

# KE BURGMANN

**Компенсаторы для  
трубопроводов и газопроводов**

**- Опыт, который многого стоит...**



**bredan**

*KE-Masterflex*

**EagleBurgmann®**

# Мягкие компенсаторы

## Современная технология компенсаторов

Компенсаторы – крайне необходимый элемент большинства промышленных установок. Они используются в качестве гибких соединений воздухопроводов и газопроводов и для компенсации теплового расширения, вибрации и погрешностей монтажа.



Сегодняшние достижения перерабатывающих отраслей и энергетики предъявляют повышенные требования к эффективности оборудования. Это, а также четко выраженная линия на охрану окружающей среды, устанавливает новый уровень требований к конструкции компенсаторов. Применение новых и улучшенных материалов, появившихся в последние годы, позволило нам найти ответ на требования времени. Вместе с этим нам удалось добиться более высокой функциональности, надежности и долговечности компенсаторов.

## Широкие возможности

Практически неограниченная гибкость и высокая технологичность мягких компенсаторов позволяют использовать их в самых сложных случаях. Кроме того, они удобны в эксплуатации и в монтаже. Поэтому мягкие компенсаторы применяются в самых разных отраслях промышленности.



Кроме энергетики, наиболее важной области применения, компенсаторы используются во всех отраслях промышленности, где есть хотя бы один тепловой процесс.

## Конструкция и применение

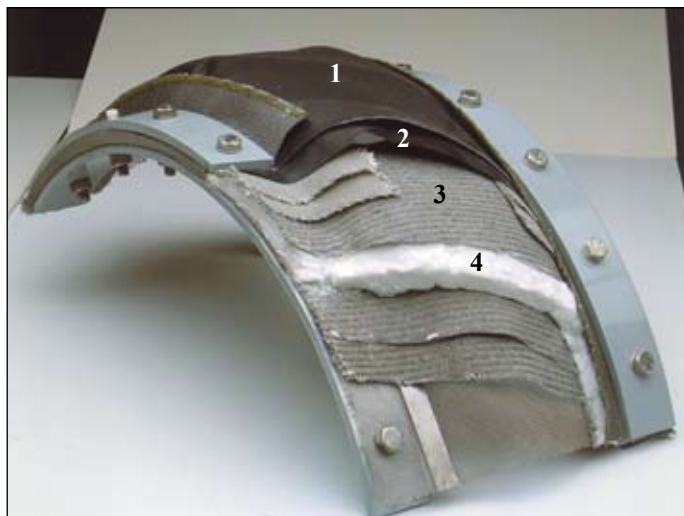
Почему используются мягкие компенсаторы? Потому что они имеют ряд преимуществ, особенно важных на этапе проектирования и монтажа установок:

- компенсируют перемещения одновременно в нескольких направлениях,
- почти не вызывают сил реакций,
- требуют мало места для монтажа,
- легко подгоняются к существующим условиям,
- удобны для транспортировки и в монтаже.

Выбор компенсатора зависит от комбинации факторов, которые почти никогда не совпадают.

## Многослойные мягкие компенсаторы

Применяя композицию различных материалов с учетом их теплового, химического, механического сопротивлений и усталостной прочности, мы можем принять оптимальное решение как в техническом, так и в экономическом аспекте. Как правило, в составе многослойного мягкого компенсатора используются



(см. рисунок)

1. Материал наружной оболочки
2. Газонепроницаемая пленка
3. Термостойкие ткани
4. Теплоизолирующие материалы

## Сборочный узел компенсатора

Использование сборочных узлов т.е. собранных заранее на заводе компенсаторов из ткани и стальных элементов, имеет много преимуществ:

- Сборка узла производится полностью у нас на заводе
- Упрощается и ускоряется монтаж в коробах
- При транспортировке и монтаже узлы зафиксированы транспортными скобами
- Большие изделия транспортируются секциями и свариваются на месте, что облегчает транспортировку и монтаж

## Гарантия качества

Компания KE-Burgmann A/S, Дания, аттестована Бюро Veritas по ISO 9001, OHSAS 18001 и ISO 14001. Наша продукция принята TÜV и мы являемся постоянными членами Европейской ассоциации производителей уплотнений (European Sealing Association – ESA) и Американской ассоциации производителей уплотнений жидких сред (American Fluid Sealing Association – FSA).

Эта аттестация и более чем сороколетний опыт работы в данной отрасли гарантируют качество наших изделий и соответствие предоставляемых услуг принципам и требованиям этих международных ассоциаций.



# Мягкие компенсаторы

## Область применения - Энергетика



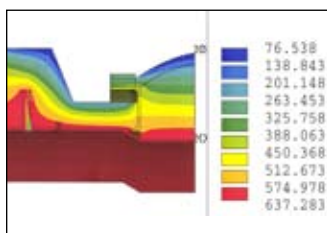
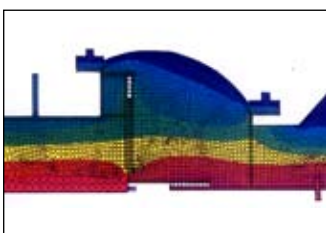
Компенсаторы находят широкое применение на теплоэлектростанциях, работающих на угле, мазуте или газе. Ко всем электростанциям предъявляется одно общее требование – надежность в обеспечении теплом и электроэнергией. Поэтому надежность и долговечность компенсаторов имеют для них решающее значение.

В последние несколько лет значительно возросло использование газовых турбин. Часто они используются на электростанциях с комбинированным циклом (с газовой турбиной и котлом-утилизатором), что дает максимальный КПД.

Компенсаторы обеспечивают стабильность и надежность любой газотурбинной установки, будь это простой или комбинированный цикл. Продукты сгорания, образующиеся при работе, имеют высокую температуру, скорость и изменяющееся давление. В результате этого связанные с турбиной газопроводы подвергаются комбинированному воздействию температурных напряжений, турбулентности и значительной вибрации - условия, которые позволяют использовать все преимущества мягких компенсаторов, чтобы избежать вредных воздействий.

## Расчёт методом конечных элементов – выбирайте надежность

На основе метода конечных элементов ANSYS® (FEM/FEA), а также нашего многолетнего опыта в качестве главного поставщика для крупных газотурбинных электростанций с комбинированным циклом, мы разработали собственные модели анализа конструкции компенсаторов, особенно в критической зоне стальных узлов.



Наши разработки концентрируются на:

- Распределении температур в стальных узлах и теплозащите
- Деформациях / напряжениях (как статических, так и нестационарных), возникающих в стальных узлах
- Тепловых потерях по всему компенсатору

В результате анализа мы можем:

- Рассчитать вероятную долговечность компенсаторов, приняв за основу количество циклов запуска/останова соответствующей газовой турбины
- Оптимизировать конструкцию стальных узлов
- Предложить наилучшую марку стали

## Другие области применения

Кроме энергетики, которая является основным потребителем компенсаторов компании KE-Burgmann, последние используются во многих других отраслях, таких как:



Нефтепереработка  
Нефтехимия  
Перерабатывающая промышленность  
Металлургия  
Промышленные печи  
Мусоросжигательные заводы  
Агломерационные и гранулирующие установки  
Дымовые трубы  
Двигателестроение  
Воздухоразделительные установки и т.п.

## Всемирный сервис и местные филиалы

Компания KE-Burgmann предлагает сервисные услуги 24 часа в день, 365 дней в году, в любой точке земного шара.

Наши местные сервисные центры являются Вашей гарантией на высококачественный монтаж, текущий и приемочный контроль, надежную и не требующую техобслуживания эксплуатацию. Тип компенсатора не имеет значения.

У нас есть всемирная сеть обученных опытных инженеров, готовых в кратчайшие сроки прибыть в любое место. Обращайтесь по телефону +4576964141 и испытайте наш сервис лично.

Компания KE-Burgmann разрабатывает и производит мягкие компенсаторы с 1963 г., поэтому мы можем говорить о более чем 40-летнем опыте работы с компенсаторами как нашим основным продуктом.

Мы являемся лидерами в разработке, конструировании и инжиниринге компенсаторов любого назначения, но в первую очередь для энергетики (традиционные ТЭЦ, газотурбинные ТЭЦ и установки десульфуризации).

Компенсаторы фирмы KE-Burgmann на практике подтвердили высокие стандарты качества, долговечность и надежность, не в последнюю очередь благодаря знаниям, положенным в основу их проектирования и использованным материалам.

## Опыт, который многого стоит



Компания KE-Burgmann, которая всегда была и является пионером в области технологии компенсаторов, продолжает разработку новых и усовершенствованных изделий и услуг, предоставляющих нашим

партнерам наилучшие из возможных решений. Результатом этой многолетней работы стали тесные, ценные и продуктивные рамочные соглашения с рядом важнейших производителей газовых турбин в мире.

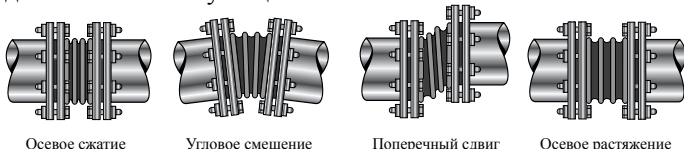
# Сильфонные компенсаторы

## Сильфонные компенсаторы и их применение



Сильфонные компенсаторы устанавливаются в трубопроводах и газоходах, чтобы избежать повреждений из-за колебаний температуры, давления или механических напряжений, возникающих при перемещениях и вибрации. Металлические

сильфоны компенсируют перемещения и напряжения и обеспечивают подвижность, необходимую для безопасной и длительной эксплуатации.



Осевое сжатие

Угловое смещение

Поперечный сдвиг

Осевое растяжение

## Конструкция и размеры

В жестких трубопроводах возможно возникновение потенциально опасных напряжений и перемещений в продольном, поперечном и угловом направлениях, поэтому любые сильфонные компенсаторы должны иметь конструкцию и размеры, позволяющие их компенсировать.

В отличие от большинства обычно используемых элементов трубопроводов сильфоны изготавливаются из относительно тонкого материала для обеспечения гибкости, позволяющей компенсировать вероятные механические и тепловые деформации. Это требует качества проектирования, изготовления, методов транспортировки, монтажа и контроля, соответствующих уникальной природе продукта.

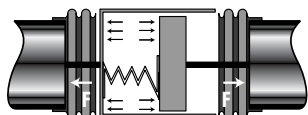
## Сильфонные компенсаторы – высокотехнологичные изделия

Сильфонные компенсаторы монтируются в трубопроводах для поглощения теплового расширения, в то время как система находится под давлением. Обычно (но это не предел) рабочие параметры находятся в диапазоне: давление – от полного вакуума до 70 бар, температура – от -215 °С до +1100 °С. Компенсаторы, рассчитанные на такие параметры, по праву могут считаться высокотехнологичными изделиями.

Проектируя компенсаторы, специалисты фирмы KE-Burgmann исходят из таких важных параметров, как среда, температура, давление и место установки.

Напряжения в материале, силы взаимодействия, нагрузки, деформации, усталостные характеристики, а также способы сварки рассчитываются и определяются методами, установленными стандартами EJMA, ASME / ANSI (для трубопроводов), ASME (для котлов и сосудов, работающих под давлением) и стандартом AD Merkblatt B 13.

Эти характеристики рассчитываются методом конечных элементов или в соответствии с конкретным назначением и требованиями заказчика.



## Выбор типа:

### Типы стальных сильфонных компенсаторов

Общий тип	Обозначение типа	Дополнит. связи	Тип	
Однанный	AX	Нет	UNO	
	LA	Стягив. стержни	UNO	
	AN	Угловые	UNO	
	GM	Карданные	UNO	
Сдвоенный/ Универсальный	AX	Нет	DUO/TRIO	
	LA	Стягив. стержни	DUO/TRIO	
	AN	Сдвоен. угловые	DUO/TRIO	
	GM	Сдвоен. карданные	DUO/TRIO	
С разгрузкой давлением	PB	Стягив. стержни	TRIO	
Угловой с разгрузкой давлением	LB	Стягив. стержни	DUO/TRIO	

Наиболее надежные и безопасные компенсаторы могут быть разработаны только в результате тесного сотрудничества, согласования и взаимопонимания между конечным пользователем и изготовителем.

## Сильфонный компенсатор способен компенсировать следующие перемещения

- осевые  $\pm$
- сдвиг  $\pm$
- угловые  
(в 1-й и 2-х плоскостях)

и комбинации указанных выше перемещений, которые могут быть вызваны

- Тепловым расширением
- Давлением, пульсациями давления и реакцией сил давления
- Вибрацией
- погрешностями монтажа
- осадкой фундаментов
- смещением конструкции в сборе
- относительными смещениями других элементов

Компания KE-Burgmann аттестована по стандарту качества ISO 9001, OHSAS 18001 и ISO 14001 и международному стандарту PED для оборудования, работающего под давлением, а также по стандарту EN 729-2 и стандарту Германии ADM HP-0.



# Сильфонные компенсаторы

## Преимущества использования сильфонных компенсаторов



### Эксплуатационная безопасность

Сильфонные компенсаторы - гибкое и надежное решение для работы при температурах до 1100 °C (2012 °F).

### Безопасность персонала

Прочная и устойчивая конструкция. Сильфонные компенсаторы Bredan и CONNEX® поставляются в исполнении для Ру от 1 до 100, на давление разрыва до 250 бар в зависимости от диаметра

### Экологическая безопасность

Газонепроницаемая герметичная конструкция сильфонных компенсаторов Bredan и CONNEX® позволяет работать с агрессивными газами и другими средами

### Широкая номенклатура размеров

Размеры от Ду 40 и выше

### Разнообразие исполнений

Возможно ламинирование или покрытие ПТФЭ, эластомерами и т.п., снаружи и изнутри для работы с агрессивными средами.

### Разнообразие конструкций

Сильфонные компенсаторы CONNEX® могут производиться в однослойном или многослойном исполнении

### Разнообразие в выборе материалов

Возможен подбор марок стали в зависимости от назначения, например, для диффузоров газовых турбин.

## Области применения:

### Перерабатывающая промышленность:

- Нефтехимия
- Химия
- Производство цемента
- Металлургия и т.п.

### Энергетика:

- Электростанции
- Системы очистки отходящих газов
- Газовые турбины
- Дизельные установки
- Системы централизованного теплоснабжения и т.п.

## Сильфонные компенсаторы - наилучший выбор для трубопроводов, газоходов и сосудов, если необходимо обеспечить:

- стойкость под вакуумом
- перепад давления
- теплостойкость
- коррозионостойкость
- надежность и безопасность
- долговечность
- необслуживаемую эксплуатацию
- оптимальный баланс между подвижностью и стойкостью к давлению

## Неразрушающий контроль

Как правило, вся наша продукция рассчитана на превышение установленного минимального уровня качества, что достигается за счет жестких методов испытаний и контроля. Все материалы для сильфонов поставляются с сертификатом качества, самым низким по уровню из которых является сертификат 3.1В.

По требованию заказчика в процессе производства контроль качества может быть осуществлен по расширенной программе.



Ниже в таблице приводится перечень неразрушающих методов контроля, используемых фирмой KE-BURGMANN.

Проверка размеров  
Визуальный контроль  
Цветная дефектоскопия  
Ультразвуковая дефектоскопия  
Рентгеновская дефектоскопия  
Магнитнопоршк. дефектоскоп.  
Испытание давлением  
Испытание на герметичность  
Пузырьковый метод (Nekal)

Сервисная бригада опытных сварщиков компании KE-Burgmann реализовала более 100 проектов во всем мире по монтажу компенсаторов без вывода установки в ремонт, в том числе на нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводах, заводах по производству удобрений, обычных и газотурбинных электростанциях, химзаводах по производству стирола, МТБЭ, полистирола, а также на ряде других предприятий.

Качество продукции и надежность, своевременная поставка, сервис и коммерческая честность всегда были и остаются основой наших взаимоотношений с заказчиками и поставщиками.

## Программа выпуска сильфонных компенсаторов

Одинарные, двоянные и строенные  
Универсальные  
Угловые и шарнирные  
С внутренней разгрузкой  
Угловые с разгрузкой давлением  
С разгруженным отводом  
Сильфоны с идентичным или увеличенным профилем с продольным разрезом  
Двухслойные с контролем герметичности  
С уплотнением гильзы

# Резиновые компенсаторы

## Что такое резиновый компенсатор?



Термином „резиновый компенсатор“ обозначается гибкий соединительный элемент из натуральных или синтетических эластомеров и тканей с металлическим армированием, предназначенный для разгрузки от напряжений, возникающих в трубопроводах при

перепадах температуры, вибрациях и относительных перемещениях.

Таким образом, эти соединители выполняют функцию гибкого элемента с конструкцией в виде одной или нескольких арок. Компенсаторы поглощают перемещения, вибрацию и шум, повышают устойчивость к абразивному износу и/или химической эрозии.

Обычно резиновый компенсатор состоит из трех элементов: оболочки, каркаса и внутренней обечайки/патрубка.

## Оболочка

Внешняя поверхность резинового компенсатора изготавливается из натуральной или синтетической резины, в зависимости от эксплуатационных или технических требований.

## Каркас

Каркас резинового компенсатора изготавливается из ткани, при необходимости, с металлическим армированием.

- Армирование тканью: армированный тканью каркас представляет собой гибкий поддерживающий элемент, расположенный между внутренней обечайкой и оболочкой. Для армирования могут использоваться стекловолокно или такие синтетические материалы, как кевлар/полиэфир
- Металлическое армирование: для усиления конструкции часто используют металлическую проволоку или кольца из твердой стали, закладываемые в каркас.

## Обечайка/ патрубок

Это защитная герметизирующая обечайка в виде бесшовного патрубка из натуральной или синтетической резины, проходящая через внутреннее отверстие до внешних краев фланца. Она предназначена для предотвращения проникновения рабочей среды в каркас и разрушения ткани. Эти патрубки проектируются специально для широкого диапазона рабочих параметров при работе с химикатами, нефтью, сточными водами, газами и абразивными смесями, которые могут вызвать химическое и/или физическое повреждение других частей компенсатора.

Применение резиновых компенсаторов имеет много преимуществ, в частности, в отраслях, связанных с транспортировкой жидкостей, шламов или газов под давлением и/или под вакуумом и при различных температурах.

## Основные производства, использующие резиновые компенсаторы:

- Электростанции и перерабатывающие заводы, промышленные здания, больницы, гостиницы, судовые или другие промышленные установки, в которых используются системы кондиционирования, отопления и вентиляции
- Главные и вспомогательные энергоблоки, промышленные здания, фабрики, суда и морские платформы.
- Трубопроводы и воздухопроводы в системах очистки отходящих газов, на нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводах
- Очистные сооружения и станции водоподготовки, насосы, компрессоры и т. п.
- Технологические трубопроводы на целлюлозно-бумажных комбинатах, химических, горнорудных и нефтеперерабатывающих заводах

Резиновые компенсаторы KE-Masterflex® изготавливаются из высококачественных эластомеров, обеспечивающих высокую гибкость и компенсационную способность, оптимальную долговечность и исключительную устойчивость к химической коррозии и абразивному износу. Многочисленные преимущества использования для производств и процессов включают:

## Малое расстояние между фланцами

Резиновые компенсаторы очень экономичны, так как позволяют минимизировать расстояние между фланцами.

## Малый вес

Резиновые компенсаторы KE-Masterflex® имеют относительно малый вес. Поэтому не требуется специальное оборудование для монтажа, что снижает его стоимость.

## Малая сила реакции

Гибкость эластомеров, используемых при изготовлении компенсаторов KE-Masterflex®, позволяет минимизировать передачу нагрузок с компенсатора на трубопровод или оборудование, к которым он подсоединен, и эффективно защищать дорогое оборудование от разрушающей вибрации.

## Пониженное усталостное напряжение

Натуральные и синтетические эластомеры, из которых изготавливаются компенсаторы KE-Burgmann, физически и химически очень стабильны. Они не склонны к охрупчиванию, проявляют прекрасные усталостные свойства и защищают металлические элементы системы от электролитического воздействия, снижающего прочность последних.

## Пониженные теплотери

Резиновые компенсаторы KE-Masterflex® позволяют снизить теплотери, и этим обеспечивают надежность и долговечность эксплуатации без техобслуживания.

# Резиновые компенсаторы

## Устойчивость к коррозии

В качестве дополнительной защиты от коррозии возможна поставка резиновых компенсаторов типовых и специальных размеров с обечайками из ПТФЭ (типа T-MAX), специально изготавливаемых в соответствии с конфигурацией каркаса компенсатора.



Кроме того, обечайки из ПТФЭ обеспечивают такие уникальные свойства, как высокие теплоустойчивость и антиадгезивные свойства (отсутствие налипания), крайне низкий коэффициент трения и устойчивость к практически любой

агрессивной жидкости, будь то кислота или щелочь, а также к другим видам химического воздействия, таким, как разложение под действием растворителя.

## Без уплотнений фланцев

Резиновые компенсаторы KE-Masterflex® поставляются с фланцами из вулканизированной резины и каркасом с армированной тканью, что позволяет обойтись без прокладок. Уплотняющие поверхности компенсатора возмещают любые неровности на поверхности фланцев труб и обеспечивают непроницаемость для жидкостей и газов.

## Стойкость к гидроударам



Резиновые компенсаторы обеспечивают высокую стойкость к нагрузкам, возникающим из-за скачков давления, гидроударов и кавитации в насосе.

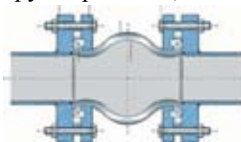
## Сертификаты для применения в пищевой промышленности

Резиновые компенсаторы KE-Masterflex® могут изготавливаться из марок резины, которые разрешены к использованию в контакте с пищевыми продуктами и для их транспортировки, в соответствии с требованиями американских норм FDA и германских BGA.



## Типы компенсаторов KE-Masterflex

Резиновые компенсаторы KE-Masterflex® выпускаются в виде полностью литой, сферической конструкции (тип D-FLEX), а также арочного (wide-arch) типа с металлическим армированием (тип DFS-FLEX), в большом диапазоне исполнений и размеров, соответствующих требованиям конкретного производства и параметрам действующих трубопроводов, в которых они будут смонтированы.



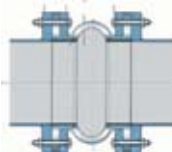
**KE-Masterflex®, тип D-FLEX**  
**Сферического типа с накладным фланцем**

Сферическая форма позволяет реализовать максимум возможностей резинового соединительного элемента и компенсатора – за счет технологии изготовления и многослойности – для контроля за возможным увеличением диаметра и смещения компенсатора при эксплуатации.

Компенсатор KE-Masterflex® сферического типа D-FLEX выпускается с неразъемными накладными фланцами из оцинкованной или нержавеющей стали. Данная конструкция включает арку большого радиуса, обеспечивающую большие, по сравнению с другими типами, относительные перемещения. Самоочищающаяся арка исключает необходимость использования конструкций с заполненной аркой.



Компенсатор в виде литой сферы изготавливается с одной или несколькими сферами или арками из ткани и резины и каркасом, армированным специальной тканью. Сочетание сферической формы со специальной выработкой ткани позволяет выдерживать высокое разрывное давление. Данная модель поставляется в сборе с неразъемными накладными фланцами, обычно для труб диаметром от 20 мм и выше, как с одной, так и с несколькими арками.



**Компенсатор KE-Masterflex®, тип DFS-FLEX,**  
**с широкой аркой в виде „катушки“**

В этой разновидности резиновых компенсаторов используются армирующие жесткие стальные кольца в основании арки, выполненной в виде „катушки“. Поставляется (как правило) с разъемными фланцами из оцинкованной или нержавеющей стали. Из-за пониженной толщины каркаса требуются специальные усиливающие кольца. Выпускаются модели с одной или несколькими арками.

## Стойкость к нагрузкам

Резиновые компенсаторы могут выдерживать давление до 16 бар изб. (как исключение возможна поставка и для более высоких давлений) в зависимости от суммарного воздействия температуры, перемещений и давления, установившихся в результате работы оборудования или других процессов в трубопроводах.

# В группе компаний Burgmann

## Забота о качестве каждый день

Компания KE-Burgmann A/S, Дания, сертифицирована по стандарту качества ISO 9001, а также по международному стандарту PED (оборудование, работающее под давлением). Наша система гарантии качества действует на всех этапах производства компенсаторов от выбора материала и изготовления до испытаний и подготовки к отправке, а также устанавливает стандарт уровня качества изделий.



KE-Burgmann A/S, Вейен, Дания

## Группа компаний Burgmann

Компания KE-Burgmann, выпускающая компенсаторы, входит в состав группы компаний Burgmann. Имея более чем 40-летний опыт в производстве компенсаторов, производственные мощности в ряде стран и собственные дочерние компании по всему миру, компания работает как независимый субъект внутри группы, но с сохранением очень прочных связей с последней. Поэтому краткий очерк о группе Burgmann, приведенный ниже, характеризует также и компанию KE-Burgmann.



Burgmann Industries GmbH & Co. KG, Вольфратсхаузен, Германия

## Международная компания

С дочерними компаниями на всех континентах, производственными мощностями, филиалами и дистрибьюторами в более чем 40 странах по всему миру, Burgmann является одним из крупнейших производителей в своей области.

## Burgmann и качество

Компания Burgmann, как одна из первых среди производителей уплотнений в Европе, создала собственную систему гарантии качества, которая, по мнению многих международных организаций, внесла свою лепту в успех фирмы на международном рынке. Изделия фирмы Burgmann обеспечивают высокий уровень безопасности, они надежны и используются практически во всех отраслях промышленности.



## Охрана окружающей среды

В политике нашей компании охрана окружающей среды в течение многих лет занимала

одно из ведущих мест. „Герметичность на службе экологии“.

Это девиз нашей фирмы, и мы хотим быть лидерами также в сохранении среды внутри фирмы. Это было причиной, по которой, став одним из первых производителей уплотнений, наша фирма прошла сертификацию по экологическому аудиту Евросоюза (Eco-Audit-Standard 1836/93 = EMAS) в апреле 1996 г. (выдана заводам в Вольфратсхаузене и в Евразбурге).

## Местная, но всемирная

Наша всемирная сеть представительств и сервисных центров имеет огромное значение. Организация этой сети началась уже в 70-е годы с независимых представительств и сервисных центров в Бразилии, США, Франции, Южной Африке, Сингапуре и Австралии.

## Будущее

Развитие фирмы Burgmann привело к росту числа сотрудников до прим. 3000 – это результат непрерывных и опережающих время исследований и разработок, а также, не в последнюю очередь, заслуг и преданности сотрудников. В компании Burgmann особое внимание уделяется обучению молодежи, чтобы обеспечить будущее, не зависящее от случайностей.