «0»), развивавшему 210 км в час, вполне хватало лишь округлой формы носовой части, однако по мере ускорения, синкансэны стали преобразовываться, их носовая часть принимала форму клюва. Длина обтекаемой носовой части синкансэнов серии «0» составляла 4.5 метров, серии «300» - 6 метров, серии «500» - целых 15 метров. В результате сила воздушного сопротивления сократилась почти в два раза, и в отличие от серии «0», синкансэны серии «300» стали развивать скорость до 270 км в час, а серии «500» - до 300 км в час.

Утконосный облик (серия «700»)

Однако проблемы на этом не завершились. Дело в том, что большинство железных дорог в Японии проходит через горные тоннели. Страна восходящего солнца отличается именно тем, что здесь много гор и мало равнинной местности, поэтому для того, чтобы синкансэны могли ходить по максимально прямой траектории, приходилось строить тоннели. Во время прохождения супрескоростного состава по тоннелю, воздух у передней части поезда сжимается, что приводит к резкому увеличению воздушного давления. Это приводит к тому, что на выходе из тоннеля происходит жуткий хлопок, который, словно взрыв динамита, влечёт за собой ударную волну. Тоннельные воздушные волны выдают хлопок, который в три раза мощнее скорости, с которой движется состав, и являются прямой звуковой угрозой для жителей прилегающих районов.

Наиболее эффективным способом смягчить звуковой удар является удлинение и уточнение носовой части состава. Именно поэтому в синкансэнах серии «500» была взята на вооружение форма «длинного носа» размером в 15 метров, а вагоны стали фактически круглой формы, что придавало составу возможность увеличить скорость. Однако подобные изменения привели к тому, что пассажирские вагоны стали теснее и неудобнее.

Для решения проблемы тоннельных воздушных волн, в синкансэнах серии «700» было решено сделать носовую часть утконосной формы, так как именно эта форма была создана компьютерной программой по моделированию. Благодаря подобной форме усовершенствованные синкансэны серии «N700» смогли сократить длину носа до 10 метров, сохранив при этом скорость на фактически прежнем уровне.

Общий капот и противозвуковое покрытие

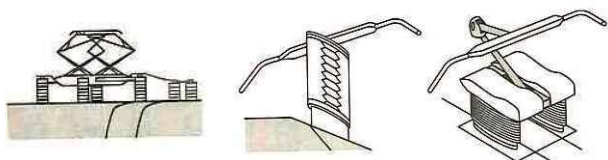
История развития синкансэна – это история эволюции звукоизоляции. Ускорение состава в техническом плане на самом деле не самая сложная составная часть при проектировании новых моделей. Наиболее сложной частью является звукоизоляция.

Одним из основных источников шума является аэродинамический звук, который рождается при столкновении воздуха и железнодорожного состава. Чем больше выпуклостей и углублений, тем сильнее звуковые шумы. Поэтому синкансэны последней серии «N700» было решено покрыть одним общим капотом, который распространяется в том числе и на часть, соединяющую один вагон с другим. Тем самым весь состав приобрёл одну форму и сократил общую площадь шероховатой поверхности. Капот делается из особой смолы, которая позволяет ему быть максимально натянутым даже на поворотах. Благодаря общему капоту звукоизоляция внутри и снаружи состава резко улучшилась.

Моторная и тормозная система, а также пневматические подвески, - всё это находится в ходовой части состава – обычно ничем не защищены, однако в синкансэнах на них было надето противовоздушное покрытие, которое также позволило улучшить звукоизоляцию состава. В итоге общий капот и противовоздушное покрытие привели не только к улучшению изоляции, но и сыграли большую роль в ускорении синкансэнов.

Пантографы

Наиболее мощный звуковой шум на суперскоростных поездах создают пантографы. Именно на них сконцентрировали силы инженеры-разработчики. Если просматривать фотографии синкансэнов в хронологии их развития, то сразу же можно заметить, что кроме носовой формы наибольшие изменения претерпели именно пантографы. Во-первых, они гораздо меньших размеров по сравнению с обычными железнодорожными пантографами. В первичных синкансэнах серии «0» использовались пантографы в форме алмаза, и по размерам они были в два раза меньше обычных. Однако после полноценного запуска синкансэнов сразу же выяснилось, что пантографы создают мощные звуковые и радиоволны, что наносило серьёзный ущерб прилегающим к магистрали жилым районам. Для устранения проблемы было решено сократить их количество, изменить форму, а также накрыть звукоизоляционным покрытием.



На составах серии «0», состоявших из 12-ти вагонов, изначально было 8 пантографов, а в наши дни на 16 вагонов приходится лишь 2 пантографа. Для уменьшения воздушного

сопротивления они сначала приняли Т-образную форму, а в дальнейшем сделались еще миниатюрнее и легче. На сегодняшний день они приняли легкую, «однорукую» форму. Звукоизоляционное покрытие впервые появилось на пантографах в 1982 году на составах серии «200», и с тех пор существуют на всех дальнейших сериях синкансэнов. На самых новых моделях к пантографам прикрепляют противовоздушное покрытие, которое делает движение воздуха более гладким, а также стенки, предотвращающие распространение аэродинамических шумов.



<Технология прокладки рельсов>

Длинные рельсы

Пассажиры, которым впервые доводится сесть в синкансэн, всегда удивляются тишине, с которой поезд проделывает свой путь. Не слышно привычного перестукивания колёс, не чувствуется даже вибрации движения. Как вы думаете, почему?

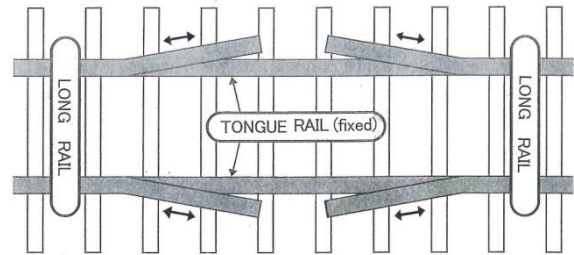
Перестукивание колёс возникает когда состав проезжает по отрезку, где заканчивается один рельс, и начинается другой. Железные дороги так и называются потому что рельсы сделаны из железа. Железо имеет свойство удлиняться или наоборот, сокращаться, в зависимости от температуры окружающей среды, поэтому между рельсами обязательно создаётся небольшое пустое пространство (рельсовые карманы). Обычная длина одного рельса – 25 или 50 метров, и в промежутках между ними и возникает характерное для поездов перестукивание колёс и вибрация. Однако при суперскоростном движении перестукивание и вибрация превращается в мощнейший звуковой шум.

Именно по этой причине при строительстве магистрали для синкансэнов было решено применить так называемые «длинные рельсы», - длина каждого из них составляет 1500 метров. Это совершенно новая технология, которая была изобретена специально под синкансэны. Изготовленные на металлургическом заводе обычные рельсы сначала сваривают вместе до длины

в 200 метров, после чего их привозят непосредственно на пути и сваривают в еще более длинные отрезки. Длина новых рельсов увеличивается с открытием каждой новой линии синкансэна, - на некоторых участках линии «Тохоку синкансэн» рельсы достигают длины в 60.4 километра !

Технология гибких рельсовых швов

Тем не менее, проблема удлинения и сокращения рельсов никуда не делась и в случае с новыми «длинными рельсами», ведь между ними тоже надо было создавать воздушные карманы. Однако решение было найдено. Вместо карманов было решено применить технологию рельсовых швов, согласно которой между двумя рельсами намертво вставлялся «язык», - короткий рельс с заточенными концами. Окончания длинных рельсов таким образом выходили на наружную сторону и соответственно эта наружная часть спокойно удлинялась и сокращалась, без ущерба для основного пути. Благодаря этой технологии были устранены воздушные карманы между рельсами, что позволило снизить уровень вибрации и шумов, как внутренних, так и внешних.



Вы спросите, - а что же делать если длинные рельсы будут со временем «лысеть» и повреждаться ? Не волнуйтесь, на этот случай также разработана новая технология, при помощи которой на место изношенной части рельса впаивается новый рельсовый заменитель.

<Тормозная система и система безопасности> Поезд не остановится моментально !

В отличие от французской скоростной железной дороги TGV (Train a Grande Vitesse) и её немецкого аналога ICE (Intercity-Express) , синкансэн использует не «сконцентрированную механическую трансмиссию», при которой в начале и конце состава едут локомотивы, а «разрозненную трансмиссию», при которой каждый вагон поезда является локомотивом. В синкансэнах нулевой серии каждый вагон был оснащён двигателем. В последствии были разработаны более мощные двигатели, и на данный момент в составе из 16-ти вагонов только 10-12 из них выполняют функцию локомотива.

Керамическая песочница

Тем не менее, суперскоростной поезд нельзя назвать безопасным в случае если у него слабые тормоза, ведь как известно, поезд сложнее остановить чем разогнать. При резкой остановке синкансэна, идущего на скорости 300 км в час, он пробежит порядка 4 километров до момента полной остановки.

В тормозной системе синкансэнов используются две основных категории: фрикционный (использует силу трения) и электрический тормоз. Во время экстренных ситуаций и при обычной остановке синкансэна на станциях, задействуется фрикционный тормоз, который сжимает колёса тормозными дисками и при помощи трения контролирует количество их оборотов. Проблема фрикционного тормоза состоит в том, что при его использовании колёса начинают боксовать (проскальзывать), - это происходит потому что и рельсы и колёса изготовлены из железа, а у железа очень низкий коэффициент трения. Для предотвращения боксования на синкансэнах имеется устройство под названием «керамическая песочница», которая опрыскивает рельсы керамической пылью, увеличивающей коэффициент трения. Керамическое распыливание применяется также в дождливую погоду для предотвращения скольжения колёс и улучшения коэффициента ускорения состава.



Летящий на полной скорости «N700»

Синкансэн линии «Нагано-Хокурику»

(открытие весной 2015 года)

Рекуперативный тормоз

В отличие от фрикционного, электрический тормоз применяется для того, чтобы снизить скорость поезда. Электрический тормоз может быть двух видов – либо реостатным, либо рекуперативным. Реостатный тормоз использует электричество двигателя, полученное за счёт движения колёс, преобразуя его в тепловую энергию, и уже при помощи тепловой энергии контролирует скорость оборотов двигателя. То есть даже если прекратится подача электроэнергии к двигателю, колёса не остановят движения, а сам двигатель, приводящий в действие колёса, превращается в своеобразный электрогенератор, который подаёт электричество в тормозные резисторы. Там электричество превращается в тепловую энергию, после чего рассеивается, что и позволяет снизить количество вращений колёс.

Электрический тормоз великолепно проявляет себя при суперскоростном движении поезда, и к тому же он почти никогда не даёт сбоев, однако для того, чтобы превратить электрическую энергию в тепловую, были необходимы достаточно габаритные тормозные резисторы, что для синкансэна, стремящегося к максимальному уменьшению веса вагонов, стало серьёзной проблемой. Выход был найдён при помощи рекуперативного тормоза, который подаёт электроэнергию двигателя не в резисторы, а обратно на электропровода, используя для этого пантографы. Соответственно отпадала необходимость в оснащении поездов тормозными резисторами, что резко снижало вес вагонов. Кроме того, возвращённая обратно на провода электроэнергия использовалась следующим проходящим поездом, за счёт чего достигалась отличная экономия электроэнергии. Впервые рекуперативные тормоза стали использоваться на синкансэнах серии «300», после чего они получили высокую оценку и в последствии стали применяться и во французских TGV.

Система автоматического контроля за составом (АТС)

Если машинист попытается остановить поезд, идущий со скоростью более 200 км в час, лишь после того как увидит красный свет, он однозначно не успеет затормозить вовремя. Поэтому в случае с синкансэнами было решено отказаться от установки светофоров, взамен внедрив «внутренний» светофор, который высвечивается на табло машиниста внутри головного вагона. Кроме того, была введена система автоматического контроля за составом, которая позволяла сохранять безопасное расстояние между поездами, приводя в движение тормозную систему в случае если расстояние опасно сокращалось. Например, когда поезд подходит к очередной станции, из центра управления на табло машиниста поступает светофорный сигнал, требующий снизить скорость до определённого уровня за энное количество километров. После поступления сигнала АТС автоматически приводит в движение тормозную систему и поезд замедляет ход.

Машинист включается в процесс управления лишь при скорости менее 30 км в час

Благодаря АТС участие машиниста в процессе торможения сводится к минимуму. В его работу входит фактически лишь две задачи, - отдача команды на ускорение во время отправки поезда, и

торможение поезда на станции после того, как он автоматически сбросит скорость до уровня ниже 30 км в час. Но не стоит однако забывать о том, что машинисты обязаны также вручную контролировать скорость в случае поломки или же опоздания поезда, которое могут вызвать погодные условия. Кроме того, в его обязанности входит активация ручного тормоза при полной остановке, причём таким образом, чтобы состав остановился точно перед автоматическими дверцами платформы, напротив дверей вагонов.

Система контроля за движением поездов, позволяющая реализовывать их отправление каждые 4 минуты.

Если взглянуть на железнодорожное расписание токийского вокзала линии «Токайдо», в промежутке между 8 и 9 часами утра с него стартует в одном направлении 15 составов, то есть поезда отправляются с промежутком в среднем 4 минуты. На момент 8-ми утра 31 состав находится на каком-либо участке пути между Токио и Осакой, - в движении, либо остановившись на одной из станций. Приблизительно столько же поездов движется в обратном направлении, из Осаки в Токио. Подобный плотный график составов, которые идут со скоростью 270 км в час, не может не вызывать удивления, и даже восхищения. Ведь поезда ходят четко по расписанию, с минимальной временной погрешностью. Общее среднее время опоздания синкансэнов ЗА ГОД составляет МЕНЬШЕ одной минуты ! То есть если на движение состава не оказывают влияние природные катаклизмы в виде землетрясений и тайфунов, синкансэн прибывает на станцию без опоздания даже на одну минуту. Не стоит забывать и о том, что за всю историю развития японской суперскоростной магистрали (50 лет), не произошло ни одного инцидента, завершившегося летальным исходом.

Подобный четкий и безопасный график движений существует благодаря системе контроля за движением составов, одной из составляющих которой является аппарат централизованного управления поездами (СТС - centralized traffic control). Центр управления движением составов при помощи компьютерной системы имеет полный доступ к информации о проходе поездов, их скорости, разветвлениях на пути и т.д. Центр также занимается технической проверкой вагонов и объектов, связанных с движением синкансэнов, отвечает за первичные меры в случае поломки или инцидентов.

«Жёлтый доктор»

Раз в 10 дней по веткам линий Токайдо и Санъё проходит особый синкансэн жёлтого цвета, который называют «жёлтым доктором». Этот состав из 7 вагонов действительно выполняет функции своеобразного железнодорожного доктора. Официальное название «желтого доктора» - «состав по проведению общих испытаний электроэнергетических и рельсовых систем». «Доктор» движется с той же скоростью, что и обычные синкансэны, и проводит проверку и регистрацию состояния рельс и электропроводов, подачи электроэнергии, работу светофорных датчиков и средств коммуникации. В случае обнаружения неполадок, он связывается с ответственным отделом, который в дальнейшем займётся их устранением.

Так как составы синкансэнов на большой скорости ходят ежедневно и без перерывов, пути и объекты очень сильно изнашиваются, что со временем приводит к их возможным сбоям и отклонениям. Именно по этой причине «желтый доктор» неустанно занимается проверкой их состояния, что позволяет содержать пути в нормальном рабочем режиме.



Особенности японской культуры, нашедшие отражение в синкансэнэ.

В предыдущей части мы сделали акцент на технической стороне суперскоростных экспрессов синкансэн. В этом же разделе мы хотели бы познакомить вас с тем, каким образом через призму железнодорожной магистрали проявляются культурные и духовные особенности страны восходящего солнца.

Конкурс на лучшее название

«Нодзоми» (надежда), «Хикари» (свет), «Кодама» (эхо), - так называют поезда на линии «Токайдо синкансэн». Самый скоростной поезд, соединяющий Токио и Осаку за 2 с половиной часа и останавливающийся лишь на четырёх станциях между ними (Синагава, Син-Йокогама, Нагоя, Киото) получил название «Нодзоми» (надежда). Следующий синкансэн, который проделывает расстояние между Токио и Осака за 3 часа и делает 6-7 остановок, называется «Хикари» (свет), а самый медленный (4 часа в пути, останавливается на всех 15-ти станциях) – «Кодама» (эхо).

50 лет назад, к открытию линии «Токайдо синкансэн» было приурочено проведение конкурса на лучшее название поездов, и не смотря на короткий срок (всего 18 дней), организаторы получили 560 тысяч писем. Было предложено порядка 780 названий, из которых наибольшее количество голосов получил вариант «Хикари», который обозначал свет, скорость света. В названии прослеживаются народные настроения той эпохи, надежды на «самый быстрый поезд в мире». Соответственно самая быстрая модель того времени, делавшая 4 остановки (Токио, Нагоя, Киото, Осака) и получила название «Хикари», а более медленная (которая останавливалась на каждой остановке) стала называться «Кодама», - эхо. Скорость света таким образом противопоставлялась скорости звука. Однако в 1992 году появилась новая модель, которая ходила быстрее «Хикари», и так как быстрее скорости света ничего нет, пришлось выбирать из образных имён, в результате чего самый быстрый поезд Японии наших дней и получил название «Нодзоми» (надежда).

Помимо поездов линии Токайдо, имена собственные были даны и синкансэнам линий Тохоку, Дзёэцу, Кюсю и других. «Хаябуса» (сапсан), «Хаятэ» (порыв ветра), «Ямабико» (горное эхо), «Цубаса» (крылья), «Токи» (ибис), «Цубамэ» (ласточка), «Сакура» (вишня). Некоторые наименования решаются при помощи открытых конкурсов, некоторые определяются той или иной железнодорожной компанией.

Среди «конкурсных» победителей много названий, которые передают скорость, - «свет», «сапсан», «порыв ветра», однако среди претендентов были и те, что вызывали весёлый смех. Например, при наборе вариантов названий поездов линии Тохоку, - в честь удлинения линии до города Хатинохэ (северная префектура Аомори), в итоге большинство голосов получил вариант «Хаятэ» (порыв ветра), выигравший у таких нестандартных претендентов как «Хотатэ» (морской гребешок) и «Икасаки» (свежий кальмар), которые олицетворяли знаменитые морепродукты города Хатинохэ. Так и хочется представить себе картинку, - «суперскоростной экспресс «свежий кальмар 11» отправляется с пятой платформы», а пассажирам там предлагают пиво и закуску из свежего кальмара.

Особенностью японской нации является их любовь к попыткам дать имя собственное каждой вещи, включая механизмы и инструменты. Не только поездам, но и моделям машин давались имена, - Тоёта Королла (венчик цветка), Тоёта Камри (выделяющаяся), Тоёта Краун (корона), Лэндкрузер (бороздящий земли), Ниссан Марч (март), Скайлайн (линия горизонта), и т.д. Имена собственные есть даже у моделей стиральных машин и кондиционеров. Конечно же подобная практика является своеобразной стратегией компаний, которые тем самым пытаются сделать новинки ближе и приятнее, в итоге увеличив объём их продаж. Однако корни этого феномена берут своё начало в особенностях психологии и мышления японцев. Возможно это отдалённое и не осознаваемое проявление анимизма и политеизма, ведь в древние времена жители Японии считали, что в любом предмете на этой земле живёт божество. Возможно по этой причине они и в

наши дни продолжают давать имена собственные неодушевлённым предметам, и обращаются с ними как с предметами одушевлёнными.

Ангелы станций, - группа профессионалов, которая завершает уборку за 7 минут.

При посадке в синкансэн на больших терминалах вроде Токио или Осаки, всегда удивляешься идеальной чистоте, которая царит в вагонах. Ни одной соринки на полу, выровненные спинки сидений, накрахмаленные и ослепительно белые чехлы.

Всё это результат тщательной уборки, однако времени на неё очень мало, ведь синкансэны на больших терминалах часто почти сразу едут в обратную сторону, причем ежедневно, ежечасно, можно сказать ежеминутно. Хорошим примером являются синкансэны компании JR EAST JAPAN, - прибывая на вокзал Токио они отправляются в обратном направлении уже через 12 минут. Причем 2 минуты из этих 12-ти занимает выгрузка пассажиров, плюс 3 минуты отводится на загрузку новых. Следовательно на уборку салона остаётся всего лишь 7 минут (примечание 2).

Группа уборщиков из 20-ти человек, подавляющее большинство из которых женщины, ожидает прибытие поезда за несколько минут до его появления на платформе, разбившись на несколько групп. Они с вежливой улыбкой приветствуют прибывших пассажиров и как только последний из них покидает вагон, мгновенно влетают во внутрь, после чего разбиваются на «участки работы» и одновременно начинают уборку всех частей состава, - салоны, туалеты, умывальники, кабины для курения.



Процесс строго регламентирован инструкциями по уборке той или иной части состава. Обычно уборку салона одного вагона проводит всего один человек. В одном вагоне расположено порядка 100 сидений. Сперва уборщик убирает габаритный мусор, вытаскивая его из под сидений, а также из багажных сеток. После этого он осматривает каждое отдельное сиденье на предмет наличия небольшого мусора и загрязнений, и затем переворачивает сиденья по ходу движения состава. Далее уборщик протирает каждый столик, встроенный в сиденье, меняет чехлы сидений на свежие. И конечно же надо не забыть поднять все жалюзи на окнах, вернув их в изначальное положение. И всё это – за 7 минут.

Наиболее трудоёмкой считается уборка туалетов и умывальников, так как унитазы надо почистить и отполировать, стекла протереть, поменять туалетную бумагу и сделать еще много важных вещей.

После завершения уборки команда снова собирается в стройные ряды и с фразой «извините что заставли ждать», обращённой к ожидающим начало посадки пассажирам, идёт к следующему месту работы. Чёткость, слаженность и вежливость уборочного отряда получила настолько высокую оценку пассажиров, что вместо «тёток-уборщиц», за ними закрепилось новое название - «ангелы станций».

Суперскоростная железнодорожная магистраль Японии основывается не только на развитых технологиях и системах контроля, но и на профессиональном отношении к своим обязанностям всего персонала, включая уборщиков.

*Примечание 2. В отличие от компании JR EAST JAPAN, у компании JR TOKAI, чьи синкансэны также начинают

свой путь с токийского вокзала, на переотправку поездов отводится большее время, - порядка 20 минут. Соответственно и на уборку пассажирских салонов здесь тратится больше времени (10-15 минут). Тем не менее, речь идёт о минутах, а не часах, что требует от персонала отточенной техники и быстроты действий.

Помощь пассажиров при уборке салонов

Профессионализм «ангелов станций» оказал благотворное влияние и на пассажиров. Непосредственно перед прибытием на станцию по поезду проходит звуковое объявление с просьбой вернуть спинки кресел в исходное положение и выкинуть мусор в отведённые для этого мусорные баки. И как правило подавляющее число пассажиров выполняет эту просьбу. При выходе из поезда они сортируют свой мусор на сжигаемый, перерабатываемый (журналы, газеты), стеклянные и жестяные банки, а также пластиковые бутылки, после чего выбрасывают его в соответствующие мусорные баки, благодаря чему «ангелам станций» становится проще проводить уборку салонов.

Многие из вас наверняка еще помнят репортаж с чемпионата мира по футболу в Бразилии, в котором японские болельщики после завершения матча собирали и уносили мусор, что вызвало неподдельное удивление у большинства иностранных телезрителей. Тем не менее, для японцев подобное поведение не является чем-то особенным, - они делали то, что обычно делают у себя дома.

<Интересные факты> Международная скоростная гонка

Успех японского синкансэна послужил своеобразным стимулом на пути развития междугородной скоростной железнодорожной магистрали и в других странах. Французская TGV, строительство которой началось почти сразу после начала прокладки синкансэна в Японии, открылась в 1981-м году на отрезке Париж-Лион. В 1991-м году на рельсы встал и немецкий ICE.

С 1964-го года и на протяжении 17 лет японский синкансэн продолжал оставаться самой быстрой железнодорожной магистралью в мире, однако в 1981-м году её обошла французская TGV (260 км в час), а в 1989-м году и немецкий ICE (300 км в час). После этого уже в Японии, в 1992-м году, появился синкансэн «Нодзومي», ускоряющийся до 270 км в час, а с 1997-го года и до 300 км в час. Однако ему сразу же «утёр нос» новый поезд TGV, который разгоняется теперь до 320 км в час. «Скоростная гонка» в силе и по сей день.

Самый быстрый поезд в мире – французский TGV

На данный момент мировой рекорд по железнодорожному суперскоростному движению поставлен в 2007 году французским TGV, который во время тестовых забегов развил скорость 574.8 км в час. Японский синкансэн является обладателем рекорда в 443 км в час, который он поставил в 1996 году. Тем не менее, в обычном режиме эксплуатации скоростные поезда всех стран мира развивают скорость не более 320-350 км в час. Чем быстрее скорость и чем длиннее расстояние, которое поезд преодолевает с этой скоростью, тем сильнее шум и вибрация. Что как раз и доказывает, насколько сложнее добиться комфортной поездки в условиях заботы об окружающей среде, по сравнению с просто развитием сверхскоростей.

Маглев (поезд на магнитной подушке)

С каждым днём приближается время, когда сверхскоростные поезда будут ходить еще быстрее и еще тише. Дело в том, что компания JR TOKAИ в октябре этого года официально приступила к строительным работам по созданию самой быстрой магистрали в мире, поезда которой будут ходить со скоростью 500 км в час. Речь идёт о маглеве, - поезде на магнитной подушке, при помощи которой состав будет находиться в воздухе, на расстоянии 10 см от земли. Разработка этого проекта заняла более 50-ти лет. В 1996 году были проведены первые испытательные заезды, а в следующем 1997-м году поезд преодолел скоростной порог в 500 км в час. В 2003-м году он поставил абсолютный мировой рекорд, - 581 км в час.

Если строительные работы будут проходить согласно графику, то уже в 2027-м году в эксплуатацию вступит первый поезд-маглев, который соединит города Токио и Нагоя (350 км) всего лишь за 40 минут. Далее линия будет протянута до Осаки (завершение работ планируется в 2045

году), и тогда путь из Токио до Осаки (515 км) сократится всего лишь до одного часа ! Очень любопытно, как новая железнодорожная магистраль изменит японское общество в этот раз.

<Для справки>

Железнодорожный музей <http://www.railway-museum.jp/en/index.html>

При помощи настоящих 36 вагонов-экспонатов, в музее представлена история развития железнодорожной сети Японии, начиная с середины 19-го века. Особой популярностью пользуется симулятор, в точности воссоздающий сидение машиниста, в котором человек при помощи впереди стоящего экрана сможет не только ощутить себя машинистом, но и попробовать поуправлять составом.

Расположение: город Омия (префектура Сайтама), 30 минут на электричке от Токио)

Часы работы: 10:00~18:00 (выходной день - вторник)

Стоимость: 1,000 йен

Музей поездов «Линия-Тэцудокан» <http://www.linear-tetsudokan.com/>

В музее в хронологической последовательности выставлено 40 вагонов синкансэнов и обычных поездов, а также большое количество макетов и симуляторов вождения. Особенно интересна выставка «эволюция железнодорожных технологий, от синкансэна линии «Токайдо» до маглев-поезда».

Расположение: город Нагоя

Часы работы: 10:00~17:30 (выходной день - вторник)

Стоимость: 1,000 йен