

РЕЗИНОКОРДОВЫЕ И ТКАНЕВЫЕ КОМПЕНСАТОРЫ

**Материал подготовлен техническим специалистом
инжиниринговой фирмы ООО «Кронштадт»**

Ковалевым В.И.

2008

Копирование, тиражирование и использование материалов
возможно только с письменного согласия ООО «Кронштадт»

Введение

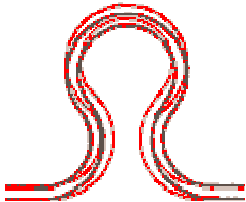
Инжиниринговая компания «Кронштадт» предлагает на рынке компенсаторы, соответствующие самым высоким стандартам качества: компенсаторы нестандартных размеров, для высоких температур, для коррозионной среды. ООО «Кронштадт» реализует резинокордовые и тканевые компенсаторы различных трубных размеров производства немецкой компании Ditec Dichtungstechnik GmbH.

Компенсатор – специальное инженерное устройство для возмещения или уравнивания влияния различных факторов на работу системы, машины или механизма. Трубопроводные системы с постоянной рабочей средой, как правило, подвергаются воздействию температурных расширений и давления, различного рода вибрациям, а также оседанию фундамента. Для устранения подобных негативных воздействий необходима установка гибких элементов, которые будут способствовать компенсации вибраций и предотвращению повреждений трубопроводных систем. Компенсаторы являются оптимальным решением в случаях, когда система трубопроводных линий не способна естественным образом компенсировать воздействие различного рода вибраций и температурных расширений. В этих случаях компенсатор берет на себя функцию гибкого звена в трубопроводной системе, снимая негативное воздействие вибраций и температурного расширения в трубопроводах во время эксплуатации.

История вопроса

Проблема компенсации растяжения и сжатия труб, подвергающихся перемещению под воздействием температуры, давления и внешних источников, в течение многих лет была предметом пристального внимания.

Наиболее простым способом является применение естественной компенсации за счет гибкости самого трубопровода с использованием при этом колен П-образной формы. П-образные компенсаторы применяются при надземных и канальных прокладках трубопроводов. Для них при надземной прокладке требуются дополнительные опоры, а при канальной – специальные камеры. Всё это приводит к значительному удорожанию трубопровода и вынужденному отчуждению зон дорогостоящей земли.



Типичная искусственная растягивающаяся сжимающая петля

Рис.1 - Первоначальные методы компенсации

Сальниковые компенсаторы – это скользящие, компенсирующие соединения, действующие по принципу простого телескопа. На заре их применения зазор между трубами заполняли пенькой, густо смазанной животным салом - поэтому набивка получила название «сальник», а компенсатор стали называть «сальниковым». Компенсаторы этого типа имеют ряд серьезных недостатков. С одной стороны, сальниковый компенсатор может обеспечить компенсацию любых по величине осевых перемещений. С другой стороны, сейчас не существует сальниковых уплотнений, способных обеспечивать герметичность трубопроводов с горячей водой и паром в течение длительного времени. В связи с этим требуется регулярное обслуживание сальниковых компенсаторов, но даже это не спасает от протечек теплоносителя. А поскольку при подземной прокладке теплопроводов для установки сальниковых компенсаторов требуются специальные камеры обслуживания, это значительно усложняет и делает более дорогим строительство и эксплуатацию теплотрасс с компенсаторами такого типа.

Линзовые компенсаторы - линзовые соединения, представляющие собой тарельчатые плоскости, сваренные по наибольшей окружности для образования «формы линзы». Линзовые компенсаторы применяются, в основном, на тепло-, газовых магистралях, водо- и нефтепроводах. Жесткость этих компенсаторов такова, что для их деформации требуются значительные усилия. Тем не менее, линзовые компенсаторы обладают весьма низкой компенсирующей способностью по сравнению с другими типами компенсаторов, к тому же трудоемкость их изготовления достаточно высока, а большое количество сварных швов (что вызвано технологией изготовления) снижает надежность этих устройств.

Сильфонные компенсаторы

Недостатки присущие вышеуказанным компенсирующим соединениям привели к развитию производства и применению сильфонных компенсаторов.

Компенсаторы этого типа не дают утечек и не требуют обслуживания. Сильфонные компенсаторы имеют малые габариты, могут устанавливаться в любом месте трубопровода при любом способе его прокладки, не требуют строительства специальных камер и обслуживания в течение всего срока эксплуатации. Срок их службы, как правило, соответствует сроку службы трубопроводов. Применение сильфонных компенсаторов обеспечивает надежную и эффективную защиту трубопроводов от статистических и динамических нагрузок, возникающих при деформациях, вибрации и гидроударе. Благодаря использованию при изготовлении сильфонов высококачественных нержавеющей сталей, сильфонные компенсаторы способны работать в самых жестких условиях с температурами рабочих сред от «абсолютного нуля» до 1000°C и воспринимать рабочие давления от вакуума до 100 атм., в зависимости от конструкции и условий работы.

Самые первые модели сильфонных компенсаторов были однослойными, толщиной до 15 мм. Материал компенсаторов представлял собой, как правило, либо чистую сталь, либо ее сплавы. Подобные компенсаторы имели только осевой рабочий ход, и соответственно могли компенсировать исключительно осевые смещения, вызывая при этом огромные реакционные силы. Кроме этого, подобные компенсаторы были очень тяжелыми и занимали много места.

Основной частью сильфонного компенсатора является сильфон - упругая гофрированная металлическая оболочка, обладающая способностью растягиваться, изгибаться либо сдвигаться под действием перепада температур, давления и другого рода изменений.

Сильфон компенсатора производится как из одного, так и из нескольких слоев нержавеющей стали. Количество и толщина витков на сильфоне зависят от рода и типа вибраций, которые предстоит компенсировать, а также от силы давления, которой будет подвергнут компенсатор. Сильфоны современных компенсаторов состоят из нескольких тонких слоев нержавеющей стали, которые формируются при помощи гидравлической или обычной прессовки. Производство многослойных компенсаторов позволило решить проблему соотношения толщины материала и гибкости сильфона. Срок эксплуатации компенсатора напрямую зависит от толщины используемого материала - чем толще материал, тем меньше срок эксплуатации. Многослойные компенсаторы сохраняют необыкновенную гибкость сильфона при необходимой толщине материала. Для того чтобы достичь наибольшей гибкости компенсатора, сильфон производится из довольно тонкого материала. Способность компенсировать механические и температурные расширения и вибрации, возникающие в процессе эксплуатации трубопроводных систем напрямую зависит от гибкости сильфона, поэтому гибкость является неотъемлемым элементом компенсатора.

Стальные сильфонные компенсаторы изготавливаются со следующим параметрами:

Условный диаметр от 40 до 6000 мм.

Температура: От -270°C до +600°C. Давление: От абсолютного вакуума до 100 бар.

Между собой они различаются по таким параметрам как размеры, давление и типы смещений в трубе (осевые, сдвиговые и угловые).

На основании данного критерия компенсаторы выделяют осевые, сдвиговые, угловые (поворотные) и универсальные.

Учитываемые факторы

Компенсатор - высоко технологичный продукт. По причине того, что компенсатор должен работать под воздействием давления и иных побочных факторов, корректный выбор конструкции является одним из важнейших аспектов.

Проточная проводящая среда в трубопроводных системах часто провоцирует возникновение различного рода вибраций. Подобные вибрации являются результатом многих факторов, в том числе следующих:

- Температурные расширения
- Давление
- Вибрации
- Смещения
- Оседание фундамента

- Вибрации, вызванные иными элементами трубопроводных систем

Давление

Проектирование элементов сиффона частично зависит от давления, применяемого в трубопроводе. Важно знать проектное, рабочее и пробное давление, которому будет подвергаться сиффон. Давление должно обязательно приниматься в учет при расчете толщины сиффона, а также соединений компенсатора. Чем выше давление, тем толще должен быть материал сиффона. Обычно этот элемент проектируется для эксплуатации при более высоком давлении, чем проектное или рабочее давление, за исключением условий испытаний, когда давление испытаний должно быть в 1,5 раза больше рабочего давления. В этой ситуации сиффон имеет более высокое номинальное давление, чем должно быть для использования. На рис. 3 показан эффект действия давления на нитки сиффона, пытающегося разорвать сиффон в продольном направлении и по окружности.

Реактивная сила, обозначенная (F_s), относится к компенсатору с внутренним давлением. Давление равняется эффективной площади умноженной на рабочее давление (P_d). В то же время надо учитывать возможные смещения сиффона (F_a), равные постоянному коэффициенту жесткости (f_w) умноженному на смещение (e_x).

Суммарная сила вычисляется согласно нижестоящей формуле:

$$(F_x) = F_s + F_a = Dm^2 \times \pi \pi / 4 \times P_d + f_w \times e_x$$

Пример вычислений

Пример содержит следующие параметры:

DN 76,1 мм (диаметр трубы)

Давление: 8 бар

Пост. коэффициент жесткости: 230 N/mm

Смещение: 18 мм осевое

$$F_s = (76,1 - (2 \times 1,6))^2 \times \pi \pi / 4 \times 0,8 = 3337 \text{ N}$$

$$F_a = 18 \times 230 = 4140 \text{ N}$$

$$F_x = 3337 + 4140 = 7477 \text{ N}$$

Соответственно, труба должна удерживать нагрузку, равную 7500 N/ 750 кг.

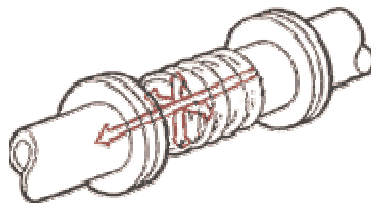


Рис. 2 - Эффект действия внутреннего давления на сиффонный компенсатор

Среда

Вид рабочей среды влияет на материал, используемый для производства сиффона, поскольку материал должен быть устойчивым по отношению к среде. В случае, если рабочая среда имеет тенденцию к затвердеванию или сгущению, должны быть приняты необходимые меры по предотвращению этого. Засорение сиффона отрицательно сказывается на его работе. Решением подобной проблемы может быть внутренний патрубок (гильза). Стандартный класс сиффонов изготавливается из нержавеющей стали марок 12X18Н10Т, 08X18Н10Т, 10X17Н13М2Т, которые применяются для разнообразных условий, но необходимо иметь в виду, что в коррозионной среде применяются сиффоны, выполненные из других материалов.

Смещения

Для определения смещений, образующихся в трубопроводной системе во время ее эксплуатации, необходимо определить удлинение трубопроводной системы, которое рассчитывается при помощи формулы:

$$\Delta L = L \times \Delta t \times \alpha$$

где

ΔL - удлинение (мм)

L - длина трубы (м)

Δt - разница температур ($^{\circ}\text{C}$)

α - коэффициент удлинения материала трубопровода (мм/м \times $^{\circ}\text{C}$)

Коэффициенте расширения нержавеющей стали равен 0,0163 мм/ (м \times $^{\circ}\text{C}$).

Пример вычислений

Вычисления основаны на 15-ти метровой трубе, имеющей температурные колебания от 10°C до 85°C . Температурное удлинение будет равно:

$$\Delta L = 15 \times (85 - 10) \times 0,0163 = 18,3 \text{ мм.}$$

Соответственно во время эксплуатации труба будет иметь удлинение равное 18,3 мм
Компенсирующая способность

Для того чтобы точно рассчитать компенсационные свойства компенсатора необходимо знать силу жесткости. Коэффициент жесткости обеспечивает сопротивление системы абсолютно таким же образом, как и сжимающаяся и распрямляющаяся пружина. Для того чтобы уменьшить силу жесткости и соответственно предотвратить повреждение компенсатора, ограничивается сила в крепежных системах. Уровень силы жесткости определяется при помощи коэффициента жесткости компенсатора.

Приведенный пример иллюстрирует уровень коэффициента жесткости компенсатора, установленного в 600-миллиметровой трубе. Осевой коэффициент сжатия - 275 N/мм. Если компенсатор отклоняется на 20 мм в осевом направлении, коэффициент жесткости, Кж будет равен:

$$Кж = 275 \times 20 = 5500 \text{ N (приблизительно 560 кг)}$$

Всегда важно помнить, что сильфон - живая конструкция, которая изменяет форму в зависимости от усилий, прикладываемых к нему. При известных факторах, таких как температура и коэффициент теплового расширения материала трубы можно рассчитать перемещение, воспринимаемое сильфоном. На рис.3 показано, как простой осевой сильфон перемещается в двух направлениях в зависимости от того, растягивается или сжимается трубопровод при изменении температуры, на рис.4 показана работа шарнирного сильфонного соединения изгиба трубопровода и схема опор.

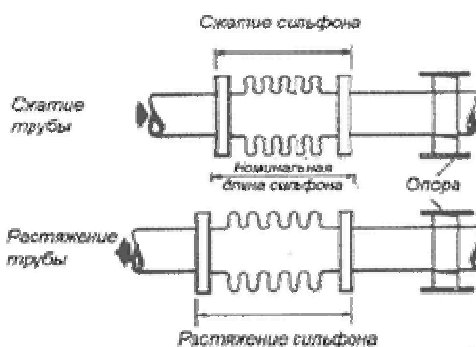


Рис.3 Работа осевого сильфона

Перемещение, вызываемое внешней физической силой, обязательно должно учитываться, так как оно может быть первым источником перемещения. Например, длинный трубопровод, смонтированный вдоль палубы судна, которая может прогибаться и давать осадку, или трубопровод, построенный в условиях вечной мерзлоты.

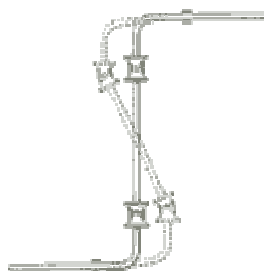


Рис.4 Работа шарнирного соединения

Вибрация

Вибрация в трубопроводе, причиной которой могут быть компрессоры, насосы или другое встроенное в трубопровод оборудование, должна быть учтена, а в некоторых случаях сильфоны используются там, где присутствует и вибрация, и тепловое расширение, - например, в соплах турбин могут иметь место и машинная вибрация, и тепловое расширение горячих турбинных корпусов. Вид вибраций определяется их частотой и коэффициентом колебаний. Вибрации являются важным параметром при расчетах, потому как срок эксплуатации сильфона может быть существенно сокращен, если сильфон не был спроектирован с учетом существующих вибраций.

Расчетная температура

Необходимо знать точную максимальную, минимальную и установочную температуру. Перепад температур также является важным фактором, поскольку оказывает существенное влияние на компенсационные свойства, и, соответственно, срок эксплуатации сильфонного компенсатора. Выбор материала также зависит от температуры, поскольку компенсатор должен выдерживать необходимые температуры. Температурные колебания могут выражаться в линейном расширении компенсатора, которое определяется следующим образом:

$$X = L \times (T1 - T2) \times H / 100$$

где X - удлинение

L - расстояние между пунктами закреплений

T1 - максимальная температура в трубопроводной системе

T2 - минимальная температура в трубопроводной системе

H - коэффициент расширения материала трубопровода

Пример вычислений:

Расстояние между пунктами закрепления составляет 90 м. Максимальная температура равна 170°C.

Минимальная температура -2°C. Коэффициент расширения нержавеющей стали равен 1,72. Необходимое осевое расширение X, таким образом:

$$X = 90 \times (170 + 2) \times 1,72 = 266,25 \text{ мм}$$

Расширение трубы может быть вычислено из расчетной температуры, что в последствии дает основу для вычислений расширения компенсатора.

Выбор конструкции компенсатора

Произведя расчет перемещений сильфона и выбирая тип сильфона, необходимого для монтажа, необходимо сделать конкретный выбор сильфона. из перечня изготавливаемых сильфонов.

Выбор компенсатора определяется указанием следующей информации

Тип компенсатора	Номинальный диаметр	Общее перемещение	Концевая арматура	Принадлежности
Определяет конструкцию и назначение компенсатора, а также рабочее давление, среды скорость среды, температура среды, .	Номинальный внутренний диаметр, который определяется в соответствии с внутренним диаметром трубы	Общее допустимое перемещение торцов компенсатора	Определяет вид концевой арматуры, Фланцы, патрубки, с разделкой кромок	Дополнительные принадлежности. – требуется направляющий патрубков; – требуется кожух; – требуется и патрубков и кожух

Словарь используемых терминов

Главная опора - это опора для трубопроводной системы, содержащей один или более сильфонов, которая размещается в следующих местах:

1. Там, где изменяется направление потока.
2. Между двумя сильфонными установками различного размера в одном прямоточном направлении.
3. У входа бокового ответвления в главный трубопровод, если это ответвление содержит сильфон.
4. Там, где закрывающий или ограничивающий давление клапан смонтирован в трубопровод между двумя сильфонными соединениями.
5. В глухом торце трубы.

Главная опора должна проектироваться так, чтобы выдержать усилия и перемещения, передаваемые на нее каждой секцией трубопровода, с которой опора соединена. Если главная опора установлена там, где изменяется направление потока, воздействие центробежной нагрузки, возникающей в отводе, должно быть учтено.

Промежуточная опора - это опора, которая разделяет трубопровод на индивидуальные растягивающиеся секции. Такая опора проектируется так, чтобы выдержать усилия и перемещения, прикладываемые на нее каждой трубопроводной секцией к которой она присоединена. В этом случае трубопроводные секции, содержащие сильфоны, могут воспринимать усилия и/или моменты, направленные на изгиб сильфонных установок плюс силы трения, возникающие из-за перемещения труб в направляющих. Нагрузка от давления воспринимается главными опорами или сильфонными конструкциями, такими как ограничительные стержни, связанные стержни, шарнирные ограничители, ограничители с подвеской и т.п.

Направляющая опора или скользящая опора- это такая опора, которая спроектирована для восприятия нагрузки в одном направлении, допуская движение в другом. Это может быть или главная или промежуточная опора, в зависимости от задуманного применения. Спроектированная для этой цели направляющая опора может функционировать также как трубная направляющая. При проектировании направляющей опоры сила трения, возникающая при скольжении, должна быть сведена к минимуму, что уменьшит нагрузку на трубу и оборудование и обеспечит правильное функционирование опоры.

Направляющая - это втулка или каркас, связанный с какой-либо жесткой частью установки, которые позволяют трубопроводу перемещаться только в одном направлении, т.е. вдоль оси трубы. Направляющие для осевого выравнивания труб первоначально спроектированы для восприятия только осевого перемещения.

Направленные трубные направляющие - это направляющие для осевого выравнивания труб, спроектированные для трубопроводов, перемещающихся свободно в одной плоскости и имеющие ограниченное перемещение в другой. Этот тип направляющих используется для восприятия перемещений в более, чем одной плоскости, как в трехвтулочной конструкции.

Сильфонная конструкция – конструкция , содержащая один или более сильфонных элементов, предназначенных для восприятия перемещений, вызванных тепловым расширением или сжатием в трубопровода или емкости.

Сильфонный элемент - гибкая мембрана сильфонного соединения, состоящая из одного или более гофров.

Гофра - самый мелкий эластичный элемент сильфона. Общее перемещение сильфона пропорционально числу гофров.

Ограничительные кольца - устройства вставленные в основание гофры, для ограничения внутреннего или наружного давления на сильфон. Ограничительное кольцо изготавливается из прочного стержня или трубки из нержавеющей стали или другого соответствующего сплава.

Наружный кожух - конструкция, защищающая наружную поверхность сильфона от повреждений посторонними предметами или от механических повреждений.

Внутренняя втулка - устройство, которое минимизирует вредное влияние от потока среды, проходящей сквозь сильфон, устанавливается при больших скоростях потока среды..

Стержни - это прутки, используемые для ограничения, как внутреннего давления, так и других сил на сильфоны. Связанные стержни могут также работать при необходимости как ограничительные упоры. Могут применяться различные конструкции, такие, как стержни, прутки или скользящие упоры. Отметим, что при правильном использовании ограничительных упоров, эти конструкции могут проектироваться на полную нагрузку от давления, хотя она воспринимается другими структурными конструкциями.

Фланцы сильфонных компенсаторов с фаской, подготовленной для сварки с подсоединяемым трубопроводом.

Фланцевые соединения, торцы сильфонных соединений, снабженных фланцами для сопряжения с фланцами присоединяемого трубопровода или оборудования.

Осевое сжатие - размерное укорочение сильфонной установки вдоль продольной оси.

Осевое растяжение - размерное удлинение сильфонной установки вдоль продольной оси.

Поперечный сдвиг - относительное смещение двух торцов сильфонной установки, перпендикулярное к продольной оси установки.

Угловое вращение - угловое смещение от прямолинейной позиции одной подсоединяемой поверхности сильфона относительно другой. Не путать с кручение вокруг продольной оси, которого нужно избегать. Иногда называют, поворотным или радиальным перемещением.

Шарнир – устройство, позволяющее сильфону иметь угловое перемещение и воспринимать внутреннее давления.

Поддерживающее кольцо – это цилиндр, прикрепленный к бортику сильфона для укрепления сварного соединения. сильфона.

Осевое давление – это усилие от наружного или внутреннего давления, действующее на сильфон и стремящееся растянуть или сжать сильфон (см. метод расчета).

Свободная длина - естественная длина конструкции без растяжения или бокового смещения.

Боковое смещение или сдвиг, полученный при соединении одного соединения к другому, что ограничивает максимально возможное перемещение сильфона.

Устойчивость - способность сильфона выдерживать внутреннее давление без разрушения витков.

Жесткость - усилие, требуемое для растяжения или сжатия сильфона

Резинокордовые компенсаторы (РКК)

Резиновый компенсатор представляет из себя гибкий компонент, наподобие металлического сильфонного компенсатора. Гибкая часть компенсатора произведена из натуральной или синтетической резины с текстильным, нейлоновым или металлическим армированием. Фланцевые соединения произведены из стали. Резинокордовые компенсаторы значительно продлевают срок эксплуатации трубопроводных линий и подсоединенного к ним оборудования путем компенсации температурных расширений и всевозможных вибраций. Помимо этого многие резиновые компенсаторы имеют великолепные звукоизоляционные свойства. Резиновый компенсатор в зависимости от конструкции может компенсировать различные смещения, среди которых следует перечислить следующие:

Осевое смещение – изменение длины трубопровода. Сильфон может либо сокращать, либо увеличивать свою длину в зависимости от вида смещений в трубопроводных линиях.

Сдвиговое смещение - параллельное смещение концевых элементов компенсатора, при котором один из концов будет смещен противоположно другому.

Параллельное смещение может проявляться в различных направлениях (в стороны, вверх/вниз и т.д.) Сдвиговое смещение называется также: сдвиговой боковой толчок, боковое отклонение, прямое отклонение и поперечное смещение.

Угловые смещения характеризуются однообразным расширением одной стороны сильфона и одновременным сжатием его противоположной стороны. Угловое смещение проявляется в смещении продольной оси компенсатора по отношению к его первичной позиции

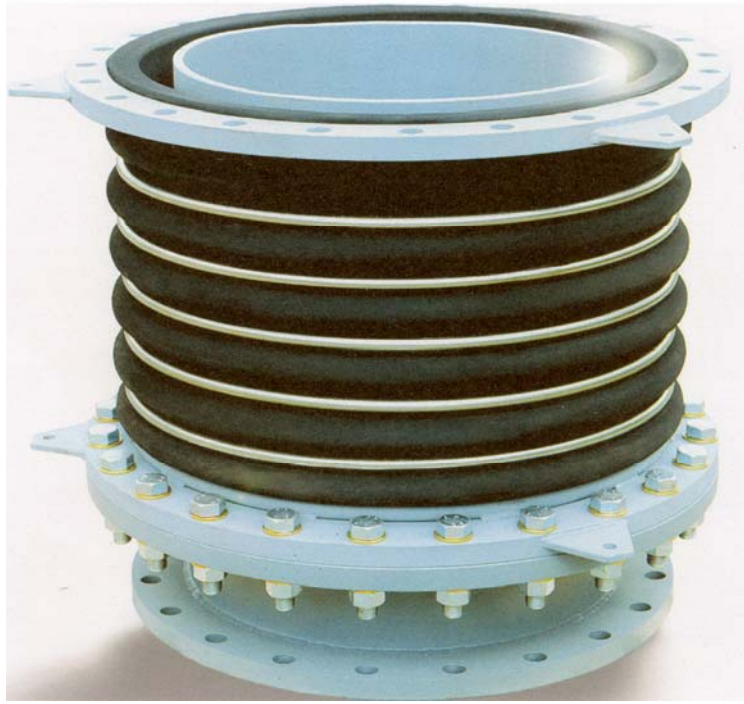
Резинокордовые компенсаторы изготавливаются из натуральной или синтетической резины. Материалы: EPDM, Perbunan NBR, Nypalon CSM, Chloroprene CR, Butyl IIR, Viton и т.д. Выбор материала зависит от эксплуатационных условий конкретного трубопровода. Резинокордовый компенсатор является герметичным и прочным по отношению к давлению. Сильфон резинового компенсатора производится из уплотняющего волокна.

Резиновые компенсаторы находят применение во многих отраслях промышленности по причине своих разнообразных свойств:

- Компенсация температурных расширений.
- Компенсация осевых, сдвиговых и угловых смещений.
- Звукоизоляционные свойства.
- Компенсируют неточности трубопроводных линий.
- Уменьшают ударную волну.
- Устойчивость по отношению к вакууму и давлению.
- Коррозионостойкость
- Надежность и безопасность
- Длительный срок эксплуатации
- Не требуют ухода
- Устойчивость по отношению к температурам
- Балансирует соотношение гибкости и давления

Резиновые компенсаторы находят свое применение в трубопроводах, вблизи насосного и компрессорного оборудования во многих отраслях промышленности:

- Электростанции и производственные предприятия.
- Целлюлозно-бумажная промышленность.
- Системы отопления и вентиляции.
- Судостроение.
- Системы очистки жидкого газа.
- Предприятия утилизации отходов.
- Очистные сооружения.
- Химическое производство.
- Metallургические комбинаты.
- НПЗ.





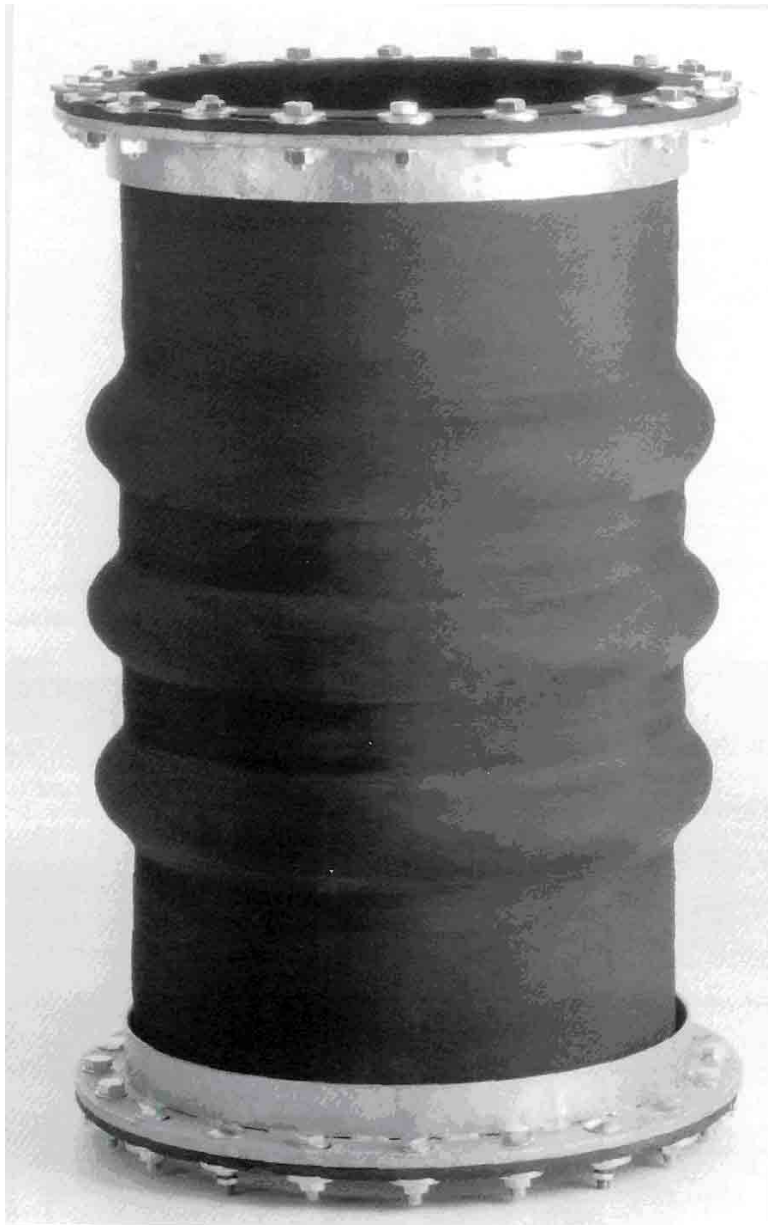


Рис. 4 Конструкции резинокордовых компенсаторов.

Материалы резинокордовых компенсаторов (РКК)

Каждый компенсатор или уплотнение проектируются индивидуально, в зависимости от среды, давления, температур и деформаций.

Из соответствующего каучука изготавливаются на вальцах фольги, которые затем покрываются слоем ткани. Из такого полуфабриката впоследствии по индивидуальному заказу производятся компенсаторы или уплотнения.

Последующая вулканизация и выдержка при высокой температуре гарантируют:

- абсолютное постоянство формы
- высокую эластичность
- высокую механическую прочность.

Для изготовления изделий находящихся внутри защитной оболочки применяется каучук совместно с силиконом. Этот материал имеет следующие свойства:

- долговечность до 40 лет
- устойчивость к облучению. После облучения дозой в 200 кГу такой материал все еще обладает способностью к относительному удлинению в 200%.
- не содержит галогенных веществ
- имеет длительную устойчивость от влияний температуры до 200°C

- компенсатор можно подвергать обработке дезактивационными растворами
- газонепроницаемость

Принадлежности - опорные фланцы, направляющие вставки и опорные кольца изготавливаются либо из углеродистых, либо легированных сталей.

Резинокордовые компенсаторы, изготовленные из резины E.P.D.M

Резина **E.P.D.M** представляет собой безопасный материал, не выделяющий в процессе эксплуатации вредных токсических веществ. Резина классифицируется, как материал B2, что означает «воспламеняемость нормальная» - после воспламенения резина **E.P.D.M** самозатухает через 17 секунд. Расчетный срок службы резинокордного компенсатора составляет 20 лет и не требует обслуживания и ремонта. В течение всего срока службы резинокордовый компенсатор выдерживает циклические смещения относительно первоначального положения при монтаже, кратковременные деформации осевого сжатия или удлинения, а также кратковременные деформации в боковом направлении. В случае особенно агрессивной коррозионной среды внутренняя обшивка изготавливается из флуоресцирующего эластомера или **P.T.F.E**- политетрафторэтилена. Выбор материала, строительная длина и форма компенсаторов координируется индивидуально с учетом параметров среды: температуры, давления, осевых, боковых и угловых перемещений и усилий.

Резинокордовый компенсатор (РКК) предназначен для снижения нагрузок на патрубки конденсатора турбины и опоры, присоединяемых к конденсаторам циркуловодов атомных и тепловых АЭС, снижения шума и вибраций в системах охлаждения различных производственных процессов. РКК допускает внезапное прекращение циркуляции жидкости, формирование вакуума и последующее резкое восстановление и сохраняет свою работоспособность и устойчивость после восстановления потока. Непрерывная безотказная работа РКК по своему прямому назначению гарантируется в течение всего срока службы без необходимости проведения технического осмотра и местного контроля. Коэффициент запаса прочности РКК составляет более шести по отношению к разрывному давлению. Критерием отказа (предельным условием) РКК является потеря герметичности резинокордового компенсатора. Коэффициент эксплуатационной готовности РКК составляет 0,995 согласно ГОСТ 27.002-89. Твердость по Шору А резины EPDM при поставке составляет $60^{\circ} \pm 5$

Резинокордовые компенсаторы для трубных проходок

Типичное применение резинокордового компенсатора – трубная проходка, проходящая через стену, когда каждая часть компенсатора должна быть изолирована одна от другой.

Компенсаторы такого типа применяются там, где труба проходит через стену или переборку, т.е. между отсеками судна и строительными конструкциями.

Проектные характеристики резинокордового компенсатор с одной или с несколькими компенсирующими волнами:

- используются для восприятия осевых, продольных и угловых деформаций
- индивидуальные проекты в зависимости от среды, температур и давлений
- с креплением через фланцы или с помощью плоской металлической ленты/стяжки
- с креплением в стык для применения при заменах имеющихся компенсаторов
- для холодных веток с барьерами от проникновения в них пара
- позволяют многократное применение на одном и том же проходе
- газонепроницаемость
- достаточна установка только с одной стороны стены или потолка/пола
- короткая монтажная длина

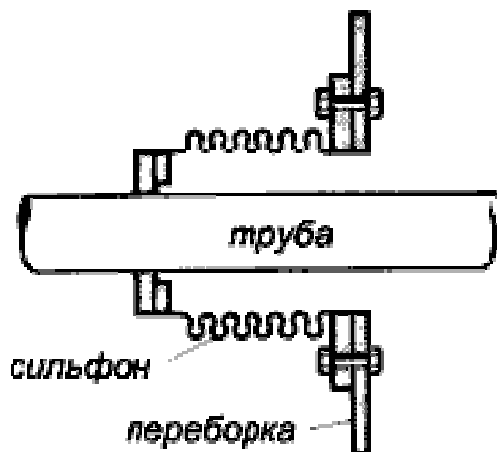


Рис. 6 Трубные проходки на стяжках

Компенсаторы для дренажных систем грунтовых вод

Проектные характеристики:

- исполнение с одной или несколькими компенсирующими волнами
- пригодны для восприятия осевых, продольных и угловых деформаций
- индивидуальные проекты в зависимости от температур и давлений
- с фланцевым креплением или посредством металлической ленты- стяжки
- также с креплением через тупой стык
- уплотнение трубопроводов, расположенных в почве и входящих в здания
- защита от затопления насосных станций, арматурных шахт и машинных помещений

Размеры

- номинальный диаметр до 4000мм
- монтажная длина - по согласованию, свободный выбор размеров и типа фланцев и отверстий под крепление.

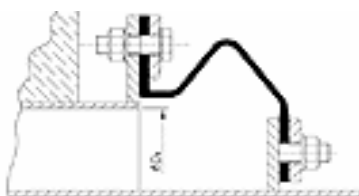


Рис. 7 Компенсаторы для дренажных систем грунтовых вод

Резинокордовые компенсаторы трубопроводов систем охлаждающей воды

Проектные характеристики:

- исполнение с одной или несколькими компенсирующими волнами
- пригодны для восприятия осевых, продольных и угловых деформаций
- индивидуальные проекты в зависимости от температур и давлений
- с полными торцевыми фланцами.
- трубопроводы охлаждающей воды в энергетических системах
- эластичное подсоединение ёмкостей
- соединение систем всасывания и напора насосных агрегатов

Размеры:

- номинальный диаметр до 4000мм
- строительная длина по согласованию
- свободный выбор размеров и типа фланцев и отверстий под крепление

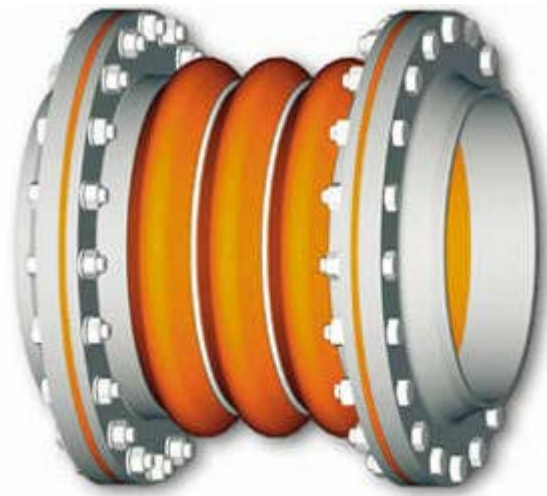


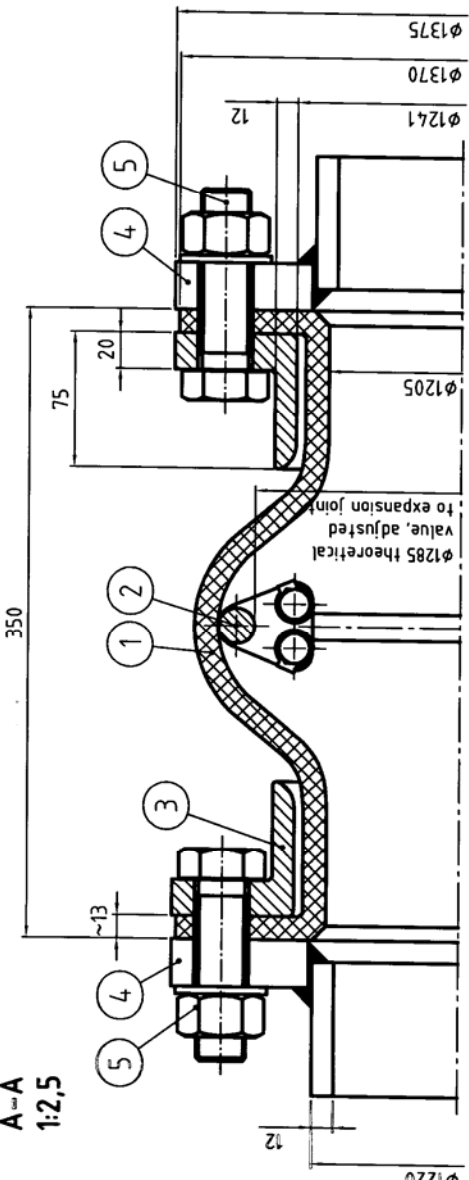
Рис. 8 Резинокордовый многоволновой компенсатор



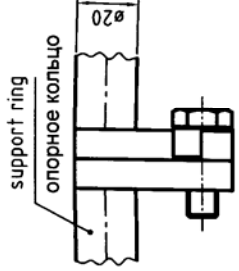
Рис. 9 Резинокордовый одноволновой компенсатор

В комплект поставки резинокордового компенсатора РКК как правило входят: готовая арочная перемишка (резинокордный элемент), включая смонтированное опорное кольцо, упорные фланцы силовые фланцы крепежные детали и прокладки,

A-A
1:2,5



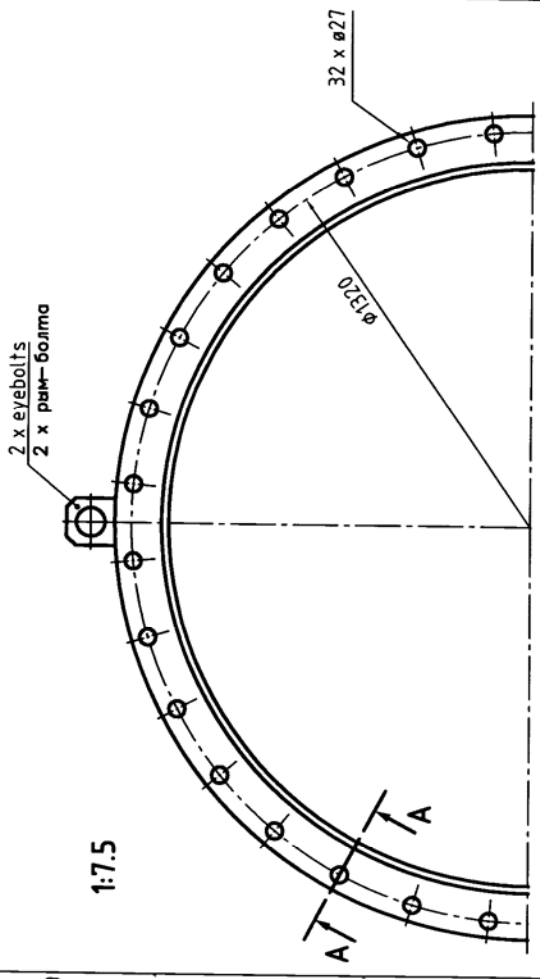
1:1,5
support ring
lock construction
конструкция
замка
опорного
кольца



label on circumference
ярлык на окружности

www.ditec-ht.de AB004668-11 DATE DN1200 DIN-PN2,5 DWG-NO. 2-5338-3 www.ditec-ht.de

1:7,5



5	40	bolt M24 болт М24	Комплект Atom Izhora	
4	2	response flange ответный фланец	Комплект Atom Izhora	
3	2	backing flange прижимной фланец	ditec	
2	1	support ring опорное кольцо	1.4539	
1	1	expansion joint компенсирующий стык	EPDM	
Pos. / Anz		Beschreibung description	Norm Abmessung standard dimension	Material material
operating conditions / условия работы				
medium / среда sea water / морская вода				
operation / режим design / проектный				
temperature температура	21 - 35 °C	31 °C	movements / перемещения axial compression/axial осевое сжатие / расширение	1,4 / 1,4 mm
overpressure исб. давление	2,02 bar	2,5 bar	lateral displacement боковое перемещение	± 1,13 mm
subpressure исб. давление	- -	1 bar	angular угловое	- -
23.11.05	Rickel	Rothenh.	part list modified	2
24.11.05	Rickel	Rothenh.	dimensions modified	1
10.11.05	Rickel	Rothenh.	first edition / первая редакция	0
date / дата	author / автор	class / класс	revision / редакция	code / код
The copying, distribution and utilization of this document as well as the communication of its contents to others without expressed authorization is prohibited. Offenders will be held liable for the payment of damages.				
rubber expansion joint type U1-1 - with support collar DN1200 PN2,5				
Kompanzation				
reference no. № реф.				
drawing no. № чертежа				
AG000277-1				
3-5338-2				
1/1				
sheet / page / стр.				
8				

ditec Dichtungstechnik GmbH
D-97318 Kitzingen
phone: (+49) 9321 23 0 70
www.ditec-ht.de

настоящее время использует систему качества, которая соответствует указаниям директивы для оборудования, работающего под давлением (97/23/ЕС), Приложение III, Модуль D. Расчет утвержден TÜV Süddeutschland .

Формула для разрывного давления:

$$P = \frac{1}{10} \cdot N \cdot Z \cdot F \cdot \left[\frac{\sin^2 A}{R1} + \frac{\cos^2 A}{R} \right],$$

где

P - разрывное давление (бар)

N – количество слоев корда

Z – плотность нитей – количество нитей на 1 см

F – разрывная прочность нитей

R – радиус арки (половина диаметра)

R1 – радиус гофра арки

A – угол профиля нитей

11. Испытания резинокордовых компенсаторов

Резинокордовые компенсаторы изготавливаются в соответствии с требованиями конструкторской документацией и техническими условиями. Производство резинокордовых компенсаторов проводится по планам качества, утвержденным техническим директором (директором по качеству) предприятия завода-изготовителя. Технологические процессы должны обеспечивать изготовление сильфонных компенсаторов в полном соответствии с требованием конструкторской документации и технических условий. Все детали и полуфабрикаты проходят входной контроль по процедуре входного контроля изготовителя. В процессе изготовления резинокордовых компенсаторов проводится операционный контроль каждой операции. Технологические процессы на сварку аттестованы в соответствии с утвержденной методикой. Сварщики аттестованы в соответствии с утвержденной процедурой. Сварочные материалы должны соответствовать требованиям спецификации на изготовление.

12. Методы испытания компенсаторов

Разрушающие испытания основных материалов для резинокордовых компенсаторов проводятся в соответствии с утвержденным методикам и аттестованными контролерами :

Испытание механических свойств основных материалов резинокордовых компенсаторов

- на растяжение,
- на ударный изгиб,
- на изгиб,
- испытание на межкристаллитную коррозию
- на исследования химического состава материала
- металлографическое исследование структуры основного металла
- на твердость

Неразрушающие испытания (контроль)

Неразрушающий контроль резинокордовых компенсаторов должен проводиться в соответствии с утвержденной методикой аттестованными контролерами.

Для проведения контроля применяются следующие методы.

- Контроль внешним осмотром и измерением. Контроль размеров компенсаторов (проводят при температуре окружающей среды.). Оценка результатов контроля проводится по утвержденным нормам и правилам
- Испытание компенсаторов на прочность проводится гидравлическим давлением $P_{пр}=1,5 P_{раб}$.



Рис. 10 Испытание компенсаторов на прочность

- В соответствии с инструкцией завода изготовителя в качестве испытательной среды используется питьевая вода . Продолжительность выдержки компенсатора под давлением – 30 минут. Появление течей и остаточных деформаций недопустимо.
- Методы неразрушающего контроля резинокордовых компенсаторов устанавливаются в конструкторской документации или при заказе.

Контроль изготовления компенсаторов проводится в соответствии с планом качества.

Конструктивные требования

Детали компенсаторов и уплотнений должны быть изготовлены из следующих материалов:

Фланец Присоединительный патрубок: Сталь 12МХ по ГОСТ 20072, Сталь 08Х18Н10Т по ГОСТ 5632, Сталь 20 по ГОСТ 1050, Сталь 10ХСНД по ГОСТ 5521,..Сталь 09Г2, 09Г2С по ГОСТ 5521.

Направляющий патрубок: Сталь 08Х18Н10Т по ГОСТ 5632

Карданное кольцо: Сталь 40Х по ГОСТ 4543 Сталь 08Х18Н10Т по ГОСТ 5632

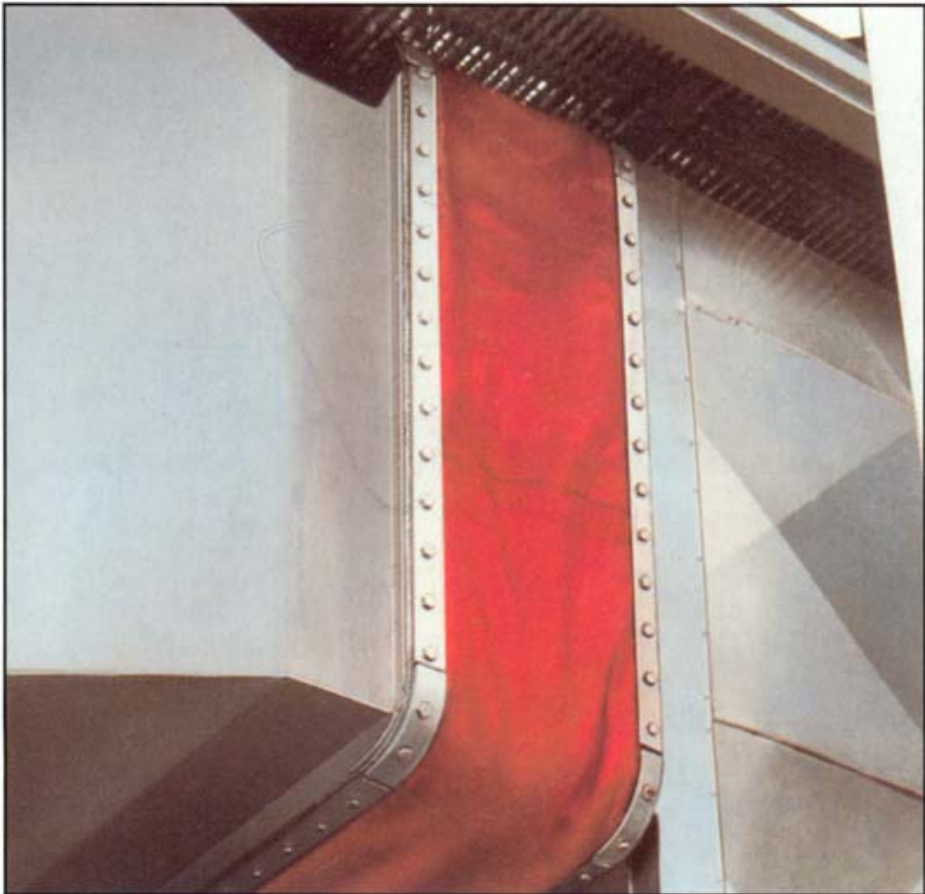
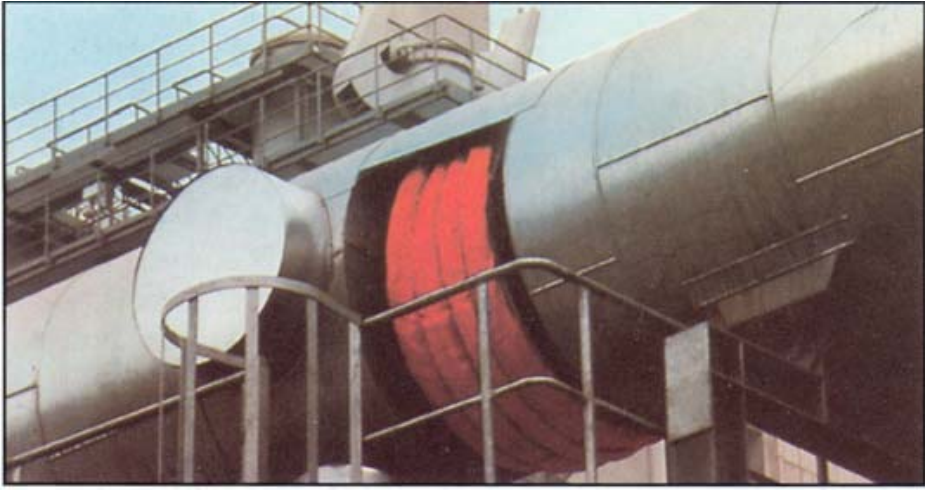
Кожух :Сталь 3 по ГОСТ 380 Сталь 08Х18Н10Т по ГОСТ 5632

12. Содержание плана качества при изготовлении резинокордовых компенсаторов

- Входной контроль полуфабрикатов для изготовления деталей компенсатора
- Входной контроль полуфабрикатов для изготовления сильфона
- Входной контроль сварочных материалов
- Аттестация процесса сварки
- Операционный контроль «Контроль сборки под сварку»
- Операционный контроль «Контроль процесса сварки
- Визуально-измерительный контроль
- Гидроиспытание
- Упаковка
- Консервация и комплектация.
-

13. Тканевые компенсаторы

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, сохранять герметичность 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 тканевых компенсаторах для герметизации используются термостойкие упругие синтетические материалы и ткани. Изготавливаются они на жестком металлическом каркасе, в котором закреплена тканевая вставка. 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 должны подбираться индивидуально для конкретного применения. Вся необходимая для монтажа металлическая арматура поставляется совместно с компенсатором.



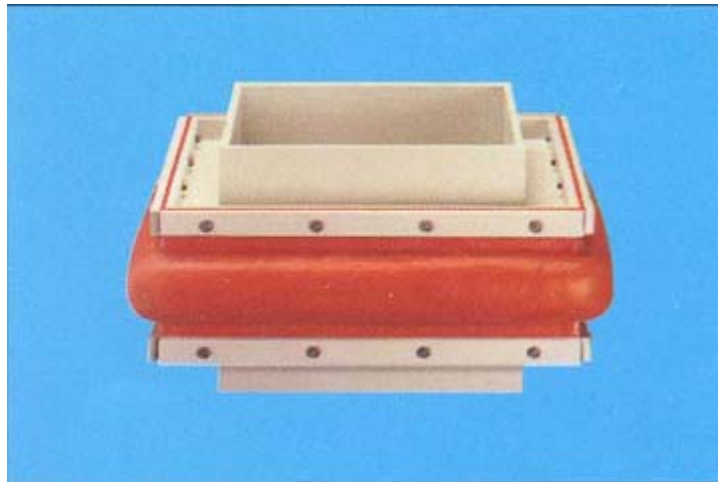


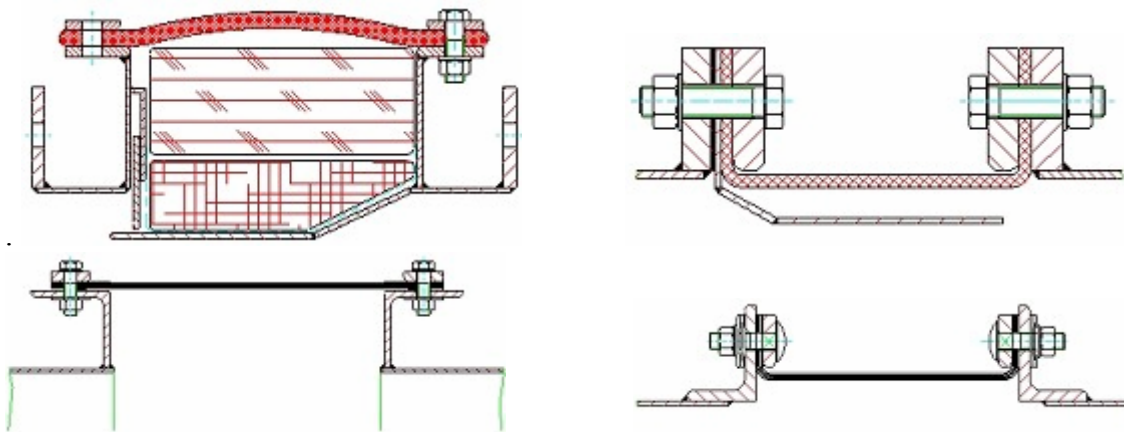
Рис. 10 Тканевые компенсаторы

Тканевые компенсаторы изготавливаются диаметром до **4 метров** и сделаны из синтетических материалов, стеклотканей, нержавеющей стали и керамических материалов и выдерживают температуру среды до **1000 град С**.

Компенсаторы имеют гладкую и устойчивую от износа внутреннюю поверхность.

Сохранение уплотняющих свойств и сопротивления к воздействию давления таких тканевых компенсаторов обусловлено их слоистой структурой стеклотканей с резиной, обладающей высокой устойчивостью по отношению к температуре и химикалиям.

Тканевые компенсаторы имеют гладкую и устойчивую от износа внутреннюю поверхность.



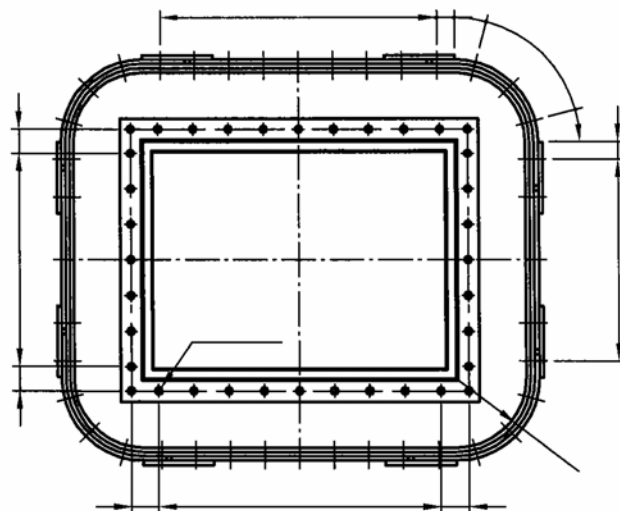
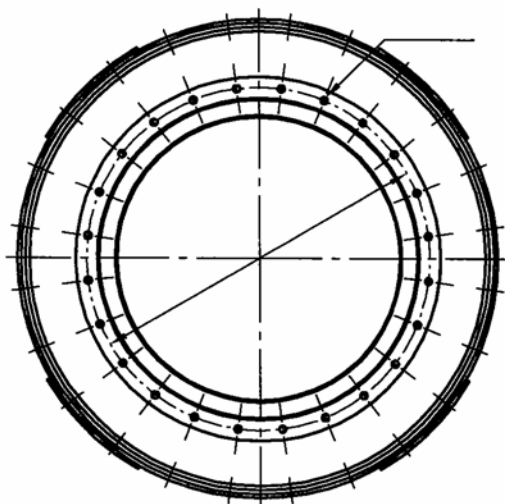
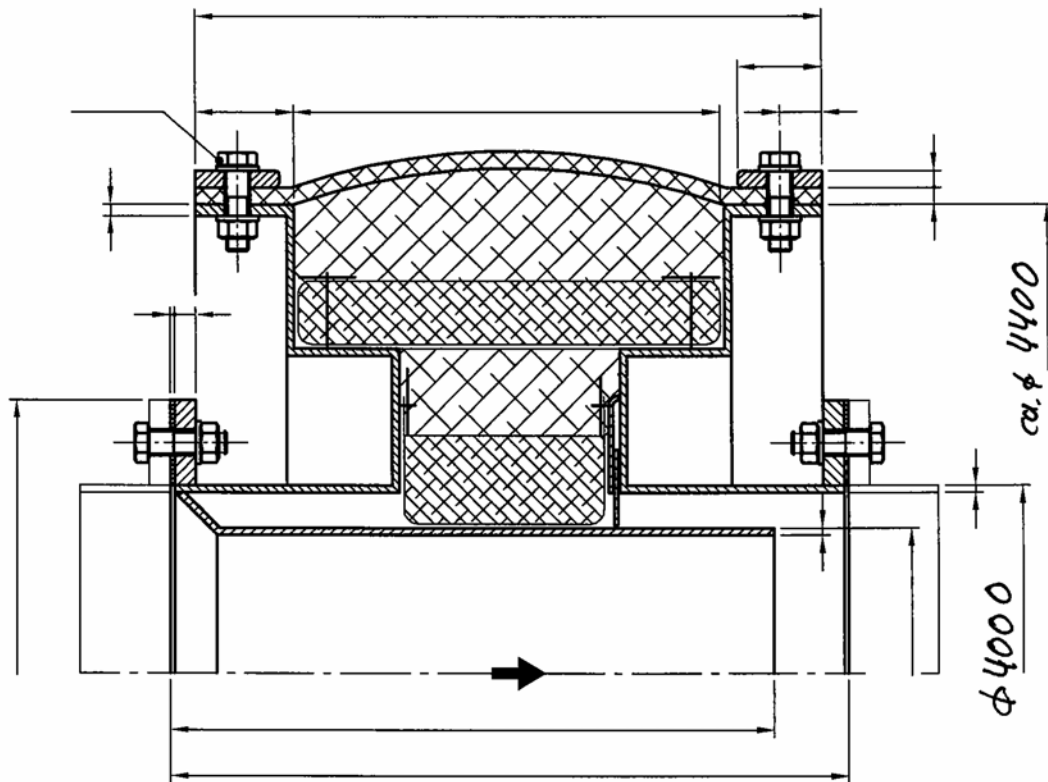


Рис.11 Конструкции тканевых компенсаторов

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

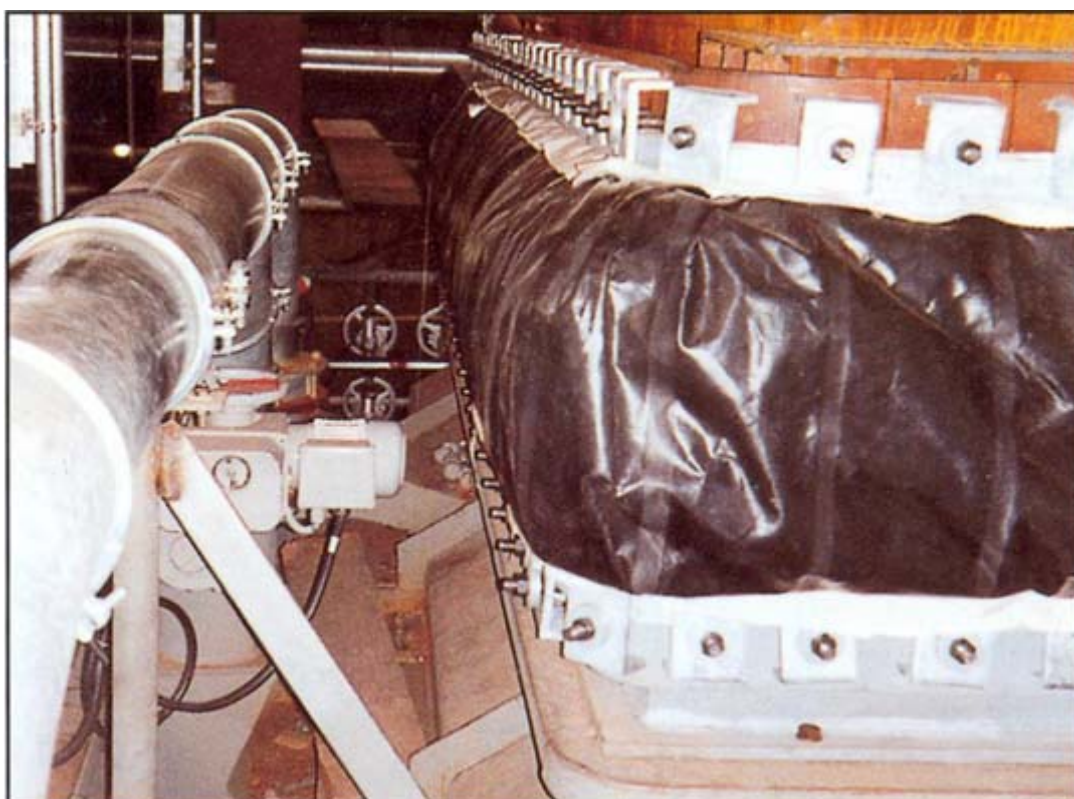
Рабочие температуры

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

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.



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 «утопленными» головками.

Межбортовое 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.

Тканевые компенсаторы подтвердили свои исключительные свойства в металлургическом производстве, на тепловых станциях, на цементных заводах, в технологиях транспортировки сыпучих материалов, на горно-обогажительных комбинатах, на агломерационных заводах, ТЭС и котельных на угольном топливе. Компенсаторы такого типа устанавливаются в следующих случаях:

- Воздуховоды и газоходы дымовых газов
- Компенсаторы и уплотнения на арматуре котлов
- Трубы пароперегревателя
- Воздухозаборники, воздухонагнетатели, горелки, вентиляторы
- Компенсаторы и уплотнения газоотводящих стволов дымовых труб
- Загрузочные воронки
- Уплотнения отсекаелей
- Угледробилки и угольные мельницы
- Виброагрегаты
- Компенсаторы на конфузоре и диффузоре (газовая турбина и котел-утилизатор)
- Отводы и газоходы дымовых газов
- Компенсаторы на дымовых трубах

Тканевые компенсаторы поглощают тепловые расширения, механические и акустические вибрации. Они предоставляют значительные преимущества и тем, что предотвращают передачу реактивных усилий на связанные с ним трубопроводы или оборудование и позволяют беспрепятственное перемещение технологических компонентов во всех направлениях.

Сохранение уплотняющих свойств сопротивления к воздействию давления таких тканевых материалов обусловлено слоистой структурой резины, образованной процессом формирования и обладающей устойчивостью к воздействию высоких температур и агрессивных сред.

Всегда, когда это возможно, в тканевых компенсаторах устанавливается направляющая вставка, которая защищает внутреннюю поверхность от износа и механических частиц, содержащихся в среде. При нормальных рабочих условиях тканевые компенсаторы гарантируют безотказную работу в течении **8000** часов или 24 месяца с даты установки.

Преимущества неметаллических компенсаторов перед металлическими в задачах тепловой энергетики:

- Монтаж и замена неметаллических компенсаторов существенно проще и дешевле чем металлических.
- Неметаллический компенсатор не вызывает распорных усилий в местах крепления. Воспринимаются значительные поперечные смещения.
- Неметаллический компенсатор не предаёт вибрацию дальше по трубе.
- Допускается ремонт неметаллических компенсаторов (временный, до замены).
- Неметаллический компенсатор нечувствителен к изменению присоединительных размеров, т.е. деформациям к соединяемой трубе (овальность и пр.) и оседанию фундамента/опор.

14. Монтаж компенсаторов

При монтаже резинокордовых компенсаторов следует избегать скручивания и изгибающих относительно продольной оси изделия нагрузок.

Не допускается их провисание от собственного веса, нагружение моментами или силами от собственного веса труб, арматуры и механизмов.

Резинокордовые и тканевые компенсаторы не должны краситься, так как растворители могут разрушить материал сильфонов.

Установка компенсаторов должна проводиться на расстоянии $4 \cdot D$ от направляющей скользящей опоры, где D - диаметр трубы.

Расстояние между первой и второй направляющей скользящей опоры не должно превышать $14 \cdot D$, расстояние между остальными направляющими скользящими опорами не может превышать $21 \cdot D$.

Когда требуется стабилизация труб, расстояние может быть уменьшено.

Компенсаторы, снабженные внутренними втулками, должны смонтированы с учетом правильной ориентации по отношению к направляющему потоку.

До проведения гидроиспытаний необходимо обратить особое внимание на отсутствие таких повреждений резинокордовых компенсаторов, как вмятины, следы от сварки, забоины и задиры.

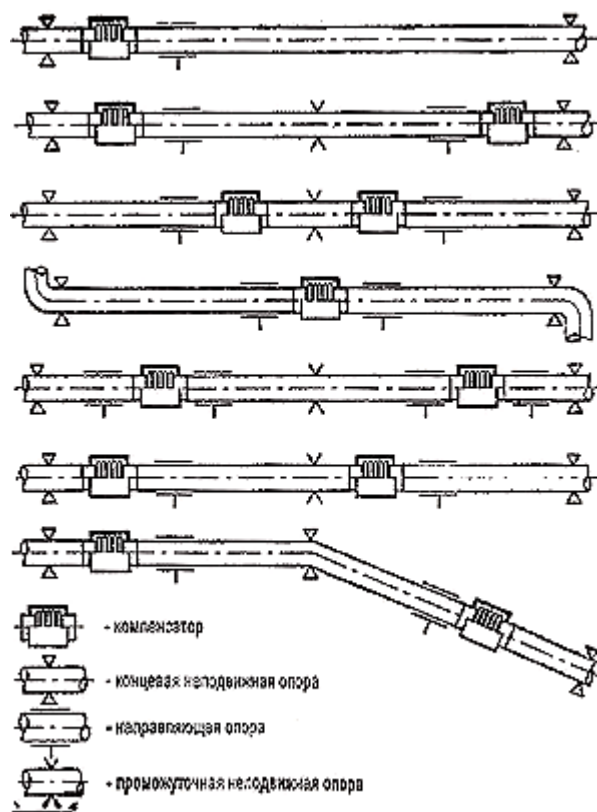


Рис. 11 Схемы установки компенсаторов

При выборе неподвижных опор должны учитываться следующие факторы:

- распорное усилие компенсатора;
- усилие жесткости компенсатора;
- трение в направляющих и скользящих опорах;
- величина центробежной силы, возникающей в перегибе трубопровода.

Расчет нагрузок на концевые и промежуточные неподвижные опоры при различных способах установки компенсаторов выполняется на этапе проектирования тепловой сети и приводится в специальной литературе.

Максимальное расстояние между неподвижными опорами труб определяется по формуле:

$$L_{\max} = \frac{0,9 \Delta}{a(t - t_{po})} \quad (1)$$

где 0.9 - коэффициент запаса, учитывающий неточности расчета и погрешности монтажа;
 Δ - компенсирующая способность компенсатора, мм ;
а - средний коэффициент линейного расширения трубной стали при нагреве от 0°С до t°С, мм/м °С;
t - расчетная температура сетевой воды в подающем трубопроводе, °С;
t_{ро} - расчетная температура наружного воздуха для проектирования систем отопления, принимаемая равной средней температуре воздуха наиболее холодной пятидневки по главе СНиП «Строительная климатология и геофизика», °С.

Компенсаторы не требуют обслуживания в процессе эксплуатации и относятся к классу неремонтируемых изделий, поэтому для них не требуется сооружения специальных камер, а при надземной прокладке - площадок для обслуживания.

Компенсаторы, как и весь трубопровод, подлежат теплоизоляции, которая должна устанавливаться на защитный кожух. Установка теплоизоляции на гофры сильфонов компенсаторов не допускается.

15. Уход за компенсаторами

Рекомендуется постоянно проводить визуальный и измерительный контроль, контроль за искривлением и прогибов сильфонов, контроль неустойчивости сильфонов. Направляющие элементы компенсатора, предназначенные для перемещения, должны проверяться на отсутствие защемления. Должны быть зафиксированы любые непредвиденные искривления и смещения, которые в свою очередь должны быть внимательно рассмотрены и оценены компетентными проектными органами. Компенсатор должен быть защищен от действия прямых солнечных лучей, не подвергаться высокому давлению, перекручиванию и загрязнению.

Референция

БЕЛОЯРСКАЯ АЭС Блок 4

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ на поставку резинокордных компенсаторов (РКК)

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Гофрированный резинокордный компенсатор (РКК) предназначен для снижения нагрузок на патрубки конденсатора турбины К-800-130 блока 4 Белоярской АЭС и опоры, присоединяемых к конденсаторам циркуляционных Ду 1600.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПОСТАВКИ

2.1. УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ В СООТВЕТСТВИИ С НАЗНАЧЕНИЕМ

2.1.1. В течение гарантийного срока службы гофрированный резинокордный компенсатор (РКК) должен сохранять работоспособность при параметрах,

2.1.2. Предмет поставки:

- 12 осевых компенсаторов без стяжек для компенсации осевых смещений
- 24 сдвиговых компенсатора со стяжками для компенсации только сдвиговых смещений.

2.1.3. В течение гарантийного срока службы в условиях работы при рабочих параметрах РКК должен выдерживать следующие циклические смещения относительно начального положения монтажа:

Осевые компенсаторы (чертеж №6248-0) без стяжек:	требуемые	допускаемые
- В осевом направлении растяжение/сжатие, мм	0/3	9/52 ;
- В поперечном направлении, мм	0	±23;
- Допустимый угол изгиба, °С	0	0.6;
Сдвиговые компенсаторы (чертеж 6249-0) со стяжками:		
- В осевом направлении, мм	0	0;
- В поперечном направлении, мм	±22	±25;
- Допустимый угол изгиба, °С	0	0.

Количество циклических смещений в соответствии с заданием.

2.1.4. Статическая жесткость РКК при различных давлениях приведена в таблице

Давление, МПа	0.10	0.15	0.25
Жесткость на сжатие, Н/мм	597	627	685
Жесткость на растяжение, Н/мм	896	941	1028
Жесткость на сдвиг, Н/мм	1109	1152	1238
Жесткость на изгиб, Н*мм/градус	3.60E+06	3.78E+06	4.13E+06

2.1.5. Эффективная площадь РКК, $S = 23371 \text{ см}^2$. Сила гидравлического распора при давлении P (МПа) определяется по формуле:

$$N_r = P * S * 10^{-2}, \text{ Н}$$

2.1.6. Скорость рабочей жидкости, м/с до 3

2.2 УСЛОВИЯ ЖИВУЧЕСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ К ВНЕШНИМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

2.2.1 РКК допускает внезапное прекращение циркуляции жидкости, формирование вакуума и последующее резкое восстановление и сохраняет свою работоспособность и устойчивость после восстановления потока.

2.3 УСЛОВИЯ СОХРАНЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ

2.3.1 Непрерывная безотказная работа РКК по своему прямому назначению гарантируется в течение всего гарантийного срока службы без необходимости проведения технического осмотра и местного контроля.

2.3.2 Коэффициент запаса прочности РКК составляет более шести по отношению к разрывному давлению (см Приложение С).

2.3.3 Критерием отказа (предельным условием) РКК является потеря герметичности.

2.4 ЭКСПЛУАТАЦИЯ И УДОБСТВО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

2.4.1 Коэффициент эксплуатационной готовности РКК составляет 0,995 согласно ГОСТ 27.002-89.

2.4.1.1 Твердость по Шору А резины EPDM при поставке составляет $60^\circ \pm 5^\circ$. Компенсаторы следует заменить при твердости 85° .

2.4.1.2 Расчетный срок службы резинового элемента РКК – 20 лет при параметрах, указанных в Приложении А.

2.4.2 РКК в течение всего гарантийного срока службы не нуждается в обслуживании.

2.4.3 РКК не подлежит окрашиванию.

2.5 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

2.5.1 Согласно классификационному обозначению ОПБ-88/97 РКК относится к оборудованию 4 класса безопасности

2.6 КОМПЛЕКТАЦИЯ ИЗДЕЛИЯ

2.6.1 В комплект поставки фирмы «Ditec» входят (для одного компенсатора):

- 1) готовая арочная перемычка (резинокордный элемент), включая смонтированное опорное кольцо,
- 2) упорный фланец – 2 штуки (соответствует типу компенсатора),

- 3) стяжки – 8 комплектов (для сдвигового компенсатора);
- 4) запасные детали (опция, необходимость поставки определяется контрактом);
- 5) документация:

- паспорт изготовителя, включающий в себя:
 - инструкции по транспортировке, хранению и консервации;
 - характеристики (в состоянии после изготовления);
 - результаты испытаний;
 - план качества;
- сертификаты на использованные применяемые материалы, включая технические свойства;
- сборочные чертежи компенсаторов.

2.7 РАСЧЕТ РЕЗИНОКОРДНОГО КОМПЕНСАТОРА (РКК)

2.7.1 Определение расчетного давления выполняется в соответствии с директивой для оборудования, работающего под давлением (PED) 97/23/EG. Компания ditec Dichtungstechnik GmbH внедрила и в настоящее время использует систему качества, которая соответствует указаниям директивы для оборудования, работающего под давлением (97/23/EG), Приложение III, Модуль D. Расчет утвержден TÜV Süddeutschland (см. Приложение O).

2.8 МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ РЕЗИНОКОРДНОГО КОМПЕНСАТОРА (РКК)

2.8.1 РКК изготовлен из этилен-пропилен-диен-мономерного синтетического каучука с кордным армированием, а незакрепленное внутреннее опорное кольцо заводской сборки - из нержавеющей стали, **DIN № 1.4539**. Материалы устойчивы к воздействию химических компонентов воды Белоярского водохранилища, (см. Приложение B).

2.8.2 Наружный слой РКК пригоден для эксплуатации в условиях помещения машинного зала (UMA) (см. Приложение A).

2.8.3 Твердость по Шору (A) этилен-пропилен-диен-мономерного синтетического каучука на момент поставки составляет $60^{\circ} \pm 5^{\circ}$. В комплект поставки входят два устройства для измерения твердости по Шору на всю заказываемую партию

2.8.4 Резина EPDM представляет собой безопасный материал. В процессе эксплуатации РКК она не выделяет вредных и токсических веществ. Резина соответствует требованиям стандарта DIN 4102-1 и классифицируется как материал B2, что означает «воспламеняемость нормальная». После воспламенения резина EPDM при нормальных условиях при отсутствии внешнего воздействия затухает через 17 секунд (См. Приложение L).

2.8.5 Материал стяжек (для сдвигового компенсатора), фланцев – углеродистая сталь с защитным антикоррозионным покрытием.

2.9 ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ РЕЗИНОКОРДНОГО КОМПЕНСАТОРА

2.9.1 Компенсаторы **DN1600 PN1,5** устанавливаются в циркуляционные трубопроводы в собранном виде, в том числе с ответными фланцами. Ответные фланцы изготавливает ООО «Кронштадт», который проводит контрольную сборку компенсаторов. На каждом подающем и сливном циркуляционном трубопроводе устанавливаются по 2 сдвиговых и 1 осевой компенсатор.

Для всех компенсаторов разделка патрубков ответных фланцев под приварку трубопроводов выполняется по ОСТ 34-42-695-84 «Соединения сварные стыковые». Тип шва 1-16 (С-17).

2.9.2 Расстояние между трубными (ответными) фланцами составляет 350 мм. Отверстия трубных фланцев соосны (их оси параллельны). Технологическая длина компенсатора составляет 350 мм.

2.9.3 РКК относится к типу UI-1, что означает фланцевый компенсатор с одной арочной перемычкой.

2.9.4 Основные размеры комплекта поставки DITEC резинокордового элемента,

Осевой компенсатор:

	<u>DN1600 PN1,5</u>
№ чертежа	6248-0
Внутренний диаметр, мм:	Ø 1605
Наружный диаметр фланца, мм:	Ø 1785
Диаметр окружности центров отверстий, мм:	Ø 1730
Количество отверстий:	40 × Ø 30
Технологическая длина, мм:	350
Монтажная длина, мм:	350
Толщина фланца РКК, мм:	15±2
Количество стяжек	нет
Общая масса (РКК), кг/шт.:	285±10

Сдвиговые компенсаторы:

	<u>DN1600 PN1,5</u>
№ чертежа	6249-0
Внутренний диаметр, мм:	Ø 1605
Наружный диаметр фланца, мм:	Ø 1785
Диаметр окружности центров отверстий, мм:	Ø 1730
Количество отверстий:	40 × Ø 30
Технологическая длина, мм:	350
Монтажная длина, мм:	350
Толщина фланца РКК, мм:	15±2
Количество стяжек	8 x M30
Общая масса (РКК), кг/шт.:	485±10

2.10 ЗАВОДСКОЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ

2.10.1 Указанное заказчиком количество РКК будет подвергнуто изготовителем испытанию избыточным давлением в заводских условиях на установке для гидравлических испытаний (см. **Приложение Е**).

2.10.2 Испытательное давление составляет 2,5 бар (манометрическое) (1,5 × расчетное давление). В качестве контрольной среды выступает вода. Продолжительность испытания - 30 минут.

2.10.3 Визуальный осмотр на предмет утечек и недопустимых деформаций. Документация - протокол испытаний на каждый испытанный РКК в соответствии с **Приложением F**.

2.11 МАРКИРОВКА РЕЗИНОКОРДНОГО КОМПЕНСАТОРА (РКК)

В состав маркировки каждого РКК входит заводской номер (например, 1.1234 / 1.1), дата изготовления (например, 10/2007), размер (например, DN1600 PN1,5), № черт. и марка изготовителя (адрес компании ditec).

2.12 УПАКОВКА, МАРКИРОВКА, ОБРАБОТКА И ХРАНЕНИЕ

2.12.1 Упаковка изготовлена исключительно из термически обработанной клееной фанеры, и поэтому карантинный сертификат не требуется. Один ящик предназначен для упаковки 3 РКК, разделенных, промежуточным днищем с ребрами жесткости для транспортировки вместе с предварительно установленными опорными кольцами.

2.12.2 Каждый РКК для транспортировки морем упаковывается с силикогелевым осушителем внутри. Упаковка обеспечивает защиту поставляемых изделий в течение 24 месяцев. По вскрытии упаковки после транспортировки морем силикогелевый осушитель необходимо заменить.

2.12.3 Приблизительные размеры ящика: 2,0 x 2,0 x 1,5 м (длина x ширина x высота). На один ящик разрешается устанавливать сверху другой ящик, но не более одного.

2.12.4 Международные стандарты на обработку и отгрузку отчетливо обозначены на каждом ящике. Адрес поставки, размеры, масса и специальные маркировки обозначены на металлических табличках. Металлические таблички заранее крепятся на двух смежных стенках ящиков.

2.12.5 РКК следует держать в ящиках вплоть до установки. Хранить ящики на площадке под крышей или, по крайней мере, под брезентовым покрытием для защиты от воздействия атмосферных осадков. Более подробную информацию смотрите в прилагаемых "Инструкциях по хранению, установке и техническому обслуживанию резиновых компенсаторов" в **Приложении G**.

3 УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

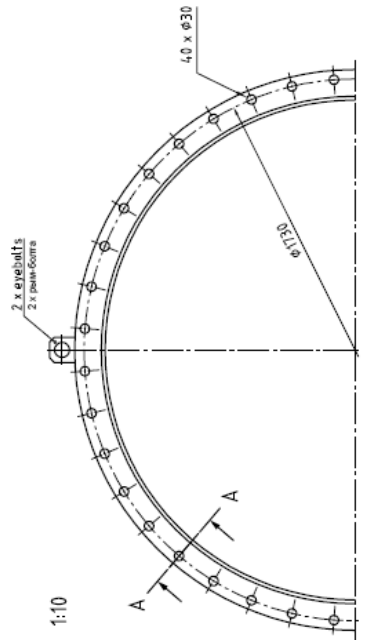
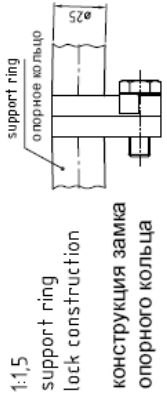
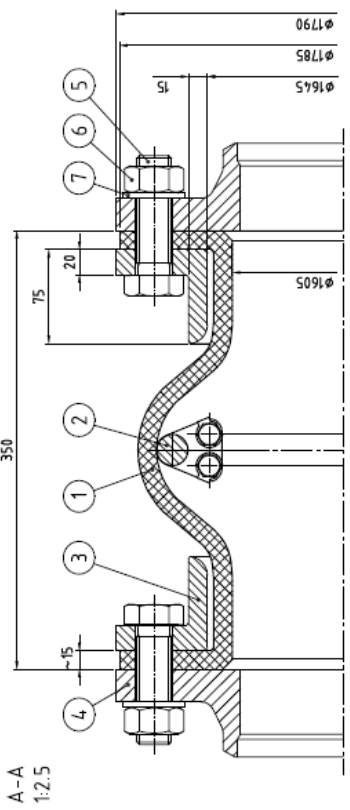
3.1 РКК должны поставляться в соответствии с требованиями, предъявляемыми к системе обеспечения качества стандартом ISO 9001: 2000 (см. **Приложение H**). Процедуры обеспечения качества предполагают наличие Таблицы Содержания (**Приложение I**) и Программы приемочного контроля качества (**Приложение J**) для каждого РКК.

3.2 Предварительное условие Поставщика для начала поставки РКК на АЭС - получение разрешения в соответствии с КТА 1401 (**Приложение K**).

3.3 Критерии проектирования и расчета должны соответствовать директиве для оборудования, работающего под давлением PED 97/23/EC (см. пункт 2.7).

4 ГАРАНТИЯ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Гарантия истекает через 12 месяцев с даты предварительной приемки 4 блока БН-800 Белоярской АЭС, но не позднее чем через 60 месяцев с даты поставки с завода-изготовителя.



no.	part name	material
7	nut	galvanized
6	hexagon nut	galvanized
5	hexagon head bolt	galvanized
4	response flange	5235 R 30 H
3	support ring	14.539
2	support ring	EPDM
1	flange	standard diameter

no.	part name	material
8	rubber expansion joint	EPDM
9	flange	standard diameter
10	nut	galvanized
11	hexagon nut	galvanized
12	hexagon head bolt	galvanized

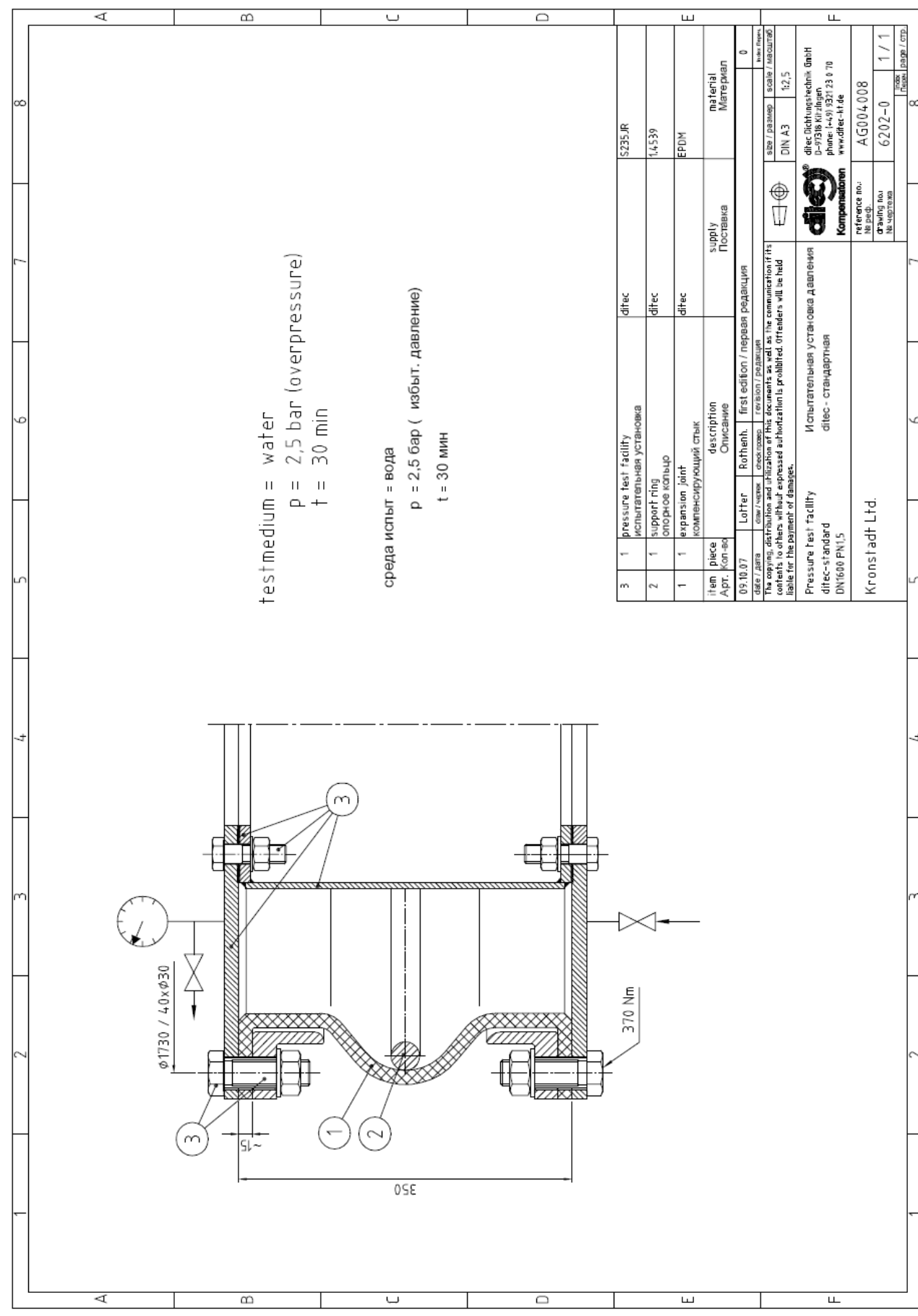
Helostat ac, dflac quality plan ISO 9001:2000
 max. tightening torque: 370 Nm
 see also Maintenance Instruction Table "Tightening torques"
 макс. крутящий момент: 370 Nm
 см. также Руководство по техническому обслуживанию, таб.
 "Крутящие моменты"

Kronstadt Ltd.



Helostat ac
 phone: +41 78 73 8 78
 email: info@helostat.ac

Helostat ac
 AG 0004/008
 6248-0
 1/1



test medium = water
 p = 2,5 bar (overpressure)
 t = 30 min

среда испыт = вода
 p = 2,5 бар (избыт. давление)
 t = 30 мин

3	pressure test facility испытательная установка	diftec	S235JR
2	support ring опорное кольцо	diftec	1.4539
1	expansion joint компенсирующий стык	diftec	EPDM
item piece Арт. Кол-во	description Описание	supply Поставка	material Материал
09.10.07	Lofter	Rothenh.	first edition / первая редакция
09.10.07	09.10.07	09.10.07	09.10.07
The content, definition and revision of this document is valid as the compilation of it contents to others without express authorization is prohibited. Offenders will be held liable for the payment of damages.			
Pressure Test Facility diftec-standard DN1600 PN15		Испытательная установка давления diftec - стандартная	
Kronstadt Ltd.		diftec Dichtungstechnik GmbH D-97518 Kitzingen phone: (+49) 9327 23 0 70 www.diftec-kt.de	
reference no.: № реф.:		AG004.008	
drawing no. № чертежа		6202-0	
sheet / page / стр.		1 / 1	

АЭС „КУДАНКУЛАМ“
Блоки 1, 2

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ
на поставку резинокордных компенсаторов
(РКК)

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Гофрированный резинокордный компенсатор (РКК) предназначен для компенсации избыточного давления, напряжений и теплового расширения трубопровода системы питания эжектора рыбоотвода рыбозащитных сооружений АЭС Куданкулам. Резинокордные компенсаторы устанавливаются на напорных трубопроводах номинальным внутренним диаметром 1200 мм насосов снижения нагрузок и моментов, действующих на фланец насоса.

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПОСТАВКИ

2.1 В течение гарантийного срока службы гофрированный резинокордный компенсатор (РКК) должен сохранять работоспособность в соответствии с рабочими параметрами.

2.2. РКК должен выдерживать следующее циклическое смещение относительно положения монтажа:

- В осевом направлении, мм ± 14 ;

- В поперечном (радиальном) направлении, мм $\pm 1,13$.

2.1.7. Допустимый угол изгиба РКК составляет -1° .

2.3 Статическая жесткость РКК при расчетном давлении 2,5 бара. - в осевом направлении макс. 538 Н/мм;

- в боковом направлении макс. 783 Н/мм.

2.4 Статическая жесткость РКК при расчетном вакууме в 1 бар - в осевом направлении макс. 515 Н/мм;

- в боковом направлении макс. 750 Н/мм.

2.5 Скорость рабочей жидкости, м/с до 4,2.

2.6 Условия живучести и устойчивости к внешним воздействиям

2.6.1 РКК допускает внезапное прекращение циркуляции жидкости, формирование вакуума и последующее резкое восстановление и сохраняет свою работоспособность и устойчивость после восстановления потока.

2.7 Условия сохранения эксплуатационной надежности

2.7.1 Непрерывная безотказная работа РКК по своему прямому назначению гарантируется в течение всего гарантийного срока службы без необходимости проведения технического осмотра и местного контроля.

2.7.2 Коэффициент запаса прочности РКК составляет более шести по отношению к разрывному давлению.

2.7.3 Критерием отказа (предельным условием) РКК является потеря герметичности.

2.8 Эксплуатация и удобство технического обслуживания

2.8.1 Коэффициент эксплуатационной готовности РКК составляет 0,995 согласно ГОСТ 27.002-89.

2.8.1.1 Твердость по Шору А резины EPDM при поставке составляет $60^\circ \pm 5^\circ$. Компенсаторы следует заменить при твердости 85° по Шору А.

2.8.1.2 Расчетный срок службы резинового элемента РКК – 20 лет .

2.8.2 РКК в течение всего гарантийного срока службы не нуждается в обслуживании.

2.8.3 РКК не подлежит окрашиванию.

2.9 Техника безопасности

2.9.1 Согласно классификационному обозначению ОПБ-88/97 РКК относится к оборудованию 4Н класса безопасности.

2.10 Комплектация изделия

2.10.1 В комплект РКК входят:

- 1) готовая арочная перемычка, включая смонтированное опорное кольцо;
- 2) запасные детали (опция, необходимость поставки определяется контрактом);
- 3) документация:

- паспорт изготовителя, включающий в себя:

- a) инструкции по транспортировке, хранению и консервации;
- b) характеристики (в состоянии после изготовления);
- c) результаты испытаний;

- план качества

-сертификаты на использованные материалы с указанием механических свойств.

2.11 Расчет резинокордного компенсатора (рkk)

2.11.1 Определение расчетного давления выполняется в соответствии с директивой для оборудования, работающего под давлением (PED) 97/23/EG. Компания ditec Dichtungstechnik GmbH внедрила и в настоящее время использует систему качества, которая соответствует указаниям директивы для оборудования, работающего под давлением (97/23/EC), Приложение III, Модуль D. Расчет утвержден TÜV Süddeutschland

2.12 Материалы, использованные при изготовлении резинового компенсатора (рkk)

2.12.1 РКК изготовлен из этилен-пропилен-диен-мономерного синтетического каучука с кордным армированием, а незакрепленное внутреннее опорное кольцо заводской сборки - из нержавеющей стали, сплав Alloy 904 L (1.4539). Материалы устойчивы к воздействию химических компонентов морской воды, как указано в Приложении В.

2.12.2 Наружный слой РКК пригоден для эксплуатации в условиях помещения URX (см. Приложение А).

2.12.3 Твердость по Шору (А) этилен-пропилен-диен-мономерного синтетического каучука составляет $60^{\circ} \pm 5^{\circ}$.

2.12.4 Резина EPDM представляет собой безопасный материал. В процессе эксплуатации РКК она не выделяет вредных и токсических веществ. Резина соответствует требованиям стандарта DIN 4102-1 и классифицируется как материал B2, что означает «воспламеняемость нормальная». После воспламенения резина EPDM при нормальных условиях при отсутствии внешнего воздействия затухает через 17 секунд .

2.13 Основные размеры резинового компенсатора

2.13.1 РКК DN1200 PN2,5 с размерами фланцев по стандарту DIN 2630 устанавливаются в вертикальные трубопроводы. Для всех РКК поверхность стыковочных ответных фланцев трубопроводов гладкая по обеим сторонам соединения

2.13.2 Расстояние между трубными фланцами составляет 350 мм. Отверстия трубных фланцев соосны (их оси параллельны). Технологическая длина компенсатора составляет 350 мм.

2.13.3 РКК относится к типу UI-1, что означает фланцевый компенсатор с одной арочной перемычкой.

2.13.4 Основные размеры

	DN1200 PN2,5
№ чертежа	3-5338-2
Внутренний диаметр, мм:	Ø 1205
Наружный диаметр фланца, мм:	Ø 1370
Диаметр окружности центров отверстий, мм:	Ø 1320
Количество отверстий:	32 × Ø 27
Технологическая длина, мм:	350
Монтажная длина, мм:	350
Толщина фланца РКК, мм:	13±2
Диаметр опорного кольца, мм:	Ø 20
Общая масса (РКК), кг/шт.:	36,5±5

2.14 Заводское гидравлическое испытание

2.14.1 Указанное заказчиком количество РКК будет подвергнуто изготовителем испытанию избыточным давлением в заводских условиях на установке для гидравлических испытаний

2.14.2 Испытательное давление составляет 3,75 бар (манометрическое) (1,5 × расчетное давление). В качестве контрольной среды выступает вода. Продолжительность испытания - 30 минут.

2.14.3 Визуальный осмотр на предмет утечек и недопустимых деформаций.

2.15 Маркировка резино-кордного компенсатора (ркк)

В состав маркировки каждого РКК входит заводской номер (например, 1.1234 / 1.1), дата изготовления (например, 01/2005), размер (например, DN1200 PN2,5), № черт. и марка изготовителя (адрес компании ditec).

2.16 Упаковка, маркировка, обработка и хранение

2.16.1 Упаковка изготовлена исключительно из термически обработанной клееной фанеры, и поэтому карантинный сертификат не требуется. Один ящик предназначен для упаковки 3 или 4 РКК, разделенных промежуточным днищем с ребрами жесткости для транспортировки вместе с предварительно установленными опорными кольцами.

2.16.2 Каждый РКК для транспортировки морем упаковывается с силикогелевым осушителем внутри. Упаковка обеспечивает защиту поставляемых изделий в течение 24 месяцев. По вскрытии упаковки после транспортировки морем силикогелевый осушитель необходимо заменить.

2.16.3 Приблизительные размеры ящика: 2,9 x 1,5 x 0,9 м (длина x ширина x высота). На один ящик разрешается устанавливать сверху другой ящик, но не более одного.

2.16.4 Международные стандарты на обработку и отгрузку отчетливо обозначены на каждом ящике. Адрес поставки, размеры, масса и специальные маркировки обозначены на металлических табличках. Металлические таблички заранее крепятся на двух смежных стенках ящиков.

2.16.5 РКК следует держать в ящиках вплоть до установки. Хранить ящики на площадке под крышей или, по крайней мере, под брезентовым покрытием для защиты от воздействия атмосферных осадков. Более подробную информацию смотрите в прилагаемых "Инструкциях по хранению, установке и техническому обслуживанию резиновых компенсаторов"

3 УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

3.4 РКК должны поставляться в соответствии с требованиями, предъявляемыми к системе обеспечения качества стандартом ISO 9001: 2000 и Программы приемочного контроля качества для каждого РКК.

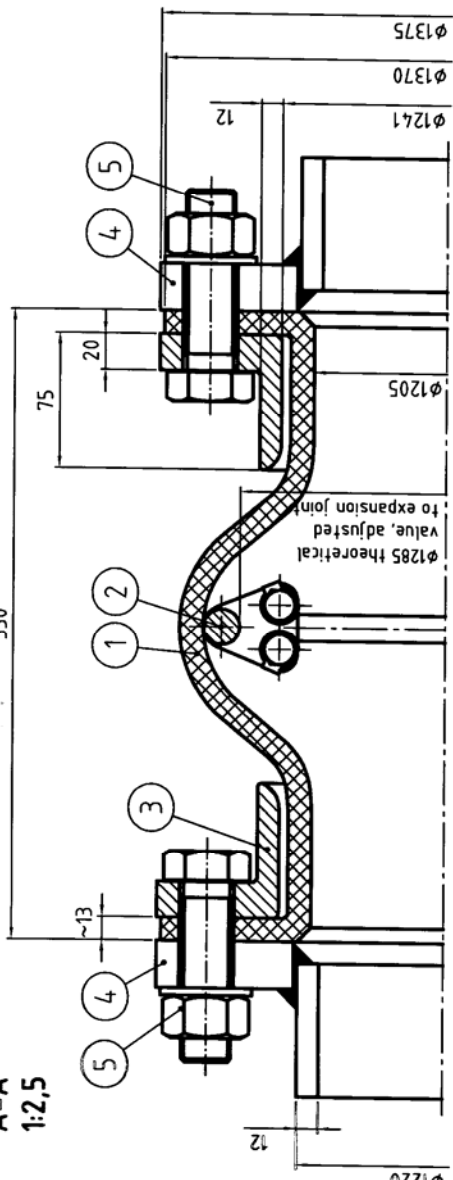
3.2 Предварительное условие Поставщика для начала поставки РКК на АЭС - получение разрешения в соответствии с КТА 1401

3.3 Критерии проектирования и расчета должны соответствовать директиве для оборудования, работающего под давлением PED 97/23/ЕС (см. пункт 2.7).

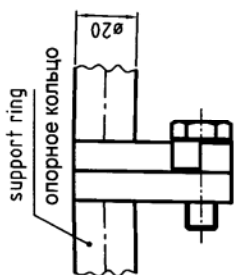
4 ГАРАНТИЯ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Гарантия истекает через 12 месяцев с даты предварительной приемки блока АЭС Куданкулам, но не позднее чем через 60 месяцев с даты поставки с завода-изготовителя.

A-A
1:2,5



1:1,5
support ring
lock construction
конструкция
замка
опорного
кольца

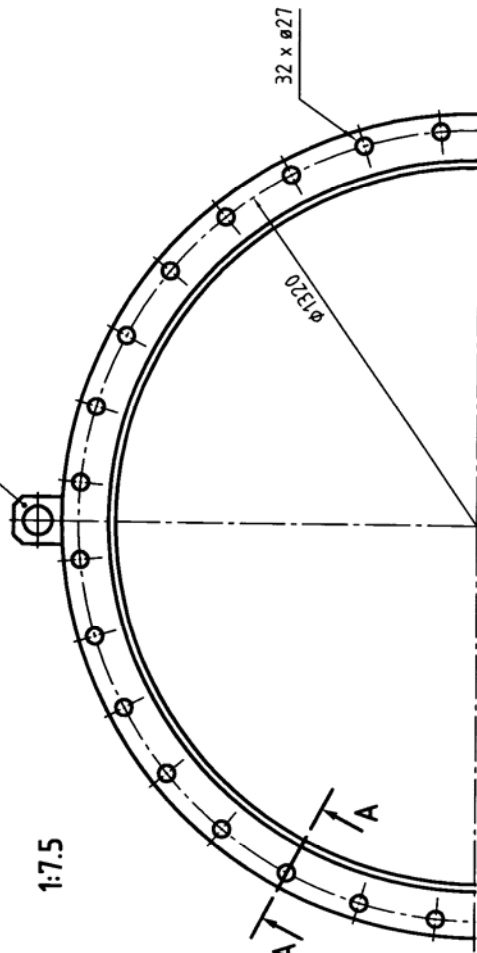


label on circumference
ярлык на окружности

www.diftec-kt.de AB004668-1.1 DATE DNT200 DIN-PN2.5 DWG-NO. 2-5338-3 www.diftec-kt.de

2 x eyebolts
2 x рым-болта

1:7,5

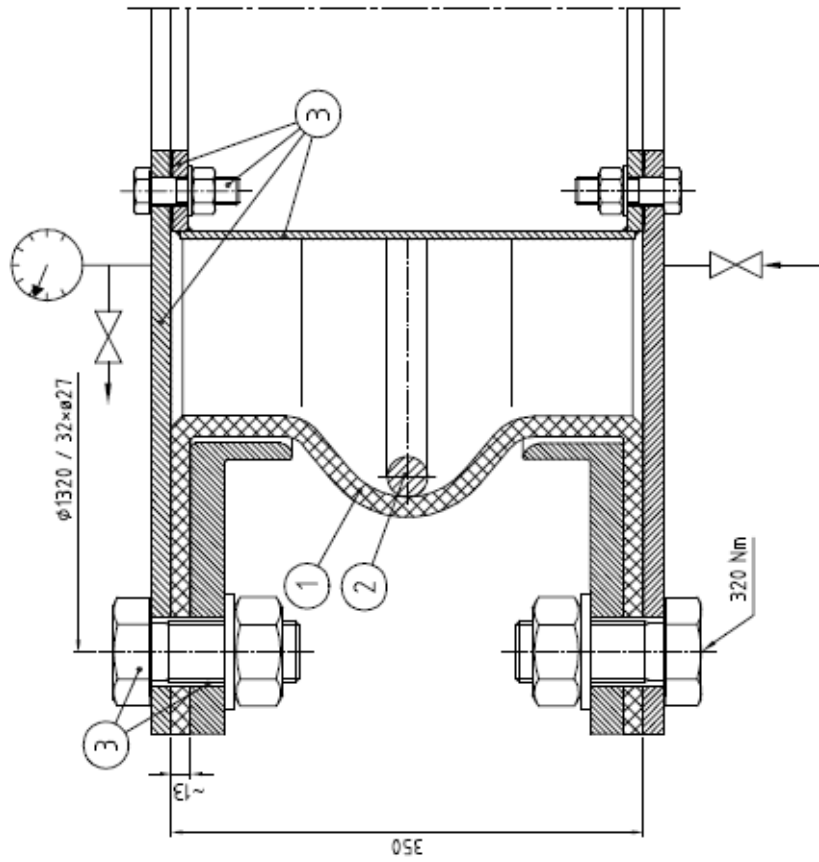


5	40	bolt M24 Болт М24	Комплект Atom Izhora
4	2	response flange ответный фланец	Комплект Atom Izhora
3	2	backing flange прижимной фланец	diftec
2	1	support ring опорное кольцо	diftec
1	1	expansion joint компенсирующий стык	diftec
Pos. / Anz		Beschreibung description	Norm Abmessung standard dimension
operating conditions / условия работы			
medium среда		sea water / морская вода	
operation / режим		design / проектный	movements / перемещения
temperature температура	21 - 35 °C	31 °C	axial compression/expansion осевое сжатие / расширение
overpressure изб. Давление	2.02 bar	2.5 bar	lateral displacement бокoвое перемещение
subpressure низ. Давление	--	1 bar	angular угловое
29.11.05	Rickel	Rothenh.	part list modified
24.11.05	Rickel	Rothenh.	dimensions modified
10.11.05	Rickel	Rothenh.	first edition / первая редакция
date / дата	author / автор	design group	revision / редакция
The copying, distribution and utilization of this document as well as the communication of its contents to others without expressed authorization is prohibited. Offenders will be held liable for the payment of damages.			
rubber expansion joint type U1-1 - with support collar DN1200 PN2,5			
Kompanzation			
reference no.: № зап.			
drawing no.: № чертежа			
AG000217-1			
3-5338-2			
1 / 1			
sheet / лист			
page / стр.			

Комплект Atom Izhora
Kudan Kulam (India)

diftec Dichtungstechnik GmbH
D-97318 Kitzingen
phone: (+49) 9321 23 0 70
www.diftec-kt.de

size / размер scale / масштаб
DIN A3 1:2,5 / 1:7,5



test medium = water
 p = 3,75 bar (overpressure)
 t = 30 min

среда испыт = вода
 p = 3,75 бар (избыт. давление)
 t = 30 мин

3	1	pressure test facility испытательная установка	diftec	5235JR	
2	1	support ring опорное кольцо	diftec	1.4539	
1	1	expansion joint компенсационный стык	diftec	EPDM	
item / piece Арт. / Кол-во		description Описание	supply Поставка	material Материал	
09.08.05		Stierlen	first edition / первая редакция		0
<p>date / дата: 09.08.05; revision / редакция: first edition / первая редакция</p> <p>The copying, distribution and utilization of this document as well as the communication of its contents to others without expressed authorization is prohibited. Offenders will be held liable for the payment of damages.</p>					
<p>Pressure test facility испытательная установка давления</p> <p>diftec-standard diftec - стандартная</p> <p>Компенсация компенсационный стык</p> <p>www.diftec-ru.de</p>					
<p>Комплект - Atom-Izhora Kudan Kulam (India)</p>					
				серия / номер DIN A3	12.5
				номер заказа AG000277	
				номер заказа 3-5571-0	1 / 1
				лист / общее количество листов 1 / 1	8



РЕЗИНОКОРДОВЫЕ КОМПЕНСАТОРЫ DITEC

Инжиниринговой компанией КРОНШТАДТ подписано соглашение с немецкой компанией Ditec Dichtungstechnik GmbH (Германия), согласно которому КРОНШТАДТ становится эксклюзивным представителем этой компании на территории России и СНГ. Компания Ditec специализируется на производстве трубных проходок, резинокордовых и тканевых компенсаторов, которые с успехом используются в теплоэнергетической и атомной промышленности.

Резинокордовые компенсаторы предназначены для компенсации избыточного давления, вакуума и теплового расширения конденсаторов турбин, для снижения нагрузок и моментов, действующих на патрубки конденсатора и уменьшения силы давления трубопроводов на стены турбинного зала, а также снижения шума и вибраций при работе насосного оборудования. Резинокордовые компенсаторы могут быть использованы при работе и с агрессивной средой, при температурах до 200°C. В этом случае внутренняя поверхность обрабатывается силиконом.

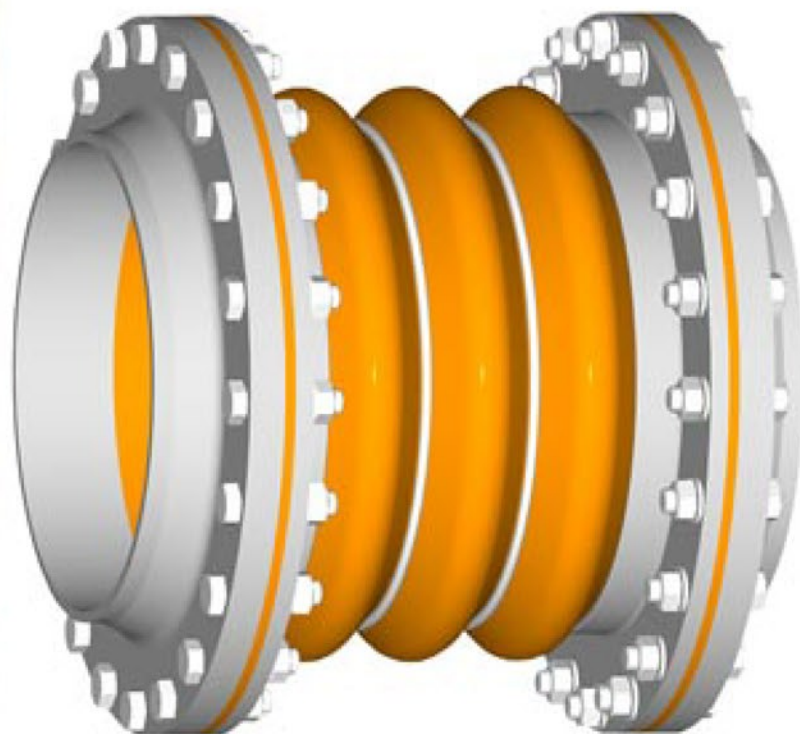


Производственная программа Ditec включает:

- трубные проходки;
- компенсаторы для дренажных систем грунтовых вод;
- компенсаторы-уплотнения основных/аварийных и транспортных шлюзов;
- компенсаторы для питательной арматуры парогенераторов;
- резинокордовые компенсаторы трубопроводов/систем охлаждающей воды;
- компенсаторы для вентиляционных систем;
- компенсаторы гальтельного типа для уплотнения горловин конденсатора;
- упругие проходки-уплотнения всех типов щелей и проходов.

Резинокордовые компенсаторы допускают внезапное прекращение циркуляции жидкости, формирование вакуума и последующее резкое восстановление и сохраняют свою работоспособность и устойчивость после восстановления потока. Надежная работа резинокордовых компенсаторов подтверждена их успешной эксплуатацией на тепловых и атомных электростанциях Франции и Германии. Компенсаторы этого типа поставляются для строящейся в Индии с участием российского ЗАО «Атомстройэкспорт» АЭС «Куданкулам».

Компанией КРОНШТАДТ получена лицензия Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, дающая право осуществлять поставки для атомных станций, в том числе и резинокордовых компенсаторов, отвечая за подбор поставщиков и субподрядчиков, контроль качества, временное хранение и обеспечение комплектности поставок.





ОПРОСНЫЙ ЛИСТ ДЛЯ ПОДБОРА КОМПЕНСАТОРА

Компания	
Контакт	
Телефон/факс	
E-mail	

Тип компенсатора	
Количество	

Рабочие, расчетные условия

Номинальный диаметр					мм
Длина компенсатора					мм
Расчет. Давление	Наружное	<input type="checkbox"/>	Внутр.	<input type="checkbox"/>	
	Расчет:		Пробное:		Раб. <input type="checkbox"/>
Температура	Расчет:		Пробное:		Раб. <input type="checkbox"/>
Рабочая среда					
Скорость					

Тип рабочего хода

Осевой					мм
Угловой					
Сдвиговой					мм
Кол-во циклов					

Тип соединения

Фланцевое	DN:	<input type="checkbox"/>	DIN:	<input type="checkbox"/>	
Ответные фланцы	Да	<input type="checkbox"/>	Нет	<input type="checkbox"/>	
Под приварку					мм
Другое					

Защитный кожух Да Нет

Внутренний патрубок (гильза) Да Нет

Материал

Сильфон	
Фланец	
Труба (патрубок)	
Направляющий патрубок (гильза)	
Защитный кожух	
Другое	

Дополнительная информация





ООО «КРОНШТАДТ»

199155, Санкт-Петербург,
ул. Одоевского, д. 24, к. 1, лит. А
тел.: +7 (812) 441-29-99
факс: +7 (812) 710-76-97

E-mail: kronshtadt@kron.spb.ru
www.kron.spb.ru