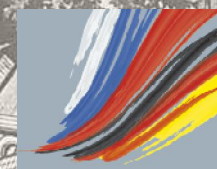


SIEMENS

Акционерное Общество
Русских Электротехнических Заводовъ
СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ



160

«Сименс»
в России

с 1853 года

Московский Государственный Университет Путей Сообщения (МИИТ) / 25-10-2013

«Высокоскоростное железнодорожное движение»

Цикл лекций президента «Сименс» в России Дитриха Мёллера

© Siemens AG 2013. All rights reserved.

siemens.com/answers

Содержание цикла лекций



- 20.09.13 Общий обзор высокоскоростного движения, история развития и основные технические принципы;
- **25.10.13** **Высокоскоростные поезда в Германии;**
- 15.11.13 Высокоскоростные поезда: международные проекты (Испания, Китай, Россия);
- 20.12.13 Системы автоматизации и связи;
- 14.02.14 Электрификация;
- 14.03.14 Инфраструктура и особенности проектирования;
- 18.04.14 Управление и финансирование проектов высокоскоростных магистралей и поездов;
- 16.05.14 Примеры проектов высокоскоростных магистралей, социально-экономические аспекты.

Содержание лекции



1. Введение, краткое содержание предыдущей лекции
2. Введение в тему лекции
3. История развития высокоскоростного железнодорожного транспорта в Германии
4. ICE V (Экспериментальный)
5. ICE 1
6. ICE 2
7. ICE S (Экспериментальный)
8. ICE 3
9. ICT(D)
10. Velaro D, ICx, Transrapid
11. Заключение
12. Вопросы и ответы.

The Siemens logo is displayed in a white box in the top left corner of the slide. It consists of the word "SIEMENS" in a bold, blue, sans-serif font.

SIEMENS

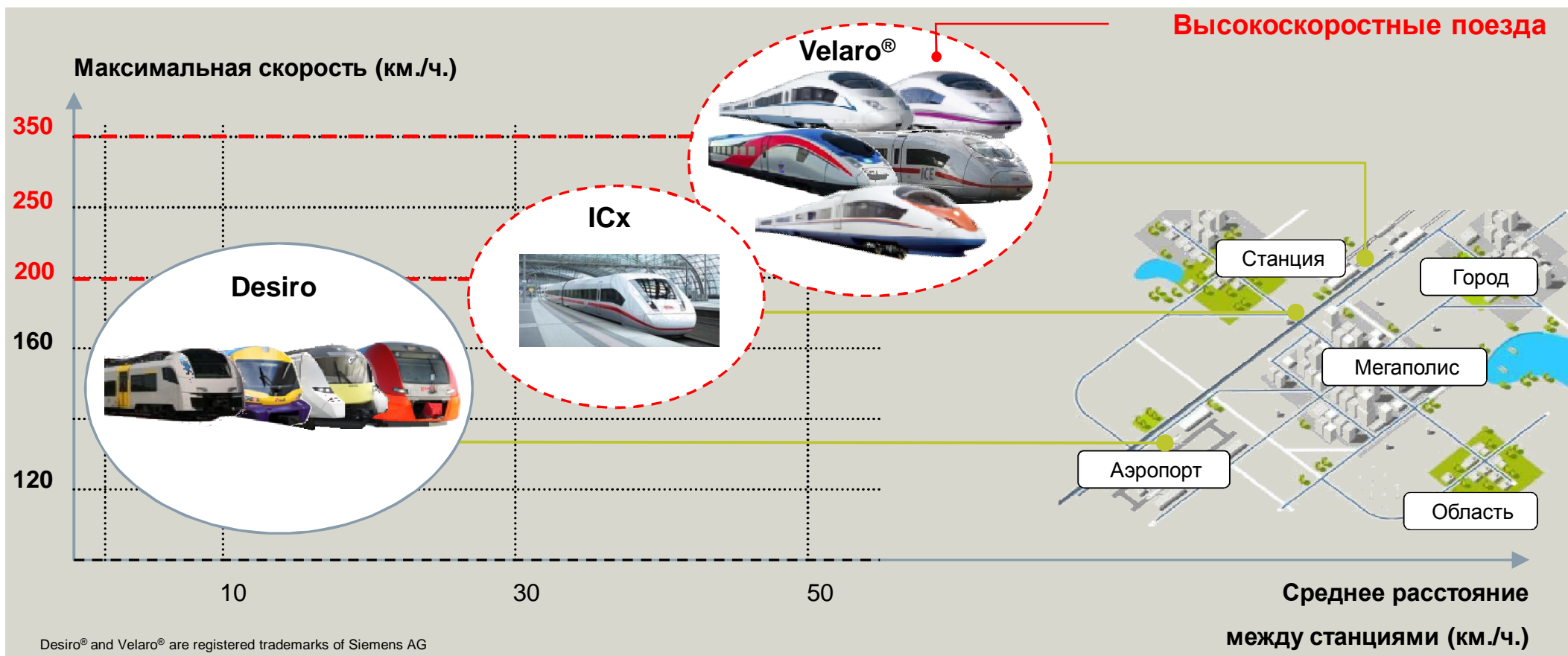
A detailed historical illustration of a large industrial factory complex, likely the Siemens works in St. Petersburg. The scene shows multiple large, multi-story brick buildings with numerous windows and gabled roofs. A prominent tall chimney stack is visible, emitting a plume of smoke. In the background, a wide river or harbor is filled with various sailing ships and boats. The overall style is that of a 19th-century engraving or woodcut.

Акционерное Общество
Русскихъ Электротехническихъ Заводовъ
СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ

Цикл лекций - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

Краткое содержание предыдущей лекции

Определение высокоскоростного поезда



Этапы развития высокоскоростного железнодорожного транспорта



The Siemens logo is displayed in a white box in the top left corner of the slide. It consists of the word "SIEMENS" in a bold, blue, sans-serif font.The background of the slide is a detailed historical illustration of a large industrial factory complex, likely the Siemens works in St. Petersburg. The scene shows multiple large, multi-story brick buildings with numerous windows and gabled roofs. A prominent tall chimney stack is visible, emitting a plume of smoke. In the foreground, there are streets with horse-drawn carriages and pedestrians. In the background, a wide river or harbor is filled with various sailing ships and boats. The overall style is that of a 19th-century engraving or woodcut.

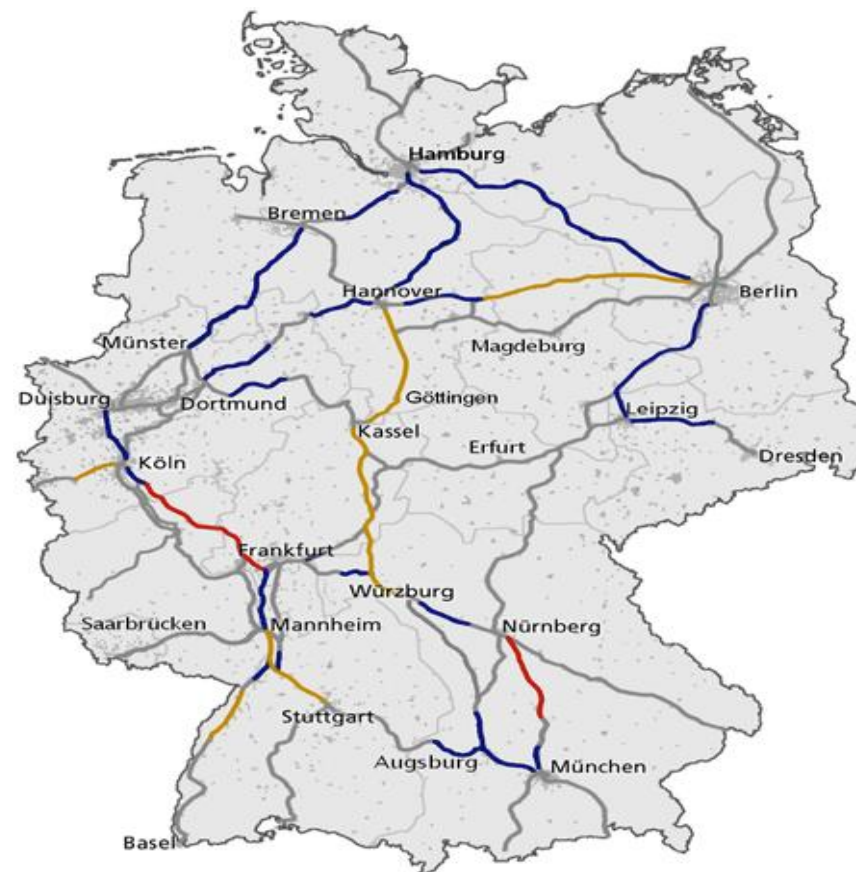
Акционерное Общество
Русских Электротехнических Заводовъ
СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ

Цикл лекций - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

Высокоскоростные поезда в Германии

Высокоскоростные железные дороги Германии

- Эксплуатация с: 1991 г.
- Протяженность участка: 1.200 км
- Линий: 11
- Колея: 1.435 мм
- Энергопитание:
15 кВ пер. тока, 16,7 Гц
- Кол-во поездов: >300
- Кол-во типов: 6



ВСМ до 300 км./ч.

ВСМ 250-280 км./ч.

Модифицированные линии до 250 км./ч.

ICE-V (V = Versuch = Экспериментальный) - 1984 г.



DB

Siemens

Krauss-
Maffei

Krupp

Thyssen-
Henschel

AEG

BBC

ICE-V (V = Versuch = Экспериментальный) - 1984 г.



Технические данные

В эксплуатации	экспериментальный
Составность	5 вагонов
Электропитание	15 кВ пер. тока, 16,7Гц
Мощность приводов	8.4 МВт
Максимальная скорость	406 км/ч
Колея	1,435 мм
Вместимость	---
Тип	Push-Pull

ICE-V – Технические особенности (механическая, электрическая части)

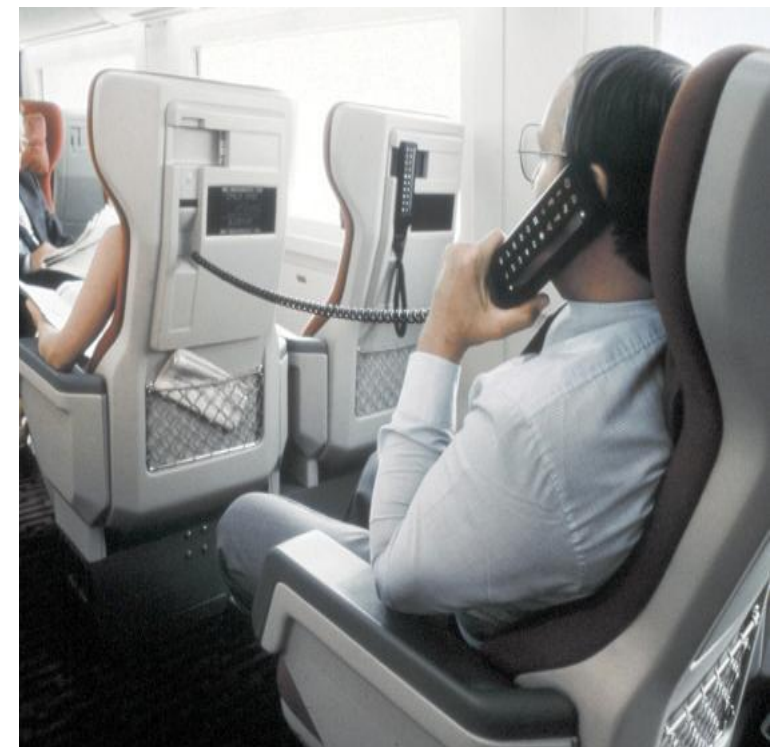
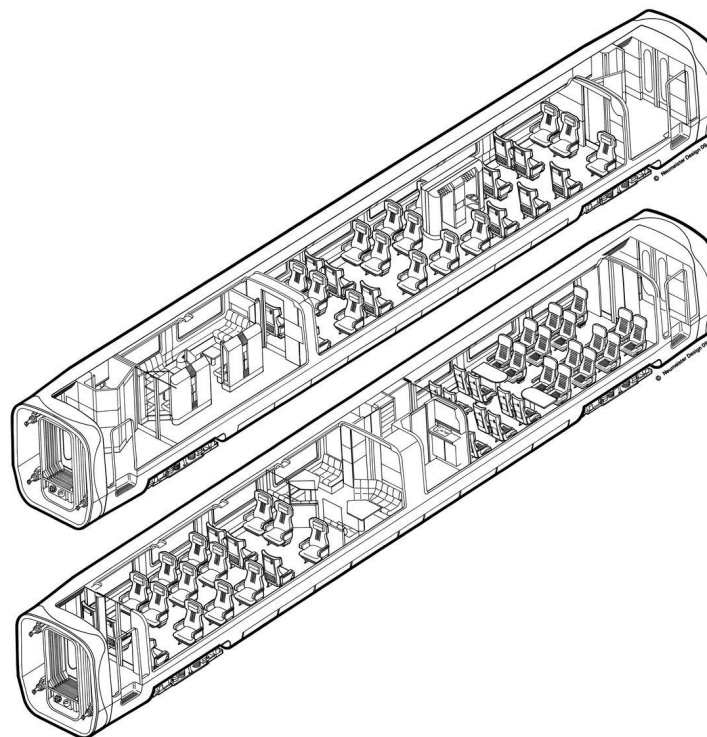


Применение пневматических рессоров

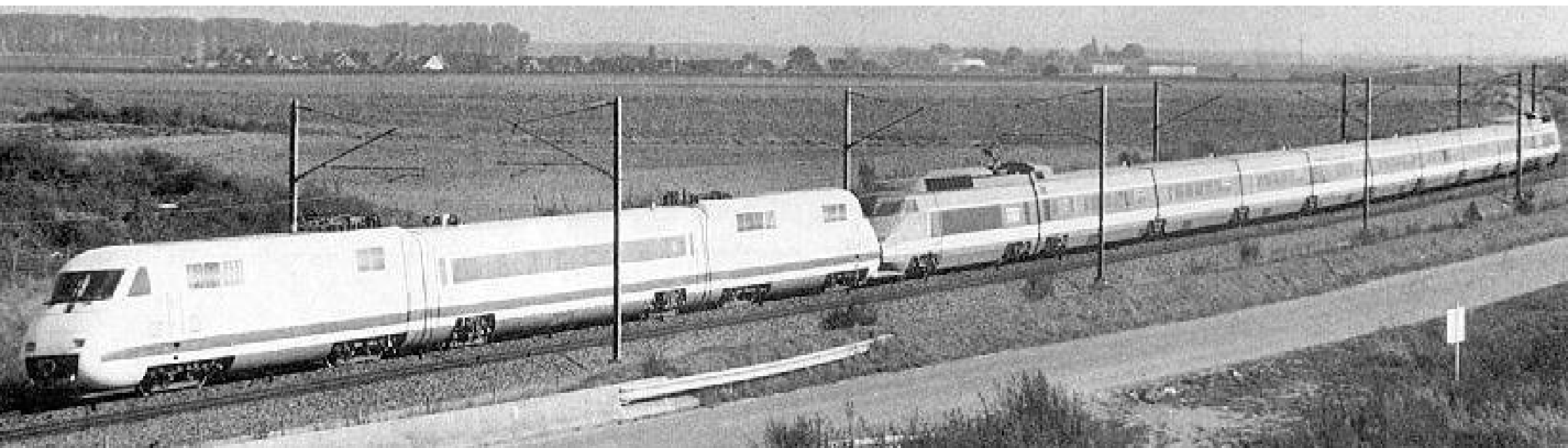


Аэродинамические очертания кузова

ICE-V – Внутреннее исполнение



ICE-V – Использование для проведения дальнейших экспериментов

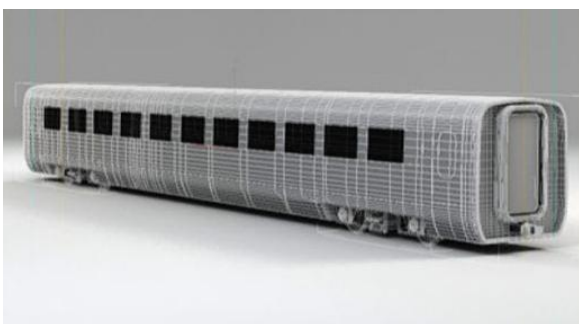


- Дальнейшее использование поезда для испытания новых конструкционных решений и тестирования нового подвижного состава;
- 1 Мая 1988 - мировой рекорд скорости передвижения по железным дорогам – 406,9 км./ч.

ICE 1 - 1991 г.



ICE 1 – Технические характеристики



Технические данные

В эксплуатации	с 1991 г.
Составность	12 вагонов
Электропитание	15 кВ пер. тока, 16,7Гц
Мощность приводов	9,6 МВт
Эксплуатационная скорость	250 км/ч
Колея	1,435 мм
Вместимость	743 места
Тип	Push-Pull

ICE 1 – Технические особенности

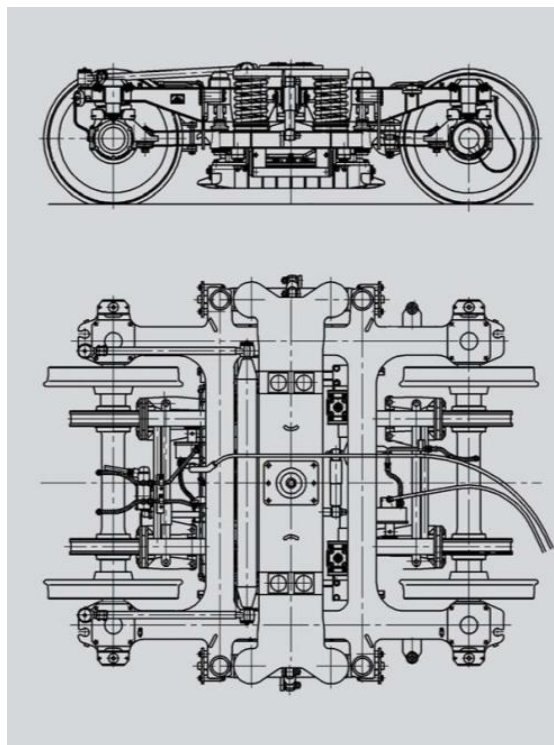
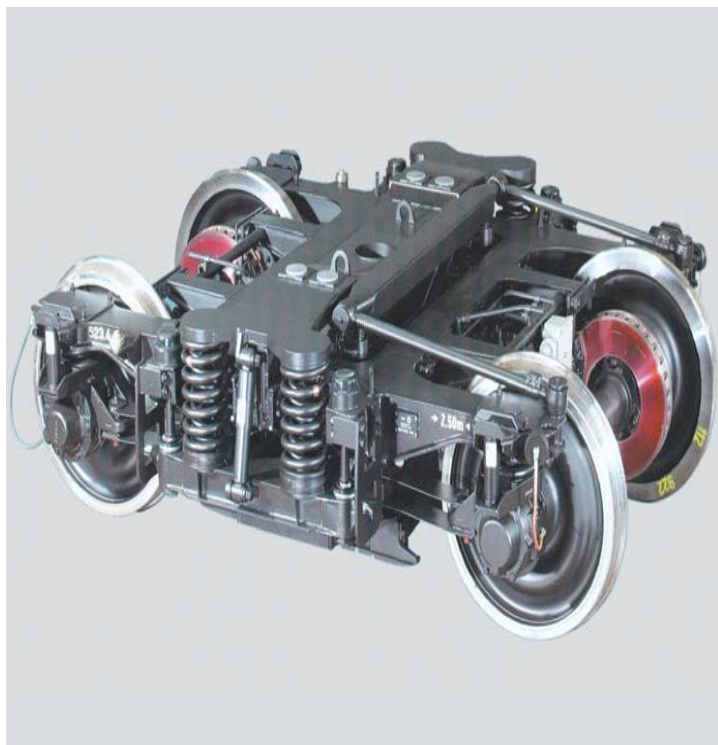


Применение электронных систем управления движением



Принудительное воздушное охлаждение тяговых двигателей

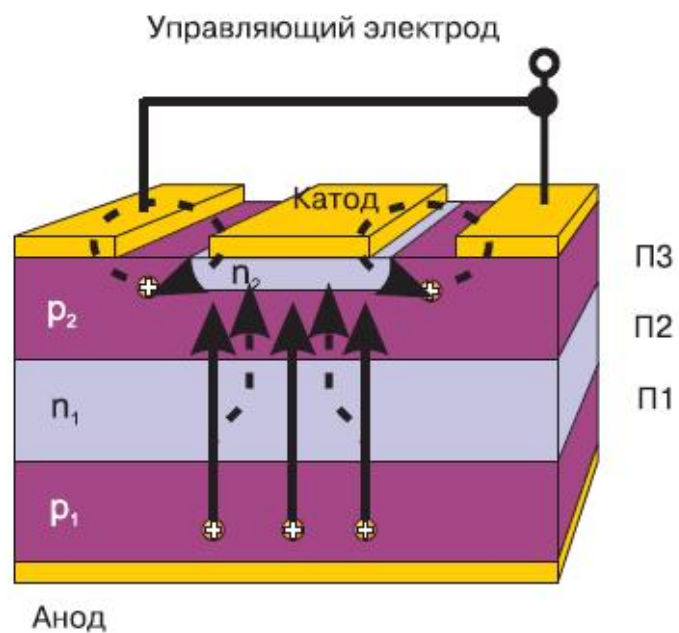
ICE 1 – Технические особенности



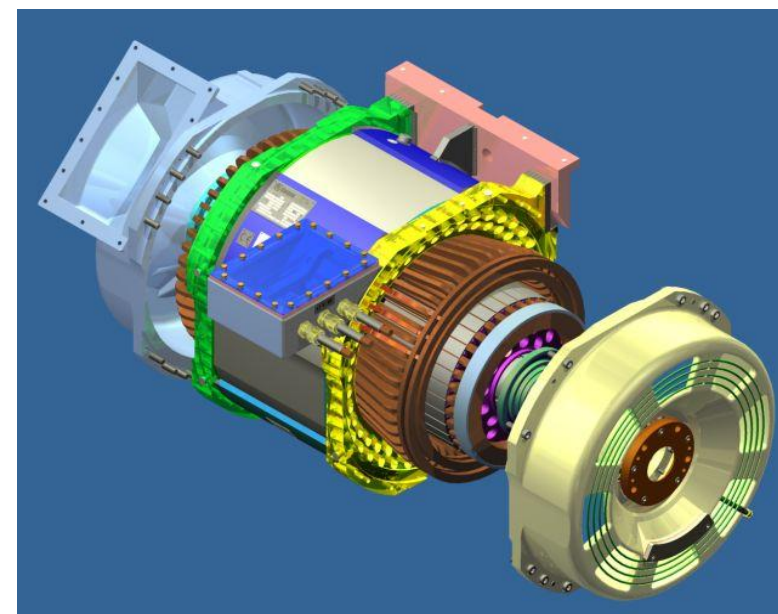
- Литая H-образная рама
- Первая ступень подвешивания с двойными пружинами;
- Первичные вертикальные амортизаторы;
- Сборные буксы для быстрой замены колесной пары;
- Вторая ступень использует весной укрепить установлен вложенных пружины;
- Применение маятников из эластомерных материалов, для снижения износа;
- Вторичные горизонтальные и вертикальные амортизаторы;
- 2, 3 или 4 тормозных диска на ось;
- Применение электромагнитного тормоза.

Применение тележек MD523, MD524 и MD530

ICE 1 – Технические особенности

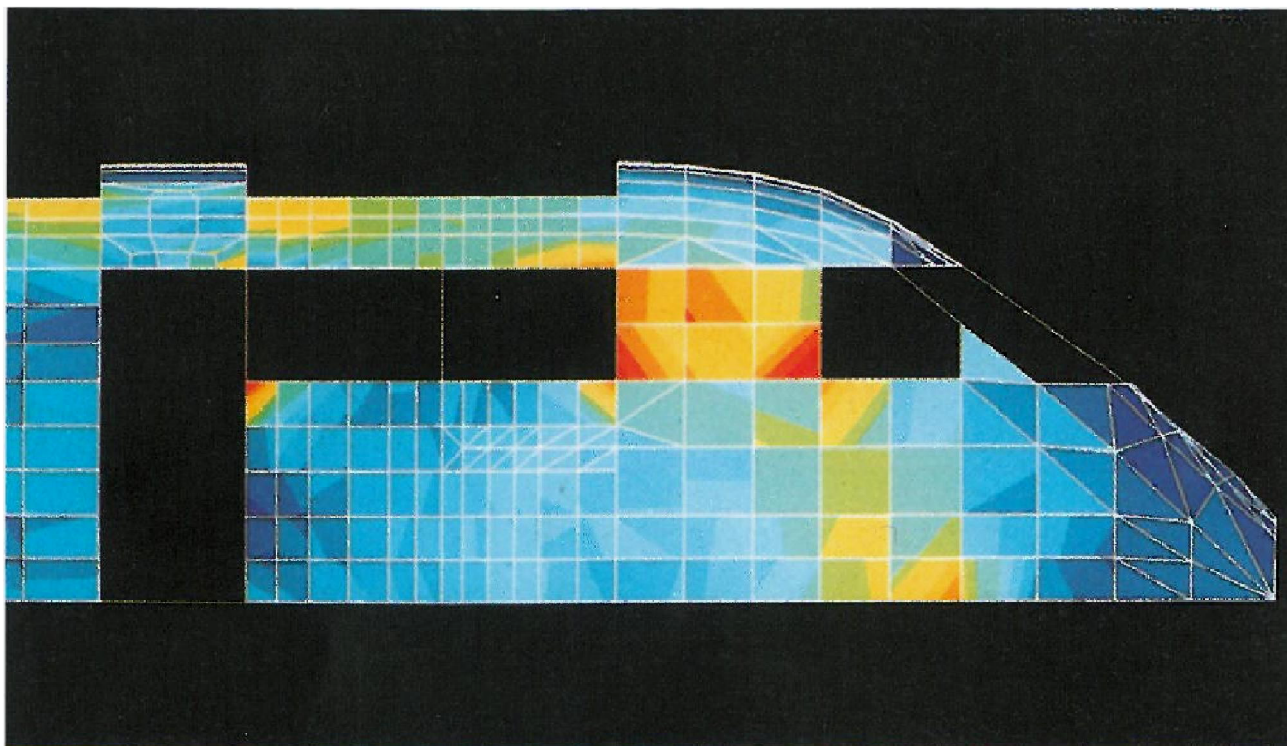


Применение запираемых тиристор GTO



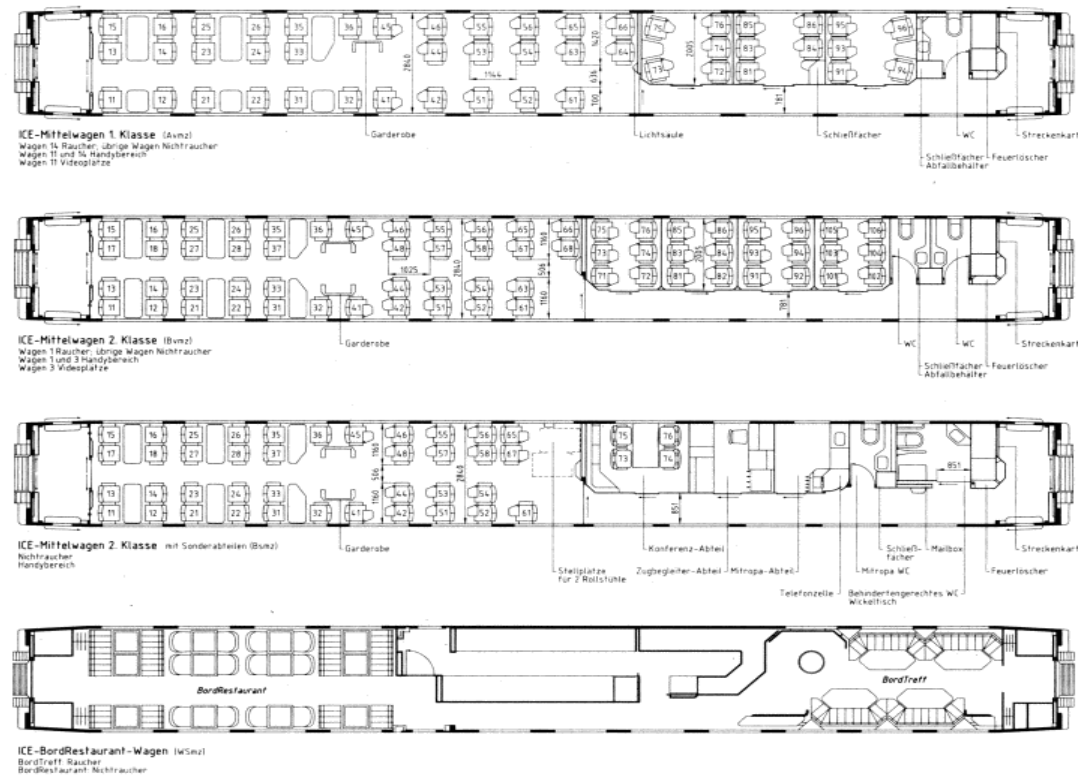
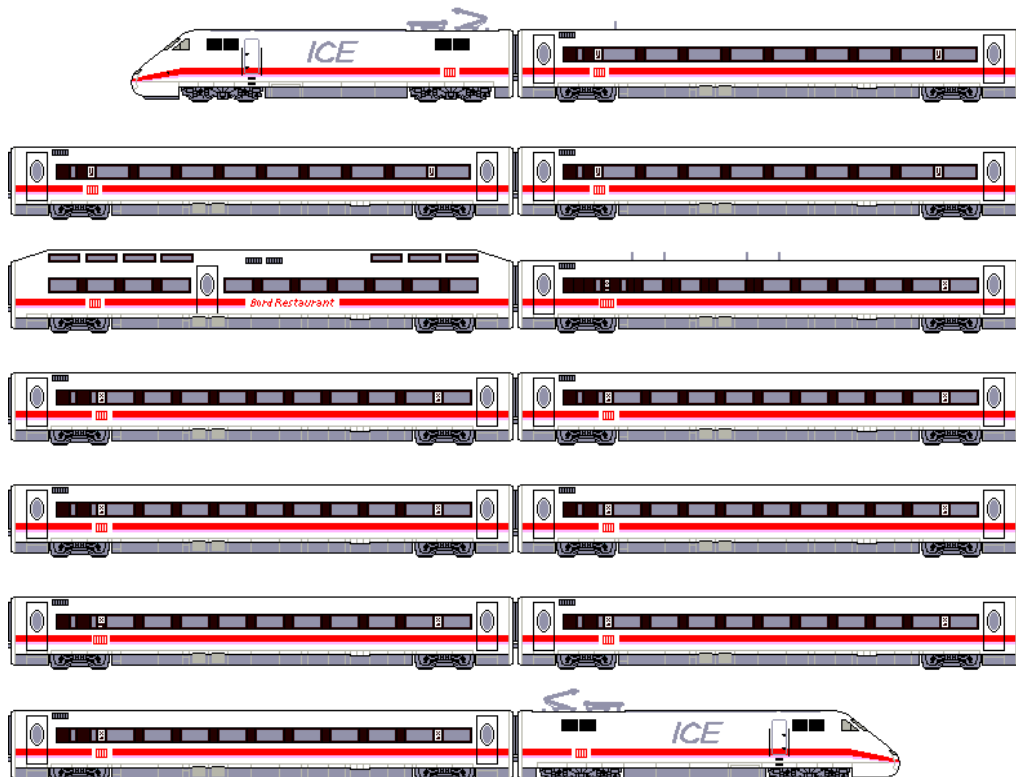
Применение асинхронных тяговых двигателей

ICE 1 – Технические особенности



Применение компьютерных методов расчета
аэродинамических нагрузок

ICE 1 – Технические особенности

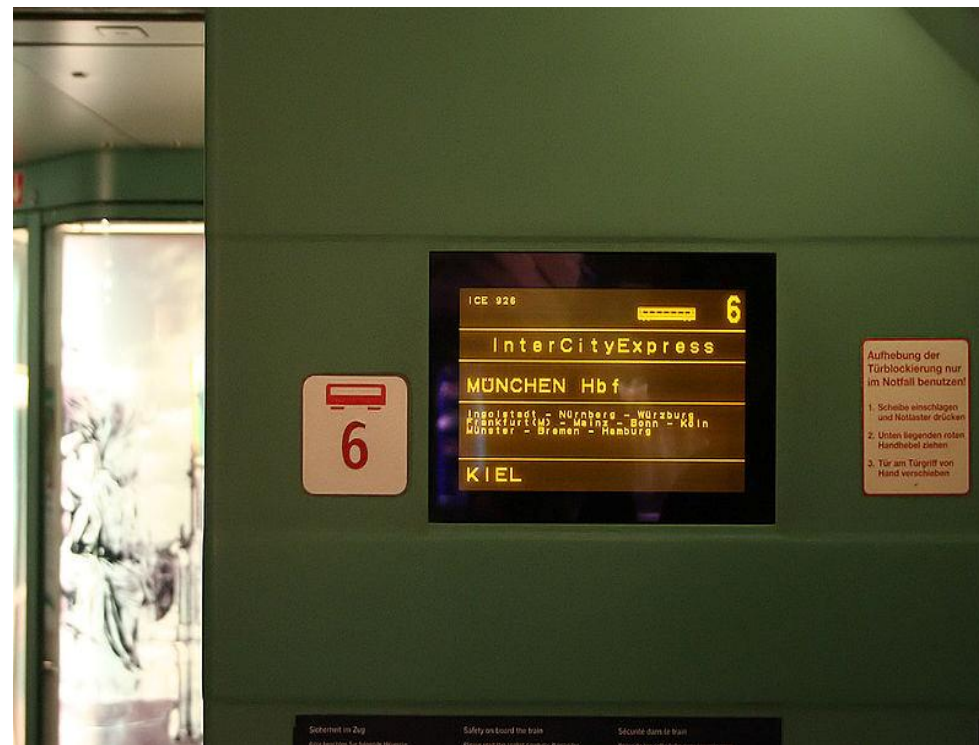


Составность и компоновка салона

ICE 1 – Технические особенности



Вагон ресторан



Электронные системы информирования пассажиров в тамбуре вагона.

ICE 1 – Крушение поезда близ Эшеде, 1998г.



ICE 1 – цифры и факты



- 60 поездов;
- Более 500 000 километров пробега каждого поезда ежегодно;
- 2005 г. – начало программы модернизации (до 2008)
- Пассажирская эксплуатация до 2020г.

ICE 1 – цифры и факты

Маршруты через всю Германию

Гамбург – Базель

~ 800км – 6 часов 20 минут

Гамбург – Штутгарт

~ 700км – 5 часов

Гамбург – Мюнхен

~ 750км – 5 часов 50 минут

Гамбург – Берлин

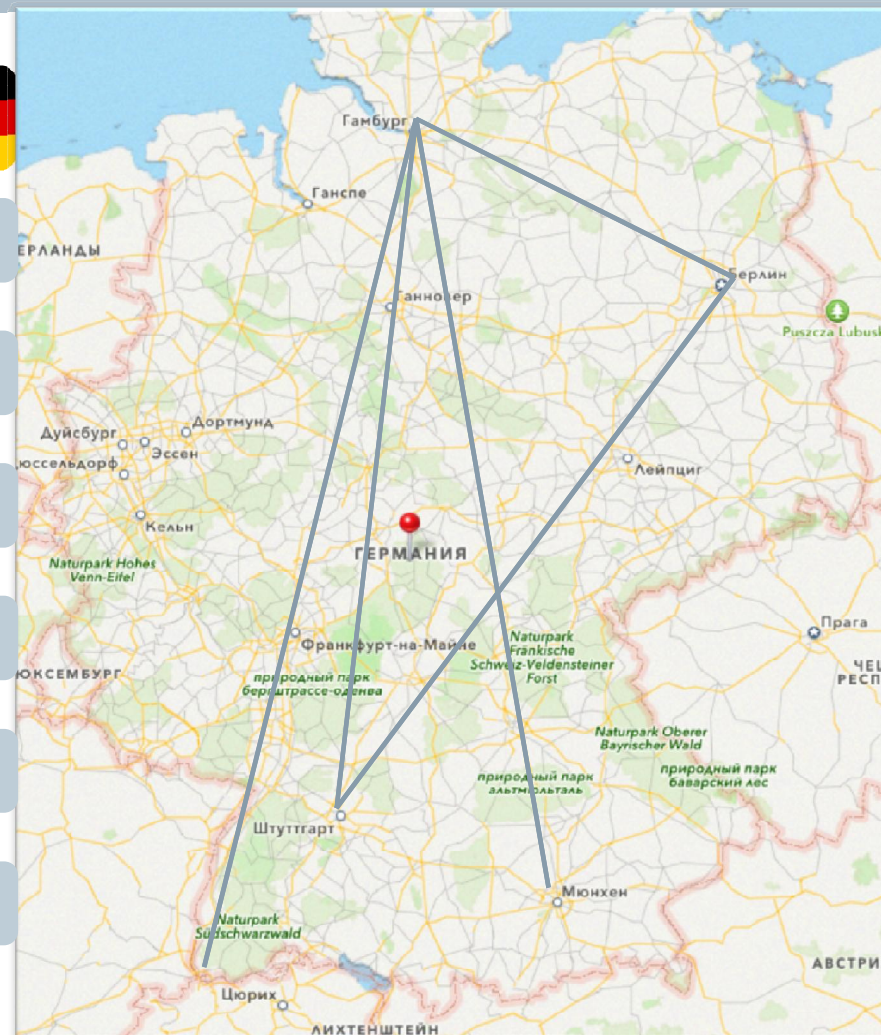
~ 300км – 1 час 50 минут

Берлин – Базель

~ 870км – 7 час 20 минут

Берлин – Штутгарт

~ 630км – 6 час 35 минут



ICE 2 - 1998 г.



ICE 2 – Технические характеристики



Технические данные

В эксплуатации	С 1995г.
Составность	8 вагонов (1 локомотив + 7 прицепных)
Электропитание	15 кВ пер. тока, 16,7Гц
Мощность приводов	4.8 МВт
Максимальная скорость	250 км/ч
Колея	1,435 мм
Вместимость	391 места
Тип	Push-Pull

ICE 2 – Технические особенности

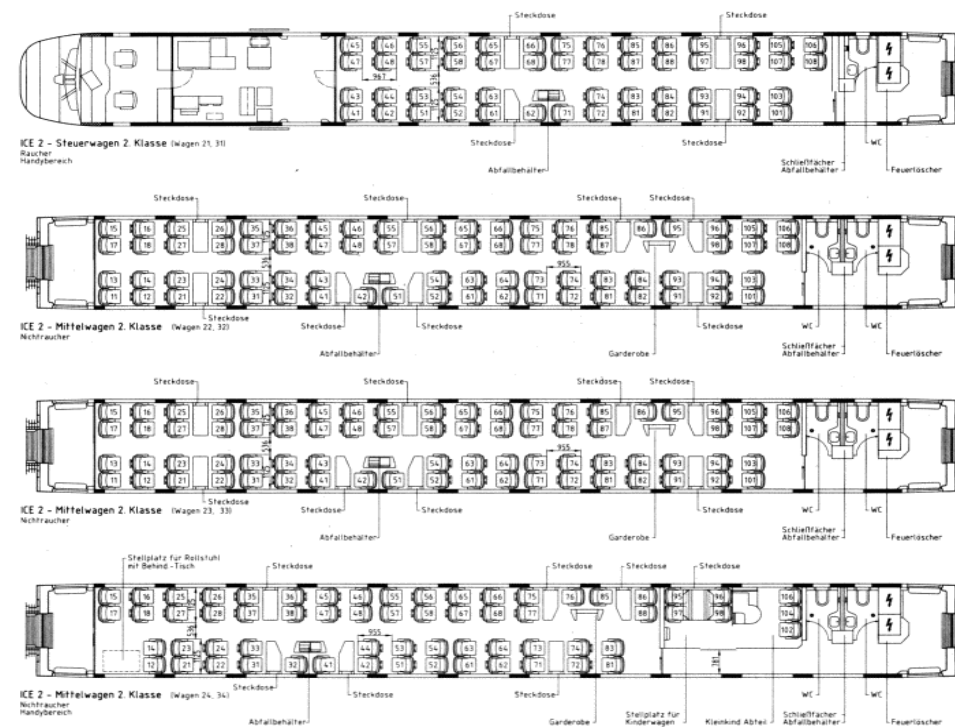


Новая автоматическая сцепка Scharfenberg



Использование по системе многих единиц

ICE 2 – Технические особенности



Компоновка вагонов первого класса

Одинаковая планировка вагонов второго класса.

ICE S – 1996г. (Экспериментальный)



ICE S – Технические особенности



Тележка с измерительным оборудованием



Салон поезда с измерительным оборудованием

ICE 3 - 2000г.



ICE 3 – технические характеристики

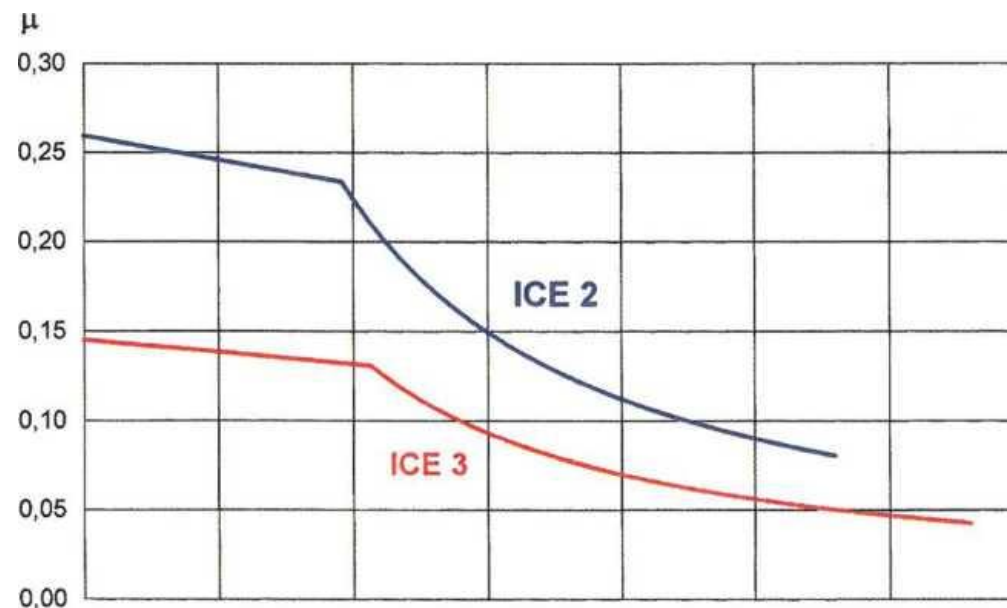


Технические данные

В эксплуатации	С 2000 г.
Составность	8 вагонов
Электропитание	15 кВ пер., 16,7Гц; 1,5 кВ пост.; 3 кВ пост.; 25 кВ пер., 50Гц.
Мощность приводов	8 МВт
Максимальная скорость	300 км/ч
Колея	1,435 мм
Вместимость	458 мест
Тип	EMU

ICE 3 – Преимущества распределенной тяги

- Примерно на 15 % больше посадочных мест во всем поезде, чем в других поездах такой же длины;
- Лучшее использование коэффициента сцепления, а также лучшая передача тягового и тормозного усилия;
- Меньшая нагрузка на ось → меньшая нагрузка на путь;
- Снижение шумовой нагрузки благодаря размещению компонентов тягового оборудования в подвагонном пространстве.



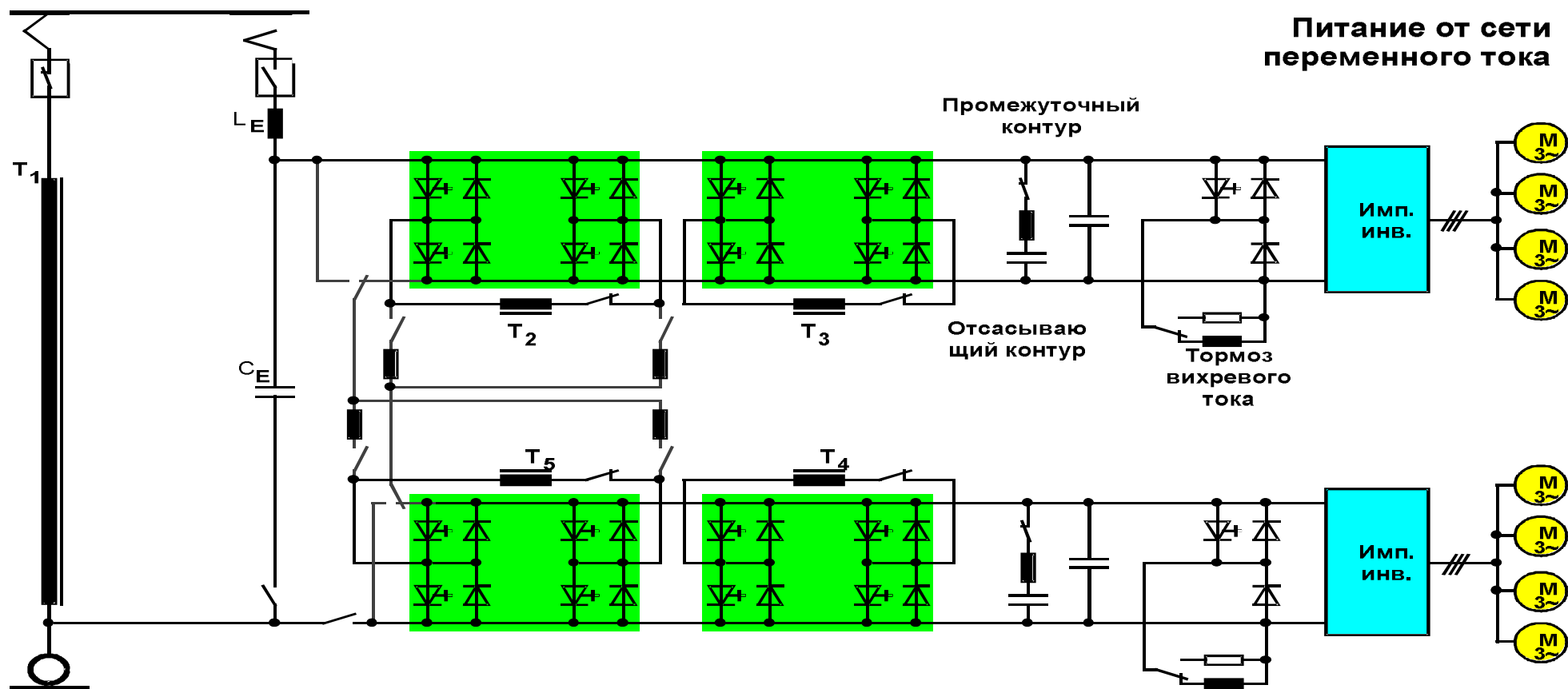
Коэффициент сцепления на ICE ICE 2 и 3

ICE 3 – Технические особенности

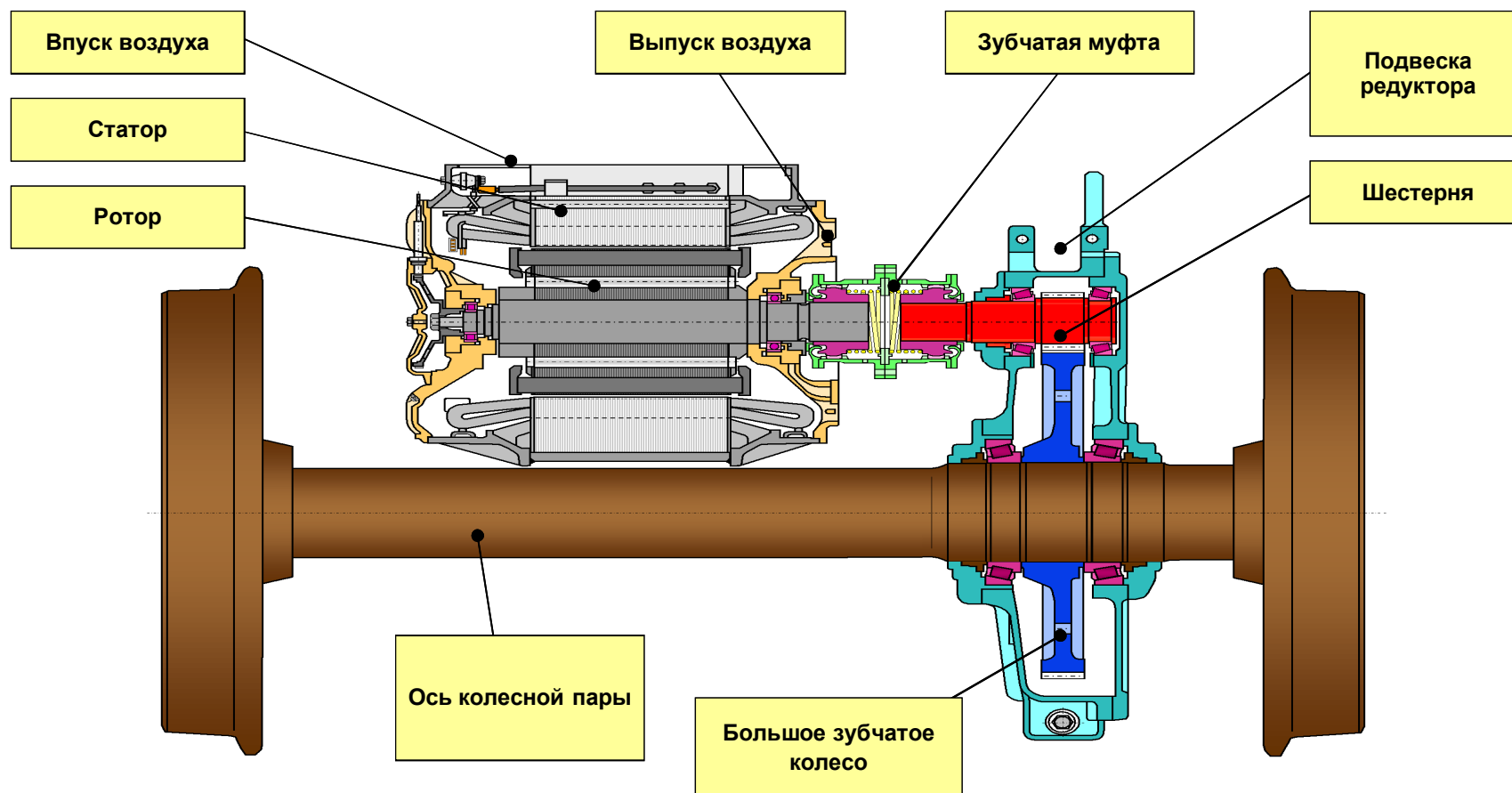


- Распределенная тяга – равномерное размещение тягового оборудования по всей длине состава;
- Кузов из крупноразмерных алюминиевых панелей;
- Применение композитных материалов;
- Тяговые 3х вагонные группы + промежуточные прицепные вагоны – гибкая конфигурация;
- Питание от 4 родов тока – возможность эксплуатации по всей Европе;
- Новая электронная система управления цепями поезда – TCN (train control network).

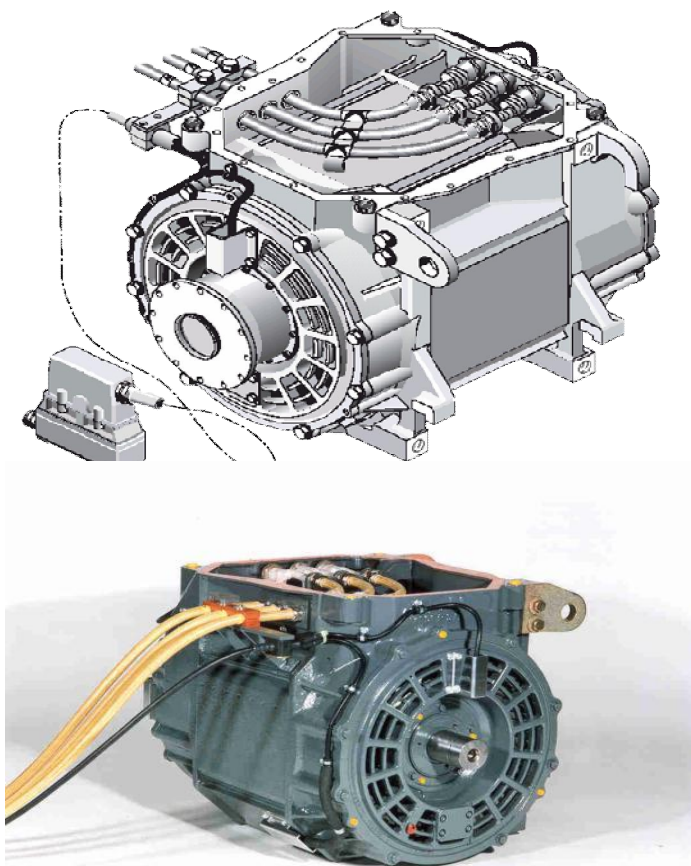
Тяговое оборудование четырехсистемного поезда ICE 3



ICE 3 – Технические особенности - принципиальная схема привода



ICE 3 – Технические особенности - тяговый двигатель



- Малый вес
- Вентиляция от внешней системы
- Хорошо зарекомендовавшая себя конструкция
- Конструкция, почти не требующая техобслуживания
- Передаточное число редуктора: 1:3,033
- Низкий уровень шума

ICE 3 – Технические особенности - тяговый двигатель

Тип	Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором
Номинальное число оборотов	4100 мин ⁻¹
Номинальная мощность	513 кВт
Номинальный момент вращения	1193 Нм
Макс. ном. напряжение	2300 В
Макс. частота тока статора	210 Гц
Макс. момент вращения	3200 Нм
Макс. число оборотов ротора	6000 мин ⁻¹
Вид охлаждения	Принудительное охлаждение
Кол-во охлажд. воздуха на мотор	ок. 36 м ³ /мин
Стандарт изделия	IEC 60349-2
Класс нагревостойкости	200
Вес	ок. 800 кг

ICE 3 – Технические особенности - тяговый двигатель

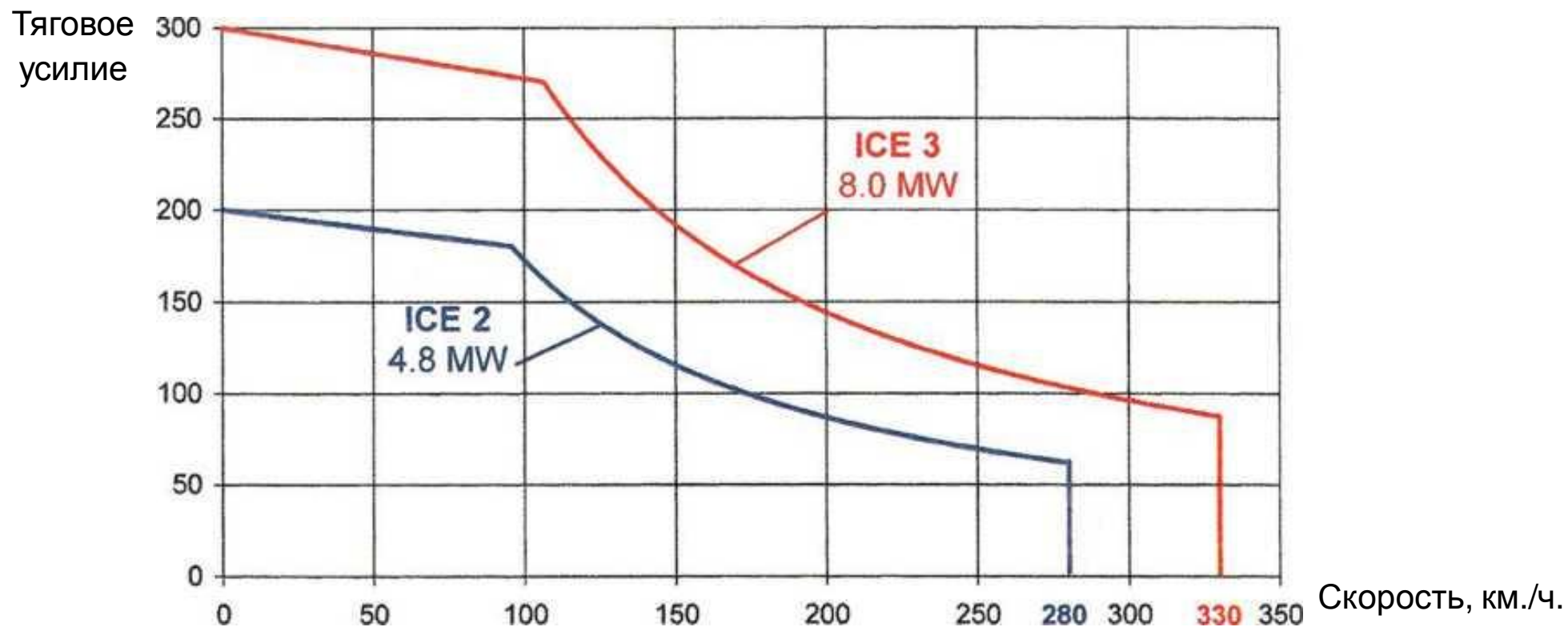
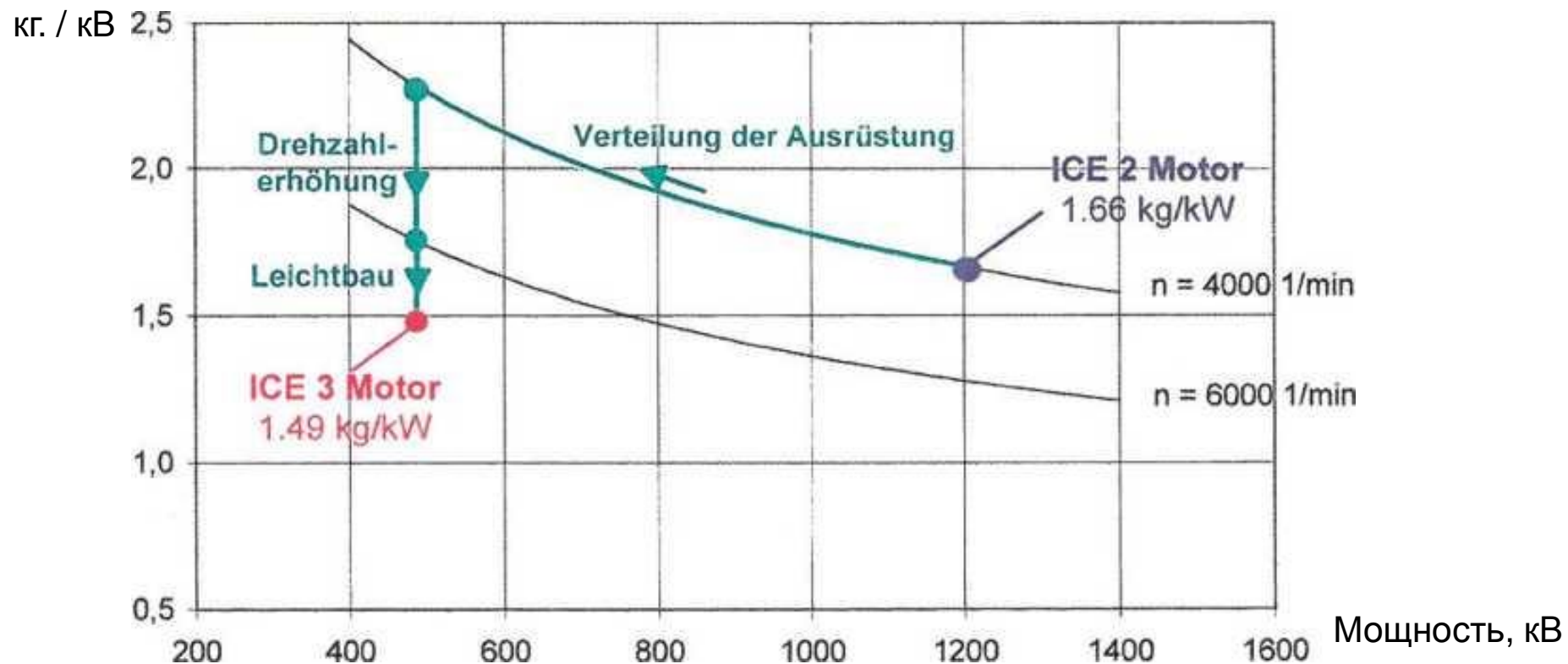


Диаграмма мощность тягового усилия / скорость для поездов ICE 2 и ICE 3

ICE 3 – Технические особенности - тяговый двигатель



Эволюция тяговых приводов поездов ICE 2 и ICE 3

ICE 3 – Технические особенности - компоненты высоковольтного оборудования

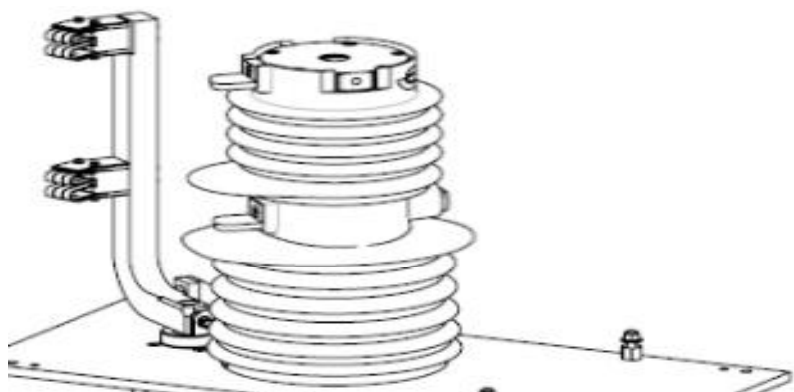


Главный трансформатор

- Номинальная мощность 5,46 кВА
- Кпд > 95 %
- Цилиндрическая обмотка
- Охлаждающая жидкость: минеральное масло
- Пропускание масла с байпасом для нагрева масла при низких температурах

Главный выключатель

- Номинальный ток 450 А
- Ток отключения при коротком замыкании: 16 кА
- Вакуумный силовой выключатель
- Выключатель с электроприводом и встроенным заземляющим разъединителем



ICE 3 – Технические особенности - компоненты высоковольтного оборудования



Пантограф

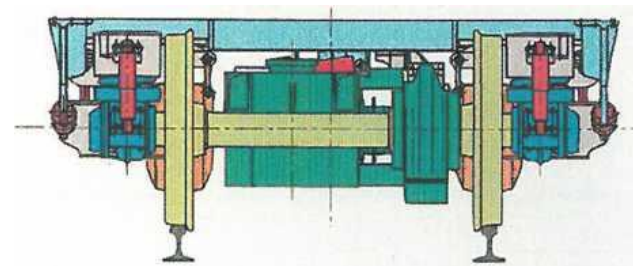
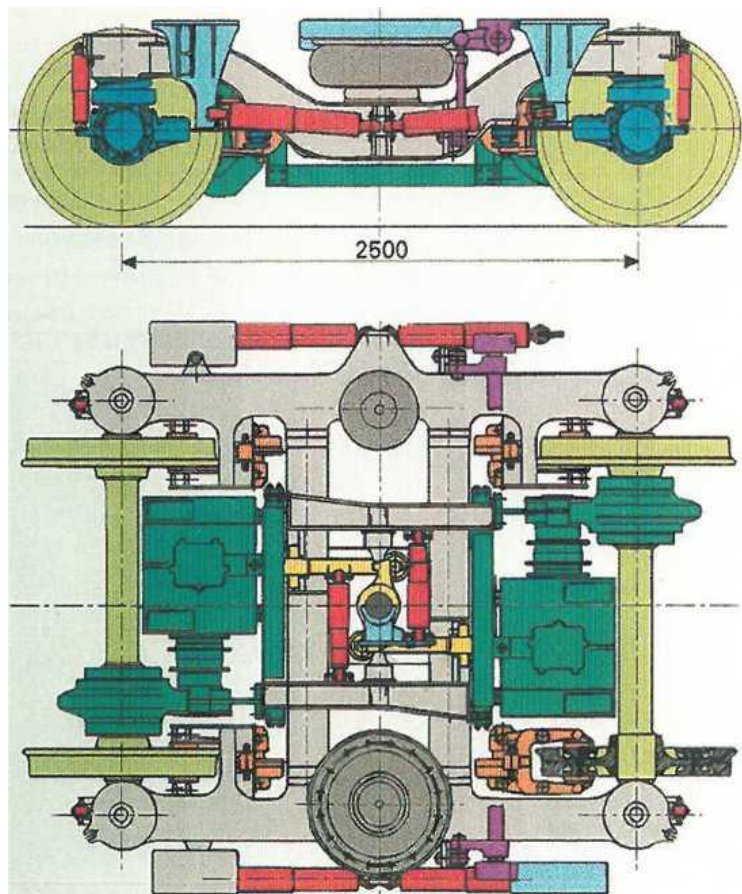
- Высокоскоростной пантограф
- Оптимизированные динамические характеристики благодаря малой массе
- Соответствует требованиям TSI, EN 50206-1 и EN 50219



Тормозное сопротивление

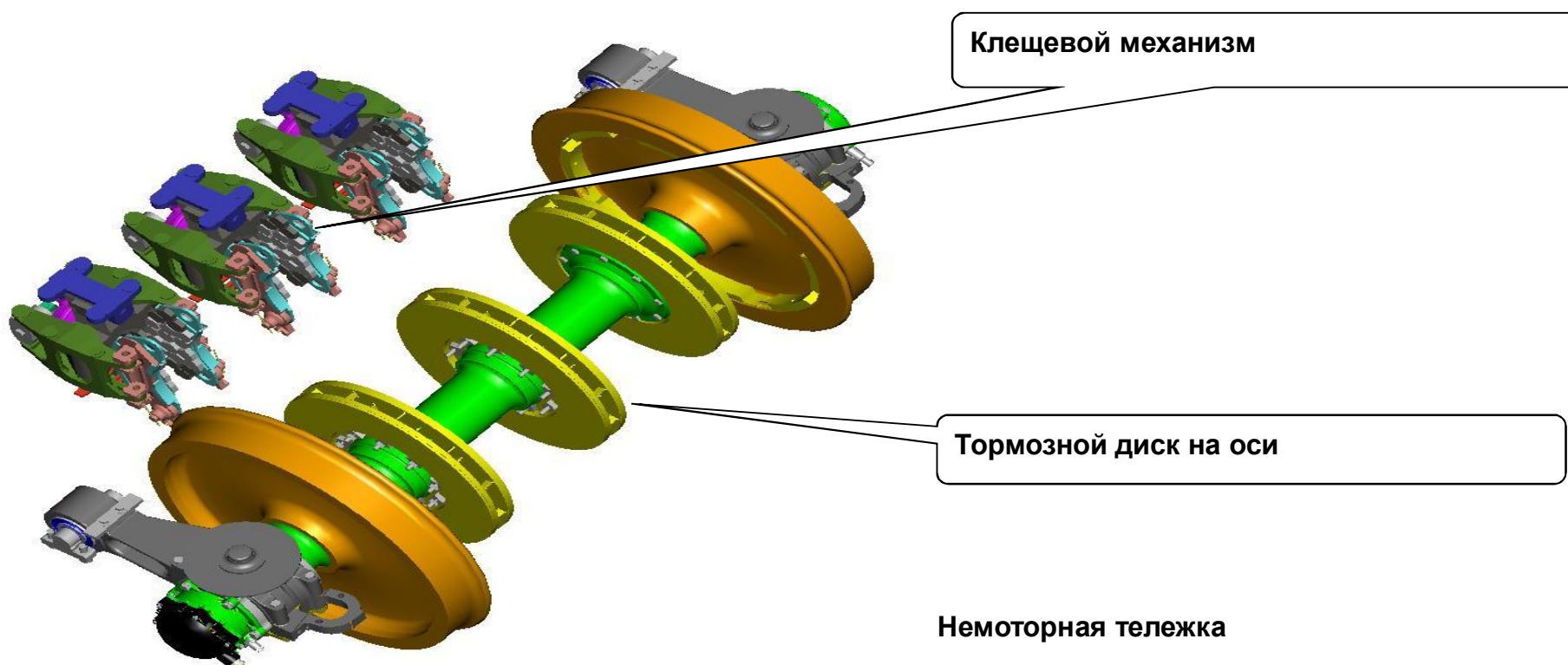
- Эл. сопротивление: 3,0-4,2 Ом
- Электрический тормоз поезда может применяться при мощности торможения до ок. 4000 Вт независимо от сети
- Максимальная мощность 850 кВт
- Низкая конструкция на крыше

ICE 3 – Технические особенности - тележка

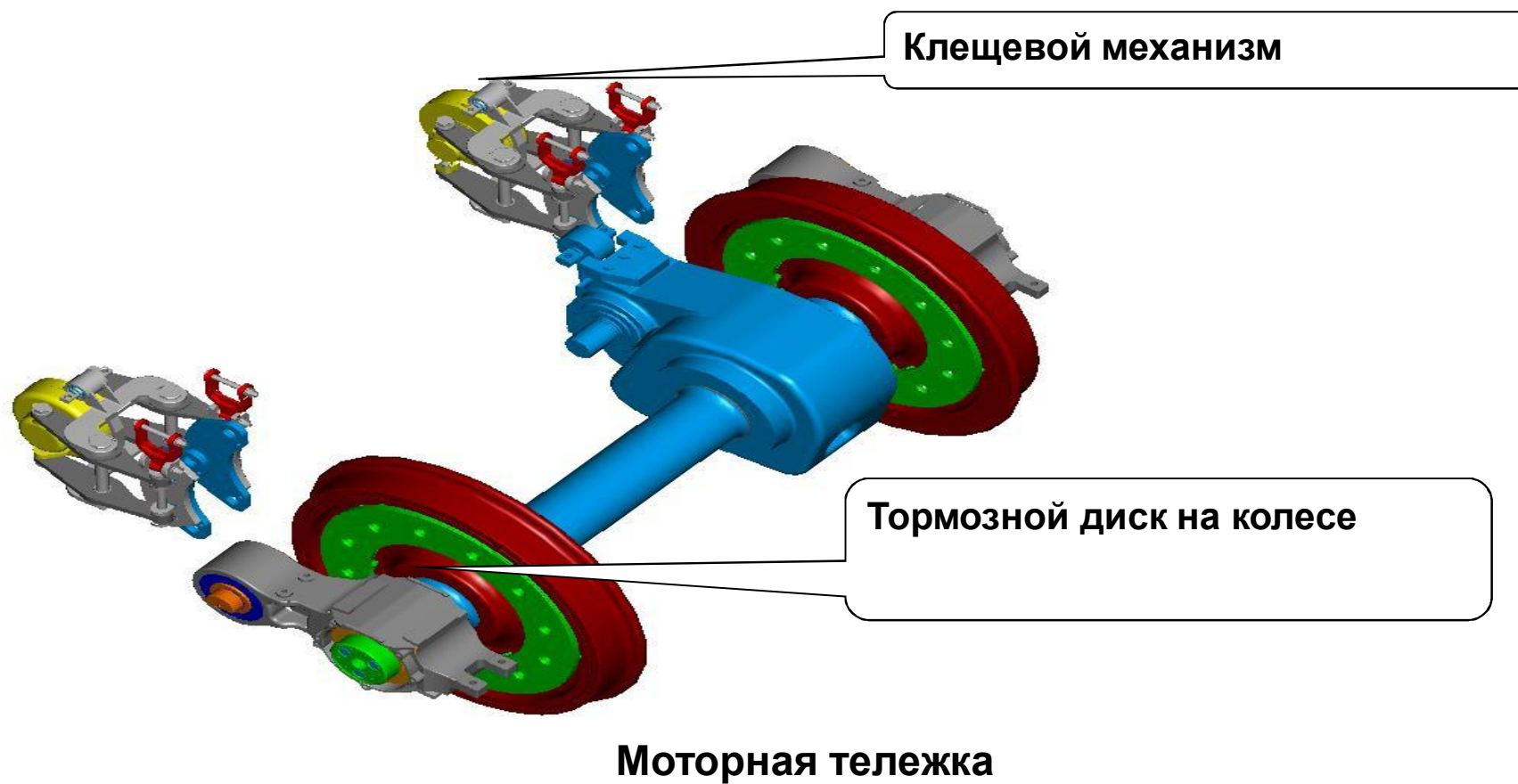


- Из-за значительно меньшего крутящего момента двигателя нагрузка на ось привода на ICE 3 значительно снижена.
- Монтаж двигателя на подвижной муфте.

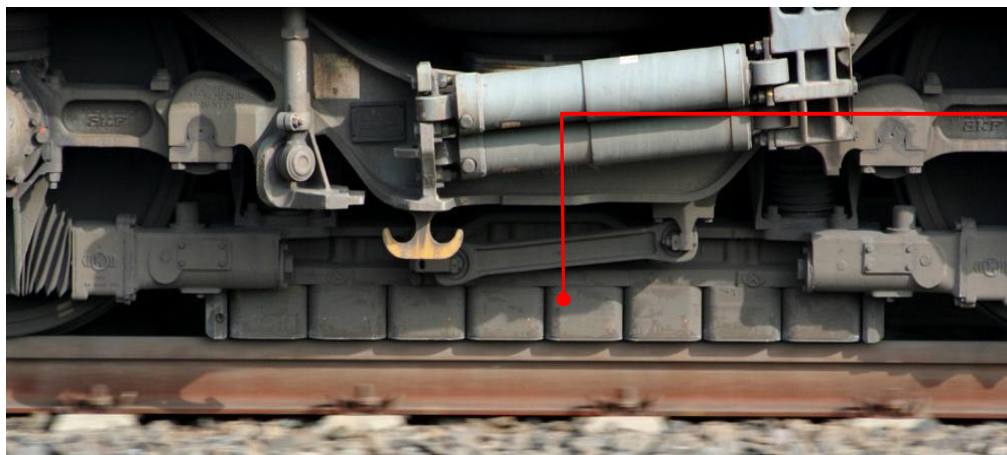
ICE 3 – Технические особенности - компоненты тормозной системы



ICE 3 – Технические особенности - компоненты тормозной системы



ICE 3 – Технические особенности

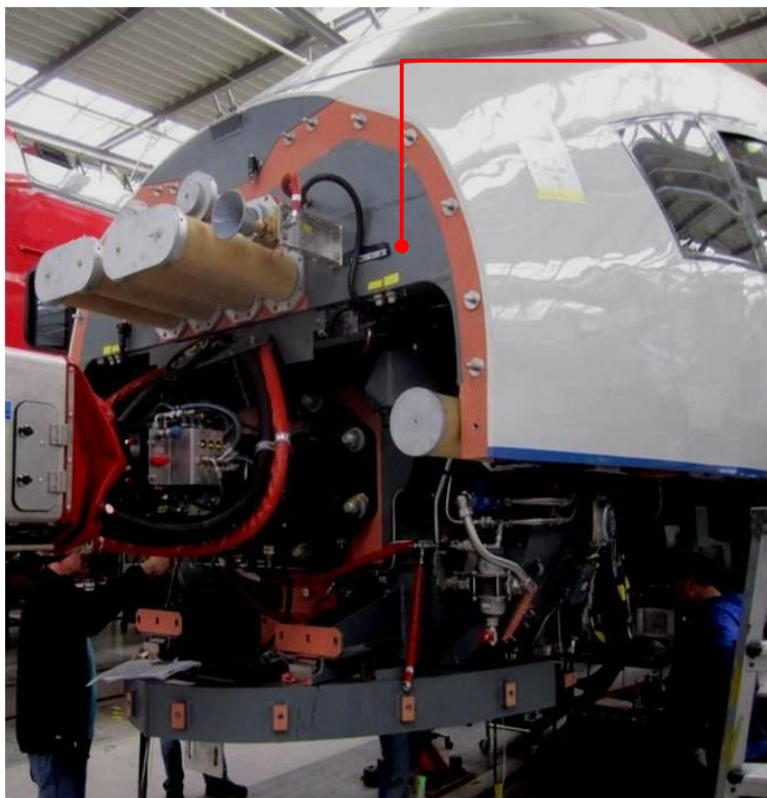


Магнитный вихретоковый тормоз на каждой немоторной тележке.



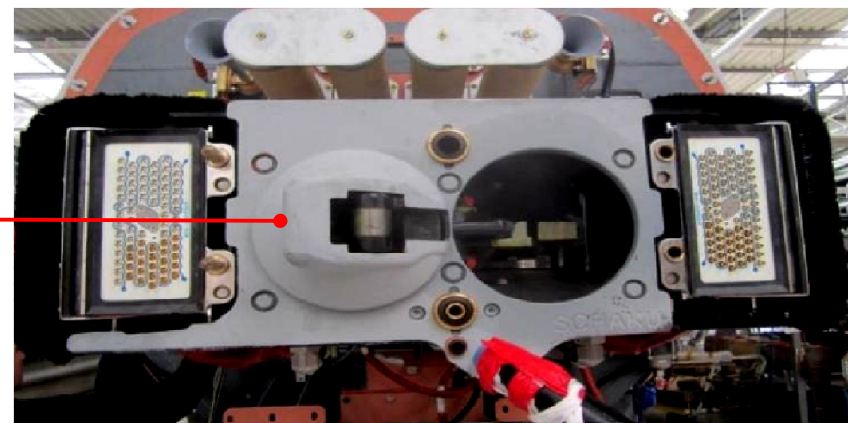
Применение системы ERTMS – для обеспечения контроля движения поезда на территории всей Европы

ICE 3 – Технические особенности



Применение модульных систем пассивной безопасности – крэш модули

Полное механическое, пневматическое и электрическое объединение цепей при использовании по системе многих единиц



ICE 3 – Технические особенности



Высокий комфорт для пассажиров эконом и бизнес классов.

ICT (T = tilting = наклонный) - 2000г.



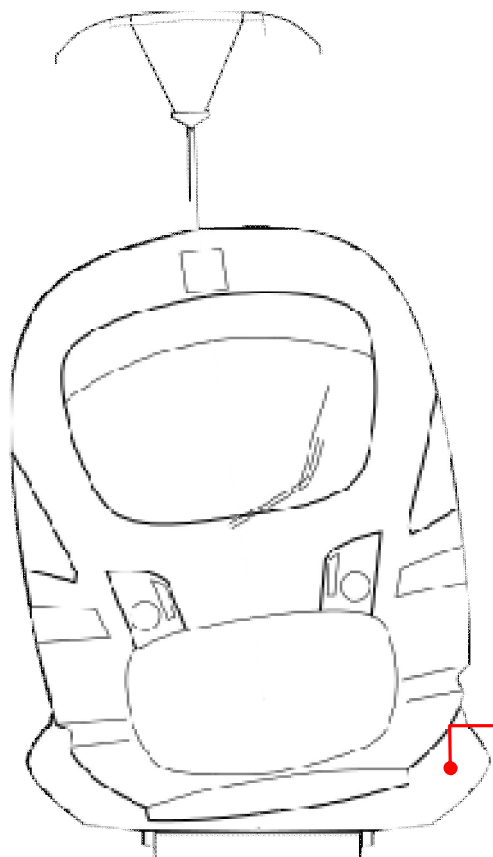
ICE T – технические характеристики



Технические данные

В эксплуатации	С 1999 г.
Составность	7 вагонов
Электропитание	15 кВ пер., 16,7Гц;
Мощность приводов	15 МВт
Максимальная скорость	230 км/ч
Колея	1,435 мм
Вместимость	415 мест
Тип	EMU

ICE T – Технические особенности



Наклон до 8°

- Распределенная тяга – равномерное размещение тягового оборудования по всей длине состава;
- Кузов из крупноформатных алюминиевых панелей;
- Применение композитных материалов;
- Тяговые 3х вагонные группы + промежуточные прицепные вагоны – гибкая конфигурация.

- Тележки со встроенным механизмом наклона кузова в кривых, с системой активного центрирования.

ICE TD – 2001г.



Технические данные

В эксплуатации	С 2001 г.
Составность	4 вагона
Мощность приводов	225 кВт
Максимальная скорость	200 км/ч
Колея	1,435 мм
Вместимость	200 мест
Тип	DEMU

ICE TD – Технические особенности



- 19 поездов;
- Распределенная тяга с использованием дизельных силовых установок;
- 560 kW Дизельный двигатель (Cummins QSK 19-R 750) под каждым вагоном;
- Два 225 kW 3-фазных АС двигателя.
- Принудительная система наклона кузова при движении в кривых;

Velaro D - 2000г.



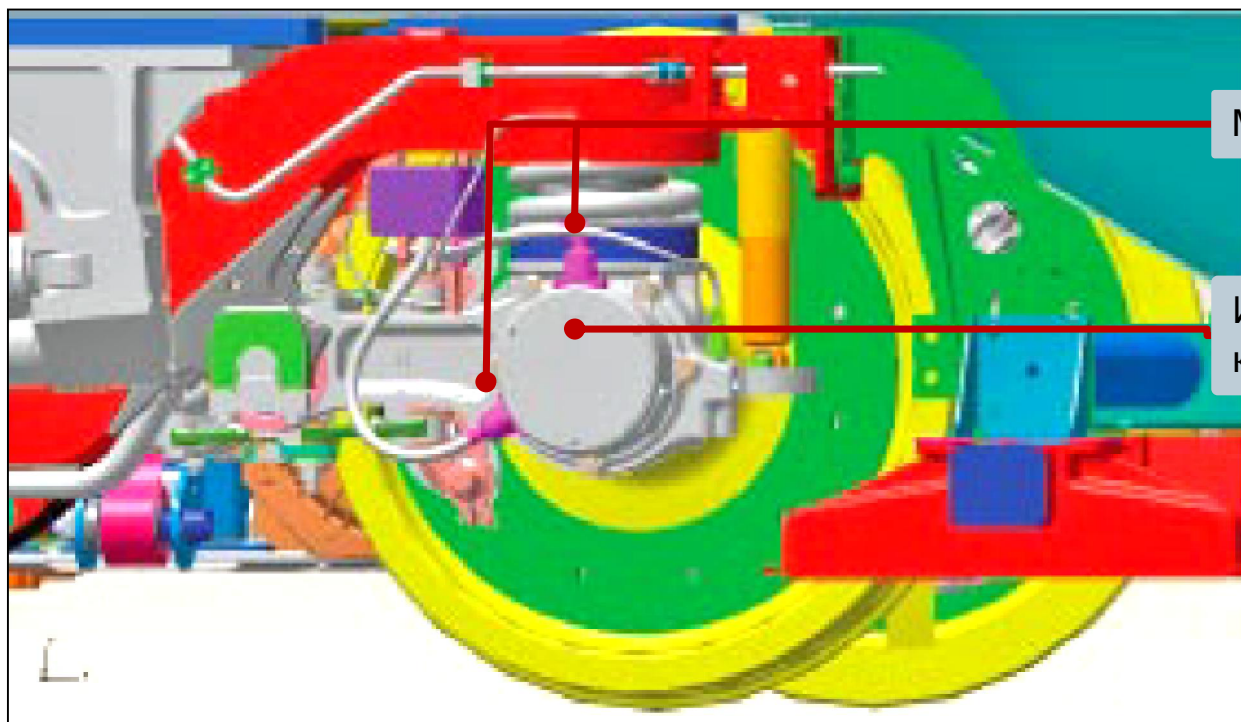
Velaro D – технические характеристики



Технические данные

В эксплуатации	Планируется с 2014 г.
Составность	8 вагонов
Электропитание	15 кВ пер., 16,7Гц; 1,5 кВ пост.; 3 кВ пост.; 25 кВ пер., 50Гц.
Мощность приводов	8 МВт
Максимальная скорость	320 км/ч
Колея	1,435 мм
Вместимость	460 мест
Тип	EMU

Velaro D – технические характеристики

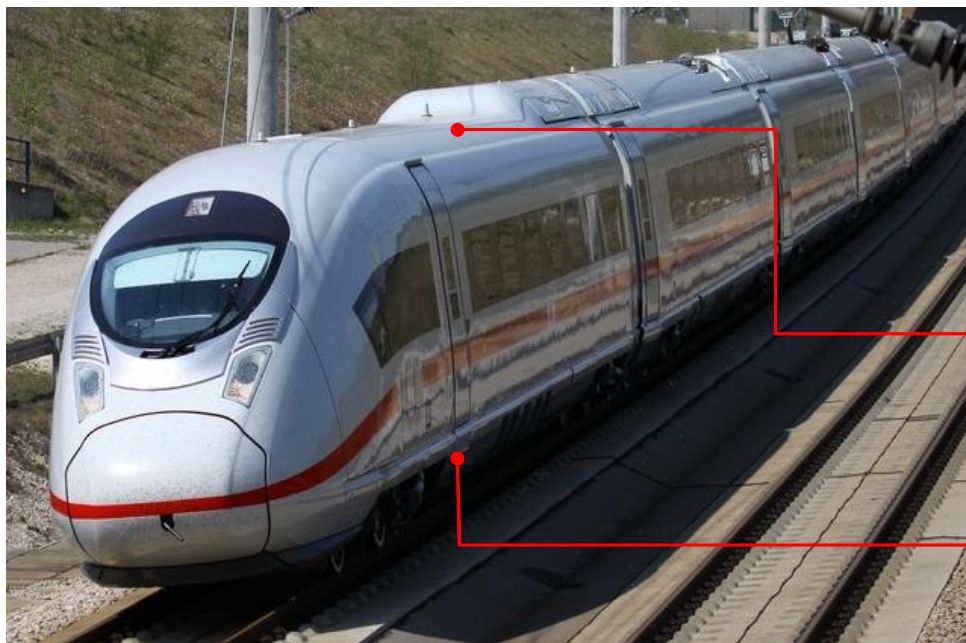


Модифицированная система датчиков и сенсоров

Изменены узлы крепления буксовых узлов и крепление тележки к раме поезда;

Колесная пара Velaro D с интегрированными сенсорами

Velaro D – технические характеристики



Совершенствование аэродинамики поезда с учетом опыта эксплуатации поездов Velaro в Германии, России и Китае.

Изменение конструкции крыши для снижения аэродинамического удара при входе в туннели.

Все подвагонное и крышное оборудование закрыто фальшбортами для снижения сопротивления воздуху и повышения энергоэффективности поезда.

ICx - 2017



ICx (2012 г.)



Технические данные

В эксплуатации	Поезда заказаны, ведется проектирование
Составность	7 или 10 вагонов
Электропитание	15 кВ пер., 16,7Гц; 1,5 кВ пост.; 3 кВ пост.; 25 кВ пер., 50Гц.
Мощность приводов	4,9 МВт (7 ваг.) 8,2 МВт (10 ваг.)
Максимальная скорость	230 км/ч
Колея	1,435 мм
Вместимость	499 мест (7 ваг.), 724 (10 ваг.)
Тип	EMU

ICx – Идеальная модульность



Transrapid

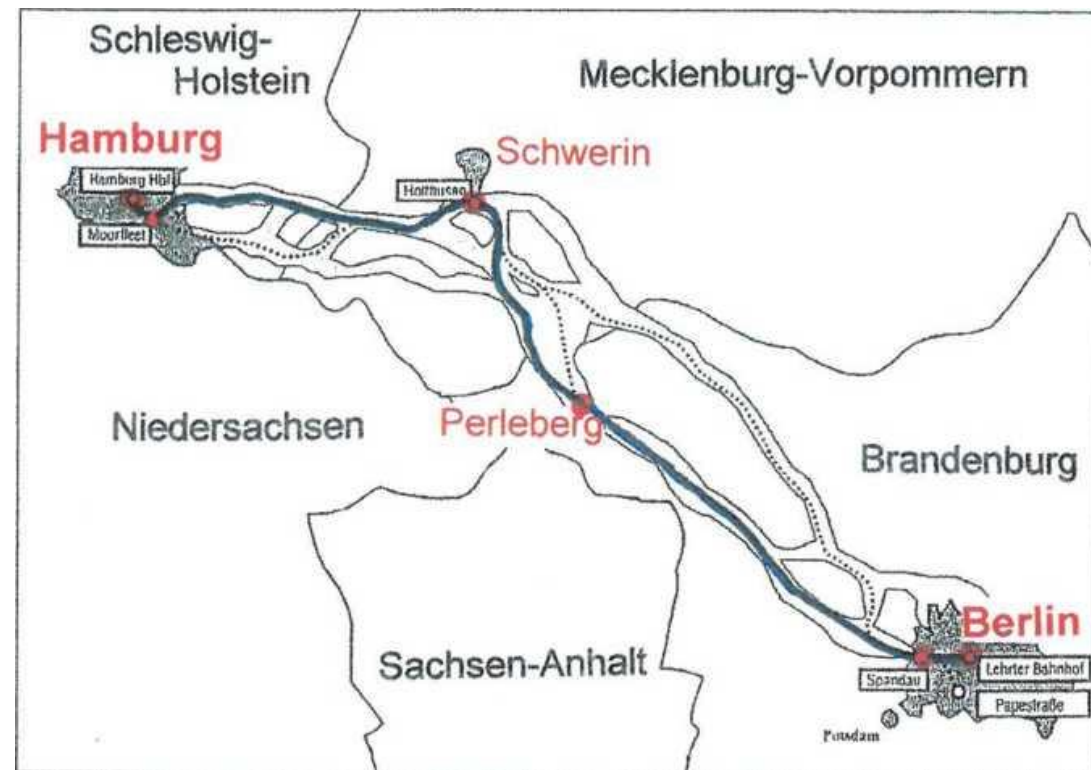


Transrapid



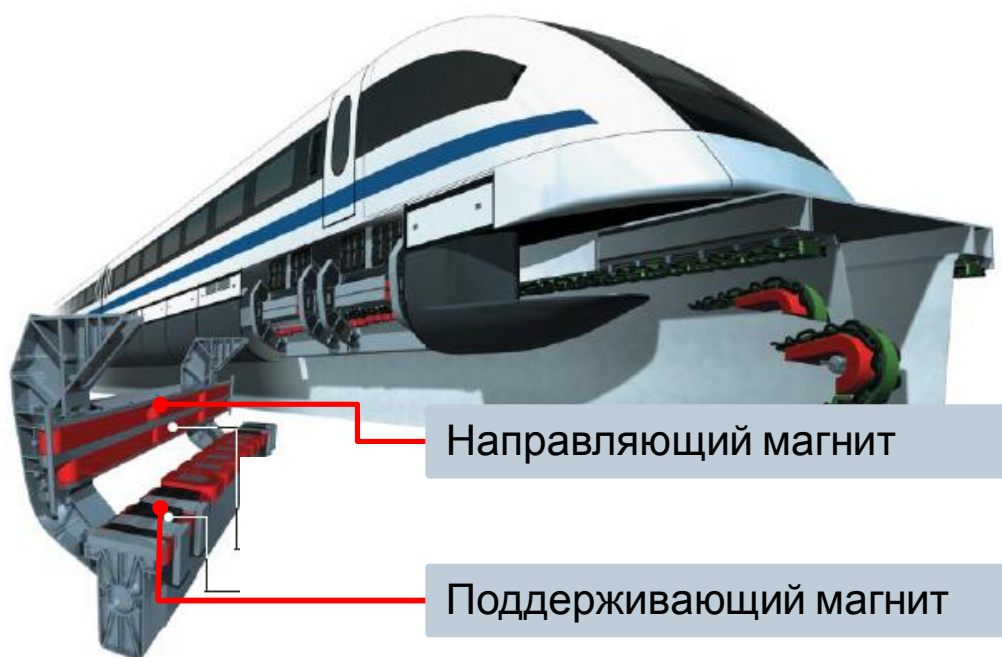
Технические данные

В эксплуатации	Тестовая 1991 г., коммерческая в Шанхае с 2004г.
Составность	2 вагона
Максимальная скорость	500 км/ч



Предполагаемый маршрут использования

Transrapid



\$34 Миллиона за километр двухпутного пути – предполагая 50% наземные участки и 50% пути - эстакады.

\$16.5 Миллиона за вагон. Состав может быть от 2 до 10 вагонов.

	ВСМ	Маглев
Стоимость, \$ миллионов	~48 300 000	~99 000 000
Число вагонов	10	6
Пассажировместимость	604	574
Стоимость километра пути, \$ миллионов	~32 000 000	~34 000 000

Дальнейшее развитие скоростных поездов в Германии



Аэродинамическая модель поездов будущего от Немецкого центра авиации и космонавтики (DLR) для скоростей 400 км/ч. и больше.

Ваши вопросы?