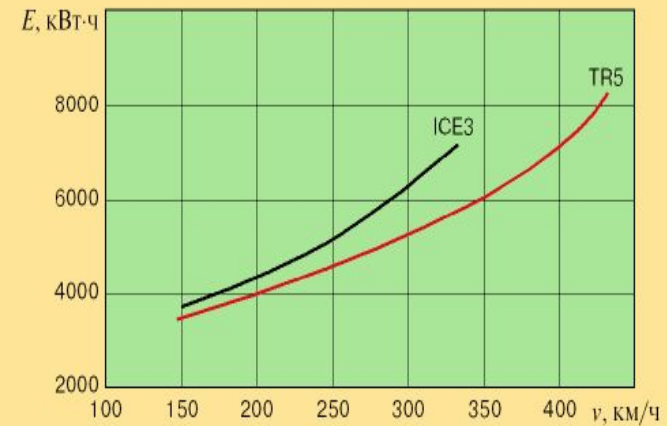
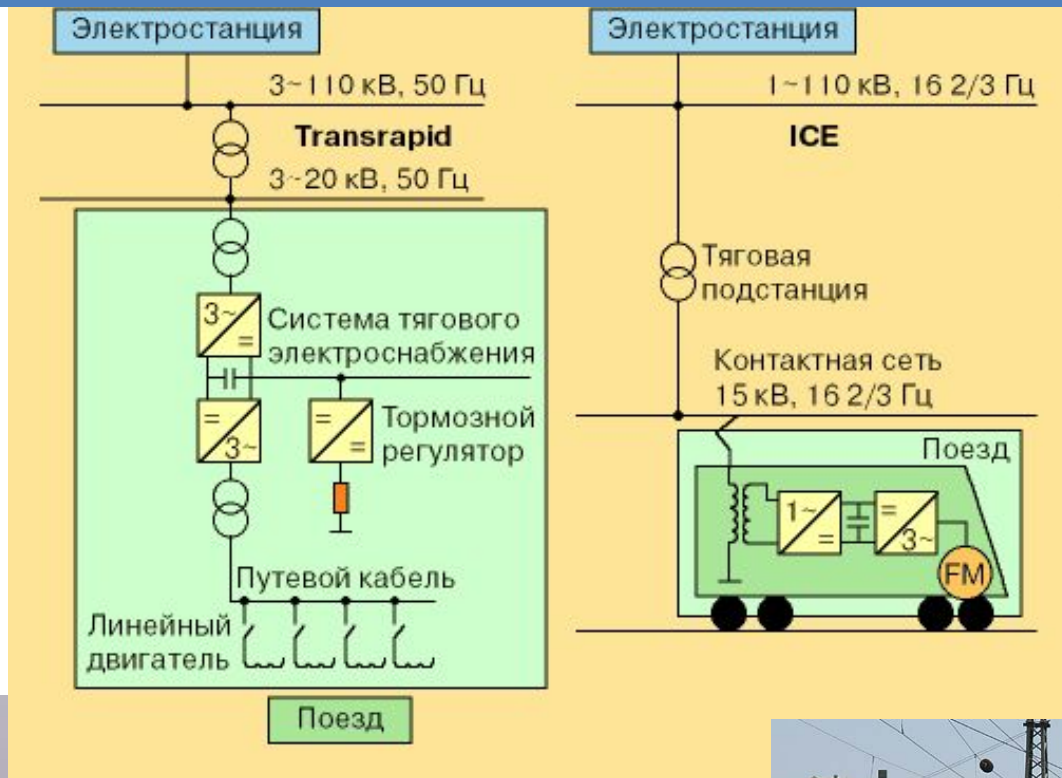


Подвижной состав высокоскоростных железных дорог



Москва, МИИТ – 2017
Колин Алексей Валентинович

Сравнение системы «Transrapid» и системы «колесо-рельс»

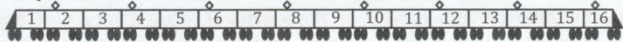


Отличительные особенности подвижного состава

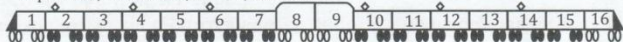
- В мире распространение получила как распределённая тяга (Япония, Германия начиная с ICE-3, Китай), в так и сосредоточенная (LGV, Южная Корея)
- В качестве регулятора мощности используются тиристорные или транзисторные преобразователи, в качестве тягового привода – синхронные (Франция) или асинхронные тяговые электродвигатели;
- Кузова собираются из лёгких алюминиевых сплавов, так чтобы нагрузка на ось не превышала 17 тс (реализованный минимум - 9 тс)
- Для сокращения влияния воздушного сопротивления (до 40%) головные вагоны поездов ВСМ делают обтекаемыми
- На поездах ВСМ используются следующие виды торможения:
 - - электропневматическое (дисковые тормоза);
 - - электромагнитное;
 - - вихретоковое;
 - - электродинамическое (реостатное или рекуперативное);
 - - аэродинамическое
- Опирание вагонов на промежуточные или изолированные тележки
- Большинство серий поездов ВСМ могут работать по СМЕ
- Количество вагонов в составе одного поезда – от 7 до 16;
- Мощность – от 6000 до 12000 кВт

Композиции высокоскоростных поездов мира

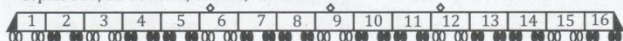
Серия 0, 11 840 кВт, 1964 г., Япония



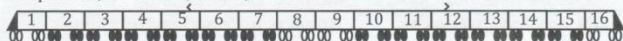
Серия 100, 11 040 кВт, 1984 г., Япония



Серия 300, 12 000 кВт, 1989 г., Япония



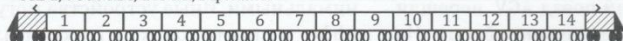
Серия 700, 13 200 кВт, 1997 г., Япония



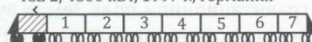
Серия E5, 9960 кВт, 2010 г., Япония



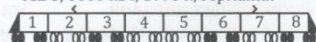
ICE 1, 9600 кВт, 1990 г., Германия



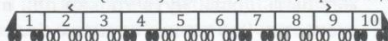
ICE 2, 4800 кВт, 1997 г., Германия



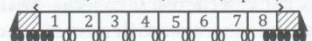
ICE 3, 8000 кВт, 1998 г., Германия



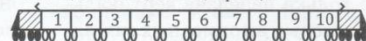
Velaro Rus (Сапсан) 8000 кВт, 2009 г., Германия для России



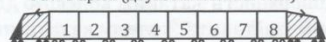
TGV PSE, 6450 кВт, 1978 г., Франция



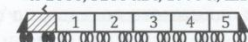
TGV A, 8800 кВт, 1989 г., Франция



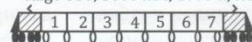
TGV Duplex (двухэтажные вагоны) 8800 кВт, 1989 г., Франция



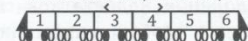
X-2000, 3260 кВт, 1990 г., Швеция



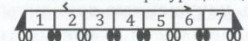
Talgo 350, 8000 кВт, 1999 г., Испания



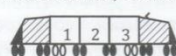
S220 Pendolino, 4000 кВт, 1994 г., Италия (Франция) для Финляндии










AGV, 4800 кВт, 2008 г., Франция
Возможна конфигурация: 8, 10, 11, 14 вагонов



V150 опытный, 19 600 кВт, 2007 г., Франция



Условные обозначения:

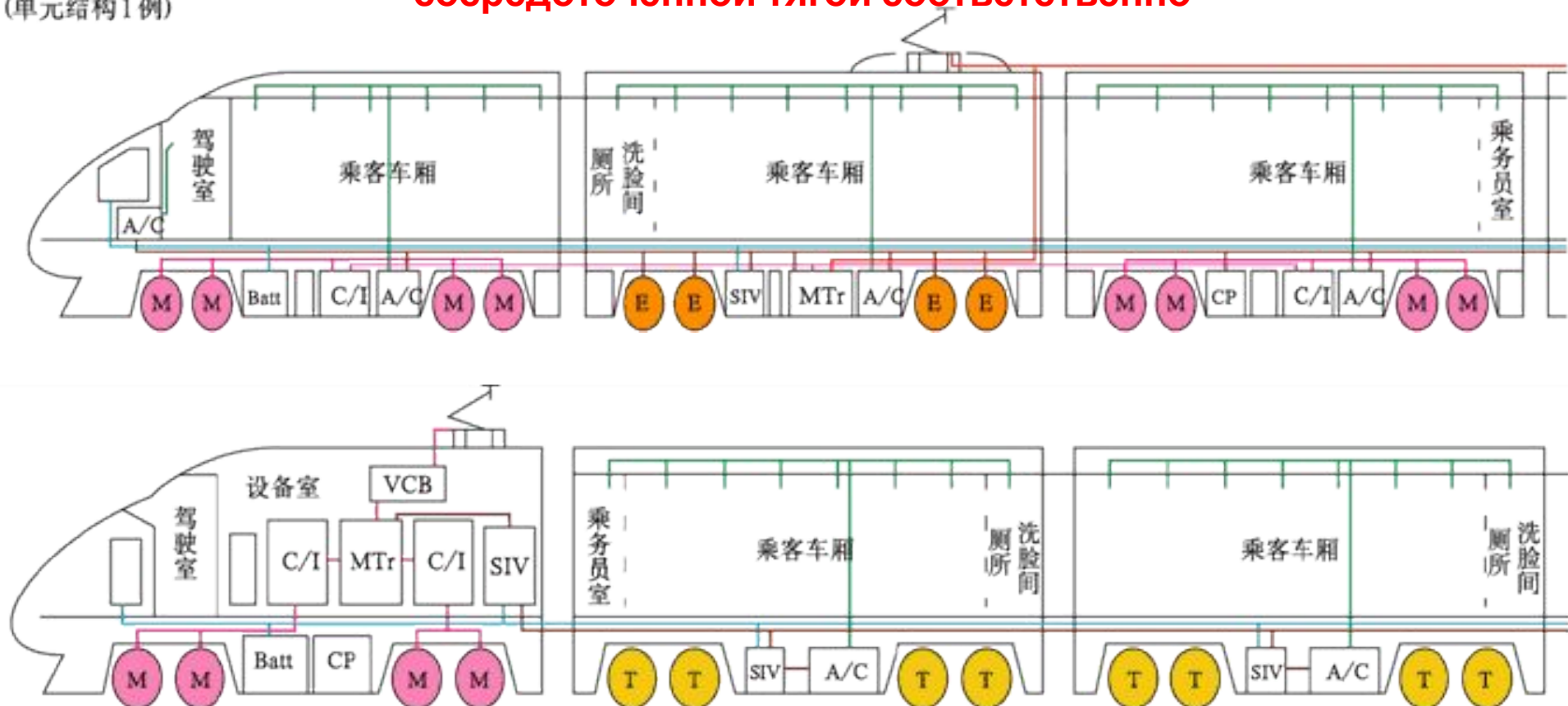
-  — электровоз с кабиной управления
-  — вагон
-  — головной вагон с кабиной управления
-  — двухэтажный вагон
-  — колесная пара с тяговым двигателем
-  — колесная пара без двигателя
-  — токоприемники



Схемы формирования и распределение тяговых средств некоторых высокоскоростных поездов. После наименования поезда (или серии) указаны: суммарная тяговая мощность, год создания, страна-изготовитель

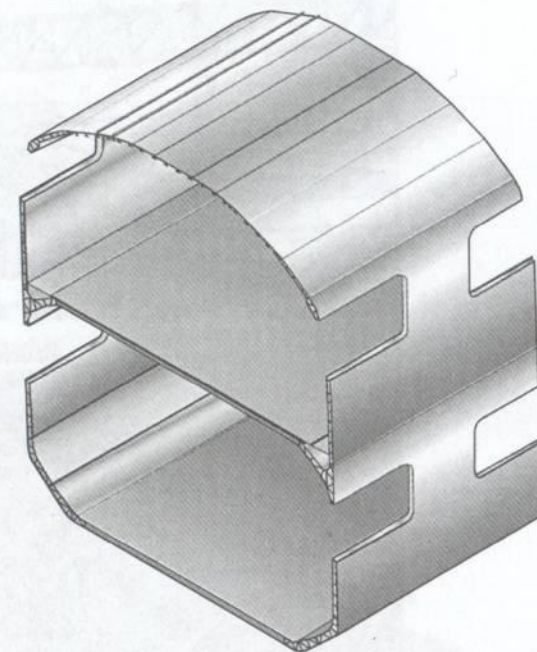
Расположение тягового оборудования на поезде с распределённой и сосредоточенной тягой соответственно

(单元结构1例)



M – тяговые электродвигатели (асинхронные), VCB – выключатель, MT_r – тяговый трансформатор, C/I – тяговые преобразователи напряжения (тиристорные, транзисторные и т.п.) SIV, A/C – преобразователи вспомогательных цепей

Лёгкие кузовные профили для поездов ВСМ



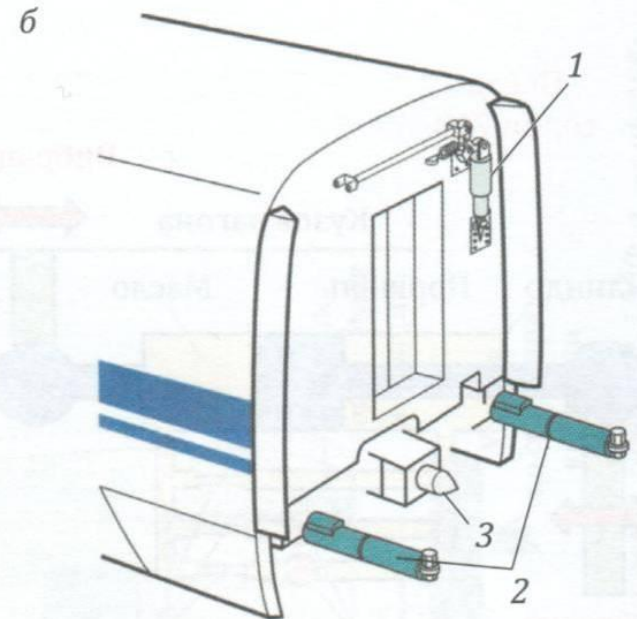
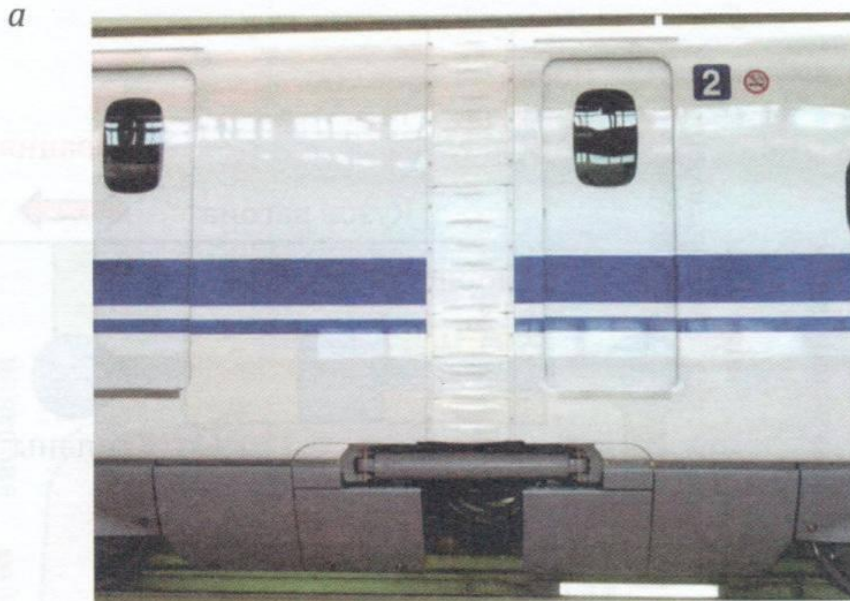
Двухэтажные вагоны поезда TGV2N, изготовленные с использованием длинномерных панелей из легких сплавов: а — стенки кузова вагона в сборочном цехе завода компании Alstom. Франция. 2006; б — схематическое изображение элементов



Copyright (c) 1997 D A J Fossett

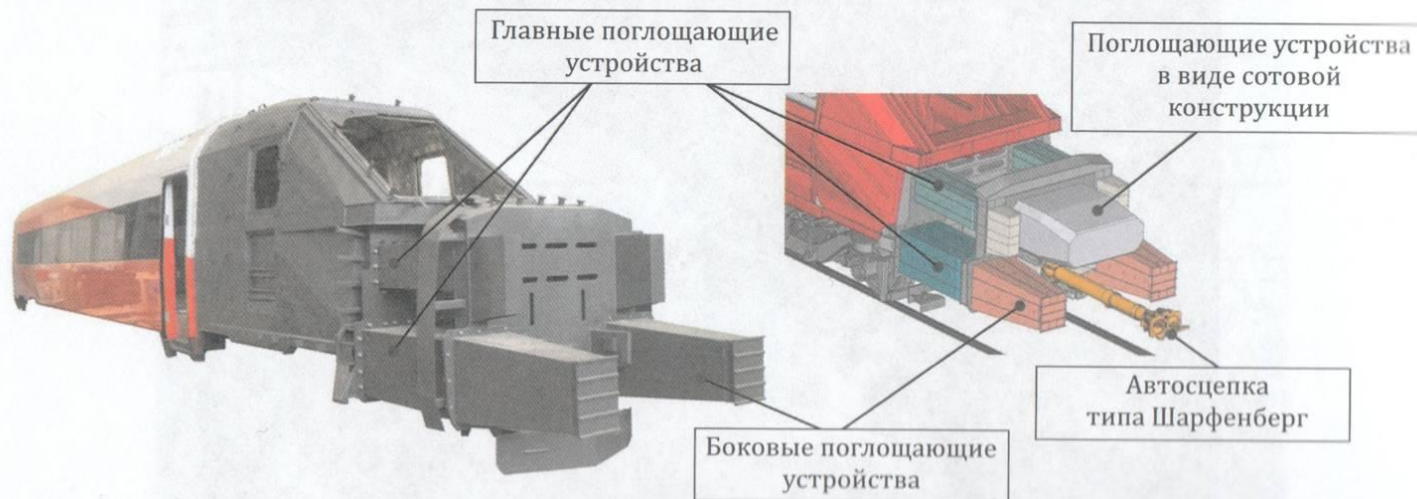
**Длина лобовой части «носа» головного вагона поезда «500» -
15 м!**

Межкузовные гасители колебаний

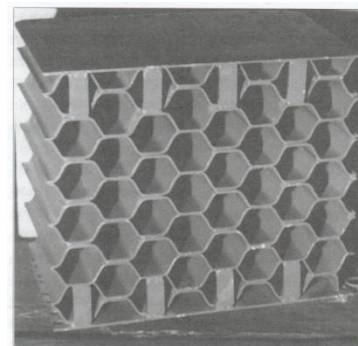


Установка межкузовных гидравлических гасителей колебаний: а — внешний вид гасителя продольных колебаний, установленного между кузовами вагонов высокоскоростного поезда серии N700. Японии; б — расположение гасителей на кузове вагона; 1 — гасители вертикальных колебаний; 2 — гасители продольных колебаний; 3 — жесткое междвагонное сцепное устройство

Поглощающие элементы головных вагонов



Высокоскоростной поезд V250 «Альбатрос» для железных дорог Бельгии и Нидерландов. Компания AnsaldoBreda. (Италия) 2009 г.: а — общий вид; б — конструкция носовой части головного вагона с устройствами поглощения удара



Ячеистая металлическая конструкция для поглощения энергии удара



**Поезд серии «100», Кодама
выпускается с 1985 года**

Максимальная скорость 230 км/ч

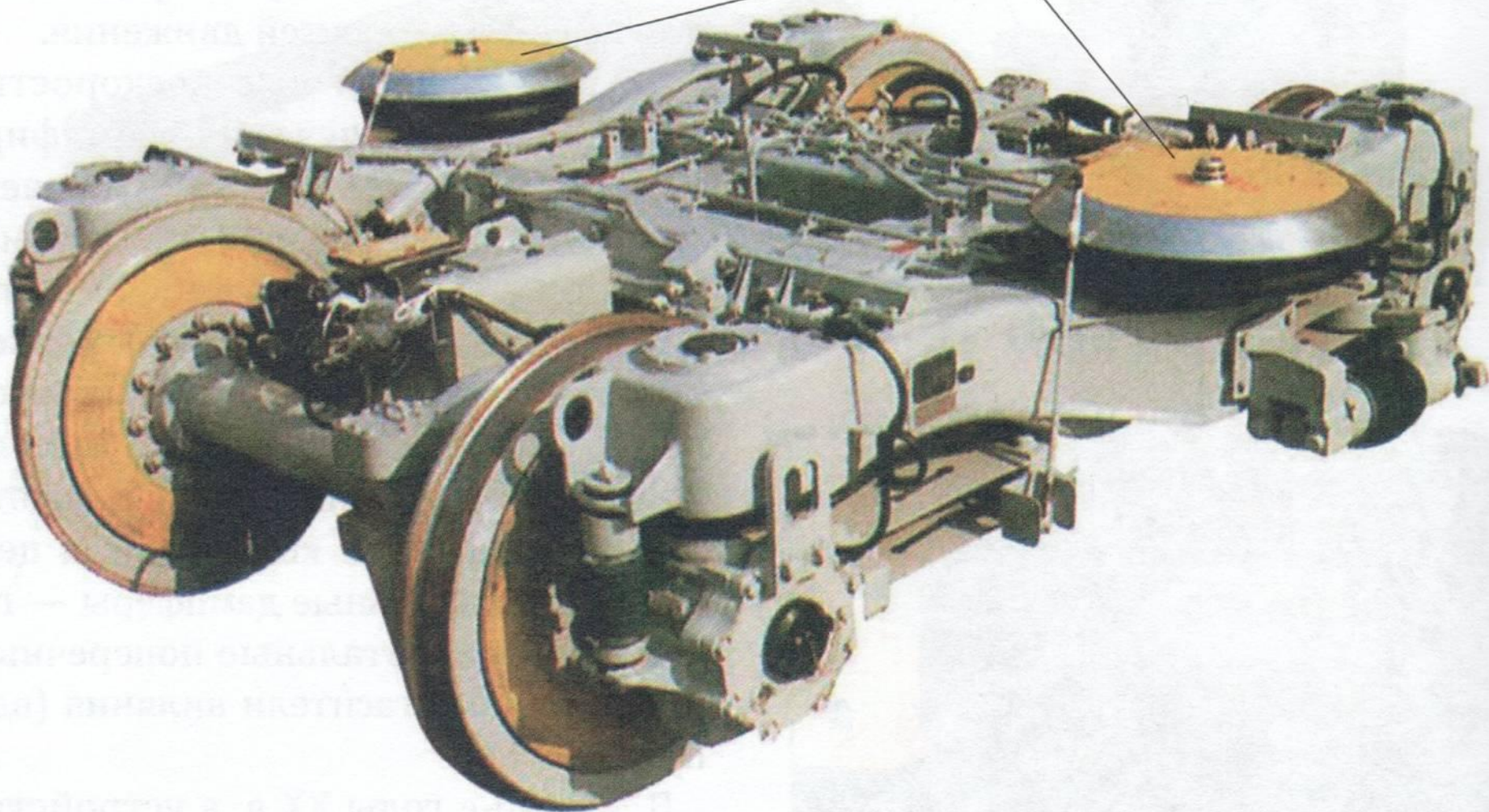
Поезд серии «200» для работы в тяжёлых климатических условиях (север Японии, где частые ливни и высока продолжительность низких температур)

Многопутная линия в Омиё

Поезд серии «200», Насуно

Рекорд скорости – 319 км/ч (декабрь 1979 г),
Эксплуатируется со скоростями до 210 км/ч

Пневматические рессоры



Моторная тележка вагона поезда серии E1. Япония

Характеристики основных электропоездов «Синкансэн»

Технические данные	Поезд серии «300»	Поезд серии «100»	Поезд серии «0»
Составность	10М+6П	12М+4П	16М
Напряжение контактной сети	25кВ, 60Гц	25кВ, 60Гц	25кВ, 60Гц
Двигатели	Асинхронные, тип ТМТЗ, мощность 300 кВт	Последовательного возбуждения, тип МТ202, мощность 230 кВт	Последовательного возбуждения, тип МТ200В, мощность 185 кВт
Охлаждение двигателей	Воздушное, принудительное	Воздушное, принудительное	Воздушное, самовентиляция
Количество двигателей в поезде	40	48	64
Общая мощность двигателей	12 000 кВт	11 040 кВт	11 840 кВт
Напряжение бортовой сети	НОВ	НОВ	НОВ
Диаметр колеса	860 мм	910 мм	910мм
База тележки	2500 мм	2500 мм	2500 мм
Тележка	Бесшкворневого типа без оконечных балок	Традиционного типа с центральным опиранием и с оконечными балками	Традиционного типа с центральным опиранием и с оконечными балками
Передаточное отношение	23:68	27:65	29:63
Максимальная скорость	270 км/ч	220 км/ч	220 км/ч
Максимально допустимая скорость	296 км/ч	276 км/ч	235 км/ч
Ускорение при пуске	0,44 м/с²	0,44 м/с²	0,29 м/с²

Характеристики основных электропоездов «Синкансэн» (продолжение таблицы)

Технические данные	Поезд серии «300»	Поезд серии «100»	Поезд серии «0»
Масса поезда	710т	925 т	970 т
Материал кузовов вагонов	Алюминиевый сплав	Сталь	Сталь
Регулирование скорости	Плавное	Плавное	Ступенчатое, на вторичной стороне трансформатора
Тормоз	Рекуперативный, пневматический и магниторельсовый	Реостатный, пневматический и магниторельсовый	Реостатный и пневматический
Длина кузова (головной вагон)	25 800 мм	25 800 мм	24 900 мм
Длина кузова (промежуточный вагон)	24 500 мм	24 500 мм	24 500 мм
Ширина кузова	3380 мм	3380 мм	3380 мм
Высота кузова	3650 мм	4000 мм	3975 мм
Количество мест I класса	200	168	132
Количество мест II класса	1123	1153	1208
Токоприемники	3 токоприемника на поезд, нормально используются 2	6 токоприемников на поезд, нормально используются 3	8 токоприемников на поезд

Нагрузка на ось – 13 тс

**Поезд серии «400» используется для
скоростного движения на существующих
модернизированных линиях
«Минисинкансэн», скорость на ВСМ – 240
км/ч, на «Минисинкансэн» - 130 км/ч**

Рекорд скорости – 345 км/ч (сентябрь 1991 г)



Первый французский высокоскоростной поезд с газотурбинным приводом и электрической передачей «TGV 001» 1972 г. п., скорость – свыше 300 км/ч



Поезда серии «TGV PSE», выпускались с 1980 года для первой ВСМ Париж - Лион

Нагрузка на ось 16,3 т, поезда состоят из двух электровозов и 8-и сочленённых вагонов, рассчитан на две системы тока – 1,5 кВ пост. и 25 кВ 50 Гц переменного, скорость 300 км/ч, двигатели коллекторные постоянного тока

Рекорд скорости – 318 км/ч (24 сентября 1980 г)

Поезд «TGV Atlantique» в Нантах



Поезд «TGV Atlantique»

выпускается с 1988 года для новой ВСМ к Атлантическому побережью, двухсистемный с синхронными тяговыми двигателями,

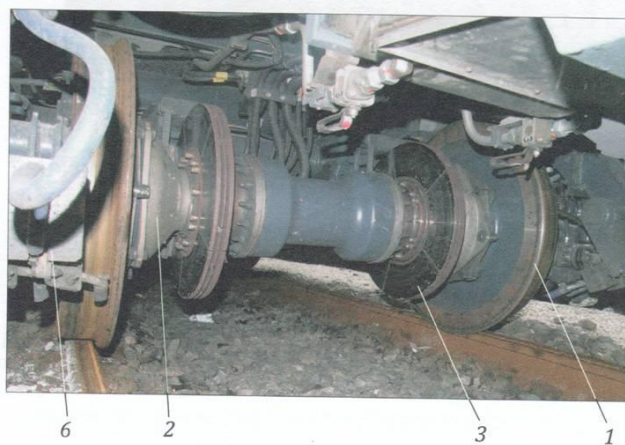
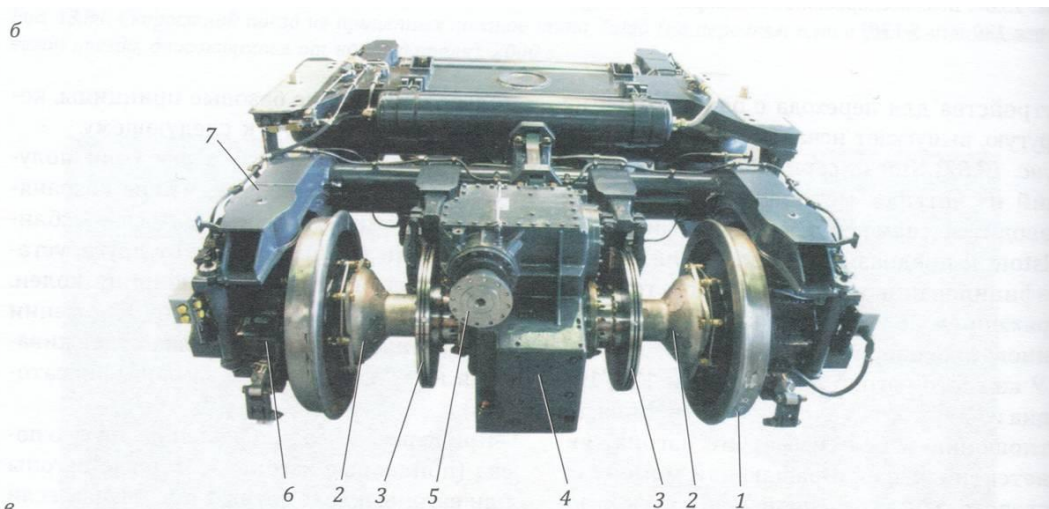
скорость 300 км/ч
Расположение тележек – промежуточное, опираются на пневматические рессоры



Пневматические рессоры



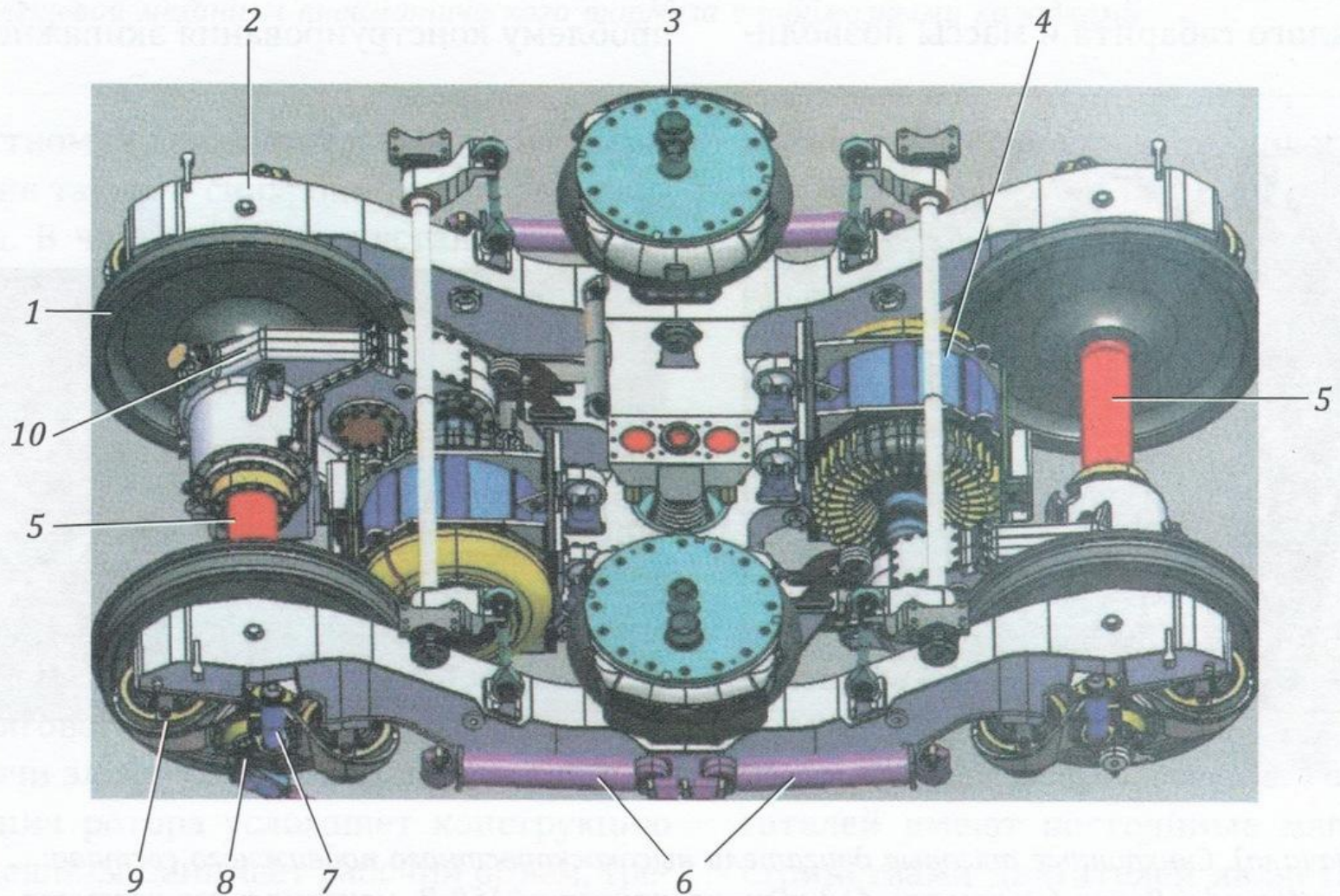
Моторная тележка высокоскоростного поезда



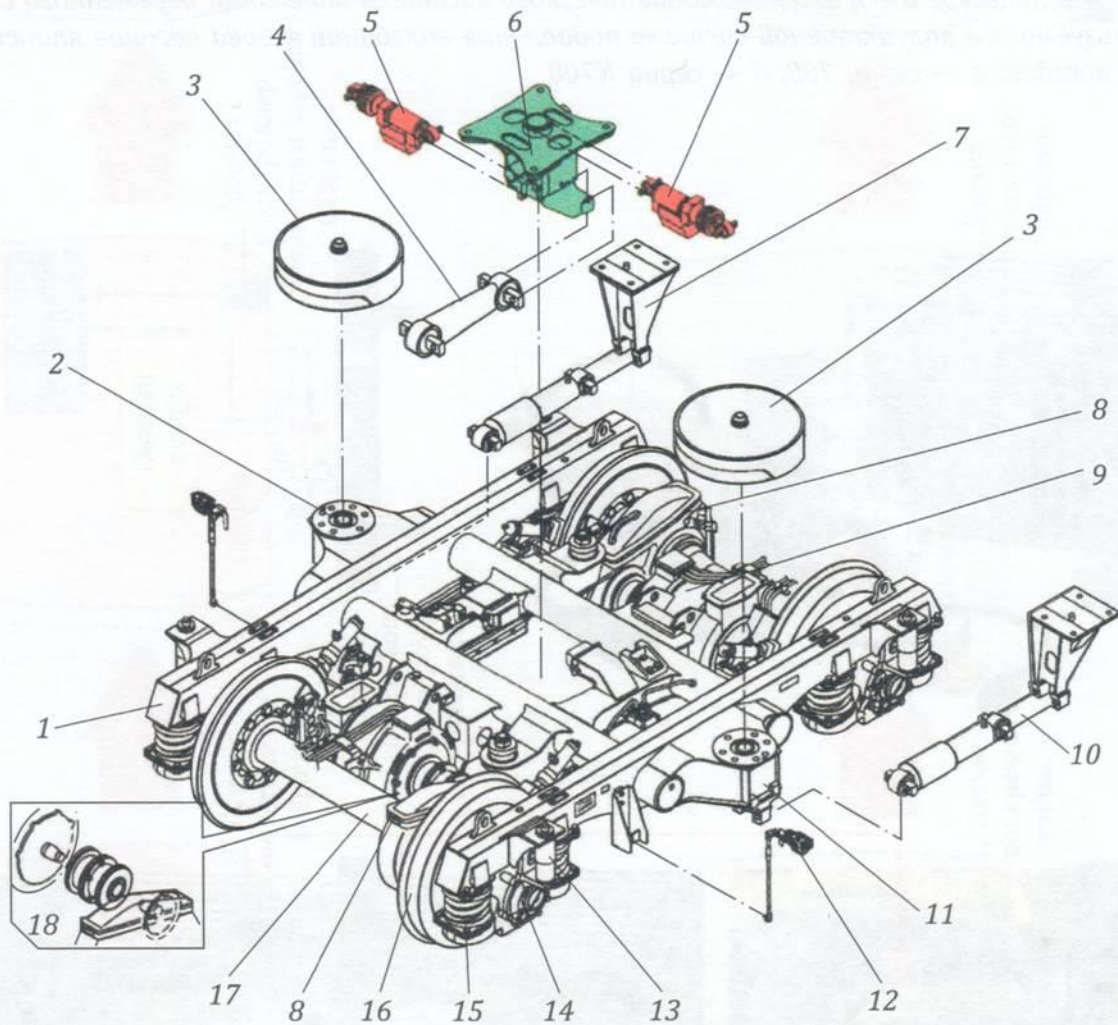
Высокоскоростной электропоезд серии 120/121 «Серия» компании CAF/Alstom: а — общий вид; б — вид тележки со стороны движущей колесной пары; в — вид тележки со стороны поддерживающей колесной пары: 1 — разрезная колесная пара; 2 — кожух, прикрывающий подвижную часть оси колесной пары; 3 — тормозной диск; 4 — осевой редуктор; 5 — фланец входного вала; 6 — механизм перевода и блокировки подвижных элементов оси при переходе с одной колеи на другую; 7 — рама тележки. 2005 г.

Промежуточная тележка для сочленённых вагонов

а



Моторные тележки поезда AGV: а — промежуточные для сочленённых вагонов



Тележка высокоскоростного поезда серии N700. (Япония, 2007 г.); основные детали и узлы: 1 — рама; 2 — опора пневматической рессоры центрального подвешивания; 3 — пневматическая рессора центрального подвешивания и механизма наклона кузова; 4 — тяга; 5 — активатор системы подавления вибрации кузова; 6 — опора кузова; 7 — кронштейн крепления к кузову гидравлического гасителя колебаний виляния (кронштейн крепится к кузову вагона); 8 — редуктор тягового привода; 9 — тяговый двигатель; 10 — гидравлический гаситель колебаний виляния; 11 — кронштейн опоры центрального подвешивания; 12 — высоторегулирующий клапан пневматической рессоры центрального подвешивания с поводком; 13 — гидравлический гаситель колебаний первичной ступени подвешивания; 14 — букса; 15 — пружина первичной ступени подвешивания; 16 — колесная пара; 17 — ось колесной пары; 18 — муфта







«TGV Atlantique» в Тулузе

Тормозной путь высокоскоростного поезда TGV при торможении со скорости 260 км/ч составляет 3100 м



Поезд «TGV Atlantique» до 2007 года являлся
самым высокоскоростным в мире

В мае 1990 года им был поставлен
рекорд скорости в

515,3 км/ч

Рекорд побит в 2007 году поездом «TGV
Duplex» и составил

574,1 км/ч

Технические характеристики электропоезда «TGV Atlantique»

Технические данные		Показатели
Составность		2 локомотива+10 вагонов
Напряжение контактной сети		25 кВ, 50 Гц или 1,5 кВ постоянного тока
Двигатели		Трехфазные синхронные мощностью 1100 кВт
Количество двигателей		4 двигателя на электровозе
Мощность продолжительного режима	при U=25 кВ	8800 кВт
	при U=1,5 кВ	3880 кВт
Пусковое тяговое усилие		210 кН
Преобразователи		Инверторы тока, питаемые от однофазных полупроводниковых мостов, и прерыватели постоянного тока
Основной тормоз		Реостатный
Дополнительный тормоз		Дисковый пневматический
Тяговая передача		3-го класса (двигатель подвешен к кузову, тяговое усилие передается через карданный вал)
Диаметр колеса		920 мм
База тележки		3000 мм
Конструкционная скорость		300 км/ч
Длина кузова		18 700 мм или 21 845 мм (прицепной вагон), 22 150 мм (локомотив)
Ширина кузова		2814 мм (прицепной вагон), 2904 мм (локомотив)
Высота кузова над уровнем головки рельса		3480 мм (прицепной вагон), 4100 мм (локомотив)
Масса поезда		475,0 т (масса локомотива — 67,8 т)

**Поезда серии «TGV R» сцепленные
по системе многих единиц**

Преодолевают уклоны до 3,5 %



Поезд серии «TGV-T Eurostar», выпускается с 1994 года, работает на маршруте Париж – Брюссель – Лондон, максимальная скорость – 300 км/ч

«Обособленная» от других главных путей ВСМ в Бельгии



Поезд серии «TGV-T Eurostar» состоит из двух концевых электровозов и 18 сочленённых вагонов, работает на трёх системах тока: постоянного 3000 В и 750 В и переменного 25 кВ 50 Гц, приспособлен к верхнему и нижнему токосъёму

Число мест – 794, время «полёта» от Парижа до Лондона – 3 ч



Поезда серий «TGV-T Eurostar» и «TGV Atlantique» в Найсе



Станция Париж - Северный



Поезд «TGV-T Eurostar» прибывает на станцию Лилль

**Поезд «TGV-Thalys» работает на маршруте Париж –
Брюссель – Амстердам, скорость 300 км/ч**



TGV Duplex



Поезд формируется из двух моторных и восьми промежуточных прицепных пассажирских вагонов. Общая пассажировместимость равна 545 чел.

Поезд «TGV-Thalys»



Тяговые двигатели – синхронные, получают питание от преобразовательных модулей на базе тиристоров с автоматическим регулированием режимов тяги и торможения



Технические характеристики электропоезда Thalys

Технические данные	Показатели
Составность	2Г+8П
Длина поезда	200,2 м
Максимальная ширина кузова	2 905 мм
Масса: служебная при номинальной загрузке	388 т 415т
Общее количество мест	377
В том числе: I класса	120
II класса	257
Общая мощность	8800 кВт
Максимальная скорость	300 км/ч



1 мая 1988 г. опытный поезд ICE V на высокоскоростном участке Фульда – Вюрцбург развил скорость 406,9 км/ч.



Поезд ICE-1, производится с 1990 года, напряжение в контактной сети 15 кВ, 16 2/3 Гц, скорость 280 км/ч, двигатели асинхронные, состоит из 2х электровозов и 12и промежуточных вагонов





ICE1 в Швейцарии





ICE-1 в Австрии





Станция Берлин - Лихтенберга





На *ICE-1* применяется рекуперативное торможение



В Швейцарии



**Основные характеристики электропоезда
ICE 1**

Технические данные	Показатели
Составность	2 локомотива + от 11П до 14П
Напряжение контактной сети	15 кВ, 16 ² /, Гц
Число движущих осей	8
Тяговые двигатели	Асинхронные, мощностью 1250 кВт
Мощность часового режима	9600 кВт
Максимальная скорость	280 км/ч
Масса поезда	844 т
Сила тяги на ободу колеса при трогании	400 кН
Длина поезда	360 м
Ширина кузова	3 020 мм
Количество мест	696

Поезд серии «ICE-3»

выпускается с 1998 года и работает на ВСМ Кёльн - Франкфурт



Отличительные особенности от ICE-1:

- работает в укороченном исполнении (8 вагонов) по системе многих единиц;
- тяга распределена равномерно по длине состава (моторвагонная);
- удельная мощность повышена с 10,7 кВт на т веса до 20,2 кВт;
- скорость повышена с 280 до 330 км/ч



© Eddy Konijnendijk

Кёльн









DB

Reservierung

CIV 80

InterCityExpress

2 Sitzplätze

		VON	->NACH			KIC
8.03	10:15	FRANKFURT M	->BERLIN ZOO	8.03	14:18	1

ZUG 894 ICE Wagen 14 Sitzplätze 11 12

Mit Tisch
Raucher

2 Fenster

PREIS DEN ***10,00

807380023507

572153632
57215363-31

BARZAHLUNG

110700034 Frankfurt
08.03.01 (Main)Hbf

9:53



На заводе компании «Siemens»

Поезд «ETR-401 Pendolino» с наклоняющимся кузовом, выпускается с 1974 года, скорость 250 км/ч, нагрузка на ось 11 тс, двигатели постоянного тока с последовательным возбуждением, работает на линии Рим - Анкона

© IRA Italian Railfans





Поезд серии «ETR-460»



Двухсистемный итальянский электропоезд ETR-480 (пост. ток 3 кВ и пер. 15 кВ, 16 2/3 Гц), курсирует между Италией и Швейцарией через Альпы





Поезда серии ETR-500 с локомотивной тягой, скорость 300 км/ч, работают на линии Рим - Флоренция

Основные технические характеристики итальянских высокоскоростных поездов ETR-460 и ETR-500

Технические данные	ETR-460	ETR-500
Составность	6М+3П	2М+10П или 2М+14П
Напряжение контактной сети	3000 В постоянного тока	3000 В постоянного или 25 кВ, 50 Гц переменного тока
Двигатели	Асинхронные	Асинхронные
Число двигателей в поезде	12	8
Мощность продолжительного режима	6000 кВт	8800 кВт
Ширина колеи	1435 мм	1435 мм
Максимальная скорость	250 км/ч	300 км/ч
Масса поезда	433,5 т	640 т
Тяговое усилие при трогании	207 кН	290 кН
Максимальное тормозное усилие	142 кН	195 кН
Удельная мощность	13,84 кВт/т	13,75 кВт/т
Длина поезда	236,6 м	360 м или 404 м
Ширина кузова	2 800 мм	2 860 мм
Количество мест	400	200 I класса, 476 II класса



Выпускаются с 1977 года

Составы «Talgo Pendular» состоят из коротких лёгких вагонов сочленённого типа (до 10 м), высота пола над УГР – всего 365 мм



В составах «Talgo Pendular» вагоны опираются на одну ось в конце вагона, скорость до 250 км/ч

Кузов вагонов опирается на два резиновых воздушных баллона, посредством изменения давления в которых он сохраняет горизонтальное положение в кривых



© Utkin Mikhail' 2004

Состав «Talго Pendular» с китайским электровозом KZ4 на маршруте Алма-Ата – Астана (Казахстан)



Испанские поезда серии «AVE» максимально унифицированы с французскими «TGV Atlantique», выпускаются с 1991 года, скорость 300 км/ч





(c) Bertram Wlasak



(c) Bertram Wlasak





Технические характеристики поезда AVE

Технические данные	Показатели
Составность поезда	2 локомотива + 8 вагонов
Напряжение контактной сети	25 кВ, 50 Гц или 3 кВ пост, тока
Число двигателей	8
Двигатели	Синхронные мощностью 1100 кВт
Мощность продолжительного режима	8800 кВт при 25 кВ, 50 Гц
Максимальная скорость	300 км/ч
Масса поезда	393 т
Тяговое усилие при трогании	220 кН
Длина поезда	200,19 м
Ширина кузова	2 814 мм (М) и 2 904 мм (П)
Количество мест	321

© 2003 Carlos Pérez Arnau











FOTO: J. PEÑA



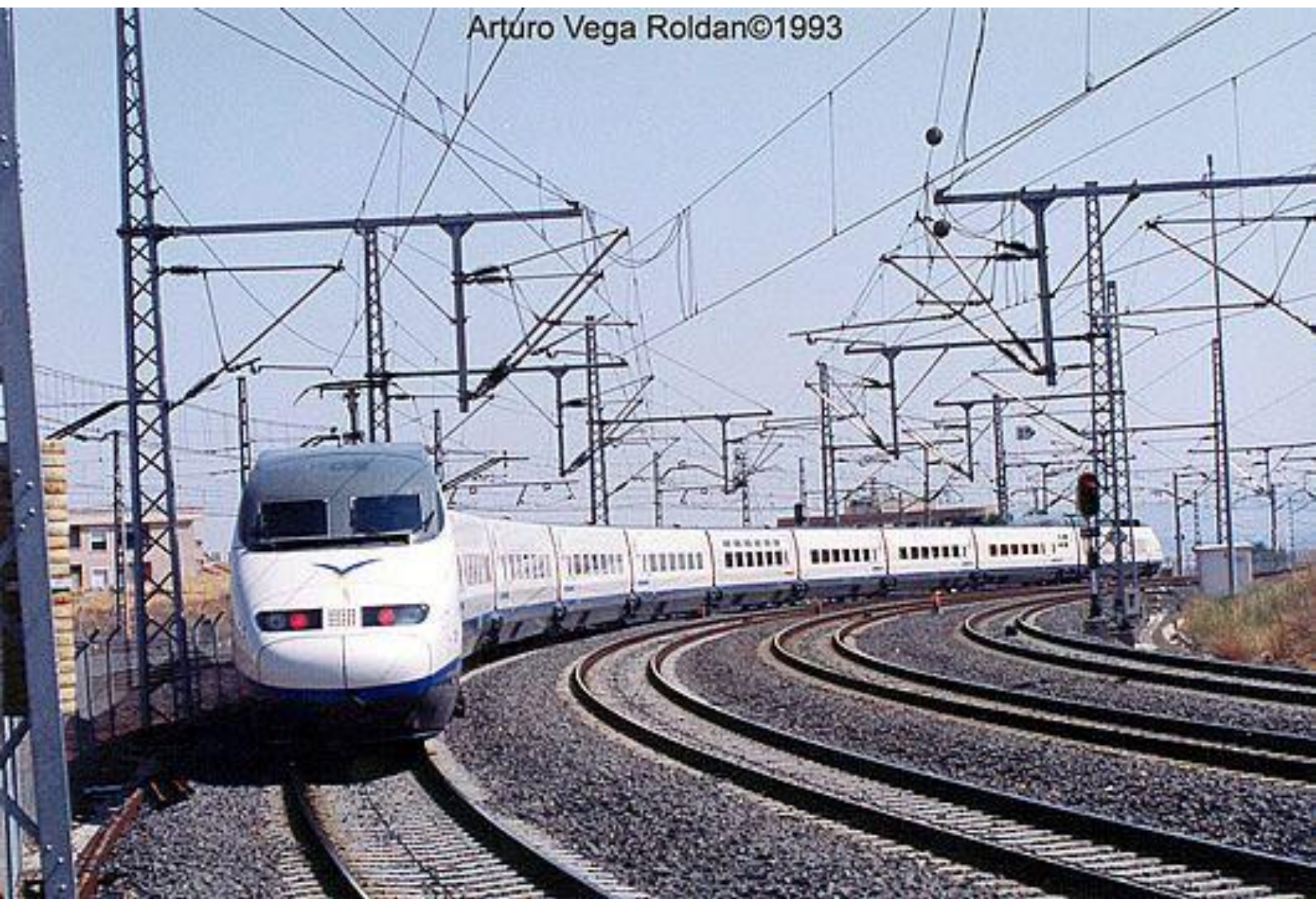




AVE
VELOCIDAD MAXIMA
300 Km/h

8-106-316-5

Arturo Vega Roldan©1993



Высокоскоростная магистраль Мадрид – Севилья является первой в мире ВСМ, которая рассчитана на максимальную скорость движения 350 км /ч



Поезд AVE 103 Velaro E – модификация ICE 3 для испанской ВСМ Мадрид - Севилья

Кабина поезда AVE 103 Velaro E



На скоростях 300 км/ч и выше объекты по сторонам практически не различимы, поэтому для всех высокоскоростных поездов последнего поколения характерно уменьшение площади лобового стекла





Alto Velocidad
Bareife

talgopendular@tranvia.org





В салоне поезда AVE 103 Velaro E (Германия), вагон первого класса



Bildquelle: Siemens TS

Буфет в поезде AVE 103 Velaro E

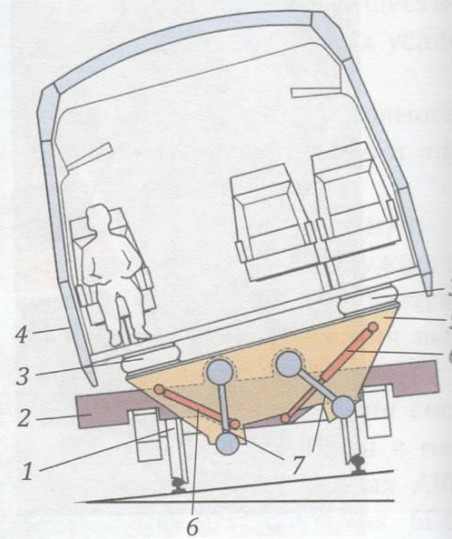


Пример системы наклона кузова на поезде X2000 (Швеция)

а



б



Высокоскоростной поезд X2000 (X2): а — общий вид поезда со стороны концевго вагона с кабиной управления, проходящего кривую с наклоном кузовов вагонов; б — схема устройства наклона кузова вагона: 1 — колесная пара; 2 — рама тележки; 3 — пневматические рессоры центрального подвешивания; 4 — кузов вагона; 5 — качающаяся балка (опора пневматических рессор); 6 — гидроцилиндры наклона кузова; 7 — качающиеся подвески. Швеция. 1989 г.

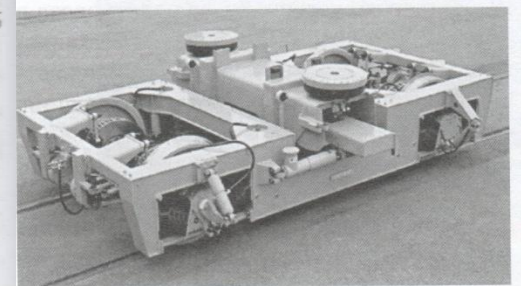


Рис. 13.81. Тележка вагона поезда X2000. Швеция. 1999 г.