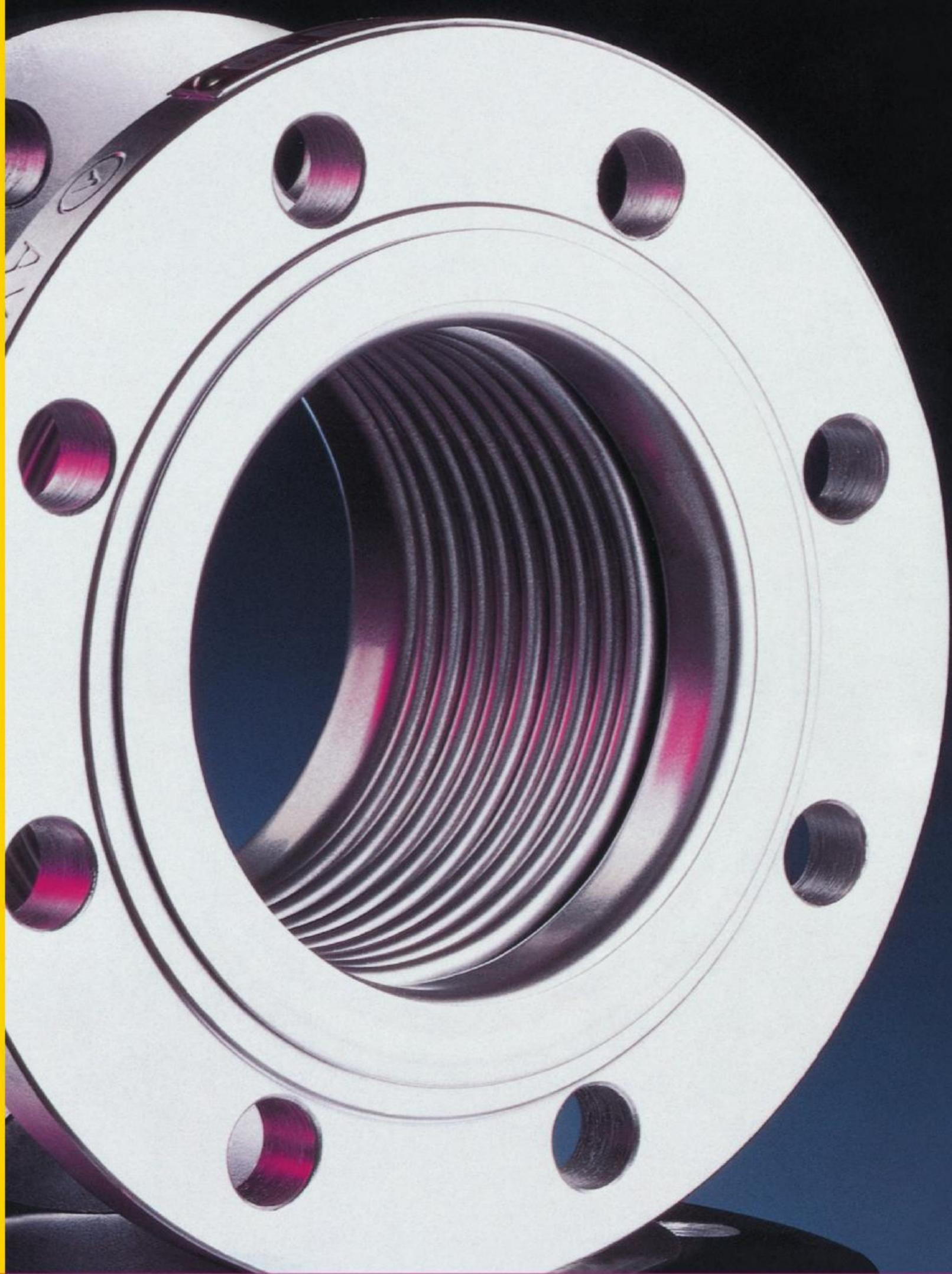


КОМПАНИИ АТОР

AYVAZ



ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАТОРАХ

Не все тепловые и механические изменения происходящие в трубопроводной системе могут компенсироваться и поглощаться. Амортизация и поглощение изменений в трубопроводе должны осуществляться не повреждая систему. Неучитывание подобных явлений система может перегрузиться. Сильфонные компенсаторы являются идеальными амортизирующими и компенсирующими элементами термальных и механических изменений трубопроводной системы.

СИЛЬФОННЫЕ КОМПЕНСАТОРЫ **AYVAZ**

Компенсирующие элементы предназначены для оптимального решения поглощения и амортизации сжатия, растяжения, а также вибрации. Для правильного подбора сильфонного компенсатора необходимо рассчитать и вычислить промежуточную деталь, номинальное давление и температуру в трубопроводной системе. Подбор стандартного компенсирующего элемента следует указать сферу применения и тип предполагаемого изменения (осевое, угловое или боковое) в трубопроводе.

Компания **AYVAZ**® специализируется на производстве и разработках гофрированных сильфонных компенсаторов из нержавеющей стали и/или резиновой композиции. Для компенсации осевого, углового и бокового хода не подвергая систему напряжению компания **AYVAZ**® выполняет многослойные гофрированные сильфонные компенсаторы из нержавеющей стали (до трех слоев).

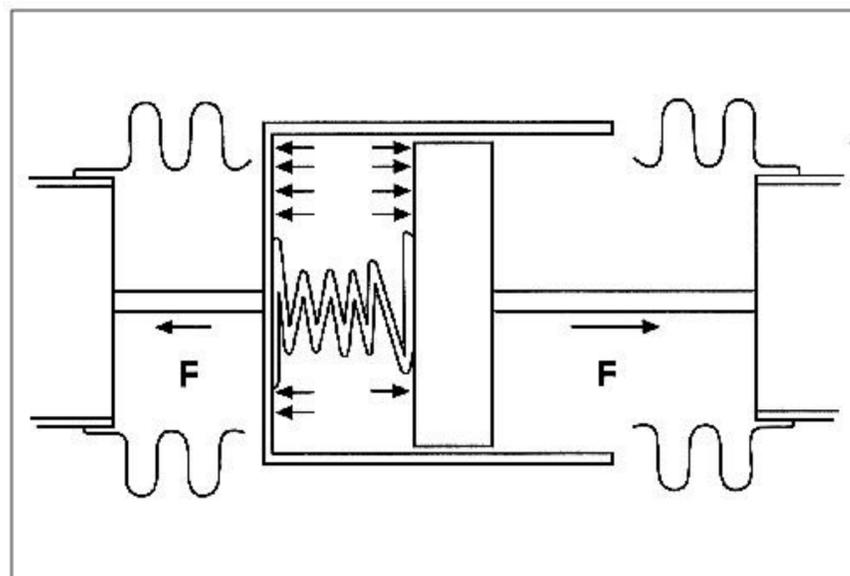
Гофры компенсирующего элемента выполняются из тонкой листовой нержавеющей стали, которая имеет высокопрочную конструкцию. Компенсаторы выполняются с фланцевыми, под приварку, резьбовыми видами соединений, а также изготавливаются в цилиндрической и патрубковой формах.

Сильфонные компенсаторы **AYVAZ**® разработаны и изготавливаются в соответствии с стандартами EJMA (Expansion Joints Manufacturers Association, Inc.) согласно нормам DIN и ASTM. Компенсаторы подвергаются лабораторным испытаниям в соответствии с требованиями DIN 50.049/2.1 или 2.2 и 3.1 или 3.1А, 3.1Б, В. Сертификаты испытаний утверждены органами сертификации TÜV или LLOYDS.

ПРИНЦИП РАБОТЫ СИЛЬФОННОГО КОМПЕНСАТОРА

Гофры сильфонного компенсатора представляют из себя гибкий изолирующий слой и сконструированы по принципу отпуживания в зависимости от вида изменения трубопроводной системы. Количество гофров зависит от диапазона смещения на трубопроводе или от веса применяемого на прогиб компенсатора.

Для легкого противодействия линейному смещению гофры сильфонного компенсатора должны иметь достаточно прочную конструкцию по радиусу. Нагрузка по длине трубопровода (опора давления) должна компенсироваться остальными вспомогательными частями, как штоки, крюки или карданные подвески. Как показано в таблице опоры давления вычисляется путем умножения эффективной площади нагрузки.



ДАВЛЕНИЕ

Для того, чтобы лучше понять механизм опоры давления в простом осевом смещении, сконструировано несколько гофров в виде гидравлического цилиндра с пружиной внутри.

Сила давления или смежная железная опора (анкер) трубопровода $F = \text{эффективная площадь нагрузки на гофры} \times \text{рабочее давление} + \text{номинальный ход пружины} \times \text{диапазон хода гофров}$.

Пружина показывает осевой номинальный ход гофров. Гидравлический поршень показывает давление сильфонного компенсатора на трубопроводную железную связь, а также на ограничитель давления, то есть крюк, карданная подвеска, штоки. Площадь гидравлического давления является эффективной площадью гофров.

Сила опорного давления намного выше, чем сила пружины или рессора.

Несмотря на то, что сила воздействия на сильфонный компенсатор одинаков, принцип механического исполнения компенсаторов с угловым и боковым ходом усложненный.

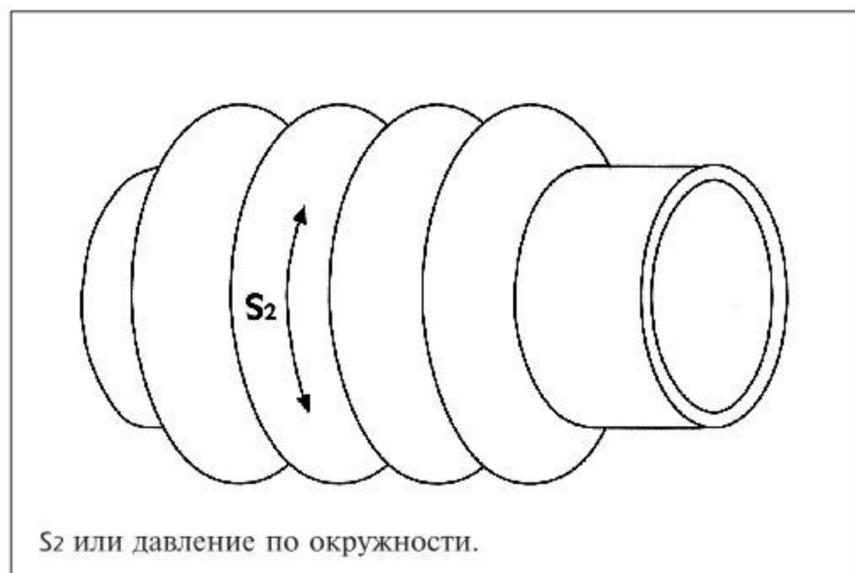
На следующих страницах представлены описания и определения сильфонных компенсаторов предназначенных для устранения опорного давления на вращающихся элементах, а также остальных амортизирующих дополнительных частей.

ТИПЫ ХОДОВ СИЛЬФОНА	ОСЕВОЙ ХОД	
	БОКОВОЙ ХОД	
	УГЛОВОЙ ХОД	

НАПРЯЖЕНИЕ

Сопротивление гофров давлению определяется величиной кольцевого сжатия (давления) или же стандартным измерением S2 Ассоциация Производителей Сильфонных Компенсаторов (EJMA).

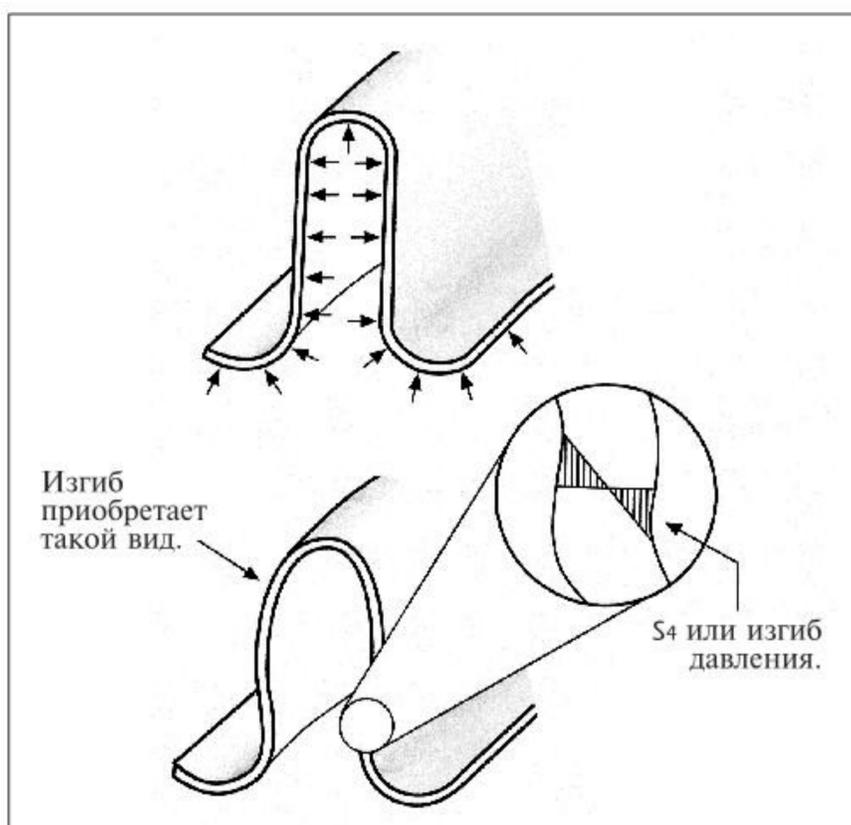
S2 - это сила воздействия на гофры по окружности до разницы давления между внутренней и наружной поверхностями сильфона.



S2 или давление по окружности.

Принцип сопротивления давлению по окружности осуществляется по принципу обруча или кольца на барабанах. Величина давления указывается, как уровень давления. Заказчику следует указывать эту величину.

Сопротивление гофров давлению ограничено сжатой выпуклостью или давлением S4 EJMA, которое воздействует на продольную линию сильфона к центру. Давление воздействует на боковые стенки гофров и измеряется в изогнутом U-образном виде.



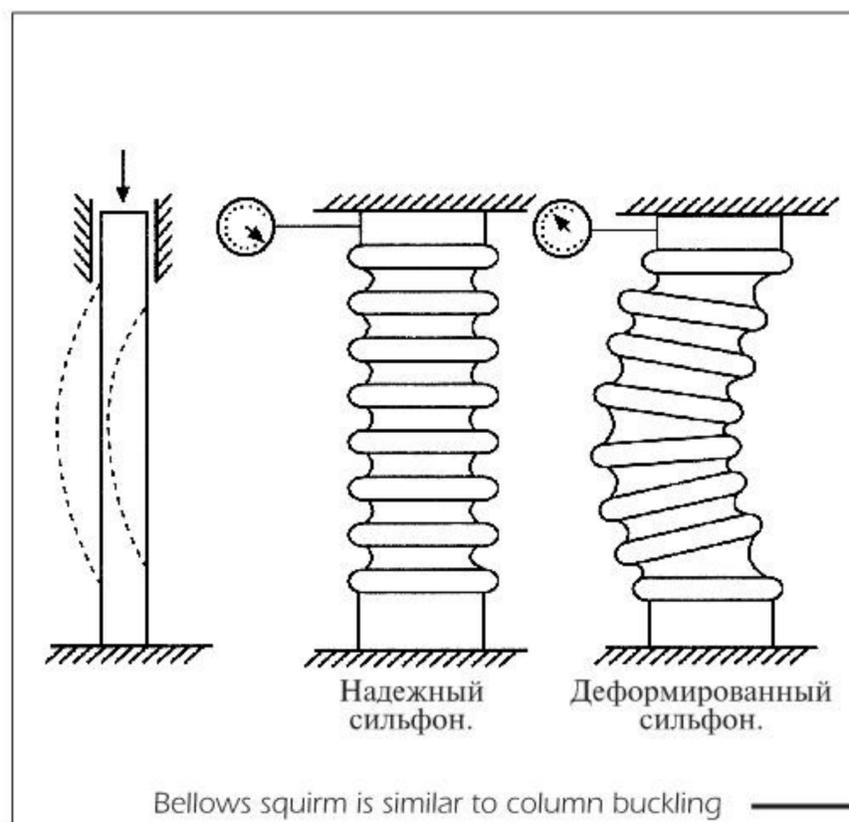
При эксплуатации выдержанного в печи сильфона и ее формовки в холодной среде, стандарт S4 по EJMA допускает превышение изначального сопротивления текучести материала гофров с большим запасом прочности. Если после формовки сильфон обжигается, то по правилам S4 согласно EJMA строго ограничивается и не допускается эксплуатация и применение сильфонных компенсаторов в холодной среде. Обжигание и закалка гофров часто являются результатом дополнительного требования к гофрам с армированными кольцами и с большим диапазоном изгиба.

В целях сохранения работоспособности сильфонного компенсатора в холодной среде, стандартное производство гофров **AYVAZ®** после формовки не закаливается и не обжигается, закалка и обжигание гофров проводится под заказ.

ПРОГИБ

Под сильным давлением гофры подобны сжатым столбцам, в результате которого гофры деформируются.

Завод - изготовитель **AYVAZ®**, как и любой другой производитель несет ответственность за качество продукции в рабочих условиях применения.



Чрезмерная изогнутость сильфона приводит к нежелательным последствиям. Конструкция **AYVAZ®** выполнена по принципу умеренного балансирования и медленного подвержения давлению. Гидростатное испытание, которому подвергается готовый сильфон обеспечивает дополнительную надежность. По желанию проведения гидростатного испытания просьба указать в заказе.

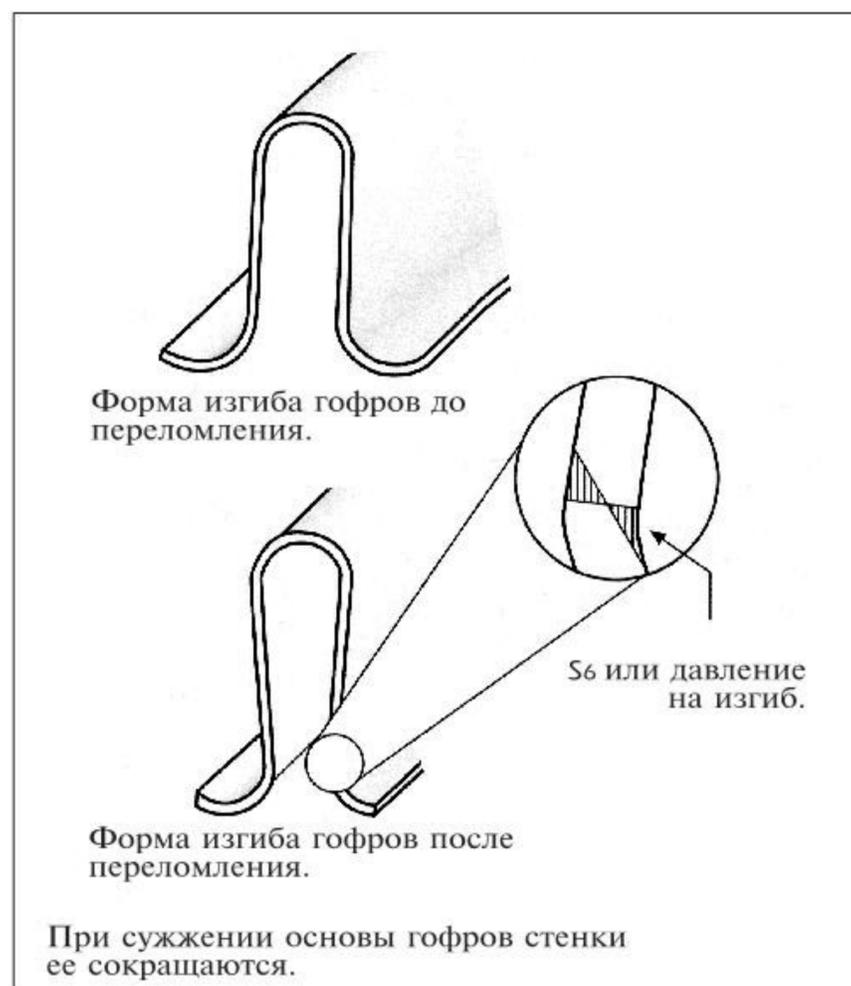
ЦИКЛ

В случае отклонения гофров от прямого направления, ход компенсируется деформацией и изгибом стенок. Данный тип смещения по нормам EJMA классифицируется классом S6, который воздействует на гофры продольно к центру. Максимальная величина S6 находится в боковых стенках гофров каждого изгиба, на которые приходится пик нагрузки.

Сильфонные компенсаторы выполнены для работы с величиной S6, что намного превышает показатель прочности материала гофров. Это означает, что многие сильфонные компенсаторы приравнены избыточной деформации в осевых и боковых смещениях сильфона. Не все сильфонные компенсаторы выполняются гибкими.

После определенного количества движений и ходов наблюдается усталость материала. При заказе просьба указать реальный эксплуатационный цикл и тип материала.

Завышенное требование к эксплуатационному циклу в изготовлении длинного и чрезмерно гибкого сильфона может привести к изгибным деформациям.



СТРУКТУРНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА ВОЗДЕЙСТВИЯ

ПРЕОБРАЗОВАНИЯ	НАПРЯЖЕНИЕ ПО РАДИУСУ S ₂	НАПРЯЖЕНИЕ ВЫПУКЛОСТИ S ₄	ПРОДОЛЬНОЕ СЖАТИЕ EJMA S ₆	ДАВЛЕНИЕ СЖАТИЯ	НАРУЖНОЕ СЖАТИЕ	ЦИКЛ	ОСЕВОЙ ДИАПАЗОН	БОКОВОЙ ДИАПАЗОН	УГЛОВОЙ ДИАПАЗОН	ОСЕВОЙ ДИАПАЗОН ПРУЖИНЫ	БОКОВОЙ ДИАПАЗОН ПРУЖИНЫ	УГЛОВОЙ ДИАПАЗОН ПРУЖИНЫ	НАГРУЗКА
Плотный материал	-(1)	-(2)	+(1)	+(3)	+	-	-	-	-	+(3)	+(3)	+(3)	S
Хрупкий материал	+(1)	+(2)	-(1)	-(3)	-	+	+	+	+	-(3)	-(3)	-(3)	S
Высокая свернутость	-(1)	+(2)	-(2)	-(3)	+	+	+	+	+	-(3)	-(3)	-(3)	+
Низкая свернутость	+(1)	-(2)	+(2)	+(3)	-	-	-	-	-	+(3)	+(3)	+(3)	-
Малый шаг резьбы	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	S
Большой шаг резьбы	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	S
Многослойность	-	-	S	+	+	S	S	S	S	+	+	+	S
Малослойность	+	+	S	-	-	S	S	S	S	-	-	-	S
Большие диаметры	+(1)	S	S	+	-	S	S	-	-	+	+	+	+
Малые диаметры	-(1)	S	S	-	+	S	S	+	+	-	-	-	-
Много оборотный	S	S	-	-	S	+	+	+	+	-	-	-	S
Мало оборотный	S	S	+	+	S	-	-	-	-	+	+	+	S

Примечание: (+) - увеличение, (-) - спад, S - одинаковый

(#) - указывает сильное влияние преобразования на структуру.

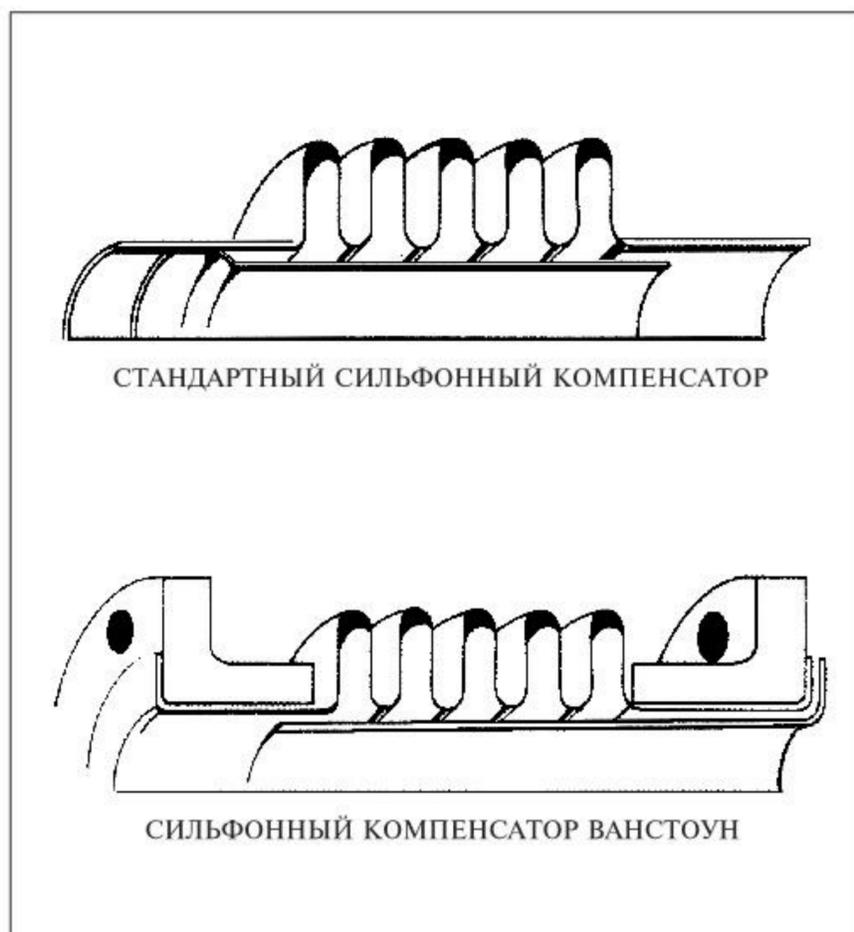
(1) - означает линейное изменение.

(2) - означает изменение в квадрате.

(3) - означает изменение в кубе.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

ВТУЛКИ



Втулка необходима в следующих случаях :

- 1 - Для снижения давления к минимуму и для ровного беспрепятственного течения.
- 2 - Для снижения возможного ущерба в трубопроводной системе с быстротечным потоком.

Завод - изготовитель **AYVAZ®** рекомендует применение втулок в компенсаторах в следующих случаях :

Воздух, пар и иные газообразные :

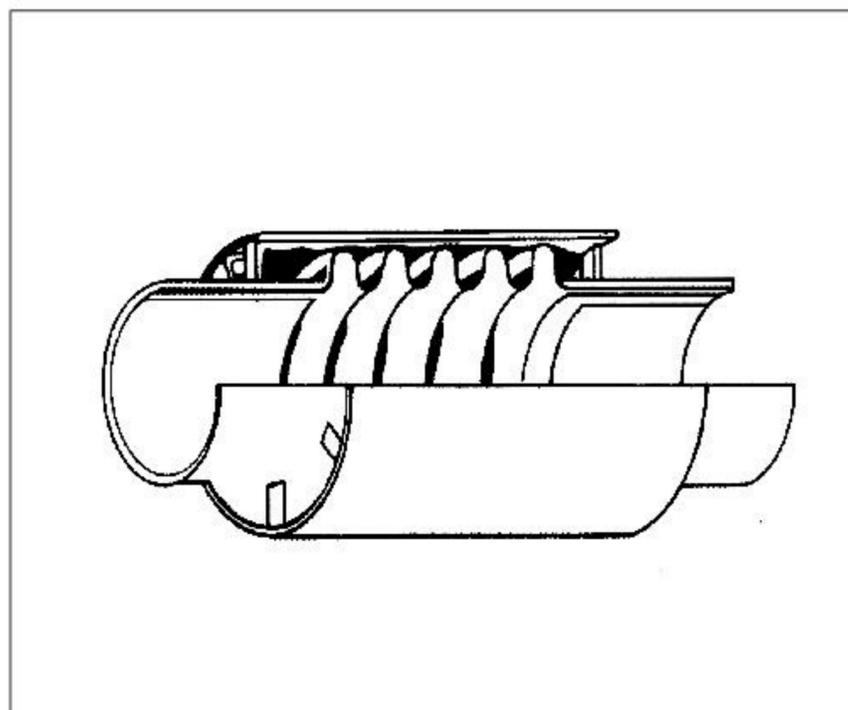
- а) До 6" - 4 фут/сек. (1 фут = 30.48 см) на каждый дюйм диаметра
- б) От 6" - 25 фут/сек.

Вода и иные жидкости :

- а) До 6" - 1-1/3 фут/сек.
- б) От 10" - 10 фут/сек.

- 3 - В системах с турбулентным потоком применяется крупнокалибренная втулка.
- 4 - В системах с повышенной коррозией, а также в системах с высокими химическими катализаторами и абразивными шлифующими материалами.
- 5 - В системах с частыми или постоянными обратными потоками и повышенном конденсировании трубопровода.
- 6 - В системах с высокой температурой, где втулки или "стаканчики" выполняют роль воздушного барьера снижающего рабочую температуру сильфонного компенсатора.

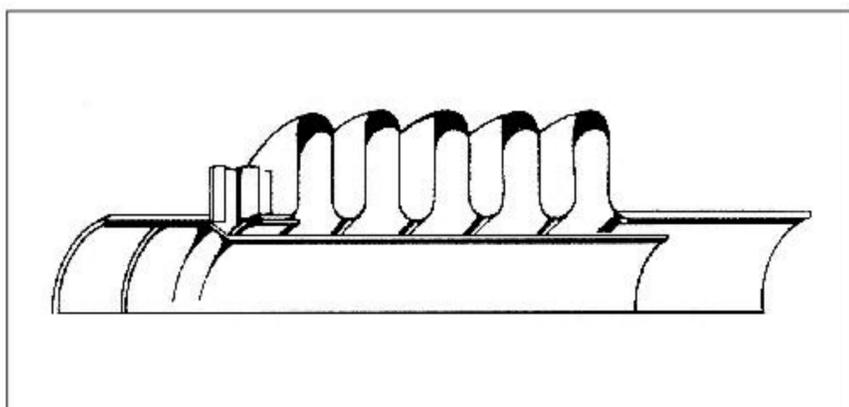
ПОКРЫТИЯ СИЛЬФОНОВ



Стандартным производством **AYVAZ®** сильфонного покрытия является двуслойное съемное покрытие предназначенное для простой визуальной проверки. Покрытие рекомендуется :

- 1 - Для защиты от механических повреждений во время установочных работ.
- 2 - Для защиты от сварочных искр.
- 3 - При дополнительной изоляции один конец сильфона должен оставаться неограниченным. Кожух защищает сильфонный элемент от наружного давления и разрушительных факторов.

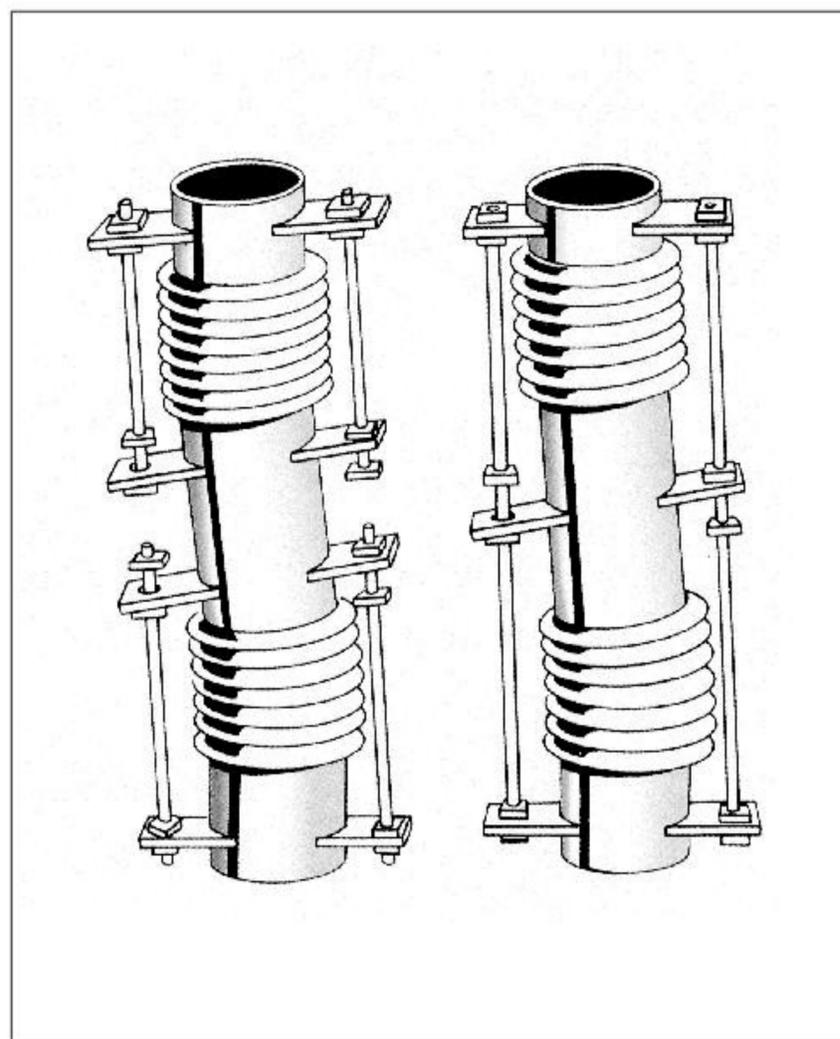
ОЧИЩАЕМЫЕ СОЕДИНЕНИЯ



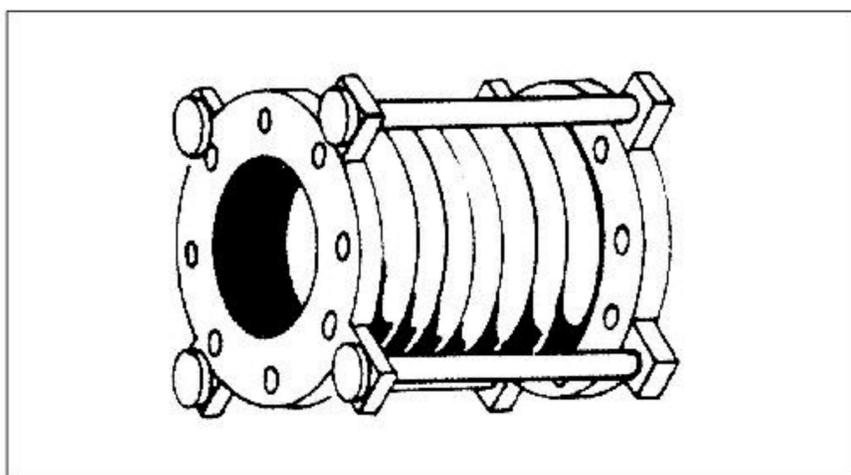
Очищаемые соединения используются наряду с втулками для :

- 1 - Для предотвращения образования и скопления веществ между втулкой и гофрами.
- 2 - Для образования прохладной атмосферы, часто в паровых или воздушных носителях с высокой температурой.

РЕГУЛИРОВОЧНЫЕ ШТОКИ



ОГРАНИЧИТЕЛЬНЫЕ ШТОКИ



Регулировочные штоки предназначены для предотвращения не предвиденных смещений универсального компенсатора и являются связующим элементом между центровочными вращающимися бобинами и отдельными сильфонами. Регулировочные штоки не являются узлами сдерживания или ограничения опорного давления на сильфон.

Ограничительные штоки применяются при перепаде давления и/или при чрезмерной растяжке сильфонного элемента. Ограничительные штоки не препятствуют нормальному рабочему состоянию компенсатора. В случае повреждения или разрыва железных связей или анкера, ограничительные штоки выступают в качестве соединительного элемента с опорным давлением, а также является защитой не только самого сильфона, но и трубопровода, рабочего технического персонала.

МОНТАЖ И РАСЧЕТЫ

ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Сильфонные компенсаторы из нержавеющей стали предназначены для амортизации вышеуказанных смещений при специфических условиях температуры и давления. Для достижения максимального срока службы компенсирующих элементов необходимо :

1. Трубопровод :

- Перед монтажом обратите внимание на ровное расположение трубопроводной линии.
- Подбор соответствующего компенсатора по бирке.
- Наличие зафиксированных неподвижных опор.
- Один компенсирующий элемент недостаточен для амортизации смещений.

2. Положение трубопровода :

Неподвижные опоры и направляющие элементы трубопровода должны находиться так, чтобы :

- На компенсатор не приходился вес трубопровода.
- Были установлены подвижные и неподвижные опоры предотвращающие провис компенсатора и всей трубопроводной линии.

3. Установка подвижных опор :

- Расстояние между 1-й подвижной опорой и компенсатором должно составлять максимум 4-кратный диаметр сильфона.
- Расстояние же между 1-м и 2-м опорными точками должно составлять максимум 14-тикратный диаметр трубопроводной линии.
- Расстояние же между 2-мя неподвижными опорами не должно превышать 21-ократный диаметр трубы.

Эти показатели могут изменяться в зависимости от необходимой опоры, что рекомендуется прodelывать только в экстренных случаях.

4. При установочных работах обязательно обратите внимание на :

- Дополнительные защитные покрытия и натяжные приспособления удалять только после окончания монтажных работ.
- Стрелка указанная на компенсаторе должна показывать действительное направление потока.
- При монтаже избегайте попадания на сильфон сварочных искр, штукатурных и известковых растворов.
- Не допускать контакта сильфонов с инструментами и подъемными устройствами. Подъем допускается только за фланцевые отверстия или за сварочные соединения.
- Монтажная длина должна соответствовать инструкции.
- Перед изоляцией трубопровода оберните сильфоны нержавеющей листовым железом.

5. Транспортировка и хранение компенсатора :

- Во время перевозки компенсаторов не ронять и беречь от влаги.
- Хранить на ровном твердом древесном подстиле из лесоматериала.
- Во избежание провисания от тяжести фланцевых соединений установить балками подпоры под соединения компенсаторов (не под корпус сильфона).

РЕМОНТ КОМПЕНСАТОРОВ

Правильно рассчитанный и установленный компенсатор не требует особого ухода. Для избежания нежелательных последствий рекомендуется следующие рекомендации :

1. Возможные повреждения при перевозке и ремонтных обслуживаниях :

- Износ, вмятины, выбоины или царапины при неаккуратном обращении во время ремонтных работ.
- Возможное образование коррозионных пятен или ржавчины от воздействия внешних факторов среды, как химикаты, соляные растворы и т. д.

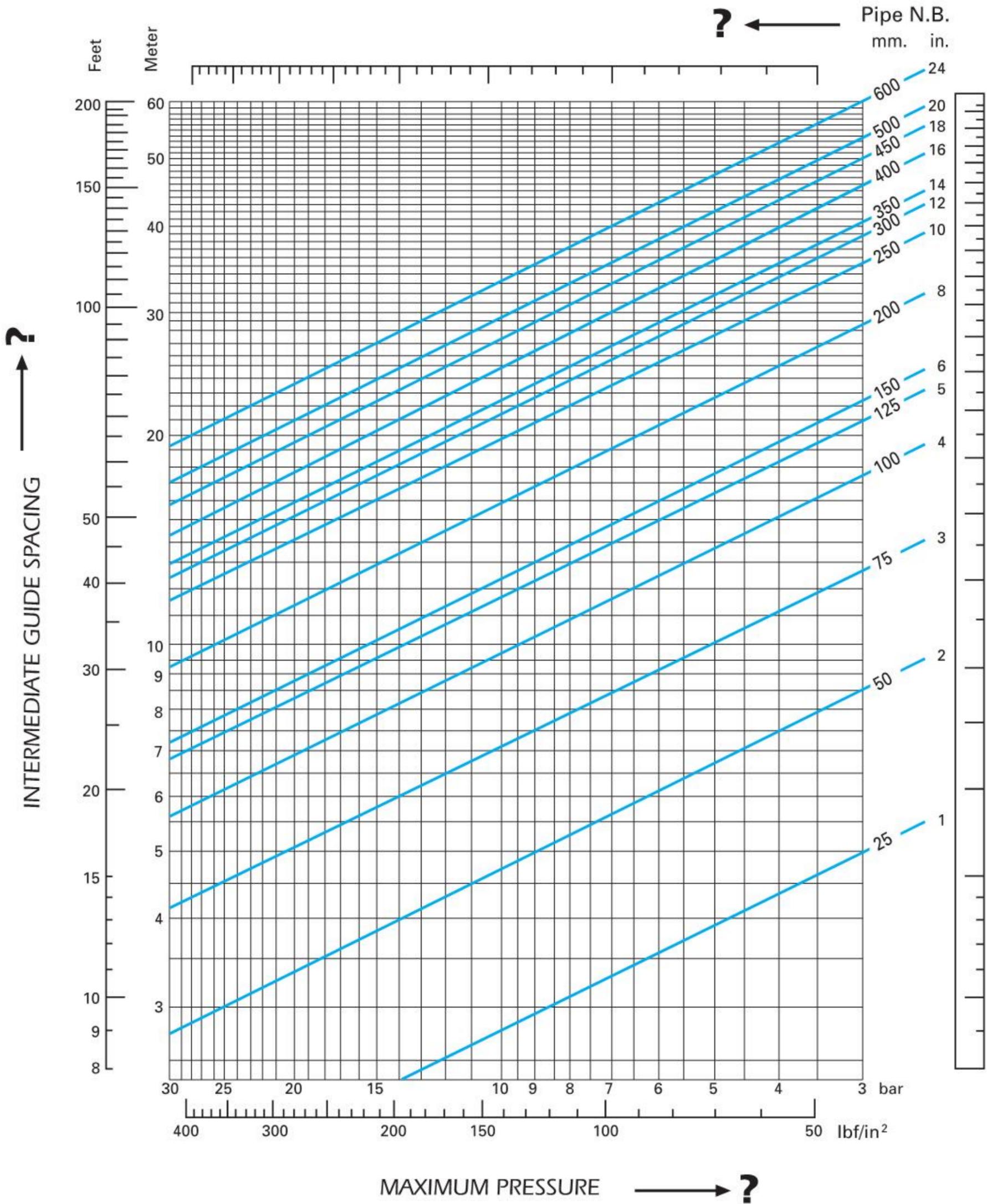
2. Возможные повреждения при неправильном монтаже :

- Установка не по назначению.
- Не правильный подбор необходимого компенсатора.
- Не соблюдение инструкции по монтажу.
- Преждевременное снятие подпорок за долго до окончания монтажных работ.
- Установка компенсирующего элемента с глушителем против поточного направления.
- Сварочные искры сильно повреждают сильфоны.

3. Возможные повреждения при неправильной эксплуатации :

- Коррозионное воздействие факторов окружающей среды, как хлор и т. д.
- Коррозии от накопленной, не устраненной грязи, нечистот в результате неподвижного состояния валовых соединений или гофров самого компенсирующего элемента.
- Усталость материала гофров от не рассчитанной вибрации или большого диапазона смещений.

МАКСИМАЛЬНЫЙ ДИАПАЗОН ПРОМЕЖУТОЧНЫХ НАПРАВЛЯЮЩИХ ДЕТАЛЕЙ ТРУБОПРОВОДА ОТНОСИТЕЛЬНО СИЛЬФОНОВ С ОСЕВЫМ ХОДОМ



ОБЩИЕ СТАНДАРТЫ ПРИМЕНЕНИЯ И ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

ТРЕБОВАНИЯ		СРОК СЛУЖБЫ
1	Амортизация вибрации аппарата	10 ⁷ циклов
2	Амортизация смещения аппарата совершающего несколько ходов в час	Свыше 2 x 10 ⁴ циклов в соответствии со сроком службы
3	Постоянно работающий трубопровод совершающий несколько ходов в час	5 000 циклов
4	Амортизация тепловой деформации трубопровода исходящей от температуры	5 000 циклов
5	Компенсация смещения трубопровода вызванных от грунтовых осадок.	5 00 циклов

Конструкция двух параметров из таблицы выше частично связано с законом Майна как :

По величине расширения e_1 повторяет n_1 количество циклов, где одновременно e_2 повторяет n_2 количество циклов.

Нужно $1 > n_1/N_1 + n_2/N_2$.

N_1 : циклов в своем вращении e_1

N_2 : циклов в своем вращении e_2

Амплитуда циклов

Предположим уравнение допустимого смещения, где величина сильфонного гофра равна $\pm e$ мм и где на одну гофру приходится максимальное давление величиной σ_e кг/мм² и сложить величину внутреннего или внешнего давления с максимальным давлением σ_p кг/мм², приходящую на одну гофру, соотношение максимального давления на одну гофру и количество повторной амплитуды расширения или сжатия вычисляется следующей формулой, где диапазон повторного кругового расширения показан в значении N :

$$\sigma_m = \sigma_e + \sigma_p \dots \dots \dots (1)$$

Для U-образного сильфона :

$$\sigma_{m1} = 1 \text{ таблица (для не армированного)} \dots \dots (2)$$

$$\sigma_{m2} = 2 \text{ таблица (для армированного)} \dots \dots (3)$$

Для O-образного сильфона :

$$\sigma_{m3} = 2 \text{ таблица (для не армированного)} \dots \dots (4)$$

Для диско-образного сильфона :

$$\sigma_{m4} = 2 \text{ таблица (для не армированного)} \dots \dots (5)$$

Цикличность 'N' :

$$NA = (563 / \sigma_m) \dots \dots \dots (6)$$

$$NB = (1125 / \sigma_m) \dots \dots \dots (7)$$

Где :

σ_m = Расчетная величина общего давления (кг/мм²)

σ_e = Расчетная величина давления отклонения (кг/мм²)

σ_p = Расчетная величина внутреннего давления (кг/мм²)

E = Температура сильфонного материала по Янгу (кг/мм²)

t = Толщина гофра (мм)

e = Осевого ход одного гофра (мм)

W = 1/2 гофрового изгиба (мм)

H = Высота гофра (мм)

P = Внутреннее давление (кг/мм²)

NA = Дозволенный цикл

NB = Прерванный цикл

m = Количество слоя

Внутреннее давление гофров по меридиану (кг/мм²)

$$\sigma_{p1} = 1 \text{ таблица (для не армированного).....(8)}$$

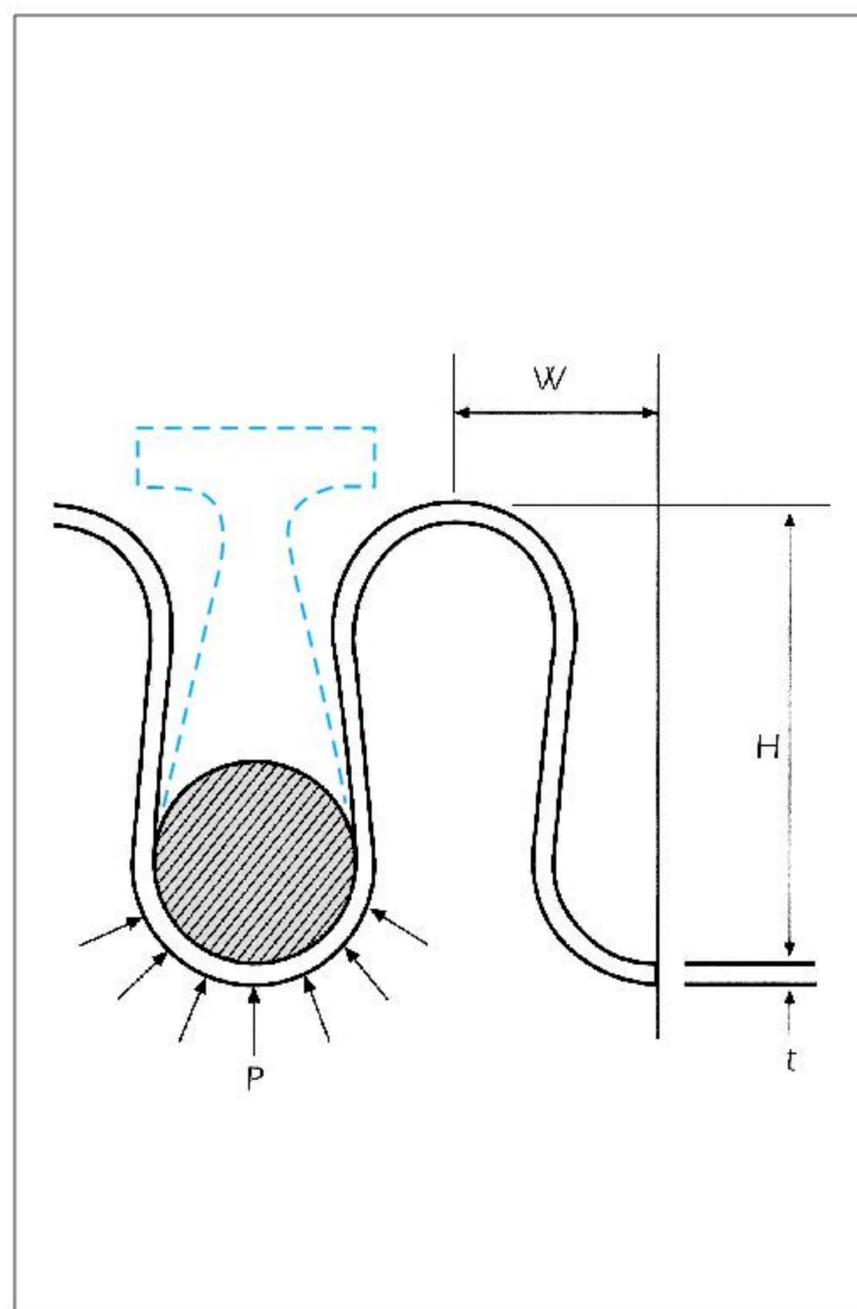
$$\sigma_{p1} \leq \sigma_y$$

$$\sigma_{p2} = 1 \text{ таблица (для армированного).....(9)}$$

Внутреннее давление гофров по окружности (кг/мм²)

$$\sigma_c = 1 \text{ таблица (для не армированного).....(10)}$$

$$\sigma_p \leq \sigma_a$$



Где :

σ_a = Дозволенное температурное напряжение материала гофров (кг/мм²)

σ_y = Сопротивление текучести материала гофра при конструкционной температуре (кг/мм²)

σ_p = Расчетная величина внутреннего давления (кг/мм²)

P = Конструкционное давление (кг/мм²)

H = Высота гофра (мм)

t = Толщина гофра (мм)

Dp = Эффективная площадь гофров (мм)

W = 1/2 изгиба гофров (мм)

m = Количество слоя

ДАВЛЕНИЕ - НАПРЯЖЕНИЕ РАЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РАЗНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

(кг/мм²)

С°		STS 304	STS 304L	STS 321	STS 316	STS 316L
НОРМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	Предел прочности на разрыв	52.0	49.0	52.0	52.0	49.0
	Сопротивление текучести σ_y	21.0	18.0	21.0	21.0	18.0
	Дозволенное напряжение σ_a	13.0	12.3	13.0	13.0	12.3
100С°	Сопротивление	18.7	17.4	18.9	19.9	17.9
	Дозволенное напряжение	11.6	11.9	11.7	12.3	12.2
200С°	Сопротивление	17.0	15.5	17.6	18.6	15.2
	Дозволенное напряжение	10.5	10.6	10.9	11.5	10.4
300С°	Сопротивление	16.3	13.6	17.1	18.1	14.0
	Дозволенное напряжение	10.1	9.3	10.6	11.2	9.6
400С°	Сопротивление	10.0	11.9	17.1	17.9	13.3
	Дозволенное напряжение	9.9	8.1	10.6	11.1	9.1
500С°	Сопротивление	15.3		16.8	16.6	
	Дозволенное напряжение	9.5		10.4	10.3	
600С°	Сопротивление	9.4		9.5	12.9	
	Дозволенное напряжение	9.8		5.9	8.0	

Расчет :

1. Компенсатор с осевым ходом

Номинальный диаметр 800А
Рабочая температура 300°С
Материал гофров STS 304

$H = 60$ мм
 $W = 30$ мм
 $t = 1.5$ мм
 $D_p = 863.5$ мм
 $\sigma_a = 10.1$ кг/мм²
 $\sigma_y = 16.3$ кг/мм²
 $m = 1$

Внутреннее давление ограниченное осевым изгибом :

$$P = 2 \cdot t \cdot m \cdot \sigma_a / H^2$$

$$= 2 \times 1.52 \times 1 \times 16.3 / 60^2$$

$$= 0.0204 \text{ (кг/мм}^2\text{)}$$

$$= 2.04 \text{ (кг/мм}^2\text{)}$$

Внутреннее давление ограниченное напряжением по окружности :

$$P = tm (1.142 W + 2H) \sigma_a / W D_p$$

$$= 1.5 \times 1 \times (1.142 \times 30 + 2 \times 60) \times 10.1 / 30 \times 863.5$$

$$= 0.0902 \text{ (кг/мм}^2\text{)}$$

$$= 9.02 \text{ (кг/мм}^2\text{) следовательно максимальное рабочее давление составляет } 2.04 \text{ кг/см}^2$$

2. Компенсатор с осевым ходом и регулирующимся ободком

Номинальный диаметр 800А
Рабочая температура 300°С
Материал гофров STS 304

$H = 60$ мм
 $W = 30$ мм
 $t = 1.5$ мм
 $D_p = 863.5$ мм
 $\sigma_a = 10.1$ кг/мм²
 $m = 1$

Внутреннее давление ограниченное осевым изгибом :

$$P = t \cdot m \cdot \sigma_a / H^2$$

$$= 1.5 \times 1 \times 10 / 60^2$$

$$= 0.02525 \text{ (кг/мм}^2\text{)}$$

$$= 25,25 \text{ (кг/мм}^2\text{)}$$

Внутреннее давление ограниченное напряжением по окружности :

$$P = tm (1.142 W + 2H) \sigma_a / W D_p$$

$$= 1.5 \times 1 \times (1.142 \times 30 + 2 \times 60) \times 10.1 / 30 \times 863.5$$

$$= 0.0902 \text{ (кг/мм}^2\text{)}$$

$$= 9.02 \text{ (кг/мм}^2\text{) следовательно максимальное рабочее давление составляет } 9.02 \text{ кг/см}^2$$

Дозволенный диапазон расширения :

Примерный дозволенный диапазон расширения величиной 'e' мм, исходя из которого с учетом следующего можно вычислить дозволенные смещения по всем направлениям.

Дозволенный диапазон расширения по оси :

Одиночная система:
 $X = e.n$ (11)

Двойная система:
 $X = 2.e.n$ (12)

Дозволенный диапазон расширения с боковым ходом :

Одиночная система:
 $Y = n.C.e / 3Dp$ (13)

Двойная система:

В универсальных типах
 $Y = 2.n.(L1 - c).e / \alpha.Dp$ (14)

С карданной подвеской
 $Y = 2.n.L2.e / Dp$ (15)

Дозволенный диапазон углового хода (одиночные подвесные, не закрепленные и на карданной подвеске) :

$\theta = 2.m.180.e / \square Dp$ (16)

Дозволенный диапазон изгиба (не закрепленные и гибкие шланги) :

$R = 2.m.180.e / \square Dp$ (17)

Выше указаны все дозволенные диапазоны расширения как :

1. Ходы в трех направлениях по X, Y и Z
2. Ходы в двух направлениях по X и Y
3. Ход в направлении X и угол изгиба
4. Боковое смещение в двух направлениях по X, Z и т.д.

которые являются часто требуемыми. В таком случае дозволенный диапазон расширения вычисляется методом :

$$e \geq ex + e\theta$$

Одиночная система:

$$ex = X / n$$
 (18)

$$ey = 3DpY / n.C$$
 (19)

$$e\theta = Dp.\square.\theta / 2.n.180$$
 (20)

Двойная система:

$$ex = X / 2n$$
 (21)

$$ey = \alpha.Dp.Y / 2.n(L-C)$$
 (22)

X = Осевой ход (мм)

Y = Боковой ход (мм)

θ = Угол изгиба (градус)

R = Радиус изгиба (мм)

e = Дозволенный диапазон расширения одного гофра (мм)

n = Количество гофров (разные ходы)

C = Длина гофров (разные ходы) мм

L1 = Общая длина сильфона включая соединяющую трубу двойного компенсатора (мм).

L2 = Расстояние между карданной подвеской и штоками в компенсаторах с карданной системой (мм).

α = Факторы зависящие от величины длины гофра двойных компенсаторов и общей длины гофров.

W = 1/2 изгиба гофров (мм).

ТЕХНИЧЕСКАЯ ТАБЛИЦА

ОБЩИЕ ФАКТОРЫ ПЕРЕХОДА И ИЗМЕНЕНИЙ

УМНОЖИТЬ	НА	ЧТОБЫ ПОЛУЧИТЬ	УМНОЖИТЬ	НА	ЧТОБЫ ПОЛУЧИТЬ
Атмосфер	33.90	Фут воды	Куб. см.	2.642 10 ⁻⁴	Куб. см.
Атмосфер	29.92	Дюйм ртути	Куб. см./час	0.000151	Куб. см.
Атмосфер	10330	Кг./кв.метр	Куб. см./гр.	0.01602	Куб. см.
Атмосфер	14.70	Фунт/кв. дюйм	Куб. см./гр./мол.Куб. фут	0.01602	Куб. см.
Атмосфер	760	Метр-милль ртути	Куб. фут	01781	Куб. см./час
Атмосфер	1.058	Тонна/кв. фут	Куб. фут	1728	Куб. см./гр.
Бар	1.0 x 10 ⁶	Дины/кв. см.	Куб. фут	0.02832	Куб. см./гр./мол.Куб. фут
Баррель / галлонов	0.84	Баррель (50 галл.)	Куб. фут	0.03704	Куб. фут
Баррель	5.614	Куб. фут	Куб. фут	7.481	Куб. фут
Баррель	0.159	Куб. метр	Куб. фут	28.32	Куб. фут
Баррель	42	Галлоны	Куб. фут/мин.	472.0	Куб. фут
Баррель / день	6620	Куб. см/час	Куб. фут/мин.	0.1247	Куб. фут
Баррель / день	0.234	Куб. фут/час	Куб. фут/мин.	62.43	Куб. фут
Баррель / день	6.502 x 10 ⁻⁵	Куб. фут/сек.	Куб. фут/фунт	62.43	Куб. фут/мин.
Баррель / день	1.75	Галлоны/час	Куб. фут/сек.	60	Куб. фут/мин.
Баррель / день	0.0292	Галлоны/мин.	Куб. фут/сек.	26915	Куб. фут/мин.
англ. мера тепла	777.5	Фут-фунт	Куб. фут/сек.	15.380	Куб. фут/фунт
англ. мера тепла	3.927 x 10 ⁻⁴	Лош. сила-час	Куб. фут/сек./кв. фут	0.0305	Куб. фут/сек.
англ. мера тепла	1054.6	Джоулей	Куб. дюйм	16.39	Куб. фут/сек.
англ. мера тепла	0.2520	Килокалорий	Куб. дюйм	5.787 x 10 ⁻⁴	Куб. фут/сек.
англ. мера тепла	2.928 x 10 ⁻⁴	КВ-час	Куб. дюйм	1.639 x 10 ⁻⁵	Куб. фут/сек./кв. фут
англ. мера тепла	0.5556	ед. изм. фунт-см.	Куб. дюйм	2.143 x 10 ⁻⁵	Куб. дюйм
а.м.т./кв.фут	8.90	кг.-кал./кв. метр	Куб. дюйм	4.329 x 10 ⁻³	Куб. дюйм
а.м.т./час	0.2520	кг.-кал./час	Куб. метр	6.29	Куб. дюйм
а.м.т./час/кв.фут	2.712	кг.-кал./час/кв. метр	Куб. метр	35.31	Куб. дюйм
а.м.т./час/кв.фут/по Ф.	4.882	кг.-кал./час/кв. метр/по Ц.	Куб. метр	61023	Куб. дюйм
а.м.т./час/кв.фут/по Ф.	1.0	е.и.ф./час/кв. фут/по Ц.	Куб. метр	1.308	Куб. метр
а.м.т./час/кв.фут/по Ф.	1.356 x 10 ⁻⁴	Гр.-кал./сек./кв. см/по Ц.	Куб. метр	264.2	Куб. метр
а.м.т./час/кв.фут/по Ф.	5.68 x 10 ⁻⁴	Ватт/кв. см/по Ц.	Куб. ярд	4.810	Куб. метр
а.м.т./час/кв.фут/по Ф.	2.035 x 10 ⁻⁴	Ватт/кв. дюйм/по Ф.	Куб. ярд	27	Куб. метр
а.м.т./час/кв.фут/по Ф.	3.939 x 10 ⁻⁴	Лош. сила/кв. фут/по Ф.	Куб. ярд	46656	Куб. метр
а.м.т./час/кв.фут/по Ф./дюйм	12.4	Кг.-кал./час/кв. м/по Ц./см	Куб. ярд	0.7646	Куб. ярд
а.м.т./час/кв.фут/по Ф./дюйм	3.445 x 10 ⁻⁴	Гр.-кал./сек./кв. см/по Ц./см	Куб. ярд	202	Куб. ярд
а.м.т./час/кв.фут/по Ф./фут	12	а.м.т./час/кв.фут/по Ф./дюйм	Куб. ярд	764.6	Куб. ярд
а.м.т./час/кв.фут/по Ф./фут	6.666	е.и.ф./час/кв.фут/по Ф./дюйм	Дины	1.020 x 10 ⁻³	Куб. ярд
а.м.т./час/кв.фут/по Ф./фут	4.13 x 10 ⁻³	Гр.-кал./сек./кв. см/по Ц./см	Дины	7.233 x 10 ⁻⁵	Куб. ярд
а.м.т./час/кв.фут/по Ф./фут	173.0	Кг.-эрг/сек./кв. см/по Ц./см	Дины	2.248 x 10 ⁻⁶	Куб. ярд
а.м.т./час/кв.фут/по Ф./фут	0.0173	Ватт/кв. см/по Ц./см	Дины/см.	6.85 x 10 ⁻⁵	Дины
а.м.т./час/кв.фут/по Ф./фут	1.488	Ккал./ч./кв. см/по Ц./милль	Дины/кв. см.	9.870 x 10 ⁻⁷	Дины/кв. см.
а.м.т./мин.	12.96	Фут/фунты/сек.	Дины/кв. см.	1 x 10 ⁻⁶	Дины/кв. см.
а.м.т./мин.	0.02356	Лош. сила	Дины/кв. см.	0.01020	Дины/кв. см.
а.м.т./мин.	0.01757	Киловатт	Дины/кв. см.	2.089 x 10 ⁻³	Дины/кв. см.
а.м.т./фунт	0.556	Гкал./грамм	Дины/кв. см.	1.450 x 10 ⁻⁵	Дины/кв. см.
а.м.т./фунт/по Ф.	1.0	Гкал./грамм/по Ц.	Эрг	10 ⁻⁷	Эрг
а.м.т./мин./фунт моль	0.556	Гкал./гр. молек.	Фут	30.48	Фут
а.м.т./кв. фут	0.2712	Гкал./кв. см	Фут	0.3048	Фут
а.м.т./кв. фут	2.712	Ккал./кв. метр	Фут воды	0.0295	Фут воды
а.м.т./кв. фут/дюйм	0.6892	Гкал./кв. см/см	Фут воды	2.241	Фут воды
а.м.т./час	2.93 x 10 ⁻⁴	Киловатт/час	Фут воды	0.8826	Фут воды
а.м.т./кв. фут/дюйм	6.892	Ккал./кв. метр/см	Фут воды	304.8	Фут воды
Калории	см. ур. в гр.	а.м.т./кв. фут/дюйм	Фут воды	62.43	Фут воды
Сантиметры	0.0328	а.м.т./час	Фут воды	0.4335	Фут воды
Сантиметры	0.3937	а.м.т./кв. фут/дюйм	Фут/градус по Ф.	54.864	Фут/градус по Ф.
Сантиметр ртути	0.01316	Калории	Фут/мин.	0.5080	Фут/мин.
Сантиметр ртути	0.4461	Сантиметры	Фут/мин.	0.01667	Фут/мин.
Сантиметр ртути	5.36	Сантиметры	Фут/мин.	0.01829	Фут/мин.
Сантиметр ртути	136.0	Сантиметр ртути	Фут/мин.	0.3048	Фут/мин.
Сантиметр ртути	27.85	Сантиметр ртути	Фут/мин.	0.01136	Фут/мин.
Сантиметр ртути	0.1934	Сантиметр ртути	Фут/сек.	30.48	Фут/сек.
Сантиметры/гр. по Ц.	0.2188	Сантиметр ртути	Фут/сек.	1.097	Фут/сек.
Сантиметры/секунда	1.969	Сантиметр ртути	Фут/сек.	18.29	Фут/сек.
Сантиметры/секунда	0.03281	Сантиметр ртути	Фут/сек.	0.6818	Фут/сек.
Сантиметры/секунда	0.036	Сантиметры/гр. по Ц.	Фут-фунт	1.286 x 10 ⁻³	Фут-фунт
Сантиметры/секунда	0.60	Сантиметры/секунда	Фут-фунт	1.356 x 10 ⁻⁷	Фут-фунт
Сантиметры/секунда	0.02237	Сантиметры/секунда	Фут-фунт	5.050 x 10 ⁻⁷	Фут-фунт
Сантипуаз	2.42	Сантиметры/секунда	Фут-фунт	1.356	Фут-фунт
Сантипуаз	0.000672	Сантиметры/секунда	Фут-фунт	3.241 x 10 ⁻⁴	Фут-фунт
Сантипуаз	3.60	Сантиметры/секунда	Фут-фунт	0.1383	Фут-фунт
Куб. см.	6.29 x 10 ⁻⁶	Сантипуаз	Фут-фунт	3.766 x 10 ⁻⁷	Фут-фунт
Куб. см.	3.531 x 10 ⁻⁶	Сантипуаз	Фут-фунт	7.141 x 10 ⁻⁴	Фут-фунт
Куб. см.	6.102 x 10 ⁻⁶	Сантипуаз	Фут-фунт/мин.	3.030 x 10 ⁻⁵	Фут-фунт/мин.
Куб. см.	10 ⁻⁶	Куб. см.	Фут-фунт/мин.	2.260 x 10 ⁻⁵	Фут-фунт/мин.
Куб. см.	1.308 x 10 ⁻⁶	Куб. см.	Фут-фунт/сек.	7.717 x 10 ⁻²	Фут-фунт/сек.

ОБЩИЕ ФАКТОРЫ ПЕРЕХОДА И ИЗМЕНЕНИЙ

УМНОЖИТЬ	НА	ЧТОБЫ ПОЛУЧИТЬ	УМНОЖИТЬ	НА	ЧТОБЫ ПОЛУЧИТЬ
Фут-фунт/сек.	1.818 x 10 ⁻³	Фут-фунт/сек.	Дюйм воды	25.40	Дюйм воды
Фут-фунт/сек.	1.945 x 10 ⁻²	Фут-фунт/сек.	Дюйм воды	0.5781	Дюйм воды
Фут-фунты/сек.	1.356 x 10 ⁻³	Фут-фунты/сек.	Дюйм воды	5.202	Дюйм воды
англ. галлон	1.20096	англ. галлон	Дюйм воды	0.03613	Дюйм воды
ам. галлон	0.0238	ам. галлон	Дюйм/по Ф.	4.572	Дюйм/по Ф.
ам. галлон	0.020	ам. галлон	Джоули	9.486 x 10 ⁻⁴	Джоули
ам. галлон	3785	ам. галлон	Джоули	107	Джоули
ам. галлон	0.1337	ам. галлон	Джоули	0.7376	Джоули
ам. галлон	231	ам. галлон	Джоули	2.390 x 10 ⁻⁴	Джоули
ам. галлон	3.785 x 10 ⁻³	ам. галлон	Джоули	0.1020	Джоули
ам. галлон	4.951 x 10 ⁻³	ам. галлон	Джоули	2.778 x 10 ⁻⁴	Джоули
ам. галлон	3.785	ам. галлон	Джоули	5.265 x 10 ⁻⁴	Джоули
Галлон/час	0.5715	Галлон/час	Джоули/грамм	0.4305	Джоули/грамм
Галлон/час	0.480	Галлон/час	Джоули/грамм/по Ц.	0.2389	Джоули/грамм/по Ц.
Галлон/час	3.71 10 ⁻⁵	Галлон/час	Джоули/грамм/по Ц.	0.2389	Джоули/грамм/по Ц.
Галлон/мин.	34.3	Галлон/мин.	Килограммы	980665	Килограммы
Галлон/мин.	28.8	Галлон/мин.	Килограммы	70.93	Килограммы
Галлон/мин.	2.228 x 10 ⁻³	Галлон/мин.	Килограммы	2.205	Килограммы
Галлон/мин.	0.227	Галлон/мин.	Килограммы	1.102 x 10 ⁻³	Килограммы
Галлон/мин.	0.06308	Галлон/мин.	Кило-кал.	3.968	Кило-кал.
Грамм	980.7	Грамм	Кило-кал.	3086	Кило-кал.
Грамм	0.03527	Грамм	Кило-кал.	1.558 x 10 ⁻³	Кило-кал.
Грамм	2.205 x 10 ⁻³	Грамм	Кило-кал.	4186	Кило-кал.
Грамм-калория	3.968 x 10 ⁻³	Грамм-калория	Кило-кал.	426.6	Кило-кал.
Грамм-калория	4.186	Грамм-калория	Кило-кал.	1.162 x 10 ⁻³	Кило-кал.
Грамм-кал./грамм	1.8	Грамм-кал./грамм	Кило-кал.	2.205	Кило-кал.
Грамм-кал./гр./по Ц.	1	Грамм-кал./гр./по Ц.	Кг.-кал/час/кв.м	0.3685	Кг.-кал/час/кв.м
Грамм-кал./кв. см	3.687	Грамм-кал./кв. см	Кг.-кал/час/кв.м/по Ц.	0.2048	Кг.-кал/час/кв.м/по Ц.
Грамм-кал.кв. см/см	1.451	Грамм-кал.кв. см/см	Кг.-кал/мин.	51.43	Кг.-кал/мин.
Гр.-кал./сек./кв.см/по Ц./см	2.603 x 10 ⁻³	Гр.-кал./сек./кв.см/по Ц./см	Кг.-кал/мин.	0.09351	Кг.-кал/мин.
Гр.-кал./сек./кв.см/по Ц./см	360	Гр.-кал./сек./кв.см/по Ц./см	Кг.-кал/мин.	0.06927	Кг.-кал/мин.
Гр.-кал./гр.мол.	1.8	Гр.-кал./гр.мол.	Кг.-метр	9.302 x 10 ⁻³	Кг.-метр
Грамм-см.	9.302 x 10 ⁻⁸	Грамм-см.	Кг.-метр	9.807 x 10 ⁷	Кг.-метр
Грамм-см.	980.7	Грамм-см.	Кг.-метр	7.233	Кг.-метр
Грамм-см.	7.233 x 10 ⁻⁵	Грамм-см.	Кг.-метр	2.344 x 10 ⁻³	Кг.-метр
Грамм-см.	2.344 x 10 ⁻⁸	Грамм-см.	Кг.-метр	2.734 x 10 ⁻⁶	Кг.-метр
Грамм-см.	5.60 x 10 ⁻³	Грамм-см.	Кг.-метр	0.005165	Кг.-метр
Грамм/миллилитр	1	Грамм/миллилитр	Кг.-куб. метр	10 ⁻³	Кг.-куб. метр
Грамм/куб.см	62.43	Грамм/куб.см	Кг.-куб. метр	0.06243	Кг.-куб. метр
Грамм/куб.см	0.03613	Грамм/куб.см	Кг.-куб. метр	3.613 x 10 ⁻⁵	Кг.-куб. метр
Грамм/кв. см	9.678 x 10 ⁻⁴	Грамм/кв. см	Кг.-метр	0.6720	Кг.-метр
Грамм/кв. см	0.07355	Грамм/кв. см	Кг.-кв. метр	9.678 x 10 ⁻⁵	Кг.-кв. метр
Грамм/кв. см	3.281 x 10 ⁻²	Грамм/кв. см	Кг.-кв. метр	98.07	Кг.-кв. метр
Грамм/кв. см	0.394	Грамм/кв. см	Кг.-кв. метр	7.355 x 10 ⁻³	Кг.-кв. метр
Грамм/кв. см	10	Грамм/кв. см	Кг.-кв. метр	3.281 x 10 ⁻³	Кг.-кв. метр
Грамм/кв. см	2.048	Грамм/кв. см	Кг.-кв. метр	2.896 x 10 ⁻³	Кг.-кв. метр
Грамм/кв. см	1.422 x 10 ⁻²	Грамм/кв. см	Кг.-кв. метр	0.2048	Кг.-кв. метр
Лош. сила	42.44	Лош. сил	Кг.-кв. метр	1.422 x 10 ⁻³	Кг.-кв. метр
Лош. сила	33000	Лош. сил	Километр	3281	Километр
Лош. сила	550	Лош. сил	Километр	0.6214	Километр
Лош. сила	10.70	Лош. сил	Километр	1094	Километр
Лош. сила	0.7457	Лош. сил	Километр/час	27.78	Километр/час
Лош. сила	1.014	Лош. сил	Километр/час	54.68	Километр/час
Лош. сила (котел)	33479	Лош. сил (котел)	Километр/час	0.9113	Километр/час
Лош. сила (котел)	9.804	Лош. сил (котел)	Километр/час	16.67	Километр/час
Лош. сила (европ.)	736	Лош. сил (евр.)	Километр/час	0.6214	Километр/час
Лош. сила час	2547	Лош. сил час	Киловатт	56.92	Киловатт
Лош. сила час	1.98 x 10 ⁶	Лош. сил час	Киловатт	4.425 x 10 ⁴	Киловатт
Лош. сила час	2.684 x 10 ⁶	Лош. сил час	Киловатт	737.6	Киловатт
Лош. сила час	641.7	Лош. сил час	Киловатт	1.341	Киловатт
Лош. сила час	2.737 x 10 ⁶	Лош. сил час	Киловатт	14.34	Киловатт
Лош. сила час	0.7457	Лош. сил час	Киловатт-час	3415	Киловатт-час
Лош. сила час	1.414 x 10 ³	Лош. сил час	Киловатт-час	2655 x 10 ⁶	Киловатт-час
Дюймы	2.54	Дюймы	Киловатт-час	1.341	Киловатт-час
Дюйм ртути	0.03342	Дюйм ртути	Киловатт-час	36 x 10 ⁶	Киловатт-час
Дюйм ртути	1.133	Дюйм ртути	Киловатт-час	860.5	Киловатт-час
Дюйм ртути	345.3	Дюйм ртути	Киловатт-час	1.8953 x 10 ³	Киловатт-час
Дюйм ртути	70.73	Дюйм ртути	Литр	6.29 x 10 ⁻³	Литр
Дюйм ртути	0.4912	Дюйм ртути	Литр	103	Литр
Дюйм воды	2.4558 x 10 ⁻³	Дюйм воды	Литр	0.0351	Литр
Дюйм воды	0.07355	Дюйм воды	Литр	61.02	Литр
Дюйм воды	0.1869	Дюйм воды	Литр	1.308 x 10 ⁻³	Литр
			Литр	0.2642	Литр

ОБЩИЕ ФАКТОРЫ ПЕРЕХОДА И ИЗМЕНЕНИЙ

УМНОЖИТЬ	НА	ЧТОБЫ ПОЛУЧИТЬ	УМНОЖИТЬ	НА	ЧТОБЫ ПОЛУЧИТЬ
Литр	1.057	Литр	Фунт/кв.дюйм	144	Фунт/кв.дюйм
Литр/гр.мол.	16.02	Литр/гр.мол.	Радан	53.7	Радан
Литр/кг.	0.01602	Литр/кг.	Радан	3438	Радан
Литр/мин.	9.06	Литр/мин.	Радан	0.637	Радан
Литр/мин.	60000	Литр/мин.	Радан/сек.	0.1592	Радан/сек.
Литр/мин.	5.885 x 10 ⁻⁴	Литр/мин.	Радан/сек.	9.549	Радан/сек.
Литр/мин.	15.851	Литр/мин.	Оборот	6.283	Оборот
Литр/мин.	4.403 x 10 ⁻³	Литр/мин.	Оборот	4	Оборот
Литр/сек./кв. см	32.8	Литр/сек./кв. см	Шток	16.5	Шток
Ртуть при 0 т. по Ц.	13.595	Ртуть при 0 т. по Ц.	Кв. см.	1.076 x 10 ⁻³	Кв. см.
Ртуть при 0 т. по Ц.	849	Ртуть при 0 т. по Ц.	Кв. см.	0.1550	Кв. см.
Метр	3.281	Метр	Кв. см.	10 ⁻⁴	Кв. см.
Метр	39.37	Метр	Кв. фут	2.296 x 10 ⁻⁵	Кв. фут
Метр	1.094	Метр	Кв. фут	929	Кв. фут
Метр/по Ц.	1.824	Метр/по Ц.	Кв. фут	144	Кв. фут
Метр/мин.	1.667	Метр/мин.	Кв. фут	0.0929	Кв. фут
Метр/мин.	0.05468	Метр/мин.	Кв. фут	3.587 x 10 ⁻⁸	Кв. фут
Метр/мин.	0.06	Метр/мин.	Кв. дюйм	6.452	Кв. дюйм
Метр/мин.	0.03728	Метр/мин.	Кв. дюйм	6.944 x 10 ⁻³	Кв. дюйм
Метр/сек.	196.8	Метр/сек.	Кв. дюйм	645.2	Кв. дюйм
Метр/сек.	3.6	Метр/сек.	Кв. км.	247.1	Кв. км.
Метр/сек.	2.237	Метр/сек.	Кв. км.	10.76 x 10 ⁻⁶	Кв. км.
Миль	5280	Миль	Кв. км.	0.3861	Кв. км.
Миль	1.609	Миль	Кв. метр	10.76	Кв. метр
Миль	1760	Миль	Кв. метр	1.196	Кв. метр
Миль/час	44.70	Миль/час	Кв. ярд	2.066 x 10 ⁻⁴	Кв. ярд
Миль/час	88	Миль/час	Кв. ярд	9	Кв. ярд
Миль/час	1.467	Миль/час	Кв. ярд	0.8361	Кв. ярд
Миль/час	1.609	Миль/час	Кв. ярд	3.228 x 10 ⁻⁷	Кв. ярд
Миль/час	26.82	Миль/час	Вес кольца	200	Вес кольца
Унция	28.35	Унция	Вес кольца	12000	Вес кольца
Унция	0.0625	Унция	Вес кольца	288000	Вес кольца
Унция (жид.)	1.805	Унция (жид.)	Стеры	1000	Стеры
Унция (жид.)	0.02957	Унция (жид.)	Тмп. +273 по Ц.	1	Тмп. +273 по Ц.
Унция/кв. дюйм	1.732	Унция/кв. дюйм	Тмп. +17.8 по Ц.	1.8	Тмп. +17.8 по Ц.
Пузы	1	Пузы	Тмп. +460 по Ф.	1	Тмп. +460 по Ф.
Пузы	100	Пузы	Тмп. -32 по Ф.	5/9	Тмп. -32 по Ф.
Фунты	13826	Фунты	Тонна (длин.)	1016	Тонна (длин.)
Фунты	14.10	Фунты	Тонна (длин.)	2240	Тонна (длин.)
Фунты	0.03108	Фунты	Тонна (метрич.)	1000	Тонна (метрич.)
Фунт	444823	Фунт	Тонна (метрич.)	2205	Тонна (метрич.)
Фунт	453.6	Фунт	Тонна (кор.)	907.2	Тонна (кор.)
Фунт	32.17	Фунт	Тонна (кор.)	2000	Тонна (кор.)
Е.Ф.С. (ед. фунт-см.)	1.8	Е.Ф.С. (ед. фунт-см.)	Тонна (кор.)/кв.фут	9765	Тонна (кор.)/кв.фут
Е.Ф.С. (ед. фунт-см.)	4535	Е.Ф.С. (ед. фунт-см.)	Тонна (кор.)/кв.фут	13.89	Тонна (кор.)/кв.фут
Е.Ф.С. (ед. фунт-см.)	1400.4	Е.Ф.С. (ед. фунт-см.)	Тонна (кор.)/кв.дюйм	11.406 x 106	Тонна (кор.)/кв.дюйм
Е.Ф.С. (ед. фунт-см.)	193.6	Е.Ф.С. (ед. фунт-см.)	Тонна (кор.)/кв.дюйм	2000	Тонна (кор.)/кв.дюйм
Е.Ф.С. (ед. фунт-см.)	7.072 x 10 ⁻⁴	Е.Ф.С. (ед. фунт-см.)	Тонна (метрич.)/кал.	3968	Тонна (метрич.)/кал.
Е.Ф.С. (ед. фунт-см.)	5.276 x 10 ⁻⁴	Е.Ф.С. (ед. фунт-см.)	Тонна (м.)/кал./куб.м	112.4	Тонна (м.)/кал./куб.м
Е.Ф.С. (ед. фунт-см.)	1899.4	Е.Ф.С. (ед. фунт-см.)	Тонна морожения	200	Тонна морожения
Фунт воды	0.01602	Фунт воды	Ватт	0.05692	Ватт
Фунт воды	27.68	Фунт воды	Ватт	107	Ватт
Фунт воды	0.1198	Фунт воды	Ватт	44.26	Ватт
Фунт воды/мин.	2.669 x 10 ⁻⁴	Фунт воды/мин.	Ватт	0.7376	Ватт
Фунт воды/час	2.699 x 10 ⁻⁴	Фунт воды/час	Ватт	1.34 x 10 ⁻³	Ватт
Фунт воды/час	1198	Фунт воды/час	Ватт	0.01434	Ватт
Фунт/куб.фута	0.01602	Фунт/куб.фута	Ватт	10 ⁻³	Ватт
Фунт/куб.фута	16.02	Фунт/куб.фута	Ватт-час	3.415	Ватт-час
Фунт/куб.фута	5.787 x 10 ⁻⁴	Фунт/куб.фута	Ватт-час	2655	Ватт-час
Фунт/куб.дюйма	27.68	Фунт/куб.дюйма	Ватт-час	1.341 x 10 ⁻³	Ватт-час
Фунт/фут	1.488	Фунт/фут	Ватт-час	0.8605	Ватт-час
Фунт/фут/час	4.13 x 10 ⁻³	Фунт/фут/час	Ватт-час	367.1	Ватт-час
Фунт/фут/час	0.413	Фунт/фут/час	Неделя	168	Неделя
Фунт/галлон	0.1198	Фунт/галлон	Неделя	10080	Неделя
Фунт/дюйм	178.6	Фунт/дюйм	Неделя	604800	Неделя
Фунт/кв.фут	0.01602	Фунт/кв.фут	Ярды	91.44	Ярды
Фунт/кв.фут	4.882	Фунт/кв.фут	Год (целый)	365	Год (целый)
Фунт/кв.фут	6.944 x 10 ⁻³	Фунт/кв.фут	Год (целый)	8760	Год (целый)
Фунт/кв.дюйм	0.06804	Фунт/кв.дюйм			
Фунт/кв.дюйм	2.307	Фунт/кв.дюйм			
Фунт/кв.дюйм	2.036	Фунт/кв.дюйм			
Фунт/кв.дюйм	51.7	Фунт/кв.дюйм			
Фунт/кв.дюйм	703.1	Фунт/кв.дюйм			

ФАКТОРЫ ПЕРЕХОДА И ИЗМЕНЕНИЙ

Линейное термальное расширение между 70F. и определенной температурой, дюйм/100 футов

ТЕМПЕРАТУРА ПОФ.	МАТЕРИАЛ												
	УГЛЕРОД-СТАЛЬ УГЛЕРОД-МОЛИ НИЗКИЙ ХРОМ (thru 3 Cr Mo)	5 Cr Mo thru 9 Cr Mo 18	Austenitic Stainless Steels Cr 8 Ni	12 Cr 17 Cr 27 Cr	25 Cr 20 Ni	Monel 67 Ni 30 Cr	3-1/2 НИКЕЛЬ	АЛЮМИНИЙ	СЕРЫЙ КОВКИЙ ЧУГУН	БРОНЗА	ЛАТУНЬ	ЖЕЛЕЗО	70 Cu 30Ni
-325	-2.37	-2.22	-3.85	-2.04	-3.00	-2.62	-2.22	-4.68		-3.98	-3.88	-2.70	-3.15
-300	-2.24	-2.10	-3.68	-1.92	-2.83	-2.50	-2.10	-4.46		-3.74	-3.64	-2.55	-2.87
-275	-2.11	-1.98	-3.41	-1.80	-2.66	-2.38	-1.98	-4.21		-3.50	-3.40	-2.40	-2.70
-250	-1.98	-1.86	-3.19	-1.68	-2.49	-2.26	-1.86	-3.97		-3.26	-3.16	-2.25	-2.53
-225	-1.85	-1.74	-2.96	-1.57	-2.32	-2.14	-1.74	-3.71		-3.02	-2.93	-2.10	-2.36
-200	-1.71	-1.62	-2.73	-1.46	-2.15	-2.02	-1.62	-3.44		-2.78	-2.70	-1.95	-2.19
-175	-1.58	-1.50	-2.50	-1.35	-1.98	-1.90	-1.50	-3.16		-2.54	-2.47	-1.81	-2.12
-150	-1.45	-1.37	-2.27	-1.24	-1.81	-1.79	-1.38	-2.88		-2.31	-2.24	-1.67	-1.95
-125	-1.30	-1.23	-2.01	-1.11	-1.60	-1.59	-1.23	-2.57		-2.06	-2.00	-1.49	-1.74
-100	-1.15	-1.08	-1.75	-0.98	-1.39	-1.38	-1.08	-2.27		-1.81	-1.76	-1.31	-1.53
-75	-1.00	-0.94	-1.50	-0.85	-1.18	-1.18	-0.93	-1.97		-1.56	-1.52	-1.13	-1.33
-50	-0.85	-0.79	-1.24	-0.72	-0.98	-0.98	-0.78	-1.67		-1.32	-1.29	-0.96	-1.13
-25	-0.68	-0.63	-0.98	-0.57	-0.78	-0.77	-0.62	-1.32		-1.25	-1.02	-0.76	-0.89
0	-0.49	-0.46	-0.72	-0.42	-0.57	-0.57	-0.46	-0.97		-0.77	-0.75	-0.56	-0.66
25	-0.32	-0.30	-0.46	-0.27	-0.37	-0.37	-0.30	-0.63		-0.49	-0.48	-0.36	-0.42
50	-0.14	-0.13	-0.21	-0.12	-0.16	-0.20	-0.14	-0.28		-0.22	-0.21	-0.16	-0.19
75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	0.23	0.22	0.34	0.20	0.28	0.28	0.22	0.46	0.21	0.36	0.35	0.26	0.31
125	0.42	0.40	0.62	0.36	0.51	0.52	0.40	0.85	0.38	0.66	0.64	0.48	0.56
150	0.61	0.58	0.90	0.53	0.74	0.75	0.58	1.23	0.55	0.96	0.94	0.70	0.82
175	0.80	0.76	1.18	0.69	0.98	0.99	0.76	1.62	0.73	1.26	1.23	0.92	1.07
200	0.99	0.94	1.46	0.86	1.21	1.22	1.94	2.00	0.90	1.56	1.52	1.14	1.33
225	1.21	1.13	1.75	1.03	1.45	1.46	1.13	2.41	1.08	1.86	1.83	1.37	1.59
250	1.40	1.33	2.03	1.21	1.70	1.71	1.32	2.83	1.27	2.17	2.14	1.6	1.86
275	1.61	1.52	2.32	1.38	1.94	1.96	1.51	3.24	1.45	2.48	2.45	1.83	2.13
300	1.82	1.71	2.61	1.56	2.18	2.21	1.68	3.67	1.64	2.79	2.76	2.06	2.40
325	2.04	1.90	2.90	1.74	2.43	2.44	1.88	4.09	1.83	3.11	3.08	2.29	2.68
350	2.26	2.10	3.20	1.93	2.69	2.68	2.08	4.52	2.03	3.42	3.41	2.53	2.96
375	2.48	2.30	3.50	2.11	2.94	2.91	2.27	4.95	2.22	3.74	3.73	2.77	3.24
400	2.70	2.50	3.80	2.30	3.20	3.25	2.47	5.39	2.42	4.05	4.05	3.01	3.52
425	2.93	2.72	4.10	2.50	3.46	3.52	2.69	5.83	2.62	4.37	4.38	3.25	
450	3.16	2.93	4.41	2.69	3.72	3.79	2.91	6.28	2.83	4.69	4.72	3.50	
475	3.39	3.14	4.71	2.89	3.98	4.06	3.13	6.72	3.03	5.01	5.06	3.74	
500	3.62	3.35	5.01	3.08	4.24	4.33	3.34	7.17	3.24	5.33	5.40	3.99	
525	3.86	3.58	5.31	3.28	4.51	4.61	3.57	7.63	3.46	5.65	5.75	4.25	
550	4.11	3.80	5.62	3.49	4.79	4.90	3.80	8.10	3.67	5.98	6.10	4.50	
575	4.35	4.02	5.93	3.69	5.06	5.18	4.03	8.56	3.89	6.31	6.45	4.76	
600	4.60	4.24	6.24	3.90	5.33	5.46	4.27	9.03	4.11	6.64	6.80	5.01	
625	4.86	4.47	6.55	4.10	5.60	5.75	4.51		4.34	6.96	7.16	5.27	
650	5.11	4.69	6.87	4.31	5.88	6.05	4.75		4.57	7.29	7.53	5.53	
675	5.37	4.92	7.18	4.52	6.16	6.34	4.99		4.80	7.62	7.89	5.80	
700	5.63	5.14	7.50	4.73	6.44	6.64	5.24		5.03	7.95	8.26	6.06	
725	5.90	5.38	7.82	4.94	6.73	6.94	5.50		5.26	8.28	8.64	6.32	
750	6.16	5.62	8.15	5.16	7.02	7.25	5.76		5.50	8.62	9.02	6.59	
775	6.43	5.86	8.47	5.38	7.31	7.55	6.02		5.74	8.96	9.40	6.85	
800	6.70	6.10	8.80	5.60	7.60	7.85	6.27		5.98	9.30	9.78	7.12	
825	6.97	6.34	9.13	5.82	7.89	8.16	6.54		6.22	9.64	10.17	7.40	
850	7.25	6.59	9.46	6.05	8.19	8.48	6.81		6.47	9.99	10.57	7.69	
875	7.53	6.83	9.79	6.27	8.48	8.80	7.08		6.72	10.33	10.96	7.79	
900	7.81	7.07	10.12	6.49	8.78	9.12	7.35		6.97	10.68	11.35	8.26	
925	8.08	7.31	10.46	6.71	9.07	9.44	7.22		7.23	11.02	11.75	8.53	
950	8.35	7.56	10.80	6.94	9.37	9.77	8.09		7.50	11.37	12.16	8.81	
975	8.62	7.81	11.14	7.17	9.66	10.09	8.46		7.76	11.71	12.57	9.08	
1000	8.89	8.06	11.48	7.40	9.95	10.42	8.83		8.02	12.05	12.98	9.36	
1025	9.17	8.30	11.82	7.62	10.24	10.75	8.98			12.40	13.39		
1050	9.46	8.55	12.16	7.95	10.54	11.09	9.14			12.76	13.81		
1075	9.75	8.80	12.50	8.18	10.83	11.43	9.29			13.11	14.23		
1100	10.04	9.05	12.84	8.31	11.12	11.77	9.45			13.47	14.65		
1125	10.31	9.28	13.18	8.53	11.41	12.11	9.78						
1150	10.57	9.52	13.52	8.76	11.71	12.47	10.11						
1175	10.83	9.76	13.86	8.98	12.01	12.81	10.44						
1200	11.10	10.00	14.20	9.20	12.31	13.15	10.78						
1225	11.38	10.26	14.54	9.42	12.59	13.50							
1250	11.66	10.53	14.88	9.65	12.88	13.86							
1275	11.94	10.79	15.22	9.88	13.17	14.22							
1300	12.22	11.06	15.56	10.11	13.46	14.58							
1325	12.50	11.30	15.90	10.33	13.75	14.94							
1350	12.78	11.55	16.24	10.56	14.05	15.30							
1375	13.06	11.80	16.58	10.78	14.35	15.66							
1400	13.34	12.05	16.92	11.01	14.65	16.02							
1425			17.30										
1450			17.69										
1475			18.08										
1500			18.47										

ТАБЛИЦЫ СРАВНЕНИЙ И ИЗМЕНЕНИЙ

ТАБЛИЦА СРАВНЕНИЯ С ДРУГИМИ СТАНДАРТАМИ							
Материал	Структура	С.Ш.А.		БРИТ.	ФРАНЦИЯ	ИТАЛИЯ	
		AISI	SAE	BS	AFNOR	UNI	Тип
1.0112	RSt37 - 2	C 1010	1010		C 20 d		
1.0254	RSt37.0	C 1015	1015	EN 32 A	A dx		
1.0425	Hll (14 Mn 2)	C 1020	1020	EN 32 M	A 42 C 3rd		
1.5415	15 Mo 3			EN 16 D	20 MD 4 - 0.5		
1.7242	16 CrMo 4	4130	4130	EN 19	16 CD 4		
1.7335	13 CrMo 44			EN 20	15 CD 4 - 0.5		
1.7380	10 CrMo 9-10			EN 29 A	10 CD 9		
1.7733	24 CrMoV 55			1506 - 661	24 CD V5		
1.4306	X2 CrNi 1911	304 L	30 304	EN 58 E	Z 2 CN 18.10	4047	X3 CN 1911
1.4404	X2 CrNiMo 17132	316 L	30 316	EN 58 J	Z 2 CND 17.12	Fiat 316 L	
1.4435	X2 CrNiMo 18143	316 L	30 316	EN 58 J	Z 2 CND 17.13	Fiat 316 MoS - L	
1.4541	X6 CrNiTi 1810	321	30 321	EN 58 B	Z 16 CNT 18.10	4047	X8 CNT 1810
1.4550	X6 CrNiNb 1810	347	30 347	EN 58 G	Z 16 CNNb 18.10	4047	X8 CNNb 1811
1.4571	X6 CrNiMoTi 17122	316 Ti	30 316	EN 58 H	Z 8 CNDT 17.12	Fiat 316 Ti	
1.4828	X15 CrNiSi 2012	309	30 309	309 S 24	Z 15 CVS 20.12		X16 CrNi 2314

ЛИНЕЙНЫЕ ТЕРМАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ						
К (°C)	373 (100°)	473 (200°)	573 (300°)	673 (400°)	Материал	Таблица показывает среднее расширение (Δ) по длине трубы на 1 м. при перепаде температуры с начальной величиной 273К по 100К/ед. до 673К.
Δ mm/m	1.11	2.42	3.87	5.40	St37 - 2	
	1.60	3.40	5.10	7.20	1.4541	
	1.65	3.50	5.40	7.40	1.4571	

ТАБЛИЦА ПЕРЕПАДА ДАВЛЕНИЯ							
Единица	Pa = Nm ²	bar = 10 ⁵ N/m ²	at = kp/cm ²	mWC	mm Hg = Torr	lbf/in ² =psi	lbf/ft ²
Pascal 1Pa = 1N/m ²	1	0.00001	0.00001	0.0001	0.0075	0.00014	0.02089
bar 1 bar = 105N/m ²	100 000	1	1.0197	10.197	750.062	14.504	2088.54
Техническая среда 1 at = kp/cm ²	98066.5	0.98067	1	10	735.559	14.223	2.0482
Изменение водяного столба 1 m WC	9806.5	0.9807	0.1	1	73.556	1.4223	204.816
мм ртутного столба 1 mm Hg = 1 Torr	133.322	0.00133	0.00136	0.0136	1	0.0193	2.785
Фунт давления на кв. дюйм 1 lbf/ft ²	6894.76	0.06895	0.0703	0.703	51.715	1	144
Фунт давления на кв. фут 1 lbf/ft ² (psi)	47.880	0.00048	0.00048	0.0048	0.35913	0.0694	1

ТАБЛИЦА ХИМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

Химическая таблица подготовлена в результате научно - исследовательских работ коррозионно-агрессивной среды, и предназначена для наглядного использования. На практике таблица также применяется для вычисления других соединений.

Увеличение коррозионной чувствительности зависит от плотности и толщины стенок материала. Уменьшение веса $g/m^2/час$. Указанная величина в таблице является определением жесткости химического коррозионного образования и стабильное ее воздействие на материал.

СТЕПЕНЬ	УТЕРЯ ВЕСА	ПРОХУДЕНИЕ СТЕНКИ	СТАБИЛЬНОСТЬ
0	max. 0.1 mm	max. 0.11 mm	хорошо
1	0.2 - 1 mm	0.12 - 1.1 mm	предельно хорошо
2	1.1 - 10.0 mm	1.2 - 11.0 mm	слабо
3	> 10.0 mm	> 11.0 mm	отсутствует

СРЕДА	%	°C	1.4541	1.4571	1.4539	INCOLOY 825	INCONEL 600	INCONEL 625
Уксусная кислота		< 20	0	0		0	0	0
Уксусная кислота			1	1	0	0	0	0
Ацетон			0	0		0	0	0
Хлорид ацетила		< 20	1	0		1	1	0
Квасцы	10	< 80	0	0				
Квасцы	10		1	0				
Алюминиевая соль	5	50	2	1	0	1	1	0
Алюминиевая соль	25	20	3	2	0			
Алюминиевый нитрат			0	0	0	0	0	0
Алюминиевый сульфат	10		0	0				
Алюминиевый сульфат	10		1	0			1	0
Алюминиевый ацетат			0	0				
Аммиак			0	0		0	3	1
Бикарбонат аммония			0	0		1	3	
Карбонат аммония			0	0		0	0	0
Нашатырь	10		0	0		0	0	0
Нашатырь	25		1	1		0	1	0
Нашатырь			2	1	1	1		
Нитрат аммония			0	0		0		
Нашатырный сульфат			1	0				
Анилин		< 20	0	0		0	0	0
Хлорид сурьмы		< 20	3	3				
Аква региа			3	3				
Мышьяковая кислота		< 20	0	0				
Чистый воздух			0	0	0	0	0	0
Пивная закваска			0	0		0	0	0
Бензол			0	0			1	1
Кровь		< 20	0	0		0	0	0
Борная кислота	< 50		0	0		0	1	0
Бром		< 20	3	3		1	0	1
Масляная кислота			1	0		1	3	0

СРЕДА	%	°C	1.4541	1.4571	1.4539	INCOLOY 825	INCONEL 600	INCONEL 625
Хлорид кальция			1	0		1	3	0
Гидроокись кальция			0	0		1	0	0
Сульфат кальция		< 20	0	0		0	0	0
Едкая сода	50		2	2	1			0
Хлор			3	3			0	
Хлорная вода		< 20	1	1	0			
СН ₃ С ₆ Н ₄ ОН		< 20	0	0				
Жир			0	0				
Покраска			0	0				
Этиловый спирт			0	0		0	0	0
Этиловый эфир			0	0		0	0	0
Жировая кислота		< 150	0	0				
Жировая кислота			2	0				
Формальдегид			0	0				
Муравьиная кислота		< 20	0	0				
Муравьиная кислота	20	70	1	0				
Муравьиная кислота	50		3	1	1			
Муравьиная кислота	100		2	1	0			
Фруктовая кислота и сок			0	0				
Глицерин			0	0		0	0	0
Соляная кислота	0.5	< 20	1	1	0			
Соляная кислота	0.5		3	3				
Гидрофтористая кислота	10	< 20	3	3				
Железо-III-хлорид		< 20	3	3		1	3	
Железо-III-нитрат			0	0		3	3	3
Железо-III-сульфат			0	0			3	
Молочная кислота	1	< 20	0	0				
Молочная кислота			2	1	0			
Яблочная кислота			0	0				
Метанол			0	0		0	0	0
Молоко		< 70	0	0				
Азотная кислота	37		0	0				
Азотная кислота	50		1	1		0	3	
Азотная кислота			2	2		0	3	
Щавелевая кислота	5	< 20	0	0				
Щавелевая кислота			2	2				
Нефть			0	0	0	0	0	0
Фенол			1	0				
Фосфорная кислота	10		0	0		0	0	0
Фосфорная кислота	60		2	1	0			
Фосфорная кислота	80		3	2	1			
Бисульфат калия	5	< 90	3	2	0			
Хлорид калия			0	0	0			
Калий сульфат		< 20	0	0	0			
Гидроокись калия	< 50	< 20	0	0		1	1	1

СРЕДА	%	°C	1.4541	1.4571	1.4539	INCOLOY 825	INCONEL 600	INCONEL 625
Нитрат калия			0	0		1	1	0
Перманганат калия	< 10	< 10	0	0				
Сульфат калия			0	0		0	0	0
Салициловая кислота			0	0				
Морская вода		< 20	0	0			0	0
Морская вода			2	1	0			
Содуим хлорид		< 20	0	0			0	
Содуим хлорид			1	0				
Гидрат натрия	< 40	< 90	0	0				
Гидрат натрия			1	1	0			0
Сульфид натрия		< 20	0	0		0	1	
Сульфид натрия		< 20	0	0				
Серная кислота	< 7.5	< 20	1	0				
Серная кислота	< 1		1	1	0		3	
Серная кислота	1	< 70	1	0			1	
Серная кислота	1		1	1	0			
Серная кислота	2.5		2	2	0			
Серная кислота	10		3	2	1	1	3	
Серная кислота	40		3	3	2			
Сточные воды	Кислотный след	< 40	0	0	0			