



# Решения для высокоскоростного железнодорожного транспорта

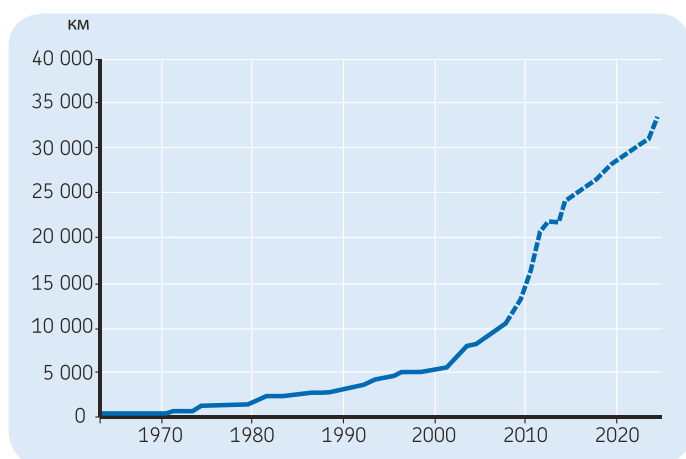


# Возможности инженерных знаний для высоко



# скоростного железнодорожного транспорта

На сегодняшний день высокоскоростные поезда, мчащиеся со скоростью 300 км/ч, изменили географию Европы, и расстояния между крупными городами теперь считают не в километрах, а в часах пути поездов TGV, ICE, Eurostar, Talgo и т.д. Тёмные тучи глобального потепления, угрожающие нашей планете, оборачиваются лучами надежды для этого самого развивающегося вида транспорта. Высокоскоростная железная дорога может решить потребности людей в быстром передвижении. За ней будущее пассажирского транспорта.



Прогноз развития сети мирового высокоскоростного железнодорожного сообщения, по данным МСЖД (Международный союз железных дорог)

## Решайте проблемы вместе с SKF

Железнодорожный транспорт – это отрасль промышленности, развивающаяся за счёт применения высоких технологий. Компания SKF занимает лидирующее место среди поставщиков для высокоскоростного железнодорожного транспорта благодаря:

- надёжному стратегическому партнёрству, как с локальными клиентами, так и с клиентами по всему миру
- системным поставкам буксовых подшипниковых узлов и корпусов букс с датчиками определения рабочих параметров
- решениям в области систем управления движением поездов и систем он-лайн мониторинга состояния
- решениям в области подшипников для тяговых двигателей
- наличию специализированного центра для испытаний на долговечность и усталость, а также для проведения сертификационных испытаний
- техническим инновациям и решениям
- наличию собственных ресурсов для организации сервисного обслуживания



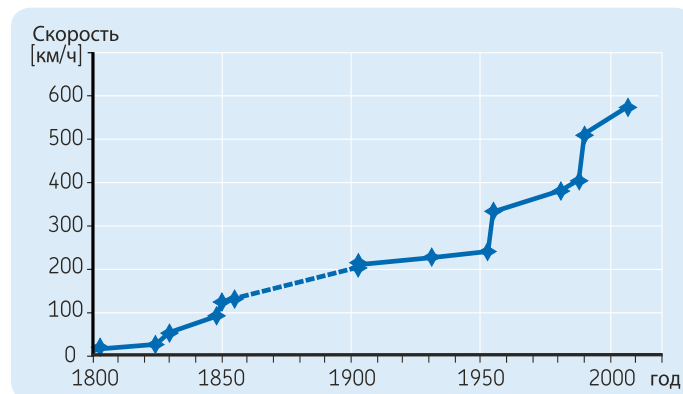
# История развития

## Скорость – неотъемлемая часть железной дороги

С момента появления паровоза в 1804 г. скорость была неразрывно связана с понятием «железная дорога». Используя последние инженерные разработки в области конструирования высокоскоростных поездов, компания SKF производит наиболее важные компоненты для обеспечения безопасности движения поездов, а именно: буксовые узлы колёсных пар с подшипниками или подшипниковыми узлами, корпуса брук и встроенные датчики.

SKF активно работает над созданием решений, отвечающих строгим требованиям разработчиков по дизайну компонентов высокоскоростных поездов, а также к проведению тщательных испытаний буксовых подшипников. Согласно определённым европейским стандартам сегодня высокоскоростным железнодорожным транспортом считается подвижной состав, развивающий скорость 200 км/ч и более. К 1930 г. поезда в Европе и Северной Америке уже достигли крейсерской скорости 130 км/ч при максимальной скорости 160 км/ч.

## 200 лет рекордов скорости на железных дорогах с обычными системами «колесо – рельс»



1804	8 км/ч	Пар	Великобритания – первый паровоз Ричарда Тревитика
1825	24 км/ч	Пар	Великобритания – Локомотив № 1
1830	48 км/ч	Пар	Великобритания – «Ракета» Стефенсона
1848	97 км/ч	Пар	США – железная дорога Бостон и Мэн, Антилопа
1850	125 км/ч	Пар	Великобритания – Великобритания
1854	132 км/ч	Пар	Великобритания – железная дорога Бристоль и Эксетер № 41
1855-1902	<i>Несколько неподтверждённых рекордов скорости</i>		
1903	203 км/ч	Эл-во	Германия – Siemens Halske, испытательный участок пути в Берлине
1903	210 км/ч	Эл-во	Германия – AEG, испытательный участок пути в Берлине
1931	230 км/ч	Бензин	Германия – Рельсовый Цеппелин
1953	239 км/ч	Эл-во	Франция – шестиосный локомотив
1955	331 км/ч	Эл-во	Франция – два локомотива, шестиосный и четырёхосный
1981	380 км/ч	Эл-во	Франция – TGV PSE
1988	406 км/ч	Эл-во	Германия – Intercity-Experimental (прототип ICE)
1990	515 км/ч	Эл-во	Франция – TGV Atlantique
2007	575 км/ч	Эл-во	Франция – TGV V150

## Развитие высокоскоростного железнодорожного транспорта



Польский паровоз, оснащённый буксовыми подшипниками производства компании SKF, развивал максимальную эксплуатационную скорость 130 км/час.

Североамериканские и европейские паровозы оснащались буксами и сферическими роликоподшипниками SKF. Французский экспериментальный поезд Michelin 23 на резиновых колёсах с максимальной скоростью 150 км/ч был оснащён подшипниками редуктора и буксовыми подшипниками SKF. Кроме того, в 20–30-е гг. прошлого века голландский дизельный электропоезд DE 3, 1934 год выпуска, был оснащён буксами и сферическими роликоподшипниками SKF. Позже другие конструкции разрабатывались на основе цилиндрических и конических роликоподшипников.

Вторая мировая война значительно задержала развитие высокоскоростного железнодорожного транспорта, и только когда в 1964 г. Япония запустила поезд Tokaido Shinkansen, развивающий скорость 200 км/ч, скоростные поезда вновь появились на железных дорогах. Этому примеру последовала и Европа, когда в Германии появились электропоезда E03, к 1965 г. способные развивать скорость 200 км/ч. Компания SKF изготовила для этих поездов буксы, оснащённые цилиндрическими роликоподшипниками, и подшипники приводной системы. Первые французские поезда TGV достигли скорости 270 км/ч в 1981 г., тяговые приводы которых были также оснащены подшипниками SKF.



Американские поезда Union Pacific с 1930 г. оснащались произведёнными компанией SKF буксовыми подшипниками, подшипниками для тягового электродвигателя и редуктора. Эти поезда развивали скорость 177 км/ч.

Первым поездом с принудительным наклоном кузова на Итальянской железной дороге стал ETR 450, введённый в эксплуатацию в 1985 г. Поезда Pendolino, развивающие максимальную скорость 250 км/ч, были построены компанией FIAT, железнодорожное подразделение которой теперь является частью компании Alstom. Буксовые узлы и подшипники для них были также разработаны SKF.

Следующее поколение поездов Pendolino дополнительно оснащено встроенными датчиками скорости. Эти поезда эксплуатируются с 1992 г., в Италии – модели ETR 460 и ETR 480, в Финляндии – поезда Sm3, в Швейцарии – Cisalpino ETR 470, а в Португалии их называют Pendoluso. Новейшие модели поездов Pendoluso сейчас эксплуатируются в Чехии. Шведские поезда с принудительным наклоном кузова X2000, разработанные концерном ADtranz в 1990 г., способны развивать скорость до 220 км/ч и оснащены коническими буксовыми подшипниковыми узлами TBU 130 x 220 производства компании SKF. Один такой поезд эксплуатируется в Китае.

# Решения для буксовых узлов

## Абсолютная безопасность и высочайшая надёжность

Абсолютная безопасность и высочайшая надёжность в течение всего года, при любой погоде, без технического обслуживания при пробеге, близком к миллиону километров – вот чего ждут клиенты компании SKF, имея дело с высокоскоростным железнодорожным транспортом. Оправдание их ожиданий потребовало тонкого сочетания выдающихся научных достижений вместе с опытом, приобретённым за годы совершенствования каждой детали, топографии поверхностей и смазок.

Буксовые узлы на высокоскоростных поездах состоят из подшипникового узла, встроенного в корпус буксы, который в соответствии с требованиями заказчика оснащён устройством соединения с осью колёсной пары, системой подвески, устройством амортизатора и возврата заземляющей щётки, а также приборами, кабелями и интерфейсами для датчиков и т. д. Для того чтобы упростить сборку и обслуживание, SKF разработала подшипниковые узлы, которые уже сразу поставляются с отрегулированными на заводе зазорами, заложенной пластичной смазкой и встроенными уплотнениями.

Услуги, оказываемые компанией SKF, также могут включать в себя доставку и монтаж изделий силами собственных специалистов.

## Конические буксовые подшипниковые узлы



Идея конических буксовых подшипниковых узлов (ТБУ) состоит в изготовлении подшипникового узла с заложенной смазкой и встроенными уплотнениями, который готов к установке. Подобная конструкция придаёт узлу возможности универсального применения. Различные системы уплотнений обеспечивают уникальные возможности для выбора самых разнообразных конструкций. Такие решения основываются на принципах использования высокотехнического лабиринтного уплотнения и контактного уплотнения с низким коэффициентом трения.

Фреттинг-коррозия в зоне контакта внутреннего кольца подшипника и заднего опорного кольца может быть уменьшена посредством применения полимерной прокладки.

Конические буксовые подшипниковые узлы по заказу изготавливаются с возможностью мониторинга скорости и состояния подшипника.

- высокая безопасность и надёжность
- низкая стоимость жизненного цикла
- большие интервалы между техническим обслуживанием
- универсальный принцип конструкции

## Цилиндрический буксовый подшипниковый узел



Цилиндрический подшипниковый узел (CRU) для применения в буксах – это подшипниковый узел с заложённой на заводе смазкой и встроенными уплотнениями, объединяющий в себе все преимущества цилиндрических роликоподшипников. С каждой стороны узла установлено бесконтактное неизнашивающееся лабиринтное уплотнение.

Конструкция цилиндрического подшипникового узла позволяет встроить датчики скорости и температуры. Узел монтируется в одну операцию без нагрева с помощью прессы.

- высокая безопасность и надёжность
- низкая стоимость жизненного цикла
- большие интервалы между техническим обслуживанием

## Буксы



Эти очень сложные конструкции букс изготавливаются специально в соответствии с техническими условиями заказчика и применяются на всех типах железнодорожного подвижного состава. Буксы изготовлены, главным образом, из высокопрочного чугуна со сфероидальным графитом, который недорог и обладает хорошими прочностными характеристиками.

Для оптимизации конструкции и прогнозирования долговечности конструкция букс проверяется компьютерными расчётами методом конечных элементов. Следующий этап проверки новых букс – испытания на усталостную прочность перед полевыми испытаниями в реальных условиях эксплуатации.



# Решения для систем управления движением

## Буксовые подшипниковые узлы, оснащённые датчиками



Встроенная в компактный конический буксовый подшипниковый узел система датчиков производства компании SKF придаёт узлу важные характеристики, позволяющие определять:

- скорость вращения для системы защиты колеса от проскальзывания/скольжения (WSP или WSSP) и системы контроля тягового усилия (TCU)
- температуру подшипника для бортовой системы контроля
- направление движения
- местоположение – для таких систем автоматического управления железнодорожным транспортом, как Европейская система управления движением поездов (ETCS) и итальянская Система автоматического управления движением поездов (SCMT)
- вертикальное и/или поперечное ускорение

Датчики SKF отвечают требованиям стандартов Еврокомиссии по стандартизации (EN). Сигналы датчиков совместимы с электронными блоками управления (ECU), выпускаемыми различными поставщиками систем.

## Определение положения (для Европейской системы управления движением поездов)



Европейская система управления движением поездов (ETCS) – это новая система сигнализации, управления и обеспечения безопасности движения поездов. Она заменит 14 несовместимых между собой внутриевропейских систем обеспечения безопасности движения, в первую очередь на высокоскоростных линиях. Одним из важных свойств системы является точное определение места нахождения высокоскоростного поезда. Определение осуществляется посредством отслеживания показаний тахометра и направления движения.

Подшипниковые узлы со смазкой и встроенными уплотнениями SKF включают в себя компактные и удобные в обращении датчики Европейской системы управления движением поездов. Возможна установка нескольких независимых комплектов датчиков на один подшипниковый узел. Ещё одно преимущество системы датчиков – возможность их установки без изменения конструкции оси. Одним из первых случаев использования разработанных SKF датчиков Европейской системы управления движением поездов были итальянские поезда Pendolino.

- модульное решение
- малые размеры, свободный торец оси для установки заземляющей щётки
- удобство при установке и техническом обслуживании

# поезда и систем мониторинга состояния

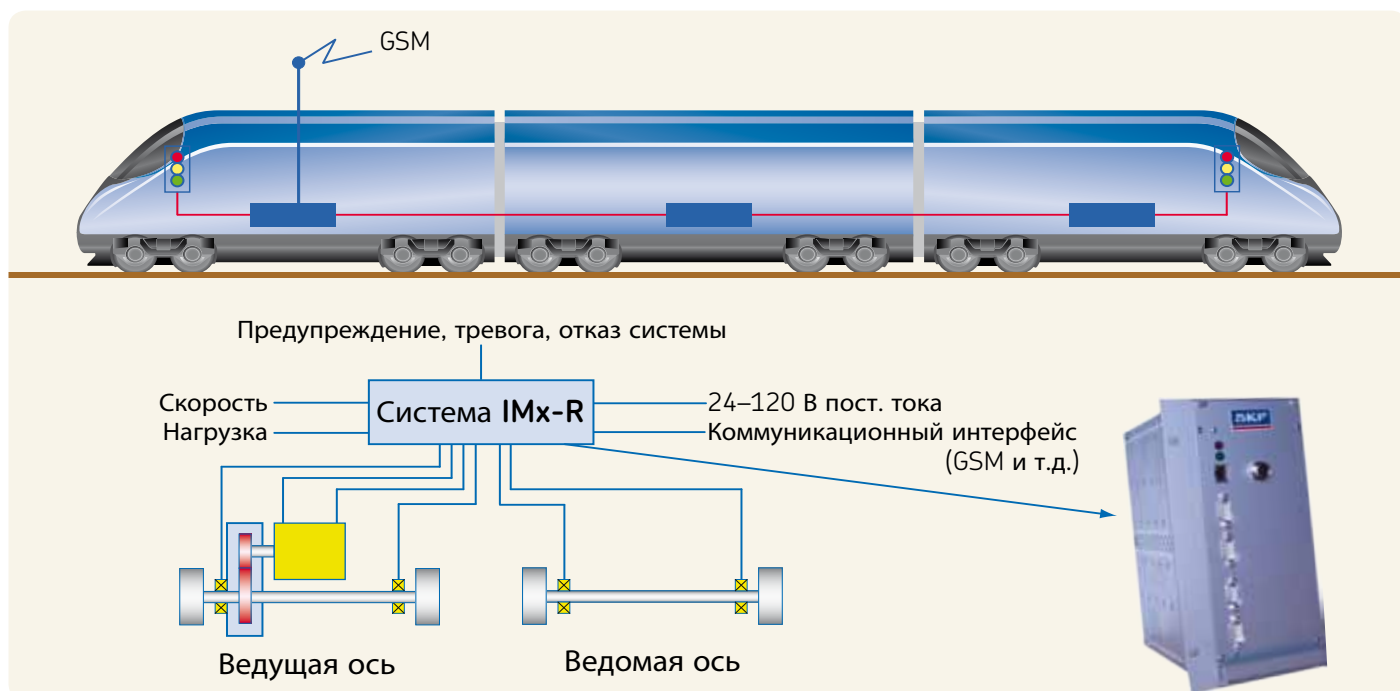
## Мониторинг состояния для выявления неисправностей

Разработанные компанией SKF системы мониторинга механического состояния предназначены для облегчения раннего обнаружения и предотвращения неисправностей, для автоматической подачи рекомендаций по коррекции текущих или вероятностных состояний и для ввода данных в системы управления техническим обслуживанием. Разработанная компанией SKF исключительно для железнодорожной промышленности система мониторинга состояния IMx-R в составе стационарной системы мониторинга SKF Multilog обеспечивает повышенную работоспособность подвижного состава за счёт улучшенной эксплуатационной надёжности посредством мониторинга:

- состояния буксовых подшипников и срока службы смазки
- состояния поверхностей и формы колеса
- стабильности тележки
- схода с рельсов
- состояния системы тягового привода, например, тяговых электродвигателей, редукторов и карданных валов
- состояний разбалансированности и резонанса
- состояния рельсового пути

Система мониторинга состояния IMx-R в составе стационарной системы мониторинга SKF Multilog обеспечивает автоматическое генерирование предупредительных и аварийных сигналов о состояниях, возникающих в связи с нагрузкой и скоростью, информация о которых поступает по бортовым и внешним линиям коммуникации, обработку данных для автоматической диагностики и установления причин аварийного состояния; подключает системы управления техническим обслуживанием для планирования и организации снабжения запасными частями, для распределения нарядов; обеспечивает доступ к базам данных конечного пользователя, системы и базам на сайте.

- повышенная безопасность и надёжность
- снижение затрат на техобслуживание
- анализ причин, приведших к аварийному состоянию
- улучшенное планирование технического обслуживания



# Устройства для специального применения

## Приводные системы



Компания SKF предлагает полный ассортимент подшипников и подшипниковых узлов для приводных систем, например, для тяговых электродвигателей и редукторов.

- цилиндрические и конические роликоподшипники, а также радиальные, радиально-упорные шарикоподшипники и шарикоподшипники с четырёхточечным контактом
- подшипники с электроизолирующим покрытием INSO-COAT
- гибридные подшипники с керамическими телами качения
- подшипниковые узлы для тяговых электродвигателей, представляющие собой готовые к установке узлы с заложённой смазкой. Вращающаяся часть крепится фланцем к валу, а неподвижная часть крепится болтами к подшипниковому щиту электродвигателя. Подшипниковые узлы для тягового электродвигателя могут быть оснащены датчиками положения вала, датчиками скорости и температуры.



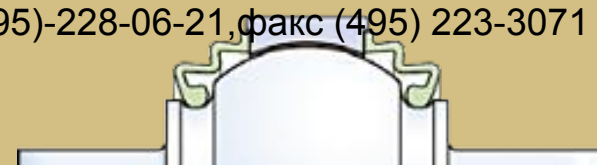
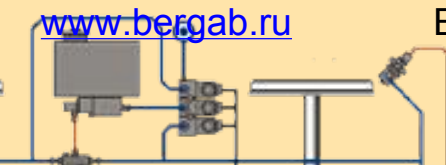
## Смазка гребня колеса



VOGEL, часть SKF Group, предлагает системы смазки гребня колеса для снижения трения. Трение – особая проблема, возникающая при входе поезда в кривую, когда возникает трение между гребнем колеса и внутренней боковой поверхностью рельса.

Выпускаемые подразделением VOGEL системы смазки гребня колеса помогают снизить трение, совмещая экономические требования и требования по защите окружающей среды, поддерживая развитие более экологически безопасных транспортных систем. Системы смазки гребня колеса помогают защитить окружающую среду и экономить на уменьшении объёма технического обслуживания и ремонта.





## Самосмазывающиеся подшипники скольжения AMPEP



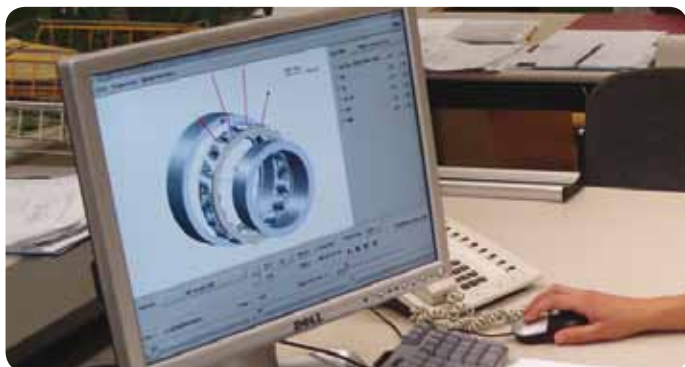
Самосмазывающиеся подшипники скольжения AMPEP – высококачественные изделия, обеспечивающие низкий коэффициент трения в сочетании с низкой степенью износа. Это достигается благодаря использованию тканых прокладок из политетрафторэтилена (PTFE) и стекловолокна.

Подшипники AMPEP XL представляют собой результат обширной программы разработки для обеспечения приемлемого ресурса в жёстких условиях авиакосмического применения. Они значительно превосходят международные стандарты, обеспечивая долгий ресурс и высокую надёжность.

Подшипники AMPEP XLNT, выпущенные в 1999 г. после широкомасштабных исследований, имеют еще более долгий ресурс.

# Сервисные услуги

## Проектирование по условиям заказчика и организация техобслуживания



Многолетний опыт конструирования подшипников для железнодорожной техники лёг в основу работы квалифицированной службы поддержки, позволяющей предлагать первоклассное обслуживание клиентов. Всемирная сеть компании SKF основывается на инженерных возможностях производственных и сервисных отделений, а также на региональных инженерах по продажам, прикладных и сервис-инженерах.

Работа прикладных инженеров направлена на выполнение особых требований заказчиков при разработке оптимизированных решений, обеспечивающих заказчику максимальный экономический эффект. Организация техобслуживания на местах, которое включает в себя услуги по замене конических буксовых подшипниковых узлов, может значительно снизить стоимость замены колёсных пар и помогает сократить время простоя подвижного состава.

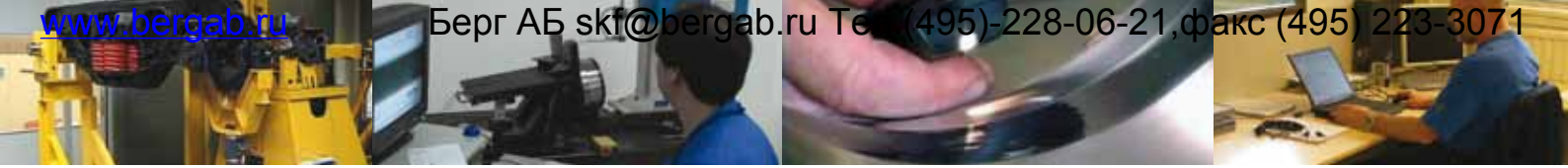


## Испытательные центры



Основой обеспечения долгосрочной надёжности и работоспособности высокоскоростного подвижного состава является проведение серьёзных испытаний. Большинство испытательных мощностей компании SKF находится в Железнодорожном испытательном центре в составе Центра научных исследований и разработок компании SKF в Нидерландах. В этом центре испытываются буксы в сборе вместе с сопутствующими деталями, например, с прилегающими частями рамы тележки, а также подшипниковые узлы и их части, например, уплотнения и сепараторы.

Испытание работоспособности проводится в соответствии с Европейским стандартом 12 082 на специальных испытательных стендах с двумя буксовыми узлами, которые подвергаются повторяющимся циклам нагрузки, точно соответствующим условиям работы в месте предполагаемого использования. Эти испытательные стенды могут работать в режиме, соответствующем скорости более 500 км/ч.



## Возможности восстановления



Восстановление подшипников является главным составляющим элементом в оптимизации стоимости жизненного цикла.

- снижение стоимости по сравнению с новым подшипником
- продление ресурса
- меньшее время поставки
- повышение экологичности за счёт экономии энергии и материалов

Компания SKF предлагает услуги профессионального восстановления буксовых подшипниковых узлов для высокоскоростных поездов, которые выполняются в соответствии с требованиями изготовителей оборудования и индивидуальными требованиями железнодорожных операторов, основанных на специфических условиях эксплуатации.

Компания SKF предлагает железнодорожной промышленности систему специализированных мастерских по восстановлению железнодорожного оборудования в Австралии, Бразилии, Китае, Италии, Швеции и Великобритании.

Фото: THSRC (Корпорация Тайваньской высокоскоростной железной дороги)

# Проекты компании SKF в области высокоскоростных поездов



Фото: SBB

Итальянский поезд с принудительным наклоном кузова Pendolino ETR 460 производства компании FIAT, позже Alstom, 250 км/ч, в эксплуатации с 1992 г.

Изготовленные компанией SKF буксовые подшипниковые узлы, буксы, датчики скорости, подшипники тягового электродвигателя и редуктора, а также системы смазки гребня колеса.



Фото: Ansaldo Breda

Итальянский поезд поколения ETR 500 выпущен консорциумом Trevi, 300 км/ч, в эксплуатации с 1992 г.

Изготовленные компанией SKF буксовые подшипниковые узлы, буксы, датчики скорости и температуры, датчики местонахождения для системы ETCS, подшипники тягового электродвигателя и редуктора.



Фото: DB AG / Wolfgang Klee

Немецкие поезда с принудительным наклоном кузова ICE 3 и ICE-T, третье поколение, производства Bombardier и Siemens, технология наклона - от Alstom, эксплуатируются компанией DB, скорость 330/230 км/ч, в эксплуатации с 1999 г.

Изготовленные компанией SKF буксовые подшипниковые узлы, буксы, подшипники тягового электродвигателя и редуктора.



Фото: Talgo

Испанский поезд Talgo 350, выпущенный компаниями Talgo и Bombardier, эксплуатируется компанией Renfe, скорость 350 км/ч, прототипы в эксплуатации с 2005 г.

Изготовленные компанией SKF буксовые подшипниковые узлы.



Фото: ČESKÉ DRÁHY

Поезда с принудительным наклоном кузова Pendolino эксплуатируются в Чехии, Финляндии, Португалии и Испании.

Изготовленные компанией SKF буксовые подшипниковые узлы, буксы, датчики скорости, подшипники тягового электродвигателя и редуктора.



Фото: DB AG / Hans-Joachim Kirsche

Немецкие поезда ICE 1 и ICE 2, первого и второго поколения, изготовленные компаниями Bombardier и Siemens, эксплуатируются компанией DB, скорость 250/280 км/ч, в эксплуатации с 1991/1997 г.

Изготовленные компанией SKF буксовые подшипниковые узлы, буксы, подшипники тягового электродвигателя и редуктора.

## остного железнодорожного транспорта



Французский поезд поколения TGV, произведённый компанией Alstom, эксплуатируется компанией SNCF, скорость 300 км/ч, в эксплуатации с 1981 г.

Изготовленные компанией SKF подшипники тягового электродвигателя и редуктора и самосмазывающиеся подшипники скольжения AMPEP.



Корейский высокоскоростной поезд KTX, произведённый компанией Alstom в сотрудничестве с Rotem, эксплуатируется компанией Korail, скорость 300 км/ч, в эксплуатации с 2004 г.

Изготовленные компанией SKF подшипники тягового электродвигателя.



Тайваньский высокоскоростной поезд, произведённый компанией KHI (Kawasaki Heavy Industries), эксплуатируется компанией THSRC, скорость 300 км/ч, в эксплуатации с 2007 г.

Изготовленные компанией SKF буксовые подшипниковые узлы.



Шведский поезд с принудительным наклоном кузова X2000, произведен компанией ABB, эксплуатируется компанией SJ, скорость 220 км/ч, в эксплуатации с 1990 г.

Изготовленные компанией SKF буксовые подшипниковые узлы, буксы, подшипники тягового двигателя и редукторы.



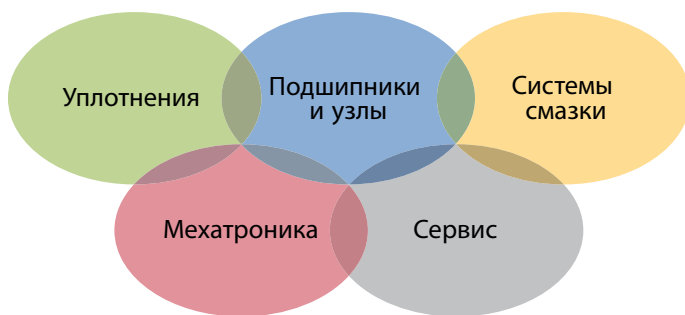
Австрийский поезд Railjet, произведенный компанией Siemens, эксплуатируется компанией ÖBB, скорость 230 км/ч, с 2008 г. - используется как поезд международного сообщения.

Изготовленные компанией SKF подшипники тягового электродвигателя и буксы, оснащённые буксовыми подшипниками для пассажирских вагонов.



Китайский высокоскоростной поезд CRH1, произведённый компанией Bombardier Sifang Power, эксплуатируется компанией Chinese Railways, скорость 200 км/ч, в эксплуатации с 2007 г.

Изготовленные компанией SKF буксовые подшипниковые узлы и буксы.



### Сила инженерных знаний

За 100 лет развития, которые прошли с момента изобретения самоустанавливающегося шарикоподшипника, SKF превратилась в компанию инженерных решений, которая использует потенциал знаний, накопленных в пяти областях, для создания уникальных технических решений в интересах своих клиентов. Эти пять областей (платформ) включают подшипники и подшипниковые узлы, уплотнения, смазочные материалы и системы смазки, мехатронику (объединение механики и электроники в интеллектуальные системы), а также широкий спектр услуг - от трёхмерного компьютерного моделирования до усовершенствованного мониторинга состояния оборудования, управления активами и внедрения систем надёжности. Благодаря широкому присутствию SKF на глобальном рынке продукция компании соответствует единым стандартам качества и доступна через международную дистрибьюторскую сеть.

### Представительства SKF

#### СКФ Россия

тел: + 7 495 510 18 20  
факс: + 7 495 690 87 34  
e-mail: [skf.moscow@skf.com](mailto:skf.moscow@skf.com)  
[www.skf.ru](http://www.skf.ru)

#### Представництво СКФ Євротрейд АБ в Україні

тел: + 38 044 587 67 87/86/85  
факс: + 38 044 569 61 25  
e-mail: [skf.ukraine@skf.com](mailto:skf.ukraine@skf.com)  
[www.skf.ua](http://www.skf.ua)

#### СКФ Беларусь

тел: + 7 375 17 257 12 09  
факс: + 7 375 17 257 22 74  
e-mail: [skf.minsk@skf.com](mailto:skf.minsk@skf.com)  
[www.skf.by](http://www.skf.by)

#### СКФ Казахстан

тел: + 7 727 334 06 64/65, 266 40 97  
факс: + 7 727 250 76 09  
e-mail: [skf@asdc.kz](mailto:skf@asdc.kz)  
[www.skf.kz](http://www.skf.kz)

© SKF AMPEP, INSOCOAT и VOGEL являются зарегистрированными торговыми марками SKF Group. Все иные торговые марки являются собственностью соответствующих владельцев.

© SKF Group 2010

Содержание данной публикации является собственностью издателя и не может быть воспроизведено (даже частично) без соответствующего разрешения. Несмотря на то, что были приняты все меры по обеспечению точности информации, содержащейся в настоящем издании, издатель не несет ответственности за любой ущерб, прямой или косвенный, вытекающий из использования вышеуказанной информации.

Публикация 6813 RU