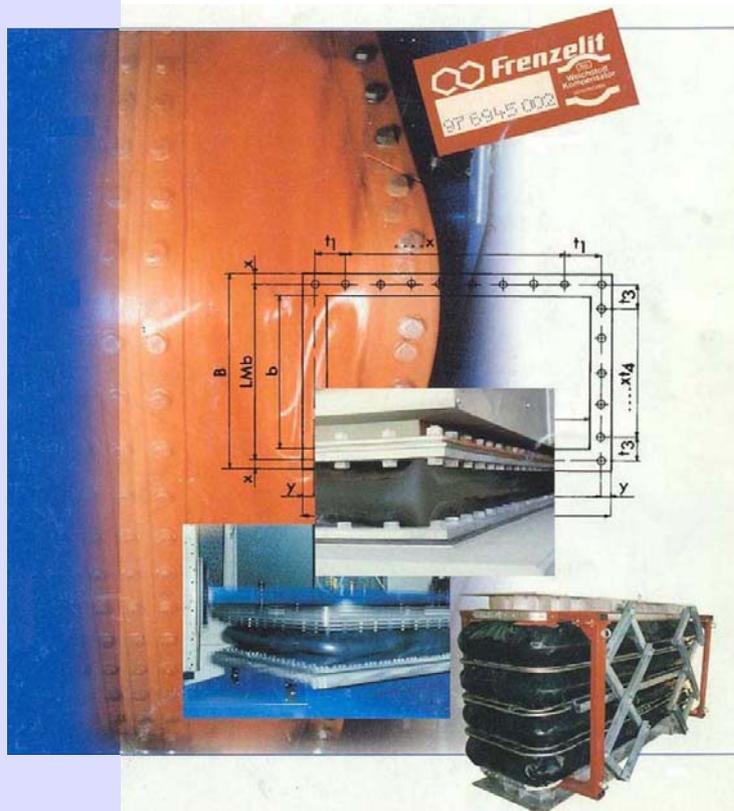


**Производство компенсаторов**

## **Гибкие соединения и Компенсаторы**

*надежные соединения для промышленного оборудования*



 **Frenzelit**

## **Надежные соединения для промышленного оборудования: Гибкие соединения и компенсаторы компании Френцелит**

### **Опыт и ноу-хау**

Мастерские Френцелит были основаны более 100 лет назад и всегда специализировались на производстве уплотняющих и изоляционных материалов. В настоящее время в трех цехах компании работают более 400 сотрудников.

Френцелит освоил производство компенсаторов в середине 1950-х, стремясь заменить сложные и ненадежные конструкции соединений. Более чем 50-летний опыт гарантирует качество и надежность конструкций, подбора материалов и монтажа компенсаторов.

В результате интенсивных разработок в компании Френцелит были достигнуты большие успехи в технологии производства безасбестовых компенсаторов. Они изготавливаются из специальных высокофункциональных композитных материалов собственного производства, в т.ч. с применением покрытий.

Особенностью компенсаторов компании Френцелит является, в частности, применение фторэластомерных композитов, армированных высокопрочными волокнами novaTEX / isoGLAS.



## **Свойства и применения**

Компенсаторы – гибкие соединения трубопроводов и газоходов, а также различного оборудования в технологических системах. Компенсаторы должны быть гибкими, стойкими к воздействию высоких температур и агрессивных химических веществ, герметичными под давлением или при разряжении.

Обеспечивая надежность технологических систем, неметаллические компенсаторы должны выдерживать те же рабочие нагрузки, что и жесткие элементы системы или трубопровода, и, дополнительно, воспринимать смещения, механические нагрузки, колебания и вибрацию в осевом и поперечном направлении.

Основными областями применения неметаллических компенсаторов являются технологические трубопроводы для различных газовых сред, в т.ч. таких как горячий воздух, дымовой газ, кислото- и щелочесодержащие газы:

Пароподготовительные установки  
ТЭЦ

Выхлопы газовых турбин  
Системы газоочистки  
АЭС

Промышленные печи  
Дымовые трубы  
Мусоросжигательные заводы

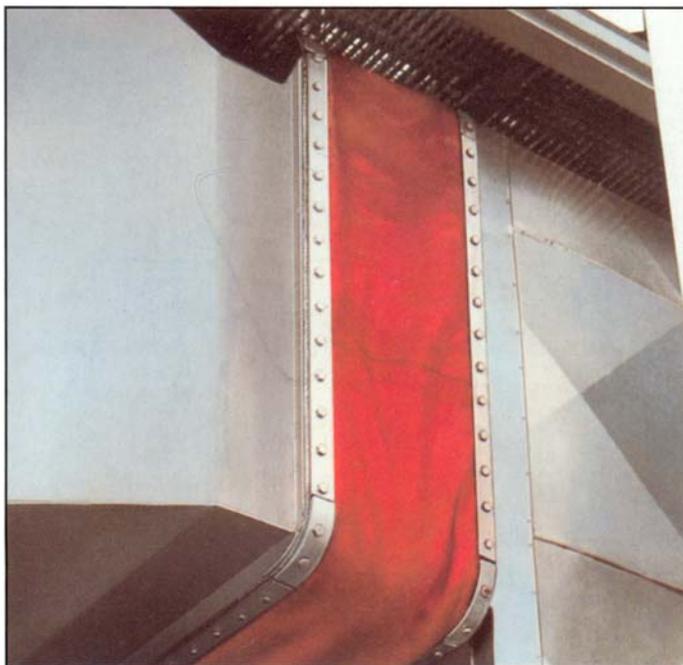
Сушильные камеры  
Теплоснабжение  
Пылесборники  
Вентиляция и воздухоудовки  
Монтаж вентиляторов

Металлургическая промышленность  
Аглофабрики и производство окатышей

Химическая промышленность  
Нефтехимическая промышленность и НПЗ  
Производство цемента и извести

Целлюлозно-бумажная промышленность

Двигателестроение



## **Индивидуальное применение материалов**

Размеры и условия работы технологических систем весьма индивидуальны, поэтому невозможно обойтись только стандартными компенсаторами. Поэтому компания Френцелит специализируется на изготовлении компенсаторов «по мерке». На основе нескольких базовых конструкций возможны различные модификации путем подбора композитных материалов, герметизирующих пленок, фольг, покрытий, а также типа конструкции и способа крепления.

Компенсатор, как правило, состоит из одного или более слоев материала. Герметизирующие пленки защищены от температурных и механических воздействий слоями композитов и армирующих материалов. Не только размеры и форма, но и материалы подбираются индивидуально для конкретного применения. Вся необходимая для монтажа металлическая арматура поставляется совместно с компенсатором.

Для разработки оптимальной конструкции компенсатора исключительно важным является предоставление заказчиком исчерпывающей информации о присоединительных размерах, давлении, температуре, составе среды и рабочих смещениях. Френцелит предлагает опросный лист для уточнения наиболее важных деталей технического задания.

**При составлении запросов используйте приложение - опросный лист.**

## **Техническая поддержка и сервис**

Ознакомительная информация в данной брошюре дает лишь общее представление о работе и возможностях производства компенсаторов компании Френцелит. По запросу мы с готовностью вышлем Вам полный комплект документации:

- опросный лист;
- чертежи предлагаемых типов компенсаторов;
- инструкции по перевозке, хранению и монтажу;
- инструкции по применению силиконовых герметиков;
- информацию по специальному клею;
- документацию по правилам монтажа.

### **Техническая поддержка**

В трудных случаях наши конструкторы помогут Вам найти подходящее техническое решение конкретной проблемы, в т.ч. на этапе проектирования. Это гарантирует Вам функциональное и экономичное решение.

### **Наше технико-коммерческое предложение.**

По данным заказчика разрабатывается технико-коммерческое предложение, содержащее подробную техническую спецификацию. Оно содержит обязательные к исполнению требования по конструкции компенсатора, точности измерений, стоимости работ и срокам поставки. По возможности нами предлагаются альтернативные решения. Наши специалисты и далее консультируют заказчика по данному предложению.



### **Монтаж компенсаторов**

Заказчик может выбрать различные варианты технической поддержки при монтаже – от консультаций специалистов до шеф-монтажа и монтажа командированными монтажниками. Как правило, монтаж без особых сложностей производится квалифицированным персоналом заказчика. В трудных случаях в Вашем распоряжении наша сервисная бригада.

В зависимости от условий на месте монтажа компенсатор может поставляться в несобранном виде с подготовленным монтажным стыком. Для работы на АЭС наш персонал имеет действующее разрешение международного образца для работы на объектах атомной энергетики.

### **ЗИП**

Все необходимые принадлежности, приспособления, крепеж и инструменты также поставляются Френцелитом. По Вашему запросу ЗИП включаются в технико-коммерческое предложение.

Например:

- Вкладыш: минеральное, керамическое, кварцевое волокно в оболочке из сетки нержавеющей стали.
- Стандартные хомуты.
- Стальная арматура, в т.ч. фланцы, прижимные планки и внутренний защитный экран.
- Клеи типа 400/1000, резины хипалон, неопрен, силикон и фторрезина.
- Покрyтия и герметики.

## Гарантия

Френцелит дает гарантию на все компенсаторы. Тип гарантии зависит от применяемых материалов и конструкции компенсаторов. Требования гарантии должны быть включены в Ваш запрос. Предполагается, однако, что данные Вашего запроса соответствуют действительным рабочим условиям, а монтаж выполнен в соответствии с нашей инструкцией.

## Контроль качества

Монтаж любого компенсатора производства Френцелит означает, что мы несем ответственность за работу Вашего предприятия. Поэтому мы постоянно контролируем качество материалов и соблюдение технологии производства. Изготовленные компенсаторы тщательно проверяются. По требованию заказчика мы предоставляем на изделия сертификат качества (по DIN 50049).

В 1981 году в сотрудничестве с TÜV Essen нами были утверждены «Требования к испытаниям». На специальном испытательном стенде воспроизводятся различные условия эксплуатации: температура, давление и перемещения компенсатора. Такие испытания обязательно применяются к компенсаторам, устанавливаемым на АЭС. Эти испытания всегда выявляют высокое качество производства и отличную работу системы контроля качества.

### Система Управления Качеством

- DIN EN ISO 9001

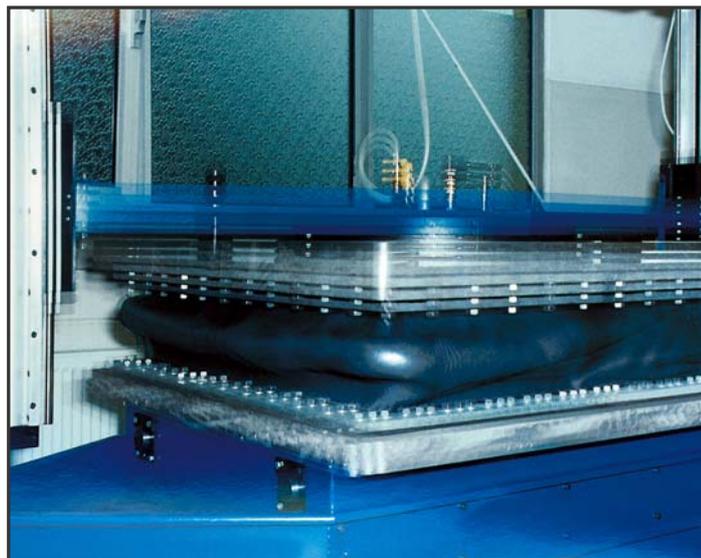
### Система Экологического Менеджмента

- DIN EN ISO 14001

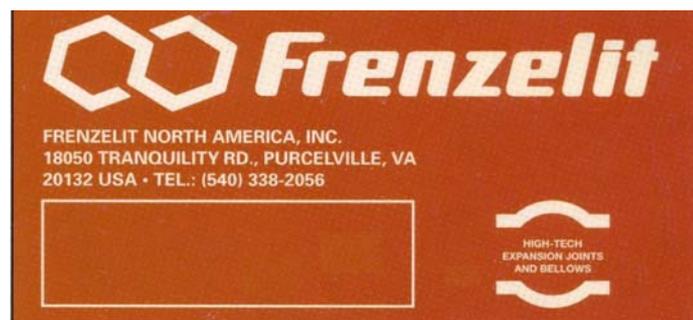


### Марка качества RAL

По результатам инспекционной проверки Баварского Совета Технического Надзора (TÜV) компания Френцелит была принята в члены «Союза по качеству тканевых компенсаторов», и ей было разрешено при обозначении своей продукции использовать Знак качества, защищенный законодательством о торговых марках.



\* Знак качества обозначается на бирке, прикрепленной к каждому компенсатору.



# Основы проектирования компенсаторов

## Крепление

Смещения компенсатора зависят от длины трубы и от типа, размера и положения крепления по отношению к компенсатору. В зависимости от типа компенсатора существует возможность воспринять значительные осевые и сдвиговые смещения. Отношение величины сдвиговых смещений к внутреннему диаметру компенсатора имеет большое значение. Распорные усилия тканевого компенсатора пренебрежимо малы.



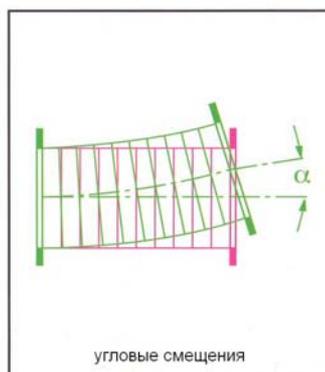
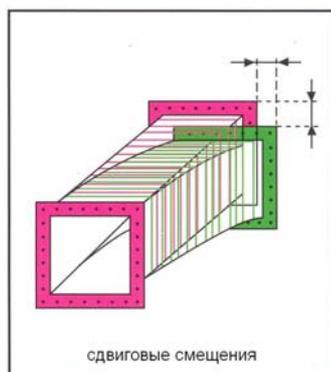
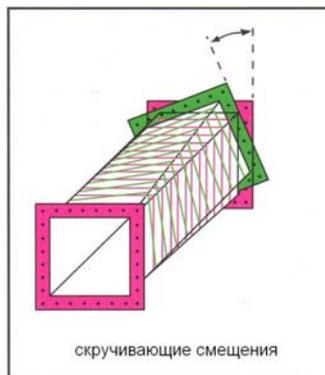
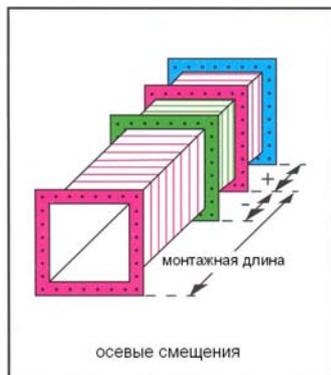
## Опоры

Смещения трубопровода передаются жестким и скользящим опорам. Необходимо исключить передачу нагрузки от трубопровода к компенсаторам.

## Смещения

**Осевые изменения длины**  
Максимальное смещение, которое может воспринять компенсатор, зависит от нескольких факторов, а именно от:

- типа (конструкции)
- монтажной длины (отрицательные смещения компенсатора уменьшают величину зазора, положительные - увеличивают)
- температурной нагрузки, которая может потребовать применения внутренней тепловой изоляции.



## Сдвиговые смещения

Кроме осевых смещений гибкие компенсаторы способны одновременно воспринимать сдвиговые, скручивающие и угловые смещения. Величина сдвиговых смещений, которую способен воспринять компенсатор, зависит от внутреннего диаметра трубы и от размерных характеристик внутреннего защитного экрана и/или тепловой изоляции.

## Металлический экран

Внутренний защитный металлический экран устанавливается при необходимости защитить компенсатор от истирания или от прямого теплового воздействия среды. Кроме того, защитный экран минимизирует потери давления в трубопроводе. При необходимости применения внутренней тепловой изоляции металлический экран также служит ее сохранности.

## Требования по давлению

Компенсаторы производства Френцелит предназначены как для повышенного, так и пониженного давления (разряжения). Благодаря использованию свойств новейших композитов оказалось возможным обеспечить изготовление тканевых компенсаторов, способных длительно оставаться герметичными под высоким давлением. Способность длительно обеспечивать герметичность зависит от температуры среды.

### **Рабочие температуры**

Выбор материалов во многом определяется величиной рабочей температуры. Тканевые компенсаторы компании Френцелит могут быть спроектированы и изготовлены для рабочих температур от -60 до +1200 °С.

**Стойкость к высоким температурам означает применение дорогостоящих материалов! Рекомендуем не превышать рабочие температуры.**

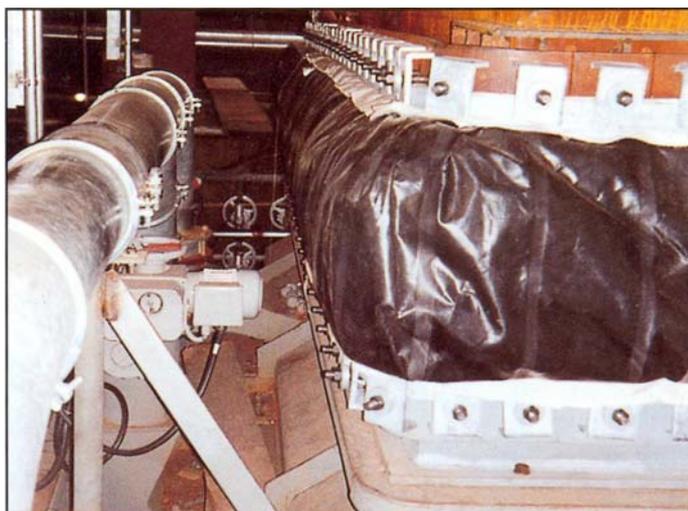
При температурах свыше +500 °С для защиты компенсатора обязательно применяется теплоизолирующий вкладыш.

### **Выбор конструкции**

Для выбора конструкции компенсатора важна конструкция имеющейся системы и технические требования. На страницах 10-11 показаны наиболее часто применяемые конструкции.

### **Крепление компенсаторов**

Круглые и овальные компенсаторы без фланцев могут крепиться хомутами. В зависимости от давления, температуры и диаметра, в качестве комплектующего могут поставляться хомуты стандартных типоразмеров. Для больших диаметров с целью повышения надежности крепления используется специальный крепеж. Круглые и прямоугольные компенсаторы с отгибными тканевыми фланцами крепятся с помощью стальных накладных фланцев. Прямоугольные компенсаторы без отгибных фланцев крепятся прижимными планками. Ширина и толщина накладных фланцев определяется толщиной материала компенсатора. Во избежание повреждения компенсатора накладные фланцы и прижимные планки должны иметь притупленные кромки и скругленные углы. Головки болтов всегда должны быть обращены к телу компенсатора; для выпуклых типов компенсаторов и при больших смещениях рекомендуются винты с головками впотай.



Межболтовое расстояние зависит от рабочего давления, толщины фланца компенсатора и размеров накладных фланцев или прижимных планок. Специальные виды крепления с помощью кронштейнов применяются для соединений, требующих высокой герметичности и минимального обслуживания.

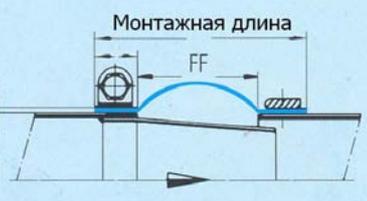
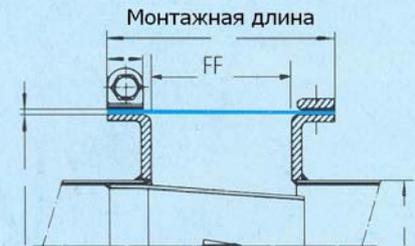
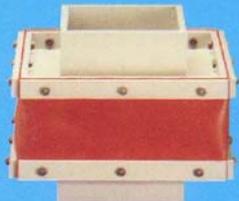
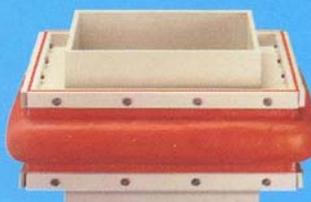
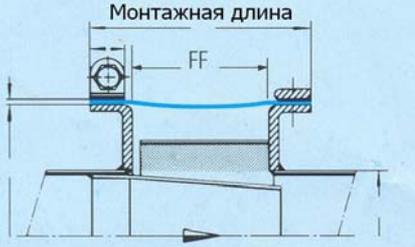
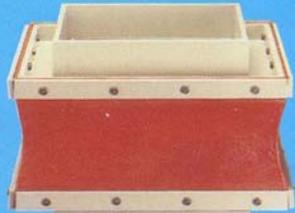
### **Приложение. Указания по рекомендуемым накладным фланцам и прижимным планкам** **Метрические типоразмеры (мм)**

ширина	30		40		50		60		70		80	
толщина	6	8	8	10	8	10	10	12	10	12	12	
межболтовое расстояние	60		80		100		100		120		120	
болт	M8	M10	M10	M12	M12	M16	M16	M20	M16	M20	M16	M20
рекомендуемый момент затяжки болта (Н·м)												
тканевые компенсаторы	20	30	40	50	60	80	100	120	115	140	130	160
эластомерные компенсаторы	20	30	30	40	50	60	75	90	90	110	100	125

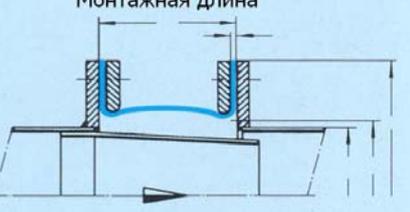
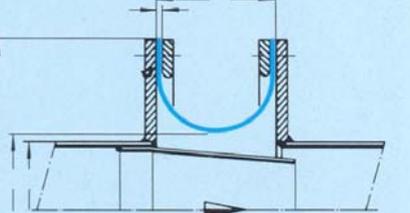
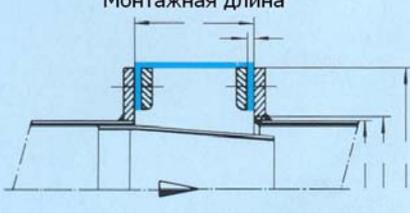
	-- 0 -- Прямое среднее сечение	-- 1 -- Выпуклое среднее сечение	-- 1 -- Выпуклое среднее сечение	-- 1 -- Выпуклое среднее сечение	-- 2 -- Среднее сечение - конус	-- 2 -- Среднее сечение - конус	-- 2 -- Среднее сечение - конус
	--- 1 Постоянное сечение	--- 1 Постоянное сечение	--- 2 Переменное сечение	--- 2 Переменное сечение	--- 1 Постоянное сечение	--- 2 Переменное сечение	--- 2 Переменное сечение
-- 0 -- без фланцев	1.001	1.011	1.012			1.022	
-- 1 -- 1 фланец наружу	1.101	1.111	1.112	1.112		1.122	1.122
-- 2 -- 2 фланца наружу	1.201	1.211	1.212			1.222	
-- 3 -- 2 фланца внутрь	1.301	1.311	1.312		1.321	1.322	
-- 4 -- 1 фланец наружу, 1 фланец внутрь	1.402	1.411	1.412	1.412	1.421	1.422	
-- 5 -- 1 фланец внутрь	1.502	1.511	1.512	1.512	1.521	1.522	1.522

---3--- Среднее сечение сопорным кольцом	---3--- Среднее сечение сопорным кольцом	---3--- Среднее сечение сопорным кольцом	---4--- Вогнутое среднее сечение	---4--- Вогнутое среднее сечение	---5--- Шаровидное среднее сечение	---7--- Среднее сечение с диафрагмой	---7--- Среднее сечение с диафрагмой
---1--- Постоянное сечение	---2--- Переменное сечение	---2--- Переменное сечение	---1--- Постоянное сечение	---2--- Переменное сечение	---1--- Постоянное сечение	---2--- Переменное сечение	---2--- Переменное сечение
1.031	1.032		1.041	1.042		1.072	
1.131	1.132	1.132	1.141	1.142		1.172	
1.231	1.232		1.241	1.242	1.251	1.272	
1.331	1.332		1.341		1.351	1.372	
1.431	1.432	1.432	1.441			1.472	1.472
1.531	1.532	1.532		1.542		1.572	

## Основные типы гибких соединений и компенсаторов

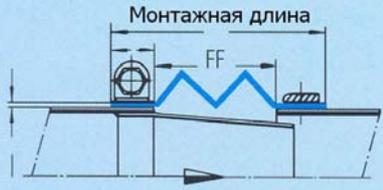
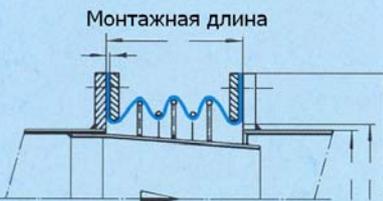
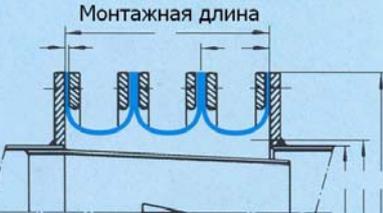
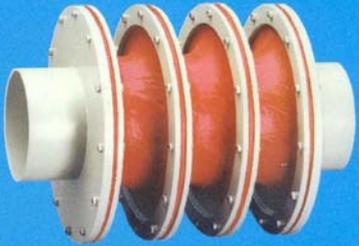
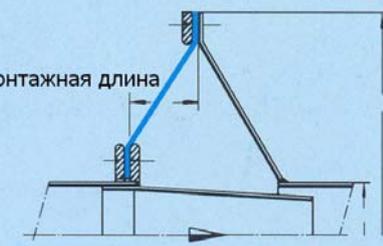
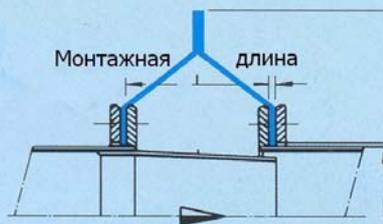
Представленные типы компенсаторов, имеющие идентичную конструкцию и рассчитанные на одинаковые смещения, но выполненные из различных материалов, могут быть использованы для различных применений	Смещения в процентах от FF	Область допустимых рабочих температур, °С	Область допустимых рабочих давлений, атм	<b>Без фланцев</b>
<p>Тип 1.001</p> 	<p>Осевое 25 % Сдвиговое 10 %</p>	+ 180	+1	
		+500	±0,1	
<p>Тип 1.011</p> 	<p>Осевое 35 % Сдвиговое 15 %</p>	+ 180	+1	
		+500	±0,1	
<p>Тип 1.001 + 1.001/IS</p> 	<p>Осевое 25 % Сдвиговое 10 %</p>	+ 180	+1	
		+1000	±0,1	
<p>Тип 1.001/IS</p> 	<p>Осевое 35 % Сдвиговое 15 %</p>	+ 180	+1	
		+1000	±0,1	
<p>Тип 1.041 + 1.041/IS</p> 	<p>Осевое 35 % Сдвиговое 15 %</p>	+ 180	+1	
		+1000	±0,1	

Предлагаемая нами конструкция применима **только** для соединения, описанного в запросе.

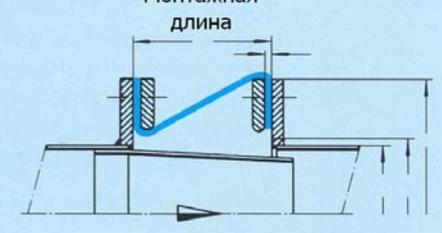
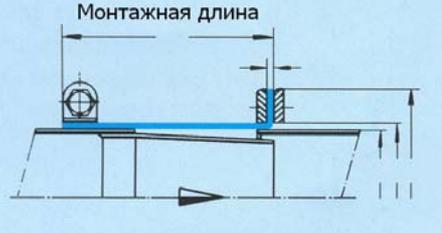
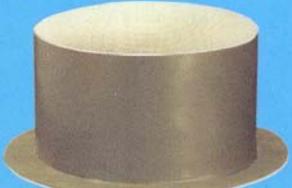
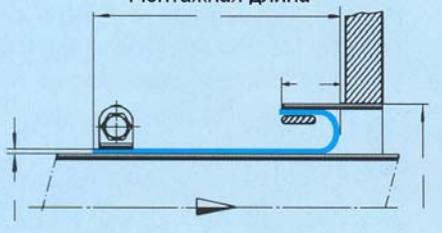
Представленные типы компенсаторов, имеющие идентичную конструкцию и рассчитанные на одинаковые смещения, но выполненные из различных материалов, могут быть использованы для различных применений	Смещения в процентах от FF	Область допустимых рабочих температур, °С	Область допустимых рабочих давлений, атм	<b>С фланцами</b>
Тип 1.201 	Осевое 25 % Сдвиговое 10 %	+ 180	+1	
		+500	±0,1	
Тип 1.211 	Осевое 35 % Сдвиговое 15 %	+ 180	+3	
		+500	±0,1	
Тип 1.251 	Осевое 70 % Сдвиговое 30 %	+ 180	- 0,5	
		+500	±0,1	
Тип 1.301 	Осевое 25 % Сдвиговое 10 %	+ 180	+1	
		+250	±0,1	
Тип 1.351 	Осевое 70 % Сдвиговое 30 %	+ 180	+5	
		+500	±0,1	

Предлагаемая нами конструкция применима **ТОЛЬКО** для соединения, описанного в запросе.

## Основные типы гибких соединений и компенсаторов

Представленные типы компенсаторов, имеющие идентичную конструкцию и рассчитанные на одинаковые смещения, но выполненные из различных материалов, могут быть использованы для различных применений	Смещения в процентах от FF	Область допустимых рабочих температур, °С	Область допустимых рабочих давлений, атм	<b>Для больших смещений</b>
<p>Тип 1.031/2</p> 	<p>Осевое 70 % Сдвиговое 30 %</p>	+ 180	+1	
		+400	±0,2	
<p>Тип 1.231/3</p> 	<p>Осевое 60 % Сдвиговое 30 %</p>	+ 180	+1	
		+400	±0,2	
<p>Тип 3.251</p> 	<p>Осевое 70 % Сдвиговое 20 %</p>	+ 180	-0,5	
		+500	±0,1	
<p>Тип 1.422</p> 	<p>Осевое 100 % Сдвиговое 10 %</p>	+ 180	+3	
		+500	±0,1	
<p>Тип 2.422</p> 	<p>Осевое 70 % Сдвиговое 10 %</p>	+ 180	+3	
		+500	±0,1	

Предлагаемая нами конструкция применима **ТОЛЬКО** для соединения, описанного в запросе.

Представленные типы компенсаторов, имеющие идентичную конструкцию и рассчитанные на одинаковые смещения, но выполненные из различных материалов, могут быть использованы для различных применений	Смещения в процентах от FF	Область допустимых рабочих температур, °С	Область допустимых рабочих давлений, атм	<b>Специальные конструкции</b>
Тип 1.012 	Осевое 80 % Сдвиговое 20 %	+ 180	+1	
		+500	±0,1	
Тип 1.022 	Осевое 50 % Сдвиговое 20 %	+ 180	+1	
		+500	±0,1	
Тип 1.421 	Осевое 30 % Сдвиговое 10 %	+ 180	+1	
		+250	±0,2	
Тип 1.101 	Осевое 25 % Сдвиговое 10 %	+ 180	+1	
		+500	±0,1	
Тип 1.072 	Осевое 80 % Сдвиговое 20 %	+ 180	+0,5	
		+500	±0,1	

Предлагаемая нами конструкция применима **только** для соединения, описанного в запросе.

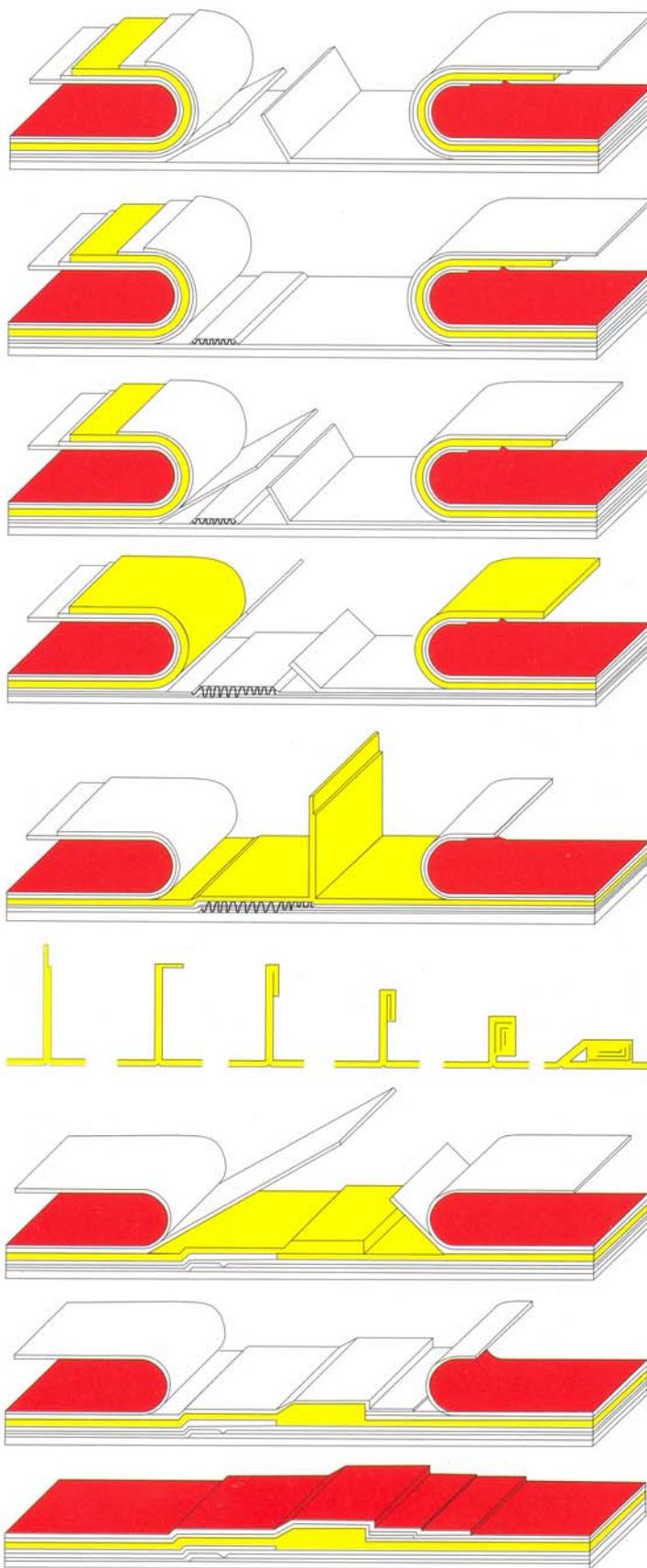
## Монтаж незамкнутых компенсаторов

Во многих случаях, как, например в компенсаторах с теплоизолирующим вкладышем и направляющим экраном, или в особых случаях, компенсатор поставляется незамкнутым и стыкуется на месте. Стыки отдельных слоев материала уже подготовлены для этой операции.

Монтаж незамкнутого компенсатора начинается от середины. Обе стороны полосы компенсатора закрепляют вблизи стыка. На горизонтальных участках монтажный стык должен находиться на верхней стороне соединения.

Закрытие отдельных слоев в стыке начинается изнутри. При этом все слои тканей и фольги по очереди кладут друг на друга и склеивают каждый слой в отдельности. При температуре среды до 250°C применяют специальные клеи фирмы Frenzelit, при более высоких температурах необходимо сшивать внутренние слои. Специальные термостойкие нити прилагаются. Последний слой перед изолирующей фольгой заклеивается. Важно на всех этапах точно соблюдать все указания по монтажу.

В зависимости от материала наружного слоя необходимо использовать соответствующие клеи или каучуки. Крепеж готового закрытого компенсатора необходимо затягивать равномерно. Через несколько часов после начала работы необходимо подтянуть элементы крепежа.



Закрытие стыка начинается изнутри, у корпуса трубопровода.

Слои ткани накладывают друг на друга и склеивают. При температурах свыше 250°C слои сшиваются.

Закрытие каждого следующего слоя ткани осуществляется аналогично. Стык дополнительно пришивается к предыдущему слою ткани.

Последний слой ткани перед изолирующей фольгой стыкуется аналогично и склеивается.

Закрытие изолирующей фольги требует особой тщательности. Сначала оба конца фольги подгоняются друг к другу. Более длинный конец фольги заворачивается на короткий, а потом оба конца крепко сворачиваются в скатку и укладываются на нижележащие слои.

В зависимости от конструкции после изолирующей фольги могут следовать 1 или 2 слоя ткани, концы которых накладываются друг на друга и склеиваются.

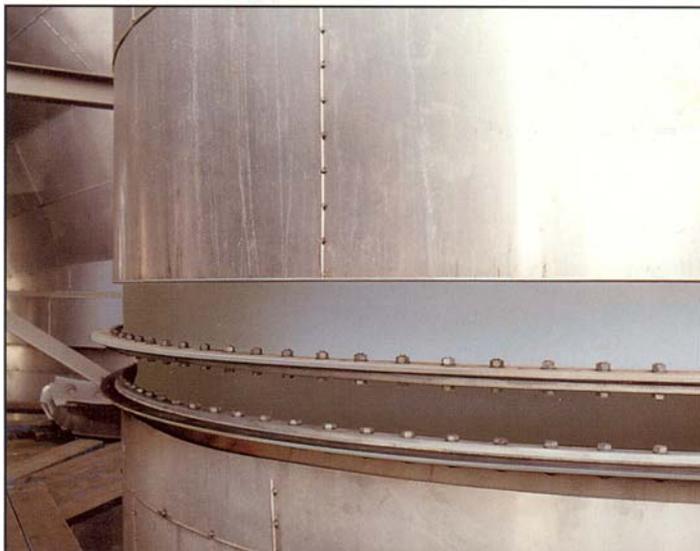
Готовый замкнутый стык изолируется тем же материалом, что и покрытие на последнем слое ткани (напр. силиконовый каучук). При наружном покрытии из тефлона (PTFE-Glastex) замыкание стыка проводят аналогично операциям с уплотнительной фольгой (см. выше).

## Эластомерные компенсаторы

Эластомерные компенсаторы компании Френцелит изготавливаются из резины на основе синтетического фторкаучука, обладающей исключительно высокой стойкостью к агрессивным химическим средам, в т.ч. при высоких температурах. Выдающиеся свойства этих материалов соответствуют особым строгим требованиям, предъявляемым к материалам для установок газоочистки:

- стойкость к статическим деформациям
- высокая стабильность механических свойств
- стойкость к окислям серы, серной кислоте и другим агрессивным химическим веществам
- стойкость к постоянной температурной нагрузке до 200 °С и выше
- хорошая морозостойкость

Армирование слоями isoGLAS, проволоки, novaTEX и их комбинациями обеспечивает прочность при высоких давлениях и при растяжении.



Эластомерные компенсаторы, установленные на газоходах установок газоочистки (проект компании Esmil International, Амстердам) ТЭЦ (600 МВт) в Ниймвегене.



# Продукция компании Френцелит



## **NOVATEC**

синтезированный графит с Кевларом®

## **novapress**

широкий спектр прокладочных материалов

## **novaphit**

терморасширенный графит для применения в особо жестких условиях

## **Технические Ткани**

шнур, оплетка, набивки, тесьма, ткани

## **ISOPLAN**

изолирующие маты для высокотемпературных применений

## **novaSEAL**

уплотнения паропроводов и котлов высокого давления

**Система  
Управления  
Качеством**

• DIN EN ISO 9001

**Система  
Экологического  
Менеджмента**

• DIN EN ISO 14001



 **Frenzelit**

Изоляция • Компенсаторы • Уплотнения