

**РАО «ЕЭС РОССИИ»**



**ОАО «ВНИПИЭНЕРГОПРОМ»**

**РД-3-ВЭП  
РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ  
ПО ПРИМЕНЕНИЮ ОСЕВЫХ СИЛЬФОННЫХ  
КОМПЕНСАТОРОВ (СК)  
по техническим условиям  
ИЯНШ.300260.029ТУ,  
СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ (СКУ)  
по техническим условиям  
ИЯНШ.300260.033ТУ,  
СТАРТОВЫХ СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ (ССК)  
по техническим условиям  
ИЯНШ.300260.035ТУ,  
СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ  
СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ С ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ  
ПЕНОПОЛИУРЕТАНА В ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ ОБОЛОЧКЕ  
по техническим условиям  
ИЯНШ.300260.043ТУ  
предприятия ОАО «НПП «КОМПЕНСАТОР»  
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ, СТРОИТЕЛЬСТВЕ  
И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ  
Первая редакция**

**Главный инженер**

**ОАО «ВНИПИЭнергопром»**



**Л.А. Тутыкин**

**Москва  
2006 г.**

**В разработке**

«Руководящего Документа (РД) по применению осевых сильфонных компенсаторов по техническим условиям ТУ5-98 ИЯНШ.300260.029ТУ, сильфонных компенсирующих устройств по техническим условиям ТУ5-99 ИЯНШ.300260.033ТУ и стартовых сильфонных компенсаторов предприятия по техническим условиям ТУ-2000 ИЯНШ.300260.035ТУ **ОАО «НПП «КОМПЕНСАТОР»** при проектировании, строительстве и эксплуатации тепловых сетей»

**принимали участие:**

**Зав. АТС д.т.н. Г.Х. Умеркин**

**Главный специалист инженер А.И.КОРОТКОВ**

**Инженер Н.А. Елкина**

**Настоящий РД не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен без разрешения организации разработчика.**

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |     |
|---|-----|
| ОСНОВНЫЕ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....  | 4   |
| В качестве вспомогательного материала при разработке<br>настоящего Свода Правил использованы: ..... | 4   |
| УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ.....   | 5   |
| 1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ. ....  | 8   |
| 2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.....   | 10  |
| 2.1. Осевые СК, СКУ и ССК.....  | 10  |
| 2.2. Требования к трубам .....  | 11  |
| ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ .....  | 13  |
| 3.1. Общие положения .....  | 13  |
| 3.2. Порядок проектирования .....   | 15  |
| 3.3. Выбор осевых СК, СКУ и ССК.....  | 17  |
| 3.4. Размещение осевых СК и СКУ .....   | 18  |
| Расчет деформаций. ....   | 20  |
| Расстановка направляющих опор. ....   | 21  |
| Расчет предельно допустимой длины участка теплопровода .....  | 23  |
| Расчет максимально допустимого расстояния между ССК.....  | 29  |
| Проверка живучести системы.....   | 31  |
| Проверка устойчивости системы.....  | 34  |
| 3.5. Расчет нагрузок на опоры.....  | 36  |
| 3.6. Установка СК, СКУ и ССК на монтаже.....  | 39  |
| 3.7. Прокладка теплопроводов с осевыми СК, СКУ и ССК.....   | 40  |
| 4. ОСОБЕННОСТИ ВЕДЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ТЕПЛОВЫХ<br>СЕТЕЙ с осевыми СК, СКУ и ССК.....                 | 41  |
| 4.1. Общая часть .....  | 41  |
| 4.3. Транспортировка и хранение осевых СК, СКУ и ССК .....  | 43  |
| 4.4. Монтаж теплопроводов с осевыми СК и СКУ.....   | 44  |
| 4.5. Изоляция стыков осевых СК и СКУ с теплопроводами.....  | 47  |
| 4.6. Монтаж сигнальной системы.....   | 50  |
| 5. ИСПЫТАНИЯ осевых СК и СКУ и ТЕПЛОПРОВОДОВ. ....  | 50  |
| 5.1. Общие положения .....  | 50  |
| 5.2. Проверка чистоты трубопроводной системы. ....  | 52  |
| 5.3. Проверка качества сварных соединений полиэтиленовой<br>оболочки.....                           | 52  |
| 5.4. Гидравлические испытания .....   | 52  |
| 5.5. Испытания сигнальной системы. ....   | 53  |
| 6. ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ .....  | 53  |
| при установке осевых СК, СКУ и ССК .....  | 53  |
| Приложение 1 .....  | 55  |
| Приложение 2 .....  | 61  |
| Приложение 3 .....  | 105 |
| Приложение 4 .....  | 107 |

## **ОСНОВНЫЕ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**1.** РД 10-249-98 «Нормы расчета на прочность стационарных котлов и трубопроводов пара и горячей воды». Госгортехнадзор России, 1999.

**2.** Отраслевые стандарты: «Котлы стационарные и трубопроводы пара и горячей воды». Нормы расчета на прочность. ОСТ 108.031.08—85, ОСТ 108.031.09—85, ОСТ 108.031.10—85.

**3.** «Расчет трубопроводов на прочность», А.Г.Камерштейн и др. Москва, Гостоптехиздат, 1966.

**4.** «Типовые решения прокладки трубопроводов тепловых сетей в изоляции из пенополиуретана», Альбом ВНИПИЭнергопрома, 1998.

**5.** «Руководящие Документы (РД) по применению осевых сильфонных компенсаторов при проектировании, строительстве и эксплуатации тепловых сетей», ВНИПИЭнергопром, 1998 – 2000.

**6.** РД-6-ВЭП «Системы централизованного теплоснабжения». ВНИПИЭнергопром.

**7.** «Справочник по проектированию тепловых сетей, в двух томах, Теплоэлектропроект, 1959.

**8.** РД-7-ВЭП «Руководящий Документ по проектированию тепловых сетей по заданному уровню надежности с помощью ПК». ВНИПИЭнергопром, Пермский Гостехуниверситет. 2000.

В качестве вспомогательного материала при разработке настоящего свода Правил использованы:

**9.** Европейский стандарт EN 253;1994.

**10.** «Справочник по централизованному теплоснабжению» Европейская Ассоциация Производителей Предварительно Изолированных труб для Централизованного теплоснабжения (© EuNP), 1977. Автор П.Рандлов. Перевод Т.Г.Малафеевой.

**11.** Справочник по расчету и проектированию бесканальных тепловых сетей. Киев, Будівельник. 1985.

### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- $F_{ст}$  — площадь поперечного сечения стенки трубы, мм<sup>2</sup>;  
 $F_{на}$  — площадь действия внутреннего давления ( $0,785D_{вн}^2$ ), мм<sup>2</sup>;  
 $D_n$  — наружный диаметр трубы, мм;  
 $D_{вн}$  — внутренний диаметр трубы, мм;  
 $D_{об}$  — наружный диаметр теплопровода по оболочке, мм;  
 $D_{ск}$  — наружный диаметр СК по сильфону, мм;  
 $s$  — толщина стенки трубы, мм;  
 $f_{тр}$  — удельная сила трения на единицу длины трубы, Н/м;  
 $\mu$  — коэффициент трения;  
 $\phi$  — угол внутреннего трения грунта, в градусах;  
 $\phi_d$  — коэффициент снижения прочности сварного шва при расчете на давление, Н/мм<sup>2</sup>;  
 $\phi_n$  — коэффициент снижения прочности сварного шва при расчете на изгиб, Н/мм<sup>2</sup>;  
 $\gamma_{пульпы}$  — удельный вес пульпы, Н/м<sup>3</sup>;  
 $\omega_{пульпы}$  — объем пульпы, вытесненной теплопроводом, м<sup>3</sup> /м;  
 $g_{трубы}$  — вес 1 м теплопровода без воды, Н/м;  
 $q_{трубы}$  — вес 1 м теплопровода с водой, Н/м;  
 $q_{грунта}$  — вес слоя грунта над трубой, Н/м;  
 $\gamma$  — удельный вес грунта, Н/м<sup>3</sup>;  
 $Z$  — глубина засыпки по отношению к оси трубы, м;  
 $\mathcal{N}_{ст}$  — вертикальная стабилизирующая нагрузка на 1 м трубы, Н/м;  
 $S_{сдвига}$  — сдвигающая сила, возникающая в результате действия давления грунта в состоянии покоя, Н/м;  
 $t_1$  — максимальная расчетная температура теплоносителя, °С;  
 $t_0$  — расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления (средняя температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92), °С;  
 $t_{монт}$  — монтажная температура, °С;  
 $\sigma_{расч}$  — расчетное осевое напряжение в трубе, Н/мм<sup>2</sup>;  
 $\sigma_{ж}$  — напряжение в трубе от силы жесткости сильфона СК, Н/мм<sup>2</sup>;  
 $\sigma_{из}$  — напряжение от собственного веса теплопровода, Н/мм<sup>2</sup>;  
 $\sigma_{раст}$  — растягивающее окружное напряжение от внутреннего давления, Н/мм<sup>2</sup>;  
 $\sigma_{доп}$  — допускаемое осевое напряжение в трубе, Н/мм<sup>2</sup>;  
 $\sigma_{ос}$  — дополнительное напряжение, возникающее в трубе при остывании от ( $t_0$ ) до ( $t_{мин}$ );  
 $[o]$  — номинальное значение допускаемого напряжения материала  
 $S_{эф}$  — эффективная площадь поперечного сечения сильфонного компенсатора,  $S_{эф}=0,785.D_{ср.сильфона}^2$ , см<sup>2</sup>;  
 $C_\lambda$  — жесткость осевого хода, Н/см;  
 $\lambda_{-1}$  — амплитуда осевого хода, мм;  
 $L$  — расстояние между неподвижными опорами или условно неподвижными сечениями трубы, м;  
 $L_{подв}$  — расстояние между подвижными опорами, м;

- $L_{\text{СКУ}}$  — паспортная длина СК или СКУ, мм;  
 $P_p$  — распорная сила сильфонных компенсаторов, Н;  
 $P_{\text{ж}}$  — сила жесткости сильфонных компенсаторов, Н;  
 $P_{\text{тр}}$  — сила трения теплопровода о грунт на участках бесканальной прокладки, Н;  
 $P_{\text{вн}}$  — внутреннее давление, Н/мм<sup>2</sup>;  
 $N$  — осевое (сжимающее, растягивающее) усилие в трубе, Н;  
 $W$  — момент сопротивления поперечного сечения стенки трубы,  
 $W = 0,1(D_n^4 - D_{\text{вн}}^4) : D_n$ , см<sup>3</sup>;  
 $\alpha$  — коэффициент линейного расширения стали, 0,012 мм/м°С;  
 $J$  — момент инерции трубы:  $J = 0,05(D_n^4 - D_{\text{вн}}^4)$  см<sup>4</sup>;  
 $t_3$  — минимальная температура в условиях эксплуатации ( $t_{\text{монт}}$ ,  $t_{\text{упора}}$  или другая температура). Выбор  $t_3$  выполняется проектировщиком по согласованию с заказчиком и эксплуатирующей организацией.

Приведенные в тексте правила и формулы составлены так, что все расчеты могут производиться как с использованием энергетической теории прочности, так и по предельным состояниям.

В примерах расчеты ведутся по энергетической теории прочности. В этом случае все формулы применяются в представленном в Руководстве виде.

При ведении расчетов на прочность элементов и конструкций тепловых сетей по предельным состояниям следует индивидуально с максимальной точностью **учитывать** все нагрузки и воздействия, возникающие при строительстве, монтаже, испытаниях и эксплуатации, вероятность перегрузки и ее характер (постоянная, кратковременная, временная длительная, особая), условия работы материала и условия работы конструкции в целом, а также неоднородность материала и индивидуальные особенности производства рассчитываемого элемента. Реализуется это путем введения соответствующих **индивидуальных коэффициентов** в зависимости от того, ведутся ли расчеты по пределу прочности или по пределу текучести.

**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ,  
использованные в примерах:**

Диаметр стальной трубы -  $D_n = 159$  мм,  
Толщина стенки трубы -  $s = 4,5$  мм,  
Диаметр ППУ-оболочки -  $D_{об} = 250$  мм.

$\sigma_{расч}$  — расчетное осевое напряжение в трубе -  $110$  Н/мм<sup>2</sup>;  
 $q_{трубы}$  — вес 1 м теплопровода с водой -  $503$  Н/м;  
 $\mu$  — коэффициент трения при ППУ и ППИМ изоляции -  $0,40$ ,  
 $\gamma$  — удельный вес грунта -  $18000$  Н/м<sup>3</sup>;  
 $Z$  — глубина засыпки по отношению к оси трубы -  $1$  м;  
 $\lambda_{-1}$  — амплитуда осевого хода: СКУ  $150$  мм -  $50$  мм;  
 $\alpha$  — коэффициент линейного расширения стали:  $0,012$  мм/м°С;  
 $E$  — модуль упругости материала трубы,  $2 \cdot 10^5$  Н/мм<sup>2</sup>;  
 $t_1$  —  $150$  °С;  
 $t_o$  — расчетная температура наружного воздуха для  
проектирования отопления,  $t_{o(0,92)} = -30$  °С;  
 $q_{трубы}$  — вес 1 м теплопровода без воды: -  $341$  Н/м;  
 $S_{эф}$  — эффективная площадь поперечного сечения СКУ -  $279$  см<sup>2</sup>;  
 $C_\lambda$  — жесткость осевого хода СКУ  $150$  мм -  $2180$  Н/см;  
 $W$  — момент сопротивления поперечного сечения  
стенки трубы:  $W = 0,1(15,9^4 - 15^4) : 15,9 = 83,57$  см<sup>3</sup>;  
 $\phi_1$  — коэффициент прочности поперечного сварного шва -  $0,9$ ;  
 $P_{вн}$  — внутреннее давление: -  $1,6$  Н/мм<sup>2</sup>;  
 $J$  — момент инерции сечения трубы:  
 $J = 0,05(15,9^4 - 15^4) = 664,4$  см<sup>4</sup>.

## 1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ.

1.1. Настоящий РД разработан в соответствии с действующей на территории Российской Федерации «Системой нормативных документов в строительстве» — СНиП 10-01-94.

1.2. РД распространяется на тепловые сети, конструкция и технические данные которых соответствуют нормативным документам Российской Федерации, и которые способны обеспечить гарантированную проектом величину тепловых потерь, надежный транспорт и качество теплоносителя в системе теплоснабжения в течение всего **заданного** срока службы.

1.3. РД содержит рекомендации по применению осевых неразгруженных сильфонных металлических компенсаторов по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ (**осевых СК**), сильфонных компенсирующих устройств (**осевых СКУ**), изготавливаемых на базе **СК** по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ, сильфонных компенсирующих устройств для стальных трубопроводов с тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке ИЯНШ.300260.043ТУ предприятия ОАО «НПП «Компенсатор», и стартовых сильфонных компенсаторов **ССК** по техническим условиям ИЯНШ.300260.035ТУ для компенсации температурных деформаций теплопроводов тепловых сетей.

1.4. Срок службы конструкций собственно теплопроводов и их элементов устанавливается на основании:

- расчетного времени разрушения теплоизоляции;
- поверочных расчетов на циклическую прочность фасонных деталей стальных трубопроводов (тройников, отводов и т.д.). Поверочный расчет собственно прямого стального трубопровода разрешается не производить [4.1, пункт 5.1.5.2.5], если повреждаемость от действия всех видов нагрузок удовлетворяет одновременно двум условиям: циклической прочности (малоцикловой усталости) и допускаемой величине напряжения в трубопроводе от суммарной нагрузки:

$$\sum \frac{\Pi_i}{[\Pi]_i} \leq 1; \quad \frac{\sigma_{\text{сум}}}{[\sigma]} \leq 1,$$

где:

$\Pi_i$  — число циклов нагружения данного типа;

$[\Pi]_i$  — допускаемое число циклов нагружения данного типа;

$\sigma_{\text{сум}}$  — суммарное эквивалентное напряжение от весовых нагрузок, самокомпенсации и внутреннего давления;

$[\sigma]$  — номинальное допускаемое напряжение.



1.4.1. При применении теплопроводов и их элементов в пенополиуретановой теплоизоляции (в ППУ-изоляции) срок службы определяется по ГОСТ 30732-2000 [10] и составляет при постоянной рабочей температуре теплоносителя:

- 120°C – 30 лет,
- 130°C – 9 лет,
- 140°C – 4 года,
- 150°C – 1 год.

Срок службы трубопроводов в ППМ-изоляции при 150°C составляет 30 лет, в АПБ – изоляции при 180°C – 30 лет.

1.4.2. Сильфоны осевых **СК, СКУ, ССК** относятся к группе неремонтируемых изделий. Сроки их службы и замены на новые устанавливаются ОАО «НПП «Компенсатор» по

а) содержанию хлоридов в транспортируемой среде: до 250 мг/л – 30 лет;

б) по назначенной наработке полных и неполных циклов в течение всего срока службы:  
для СК, СКУ:

- при эксплуатации на одном из режимов табл.1 и 2 приложения 3.

При этом нагружение может производиться по отношению к любому из промежуточных состояний СК и СКУ при условии, что общий ход не превышает названное значение амплитуды.

**для ССК:**

по назначенной наработке, равной одному циклу с 100% нагружением сжатием в течение всего срока службы, и по назначенной наработке 100 циклов с нагружением 15% осевым ходом в период выполнения монтажных работ.

1.4.3. При назначении сроков службы СК, СКУ и ССК следует также учитывать климатологические данные, вид прокладки и конструктивные особенности компенсаторов:

- при установке **СК:**

на открытом воздухе в местностях с расчетной температурой наружного воздуха для проектирования отопления выше -40°C и

в местах, доступных для постоянного визуального осмотра: в производственных помещениях, в гидроизолированных камерах непроходных каналов, в проходных и полупроходных каналах, срок службы независимо от климатических условий может назначаться до 30 лет;

- при установке **СКУ:**

в производственных помещениях, камерах непроходных каналов, в проходных и полупроходных каналах при отсутствии грунтовых и других коррозионно-активных вод срок службы устанавливается независимо от климатических условий до 30 лет;

на открытом воздухе в местностях с расчетной температурой наружного воздуха для проектирования отопления ниже - 40°C, но выше -50°C срок службы может назначаться до 20 лет;

на теплопроводах, прокладываемых бесканально, срок службы устанавливается независимо от климатических условий до 30 лет.

- при установке **ССК**:

На теплопроводах, прокладываемых бесканально, срок службы устанавливается независимо от климатических условий до 25 лет.

1.5. Для осевых сильфонных компенсаторов, сильфонных компенсационных устройств и стартовых сильфонных компенсаторов, разработанных и изготовленных другими предприятиями по другим техническим условиям, необходима разработка других Руководящих Документов, соответствующих их конструктивным особенностям, применяемым материалам и технологии изготовления.

## 2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

### 2.1. Осевые СК, СКУ и ССК

2.1.1. **Осевые СК** при наличии защиты сильфонов от загрязнения и механических повреждений и **осевые СКУ** предназначены для компенсации температурных деформаций теплопроводов *при всех видах надземной и подземной прокладки* тепловых сетей, **ССК** предназначены для бесканальной прокладки.

2.1.2. Предельно допустимые параметры транспортируемой среды—горячей воды:

|              |                        |
|--------------|------------------------|
| температура: | - 150°C,               |
| давление:    | условное - до 2,5 МПа, |
|              | рабочее - по ГОСТ 356, |

2.1.3. **Осевые СК, СКУ и ССК** могут применяться в районах с расчетной температурой наружного воздуха не ниже минус 50°C и сейсмичностью не более 9 баллов по шкале Рихтера.

2.1.4. При заказе и применении **осевых СК, СКУ и ССК** следует руководствоваться требованиями, изложенными в технических условиях ОАО «НПП «Компенсатор»:

- ИАНШ.300260.029ТУ «Компенсаторы сильфонные осевые металлические», 2006 г.,
- ИАНШ.300260.033ТУ «Сильфонные компенсационные устройства для тепловых сетей», 2006 г.,
- ИАНШ.300260.035ТУ «Стартовые сильфонные компенсаторы», 2000г.,
- ИАНШ.300260.043ТУ «Сильфонные компенсационные устройства для стальных трубопроводов с тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке», 2006г.,

основные из которых следующие:

2.1.5. **Осевые СК, СКУ и ССК** в соответствии с ОСТ5Р.9798 должны испытываться на предприятии-изготовителе на прочность пробным ( $P_{пр}$ ) давлением, равным  $1,25 P_y$ . Класс герметичности 1У по ОСТ5Р.0170.

2.1.6. Теплоизоляционное и гидрозащитное покрытия **осевых СК, СКУ и ССК** при их бескамерной установке должны быть выполнены из того же материала, что и для основных труб. Минимальная толщина теплоизоляционного слоя не должна быть меньше 50% толщины изоляционного слоя основной трубы и в любом случае не должна быть меньше 15 мм.

2.1.7. При проектировании систем централизованного теплоснабжения, определении оптимальной конфигурации разветвленных схем тепловых сетей, расчете максимально допустимой заданным уровнем надежности протяженности нерезервированных и тупиковых участков (по методике Пермского Государственного Технического Университета и ОАО “Объединение ВНИПИэнергопром”) следует учитывать следующие количественные показатели надежности конструкции **осевых СК, СКУ и ССК**:

- вероятность безотказной работы на уровне 0,95;
- готовность к нормальной работе на уровне 0,999.

2.1.8. Конструкция **осевых СК и СКУ**, заказываемых для теплопроводов тепловых сетей отвечают требованиям **живучести (ГОСТ 27.002—89)** и способны противостоять разрушению при *критических отказах*, связанных с вынужденным опорожнением теплопроводов в периоды нерасчетного понижения температуры наружного воздуха (ниже  $t_0$ ).

2.1.9. Срок сохраняемости **осевых СК, СКУ и ССК** до ввода в эксплуатацию — не менее 5 лет.

## 2.2. Требования к трубам

2.2.1. При строительстве тепловых сетей с **осевыми СК, СКУ и ССК**, а также для изготовления присоединительных и переходных патрубков, рекомендуется применять те же стальные трубы (приложение 1, табл.1), что и для теплопроводов, отвечающие требованиям «Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды» (ПБ-10-573-03) Госгортехнадзора России и СНиП 41-02-2003 “Тепловые сети”.

2.2.2. Основные механические свойства металла труб, применяемых для тепловых сетей и патрубков **осевых СК, СКУ и СК** должны соответствовать данным, приведенным в приложении 1, таблица 2.

2.2.3. Детали трубопроводов (отводы, переходы, тройники, штуцеры и др.) принимаются по серии 5.903-13 «Изделия и детали трубопроводов тепловых сетей».

2.2.4. Минимальная толщина стенки труб из сталей марок ВСт3Сп5, Ст10, Ст20 *при бесканальной прокладке* принимается по приложению 1, таблица 3.

2.2.5. Смещение кромок заводских сварных швов труб и присоединительных патрубков **осевых СК, СКУ и СК** не должны превышать 10% номинальной толщины стенки для прямошовных труб.

2.2.6. Для изготовления патрубков **осевых СК, СКУ и ССК** следует применять электросварные прямошовные и бесшовные трубы в регионах с расчетной температурой наружного воздуха для проектирования отопления ( $t_o$ ):

до минус 30°C - из стали марок: ст.10, ст.20, ст3сп5,

до минус 40°C - из стали 17ГС,

до минус 50°C - из стали 09Г2С

2.2.7. При установке патрубков **осевых СК, СКУ и ССК** сварные швы прямошовных труб трубопроводов тепловых сетей  $D_y \geq 500$  мм должны быть двухсторонними.

2.2.8. Предельный минусовый допуск в зависимости от толщины стенки ( $\delta$ ) патрубков не должен превышать величин, приведенных в приложении 1, таблица 4.

2.2.9. Отклонение по наружному диаметру  $D_n$  и допустимая овальность труб даны в приложении 1, табл. 5.

2.2.10. При применении в тепловых сетях с **осевыми СК, СКУ и ССК** чугунных труб  $D_y \leq 300$  мм с шаровидным графитом (ВЧШГ) Липецкого НПП «ВАЛОК-ЧУГУН», разрешенных Ростехнадзором письмом № 03-35/152 от 19.04.96 в экспериментальном порядке для сооружения трубопроводов пара и горячей воды с давлением до 1,6 МПа и температурой до 150°C, следует соблюдать технические условия ТУ1468-004-39535214-96 "Трубы центробежные из чугуна с шаровидным графитом под сварку для теплотрасс" и ТУ 1468-002-39535214-96 "Фасонные части сварные из чугуна с шаровидным графитом для трубопроводов теплофикации". Сварку производить по "Инструкции на сварку, термообработку, контроль и ремонт соединений трубопроводов теплофикации из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом".

2.2.11. При применении труб, не указанных в приложении 1 к настоящему Руководству, и отсутствующих в «Правилах

устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды», следует получить разрешение Ростехнадзора на основании положительного заключения НПО ЦКТИ, согласования с генпроектировщиком и эксплуатирующей организацией.

**2.2.12. Не рекомендуются** к применению стальные трубы по Европейскому стандарту EN 253;1994 (DIN 1626) из трубных сталей TW 360 и TW 500 (У ст.37, ст.44, ст.45) из-за значительного несоответствия геометрических размеров этих труб (наружный диаметр, толщина стенки) с размерами труб, применяемых в России. Кроме того, трубные стали TW 360, TW 500 имеют пониженную коррозионную стойкость и повышенную чувствительность к хлору, который содержится в компонентах пенополиуретана. Указанные стандарты не полностью отвечают требованиям в части необходимых испытаний, контроля и т.п.

При особой необходимости применения в тепловых сетях труб, поставляемых по DIN 1626 (включая марку стали Ст 37, обладающей пониженной стойкостью к коррозии), следует получить сертификат соответствия требованиям «Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды» (ПБ-03-75-24) от российской организации, аккредитованной Ростехнадзором.

Указанные трубы должны быть подвергнуты дополнительным испытаниям:

- на ударную вязкость основного металла и сварного шва;
- на загиб сварного шва;
- 100% проверки сварных заводских швов неразрушающим методом.

Все отступления от «Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды» (ПБ-03-75-24) должны быть дополнительно согласованы с Ростехнадзором.

## **ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

### **3.1. Общие положения**

3.1.1. В настоящем РД приведены **только** те нормы и правила проектирования, которые **непосредственно связаны с особенностями применения неразгруженных осевых СК, СКУ и ССК** в тепловых сетях.

3.1.2. При проектировании тепловых сетей с применением неразгруженных **осевых СК, СКУ, ССК** основными документами являются:

- СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети», СНиП 2.04.07-86\* «Тепловые сети», СНиП 41-03-2003 «Тепловые сети», СНиП 2.04.14-88 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» (с изменениями и дополнениями);
- технические условия ИЯНШ.300260.029ТУ, ИЯНШ.300260.033ТУ, ИЯНШ.300260.035ТУ и

ИЯНШ.300260.043ТУ предприятия ОАО «НПП «Компенсатор»;

- РД 10-249-98 «Нормы расчета на прочность стационарных котлов и трубопроводов пара и горячей воды», Госгортехнадзор России, 1999;
- «Справочник по проектированию тепловых сетей, в двух томах, Теплоэлектропроект, 1959;
- ГОСТ 30732-2001 «Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке»
- «Руководство по проектированию тепловых сетей по заданному уровню надежности с помощью ПЭВМ. ВНИПИЭнергопром, Пермский Гостехуниверситет. 2000.

3.1.3. РД распространяется на следующие виды теплопроводов тепловых сетей:

- теплопроводы заводского изготовления в пенополиуретановой теплоизоляции с оболочкой из толстостенной полиэтиленовой трубы (далее в **ППУ-изоляции**). Альбом «Типовых решений прокладки трубопроводов тепловых сетей в изоляции из пенополиуретана» разработан ОАО «Объединение ВНИПИЭнергопром»;
- теплопроводы заводского изготовления в армопенобетонной теплоизоляции с паропроницаемой оболочкой из различных материалов (далее в **АПБ-изоляции**). Альбом типовых решений прокладки трубопроводов тепловых сетей в монолитной армопенобетонной изоляции разработан ОАО «Объединение ВНИПИЭнергопром».
- теплопроводы заводского изготовления в пенополимерминеральной теплоизоляции с паропроницаемой наружной поверхностью (далее в **ППМ-изоляции**). Альбом «Типовых решений прокладки трубопроводов тепловых сетей в пенополимерминеральной изоляции» разработан ОАО «Объединение ВНИПИЭнергопром»;
- теплопроводы в «мягкой» теплоизоляции из минераловатных изделий в паропроницаемой оболочке из различных материалов (далее в **М-изоляции**). Альбом «Конструкции тепловой изоляции трубопроводов надземной и подземной канальной прокладки водяных тепловых сетей и паропроводов», серия 7.903.9-3;
- теплопроводы в других видах теплоизоляции, прошедшие необходимый цикл испытаний и имеющие сертификат соответствия. Выдача сертификатов по тематике «Конструкции и оборудование тепловых сетей» осуществляется органами Топливо-энергетического

комплекса (ТЭК СЕРТ) на основании экспертного заключения лаборатории «Трубопроводы и оборудование» Топливо-энергетического комплекса.

### 3.2. Порядок проектирования

#### ВЫБОР СКУ

| Канальная прокладка                  | Бесканальная прокладка  | Надземная прокладка                  |
|--------------------------------------|---|--------------------------------------|
| ППМ, М<br>ППМ: таб. 21<br>М: таб. 22 | ППУ, ППМ, АПБ, ССК<br>ППУ: таб. 17,18,19<br>ППМ: таб. 21<br>АБП: таб. 20, 23<br>ССК: таб.24 | ППМ, М<br>ППМ: таб. 21<br>М: таб. 22 |

#### РАЗМЕЩЕНИЕ СКУ

| Канальная прокладка | Бесканальная прокладка | Надземная прокладка |
|---------------------|------------------------|---------------------|
|                     |                        |                     |

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1.Предельная длина участка<br>Как искл. Формулы<br>[5],[6],[7], [8],[9] | 1.Предельная длина участка<br>Как искл. Формулы<br>[5],[6],[7], [8],[9]                         | 1.Предельная длина участка<br>Как искл. Формулы<br>[5],[6],[7], [8],[9] |
| 2. Температурная<br>деформация<br>Формулы [1],[2],[3],[4].              | 2. Температурная<br>деформация<br>Формулы [1],[2],[3],[4].                                      | 2. Температурная<br>деформация<br>Формулы [1],[2],[3],[4].              |
| 3.Способ применения:<br>1,Ш   | 3.Способ применения:<br>1,Ш   | 3.Способ применения:<br>1,П,Ш   |
| 4. Проектная длина участка<br>Формулы:[10],[11],[12],[13],<br>[14]      | 4. Проектная длина участка<br>Формулы:[10],[11],[12],[13],<br>[14]<br>Для ССК формулы:[15]-[19] | 4. Проектная длина участка<br>Формулы:[10],[11],[12],[13],<br>[14]      |
| 5. Расстановка<br>направл.опор:<br>Пункты: 3.4.7-3.4.12                 | 5. Расстановка<br>направл.опор:<br>Пункты: 3.4.7-3.4.12   | 5. Расстановка<br>направл.опор:<br>Пункты: 3.4.7-3.4.12                 |
| 6. Живучесть системы:<br>Как искл.Формулы [20]-[24].                    | 6. Живучесть системы:<br>Как искл.Формулы [20]-[24].  | 6. Живучесть системы:<br>Как искл.Формулы [20]-[24].                    |
| 7. Устойчивость системы:<br>Формулы [25]-[32].                          | 7. Устойчивость системы:<br>Формулы [25]-[32].  | 7. Устойчивость системы:<br>Формулы [25]-[32].                          |

### РАСЧЕТ НАГРУЗОК НА ОПОРЫ

|                            |                               |                            |
|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| <b>Канальная прокладка</b> | <b>Бесканальная прокладка</b> | <b>Надземная прокладка</b> |
|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|

Расчет нагрузок на опоры проводится по формулам [33] – [47] с учетом пунктов 3.4.1 – 3.4.12

### УСТАНОВКА СКУ НА МОНТАЖЕ

Монтажная длина компенсаторов определяется по формулам [43] – [45] в зависимости от способа применения СКУ с учетом требований пунктов 3.4.21, 3.6.1, 3.6.2, 4.4.1 – 4.4.10.

Расчет настройки ССК определяется по формулам [51] – [58]



### 3.3. Выбор осевых СК, СКУ и ССК

3.3.1. **Осевые СК и СКУ** рекомендуется выбирать равного с теплопроводом диаметра, принимая соответствующую компенсирующую способность и технические характеристики:

- для **осевых СК** — по приложению 2, таблица 1-16 (технические условия ОАО «НПП «КОМПЕНСАТОР» ИЯНШ.300260.029ТУ «Компенсаторы сильфонные осевые металлические», 2006г.), ИЯНШ.300260.043ТУ «Сильфонные компенсационные устройства для стальных трубопроводов с тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке», 2006 г.);
- для **осевых СКУ** — по приложению 2, таблицы 17-23, (технические условия ОАО «НПП «Компенсатор» ИЯНШ.300260.033ТУ «Сильфонные компенсационные устройства для тепловых сетей», 2006г. и ИЯНШ.300260.043ТУ «Сильфонные компенсационные устройства для стальных трубопроводов с тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке», 2006).
- Для ССК – по приложению 2, таблица 24 (технические условия ОАО «НПП «Компенсатор» ИЯНШ.300260.035ТУ «Стартовые сильфонные компенсаторы для тепловых сетей», 2000 г.).

3.3.2. Допускается применение при необходимости **осевых СК, СКУ и ССК** большего или меньшего диаметра, чем диаметр теплопровода, с установкой переходов. Входной и выходной переходы **СК, СКУ и ССК** могут быть разных диаметров в зависимости от присоединяемых теплопроводов. Переходы рекомендуется заказывать одновременно с **осевыми СК, СКУ и ССК**.

3.3.3. При применении **осевых СК или СКУ**, диаметр которых не совпадает с диаметром трубы теплопровода, а также при скорости теплоносителя - горячей воды более 8 м/с, следует предусматривать установку **осевых СК или СКУ** с внутренними направляющими патрубками, конструктивное исполнение которого оговаривается при заказе.

3.3.4. Для *бесканальной прокладки* теплопроводов:

- в **ППУ-изоляции** — следует выбирать **осевые СКУ** в конструктивном исполнении I, Ia, (таб 19) и (таб.17, 18);
- **АПБ-изоляции** — следует выбирать **осевые СКУ** в конструктивном исполнении I, II (таб. 20);

- в **ППМ-изоляции** — следует выбирать **осевые СКУ** в конструктивном исполнении 1 или 1С (таб. 21);
- **ССК** — следует выбирать по техническим характеристикам и размерам, указанным в таблице 24.

3.3.5. При подземной прокладке теплопроводов в каналах, туннелях, камерах, надземной прокладке *и в помещениях* теплопроводов в **М-изоляции** следует выбирать **осевые СКУ** в конструктивном исполнении 1 или 1С (таб. 22).

3.3.6. Для теплопроводов в других видах теплоизоляции при подборе **осевых СКУ** следует пользоваться приложениями в зависимости от характеристик теплоизоляционной конструкции, принимая за аналоги характеристики теплоизоляционные конструкций, перечисленных в пункте 3.1.3.

3.3.7. Для регионов с расчетной температурой наружного воздуха для проектирования отопления ниже минус 40°C **осевые СК и СКУ** должны приниматься в северном исполнении [С], что оговаривается при заказе.

3.3.8. Установка на теплопроводах **осевых СК** по ИЯНШ.300260.029ТУ.

При необходимости бескамерной установки **осевых СК** на *бесканально прокладываемых* теплопроводах следует защищать их **несущими** кожухами, способными воспринимать внешние нагрузки.

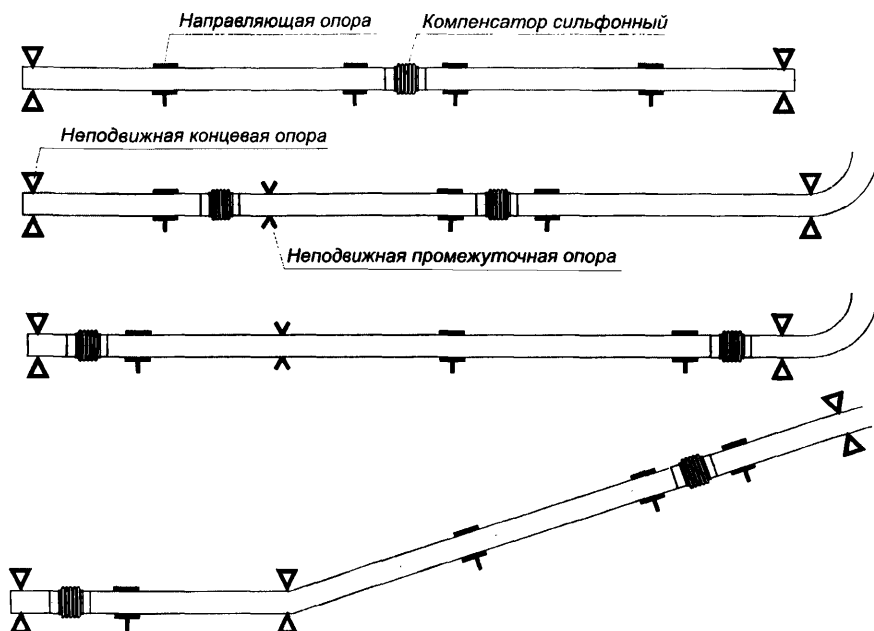
При других видах прокладки следует предусматривать установку **осевых СК** с защитными кожухами, способными предохранять сильфоны от загрязнений, случайных механических повреждений и агрессивного воздействия окружающей среды.

Заказчик при заказе **осевых СК** должен оговорить конструктивное назначение кожуха и осуществить его изготовление по документации ОАО «НПП «Компенсатор».

#### 3.4. Размещение осевых СК и СКУ

3.4.1. При канальной и надземной прокладке применяются **осевые СКУ**, которые могут размещаться в любом месте теплопровода между двумя неподвижными опорами или естественно неподвижными сечениями трубы. При бесканальной прокладке **СКУ** могут устанавливаться в любом месте теплопровода. (подробно см. п.3.7.3 )

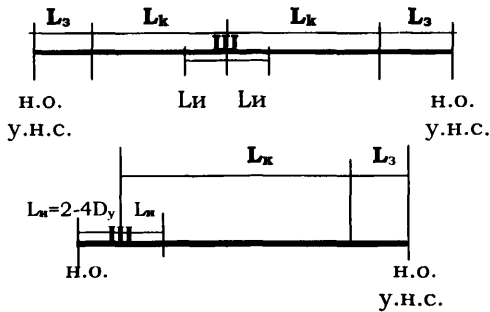
### Примеры размещения осевых СК и СКУ на теплопроводах



3.4.2. Протяженный теплопровод может иметь три вида зон (участков):

- **зоны изгиба**  $[L_{\text{и}}]$  — участки теплопровода, непосредственно примыкающие к компенсатору. Эти участки при нагреве теплопровода перемещаются в осевом и боковых направлениях;
- **зоны компенсации**  $[L_{\text{к}}]$  — участки теплопровода, примыкающие к компенсатору, перемещающиеся при температурных деформациях. Участки изгиба включаются в длину участков компенсации;
- **зоны заземления**  $[L_{\text{з}}]$  — неподвижные (защемленные) участки теплопровода, примыкающие к неподвижным опорам или естественно неподвижным сечениям трубы,

компенсация температурных деформаций в которых происходит за счет изменения осевого напряжения.



### Расчет деформаций.

3.4.3. В общем случае **деформация теплопровода**  $[\Delta L]$  рассчитывается по формуле:

$$\Delta L = \Delta l_t - \Delta l_{mp} - \Delta l_{dm} + \Delta l_p; \quad [1]$$

где:

$\Delta l_t$  — температурная деформация

$\Delta l_{mp}$  — деформация под действием сил трения

$\Delta l_p$  — деформация от внутреннего давления

$\Delta l_{dm}$  — реакция демпфера (грунта, поролиновых подушек, жесткости осевого компенсатора, упругости П-образных, Г-образных, Z-образных и др. компенсирующих устройств).

3.4.4. **Длина зоны (участка) компенсации**  $[L_k]$  при применении осевых **СК, СКУ, ССК** рассчитывается по формуле:

$$L_k = \frac{F_{ст}}{f_{тр}} [E \cdot \alpha \cdot \Delta t \cdot 10^{-3} + (A - 0,3) \cdot \sigma_{раст}], \quad \text{м}; \quad [2]$$

3.4.5. **Максимальное удлинение зоны компенсации**  $(\Delta L_k)$  при нагреве теплопровода после засыпки траншеи грунтом можно определить по упрощенной формуле:

$$\Delta L_k = \Delta l_t - \Delta l_{mp} = \alpha (t_1 - t_3) \cdot L_k \cdot 10^{-3} - \frac{f_{тр} \cdot L_k^2}{2 \cdot E \cdot F_{ст}}, \quad \text{м}; \quad [3]$$

В формулах:

- $\alpha$  — коэффициент линейного расширения стали, мм/м°С;
- $t_1$  — максимальная расчетная температура теплоносителя, °С;
- $t_3$  — минимальная температура. Выбор  $t_3$  выполняется проектировщиком по согласованию с заказчиком и эксплуатирующей организацией. ( $t_{\text{монт}}$ ,  $t_0$ ,  $t_{\text{упора}}$  и др.);
- $L_k$  — длина зоны (участка) компенсации, м;
- $f_{\text{тр}}$  — удельная сила трения на единицу длины трубы, Н/м.
- E** — модуль упругости материала трубы,  $2 \cdot 10^5$  Н/мм<sup>2</sup>;
- F<sub>ст</sub>** — площадь поперечного сечения стенки трубы, мм<sup>2</sup>;
- A** — коэффициент, учитывающий активную поверхность сильфона осевых СК, СКУ:  

$$A = 0,5 \cdot [1 - (D_c/D_{\text{вн}})^2]; \quad [4]$$
- D<sub>с</sub>** — средний диаметр сильфона, мм;
- D<sub>вн</sub>** — внутренний диаметр трубы, мм;
- $\sigma_{\text{раст}}$  — растягивающее окружное напряжение от внутреннего давления, Н/мм<sup>2</sup> (см. формулу [13]).

Примечание:

В формулах [2 и 3] с целью упрощения проектных расчетов не учтено влияние усилия от активной реакции упругой деформации компенсатора:  $N_r/F_{\text{ст}}$ .

#### **Расстановка направляющих опор.**

3.4.6. Между двумя неподвижными опорами или естественно неподвижными сечениями трубы должен размещаться только один **осевой СК, СКУ или ССК**.

3.4.7. При применении **осевых СК или СКУ** на теплопроводах при *подземной прокладке в каналах, туннелях, камерах, надземной прокладке и в помещениях* установка направляющих опор обязательна.

3.4.8. Первые направляющие опоры устанавливаются с двух сторон компенсатора на расстоянии **2D<sub>y</sub> + 4D<sub>y</sub>**. Вторые предусматриваются с каждой стороны на расстоянии **14D<sub>y</sub> + 16D<sub>y</sub>** от компенсатора. Число и необходимость установки вторых и последующих направляющих опор определяются при проектировании по результатам расчета теплопровода на устойчивость.

3.4.9. При применении **СКУ** по техническим условиям ИЯНШ.300260.03ЗТУ на теплопроводах при подземной прокладке в каналах, туннелях и камерах, а также при надземной прокладке и в помещениях установки первой пары направляющих опор на расстоянии 2÷4 D<sub>y</sub> не **требуется**, т.к. они предусмотрены конструкцией СКУ, но обязательна установка направляющих опор на расстоянии 14÷16 D<sub>y</sub> от СКУ.

3.4.10. При размещении **осевых СК, СКУ или ССК** у неподвижной опоры расстояние до нее должно быть в пределах  **$2D_y-4D_y$** . В этом случае направляющие опоры для СК и СКУ устанавливаются только с одной стороны. С другой стороны их функцию выполняет неподвижная опора.

3.4.11. В случае размещения **осевых СК или СКУ** в камерах функции направляющих опор могут выполнять стенки камер со специальной конструкцией обвязки входного и выходного проемов камеры.

3.4.12. Направляющие опоры (см. рис. в Приложении 4) следует применять, как правило, охватывающего типа (хомутовые, трубообразные, рамочные), принудительно ограничивающие возможность поперечного или углового сдвига и не препятствующие осевому перемещению. Для уменьшения силы трения между трубой и опорой предпочтительна установка катков, фторопластовых скользящих прокладок и т.п. Длина направляющей опоры должна быть, как правило, не менее двух диаметров. Зазор между трубой и направляющей конструкцией следует принимать не более **1,6 мм** при диаметрах труб  **$D_y \leq 100$  мм**, и не более **2,0 мм** при трубах  **$D_y \geq 125$  мм**.

3.4.13. При *бесканальной прокладке* теплопроводов с **осевыми СК или СКУ** следует провести проверку теплопроводов на устойчивость в следующих случаях:

- при малой глубине заложения теплопроводов (менее ~ 1 м от оси труб до поверхности земли);
- при вероятности затопления теплопровода грунтовыми, паводковыми или другими водами;
- при вероятности ведения земляных работ;
- при необходимости принятия дополнительных мер по обеспечению живучести теплопровода (на основе технического задания заказчика).

При вероятности сезонного подъема уровня стояния грунтовых или поверхностных вод **выше** глубины заложения *бесканально проложенных* теплопроводов с **осевыми СК или СКУ** следует провести проверку на всплытие не заполненного водой теплопровода.

3.4.14. При выборе места размещения **осевых СК или СКУ** должна быть обеспечена возможность сдвижки кожуха компенсатора в любую сторону на его полную длину.

3.4.15. **Осевые СК или СКУ** с внутренними направляющими патрубками следует устанавливать на теплопроводах так, чтобы направление стрелки на корпусе компенсатора совпадало с направлением движения теплоносителя.

### Расчет предельно допустимой длины участка теплопровода

3.4.16. Предельную длину прямого участка теплопровода при бесканальной прокладке между неподвижными опорами (н.о.) или условно неподвижными сечениями (у.н.с.) трубы, при которой не превышает максимально допустимое осевое напряжение в стальной трубе теплопровода, следует определять по формуле:

$$L_{\text{пред}} = \frac{\sigma_{\text{расч}} \cdot F_{\text{ст}}}{f_{\text{тр}}}, \text{ м}; \quad [5]$$

где:

$\sigma_{\text{расч}}$  — расчетное осевое напряжение в трубе, Н/мм<sup>2</sup>

$F_{\text{ст}}$  — площадь поперечного сечения стенки трубы, мм<sup>2</sup>:

$$F_{\text{ст}} = \pi \cdot (D_{\text{н}} - s) \cdot s, \quad \text{мм}^2; \quad [6]$$

где:

$D_{\text{н}}$  — наружный диаметр трубы, мм;

$s$  — толщина стенки трубы, мм;

$f_{\text{тр}}$  — удельная сила трения на единицу длины трубы, Н/м.

Удельная сила трения ( $f_{\text{тр}}$ ) при бесканальной прокладке подсчитывается по формуле:

$$f_{\text{тр}} = \mu[(1-0,5\varphi) \gamma \cdot Z \cdot \pi \cdot D_{\text{об}} \cdot 10^{-3} + q_{\text{трубы}}], \quad \text{Н/м}; \quad [7]$$

где:

$\varphi$  — угол внутреннего трения грунта (для песка  $\varphi=0,5$ )

С учетом этого [7] можно переписать в виде:

$$f_{\text{тр}} = \mu[0,75 \gamma \cdot Z \cdot \pi \cdot D_{\text{об}} \cdot 10^{-3} + q_{\text{трубы}}], \quad \text{Н/м}$$

$q_{\text{трубы}}$  — вес 1 м теплопровода с водой, Н/м;

$\mu$  — коэффициент трения:

при ППУ-изоляции — 0,40,

при ППБ-изоляции — 0,38,

при АПБ-изоляции — 0,60,

$\gamma$  — удельный вес грунта, Н/м<sup>3</sup>,

$Z$  — глубина засыпки по отношению к оси трубы, м,

$D_{\text{об}}$  — наружный диаметр теплопровода (по оболочке), мм.

(для конструкций теплопроводов с величиной адгезии теплоизоляции к трубе и оболочки к теплоизоляции

$f_{\text{адгезии}} \geq 0,15 \text{ МПа}$ .)

При меньших значениях  $f_{\text{адгезии}}$  расчеты ведутся по  $D_{\text{н}}$  трубы.

Пример:

Определить предельную длину прямого участка теплопровода  $D_{\text{у}} 150 \text{ мм}$ : Грунт песчаный, угол естественного откоса грунта  $\varphi=35^\circ$ .

1. Площадь поперечного сечения стенки трубы:

$$F_{\text{ст}} = \pi \cdot (D_{\text{н}} - s) \cdot s = 3,14(159 - 4,5) \cdot 4,5 = 2183 \text{ мм}^2$$

2. Удельная сила трения на единицу длины трубы:

$$f_{\text{тр}} = \mu(0,75 \gamma \cdot Z \cdot \pi \cdot D_{\text{об}} \cdot 10^{-3} + q_{\text{трубы}}) =$$

$$= 0,4(0,75 \cdot 18000 \cdot 1,3 \cdot 14 \cdot 250 \cdot 10^{-3} + 503) = 4440 \text{ Н/м.}$$

3. Предельная длина прямого участка теплопровода:

$$L_{\text{пред}} = \frac{\sigma_{\text{доп}} \cdot F_{\text{ст}}}{f_{\text{тр}}} = \frac{110 \cdot 2183}{4440} = 54 \text{ м.}$$

$\sigma_{\text{доп}}$  - допускаемое осевое напряжение в трубе, Н/мм<sup>2</sup>

$$\sigma_{\text{доп}} = 1,25 \cdot \phi_n \sqrt{1,04[\sigma] - 0,4[\sigma]P \left[ \frac{D_{\text{вн}}^2}{2(D_{\text{вн}} + s)s\phi_d} + 1 \right]} \quad [8]$$

$[\sigma]$  - номинальное значение допускаемого напряжения материала

$\phi$  - коэффициент снижения прочности сварного шва при расчете на давление (для электросварных труб). При полном контроле шва и контроле качества сварки по всей длине неразрушающими методами  $\phi=1$ , при выборочном контроле шва  $\phi = 0,8$ , а менее 10%  $\phi = 0,7$ .

$P$  - избыточное внутреннее давление, Мпа.

$\phi_n$  - коэффициент снижения прочности сварного шва при расчете на изгиб. При наличии изгиба  $\phi_n=0,9$ , а при отсутствии изгиба  $\phi_n=1$ .

Допускается использовать приближенные формулы:

при  $\phi_n=1$ :

$$\sigma_{\text{доп}} = 1,25 [\sigma], \text{ Н/мм}^2$$

при  $\phi_n=0,8$ :

$$\sigma_{\text{доп}} = 1,125 [\sigma], \text{ Н/мм}^2$$

Примечание.

При необходимости предельная длина компенсируемого участка теплопровода может быть увеличена, **например**, за счет применения стальных труб с повышенной толщиной стенки. Так, при  **$s = 6 \text{ мм}$** :

$$F_{\text{ст}} = \pi \cdot (D_{\text{н}} - s) \cdot s = 3,14(159 - 6) \cdot 6 = 2882 \text{ мм}^2$$

$$f_{\text{тр}} = \mu(0,75 \cdot \gamma \cdot Z \cdot \pi \cdot D_{\text{об}} \cdot 10^{-3} + q_{\text{трубы}}) = 0,4(0,75 \cdot 18000 \cdot 1,3 \cdot 14 \cdot 250 \cdot 10^{-3} + 508) = 4445 \text{ Н/м.}$$

$$L_{\text{пред}} = \frac{\sigma_{\text{доп}} \cdot F_{\text{ст}}}{f_{\text{тр}}} = \frac{110 \cdot 2882}{4445} = 71 \text{ м.}$$

3.4.17. Расчет предельной длины теплопровода между неподвижными опорами, *прокладываемого под землей в каналах, туннелях или над землей*, как правило, не производится.

Исключение составляют случаи совместной прокладки труб с опиранием на основную трубу («труба-на-трубе»), использования основной трубы в качестве несущей конструкции, прокладки теплопроводов в районах высокой сейсмичности.



В этом случае расчет ( $f_{тр}$ ) может быть выполнен по формуле:

$$f_{тр} = (q_{трубы} + q_{пригруз} + \eta_{вет} + \eta_{лед} + \eta_{снег}) \cdot \mu, \quad \text{Н/м}; \quad [9]$$

где:

$q_{трубы}$  — вес 1 м теплопровода с водой, Н/м;

$q_{пригруз}$  — вес пригруза (дополнительные трубы, строительные конструкции, пешеходные дорожки, ограждения, площадки обслуживания, мостики и т.п. с использованием основных теплопроводов в качестве несущей конструкции), Н/м;

$\mu$  — коэффициент трения:

при скользящих опорах — 0,3,

при шариковых опорах — 0,1,

при катковых опорах — 0,1-0,15,

при фторопластовых

опорах — 0,05-0,1.

$\eta_{ветер} + \eta_{лед} + \eta_{снег}$  — дополнительная перегрузка:

$$\eta_{вет} = 0,8 \cdot \Psi \cdot h_{выс}, \quad \text{Н/м};$$

$$\eta_{лед} = 65 \cdot h_{шир}, \quad \text{Н/м};$$

$$\eta_{снег} = 1,4 \cdot q_{снег} \cdot h_{шир}, \quad \text{Н/м};$$

где:

$\Psi$  — скоростной напор ветра, Н/м<sup>2</sup> (по СНиП 23-01-99 “Строительная климатология”);

$q_{снег}$  — нормативный вес снегового покрова, Н/м<sup>2</sup> горизонтальной проекции на 1 м теплопровода (СНиП 2.01.07-85);

$h_{выс}$  — высота вертикальной проекции конструкции (теплопровод + пригруз), м;

$h_{шир}$  — суммарная ширина в горизонтальной плоскости всех теплопроводов и конструкций (теплопровод + пригруз), м.

### **Способы применения СК, СКУ, ССК при прокладке тепловых сетей**

3.4.18. С **СК, СКУ** применимы три основных способа прокладки теплопроводов тепловых сетей

#### **1 способ**

С использованием компенсирующей способности СК, СКУ в соответствии с пунктом 7.34 СНиП 2.04.07-86\* “Тепловые сети” в диапазоне изменения температуры стенки трубопровода от максимальной ( $t_1$ ), равной максимальной расчетной температуре

теплоносителя, до расчетной температуры наружного воздуха для проектирования отопления ( $t_0$ )

## II способ

С использованием компенсирующей способности СК, СКУ в диапазоне изменения температуры стенки трубопровода от максимальной, равной расчетной температуре теплоносителя ( $t_1$ ), до минимальной ( $t_{\text{мин}}$ ), равной наименьшей температуре наружного воздуха в данной местности. Значение ( $t_{\text{мин}}$ ) определяется по согласованию с заказчиком по СНиП 23-01-99 “Строительная климатология” или по заданной обеспеченности (например,  $t_{\text{мин}} (0,98)$ ), °С.

## III способ.

С использованием всей компенсирующей способности СК, СКУ в диапазоне изменения температуры стенки трубопровода от максимальной ( $t_1$ ), принимаемой равной расчетной температуре теплоносителя, до ( $t_2 = t_{\text{упора}}$ ) — температуры стенки трубопровода в момент упора в ограничитель полностью растянутого сильфона.

Колебания температур в заземленных (неподвижных) трубах от ( $t_{\text{упора}}$ ) до ( $t_0$ ) компенсируются изменением осевого напряжения ( $\sigma_{\text{ос}}$ ) в трубах.

## IV способ.

Использование ССК, завариваемых после предварительного нагрева, для частичной разгрузки температурных деформаций теплопровода за счет предварительного нагрева теплопровода во время его монтажа до температуры, равной 50% от максимальной.

3.4.19. Первый способ применения **осевых СК или СКУ** допускается применять *при всех видах прокладки теплопроводов*. Максимальная длина участка, на котором устанавливается один **осевой СК или СКУ**, рассчитывается по формуле:

$$L_{\text{м}}^{\lambda} = \frac{0,9 \cdot 2 \cdot \lambda_{-1}}{\alpha \cdot (t_1 - t_0)} < L_{\text{пред}}, \quad \text{м}; \quad [10]$$

где:

$\lambda_{-1}$  — амплитуда осевого хода, мм;

$\alpha$  — коэффициент линейного расширения стали, мм/м°С;

$t_1$  — максимальная расчетная температура теплоносителя, °С;

$t_0$  — расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления (средняя температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки,

обеспеченностью  $t_{0(0,92)}$  по СНиП 23-01-99 «Строительная климатология», °С.

Пример:

Определить максимальную длину участка, на котором устанавливается один **осевой СК или СКУ**  $D_y$  150 мм:

$$L_m^\lambda = \frac{0,9 \cdot 2 \cdot \lambda_{-1}}{\alpha \cdot (t_1 - t_0)} = \frac{0,9 \cdot 2 \cdot 50}{0,012 \cdot (150 + 30)} = 41,7 \text{ м} < 54 \text{ м},$$

3.4.20. Второй способ применяется *при надземной прокладке*. При втором способе применения **осевых СК или СКУ** максимальная длина участка, на котором устанавливается один **осевой СК или СКУ**, рассчитывается по формуле [10], но вместо температуры ( $t_0$ ) подставляется  $t_{\min}$  — минимум температур наружного воздуха в данной местности. Определяется по согласованию с заказчиком по СНиП 23-01-99 «Строительная климатология» или по заданному коэффициенту обеспеченности (например,  $t_{\min (0,98)}$ ), °С.

3.4.21. При применении для теплопроводов *при надземной прокладке* конструкций **осевых СК или СКУ**, в которых не предусмотрен ограничитель нерасчетного растяжения сильфона, установка их выполняется по второму способу.

3.4.22. Третий способ применим при всех видах прокладки, в том числе бесканальной. Длина компенсируемого участка рассчитывается по формуле:

$$L_m^\lambda = \frac{0,9 \cdot 2 \cdot \lambda_{-1}}{\alpha \cdot (t_1 - t_3)} \leq L_{\text{пред}}, \quad \text{м}; \quad [11]$$

Примечание: по согласованию с ОАО «Компенсатор» коэффициент запаса (0,9) может не применяться.

В формуле (11):

$t_3$  — минимальная температура в условиях эксплуатации (монтаж, тупора, или любая другая температура). Выбор (расчет)  $t_3$  выполняется проектировщиком по согласованию с заказчиком и эксплуатирующей организацией.

Пример:

Температура  $t_3$  для случая, когда длина компенсируемого участка  $L_m^\lambda$  теплопровода  $D_y$  150 мм выбрана равной  $L_{\text{пред}}$ , определяется по формуле:

$$t_3 = t_1 - \frac{0,9 \cdot 2 \cdot \lambda_{-1}}{\alpha \cdot L_{\text{пред}}} = 150 - \frac{0,9 \cdot 2 \cdot 50}{0,012 \cdot 54} = 150 - 139 = 11 \text{ °С}.$$

При  $t_3 = t_{\text{упора}}$  расчет ведется следующим образом:

Температура стенки трубопровода в момент упора растянутого сильфона в ограничитель ( $t_{\text{упора}}$ ) при полном использовании принятого  $[\sigma_{\text{расч}}]$  определяется по формуле:

$$t_{\text{упора}} = \frac{\varphi_1 (\sigma_{\text{доп}} - 0,3 \cdot \sigma_{\text{раст}} - \sigma_{\text{вн}} - \sigma_{\text{ж}}) \cdot 10^3}{E \cdot \alpha} + t_0, \text{ } ^\circ\text{C}; \quad [12]$$

где:

$\varphi_1$  — коэффициент прочности поперечного сварного шва;

$\sigma_{\text{расч}}$  — расчетное осевое напряжение в трубе, Н/мм<sup>2</sup>.

Определяется по [Л.1];

$\sigma_{\text{вн}}$  — осевое напряжение от внутреннего давления, Н/мм<sup>2</sup>:

$$\sigma_{\text{вн}} = \frac{P_{\text{вн}} \cdot D_{\text{вн}}^2}{4(D_{\text{вн}} + s) \cdot s} \text{ Н/мм}^2; \quad \text{Н/мм}^2; \quad [13]$$

$\sigma_{\text{раст}}$  — растягивающее окружное напряжение от внутреннего давления Н/мм<sup>2</sup>:

$$\sigma_{\text{раст}} = \frac{P_{\text{вн}} \cdot (D_{\text{н}} - 2 \cdot s)}{2 \cdot s}, \quad \text{Н/мм}^2; \quad [14]$$

Пример:

Определить температуру стенки трубопровода Ду 150 мм в момент упора растянутого сильфона в ограничитель ( $t_{\text{упора}}$ ) при полном использовании  $[\sigma_{\text{расч}}]$ .

1. Растягивающее окружное напряжение от внутреннего давления:

$$\sigma_{\text{раст}} = \frac{P_{\text{вн}} \cdot (D_{\text{н}} - 2 \cdot s)}{2 \cdot s} = \frac{1,6 (159 - 2 \cdot 4,5)}{2 \cdot 4,5} = 26,7 \text{ Н/мм}^2$$

2. Осевое напряжение от внутреннего давления:

$$\sigma_{\text{вн}} = \frac{P_{\text{вн}} \cdot D_{\text{вн}}^2}{4(D_{\text{вн}} + s) \cdot s} = \frac{1,6 \cdot 0,150^2}{4(0,15 + 0,0045) \cdot 0,0045} = 12,9 \text{ Н/мм}^2$$

3. Температура стенки трубопровода Ду 150 мм в момент упора растянутого сильфона в ограничитель:

$$t_{\text{упора}} = \frac{\Phi_1 (\sigma_{\text{расч}} - 0,3 \cdot \sigma_{\text{раст}} - \sigma_{\text{вн}} - \sigma_{\text{ж}}) \cdot 10^3}{E \cdot \alpha} + t_0 =$$

$$= \frac{0,9 \cdot (110 - 0,3 \cdot 26,7 - 12,9 - 0,39) 10^3}{0,012 \cdot 2 \cdot 10^5} + (-30) = 3,3^\circ \text{C}$$

### Расчет максимально допустимого расстояния между ССК

3.4.23. Между двумя неподвижными опорами теплопровода необходимо установить стартовый сильфонный компенсатор (или, так называемый, Е-компенсатор), после чего теплопровод заполняется теплоносителем и нагревается до температуры, равной 50% от максимальной рабочей. При этом стартовый компенсатор должен сжаться на полную величину рабочего хода. После выдержки при указанной температуре (как правило, в течение суток) кожухи стартового компенсатора завариваются между собой. Тем самым, сильфон исключается из дальнейшей работы теплопровода. И так на всем теплопроводе между каждой парой неподвижных опор. Компенсация температурных расширений в дальнейшем происходит за счет знакопеременных осевых напряжений сжатия – растяжения. Таким образом, стартовые компенсаторы срабатывают один раз, после чего система превращается в неразрезную.

Максимально допустимое расстояние, м, между ССК составляет:

$$L_{\text{ст.к}} = \frac{200 \cdot F_{\text{ст}}}{f_{\text{тр}}} (2\sigma_{\text{доп}} - \alpha \cdot E(t_1 - t_s) 10^{-3}), \text{ м.} \quad [15]$$

Диапазон температур предварительного нагрева, при которых может быть осуществлена заварка:

$$t_{\text{п.н}} = t_{\text{п.н}}^{\text{max}} = t_s + \frac{\sigma_{\text{доп}}}{\alpha \cdot E} 10^3, \quad [16]$$

$$t_{\text{п.н}} = t_{\text{п.н}}^{\text{min}} = t_1 - \frac{\sigma_{\text{доп}}}{\alpha \cdot E} 10^3, \quad [17]$$

$t_s$  – температура, при которой монтируется ССК.

При проектировании следует учитывать, что  $t_s$  может изменяться в пределах от нуля (при длительной остановки нагрева системы) до расчетной температуры наружного воздуха, принимаемой для расчета отопления (при глубине прокладки менее

0,7 м). Поэтому рекомендуется принимать  $t_{п.н}$  близко к средней, определенной по формуле:

$$t_{п.н} = \frac{t_0 + t_1}{2} \quad [18]$$

С помощью нагрева до температуры  $t_{п.н}$  и заварки стартового компенсатора осуществляется растяжка трубопровода на величину  $\Delta L$ :

$$\Delta L = L_{ст.к} \left( \alpha \Delta t_{п.н} - \frac{0,25 f_{тр} L_{ст.к}}{E F} \right) \quad [19],$$

где  $\Delta t_{п.н} = t_{п.н} - t_0$

При этом уровень напряжений в защемленной зоне будет приблизительно равен:

$$\sigma_{ос} = \alpha \cdot E \cdot (t_0 - t_{мин}) \cdot 10^{-3}, \quad \text{Н/мм}^2$$

Если по конструктивным соображениям расстояние между стартовыми компенсаторами требуется уменьшить, в формулу [19] вместо максимально допустимого значения  $L_{ст.к}$  подставляется реальное.

В местах установки **ССК** должны иметь прямолинейные участки длиной не менее 12 м.

Расстояние от **ССК** до места установки ответвления должно быть не менее  $L_{ст.к}/3$ .

Пример:

Определить предельное допустимое расстояние между стартовыми компенсаторами, температуру предварительного нагрева и величину растяжки при следующих исходных данных. Трубопровод диаметром 426 мм с толщиной стенки 7 мм с изоляцией, наружный диаметр кожуха изоляции 560 мм, площадь поперечного сечения трубы 92 см<sup>2</sup>, материал – сталь марки Ст20, давление в рабочем состоянии 1,6 МПа, наибольшая температура теплоносителя 130 °С, при монтаже компенсаторов – 10°С, вес трубопровода с изоляцией и водой с учетом коэффициента перегрузки 2122 Н/м. Трубопровод имеет глубину заложения в грунте  $Z=1,1$  м, окружающий грунт – песок.

Определяем допускаемое осевое напряжение по формуле [8]

$$\sigma_{доп} = 1,25 \cdot \sqrt{1,04 \cdot 148^2 - 0,4 \cdot 148 \cdot 1,6 \left[ \frac{412^2}{2(412 + 7)7 \cdot 1,0} + 1,0 \right]} = 176,5 \text{ МПа}$$

Удельная сила трения по формуле [7] составляет:

$$f_{тр} = 0,4[(1 - 0,5 \cdot 0,5) \cdot 1,2 \cdot 15 \cdot 10^3 + 1,13 \cdot 14 \cdot 560 \cdot 10^{-3} + 512] = 11294 \text{ Н/м},$$

Предельно допустимое расстояние между стартовыми компенсаторами – по формуле [15]:

$$L_{\text{ст.к}} = \frac{200 \cdot 92}{11294} (2 \cdot 176,5 - 0,012 \cdot 2 \cdot 10^5 (130 - 10) 10^{-3}) = 106, \text{ м.}$$

Температура предварительного нагрева – по формуле [16]

$$t_{\text{п.н}} = t_{\text{пн}}^{\text{max}} = 10 + \frac{176,5}{0,012 \cdot 2 \cdot 10^5} 10^3 = 83,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

по формуле [17]

$$t_{\text{п.н}} = t_{\text{пн}}^{\text{min}} = 130 - \frac{176,5}{0,012 \cdot 2 \cdot 10^5} 10^3 = 56,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Примем среднее значение  $t_{\text{п.н}} = 70^\circ\text{C}$ , тогда осевые напряжения в рабочем состоянии составят:

$$\sigma_{\text{ос}} = 0,012 (130 - 70) \cdot 2 \cdot 10^2 = 144,0 \text{ МПа} < 176,5 \text{ МПа} \quad \text{Н/мм}^2$$

Определяем  $\Delta L$  по формуле [19]

$$\Delta L = 106 \left( 0,012 \cdot 60 - \frac{0,25 \cdot 11294 \cdot 106}{2 \cdot 0 \cdot 10^5 \cdot 92} \right) = 74,6 \text{ мм,}$$

Где  $\Delta t_{\text{п.н}} = 70 - 10 = 60 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

В практике проектных и монтажных работ допускается использовать приближенные формулы для определения расчетного сжатия стартового компенсатора  $\Delta L$ , мм:

$$\Delta L = 0,5(t_i - t_{\text{монт}}) L_{\text{ст.к}} \alpha$$

$$\Delta L = (t_{\text{пн}} - t_{\text{монт}}) L_{\text{ст.к}} \alpha$$

### Проверка живучести системы.

3.4.24. При первом способе применения **осевых СК и СКУ** при надземной прокладке следует произвести проверку **живучести** системы в экстремальных условиях, при которых:

- вода (теплоноситель) из теплопроводов выпущена;
- температура стенки теплопровода равна минимальной температуре наружного воздуха —  $t_{\text{мин}}$ ;
- сильфоны растянуты до упора в ограничители.

Результаты проверки должны быть отмечены в проекте.

Напряжения, возникающие в теплопроводе в экстремальных условиях при остывании его от  $(t_o)$  до  $(t_{\text{мин}})$ , следует определять по приближенной, но достаточной для проверки, формуле:

$$\sigma_{\text{жив}} = \frac{\sigma_{\text{ос}} + \sigma_{\text{ж}} + 0,8 \sqrt{\sigma_{\text{из}}^2 + \sigma_{\text{ветер}}^2}}{\quad} \leq \sigma_{\text{расч}}, \text{ Н/мм}^2; \quad [20]$$

φ<sub>1</sub>

где:

$\sigma_{oc}$  — дополнительное напряжение, возникающее в трубе при остывании от ( $t_o$ ) до ( $t_{мин}$ ):

$$\sigma_{oc} = \alpha \cdot E \cdot (t_o - t_{мин}) \cdot 10^{-3}, \quad \text{Н/мм}^2; \quad [21]$$

$\sigma_{ж}$  — напряжение в трубе от силы жесткости сиффона компенсатора, Н/мм<sup>2</sup>:

$$\sigma_{ж} = \frac{C_{\lambda} \cdot \lambda_1}{S_{эф}} \cdot 10^{-3}, \quad \text{Н/мм}^2; \quad [22]$$

$\sigma_{из}$  — изгибающее напряжение от собственного веса теплопровода, Н/мм<sup>2</sup>:

$$\sigma_{из} = \frac{g_{трубы} \cdot L^2_{подв}}{12 \cdot W}, \quad \text{Н/мм}^2; \quad [23]$$

$\sigma_{ветер}$  — изгибающее напряжение от ветровой нагрузки, Н/мм<sup>2</sup>:

$$\sigma_{ветер} = 1,4 \frac{\Psi \cdot D_{об} \cdot L^2_{подв}}{12 \cdot W}, \quad \text{Н/мм}^2 \quad [24]$$

В формулах:

$\Psi$  — скоростной напор ветра, Н/м<sup>2</sup> (по СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»);

$\alpha$  — коэффициент линейного расширения стали, 0,012 мм/м°С;

$E$  — модуль упругости материала трубы, 2·10<sup>5</sup> Н/мм<sup>2</sup>;

$t_o$  — расчетная температура наружного воздуха для отопления, обеспеченностью  $t_{o(0,92)}$ , °С.

$t_{мин}$  — минимум температур наружного воздуха в данной местности. Определяется по согласованию с заказчиком по СНиП 23-01-99 «Строительная климатология» или по заданной обеспеченности (например,  $t_{мин(0,98)}$ ), °С;

$\sigma_{расч}$  — расчетное осевое напряжение в трубе, Н/мм<sup>2</sup>.

$D_{об}$  — наружный диаметр оболочки, мм;

$g_{трубы}$  — вес 1 м теплопровода без воды, Н/м;

$S_{эф}$  — эффективная площадь поперечного сечения сиффонного компенсатора, см<sup>2</sup>. Принимается по приложениям 6 и 7.

$C_{\lambda}$  — жесткость осевого хода, Н/см,

$\lambda_1$  — амплитуда осевого хода, мм.

12 — коэффициент от 3 до 12 в зависимости от конфигурации и месторасположения участка



теплопровода на трассе (для прямых участков принимается равным 12);

**W** — момент сопротивления поперечного сечения стенки трубы, см<sup>3</sup>;

**L<sub>подв</sub>** — расстояние между подвижными опорами, м.

**φ<sub>1</sub>** — коэффициент прочности поперечного сварного шва.

3.4.25. Если в результате проверки окажется, что  $\sigma_{расч} > \sigma_{жив}$ , а повторный более точный расчет с использованием [Л.1] подтвердит недопустимую величину осевого напряжения  $\sigma_{жив}$ , следует пересмотреть ранее принятые в проекте решения с целью снижения  $\sigma_{жив}$  до приемлемых значений (уменьшить длину компенсируемого участка, выбрать осевой СК или СКУ с большей компенсирующей способностью, изменить коэффициент обеспеченности ( $t_{0(0,92)}$ ), уменьшить расстояния между подвижными опорами и т.д.).

Пример:

Определить напряжения, возникающие в теплопроводе D<sub>y</sub> 150 мм при нерасчетном похолодании.

1. Напряжения, возникающие в заземленной трубе при остывании от ( $t_0$ ) до ( $t_{мин}$ ) по формуле:

$$\sigma_{ос} = \alpha \cdot E \cdot (t_0 - t_{мин}) \cdot 10^{-3} = 0,012 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot (-30 + 50) \cdot 10^{-3} = 48,0 \text{ Н/мм}^2;$$

2. Напряжения в трубе от силы жесткости сильфона компенсатора по формуле:

$$\sigma_{ж} = \frac{C_{\lambda} \cdot \lambda_{-1}}{S_{\phi}} \cdot 10^{-3} = \frac{2180 \cdot 50}{279} \cdot 10^{-3} = 0,39 \text{ Н/мм}^2;$$

3. Изгибающее напряжение от собственного веса теплопровода:

$$\sigma_{из} = \frac{g_{трубы} \cdot L_{подв}^2}{12 \cdot W} = \frac{341 \cdot 9^2}{12 \cdot 0,1(15,9^4 - 15^4) : 15,9} = 27,54 \text{ Н/мм}^2$$

4. Изгибающее напряжение от ветровой нагрузки:

$$\sigma_{ветер} = 1,4 \frac{\psi \cdot D_{об} \cdot L_{подв}^2}{12 \cdot W} \cdot 10^{-3} = 1,4 \frac{1000 \cdot 429 \cdot 9^2 \cdot 10^{-3}}{12 \cdot 0,1(15,9^4 - 15^4) : 15,9} = 48,6 \text{ Н/мм}^2$$

5. Напряжения, возникающие в теплопроводе в экстремальных условиях при остывании его от ( $t_0$ ) до ( $t_{мин}$ ), по приближенной формуле:

$$\sigma_{жнв} = \frac{\sigma_{ос} + \sigma_{ж} + 0,8 \sqrt{\sigma_{из}^2 + \sigma_{ветер}^2}}{\varphi_1} =$$

$$= \frac{48 + 0,39 + 0,8 \sqrt{27,54^2 + 48,6^2}}{0,9} = 103,4 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\sigma_{жнв} < \sigma_{расч},$$

### Проверка устойчивости системы.

3.4.26. **Критическое усилие** от наиболее невыгодного сочетания воздействий и нагрузок, при котором теплопровод теряет устойчивость, подсчитывается по формуле:

$$\mathcal{N}_{кр} = \frac{1,1 \cdot N^2}{E \cdot J} \cdot i \cdot 10^2, \quad \text{Н/м;} \quad [25]$$

где:

**N** — осевое сжимающее усилие в трубе ( формула [30]), Н;

**E** — модуль упругости материала трубы, Н/мм<sup>2</sup>;

**J** — момент инерции трубы, см<sup>4</sup>;

**i** — начальный изгиб трубы, м:

$$i = \frac{L_{изг}}{200}, \quad \text{м;} \quad [26]$$

**L<sub>изг</sub>** — длина местного изгиба теплопровода:

$$L_{изг} = 0,1 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{E \cdot J}{|N|}}, \quad \text{м;} \quad [27]$$

где:

**|N|** — абсолютное значение величины осевого сжимающего усилия в трубе, Н.

Вертикальная нагрузка оказывает стабилизирующее влияние и определяется по формуле:

$$\mathcal{N}_{ст} = q_{грунта} + q_{трубы} + 2 \cdot S_{сдвига} > \mathcal{N}_{кр}, \text{ Н/м; } [28]$$

где:

**q<sub>грунта</sub>** — вес грунта над теплопроводом, Н/м,

**q<sub>трубы</sub>** — вес 1 м теплопровода с водой, Н/м;

**S<sub>сдвига</sub>** — сдвигающая сила, от действия давления грунта в состоянии покоя, Н/м;

Для случаев, когда уровень стояния грунтовых вод **ниже** глубины заложения теплопровода:

$$S_{сдвига} = 0,5 \cdot \gamma \cdot Z^2 \cdot K_0 \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad \text{Н/м; } [39]$$

$$q_{грунта} = \gamma \cdot [Z \cdot D_{об} - 0,125 \cdot D^2_{об} \cdot \pi], \quad \text{Н/м; } [30]$$

В формулах:

$\gamma$  — удельный вес грунта, Н/м<sup>3</sup>;

$Z$  — глубина засыпки по отношению к оси трубы, м;

$K_0$  — коэффициент давления грунта в состоянии покоя.

$$K_0 = 0,5;$$

$\phi$  — угол внутреннего трения грунта (естественного откоса);

$D_{об}$  — наружный диаметр оболочки, м.

Осевое сжимающее усилие в защемленном участке прямой трубы с равномерно распределенной вертикальной нагрузкой:

$$N = -[F_{ст} \cdot (E \cdot \alpha \cdot \Delta t \cdot 10^{-3} - 0,3 \cdot \sigma_{раст}) + P_{внутр} \cdot F_{пл}], \text{ Н; } [31]$$

где:

$F_{ст}$  — площадь кольцевого сечения трубы, мм<sup>2</sup>;

$\alpha$  — коэффициент линейного расширения стали, мм/м°С;

$E$  — модуль упругости материала трубы, Н/мм<sup>2</sup>;

$\Delta t$  — принимать равным  $(t_1 - t_{монт})$ , °С;

$\sigma_{раст}$  — растягивающее окружное напряжение от внутреннего давления (формула [19]), Н/мм<sup>2</sup>;

$P_{внутр}$  — внутреннее давление, Н/мм<sup>2</sup>;

$F_{пл}$  — площадь действия внутреннего давления  $(0,785D_{вн}^2)$ , мм<sup>2</sup>.

Пример:

Провести проверку теплопровода  $D_{у150}$ , проложенного бесканально, на устойчивость при наиболее неблагоприятном сочетании нагрузок и воздействий. Для случая, когда уровень стояния грунтовых вод **ниже** глубины заложения теплопровода.

1. Осевое сжимающее усилие в защемленной трубе:

$$N = -[F_{ст} \cdot (E \cdot \alpha \cdot \Delta t - 0,3 \cdot \sigma_{раст}) + P_{внутр} \cdot F_{пл}] = \\ = -[2183(2 \cdot 10^5 \cdot 0,012 \cdot 140 \cdot 10^{-3} - 0,3 \cdot 26,7) + 1,6 \cdot 17662,5] = -744283 \text{ Н;}$$

2. Длина местного изгиба теплопровода:

$$L_{изг} = 0,314 \sqrt{\frac{E \cdot J}{|N|}} = 0,314 \sqrt{\frac{2 \cdot 10^5 \cdot 664,4}{744283}} = 4,2 \text{ м;}$$

3. Начальный изгиб трубы:

$$i = \frac{L_{изг}}{200} = \frac{4,2}{200} = 0,021 \text{ м,}$$

4. Критическое усилие, при котором защемленный теплопровод при бесканальной прокладке теряет устойчивость, подсчитывается по формуле:

$$\mathcal{N}_{кр} = \frac{1,1 \cdot N^2}{E \cdot J} \cdot 1,10^2 = \frac{1,1 \cdot 744283^2}{2 \cdot 10^5 \cdot 664,4} = 0,021 \cdot 10^2 = 9630 \text{ Н/м;}$$

5. Вес грунта над теплопроводом:

$$q_{грунта} = \gamma \cdot [Z \cdot D_{об} - 0,125 \cdot D_{об}^2 \cdot \pi] = \\ = 18000[1 \cdot 0,250 - 0,125 \cdot 0,250^2 \cdot 3,14] = 4058 \text{ Н/м;}$$

6. Сдвигающая сила, возникающая в результате действия давления грунта в состоянии покоя:

$$S_{\text{сдвига}} = 0,5 \cdot \gamma \cdot Z^2 \cdot K_0 \cdot \text{tg} \varphi = 0,5 \cdot 18000 \cdot 1^2 \cdot 0,5 \cdot 0,7 = 3150 \text{ Н/м.}$$

7. Стабилизирующая вертикальная нагрузка:

$$\begin{aligned} R_{\text{ст}} &= q_{\text{грунта}} + q_{\text{трубы}} + 2 \cdot S_{\text{сдвига}} = \\ &= 4058 + 503 + 2 \cdot 3150 = 10861 \text{ Н/м} \end{aligned}$$

$$R_{\text{ст}} > R_{\text{кр}};$$

Стабилизирующая вертикальная нагрузка больше критического усилия, поэтому заземленный теплопровод сохранит устойчивость даже при наиболее неблагоприятном сочетании нагрузок и воздействий.

3.4.27. Если уровень грунтовых или сезонных поверхностных вод (паводок, подтопляемые территории и т.п.) может подниматься **выше** глубины заложения бесканально прокладываемых теплопроводов, т.е. существует вероятность всплытия труб при их опорожнении. Необходимый вес балласта, который должен сообщить теплопроводу надежную *отрицательную плавучесть*, определяется по формуле:

$$R_{\text{бал}} = K_{\text{вспл}} \cdot \gamma_{\text{пульпы}} \cdot \Omega_{\text{вспл}} + g_{\text{трубы}} + q_{\text{н.п.}}, \text{ Н/м;} \quad [32]$$

где:

$K_{\text{вспл}}$  — коэффициент устойчивости против всплытия.

Принимается равным:

1,10 — при периодически высоком уровне грунтовых вод или при прокладках в зонах подтопляемых территорий;

1,15 — при прокладках по болотистой местности.

$\gamma_{\text{пульпы}}$  — вес пульпы (воды и взвешенных частиц грунта), Н/м<sup>3</sup>;

$\Omega_{\text{вспл}}$  — объем пульпы, вытесненной теплопроводом, м<sup>3</sup> /м;

$g_{\text{трубы}}$  — вес 1 м теплопровода без воды, Н/м;

$q_{\text{н.п.}}$  — вес неподвижных опор, Н/м.

### 3.5. Расчет нагрузок на опоры.

3.5.1. При определении нормативных нагрузок на опоры следует учитывать влияние следующих сил:

— распорного усилия сифонных компенсаторов, ( $P_p$ ),

— жесткости сифонных компенсаторов, ( $P_{ж}$ ),

— усилия от трения в подвижных опорах на участках канальных и надземных прокладок, или трения теплопровода о грунт на участках бесканальной прокладки, ( $P_{тр}$ ),

— усилия от напряжения, возникающего в прямолинейном участке теплопровода при критических отказах, связанных с нерасчетным похолоданием, ( $P_{жив}$ ).

Кроме того, следует учитывать в конкретных расчетных схемах теплопроводов:

— неуравновешенные силы внутреннего давления ( $P_n$ ),

— упругую деформацию гибких компенсаторов или самокомпенсации ( $P_{ж}$ ,  $P_y$ ).

— ветровую нагрузку при надземной прокладке ( $P_{ветер}$ ).

— сила ( $P_{oc}$ ) от напряжения, возникающего в прямолинейном участке теплопровода при третьем способе применения осевых СК и СКУ в диапазоне температур от ( $t_o$ ) до ( $t_o$ ).

3.5.2. В общем случае нагрузка на неподвижные опоры должна приниматься по наибольшей горизонтальной осевой и боковой нагрузке *от сочетания сил, перечисленных в пункте 3.4.1*, при любом рабочем режиме теплопровода, при гидравлических испытаниях и при проверке на живучесть.

3.5.3. Распорное усилие от внутреннего давления ( $P_p$ ) определяется по формуле:

$$P_p = 1,25 P_{pab} \cdot S_{эф}, \quad H; \quad [33]$$

3.5.4. Усилие, возникающее вследствие жесткости осевого хода сильфонного компенсатора ( $P_{ж}$ ) определяется:

$$P_{ж} = C_{\lambda} \cdot \lambda_1, \quad H; \quad [34]$$

3.5.5. Сила трения ( $P_{тр}$ ) в подвижных опорах и теплопровода о грунт *(при бесканальной прокладке)* определяется:

$$P_{тр} = \mu(0,75 \cdot \gamma \cdot Z \cdot \pi \cdot D_{об} \cdot 10^{-3} + q_{трубы}) \cdot L_{ж}^{\lambda}, \quad H; \quad [35]$$

3.5.6. Сила [ $P_{oc}$ ] от напряжения, возникающего в защемленном прямолинейном участке опорожненного теплопровода *при надземной прокладке* при критических отказах, связанных с нерасчетным похолоданием:

$$P_{oc} = [\alpha \cdot E \cdot (t_o - t_{мин})] \cdot F_{ст}, \quad H; \quad [36]$$

3.5.7. Суммарные горизонтальные осевые нагрузки на неподвижные опоры в рабочих режимах и при гидравлических испытаниях должны определяться:

— на концевую опору, как сумма сил:

$$\Sigma P = P_p + P_{ж} + P_{тр}, \quad H; \quad [37]$$

При установке ССК (до его заварки):

$$\Sigma P = P_p + P_{oc}, \quad H; \quad [38]$$

— на промежуточную опору, как разность сумм сил, действующих с каждой стороны опоры. При этом, нагрузки на промежуточную неподвижную опору от участков теплопроводов (с диаметрами  $D_{y1}$  и  $D_{y2}$ ), расположенных по обе стороны опоры, определяются по формулам:

а) при  $D_{y1} > D_{y2}$ :

— от распорных усилий компенсаторов:

$$P_p = P_{p1} - P_{p2}, \quad H; \quad [39]$$

при установке ССК (до его заварки):

$$\Sigma P = (P_p + P_c)_1 - (P_p + P_c)_2 \quad [40]$$

— от жесткости компенсаторов:

$$P_{ж} = 1,3 \cdot P_{ж1} - 0,7 \cdot P_{ж2}, \quad H; \quad [41]$$

— от сил трения при  $L_1 = L_2$ :

$$P_{тр} = P_{тр1} - 0,7P_{тр2}, \quad H; \quad [42]$$

б) при  $D_{y1} = D_{y2}$ :

— от жесткости компенсаторов:

$$P_{ж} = 0,6 \cdot P_{ж1}, \quad H; \quad [43]$$

— от сил трения при  $L_1 = L_2$ :

$$P_{тр} = 0,3 \cdot P_{тр1}, \quad H. \quad [44]$$

3.5.8. При проверке на *живучесть надземно проложенных теплопроводов* с осевыми СК и СКУ, имеющими ограничители нерасчетного расширения сильфонов, суммарные горизонтальные осевые нагрузки на неподвижные опоры определяются без учета веса воды, сил трения на подвижных опорах и внутреннего давления теплоносителя:

— на концевую опору:

$$\Sigma P_{жив} = P_{ж} + P_{сж}, \quad H; \quad [45]$$

— на промежуточную опору — как разность сумм сил, действующих с каждой стороны опоры. При этом, нагрузки на промежуточную неподвижную опору от участков теплопроводов (с диаметрами  $D_{y1}$  и  $D_{y2}$ ), расположенных по обе стороны опоры, определяются по формулам:

а) при  $D_{y1} > D_{y2}$ :

$$P_{жив} = 0,6P_{ж1} + P_{сж1} - P_{сж2}, \quad H; \quad [46]$$

б) при  $D_{y1} = D_{y2}$ :

$$P_{жив} = 0,6P_{ж1}, \quad H; \quad [47]$$

3.5.9. Формулы составлены из условия установки на смежных участках теплопроводов осевых СК, СКУ и ССК с жесткостью сильфонов, отличающихся не более  $\pm 30\%$ . В случае неизбежности установки на смежных участках компенсаторов с большей разностью жесткостей нагрузки на промежуточные неподвижные опоры от жесткости соответственно пересчитываются с учетом фактической разницы жесткостей.

3.5.10. При наличии на расчетных участках теплопроводов углов поворота или Z-образных участков в суммарных нагрузках на неподвижные опоры должны учитываться силы упругой деформации от этих участков [ $P_x$  и  $P_y$ ], которые определяются расчетом труб на самокомпенсацию.

3.5.11. При равенстве сил, действующих с каждой стороны промежуточной неподвижной опоры, горизонтальная осевая нагрузка на неподвижную опору определяется по сумме сил,

действующих с одной стороны неподвижной опоры с коэффициентом 0,3.

3.5.12. Суммарная горизонтальная боковая нагрузка на неподвижные опоры должна учитываться при поворотах трассы и ответвлений теплопровода. При этом при двухсторонних ответвлениях боковая нагрузка на неподвижную опору учитывается только от ответвления с наибольшей нагрузкой.

3.5.13. Расчетные формулы для определения суммарных горизонтальных нормативных нагрузок на неподвижные опоры для наиболее характерных схем установки СК и СКУ даны в Приложении 3

### 3.6. Установка СК, СКУ и ССК на монтаже

3.6.1. На рабочих чертежах теплопроводов тепловых сетей следует приводить таблицу монтажных длин осевых СК, СКУ и ССК в зависимости от температуры наружного воздуха, при которой ведется монтаж

3.6.2. Монтажная длина компенсатора определяется:

Для I способа применения осевых СК и СКУ:

$$L_{\text{монт}} = L_{\text{ску}} + [0,5 \cdot (t_1 + t_0) - t_{\text{монт}}] \cdot L \cdot \alpha \cdot 1,1; [48]$$

Для II способа применения осевых СК и СКУ:

$$L_{\text{монт}} = L_{\text{ску}} + [0,5 \cdot (t_1 + t_{\text{мин}}) - t_{\text{монт}}] \cdot L \cdot \alpha \cdot 1,1; [49]$$

Для III способа применения осевых СК и СКУ:

$$L_{\text{монт}} = L_{\text{ску}} + [0,5 \cdot (t_1 + t_3) - t_{\text{монт}}] \cdot L \cdot \alpha \cdot 1,1; [50]$$

где:

$L_{\text{ску}}$  — паспортная длина СК или СКУ, мм;

$t_1$  — максимальная рабочая температура теплоносителя, °С;

$t_{\text{мин}}$  — минимум температур наружного воздуха в данной местности. Определяется по согласованию с заказчиком по СНиП 23-01-99 “Строительная климатология” или по заданному коэффициенту обеспеченности (например,  $t_{\text{мин}}(0,98)$ ), °С;

$t_3$  — минимальная температура в условиях эксплуатации ( $t_{\text{монт}}$ ,  $t_{\text{упора}}$ , или любая другая температура). Выбор (расчет)  $t_3$  выполняется проектировщиком по согласованию с заказчиком и эксплуатирующей организацией.

$t_{\text{упора}}$  — температура стенки трубопровода в момент упора полностью растянутого сильфона в ограничитель;

$t_{\text{монт}}$  — монтажная температура, °С;

- $t_0$  — расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления (средняя температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92) по СНиП 23-01-99 “Строительная климатология”, °С;
- $L$  — длина компенсируемого участка, м;
- $\alpha$  — коэффициент линейного расширения стали, мм/мм°С;
- 1,1 — коэффициент, учитывающий неточности расчета и погрешности монтажа.

Для IV способа прокладки (с использованием ССК):

ССК поставляются в растянутом состоянии.

### 3.7. Прокладка теплопроводов с осевыми СК, СКУ и ССК

3.7.1. При использовании **СК и СКУ** в зонах вечномерзлых грунтов дополнительно следует соблюдать требования СНиП 2.02.04-88 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах», СНиП 2.02.01-83 «Основания зданий и сооружений», СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты».

3.7.2. При подземной прокладке теплопроводов в каналах или туннелях, а также при надземной прокладке и в помещениях осевые СКУ могут устанавливаться в любом месте теплопровода, если нет препятствий для возможности свободных перемещений наружного защитного кожуха вместе с частью теплопроводов.

3.7.3. При бесканальной прокладке теплопровода односильфонные СКУ должны устанавливаться, как правило, а, двухсильфонные — строго посередине пролета между двумя неподвижными опорами (или условно неподвижными сечениями прямого теплопровода). При этом при растяжении СКУ необходимо обеспечить одинаковые перемещения патрубков СКУ относительно торцов кожуха.

При невозможности установки при бесканальной прокладке односильфонных СКУ в середине прямолинейного участка теплопровода между двумя неподвижными опорами (или условно неподвижными сечениями прямого теплопровода) допускается его установка в любом месте прямолинейного участка теплопровода. При этом при растяжении СКУ необходимо обеспечить перемещения патрубков СКУ относительно торцов кожуха обратно пропорциональными длинам участков теплопровода между СКУ и неподвижными опорами.

3.7.4. При бесканальной прокладке теплопроводов с осевыми СК, СКУ и ССК под улицами и дорогами местного значения, автомобильными дорогами V категории, а также внутрихозяйственными автомобильными дорогами категории Шс должны применяться трубы с толщиной стенки, исключающей овализацию труб под влиянием давления грунта и напряжений



вследствие дорожного движения. При подземной прокладке теплопровода не допускается установка СК и СКУ в зоне проезжей части автомагистралей I категории.

3.7.5. При подземном пересечении дорог и улиц должны соблюдаться правила, изложенные в пунктах 6.12\* — 6.20\* и приложении 6 к СНиП 2.04.07-86\*.

3.7.6. Камеры по трассе теплопровода для осевых СК и СКУ могут сооружаться по требованию заказчика или эксплуатирующей организации.

3.7.7. Расстояние в свету от ограждающих конструкций камер, тоннелей и каналов до теплоизоляции осевого СК или СКУ, а также между соседними компенсаторами должно быть не менее:

для диаметров теплопроводов до 500 мм - 100 мм,

для диаметров теплопроводов более 600 мм - 150 мм.

При невозможности соблюдения указанных расстояний компенсаторы устанавливаются вразбежку со смещением в плане не менее 100 мм.

3.7.8. В камерах должны предусматриваться проходы размером не менее:

для теплопроводов диаметром до 500 мм - 600 мм,

для теплопроводов диаметром более 600 мм - 700 мм.

Кроме того, габариты камер должны обеспечивать возможность перехода через теплопроводы сверху или снизу размером в свету не менее 700 мм.

3.7.9. Рекомендуется применять неподвижные щитовые сборные опоры заводского изготовления с вмонтированными в них изолированными отрезками труб с приваренными к ним опорными фланцами, выступающими над изоляцией.

## **4. ОСОБЕННОСТИ ВЕДЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ с осевыми СК, СКУ и ССК.**

### **4.1. Общая часть**

4.1.1. При строительстве новых, расширении, реконструкции, техперевооружении и ремонте действующих тепловых сетей с осевыми СК, СКУ и ССК следует руководствоваться требованиями проектной техдокументации.

Основными нормативными документами являются СНиП 41-02-2003 "Тепловые сети". Следует также соблюдать СНиП Ш-42-80 «Магистральные трубопроводы», СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения. Основания и фундаменты», СНиП 2.04.14-88 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»,

«Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды», «Правила технической эксплуатации электростанций и сетей».

4.1.2. Строительство тепловых сетей включает следующие основные процессы:

- разбивку трассы;
- транспортировку труб или теплопроводов заводского изготовления. Хранение;
- земляные работы;
- раскладку теплопроводов;
- сварку теплопроводов;
- устройство неподвижных опор;
- монтаж теплопроводов;
- монтаж осевых СК и СКУ;
- монтаж сигнальной системы оперативного дистанционного контроля за увлажнением изоляции (при подземной прокладке теплопроводов в ППУ-изоляции).

4.1.3. Разбивку трассы тепловых сетей следует производить в соответствии с проектом организации строительства (ПОС) и проектом производства работ (ППР).

#### 4.2. Ведение земляных работ.

4.2.1. При *подземной прокладке в каналах и при надземной прокладке* земляные работы следует производить в соответствии с требованиями СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения. Основания и фундаменты», СНиП III-42-80 «Магистральные трубопроводы».

4.2.2. При *бесканальной прокладке* дополнительно должны быть выполнены следующие требования:

— рытье траншеи должно производиться без нарушения естественной структуры грунта в основании. Разработка траншеи производится с недобором 0,1—0,15 м. Зачистка производится вручную. В случае разработки грунта ниже проектной отметки на дно должен быть подсыпан песок до проектной отметки с тщательным уплотнением ( $K_{удл}$  не менее 0,98) на глубину не более 0,5 м;

— осуществлено устройство:

а) приямков (не менее 0,6 м в каждую сторону от теплопроводов) для установки **осевых СК, СКУ и ССК** арматуры, отводов, тройников, для удобства ведения сварки и изоляции стыков труб;

б) расширенной траншеи по размерам, приведенным в проектной документации, для установки демпферных подушек, устройства камер, дренажной системы и др;

— обеспечено достаточное пространство для укладки, поддержки и сборки труб на заданной глубине, а также для

удобства и качества уплотнения материала при обратной засыпке вокруг теплопроводов;

— на дне траншеи следует предусматривать песчаную подсыпку толщиной 100-250 мм. Перед устройством песчаного основания (пластового дренажа) следует провести осмотр дна траншеи, выровненных участков перебора грунта, проверку уклонов дна траншеи, их соответствия проекту. Результаты осмотра оформляются актом на скрытые работы.

4.2.2.1. Обратная засыпка *при бесканальной прокладке* должна производиться послойно с одновременным уплотнением в комбинации со смачиванием. При ручном уплотнении толщина слоя не должна быть более 100 мм, при механической трамбовке - до 300 мм:

- в местах установки **осевых СК, СКУ и ССК** в зоне наибольшего движения теплопроводов при температурных деформациях, необходимо вести послойное уплотнение ( $K_{упл} \geq 0,97-0,98$ ) как пространства между теплопроводами, так и между теплопроводами и стенками траншеи. Над верхом полиэтиленовой оболочки изоляции труб и **осевых СК, СКУ и ССК** обязательно устройство защитного слоя из песчаного грунта толщиной не менее 100 мм. Засыпной материал не должен содержать камней, щебня, гранул с размером зерен более 16 мм, остатков растений, мусора, глины. Стыки засыпают после гидравлических испытаний и теплогидроизоляции;
- в зоне компрессии (слой над теплопроводом и **осевых СК, СКУ и ССК** до поверхности) засыпка должна производиться материалом (песком, песчаным грунтом), не содержащим камней;
- на поверхности необходимо восстановление тех же слоев покрытия, газонов, тротуаров, которые были до начала работ. Под любым асфальтовым покрытием укладывается стабилизирующий гравийный слой;
- в тех местах, где глубина выемки грунта, грунтовые характеристики или стесненные условия прокладки не позволяют вырыть обычную траншею с откосами и специальные приямки для размещения **осевых СК, СКУ и ССК**, следует осуществлять вертикальное крепление траншеи и приямков;
- при высоком уровне стояния грунтовых вод должно производиться дренирование траншеи.

#### 4.3. Транспортировка и хранение осевых СК, СКУ и ССК

4.3.1. Транспортировка и хранение осевых **СК, СКУ и ССК** к месту монтажа, а также перемещение их во время монтажа должны исключать вероятность повреждения сильфона и загрязнения внутренней полости компенсатора.

Условия хранения и транспортирования **осевых СК, КУ и ССК** должны соответствовать группе 5 (ОЖ4), тип атмосферы 1У ГОСТ 15150-69, взаимодействие механических факторов по группе (Ж) ГОСТ 23170.

4.3.2. Осевые СК и КУ с заводской теплоизоляцией должны транспортироваться и храниться в соответствии с требованиями технических условий ОАО "НПП "Компенсатор".

4.3.3. **Осевые СК, КУ и ССК** с ППУ-изоляцией, АПБ-изоляцией и ППИ-изоляцией при хранении должны быть защищены от прямых солнечных лучей (навес, укрытия из рулонных материалов и т.п.). Хранение **осевых СК, КУ и ССК** на открытых площадках не допускается.

4.3.4. При перемещениях **осевых СК, КУ и ССК** должны использоваться специальные строповочные приспособления: мягкие полотенца, гибкие стропы. Перевозка и разгрузка допускается при температуре наружного воздуха до минус 20°C.

#### 4.4. Монтаж теплопроводов с осевыми СК и КУ

4.4.1. При подземной прокладке в непроходных каналах и туннелях, надземной прокладке, а также в помещениях, монтаж, укладку и сварку теплопроводов с **осевыми СК, КУ и ССК** следует руководствоваться СНиП 3.05.03—85 "Тепловые сети" с учетом требований технических условий ОАО "Компенсатор".

4.4.2. До начала работ по монтажу **осевых СК, КУ и ССК** при прокладке тепловых сетей под землей в каналах или туннелях, а также при надземной прокладке и в помещениях необходимо смонтировать и закрепить теплопроводы неподвижными и направляющими опорами. Для теплопроводов диаметром до 500 мм неподвижные опоры должны устанавливаться, как правило, заводской сборки с вмонтированными в них изолированными отрезками труб.

4.4.3. Врезку **осевых СК, КУ и ССК** в теплопроводы следует производить в местах, предусмотренных проектной техдокументацией.

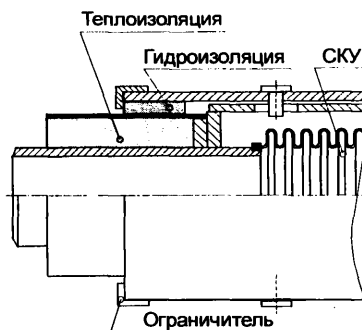
4.4.4. Не допускается нагружать **осевые СК, КУ и ССК** весом присоединяемых участков труб, машин и механизмов.

4.4.5. Монтаж теплопроводов с **осевыми СК, КУ и ССК** должен производиться при положительной температуре наружного воздуха. При температурах наружного воздуха ниже минус

15°C перемещения теплопроводов и **осевых СК, СКУ и ССК** на открытом воздухе не рекомендуются.

Монтажные и сварочные работы при температурах наружного воздуха ниже минус 10°C должны производиться в специальных кабинах, в которых температура воздуха в зоне сварки должна поддерживаться не ниже указанной.

4.4.6. Перед монтажом на концы патрубков СКУ, предназначенных для подземных теплопроводов (при установке в каналах, тоннелях, а также бесканальной прокладке) с ППУ-, АПБ- и ППМ-изоляцией должна быть предварительно нанесена тепло-гидроизоляция. При этом должны соблюдаться требования в части исключения попадания грунтовых вод под наружный защитный кожух. Допускается тепловую изоляцию патрубков СКУ наносить одновременно с нанесением теплоизоляции на стык СКУ с теплопроводом. Тепло-гидроизоляция не должна препятствовать свободному перемещению подвижной части СКУ относительно наружного защитного кожуха. Один из простейших способов тепло-гидроизоляции СКУ показан на рисунке. Для всех способов прокладки теплопровода, кроме бесканальной, кожух можно теплоизолировать матами из минеральной ваты.



4.4.7. Монтаж **осевых СК и СКУ** осуществляется следующим образом:

после проведения предварительных испытаний теплопроводов на прочность и герметичность из смонтированного теплопровода на месте, указанном в проекте, вырезается участок («катушка»). Монтажная длина вырезаемого участка («катушки») должна вычисляться в зависимости от способа применения СК или СКУ и температуры наружного воздуха в период монтажа по формулам [48,49,50];

концы труб зачищаются от брызг, наплывов металла и остатков изоляции. У труб с толщиной стенки более 3 мм следует снять фаски;

на место «катушки» устанавливается **осевой СК и СКУ**. Приварка его производится с одной стороны;

с помощью специальных монтажных приспособлений или натяжных монтажных устройств осуществляется растяжка компенсатора и его состыковка (сварка) со свободным концом трубы.

При выполнении сварочных работ **осевые СК и СКУ** должны быть защищены от попадания брызг расплавленного металла.

4.4.8. После проведения контрольного осмотра и гидравлического испытания патрубки **осевых СК и СКУ** покрываются тепловой и гидроизоляцией в соответствии с рекомендациями ОАО «НПП «Компенсатор».

4.4.9. Система теплопроводов с **ССК** полностью монтируется в траншее и засыпается ( за исключением собственно **ССК**).

4.4.9.1.

Расчет и выбор настройки **ССК**, если компенсатор располагается посередине участка теплопровода, производится следующим образом:

Определяется размах колебаний напряжения при нагреве теплопровода от температуры монтажа до расчетной температуры теплоносителя:

$$\Delta\sigma = \alpha \cdot E \cdot (t_1 - t_{\text{мон}}) \cdot 10^{-3} \quad [51]$$

$\Delta\sigma$  - размах колебаний напряжения

$t_1$  - температура теплоносителя

$t_{\text{мон}}$  - температура монтажа

Находится запас напряжений для сил трения при работе системы с полной нагрузкой:

$$\sigma_1 = 2\sigma_{\text{доп}} - \Delta\sigma \quad [52]$$

$$\sigma_2 = \Delta\sigma - \sigma_{\text{доп}} \quad [53]$$

Рассчитывается допустимая монтажная длина участка теплопровода при работе системы с полной нагрузкой:

$$l_{\text{доп}} = \frac{\sigma_1 \cdot F_{\text{ст}}}{f_{\text{тр}}} \quad [54]$$

$F_{\text{ст}}$  - площадь попересного сечения стенки трубы, мм

$f_{\text{тр}}$  - удельная сила трения на единицу длины, Н/мм

Температура нагрева, при которой **ССК** должен завариваться, определяется из:

$$\sigma_2 = \Delta\sigma - \sigma_{\text{доп}} = \alpha \cdot E \cdot (t_1 - t_{\text{мон}}) \cdot 10^{-3} - \sigma_{\text{доп}} \quad [55]$$

$$t_n = t_{\text{мон}} + \frac{\sigma_{\text{доп}}}{\alpha \cdot E} \quad [56]$$

$t_n$  - температура нагрева

**ССК** настраивают а возможность восприятия следующей величины удлинения:

$$\Delta l_{\text{доп}} = \alpha \cdot (t_1 - t_{\text{мон}}) \cdot l_{\text{доп}} - \frac{f_{\text{тр}} l_{\text{доп}}^2}{2 \cdot E \cdot F_{\text{ст}}} \quad [57]$$

Если участки с двух сторон компенсатора одинаковы, то

$$\Delta L_{\text{доп}} = 2 \cdot \Delta l_{\text{доп}} \quad [58]$$

4.4.9.2. Монтаж **ССК** состоит из следующих этапов:

- в месте установки **ССК** на трубопроводе вырезается участок длиной  $L$ ;
- на место вырезанного участка трубы устанавливается **ССК**. Производится центровка его по отношению к торцам основной трубы;
- после установки **ССК** кожухи **ССК** соединить между собой сваркой прихватками через 50 - 120 мм, выдерживая размер  $L$  в состоянии поставки;
- патрубки **ССК** приварить к трубопроводу стыковыми сварными швами;
- во время монтажа не допускается нагружать компенсатор крутящим и изгибающим моментами, а также поперечными усилиями от массы труб, арматуры, механизмов и других конструкций;
- трубопровод заполнить водой и испытать на прочность пробным давлением, равным 1,25Р<sub>р</sub>;
- удалить прихватки с кожухов;
- трубопровод заполнить теплоносителем и нагреть до температуры, равной 50% от максимальной рабочей температуры; при этом **ССК** должен сжаться на величину рабочего хода;
- после выдержки при указанной выше температуре кожухи **ССК** заварить между собой катетом шва не менее указанного в таблице с последующим контролем согласно требованиям ПБ-573-03. Тем самым, сильфон исключается из дальнейшей работы теплопровода.
- пропустить над кожухами **ССК** провода системы ОДК, избегая их контакта с металлическими поверхностями, и соединить их с проводами системы ОДК, проложенными в пенополиуретановой изоляции труб;
- установить термоусаживающуюся полиэтиленовую манжету, под которую нанести пенополиуретановую изоляцию;
- отверстие в термоусаживающейся манжете заварить.

4.4.10. Обратная засыпка при бесканальной прокладке выполняется в соответствии с рекомендациями пункта 4.2.2.

#### 4.5. Изоляция стыков осевых СК и СКУ с теплопроводами.

4.5.1. До устройства теплогидроизоляции при отсутствии на концах свариваемых с **осевыми СК и СКУ** труб заводского

антикоррозионного покрытия необходимо выполнить следующие работы:

- очистить поверхность стыкового соединения (неизолированные концы труб) от грязи, ржавчины, окалины;
- просушить газовой горелкой;
- нанести на стык антикоррозионную мастику, например, МБР-ОС-Х-150 (-200, -250) в три слоя.

4.5.2. Работы по теплогидроизоляции стыков необходимо производить по технологическим инструкциям заводов-производителей теплопроводов в зависимости от конструкции теплоизоляционного покрытия (см. пункт 3.1.2) и вида прокладки (*бесканальная, канальная, надземная, в туннелях, в помещениях*).

4.5.3. При бесканальной прокладке теплопроводов в ППУ-изоляции перед сваркой на место “катушек” **осевых СК и СКУ** на полиэтиленовую оболочку теплопроводов должны быть надеты термоусаживающиеся муфты (манжеты) заводской готовности, выполненные из радиационно-модифицированного полиэтилена.

4.5.3.1. Изоляцию стыков допускается выполнять скорлупами. Рекомендуется изолировать стыки путем заливки теплоизоляционной вспенивающейся пенополиуретановой композиции (ППУ-композиции) под опалубку. Между изоляцией сваренных труб и скорлупами не должно быть никаких зазоров.

4.5.3.2. При изоляции стыков путем заливки ППУ-композиции необходимо:

- выполнить очистку наружной поверхности стыкового соединения, предварительно удалив слой ППУ с торцевых поверхностей труб на длину до 30 мм;
- соединить провода сигнальной системы оперативного дистанционного контроля за увлажнением ППУ;
- наложить оцинкованный лист (0,5 - 0,7 мм) стали на стык с заходом на концы труб оболочек не менее 20 мм с каждой стороны, закрепив его бандажными лентами с зажимами (или винтами-саморезами. Просверлить отверстие для заливки ППУ-композиции;
- приготовить ППУ-композицию по рекомендациям завода-изготовителя;
- залить ППУ-композицию в заливочное отверстие и выдержать необходимую для полимеризации паузу 30 минут;
- снять зажимы и бандажные ленты, закрыть заливочное отверстие металлической пластиной и закрепить винтами-саморезами;
- подготовить поверхность полиэтиленовой оболочки по обе стороны от стыка, удалить грязь, обезжирить, зачистить наждачной бумагой и активировать поверхность



полиэтиленовой оболочки путем прогрева газовой горелкой до температуры не более 60°C;

- прогреть поверхность, на которую будет укладываться термоусадочная лента до 30-40°C. Рекомендуется эту операцию проводить одновременно с процессом активации полиэтиленовой оболочки;
- наложить термоусадочную муфту на стыковое соединение с расчетом закрытия боковых поверхностей прилегающих полиэтиленовых оболочек на 10-15 см. На шов ленты накладывается фиксатор;
- термоусадка ленты осуществляется с помощью пропановой горелки до полной усадки ленты. Пламя горелки регулируется так, чтобы оно было желтым.

4.5.3.3. Соединения полиэтиленовой оболочки должны производиться в соответствии с инструкциями производителя теплопроводов.

4.5.3.4. Соединения рекомендуется выполнять с двумя уплотнениями на герметичность (под двойным уплотнением подразумевается два метода уплотнения, которые действуют и выполняются независимо друг от друга. Соединения, выполненные без двойного уплотнения, должны пройти испытания на плотность.

4.5.3.5. При высоком стоянии грунтовых вод следует предпринять дополнительные мероприятия для защиты от проникновения воды под оболочку теплопроводов по инструкции производителя теплопроводов.

4.5.3.6. Сборка, опрессовка и изоляция соединения должна производиться в один и тот же день. Слесарь-сборщик должен нанести на соединение маркером свое клеймо.

4.5.4. Изоляцию стыков *при бесканальной прокладке теплопроводов в ППМ-изоляции* рекомендуется выполнять путем заливки теплоизоляционной пенополимербетонной вспенивающейся композиции (ППМ-композиции) под опалубку. Допускается применять скорлупы, соединенные между собой посредством специальной мастики. Между изоляцией сваренных труб и скорлупами не должно быть никаких зазоров.

4.5.4.1. При изоляции стыков путем *заливки ППМ-композиции* необходимо:

- установить съемную инвентарную опалубку на стык заливочным отверстием вверх, захватывая заводскую ППМ-изоляцию на концах труб внахлест с каждой стороны по 100 мм;
- приготовить ППМ-композицию с помощью передвижного смесителя. Допускается ручное приготовление ППМ-

- композиции из компонентов, поставляемых производителем теплопроводов;
- залить подготовленную ППМ-композицию через заливочное отверстие под опалубку. Вспенивание происходит в течение 1-2 минут;
  - выдержать в течение 30 минут и снять съемную инвентарную опалубку.

4.5.4.1. Изоляция стыков ССК описана в п. 4.4.10.

#### **4.6. Монтаж сигнальной системы**

4.6.1. Монтаж сигнальной системы должен выполняться в полном соответствии с инструкциями производителя по специальному проекту.

4.6.2. В теплоизоляцию **осевых СК, СКУ и ССК** в заводских условиях или на монтажной площадке следует закладывать не менее двух проводников-индикаторов. Концы проводников-индикаторов должны выступать с обеих сторон не менее, чем на 100 мм для удобства соединения с общей сигнальной системой теплопроводов.

4.6.3. Соединение проводников-индикаторов **осевых СК, СКУ и ССК** с общей сигнальной системой необходимо производить после окончания сварочных работ перед изоляцией стыков патрубков **осевых СК, СКУ и ССК** с теплопроводом. Проводники-индикаторы нигде не должны касаться металла труб. После документального оформления присоединения проводников-индикаторов **осевых СК, СКУ и ССК** к общей сигнальной системе и проверке соответствия их сопротивлений заводским данным следует выполнить изоляцию стыков.

### **5. ИСПЫТАНИЯ осевых СК и СКУ и ТЕПЛОПРОВОДОВ.**

#### **5.1. Общие положения.**

5.1.1. При проведении испытаний тепловых сетей с **осевыми СК, СКУ и ССК** следует соблюдать строительные нормы и правила Российской Федерации СНиП 41-02-2003, "Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды" (ПБ-03-75-94), "Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электрических станций и тепловых сетей" (РД 34.03.201-97).

5.1.2. Испытания **осевых СК, СКУ и ССК** проводятся предприятием ОАО "НПП "Компенсатор" в заводских условиях на базовых сильфонных компенсаторах по техническим условиям **ИЯНШ. 300260.029 ТУ** в следующем объеме:

прямо-сдаточные,

квалификационные,  
периодические,  
 типовые.

5.1.2.1. Приемо-сдаточные испытания осуществляется техническим контролем предприятия ОАО “НПП “Компенсатор” в порядке, действующем в отрасли. Приемо-сдаточным испытаниям подвергаются 100% осевых **СК, СКУ и ССК** в каждой партии. Проверяется соответствие требованиям:

**ОСТ5Р.9709:** качества поверхности сильфонов,  
герметичности, прочности и результатов контрольного  
прогрева в печи,

**ОСТ5Р.0170:** герметичности,

**ИЯНШ.300260.029 ТУ:** размеров, массы, величины жесткости,  
вероятности безотказной работы.

5.1.2.2. Квалификационные испытания проводятся предприятием ОАО “НПП “Компенсатор” на двух образцах от партии серийных сильфонных компенсаторов, впервые осваиваемых производством по программе, согласованной с основным потребителем. Испытания проводятся по соответствию ТУ показателей жесткости, вероятности безотказной работы и массы **осевых СК, СКУ и ССК**.

5.1.2.3. Периодические испытаниям подвергаются **осевые СК, СКУ и ССК** один раз в 5 лет или в случае возобновления их выпуска после трехлетнего перерыва по программе, согласованной с основным потребителем. Испытания проводятся по соответствию ТУ показателей жесткости, вероятности безотказной работы и массы **осевых СК, СКУ и ССК**.

5.1.2.4. Типовым испытаниям подвергаются **осевые СК, СКУ и ССК** в случае изменения конструкции или технологии изготовления, или применяемых материалов, влекущих за собой изменения основных параметров, по программе, согласованной с основным потребителем. Испытания проводятся по соответствию ТУ показателей жесткости, вероятности безотказной работы, массы, а также других параметров и характеристик **осевых СК, СКУ и ССК**, на которые могли повлиять вносимые изменения.

5.1.3. Должны быть проведены следующие испытания теплопроводов с **осевыми СК, СКУ и ССК**:

— проверка чистоты трубопроводной системы и **осевых СК, СКУ и ССК**:

— испытания сварных соединений полиэтиленовой оболочки на плотность и прочность при бесканальной прокладке в ППУ-изоляции;

— гидравлические (пневматические) испытания на прочность и плотность стальных труб и **осевых СК, СКУ и ССК**:

— испытания сигнальной системы.

## **5.2. Проверка чистоты трубопроводной системы.**

5.2.1. До, во время и по окончании монтажа следует удостовериться, что внутренняя поверхность труб и **осевых СК, СКУ и ССК** сухая, чистая и свободна от инородных тел.

5.2.2. После окончания монтажа труб и **осевых СК, СКУ и ССК** следует провести промывку системы водой в соответствии с требованиями СНиП 3.05.03-85 "Тепловые сети".

5.2.3. Если теплопроводы немедленно не вводятся в эксплуатацию, то систему в целом рекомендуется законсервировать.

## **5.3. Проверка качества сварных соединений полиэтиленовой оболочки**

5.3.1. Проверка качества сварных соединений производится в соответствии с инструкциями производителя.

5.3.2. При проведении сварки присоединительных патрубков **осевых СК, СКУ и ССК** с теплопроводами в ППУ-изоляции следует:

- исключить вероятность нагрева пенополиуретановой теплоизоляции до температуры свыше 175°С во избежание образования на рабочем месте токсичных выбросов;
- очистить перед сваркой поверхности неизолированных концов теплопроводов от остатков пенополиуретана;
- удалить с грунта на рабочем месте сварщика остатки пенополиуретана.

5.3.3. Рекомендуется проверку на плотность сварных стыков проводить по участкам.

## **5.4. Гидравлические испытания.**

5.4.1. Гидравлические (пневматические) испытания на прочность и плотность стальных труб и **осевых СК, СКУ и ССК** производятся в соответствии с СНиП 41-02-2003 "Тепловые сети".

5.4.2. Теплопроводы с **осевыми СК, СКУ и ССК** должны подвергаться предварительному и окончательному испытанию на прочность и герметичность.

Предварительные испытания следует выполнять, как правило, гидравлическим способом. Для гидравлического испытания

применяется вода с температурой не выше  $+40^{\circ}\text{C}$  и не ниже  $+5^{\circ}\text{C}$ . Температура наружного воздуха при этом должна быть положительной, каждый испытанный участок герметически заваривается с двух сторон заглушками. Использование для этих целей запорной арматуры не допускается.

Окончательные испытания проводятся после завершения всех строительно-монтажных работ.

## 5.5. Испытания сигнальной системы.

5.5.1. После присоединения проводников-индикаторов осевых СК, СКУ и ССК к общей сигнальной системе и заполнения стыков пеной должны быть завершены следующие работы по сигнальной системе:

- выполнено измерение действительной величины сопротивления проводов;
- выполнено функциональное испытание по инструкции предприятия-изготовителя сигнальной системы;
- проведено моделирование основных возможных неисправностей.

## 6. ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ при установке осевых СК, СКУ и ССК

6.1. Приемка в эксплуатацию законченных строительством тепловых сетей с осевыми **СК, СКУ и ССК** должна производиться в соответствии с указаниями СНиП Ш-3-81 «Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов», СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети» и техническими условиями ИЯНШ 300360.029ТУ, ИЯНШ 300260.033, ИЯНШ 300260.043 и ИЯНШ.300260.035ТУ ОАО «НПП «Компенсатор».

6.2. В состав приемочной комиссии следует включать представителя проектной организации.

6.3. Дополнительно к обязательному перечню актов приемки тепловых сетей в эксплуатацию комиссии должны быть представлены следующие документы:

- акт на качество заполнения стыков труб с осевыми СК, СКУ и ССК теплоизоляционным материалом (пенополиуретаном, пенополимербетоном, минеральной ватой, армопенобетоном и др.);
- акт испытаний на прочность и плотность сварных соединений полиэтиленовой оболочки (при прокладке теплопроводов в ППУ-изоляции);
- акт функциональных испытаний сигнальной системы, включая результаты моделирования возможных неисправностей,

- акт приемки **осевых СК, СКУ и ССК** предприятием-изготовителем – ОАО «Компенсатор» с приложением результатов прямо-сдаточных испытаний.

6.4. **Осевые СК, СКУ и ССК** не требуют специального обслуживания в эксплуатации. Сроки контрольных осмотров, текущих ремонтов защитных стальных кожухов (футляров), патрубков, переходов, сигнальной системы, тепловой и гидроизоляции, а также направляющих опор выполняются эксплуатационной организацией одновременно с основным теплопроводом.

6.5. Трущиеся поверхности направляющих опор при контрольных осмотрах следует смазывать.

6.6. Срок службы **осевых СК, СКУ и ССК** определяется содержанием хлоридов в теплоносителе и количеством рабочих циклов (наработкой на отказ) за время эксплуатации.

6.7. Назначенная наработка в течение срока службы при нагружении внутренним давлением и осевым ходом (растяжением, сжатием), приведенных в таб.1 Приложения 3, с амплитудами не менее:

- 50 полных циклов с амплитудами  $[\pm\lambda_{-1}]$  осевого хода — 100%-ый режим,
- 5000 неполных циклов с амплитудами  $[\pm\lambda_{-1}]$  осевого хода, равными 30% полных — 30%-ый режим.

При неполных циклах (менее 30%-ых) или при работе с внутренним давлением ниже расчетного по согласованию с ОАО «НПП «КОМПЕНСАТОР» допускается увеличение числа неполных циклов более 5000.

Для СК с повышенным ресурсом по назначенной наработке и компенсирующей способности (типа ОПНР, ОПГР, ОПКР, ОПМР) значения амплитуды симметричного цикла осевого хода,  $\lambda_{-1}$ , назначенная наработка компенсаторов, N, при растяжении, сжатии компенсатора под действием осевого усилия и внутреннего давления приведена в таб.2 Приложения 3.

6.8. При установке **осевых СК и СКУ** в камерах, помещениях, при надземной прокладке к ним должен быть обеспечен доступ для проведения контрольных осмотров и текущих ремонтов теплоизоляции, восстановления гидрозащитных и антикоррозионных покрытий.

6.9. Пуск, остановка, текущие и контрольные осмотры и испытания теплопроводов с **осевыми СК, СКУ и ССК** должны производиться в соответствии с эксплуатационными инструкциями

и требованиями Правил технической безопасности и Правил технической эксплуатации.

- 6.10. В процессе эксплуатации *надземно проложенные* теплопроводы с **осевыми СК и СКУ** должны периодически проверяться на соосность в связи с возможностью просадки отдельных подвижных, направляющих и неподвижных опор, что может привести к потере устойчивости. Во избежание заклинивания (вплоть до деформации и разрушения) направляющих опор следует периодически замерять (и восстанавливать) зазор между теплопроводом и конструкциями опор, ограничивающими его боковые перемещения.

## Приложение 1

Таблица 1

### Трубы для тепловых сетей

| Условный проход<br>Ду, мм | ГОСТ, ТУ<br>на трубы,<br>хар-ка   | Марка<br>стали     | ГОСТ, ТУ<br>на сталь               | Предельные<br>параметры<br>t, °C    P, МПа |     | Необходимость<br>дополнительных<br>испытаний |
|---------------------------|---|--------------------|------------------------------------|--|-----|--|
| 1                         | 2   | 3                  | 4                                  | 5  | 6   | 7  |
| 15 - 400                  | ГОСТ<br>10705-80<br>(группа В)<br>электросвар-<br>ные, прямо-<br>шовные<br>термически<br>обработан. | Ст3сп5<br>10<br>20 | ГОСТ 380<br>ГОСТ 1050<br>ГОСТ 1050 | 300  | 1,6 | Испытания на<br>загиб сварного<br>шва        |
| 15 - 400                  | ТУ 14-3-190<br><br>бесшовные<br>горячедефор-<br>мированные  | 10<br>20           | ГОСТ 1050<br>ГОСТ 1050             | 425  | 6,4 |  |
| 15 - 400                  | ТУ 14-3-1128  | 09Г2С              | ГОСТ 1928                          | 425  | 5   | Испытания на                                 |

|                   |   |                     |                                       |     |     |   |
|-------------------|---|---------------------|---------------------------------------|-----|-----|---|
|                   | бесшовные<br>горячедефор-<br>мированные   |                     |                                       |     |     | загиб   |
| 15 - 100          | ГОСТ 8733<br>(группа В)<br>бесшовные<br><br>термически<br>обработан.                            | 10<br>20            | ГОСТ1050<br>ГОСТ1050                  | 300 | 1,6 | Испытания на<br>загиб,<br>пред. текучест.                               |
| 15 - 125          | ГОСТ 3262-75<br>прямошовн.<br>водопровод.<br>оцинкован.<br>(для горячего<br>водоснаб-<br>жения) | 10<br>20            |                                       | 60  | 1   |   |
| 500<br>700<br>800 | ГОСТ 20295<br>электросвар-<br>ные, прямо-<br>шовн., термо-<br>обработанные<br>тип 3             | 17ГС<br>17Г1С<br>20 | ГОСТ 19281<br>ГОСТ 19281<br>ГОСТ 1050 | 350 | 2,5 | Испытания сварного<br>шва:<br>- на загиб,<br>- на ударную вяз-<br>кость |



Продолжение таблицы 1

| 1          | 2   | 3       | 4            | 5   | 6   | 7   |
|------------|---|---------|--------------|-----|-----|---|
| 500        | ТУ 14-3-620                               | 17ГС    | ТУ 14-1-1921 | 300 | 1,6 | 100% контроль за-<br>водских сварных<br>швов,<br>Испытания сварного<br>шва на загиб |
| 700        | электросвар-<br>ные, прямо-<br>шовные     | 17Г1С   | ТУ 14-1-1921 |     |     |   |
| 800        |   | 17Г1С-У | ТУ 14-1-1950 |     |     |   |
| 1000       |   |         |              |     |     |   |
| 1200       |   |         |              |     |     |   |
| 1000       | ТУ 14-3-1138                              | 17Г1С-У | ТУ 14-1-1950 | 425 | 2,5 |   |
| 1200       | электросвар-<br>ные, прямо-<br>шовные     |         |              |     |     |   |
| 1000       | ТУ 14-3-1424                              | 17Г1С-У | ТУ 14-1-1950 | 350 | 2,5 |   |
|            | электросвар-<br>ные, прямо-<br>шовные     |         |              |     |     |   |
| 500 - 1400 | ТУ 14-3-808                               | 20      | ТУ 14-1-2471 | 350 | 2,5 |   |
|            | ТУ 14-3-954                               | Вст3сп5 | ТУ 14-1-4636 | 300 | 2,5 |   |
|            | электросвар-<br>ные, спираль-<br>ношовные | 17Г1С   | ТУ 14-1-4248 | 350 | 2,5 |   |
|            |   | 17Г1С-У |              |     |     |   |

Таблица 2

**Основные механические свойства металла труб  
(минимальные значения),  
применяемых для тепловых сетей и патрубков сильфонных компенсаторов.**

| Марка стали                                 | Относительное удлинение % | Ударная вязкость (КСУ)<br>кгс.м/см <sup>2</sup> |     |     | Угол Загиба<br>сварного Шва<br>Трубы | Проверка заводских сварных швов неразруш. методом | Временное сопротивление в МПа | Предел текучести<br>т<br>МПа |
|---|---------------------------|---|-----|-----|--------------------------------------|---|-------------------------------|------------------------------|
|   |                           | -20   | -40 | -60 |                                      |   |                               |                              |
| Углеродистые<br>Вст3сп5<br>10<br>20         | 20                        | 3   | 3*  | -   | 100°                                 | 100%  | 372                           | 225                          |
| Низколегированные<br>17ГС, 17Г1С,<br>17Г1СУ | 20                        | -   | 4   | -   | 80°                                  | 100%  | 500                           | 350                          |
| 09Г2С                                       | 20                        | -   | -   | 3   | 80°                                  | 100%  | 500                           | 350                          |

**Примечание:** \* - При применении углеродистых сталей в районах с расчетной температурой наружного воздуха для проектирования отопления от -21°С до -30°С ударная вязкость проверяется при температуре - 40°С.

Таблица 3

Минимальные толщины стенок стальных труб  
из стали марок ВСтЗсп5, Ст10, Ст20 при бесканальной  
прокладке тепловых сетей

| Условный<br>проход,<br>Ду, мм | Наружный<br>диаметр,<br>Дн, мм | Минимальная<br>толщина<br>стенки,<br>S, мм | Расчетные<br>параметры<br>теплоноси-<br>теля | Примечания           |
|-------------------------------|--------------------------------|--|--|----------------------|
| 1                             | 2                              | 3  | 4  | 5                    |
| 50                            | 57                             | 3,0  |  | При применении       |
| 65                            | 76                             | 3,0  |  | других марок сталей, |
| 80                            | 89                             | 3,5  |  | других параметров    |
| 100                           | 108                            | 4,0  |  | теплоносителя и      |
| 125                           | 133                            | 4,0  |  | способах прокладки   |
| 150                           | 159                            | 4,5  | $P \leq 1,6 \text{ МПа}$                     | тепловых сетей       |
| 200                           | 219                            | 6,0  | $t \leq 150^\circ\text{C}$                   | толщину стенки труб  |
| 250                           | 273                            | 6,0  |  | следует определять   |
| 300                           | 325                            | 7,0  |  | расчетом.            |
| 350                           | 377                            | 7,0  |  |                      |
| 400                           | 426                            | 7,0  |  |                      |
| 500                           | 530                            | 7,0  |  |                      |
| 600                           | 630                            | 8,0  |  |                      |
| 700                           | 720                            | 8,0  |  |                      |
| 800                           | 820                            | 9,0  |  |                      |
| 900                           | 920                            | 10,0                                       |  |                      |
| 1000                          | 1020                           | 11,0                                       |  |                      |

Таблица 4

**Предельный минусовой допуск по толщине стенки  
трубы в зависимости от толщины стенки ( S ) трубы**

| Толщина стенки трубы S, мм | Предельное минусовое отклонение<br>(допуск), мм |
|----------------------------|---|
| до 2,2                     | - 0,2   |
| от 2,2 до 2,5              | - 0,21  |
| от 2,5 до 3,0              | - 0,25  |
| от 3,0 до 3,5              | - 0,29  |
| от 3,5 до 3,9              | - 0,31  |
| от 3,9 до 5,5              | - 0,50  |
| от 5,5 до 7,5              | - 0,60  |
| более 7,5                  | - 0,8   |

Таблица 5

**Предельные отклонения по наружному диаметру труб ( Дн).  
Овальность труб**

| Дн,<br>мм | Предельные отклонения<br>по наружному диаметру<br>торцов труб | Обоснование                                   |
|-----------|---|---|
| 57 - 159  | 0,8% от Дн  | ГОСТ 10704 - 91                               |
| 219 - 426 | 0,75% от Дн   | ГОСТ 10704 - 91                               |
| 530 - 880 | 2 мм  | ГОСТ 20295 - 85                               |
| 920       | 2 мм  | ТУ 14 - 3 - 808 - 78                          |
| 1000      | 2 мм  | ТУ 14 - 3 - 1138 - 82<br>ТУ 14 - 3 - 620 - 77 |

Овальность труб Дн 57 - 426 мм не должна быть более предельных отклонений по наружному диаметру труб.

Для труб Дн 530мм и более овальность не должна превышать 1% от Дн.

## Приложение 2

## Компенсаторы сильфонные типа ОПН

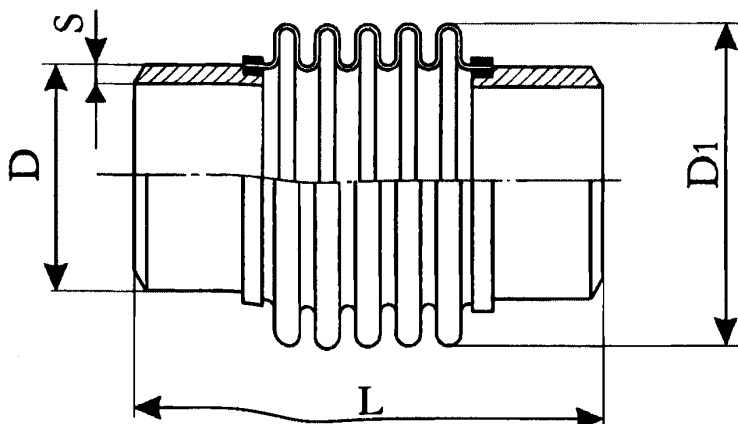


Таблица 1

| Условное обозначение | Условное давление, РН МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный диаметр, DN, мм | Размеры, мм |    |                |     | Жесткость осевого хода, $C_x$ , кН/м (кгс/см) | Масса, кг |
|----------------------|--|--------------------------|-------------|----|----------------|-----|---|-----------|
|                      |  |                          | D           | s  | D <sub>1</sub> | L   |   |           |
| ОПН-2,5-250-160      | 0,25<br>(2,5)                                    | 250                      | 273         | 7  | 317            | 599 | 17,5 (175)                                    | 23        |
| ОПН-2,5-300-180      |  | 300                      | 325         |    | 371            | 617 | 16 (160)                                      | 28        |
| ОПН-2,5-350-180      |  | 350                      | 377         |    | 432            | 632 | 16 (160)                                      | 29        |
| ОПН-2,5-400-190      |  | 400                      | 426         |    | 485            | 648 | 14,5 (145)                                    | 37        |
| ОПН-2,5-500-200      |  | 500                      | 530         | 8  | 600            | 661 | 20,3 (203)                                    | 57        |
| ОПН-2,5-600-200      |  | 600                      | 630         |    | 706            | 697 | 18,4 (184)                                    | 70        |
| ОПН-2,5-700-210      |  | 700                      | 720         |    | 797            | 678 | 19 (190)                                      | 85        |
| ОПН-2,5-800-210      |  | 800                      | 820         |    | 911            | 706 | 17,4 (174)                                    | 100       |
| ОПН-2,5-900-210      |  | 900                      | 920         | 10 | 1015           | 685 | 25,7 (257)                                    | 127       |
| ОПН-2,5-1000-220     |  | 1000                     | 1020        |    | 1117           | 700 | 23,1 (231)                                    | 143       |
| ОПН-2,5-1200-220     |  | 1200                     | 1220        | 12 | 1319           | 700 | 27,7 (277)                                    | 220       |
| ОПН-2,5-1400-220     |  | 1400                     | 1420        | 14 | 1522           | 700 | 32,2 (322)                                    | 258       |
| ОПН-6,3-350-180      | 0,63<br>(6,3)                                    | 350                      | 377         | 7  | 431            | 641 | 24 (240)                                      | 29        |
| ОПН-6,3-400-190      |  | 400                      | 426         |    | 485            | 684 | 21,7 (217)                                    | 37        |
| ОПН-6,3-500-200      |  | 500                      | 530         |    | 600            | 697 | 27 (270)                                      | 57        |
| ОПН-6,3-600-200      |  | 600                      | 630         |    | 706            | 733 | 30,6 (306)                                    | 70        |
| ОПН-6,3-700-210      |  | 700                      | 720         | 8  | 797            | 710 | 31,7 (317)                                    | 85        |
| ОПН-6,3-800-210      |  | 800                      | 820         |    | 911            | 732 | 29 (290)                                      | 100       |
| ОПН-6,3-900-210      |  | 900                      | 920         |    | 1015           | 713 | 32,1 (321)                                    | 127       |
| ОПН-6,3-1000-220     |  | 1000                     | 1020        |    | 1117           | 733 | 34,7 (347)                                    | 143       |
| ОПН-6,3-1200-220     |  | 1200                     | 1220        | 12 | 1319           | 714 | 41,5 (415)                                    | 245       |
| ОПН-6,3-1400-220     |  | 1400                     | 1420        | 14 | 1522           | 714 | 48,3 (483)                                    | 288       |

Продолжение таблицы 1

| Условное обозначение | Условное давление, РН, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный диаметр, DN, мм | Размеры, мм |     |                |     | Жесткость осевого хода, С <sub>л</sub> , кН/м (кгс/см) | Масса, кг |
|----------------------|---|--------------------------|-------------|-----|----------------|-----|--|-----------|
|                      |   |                          | D           | S   | D <sub>1</sub> | L   |  |           |
| ОПН-10-350-180       | 1,0<br>(10)                                       | 350                      | 377         | 7   | 431            | 640 | 32 (320)   | 37        |
| ОПН-10-400-190       |   | 400                      | 426         |     | 485            | 668 | 28,9 (289)   | 58        |
| ОПН-10-500-200       |   | 500                      | 530         | 8   | 600            | 682 | 33,8 (338)   | 85        |
| ОПН-10-600-200       |   | 600                      | 630         |     | 706            | 695 | 36,8 (368)   | 112       |
| ОПН-10-700-210       |   | 700                      | 720         |     | 797            | 698 | 50,8 (508)   | 140       |
| ОПН-10-800-210       |   | 800                      | 820         | 10  | 911            | 726 | 46,4 (464)   | 158       |
| ОПН-10-900-210       |   | 900                      | 920         |     | 1015           | 704 | 51,4 (514)   | 194       |
| ОПН-10-1000-220      |   | 1000                     | 1020        | 12  | 1117           | 726 | 64,1 (641)   | 229       |
| ОПН-10-1200-220      |   | 1200                     | 1220        |     | 1319           | 726 | 76,7 (767)   | 323       |
| ОПН-10-1400-220      |   | 1400                     | 1420        | 14  | 1522           | 732 | 89,2 (892)   | 408       |
| ОПН-16-125-90        | 1,6<br>(16)                                       | 125                      | 133         | 4   | 171            | 381 | 24,4 (244)   | 4,8       |
| ОПН-16-150-100       |   | 150                      | 159         | 4,5 | 203            | 387 | 32,6 (326)   | 6,0       |
| ОПН-16-200-140       |   | 200                      | 219         | 6   | 259            | 433 | 29,1 (291)   | 12        |
| ОПН-16-250-160       |   | 250                      | 273         | 7   | 319            | 612 | 35 (350)   | 26        |
| ОПН-16-300-180       |   | 300                      | 325         |     | 373            | 631 | 32,1 (321)   | 32        |
| ОПН-16-350-180       |   | 350                      | 377         |     | 431            | 640 | 40 (400)   | 37        |
| ОПН-16-400-190       |   | 400                      | 426         |     | 485            | 668 | 57,9 (579)   | 58        |
| ОПН-16-500-200       |   | 500                      | 530         | 8   | 600            | 682 | 60,8 (608)   | 85        |
| ОПН-16-600-200       |   | 600                      | 630         |     | 706            | 695 | 61,3 (613)   | 112       |
| ОПН-16-700-210       |   | 700                      | 720         |     | 797            | 698 | 69,8 (698)   | 140       |
| ОПН-16-800-210       |   | 800                      | 820         |     | 911            | 726 | 63,7 (637)   | 158       |
| ОПН-16-900-210       |   | 900                      | 920         | 10  | 1015           | 704 | 70,6 (706)   | 194       |
| ОПН-16-1000-220      |   | 1000                     | 1020        |     | 1117           | 726 | 87,2 (872)   | 229       |
| ОПН-16-1200-220      |   | 1200                     | 1220        | 12  | 1319           | 726 | 104,4 (1044)   | 323       |
| ОПН-16-1400-220      |   | 1400                     | 1420        | 14  | 1522           | 732 | 129,5 (1295)   | 408       |
| ОПН-25-50-70         | 2,5<br>(25)                                       | 50                       | 57          | 3,5 | 105            | 349 | 32,2 (322)   | 2,4       |
| ОПН-25-65-70         |   | 65                       | 76          |     |                |     |  | 2,1       |
| ОПН-25-80-70         |   | 80                       | 89          |     | 120            | 359 | 29,6 (296)   | 2,5       |
| ОПН-25-100-80        |   | 100                      | 108         | 4   | 143            | 370 | 25,9 (259)   | 3,8       |
| ОПН-25-125-90        |   | 125                      | 133         | 4,5 | 172            | 382 | 36,6 (366)   | 5,6       |
| ОПН-25-150-100       |   | 150                      | 159         |     | 204            | 396 | 32,6 (326)   | 6,9       |
| ОПН-25-200-140       |   | 200                      | 219         | 6   | 261            | 442 | 38,7 (387)   | 14        |
| ОПН-25-250-160       |   | 250                      | 273         | 7   | 319            | 621 | 35 (350)   | 27        |
| ОПН-25-300-180       |   | 300                      | 325         |     | 374            | 632 | 40,1 (401)   | 35        |
| ОПН-25-350-180       |   | 350                      | 377         |     | 431            | 658 | 56 (560)   | 44        |
| ОПН-25-400-190       |   | 400                      | 426         |     | 485            | 678 | 72,3 (723)   | 65        |
| ОПН-25-500-200       |   | 500                      | 530         | 8   | 600            | 692 | 74,3 (743)   | 95        |
| ОПН-25-600-200       |   | 600                      | 630         |     | 706            | 713 | 73,6 (736)   | 124       |
| ОПН-25-700-210       |   | 700                      | 720         |     | 797            | 714 | 88,9 (889)   | 152       |
| ОПН-25-800-210       |   | 800                      | 820         |     | 911            | 743 | 81,1 (811)   | 184       |
| ОПН-25-900-210       |   | 900                      | 920         | 10  | 1015           | 719 | 102,8 (1028)   | 230       |
| ОПН-25-1000-220      |   | 1000                     | 1020        |     | 1117           | 742 | 104,5 (1045)   | 275       |
| ОПН-25-1200-220      |   | 1200                     | 1220        | 14  | 1319           | 742 | 125,1 (1251)   | 378       |
| ОПН-25-1400-220      |   | 1400                     | 1420        |     | 1522           | 750 | 161,6 (1616)   | 475       |

## Компенсаторы сильфонные типа ОПГ

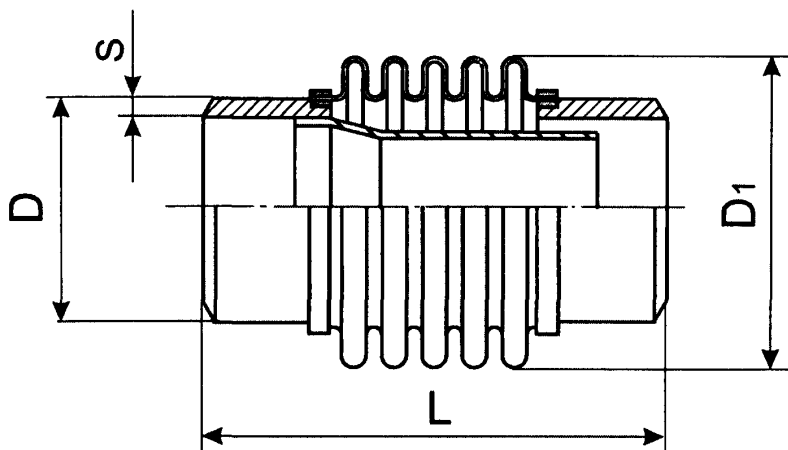


Таблица 2

| Условное обозначение | Условное давление, РН, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный диаметр, DN, мм | Размеры, мм |    |                |     | Жесткость осевого хода, С <sub>х</sub> , кН/м (кгс/см) | Масса, кг |
|----------------------|---|--------------------------|-------------|----|----------------|-----|--|-----------|
|                      |   |                          | D           | s  | D <sub>1</sub> | L   |  |           |
| ОПГ-2,5-250-160      | 0,25<br>(2,5)                                     | 250                      | 273         | 7  | 317            | 599 | 17,5 (175)   | 30        |
| ОПГ-2,5-300-180      |   | 300                      | 325         |    | 371            | 617 | 16 (160)   | 37        |
| ОПГ-2,5-350-180      |   | 350                      | 377         |    | 432            | 632 | 16 (160)   | 41        |
| ОПГ-2,5-400-190      |   | 400                      | 426         |    | 485            | 648 | 14,5 (145)   | 50        |
| ОПГ-2,5-500-200      |   | 500                      | 530         | 8  | 600            | 661 | 20,3 (203)   | 74        |
| ОПГ-2,5-600-200      |   | 600                      | 630         |    | 706            | 697 | 18,4 (184)   | 99        |
| ОПГ-2,5-700-210      |   | 700                      | 720         |    | 797            | 678 | 19 (190)   | 118       |
| ОПГ-2,5-800-210      |   | 800                      | 820         |    | 911            | 706 | 17,4 (174)   | 140       |
| ОПГ-2,5-900-210      |   | 900                      | 920         | 10 | 1015           | 685 | 25,7 (257)   | 170       |
| ОПГ-2,5-1000-220     |   | 1000                     | 1020        |    | 1117           | 700 | 23,1 (231)   | 193       |
| ОПГ-2,5-1200-220     |   | 1200                     | 1220        |    | 1319           | 700 | 27,7 (277)   | 283       |
| ОПГ-2,5-1400-220     |   | 1400                     | 1420        |    | 1522           | 700 | 32,2 (322)   | 329       |
| ОПГ-6,3-350-180      | 0,63<br>(6,3)                                     | 350                      | 377         | 7  | 431            | 641 | 24 (240)   | 41        |
| ОПГ-6,3-400-190      |   | 400                      | 426         |    | 485            | 684 | 21,7 (217)   | 50        |
| ОПГ-6,3-500-200      |   | 500                      | 530         |    | 600            | 697 | 27 (270)   | 74        |
| ОПГ-6,3-600-200      |   | 600                      | 630         |    | 706            | 733 | 30,6 (306)   | 99        |
| ОПГ-6,3-700-210      |   | 700                      | 720         | 8  | 797            | 710 | 31,7 (317)   | 118       |
| ОПГ-6,3-800-210      |   | 800                      | 820         |    | 911            | 732 | 29 (290)   | 140       |
| ОПГ-6,3-900-210      |   | 900                      | 920         |    | 1015           | 713 | 32,1 (321)   | 170       |
| ОПГ-6,3-1000-220     |   | 1000                     | 1020        |    | 1117           | 733 | 34,7 (347)   | 193       |
| ОПГ-6,3-1200-220     |   | 1200                     | 1220        | 12 | 1319           | 714 | 41,5 (415)   | 308       |
| ОПГ-6,3-1400-220     |   | 1400                     | 1420        |    | 1522           | 714 | 48,3 (483)   | 359       |

Продолжение таблицы 2

| Условное обозначение | Условное давление, $P_N$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный диаметр, $D_N$ , мм | Размеры, мм |     |                |     | Жесткость осевого хода, $C_\lambda$ , кН/м (кгс/см) | Масса, кг |
|----------------------|---|------------------------------|-------------|-----|----------------|-----|---|-----------|
|                      |   |                              | D           | S   | D <sub>1</sub> | L   |   |           |
| ОПГ-10-350-180       | 1,0<br>(10)   | 350                          | 377         | 7   | 431            | 640 | 32 (320)  | 49        |
| ОПГ-10-400-190       |   | 400                          | 426         |     | 485            | 668 | 28,9 (289)  | 71        |
| ОПГ-10-500-200       |   | 500                          | 530         |     | 600            | 682 | 33,8 (338)  | 102       |
| ОПГ-10-600-200       |   | 600                          | 630         | 8   | 706            | 695 | 36,8 (368)  | 140       |
| ОПГ-10-700-210       |   | 700                          | 720         |     | 797            | 698 | 50,8 (508)  | 173       |
| ОПГ-10-800-210       |   | 800                          | 820         |     | 911            | 726 | 46,4 (464)  | 198       |
| ОПГ-10-900-210       |   | 900                          | 920         | 10  | 1015           | 704 | 51,4 (514)  | 237       |
| ОПГ-10-1000-220      |   | 1000                         | 1020        |     | 1117           | 726 | 64,1 (641)  | 279       |
| ОПГ-10-1200-220      |   | 1200                         | 1220        | 12  | 1319           | 726 | 76,7 (767)  | 386       |
| ОПГ-10-1400-220      |   | 1400                         | 1420        | 14  | 1522           | 732 | 89,2 (892)  | 479       |
| ОПГ-16-125-90        | 1,6<br>(16)   | 125                          | 133         | 4   | 171            | 381 | 24,4 (244)  | 6,3       |
| ОПГ-16-150-100       |   | 150                          | 159         | 4,5 | 203            | 387 | 32,6 (326)  | 7,9       |
| ОПГ-16-200-140       |   | 200                          | 219         | 6   | 259            | 433 | 29,1 (291)  | 16        |
| ОПГ-16-250-160       |   | 250                          | 273         | 7   | 319            | 612 | 35 (350)  | 33        |
| ОПГ-16-300-180       |   | 300                          | 325         |     | 373            | 631 | 32,1 (321)  | 41        |
| ОПГ-16-350-180       |   | 350                          | 377         |     | 431            | 640 | 40 (400)  | 49        |
| ОПГ-16-400-190       |   | 400                          | 426         |     | 485            | 668 | 57,9 (579)  | 71        |
| ОПГ-16-500-200       |   | 500                          | 530         | 8   | 600            | 682 | 60,8 (608)  | 102       |
| ОПГ-16-600-200       |   | 600                          | 630         |     | 706            | 695 | 61,3 (613)  | 140       |
| ОПГ-16-700-210       |   | 700                          | 720         |     | 797            | 698 | 69,8 (698)  | 174       |
| ОПГ-16-800-210       |   | 800                          | 820         |     | 911            | 726 | 63,7 (637)  | 198       |
| ОПГ-16-900-210       |   | 900                          | 920         | 10  | 1015           | 704 | 70,6 (706)  | 237       |
| ОПГ-16-1000-220      |   | 1000                         | 1020        |     | 1117           | 726 | 87,2 (872)  | 279       |
| ОПГ-16-1200-220      |   | 1200                         | 1220        | 12  | 1319           | 726 | 104,4 (1044)  | 386       |
| ОПГ-16-1400-220      |   | 1400                         | 1420        | 14  | 1522           | 732 | 129,5 (1295)  | 424       |
| ОПГ-25-65-70         | 2,5<br>(25)   | 65                           | 76          | 3,5 | 105            | 349 | 32,2 (322)  | 2,8       |
| ОПГ-25-80-70         |   | 80                           | 89          |     | 120            | 359 | 29,6 (296)  | 3,4       |
| ОПГ-25-100-80        |   | 100                          | 108         | 4   | 143            | 370 | 25,9 (259)  | 4,9       |
| ОПГ-25-125-90        |   | 125                          | 133         |     | 172            | 382 | 36,6 (366)  | 7,1       |
| ОПГ-25-150-100       |   | 150                          | 159         | 4,5 | 204            | 396 | 32,6 (326)  | 8,9       |
| ОПГ-25-200-140       |   | 200                          | 219         | 6   | 261            | 442 | 38,7 (387)  | 17        |
| ОПГ-25-250-160       |   | 250                          | 273         | 7   | 319            | 621 | 35 (350)  | 34        |
| ОПГ-25-300-180       |   | 300                          | 325         |     | 374            | 632 | 40,1 (401)  | 44        |
| ОПГ-25-350-180       |   | 350                          | 377         |     | 431            | 658 | 56 (560)  | 55        |
| ОПГ-25-400-190       |   | 400                          | 426         |     | 485            | 678 | 72,3 (723)  | 78        |
| ОПГ-25-500-200       |   | 500                          | 530         | 8   | 600            | 692 | 74,3 (743)  | 112       |
| ОПГ-25-600-200       |   | 600                          | 630         |     | 706            | 713 | 73,6 (736)  | 153       |
| ОПГ-25-700-210       |   | 700                          | 720         |     | 797            | 714 | 88,9 (889)  | 185       |
| ОПГ-25-800-210       |   | 800                          | 820         |     | 911            | 743 | 81,1 (811)  | 224       |
| ОПГ-25-900-210       |   | 900                          | 920         | 10  | 1015           | 719 | 102,8 (1028)  | 273       |
| ОПГ-25-1000-220      |   | 1000                         | 1020        |     | 1117           | 742 | 104,5 (1045)  | 325       |
| ОПГ-25-1200-220      |   | 1200                         | 1220        | 14  | 1319           | 742 | 125,1 (1251)  | 441       |
| ОПГ-25-1400-220      |   | 1400                         | 1420        |     | 1522           | 750 | 161,6 (1616)  | 546       |



## Компенсаторы сильфонные типа ОПК

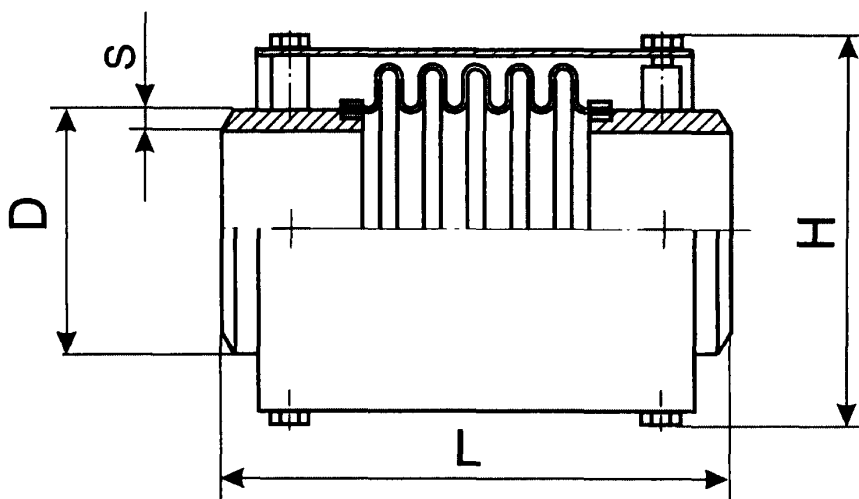


Таблица 3

| Условное обозначение | Условное давление, РН МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный диаметр, DN, мм | Размеры, мм |    |      |     | Жесткость осевого хода, С <sub>х</sub> , кН/м (кгс/см) | Масса, кг |
|----------------------|--|--------------------------|-------------|----|------|-----|--|-----------|
|                      |  |                          | D           | s  | H    | L   |  |           |
| ОПК-2,5-250-160      | 0,25<br>(2,5)                                    | 250                      | 273         | 7  | 429  | 599 | 17,5 (175)   | 30        |
| ОПК-2,5-300-180      |  | 300                      | 325         |    | 489  | 617 | 16 (160)   | 36        |
| ОПК-2,5-350-180      |  | 350                      | 377         |    | 528  | 632 | 16 (160)   | 36        |
| ОПК-2,5-400-190      |  | 400                      | 426         |    | 590  | 648 | 14,5 (145)   | 44        |
| ОПК-2,5-500-200      |  | 500                      | 530         | 8  | 702  | 661 | 20,3 (203)   | 66        |
| ОПК-2,5-600-200      |  | 600                      | 630         |    | 810  | 697 | 18,4 (184)   | 81        |
| ОПК-2,5-700-210      |  | 700                      | 720         |    | 900  | 678 | 19 (190)   | 97        |
| ОПК-2,5-800-210      |  | 800                      | 820         |    | 1020 | 706 | 17,4 (174)   | 114       |
| ОПК-2,5-900-210      |  | 900                      | 920         | 10 | 1124 | 685 | 25,7 (257)   | 142       |
| ОПК-2,5-1000-220     |  | 1000                     | 1020        |    | 1228 | 700 | 23,1 (231)   | 168       |
| ОПК-2,5-1200-220     |  | 1200                     | 1220        | 12 | 1428 | 700 | 27,7 (277)   | 250       |
| ОПК-2,5-1400-220     |  | 1400                     | 1420        | 14 | 1636 | 700 | 32,2 (322)   | 291       |
| ОПК-6,3-350-180      | 0,63<br>(6,3)                                    | 350                      | 377         | 7  | 528  | 641 | 24 (240)   | 36        |
| ОПК-6,3-400-190      |  | 400                      | 426         |    | 590  | 684 | 21,7 (217)   | 44        |
| ОПК-6,3-500-200      |  | 500                      | 530         |    | 702  | 697 | 27 (270)   | 66        |
| ОПК-6,3-600-200      |  | 600                      | 630         | 8  | 810  | 733 | 30,6 (306)   | 81        |
| ОПК-6,3-700-210      |  | 700                      | 720         |    | 900  | 710 | 31,7 (317)   | 97        |
| ОПК-6,3-800-210      |  | 800                      | 820         |    | 1020 | 732 | 29 (290)   | 114       |
| ОПК-6,3-900-210      |  | 900                      | 920         |    | 1124 | 713 | 32,1 (321)   | 142       |
| ОПК-6,3-1000-220     |  | 1000                     | 1020        | 10 | 1228 | 733 | 34,7 (347)   | 168       |
| ОПК-6,3-1200-220     |  | 1200                     | 1220        |    | 1428 | 714 | 41,5 (415)   | 275       |
| ОПК-6,3-1400-220     |  | 1400                     | 1420        | 14 | 1636 | 714 | 48,3 (483)   | 321       |

Продолжение таблицы 3

| Условное обозначение | Условное давление, РН, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный диаметр, DN, мм | Размеры, мм |     |      |     | Жесткость осевого хода, С <sub>х</sub> , кН/м (кгс/см) | Масса, кг |
|----------------------|---|--------------------------|-------------|-----|------|-----|--|-----------|
|                      |   |                          | D           | S   | H    | L   |  |           |
| ОПК-10-350-180       | 1,0<br>(10)                                       | 350                      | 377         | 7   | 528  | 640 | 32 (320)   | 44        |
| ОПК-10-400-190       |   | 400                      | 426         |     | 590  | 668 | 28,9 (289)   | 65        |
| ОПК-10-500-200       |   | 500                      | 530         | 8   | 702  | 682 | 33,8 (338)   | 94        |
| ОПК-10-600-200       |   | 600                      | 630         |     | 810  | 695 | 36,8 (368)   | 122       |
| ОПК-10-700-210       |   | 700                      | 720         |     | 900  | 698 | 50,8 (508)   | 152       |
| ОПК-10-800-210       |   | 800                      | 820         | 10  | 1020 | 726 | 46,4 (464)   | 172       |
| ОПК-10-900-210       |   | 900                      | 920         |     | 1124 | 704 | 51,4 (514)   | 210       |
| ОПК-10-1000-220      |   | 1000                     | 1020        |     | 1228 | 726 | 64,1 (641)   | 254       |
| ОПК-10-1200-220      |   | 1200                     | 1220        | 12  | 1428 | 726 | 76,7 (767)   | 353       |
| ОПК-10-1400-220      |   | 1400                     | 1420        | 14  | 1636 | 732 | 89,2 (892)   | 441       |
| ОПК-16-125-90        | 1,6<br>(16)                                       | 125                      | 133         | 4   | 272  | 381 | 24,4 (244)   | 9         |
| ОПК-16-150-100       |   | 150                      | 159         | 4,5 | 307  | 387 | 32,6 (326)   | 11        |
| ОПК-16-200-140       |   | 200                      | 219         | 6   | 379  | 433 | 29,1 (291)   | 19        |
| ОПК-16-250-160       |   | 250                      | 273         | 7   | 429  | 612 | 35 (350)   | 34        |
| ОПК-16-300-180       |   | 300                      | 325         |     | 489  | 631 | 32,1 (321)   | 42        |
| ОПК-16-350-180       |   | 350                      | 377         |     | 528  | 640 | 40 (400)   | 48        |
| ОПК-16-400-190       |   | 400                      | 426         |     | 590  | 668 | 57,9 (579)   | 70        |
| ОПК-16-500-200       |   | 500                      | 530         | 8   | 702  | 682 | 60,8 (608)   | 101       |
| ОПК-16-600-200       |   | 600                      | 630         |     | 810  | 695 | 61,3 (613)   | 131       |
| ОПК-16-700-210       |   | 700                      | 720         |     | 900  | 698 | 69,8 (698)   | 161       |
| ОПК-16-800-210       |   | 800                      | 820         |     | 1020 | 726 | 63,7 (637)   | 183       |
| ОПК-16-900-210       |   | 900                      | 920         | 10  | 1124 | 704 | 70,6 (706)   | 220       |
| ОПК-16-1000-220      |   | 1000                     | 1020        |     | 1228 | 726 | 87,2 (872)   | 272       |
| ОПК-16-1200-220      |   | 1200                     | 1220        | 12  | 1428 | 726 | 104,4 (1044)   | 373       |
| ОПК-16-1400-220      |   | 1400                     | 1420        | 14  | 1636 | 732 | 129,5 (1295)   | 466       |
| ОПК-25-50-70         | 2,5<br>(25)                                       | 50                       | 57          | 3,5 | 174  | 349 | 32,2 (322)   | 4,3       |
| ОПК-25-65-70         |   | 65                       | 76          |     |      |     |  | 4,0       |
| ОПК-25-80-70         |   | 80                       | 89          |     |      |     |  | 4,6       |
| ОПК-25-100-80        |   | 100                      | 108         | 4   | 206  | 370 | 25,9 (259)   | 6,5       |
| ОПК-25-125-90        |   | 125                      | 133         |     | 272  | 382 | 36,6 (366)   | 8,2       |
| ОПК-25-150-100       |   | 150                      | 159         | 4,5 | 307  | 396 | 32,6 (326)   | 9,9       |
| ОПК-25-200-140       |   | 200                      | 219         | 6   | 379  | 442 | 38,7 (387)   | 18        |
| ОПК-25-250-160       |   | 250                      | 273         | 7   | 429  | 621 | 35 (350)   | 34        |
| ОПК-25-300-180       |   | 300                      | 325         |     | 489  | 632 | 40,1 (401)   | 43        |
| ОПК-25-350-180       |   | 350                      | 377         |     | 528  | 658 | 56 (560)   | 50        |
| ОПК-25-400-190       |   | 400                      | 426         |     | 590  | 678 | 72,3 (723)   | 72        |
| ОПК-25-500-200       |   | 500                      | 530         | 8   | 702  | 692 | 74,3 (743)   | 104       |
| ОПК-25-600-200       |   | 600                      | 630         |     | 810  | 713 | 73,6 (736)   | 135       |
| ОПК-25-700-210       |   | 700                      | 720         |     | 900  | 714 | 88,9 (889)   | 164       |
| ОПК-25-800-210       |   | 800                      | 820         |     | 1020 | 743 | 81,1 (811)   | 198       |
| ОПК-25-900-210       |   | 900                      | 920         | 10  | 1124 | 719 | 102,8 (1028)   | 245       |
| ОПК-25-1000-220      |   | 1000                     | 1020        |     | 1228 | 742 | 104,5 (1045)   | 300       |
| ОПК-25-1200-220      |   | 1200                     | 1220        | 14  | 1428 | 742 | 125,1 (1251)   | 408       |
| ОПК-25-1400-220      |   | 1400                     | 1420        |     | 1636 | 750 | 161,6 (1616)   | 508       |

## Компенсаторы сильфонные типа ОПМ

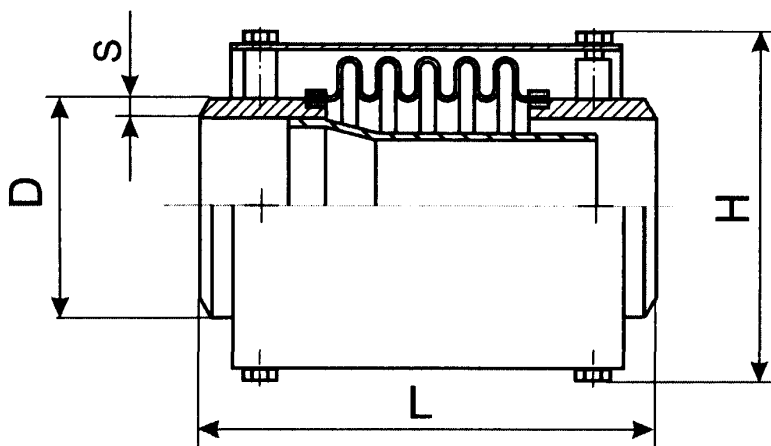


Таблица 4

| Условное обозначение | Условное давление, РН МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный диаметр, DN, мм | Размеры, мм |    |      |     | Жесткость осевого хода, С <sub>х</sub> , кН/м (кгс/см) | Масса, кг |
|----------------------|--|--------------------------|-------------|----|------|-----|--|-----------|
|                      |  |                          | D           | S  | H    | L   |  |           |
| ОПМ-2,5-250-160      | 0,25<br>(2,5)                                    | 250                      | 273         | 7  | 429  | 599 | 17,5 (175)   | 37        |
| ОПМ-2,5-300-180      |  | 300                      | 325         |    | 489  | 617 | 16 (160)   | 45        |
| ОПМ-2,5-350-180      |  | 350                      | 377         |    | 528  | 632 | 16 (160)   | 47        |
| ОПМ-2,5-400-190      |  | 400                      | 426         |    | 590  | 648 | 14,5 (145)   | 58        |
| ОПМ-2,5-500-200      |  | 500                      | 530         | 8  | 702  | 661 | 20,3 (203)   | 83        |
| ОПМ-2,5-600-200      |  | 600                      | 630         |    | 810  | 697 | 18,4 (184)   | 109       |
| ОПМ-2,5-700-210      |  | 700                      | 720         |    | 900  | 678 | 19 (190)   | 130       |
| ОПМ-2,5-800-210      |  | 800                      | 820         |    | 1020 | 706 | 17,4 (174)   | 154       |
| ОПМ-2,5-900-210      |  | 900                      | 920         | 10 | 1124 | 685 | 25,7 (257)   | 185       |
| ОПМ-2,5-1000-220     |  | 1000                     | 1020        |    | 1228 | 700 | 23,1 (231)   | 218       |
| ОПМ-2,5-1200-220     |  | 1200                     | 1220        | 12 | 1428 | 700 | 27,7 (277)   | 313       |
| ОПМ-2,5-1400-220     |  | 1400                     | 1420        | 14 | 1636 | 700 | 32,2 (322)   | 362       |
| ОПМ-6,3-350-180      | 0,63<br>(6,3)                                    | 350                      | 377         | 7  | 528  | 641 | 24 (240)   | 47        |
| ОПМ-6,3-400-190      |  | 400                      | 426         |    | 590  | 684 | 21,7 (217)   | 58        |
| ОПМ-6,3-500-200      |  | 500                      | 530         | 8  | 702  | 697 | 27 (270)   | 83        |
| ОПМ-6,3-600-200      |  | 600                      | 630         |    | 810  | 733 | 30,6 (306)   | 109       |
| ОПМ-6,3-700-210      |  | 700                      | 720         |    | 900  | 710 | 31,7 (317)   | 130       |
| ОПМ-6,3-800-210      |  | 800                      | 820         |    | 1020 | 732 | 29 (290)   | 154       |
| ОПМ-6,3-900-210      |  | 900                      | 920         | 10 | 1124 | 713 | 32,1 (321)   | 185       |
| ОПМ-6,3-1000-220     |  | 1000                     | 1020        |    | 1228 | 733 | 34,7 (347)   | 218       |
| ОПМ-6,3-1200-220     |  | 1200                     | 1220        |    | 1428 | 714 | 41,5 (415)   | 338       |
| ОПМ-6,3-1400-220     |  | 1400                     | 1420        | 14 | 1636 | 714 | 48,3 (483)   | 392       |

Продолжение таблицы 4

| Условное обозначение | Условное давление, РН, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный диаметр, DN, мм | Размеры, мм |     |      |     | Жесткость осевого хода, С <sub>х</sub> , кН/м (кгс/см) | Масса, кг |
|----------------------|---|--------------------------|-------------|-----|------|-----|--|-----------|
|                      |   |                          | D           | S   | H    | L   |  |           |
| ОПМ-10-350-180       | 1,0<br>(10)                                       | 350                      | 377         | 7   | 528  | 640 | 32 (320)   | 55        |
| ОПМ-10-400-190       |   | 400                      | 426         |     | 590  | 668 | 28,9 (289)   | 78        |
| ОПМ-10-500-200       |   | 500                      | 530         | 8   | 702  | 682 | 33,8 (338)   | 111       |
| ОПМ-10-600-200       |   | 600                      | 630         |     | 810  | 695 | 36,8 (368)   | 151       |
| ОПМ-10-700-210       |   | 700                      | 720         |     | 900  | 698 | 50,8 (508)   | 185       |
| ОПМ-10-800-210       |   | 800                      | 820         | 10  | 1020 | 726 | 46,4 (464)   | 212       |
| ОПМ-10-900-210       |   | 900                      | 920         |     | 1124 | 704 | 51,4 (514)   | 252       |
| ОПМ-10-1000-220      |   | 1000                     | 1020        |     | 1228 | 726 | 64,1 (641)   | 303       |
| ОПМ-10-1200-220      |   | 1200                     | 1220        | 12  | 1428 | 726 | 76,7 (767)   | 416       |
| ОПМ-10-1400-220      |   | 1400                     | 1420        | 14  | 1636 | 732 | 89,2 (892)   | 512       |
| ОПМ-16-125-90        | 1,6<br>(16)                                       | 125                      | 133         | 4   | 272  | 381 | 24,4 (244)   | 9         |
| ОПМ-16-150-100       |   | 150                      | 159         | 4,5 | 307  | 387 | 32,6 (326)   | 11        |
| ОПМ-16-200-140       |   | 200                      | 219         | 6   | 379  | 433 | 29,1 (291)   | 20        |
| ОПМ-16-250-160       |   | 250                      | 273         | 7   | 429  | 612 | 35 (350)   | 41        |
| ОПМ-16-300-180       |   | 300                      | 325         |     | 489  | 631 | 32,1 (321)   | 49        |
| ОПМ-16-350-180       |   | 350                      | 377         |     | 528  | 640 | 40 (400)   | 55        |
| ОПМ-16-400-190       |   | 400                      | 426         |     | 590  | 668 | 57,9 (579)   | 78        |
| ОПМ-16-500-200       |   | 500                      | 530         | 8   | 702  | 682 | 60,8 (608)   | 111       |
| ОПМ-16-600-200       |   | 600                      | 630         |     | 810  | 695 | 61,3 (613)   | 151       |
| ОПМ-16-700-210       |   | 700                      | 720         |     | 900  | 698 | 69,8 (698)   | 185       |
| ОПМ-16-800-210       |   | 800                      | 820         |     | 1020 | 726 | 63,7 (637)   | 212       |
| ОПМ-16-900-210       |   | 900                      | 920         | 10  | 1124 | 704 | 70,6 (706)   | 252       |
| ОПМ-16-1000-220      |   | 1000                     | 1020        |     | 1228 | 726 | 87,2 (872)   | 303       |
| ОПМ-16-1200-220      |   | 1200                     | 1220        | 12  | 1428 | 726 | 104,4 (1044)   | 416       |
| ОПМ-16-1400-220      |   | 1400                     | 1420        | 14  | 1636 | 732 | 129,5 (1295)   | 512       |
| ОПМ-25-65-70         | 2,5<br>(25)                                       | 65                       | 76          | 3,5 | 174  | 349 | 32,2 (322)   | 5         |
| ОПМ-25-80-70         |   | 80                       | 89          |     | 187  | 359 | 29,6 (296)   | 6         |
| ОПМ-25-100-80        |   | 100                      | 108         | 4   | 206  | 370 | 25,9 (259)   | 8         |
| ОПМ-25-125-90        |   | 125                      | 133         |     | 272  | 382 | 36,6 (366)   | 10        |
| ОПМ-25-150-100       |   | 150                      | 159         | 4,5 | 307  | 396 | 32,6 (326)   | 12        |
| ОПМ-25-200-140       |   | 200                      | 219         | 6   | 379  | 442 | 38,7 (387)   | 21        |
| ОПМ-25-250-160       |   | 250                      | 273         | 7   | 429  | 621 | 35 (350)   | 41        |
| ОПМ-25-300-180       |   | 300                      | 325         |     | 489  | 632 | 40,1 (401)   | 52        |
| ОПМ-25-350-180       |   | 350                      | 377         |     | 528  | 658 | 56 (560)   | 62        |
| ОПМ-25-400-190       |   | 400                      | 426         |     | 590  | 678 | 72,3 (723)   | 85        |
| ОПМ-25-500-200       |   | 500                      | 530         | 8   | 702  | 692 | 74,3 (743)   | 121       |
| ОПМ-25-600-200       |   | 600                      | 630         |     | 810  | 713 | 73,6 (736)   | 164       |
| ОПМ-25-700-210       |   | 700                      | 720         |     | 900  | 714 | 88,9 (889)   | 197       |
| ОПМ-25-800-210       |   | 800                      | 820         |     | 1020 | 743 | 81,1 (811)   | 238       |
| ОПМ-25-900-210       |   | 900                      | 920         | 10  | 1124 | 719 | 102,8 (1028)   | 288       |
| ОПМ-25-1000-220      |   | 1000                     | 1020        |     | 1228 | 742 | 104,5 (1045)   | 350       |
| ОПМ-25-1200-220      |   | 1200                     | 1220        | 14  | 1428 | 742 | 125,1 (1251)   | 471       |
| ОПМ-25-1400-220      |   | 1400                     | 1420        |     | 1636 | 750 | 161,6 (1616)   | 579       |

## Компенсаторы сильфонные типа ОПФН

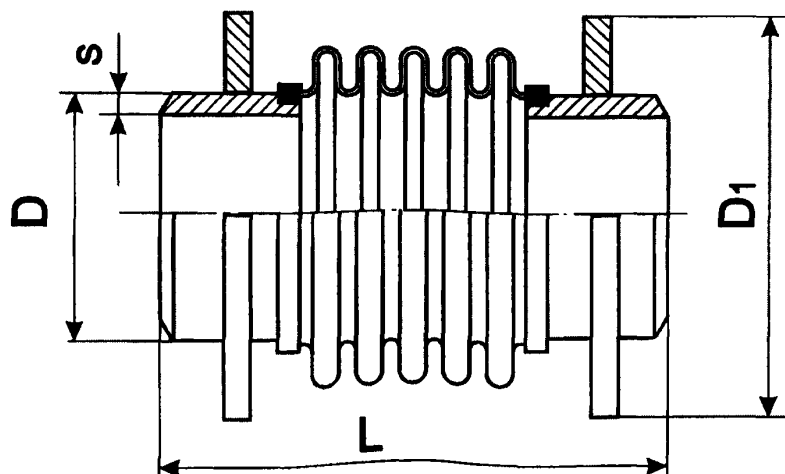


Таблица 5

| Условное обозначение | Условное давление, РН МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный диаметр, DN, мм | Размеры, мм |    |                |     | Жесткость осевого хода, С <sub>х</sub> , кН/м (кгс/см) | Масса, кг |
|----------------------|--|--------------------------|-------------|----|----------------|-----|--|-----------|
|                      |  |                          | D           | S  | D <sub>1</sub> | L   |  |           |
| ОПФН-16-200-140      | 1,6<br>(16)                                      | 200                      | 219         | 6  | 504            | 433 | 29,1 (291)   | 45        |
| ОПФН-16-250-160      |  | 250                      | 273         | 7  | 504            | 612 | 35 (350)   | 54        |
| ОПФН-16-300-180      |  | 300                      | 325         |    | 606            | 631 | 32,1 (321)   | 73        |
| ОПФН-16-350-180      |  | 350                      | 377         |    | 602            | 640 | 40 (400)   | 70        |
| ОПФН-16-400-190      |  | 400                      | 426         |    | 694            | 668 | 57,9 (579)   | 102       |
| ОПФН-16-500-200      |  | 500                      | 530         | 8  | 792            | 682 | 60,8 (608)   | 143       |
| ОПФН-16-600-200      |  | 600                      | 630         |    | 890            | 695 | 61,3 (613)   | 177       |
| ОПФН-16-700-210      |  | 700                      | 720         |    | 990            | 698 | 69,8 (698)   | 206       |
| ОПФН-16-800-210      |  | 800                      | 820         |    | 990            | 726 | 63,7 (637)   | 210       |
| ОПФН-16-900-210      |  | 900                      | 920         | 10 | 1188           | 704 | 70,6 (706)   | 286       |
| ОПФН-16-1000-220     |  | 1000                     | 1020        |    | 1270           | 726 | 87,2 (872)   | 326       |
| ОПФН-16-1200-220     |  | 1200                     | 1220        | 12 | 1470           | 726 | 104,4 (1044)   | 437       |
| ОПФН-25-200-140      | 2,5<br>(25)                                      | 200                      | 219         | 6  | 504            | 442 | 38,7 (387)   | 47        |
| ОПФН-25-250-160      |  | 250                      | 273         | 7  | 504            | 621 | 35 (350)   | 56        |
| ОПФН-25-300-180      |  | 300                      | 325         |    | 606            | 632 | 40,1 (401)   | 78        |
| ОПФН-25-350-180      |  | 350                      | 377         |    | 602            | 656 | 56 (560)   | 76        |
| ОПФН-25-400-190      |  | 400                      | 426         |    | 694            | 678 | 72,3 (723)   | 111       |
| ОПФН-25-500-200      |  | 500                      | 530         | 8  | 792            | 692 | 74,3 (743)   | 153       |
| ОПФН-25-600-200      |  | 600                      | 630         |    | 890            | 713 | 73,6 (736)   | 191       |
| ОПФН-25-700-210      |  | 700                      | 720         |    | 990            | 714 | 88,9 (889)   | 221       |
| ОПФН-25-800-210      |  | 800                      | 820         |    | 990            | 743 | 81,1 (811)   | 238       |
| ОПФН-25-900-210      |  | 900                      | 920         | 10 | 1188           | 719 | 102,8 (1028)   | 315       |
| ОПФН-25-1000-220     |  | 1000                     | 1020        |    | 1270           | 742 | 104,5 (1045)   | 372       |
| ОПФН-25-1200-220     |  | 1200                     | 1220        | 14 | 1470           | 742 | 125,1 (1251)   | 492       |

## Компенсаторы сильфонные типа 1КСО

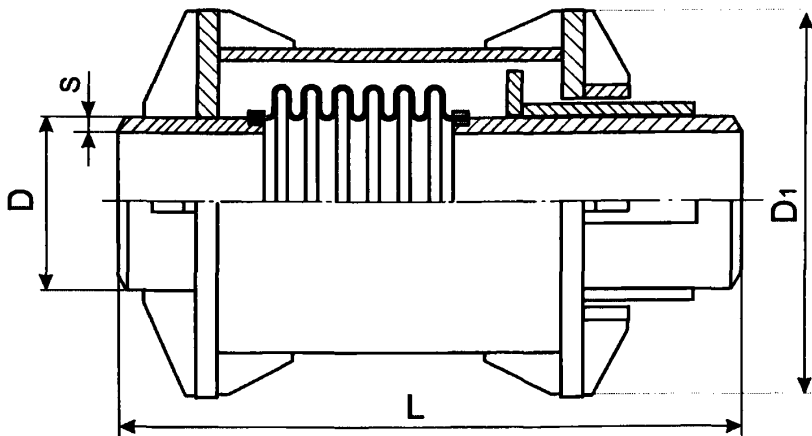


Таблица 6

| Условное обозначение | Условное давление, РН МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный диаметр, DN, мм | Размеры, мм |      |                |              | Жесткость осевого хода, С <sub>х</sub> , кН/м (кгс/см) | Масса, кг  |              |            |            |              |            |
|----------------------|--|--------------------------|-------------|------|----------------|--------------|--|------------|--------------|------------|------------|--------------|------------|
|                      |  |                          | D           | S    | D <sub>1</sub> | L            |  |            |              |            |            |              |            |
| 1КСО-25-50-35        | 2,5 (25)   | 50                       | 57          | 3,5  | 233            | 844          | 32,2 (322)   | 24,5       |              |            |            |              |            |
| 1КСО-25-65-35        |  | 65                       | 76          |      | 259            | 854          | 29,6 (296)   | 25         |              |            |            |              |            |
| 1КСО-25-80-35        |  | 80                       | 89          |      |                |              |  | 4          | 319          | 875        | 25,9 (259) | 31           |            |
| 1КСО-25-100-40       |  | 100                      | 108         | 897  | 36,6 (366)     | 51           |  |            |              |            |            |              |            |
| 1КСО-25-125-45       |  | 125                      | 133         |      |                |              | 4,5  |            |              |            |            | 373          | 925        |
| 1КСО-25-150-50       |  | 150                      | 159         | 6    | 425            | 1011         |  | 38,7 (387) | 100          |            |            |              |            |
| 1КСО-25-200-70       |  | 200                      | 219         |      |                |              |  |            |              | 7          | 477        |              |            |
| 1КСО-25-250-80       |  | 250                      | 273         |      |                |              | 526  |            |              |            |            | 854          | 40,1 (401) |
| 1КСО-25-300-90       |  | 300                      | 325         | 630  | 880            | 56 (560)     |  | 166        |              |            |            |              |            |
| 1КСО-25-350-90       |  | 350                      | 377         |      |                |              | 910  |            | 72,3 (723)   | 189        |            |              |            |
| 1КСО-25-400-95       |  | 400                      | 426         |      |                |              |  |            |              |            | 820        | 934          | 74,3 (743) |
| 1КСО-25-500-100      |  | 500                      | 530         | 920  | 955            | 73,6 (736)   |  | 355        |              |            |            |              |            |
| 1КСО-25-600-100      |  | 600                      | 630         |      |                |              | 1020   |            | 962          | 88,9 (889) |            |              |            |
| 1КСО-25-700-105      |  | 700                      | 720         |      |                |              |  |            |              |            | 1120       | 995          | 81,1 (811) |
| 1КСО-25-800-105      |  | 800                      | 820         | 971  | 102,8 (1028)   | 692          |  |            |              |            |            |              |            |
| 1КСО-25-900-105      |  | 900                      | 920         |      |                |              | 1320   | 1006       | 104,5 (1045) | 755        |            |              |            |
| 1КСО-25-1000-110     |  | 1000                     | 1020        |      |                |              |  |            |              |            | 1520       | 125,1 (1251) | 984        |
| 1КСО-25-1200-110     |  | 1200                     | 1220        | 1700 | 1215           | 161,6 (1616) |  |            |              |            |            |              |            |
| 1КСО-25-1400-110     |  | 1400                     | 1420        |      |                |              |  |            |              |            |            |              |            |

## Компенсаторы сильфонные типа 2КСО

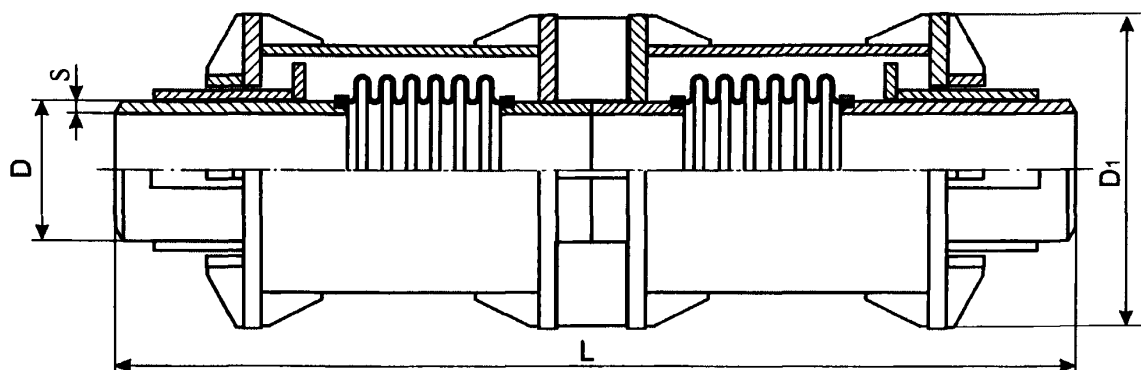


Таблица 7

| Условное обозначение | Условное давление, РН МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный диаметр, DN, мм | Размеры, мм |     |                |      | Жесткость осевого хода, С <sub>а</sub> , кН/м (кгс/см) | Масса, кг |
|----------------------|--|--------------------------|-------------|-----|----------------|------|--|-----------|
|                      |  |                          | D           | s   | D <sub>1</sub> | L    |  |           |
| 2КСО-25-50-70        | 2,5<br>(25)                                      | 50                       | 57          | 3,5 | 233            | 1688 | 16,1 (161)   | 55        |
| 2КСО-25-65-70        |  | 65                       | 76          |     |                |      |  | 53        |
| 2КСО-25-80-70        |  | 80                       | 89          |     |                |      |  | 65        |
| 2КСО-25-100-80       |  | 100                      | 108         | 4   | 319            | 1750 | 12,9 (129)   | 100       |
| 2КСО-25-125-90       |  | 125                      | 133         |     |                | 1794 | 18,3 (183)   | 106       |
| 2КСО-25-150-100      |  | 150                      | 159         | 4,5 | 373            | 7850 | 16,3 (163)   | 150       |
| 2КСО-25-200-140      |  | 200                      | 219         | 6   | 425            | 2022 | 19,4 (194)   | 206       |
| 2КСО-25-250-160      |  | 250                      | 273         | 7   | 477            | 1646 | 17,5 (175)   | 221       |
| 2КСО-25-300-180      |  | 300                      | 325         |     | 526            | 1708 | 20,1 (201)   | 258       |
| 2КСО-25-350-180      |  | 350                      | 377         |     | 630            | 1760 | 28 (280)   | 344       |
| 2КСО-25-400-190      |  | 400                      | 426         |     |                | 1820 | 36,2 (362)   | 387       |
| 2КСО-25-500-200      |  | 500                      | 530         | 8   | 820            | 1868 | 37,2 (372)   | 596       |
| 2КСО-25-600-200      |  | 600                      | 630         |     | 920            | 1910 | 36,8 (368)   | 722       |
| 2КСО-25-700-210      |  | 700                      | 720         |     | 1020           | 1924 | 44,5 (445)   | 828       |
| 2КСО-25-800-210      |  | 800                      | 820         |     | 1120           | 1990 | 40,6 (406)   | 1073      |
| 2КСО-25-900-210      |  | 900                      | 920         | 10  | 1320           | 1942 | 51,4 (514)   | 1401      |
| 2КСО-25-1000-220     |  | 1000                     | 1020        |     |                | 2012 | 52,3 (523)   | 1520      |
| 2КСО-25-1200-220     |  | 1200                     | 1220        | 14  | 1520           |      | 63,6 (636)   | 1978      |
| 2КСО-25-1400-220     |  | 1400                     | 1420        |     | 1700           | 2430 | 80,8 (808)   | 3235      |

## Компенсаторы сильфонные типа ОПНР

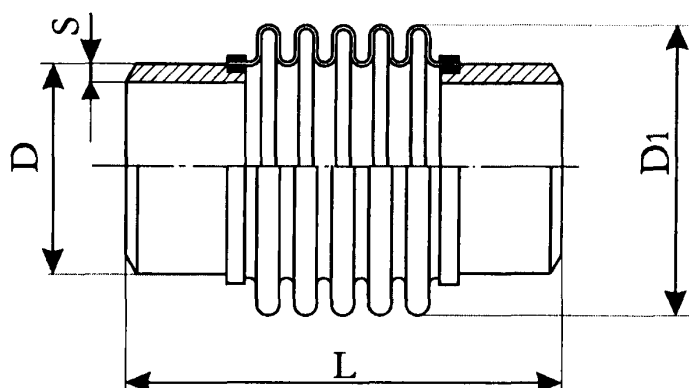


Таблица 8

| Условное обозначение | Условное давление, РН МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный диаметр, DN, мм | Размеры, мм |     |                |     | Жесткость осевого хода, С <sub>х</sub> , кН/м (кгс/см) | Масса, кг |
|----------------------|--|--------------------------|-------------|-----|----------------|-----|--|-----------|
|                      |  |                          | D           | s   | D <sub>1</sub> | L   |  |           |
| ОПНР-16-125-130      | 1,6<br>(16)                                      | 125                      | 133         | 4   | 171            | 409 | 29,9 (299)   | 6,3       |
| ОПНР-16-150-150      |  | 150                      | 159         | 4,5 | 203            | 402 | 26,7 (267)   | 7,9       |
| ОПНР-16-200-160      |  | 200                      | 219         | 6   | 259            | 453 | 34,9 (349)   | 16        |
| ОПНР-16-250-180      |  | 250                      | 273         | 7   | 319            | 634 | 31,5 (315)   | 33        |
| ОПНР-16-300-190      |  | 300                      | 325         |     | 373            | 655 | 28,9 (289)   | 41        |
| ОПНР-16-350-190      |  | 350                      | 377         |     | 431            | 664 | 36 (360)   | 49        |
| ОПНР-16-400-200      |  | 400                      | 426         | 8   | 485            | 693 | 39,1 (391)   | 71        |
| ОПНР-16-500-210      |  | 500                      | 530         |     | 600            | 682 | 60,8 (608)   | 85        |
| ОПНР-16-600-220      |  | 600                      | 630         |     | 706            | 695 | 61,3 (613)   | 112       |
| ОПНР-16-700-220      |  | 700                      | 720         |     | 797            | 698 | 69,8 (698)   | 140       |
| ОПНР-16-800-240      |  | 800                      | 820         | 10  | 911            | 726 | 63,7 (637)   | 158       |
| ОПНР-16-900-260      |  | 900                      | 920         |     | 1015           | 704 | 70,6 (706)   | 194       |
| ОПНР-16-1000-260     |  | 1000                     | 1020        |     | 1117           | 726 | 87,2 (872)   | 229       |
| ОПНР-16-1200-260     |  | 1200                     | 1220        |     | 1319           | 726 | 104,4 (1044)   | 323       |
| ОПНР-16-1400-260     |  | 1400                     | 1420        | 14  | 1522           | 732 | 129,5 (1295)   | 408       |
| ОПНР-25-50-80        | 2,5<br>(25)                                      | 50                       | 57          | 3,5 | 105            | 382 | 24,2 (242)   | 3,2       |
| ОПНР-25-65-80        |  | 65                       | 76          |     | 120            | 395 | 22,2 (222)   | 2,8       |
| ОПНР-25-80-90        |  | 80                       | 89          |     |                |     |  | 3,4       |
| ОПНР-25-100-120      |  | 100                      | 108         | 4   | 143            | 409 | 29,1 (291)   | 4,9       |
| ОПНР-25-125-130      |  | 125                      | 133         |     | 172            | 410 | 29,9 (299)   | 7,1       |
| ОПНР-25-150-150      |  | 150                      | 159         | 4,5 | 204            | 412 | 26,7 (267)   | 8,9       |
| ОПНР-25-200-160      |  | 200                      | 219         | 6   | 261            | 463 | 34,9 (349)   | 17        |
| ОПНР-25-250-180      |  | 250                      | 273         | 7   | 319            | 644 | 31,5 (315)   | 34        |
| ОПНР-25-300-190      |  | 300                      | 325         |     | 374            | 656 | 36,1 (361)   | 44        |
| ОПНР-25-350-190      |  | 350                      | 377         |     | 431            | 682 | 50,4 (504)   | 55        |
| ОПНР-25-400-200      |  | 400                      | 426         | 8   | 485            | 705 | 65,1 (651)   | 78        |
| ОПНР-25-500-210      |  | 500                      | 530         |     | 600            | 692 | 74,3 (743)   | 95        |
| ОПНР-25-600-220      |  | 600                      | 630         |     | 706            | 713 | 73,6 (736)   | 124       |
| ОПНР-25-700-220      |  | 700                      | 720         |     | 797            | 714 | 88,9 (889)   | 152       |
| ОПНР-25-800-240      |  | 800                      | 820         | 10  | 911            | 743 | 81,1 (811)   | 184       |
| ОПНР-25-900-260      |  | 900                      | 920         |     | 1015           | 719 | 102,8 (1028)   | 230       |
| ОПНР-25-1000-260     |  | 1000                     | 1020        |     | 1117           | 742 | 104,5 (1045)   | 275       |
| ОПНР-25-1200-260     |  | 1200                     | 1220        |     | 1319           | 742 | 125,1 (1251)   | 378       |
| ОПНР-25-1400-260     |  | 1400                     | 1420        | 14  | 1522           | 750 | 161,6 (1616)   | 475       |



## Компенсаторы сильфонные типа ОПКР

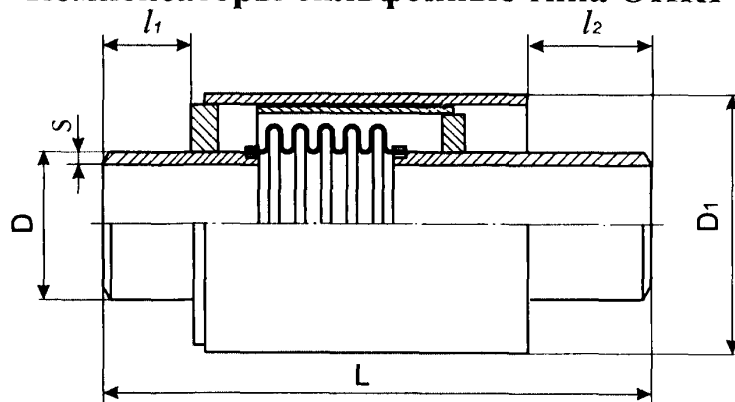


Таблица 9

| Условное обозначение | Условное давление, РН МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный диаметр, DN, мм | Размеры, мм |     |                |      |                |                | Жесткость осевого хода, С <sub>а</sub> , кН/м (кгс/см) | Масса, кг |
|----------------------|--|--------------------------|-------------|-----|----------------|------|----------------|----------------|--|-----------|
|                      |  |                          | D           | S   | D <sub>1</sub> | L    | l <sub>1</sub> | l <sub>2</sub> |  |           |
| ОПКР-16-100-120      | 1,6<br>(16)                                      | 100                      | 108         | 4   | 219            | 619  | 100            | 150            | 19,4 (194)   | 25        |
| ОПКР-16-125-130      |  | 125                      | 133         |     | 245            | 625  |                |                | 29,9 (299)   | 31        |
| ОПКР-16-150-150      |  | 150                      | 159         | 4,5 | 273            | 638  |                |                | 26,7 (267)   | 37        |
| ОПКР-16-200-160      |  | 200                      | 219         | 6   | 340            | 744  |                |                | 34,9 (349)   | 57        |
| ОПКР-16-250-180      |  | 250                      | 273         | 7   | 400            | 775  |                |                | 31,5 (315)   | 67        |
| ОПКР-16-300-190      |  | 300                      | 325         |     | 455            | 790  |                |                | 28,9 (289)   | 117       |
| ОПКР-16-350-190      |  | 350                      | 377         |     | 510            | 799  |                |                | 36 (360)   | 139       |
| ОПКР-16-400-200      |  | 400                      | 426         | 8   | 575            | 836  |                |                | 39,1 (391)   | 175       |
| ОПКР-16-500-210      |  | 500                      | 530         |     | 686            | 827  |                |                | 60,8 (608)   | 232       |
| ОПКР-16-600-220      |  | 600                      | 630         |     | 820            | 890  |                |                | 61,3 (613)   | 340       |
| ОПКР-16-700-220      |  | 700                      | 720         |     | 920            | 1003 |                |                | 69,8 (698)   | 488       |
| ОПКР-16-800-240      |  | 800                      | 820         | 10  | 1020           | 1046 |                |                | 63,7 (637)   | 562       |
| ОПКР-16-900-260      |  | 900                      | 920         |     | 1120           | 1039 |                |                | 70,6 (706)   | 727       |
| ОПКР-16-1000-260     |  | 1000                     | 1020        | 14  | 1320           | 1071 |                |                | 87,2 (872)   | 901       |
| ОПКР-16-1200-260     |  | 1200                     | 1220        |     | 1420           | 1071 |                |                | 104,4 (1044)   | 1125      |
| ОПКР-16-1400-260     |  | 1400                     | 1420        |     | 1620           | 1077 |                |                | 129,5 (1295)   | 1334      |
| ОПКР-25-50-80        | 2,5<br>(25)                                      | 50                       | 57          | 3,5 | 159            | 536  | 100            | 120            | 24,2 (242)   | 14        |
| ОПКР-25-65-80        |  | 65                       | 76          |     | 178            | 542  |                |                |  | 17        |
| ОПКР-25-80-90        |  | 80                       | 89          |     | 194            | 561  |                |                | 22,2 (222)   | 20        |
| ОПКР-25-100-120      |  | 100                      | 108         | 4   | 219            | 620  |                | 150            | 29,1 (291)   | 26        |
| ОПКР-25-125-130      |  | 125                      | 133         |     | 245            | 625  |                |                | 29,9 (299)   | 31        |
| ОПКР-25-150-150      |  | 150                      | 159         | 4,5 | 273            | 638  |                |                | 26,7 (267)   | 37        |
| ОПКР-25-200-160      |  | 200                      | 219         | 6   | 340            | 744  |                |                | 34,9 (349)   | 67        |
| ОПКР-25-250-180      |  | 250                      | 273         | 7   | 400            | 775  |                |                | 31,5 (315)   | 98        |
| ОПКР-25-300-190      |  | 300                      | 325         |     | 455            | 793  |                |                | 36,1 (361)   | 120       |
| ОПКР-25-350-190      |  | 350                      | 377         |     | 510            | 819  |                |                | 50,4 (504)   | 148       |
| ОПКР-25-400-200      |  | 400                      | 426         | 8   | 575            | 846  |                |                | 65,1 (651)   | 192       |
| ОПКР-25-500-210      |  | 500                      | 530         |     | 686            | 837  |                |                | 74,3 (743)   | 245       |
| ОПКР-25-600-220      |  | 600                      | 630         |     | 820            | 908  |                |                | 73,6 (736)   | 359       |
| ОПКР-25-700-220      |  | 700                      | 720         |     | 920            | 1019 |                |                | 88,9 (889)   | 505       |
| ОПКР-25-800-240      |  | 800                      | 820         | 10  | 1020           | 1063 |                |                | 81,1 (811)   | 596       |
| ОПКР-25-900-260      |  | 900                      | 920         |     | 1120           | 1054 |                |                | 102,8 (1028)   | 771       |
| ОПКР-25-1000-260     |  | 1000                     | 1020        | 14  | 1320           | 1087 |                |                | 104,5 (1045)   | 1041      |
| ОПКР-25-1200-260     |  | 1200                     | 1220        |     | 1420           | 1115 |                |                | 125,1 (1251)   | 1218      |
| ОПКР-25-1400-260     |  | 1400                     | 1420        |     | 1620           | 1095 |                |                | 161,6 (1616)   | 1420      |

## Компенсаторы сильфонные типа 2ОПКР

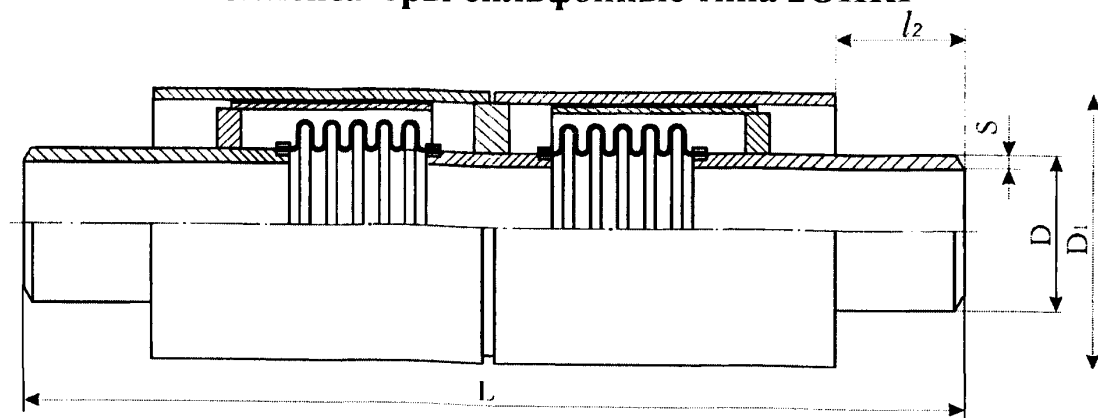


Таблица 10

| Условное обозначение | Условное давление, РН МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный диаметр, DN, мм | Размеры, мм |     |                |      |                | Жесткость осевого хода, С <sub>х</sub> , кН/м (кгс/см) | Масса, кг |
|----------------------|--|--------------------------|-------------|-----|----------------|------|----------------|--|-----------|
|                      |  |                          | D           | s   | D <sub>1</sub> | L    | l <sub>2</sub> |  |           |
| 2ОПКР -16-100-240    | 1,6<br>(16)                                      | 100                      | 108         | 4   | 219            | 1030 | 150            | 9,7 (97)   | 47        |
| 2ОПКР -16-125-260    |  | 125                      | 133         |     | 245            | 1042 |                | 15 (150)   | 65        |
| 2ОПКР -16-150-300    |  | 150                      | 159         | 4,5 | 273            | 1068 |                | 13,4 (134)   | 68        |
| 2ОПКР -16-200-320    |  | 200                      | 219         | 6   | 340            | 1276 |                | 17,5 (175)   | 143       |
| 2ОПКР -16-250-360    |  | 250                      | 273         | 7   | 400            | 1338 |                | 15,8 (158)   | 181       |
| 2ОПКР -16-300-380    |  | 300                      | 325         |     | 455            | 1368 |                | 14,5 (145)   | 222       |
| 2ОПКР -16-350-380    |  | 350                      | 377         |     | 510            | 1386 |                | 18 (180)   | 285       |
| 2ОПКР -16-400-400    |  | 400                      | 426         |     | 575            | 1460 |                | 19,6 (196)   | 335       |
| 2ОПКР -16-500-420    |  | 500                      | 530         | 8   | 686            | 1442 |                | 30,4 (304)   | 432       |
| 2ОПКР -16-600-440    |  | 600                      | 630         |     | 820            | 1568 |                | 30,7 (307)   | 750       |
| 2ОПКР -16-700-440    |  | 700                      | 720         |     | 920            | 1794 |                | 34,9 (349)   | 927       |
| 2ОПКР -16-800-480    |  | 800                      | 820         |     | 1020           | 1880 |                | 31,9 (319)   | 1200      |
| 2ОПКР -16-900-520    |  | 900                      | 920         | 10  | 1120           | 1862 |                | 35,3 (353)   | 1500      |
| 2ОПКР -16-1000-520   |  | 1000                     | 1020        |     | 1320           | 1926 |                | 43,6 (436)   | 1975      |
| 2ОПКР -16-1200-520   |  | 1200                     | 1220        | 14  | 1420           | 1926 |                | 52,2 (522)   | 2300      |
| 2ОПКР -16-1400-520   |  | 1400                     | 1420        |     | 1620           | 1938 |                | 64,8 (648)   | 2700      |
| 2ОПКР-25-50-160      | 2,5<br>(25)                                      | 50                       | 57          | 3,5 | 159            | 864  | 120            | 12,1 (121)   | 30        |
| 2ОПКР-25-65-160      |  | 65                       | 76          |     | 178            | 876  |                |  | 35        |
| 2ОПКР-25-80-180      |  | 80                       | 89          |     | 194            | 914  |                | 11,1 (111)   | 40        |
| 2ОПКР-25-100-240     |  | 100                      | 108         | 4   | 219            | 1032 | 150            | 14,5 (145)   | 47        |
| 2ОПКР-25-125-260     |  | 125                      | 133         |     | 245            | 1042 |                | 15 (150)   | 65        |
| 2ОПКР-25-150-300     |  | 150                      | 159         | 4,5 | 273            | 1068 |                | 13,4 (134)   | 68        |
| 2ОПКР-25-200-320     |  | 200                      | 219         | 6   | 340            | 1276 |                | 17,5 (175)   | 143       |
| 2ОПКР-25-250-360     |  | 250                      | 273         | 7   | 400            | 1338 |                | 15,6 (156)   | 181       |
| 2ОПКР-25-300-380     |  | 300                      | 325         |     | 455            | 1374 |                | 18,1 (181)   | 250       |
| 2ОПКР-25-350-380     |  | 350                      | 377         |     | 510            | 1426 |                | 25,2 (252)   | 305       |
| 2ОПКР-25-400-400     |  | 400                      | 426         |     | 575            | 1480 |                | 32,6 (326)   | 390       |
| 2ОПКР-25-500-420     |  | 500                      | 530         | 8   | 686            | 1462 |                | 37,2 (372)   | 488       |
| 2ОПКР-25-600-440     |  | 600                      | 630         |     | 820            | 1604 |                | 36,8 (368)   | 730       |
| 2ОПКР-25-700-440     |  | 700                      | 720         |     | 920            | 1826 |                | 44,5 (445)   | 939       |
| 2ОПКР-25-800-480     |  | 800                      | 820         |     | 1020           | 1614 |                | 40,6 (406)   | 1200      |
| 2ОПКР-25-900-520     |  | 900                      | 920         | 10  | 1120           | 1892 |                | 51,4 (514)   | 1550      |
| 2ОПКР-25-1000-520    |  | 1000                     | 1020        |     | 1320           | 1958 |                | 52,3 (523)   | 2090      |
| 2ОПКР-25-1200-520    |  | 1200                     | 1220        | 14  | 1420           | 2014 |                | 62,6 (626)   | 2500      |
| 2ОПКР-25-1400-520    |  | 1400                     | 1420        |     | 1620           | 1974 |                | 80,8 (808)   | 2900      |

# Компенсаторы сильфонные типа ОПМР

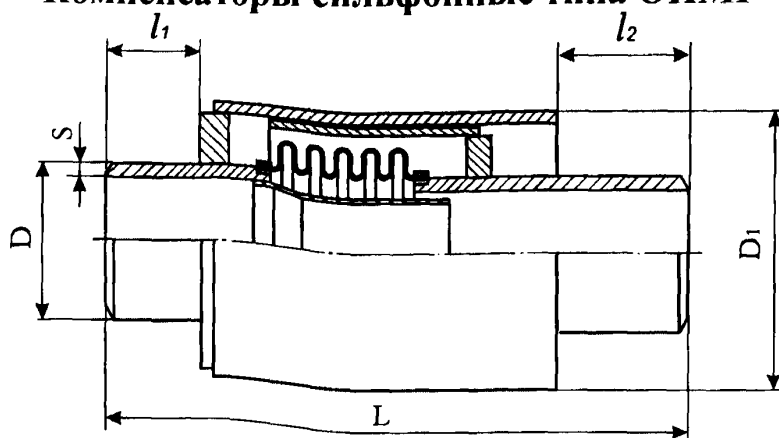


Таблица 11

| Условное обозначение | Условное давление, РН МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный диаметр, DN, мм | Размеры, мм |     |                |      |                |                | Жесткость осевого хода, С <sub>λ</sub> , кН/м (кгс/см) | Масса, кг |
|----------------------|--|--------------------------|-------------|-----|----------------|------|----------------|----------------|--|-----------|
|                      |  |                          | D           | S   | D <sub>1</sub> | L    | l <sub>1</sub> | l <sub>2</sub> |  |           |
| ОПМР-16-100-120      | 1,6<br>(16)                                      | 100                      | 108         | 4   | 219            | 619  | 100            | 150            | 19,4 (194)   | 26        |
| ОПМР-16-125-130      |  | 125                      | 133         |     | 245            | 625  |                |                | 29,9 (299)   | 33        |
| ОПМР-16-150-150      |  | 150                      | 159         |     | 273            | 638  |                |                | 26,7 (267)   | 39        |
| ОПМР-16-200-160      |  | 200                      | 219         | 6   | 340            | 744  |                |                | 34,9 (349)   | 60        |
| ОПМР-16-250-180      |  | 250                      | 273         | 7   | 400            | 775  |                |                | 31,5 (315)   | 74        |
| ОПМР-16-300-190      |  | 300                      | 325         |     | 455            | 790  |                |                | 28,9 (289)   | 126       |
| ОПМР-16-350-190      |  | 350                      | 377         |     | 510            | 799  |                |                | 36 (360)   | 151       |
| ОПМР-16-400-200      |  | 400                      | 426         | 8   | 575            | 836  |                |                | 39,1 (391)   | 188       |
| ОПМР-16-500-210      |  | 500                      | 530         |     | 686            | 827  |                |                | 60,8 (608)   | 249       |
| ОПМР-16-600-220      |  | 600                      | 630         |     | 820            | 890  |                |                | 61,3 (613)   | 369       |
| ОПМР-16-700-220      |  | 700                      | 720         | 10  | 920            | 1003 |                |                | 69,8 (698)   | 521       |
| ОПМР-16-800-240      |  | 800                      | 820         |     | 1020           | 1046 |                |                | 63,7 (637)   | 602       |
| ОПМР-16-900-260      |  | 900                      | 920         |     | 1120           | 1039 |                |                | 70,6 (706)   | 770       |
| ОПМР-16-1000-260     |  | 1000                     | 1020        | 14  | 1320           | 1071 |                |                | 87,2 (872)   | 951       |
| ОПМР-16-1200-260     |  | 1200                     | 1220        |     | 1420           | 1071 |                |                | 104,4 (1044)   | 1188      |
| ОПМР-16-1400-260     |  | 1400                     | 1420        |     | 1620           | 1077 |                |                | 129,5 (1295)   | 1405      |
| ОПМР-25-65-80        | 2,5<br>(25)                                      | 65                       | 76          | 3,5 | 178            | 542  | 100            | 120            | 24,2 (242)   | 18        |
| ОПМР-25-80-90        |  | 80                       | 89          |     | 194            | 561  |                |                | 22,2 (222)   | 21        |
| ОПМР-25-100-120      |  | 100                      | 108         |     | 219            | 620  |                |                | 29,1 (291)   | 27        |
| ОПМР-25-125-130      |  | 125                      | 133         | 4   | 245            | 625  |                |                | 29,9 (299)   | 33        |
| ОПМР-25-150-150      |  | 150                      | 159         | 4,5 | 273            | 638  |                |                | 26,7 (267)   | 39        |
| ОПМР-25-200-160      |  | 200                      | 219         |     | 340            | 744  |                |                | 34,9 (349)   | 70        |
| ОПМР-25-250-180      |  | 250                      | 273         |     | 400            | 775  |                |                | 31,5 (315)   | 105       |
| ОПМР-25-300-190      |  | 300                      | 325         | 7   | 455            | 793  |                |                | 36,1 (361)   | 129       |
| ОПМР-25-350-190      |  | 350                      | 377         |     | 510            | 819  |                |                | 50,4 (504)   | 160       |
| ОПМР-25-400-200      |  | 400                      | 426         |     | 575            | 846  |                |                | 65,1 (651)   | 205       |
| ОПМР-25-500-210      |  | 500                      | 530         | 8   | 686            | 837  |                | 150            | 74,3 (743)   | 262       |
| ОПМР-25-600-220      |  | 600                      | 630         |     | 820            | 908  |                |                | 73,6 (736)   | 388       |
| ОПМР-25-700-220      |  | 700                      | 720         |     | 920            | 1019 |                |                | 88,9 (889)   | 538       |
| ОПМР-25-800-240      |  | 800                      | 820         | 10  | 1020           | 1063 |                |                | 81,1 (811)   | 636       |
| ОПМР-25-900-260      |  | 900                      | 920         |     | 1120           | 1054 |                |                | 102,8 (1028)   | 814       |
| ОПМР-25-1000-260     |  | 1000                     | 1020        |     | 1320           | 1087 |                |                | 104,5 (1045)   | 1091      |
| ОПМР-25-1200-260     |  | 1200                     | 1220        | 14  | 1420           | 1115 |                |                | 125,1 (1251)   | 1281      |
| ОПМР-25-1400-260     |  | 1400                     | 1420        |     | 1620           | 1095 |                |                | 161,6 (1616)   | 1491      |

## Компенсаторы сильфонные типа 2ОПМР

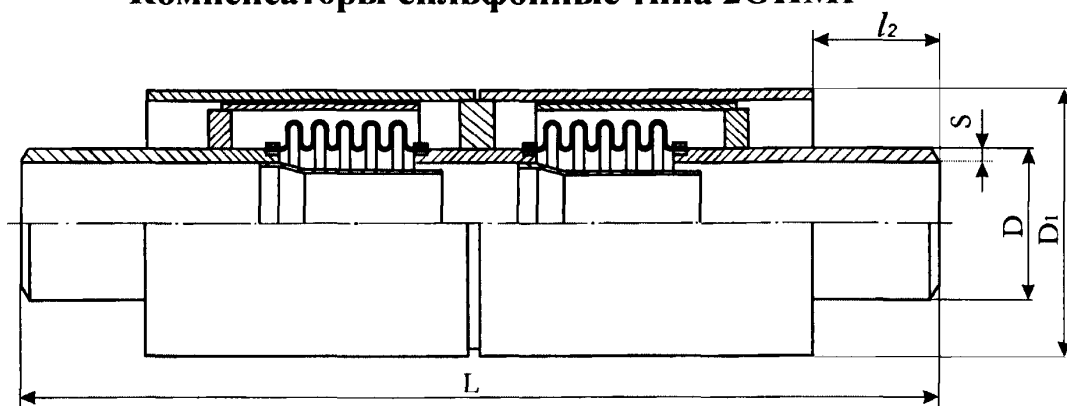


Таблица 12

| Условное обозначение | Условное давление, РН<br>МПа<br>(кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный диаметр, DN, мм | Размеры, мм |     |                |      |                | Жесткость осевого хода, С <sub>х</sub> , кН/м (кгс/см) | Масса, кг |
|----------------------|--|--------------------------|-------------|-----|----------------|------|----------------|--|-----------|
|                      |  |                          | D           | s   | D <sub>1</sub> | L    | l <sub>2</sub> |  |           |
| 2ОПМР-16-100-240     | 1,6<br>(16)  | 100                      | 108         | 4   | 219            | 1030 | 150            | 9,7 (97)   | 49        |
| 2ОПМР-16-125-260     |  | 125                      | 133         |     | 245            | 1042 |                | 15 (150)   | 68        |
| 2ОПМР-16-150-300     |  | 150                      | 159         | 4,5 | 273            | 1068 |                | 13,4 (134)   | 72        |
| 2ОПМР-16-200-320     |  | 200                      | 219         | 6   | 340            | 1276 |                | 17,5 (175)   | 150       |
| 2ОПМР-16-250-360     |  | 250                      | 273         | 7   | 400            | 1338 |                | 15,8 (158)   | 195       |
| 2ОПМР-16-300-380     |  | 300                      | 325         |     | 455            | 1368 |                | 14,5 (145)   | 240       |
| 2ОПМР-16-350-380     |  | 350                      | 377         |     | 510            | 1386 |                | 18 (180)   | 308       |
| 2ОПМР-16-400-400     |  | 400                      | 426         |     | 575            | 1460 |                | 19,6 (196)   | 362       |
| 2ОПМР-16-500-420     |  | 500                      | 530         | 8   | 686            | 1442 |                | 30,4 (304)   | 466       |
| 2ОПМР-16-600-440     |  | 600                      | 630         |     | 820            | 1568 |                | 30,7 (307)   | 807       |
| 2ОПМР-16-700-440     |  | 700                      | 720         |     | 920            | 1794 |                | 34,9 (349)   | 993       |
| 2ОПМР-16-800-480     |  | 800                      | 820         |     | 1020           | 1880 |                | 31,9 (319)   | 1280      |
| 2ОПМР-16-900-520     |  | 900                      | 920         | 10  | 1120           | 1862 |                | 35,3 (353)   | 1586      |
| 2ОПМР-16-1000-520    |  | 1000                     | 1020        |     | 1320           | 1926 |                | 43,6 (436)   | 2075      |
| 2ОПМР-16-1200-520    |  | 1200                     | 1220        | 14  | 1420           | 1926 |                | 52,2 (522)   | 2426      |
| 2ОПМР-16-1400-520    |  | 1400                     | 1420        |     | 1620           | 1938 |                | 64,8 (648)   | 2842      |
| 2ОПМР-25-65-160      | (2,5 25)   | 65                       | 76          | 3,5 | 178            | 876  | 120            | 12,1 (121)   | 36        |
| 2ОПМР-25-80-180      |  | 80                       | 89          |     | 194            | 914  |                | 11,1 (111)   | 42        |
| 2ОПМР-25-100-240     |  | 100                      | 108         | 4   | 219            | 1032 | 150            | 14,5 (145)   | 49        |
| 2ОПМР-25-125-260     |  | 125                      | 133         |     | 245            | 1042 |                | 15 (150)   | 68        |
| 2ОПМР-25-150-300     |  | 150                      | 159         | 4,5 | 273            | 1068 |                | 13,4 (134)   | 72        |
| 2ОПМР-25-200-320     |  | 200                      | 219         | 6   | 340            | 1276 |                | 17,5 (175)   | 150       |
| 2ОПМР-25-250-360     |  | 250                      | 273         | 7   | 400            | 1338 |                | 15,6 (156)   | 195       |
| 2ОПМР-25-300-380     |  | 300                      | 325         |     | 455            | 1374 |                | 18,1 (181)   | 268       |
| 2ОПМР-25-350-380     |  | 350                      | 377         |     | 510            | 1426 |                | 25,2 (252)   | 328       |
| 2ОПМР-25-400-400     |  | 400                      | 426         |     | 575            | 1480 |                | 32,6 (326)   | 417       |
| 2ОПМР-25-500-420     |  | 500                      | 530         | 8   | 686            | 1462 |                | 37,2 (372)   | 522       |
| 2ОПМР-25-600-440     |  | 600                      | 630         |     | 820            | 1604 |                | 36,8 (368)   | 787       |
| 2ОПМР-25-700-440     |  | 700                      | 720         |     | 920            | 1826 |                | 44,5 (445)   | 1005      |
| 2ОПМР-25-800-480     |  | 800                      | 820         |     | 1020           | 1614 |                | 40,6 (406)   | 1280      |
| 2ОПМР-25-900-520     |  | 900                      | 920         | 10  | 1120           | 1892 |                | 51,4 (514)   | 1636      |
| 2ОПМР-25-1000-520    |  | 1000                     | 1020        |     | 1320           | 1958 |                | 52,3 (523)   | 2190      |
| 2ОПМР-25-1200-520    |  | 1200                     | 1220        | 14  | 1420           | 2014 |                | 62,6 (626)   | 2626      |
| 2ОПМР-25-1400-520    |  | 1400                     | 1420        |     | 1620           | 1974 |                | 80,8 (808)   | 3042      |

## Компенсаторы сильфонные типа ОФН

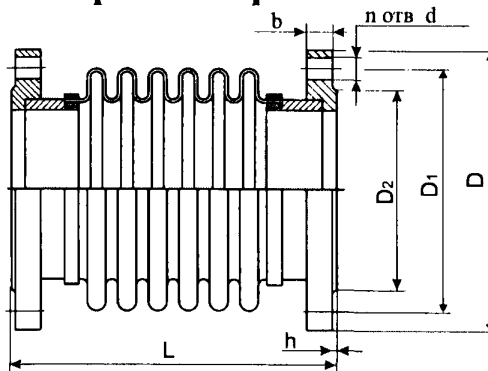


Таблица 13

| Условное обозначение | Условное давление, РН МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный диаметр, DN, мм | Размеры, мм |                |                |     |    |   |    | n  | Жесткость осевого хода, С <sub>λ</sub> , кН/м | Масса, кг |
|----------------------|--|--------------------------|-------------|----------------|----------------|-----|----|---|----|----|---|-----------|
|                      |  |                          | D           | D <sub>1</sub> | D <sub>2</sub> | L   | b  | h | d  |    |   |           |
| ОФН-2,5-65           | 0,25<br>(2,5)                                    | 65                       | 160         | 130            | 110            | 267 | 11 | 3 | 14 | 4  | 32,2  | 4,5       |
| ОФН-2,5-80           |  | 80                       | 185         | 150            | 128            | 277 | 11 | 3 | 18 | 4  | 29,6  | 5,7       |
| ОФН-2,5-100          |  | 100                      | 205         | 170            | 148            | 298 | 11 | 3 | 18 | 4  | 25,9  | 7,2       |
| ОФН-2,5-125          |  | 125                      | 235         | 200            | 178            | 311 | 13 | 3 | 18 | 8  | 24,4  | 8,9       |
| ОФН-2,5-150          |  | 150                      | 260         | 225            | 202            | 317 | 13 | 3 | 18 | 8  | 21,8  | 11,8      |
| ОФН-2,5-200          |  | 200                      | 315         | 280            | 258            | 405 | 15 | 3 | 18 | 8  | 19,4  | 18,9      |
| ОФН-2,5-250          |  | 250                      | 370         | 335            | 312            | 427 | 18 | 3 | 18 | 12 | 17,5  | 27,3      |
| ОФН-2,5-300          |  | 300                      | 435         | 395            | 365            | 451 | 18 | 4 | 22 | 12 | 16,0  | 35,7      |
| ОФН-2,5-350          |  | 350                      | 485         | 445            | 415            | 466 | 18 | 4 | 22 | 12 | 16,0  | 41,0      |
| ОФН-2,5-400          |  | 400                      | 535         | 495            | 565            | 482 | 18 | 4 | 22 | 16 | 14,5  | 46,6      |
| ОФН-2,5-500          |  | 500                      | 640         | 600            | 570            | 519 | 20 | 4 | 22 | 16 | 20,3  | 71,3      |
| ОФН-2,5-600          |  | 600                      | 755         | 705            | 670            | 557 | 20 | 5 | 26 | 20 | 18,4  | 91,3      |
| ОФН-2,5-700          |  | 700                      | 860         | 810            | 775            | 550 | 21 | 5 | 26 | 24 | 19,0  | 121,2     |
| ОФН-2,5-800          |  | 800                      | 975         | 920            | 880            | 578 | 21 | 5 | 30 | 24 | 17,4  | 147,8     |
| ОФН-2,5-900          |  | 900                      | 1075        | 1020           | 980            | 571 | 23 | 5 | 30 | 24 | 25,7  | 182,0     |
| ОФН-2,5-1000         |  | 1000                     | 1175        | 1120           | 1080           | 590 | 25 | 5 | 30 | 28 | 23,1  | 211,4     |
| ОФН-6,3-65           | 0,63<br>(6,3)                                    | 65                       | 160         | 130            | 110            | 267 | 13 | 3 | 14 | 4  | 32,2  | 4,5       |
| ОФН-6,3-80           |  | 80                       | 185         | 150            | 128            | 281 | 15 | 3 | 18 | 4  | 29,6  | 6,9       |
| ОФН-6,3-100          |  | 100                      | 205         | 170            | 148            | 302 | 15 | 3 | 18 | 4  | 25,9  | 8,6       |
| ОФН-6,3-125          |  | 125                      | 235         | 200            | 178            | 317 | 17 | 3 | 18 | 8  | 24,4  | 11,5      |
| ОФН-6,3-150          |  | 150                      | 260         | 225            | 202            | 323 | 17 | 3 | 18 | 8  | 21,8  | 13,7      |
| ОФН-6,3-200          |  | 200                      | 315         | 280            | 258            | 413 | 19 | 3 | 18 | 8  | 19,4  | 21,3      |
| ОФН-6,3-250          |  | 250                      | 370         | 335            | 312            | 449 | 20 | 3 | 18 | 12 | 26,3  | 30,7      |
| ОФН-6,3-300          |  | 300                      | 435         | 395            | 365            | 465 | 20 | 4 | 22 | 12 | 24,1  | 39,9      |
| ОФН-6,3-350          |  | 350                      | 485         | 445            | 415            | 483 | 22 | 4 | 22 | 12 | 24,0  | 54,0      |
| ОФН-6,3-400          |  | 400                      | 535         | 495            | 465            | 522 | 24 | 4 | 22 | 16 | 21,7  | 68,2      |
| ОФН-6,3-500          |  | 500                      | 640         | 600            | 570            | 577 | 25 | 4 | 22 | 16 | 27,0  | 98,5      |
| ОФН-6,3-600          |  | 600                      | 755         | 705            | 670            | 595 | 25 | 5 | 26 | 20 | 30,6  | 126,9     |
| ОФН-6,3-700          |  | 700                      | 860         | 810            | 775            | 586 | 27 | 5 | 26 | 24 | 31,7  | 164,6     |
| ОФН-6,3-800          |  | 800                      | 975         | 920            | 880            | 614 | 27 | 5 | 30 | 24 | 29,0  | 196,2     |
| ОФН-6,3-900          |  | 900                      | 1075        | 1020           | 980            | 603 | 29 | 5 | 30 | 24 | 32,1  | 240,0     |
| ОФН-6,3-1000         |  | 1000                     | 1175        | 1120           | 1080           | 627 | 31 | 5 | 30 | 28 | 34,7  | 283,9     |

Продолжение таблицы 13

| Условное обозначение | Условное давление, РН МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный диаметр, DN, мм | Размеры, мм |                |                |     |    |   |    | n  | Жесткость осевого хода, С <sub>х</sub> , кН/м | Масса, кг |
|----------------------|--|--------------------------|-------------|----------------|----------------|-----|----|---|----|----|---|-----------|
|                      |  |                          | D           | D <sub>1</sub> | D <sub>2</sub> | L   | b  | h | d  |    |   |           |
| ОФН-10-65            | 1,0<br>(10)                                      | 65                       | 180         | 145            | 122            | 269 | 17 | 3 | 18 | 4  | 32,2  | 6,5       |
| ОФН-10-80            |  | 80                       | 195         | 160            | 133            | 279 | 17 | 3 | 18 | 4  | 29,6  | 8,2       |
| ОФН-10-100           |  | 100                      | 215         | 180            | 158            | 302 | 19 | 3 | 18 | 8  | 25,9  | 10,4      |
| ОФН-10-125           |  | 125                      | 245         | 210            | 184            | 315 | 21 | 3 | 18 | 8  | 24,4  | 13,9      |
| ОФН-10-150           |  | 150                      | 280         | 240            | 212            | 321 | 21 | 3 | 22 | 8  | 21,8  | 17,1      |
| ОФН-10-200           |  | 200                      | 335         | 295            | 268            | 417 | 21 | 3 | 22 | 8  | 19,4  | 25,4      |
| ОФН-10-250           |  | 250                      | 390         | 350            | 320            | 438 | 23 | 3 | 22 | 12 | 26,3  | 36,4      |
| ОФН-10-300           |  | 300                      | 440         | 400            | 370            | 469 | 24 | 4 | 22 | 12 | 24,1  | 47,0      |
| ОФН-10-350           |  | 350                      | 500         | 460            | 430            | 478 | 24 | 4 | 22 | 16 | 32,0  | 61,5      |
| ОФН-10-400           |  | 400                      | 565         | 515            | 482            | 508 | 26 | 4 | 26 | 16 | 28,9  | 97,0      |
| ОФН-10-500           |  | 500                      | 670         | 620            | 585            | 544 | 28 | 4 | 26 | 20 | 33,8  | 143,8     |
| ОФН-10-600           |  | 600                      | 780         | 725            | 685            | 561 | 31 | 5 | 30 | 20 | 36,8  | 189,5     |
| ОФН-10-700           |  | 700                      | 895         | 840            | 800            | 574 | 32 | 5 | 30 | 24 | 50,8  | 221,3     |
| ОФН-10-800           |  | 800                      | 1010        | 950            | 905            | 606 | 35 | 5 | 33 | 24 | 46,4  | 268,6     |
| ОФН-10-900           |  | 900                      | 1110        | 1050           | 1005           | 596 | 38 | 5 | 33 | 28 | 51,4  | 321,5     |
| ОФН-10-1000          |  | 1000                     | 1220        | 1160           | 1110           | 620 | 40 | 5 | 33 | 28 | 64,1  | 403,5     |
| ОФН-16-65            | 1,6<br>(16)                                      | 65                       | 180         | 145            | 122            | 273 | 21 | 3 | 18 | 4  | 32,2  | 8,5       |
| ОФН-16-80            |  | 80                       | 195         | 160            | 133            | 283 | 21 | 3 | 18 | 4  | 29,6  | 9,4       |
| ОФН-16-100           |  | 100                      | 215         | 180            | 158            | 306 | 23 | 3 | 18 | 8  | 25,9  | 12,1      |
| ОФН-16-125           |  | 125                      | 245         | 210            | 184            | 319 | 25 | 3 | 18 | 8  | 24,4  | 16,3      |
| ОФН-16-150           |  | 150                      | 280         | 240            | 212            | 325 | 25 | 3 | 22 | 8  | 32,6  | 20,4      |
| ОФН-16-200           |  | 200                      | 335         | 295            | 268            | 423 | 27 | 3 | 22 | 12 | 29,1  | 29,5      |
| ОФН-16-250           |  | 250                      | 405         | 355            | 320            | 442 | 28 | 3 | 26 | 12 | 35,0  | 42        |
| ОФН-16-300           |  | 300                      | 460         | 410            | 370            | 473 | 28 | 4 | 26 | 12 | 32,1  | 54        |
| ОФН-16-350           |  | 350                      | 520         | 470            | 430            | 484 | 30 | 4 | 26 | 16 | 40,0  | 69        |
| ОФН-16-400           |  | 400                      | 580         | 525            | 482            | 516 | 34 | 4 | 30 | 16 | 57,9  | 98        |
| ОФН-16-500           |  | 500                      | 710         | 650            | 585            | 510 | 44 | 4 | 33 | 20 | 60,8  | 189       |
| ОФН-16-600           |  | 600                      | 840         | 770            | 685            | 575 | 45 | 5 | 39 | 20 | 61,3  | 252       |
| ОФН-16-700           |  | 700                      | 910         | 840            | 800            | 590 | 47 | 5 | 39 | 24 | 69,8  | 278       |
| ОФН-16-800           |  | 800                      | 1020        | 950            | 905            | 620 | 49 | 5 | 39 | 24 | 63,7  | 341       |
| ОФН-16-900           |  | 900                      | 1120        | 1050           | 1005           | 610 | 51 | 5 | 39 | 28 | 70,6  | 403       |
| ОФН-16-1000          |  | 1000                     | 1255        | 1170           | 1110           | 634 | 53 | 5 | 45 | 28 | 87,2  | 523       |
| ОФН-25-65            | 2,5<br>(25)                                      | 65                       | 180         | 145            | 122            | 273 | 21 | 3 | 18 | 8  | 32,2  | 8,3       |
| ОФН-25-80            |  | 80                       | 195         | 160            | 133            | 285 | 23 | 3 | 18 | 8  | 29,6  | 10,2      |
| ОФН-25-100           |  | 100                      | 230         | 190            | 158            | 308 | 25 | 3 | 22 | 8  | 25,9  | 14,8      |
| ОФН-25-125           |  | 125                      | 270         | 220            | 184            | 322 | 27 | 3 | 26 | 8  | 36,6  | 21,0      |
| ОФН-25-150           |  | 150                      | 300         | 250            | 212            | 336 | 27 | 3 | 26 | 8  | 32,6  | 26,1      |
| ОФН-25-200           |  | 200                      | 360         | 310            | 278            | 434 | 29 | 3 | 26 | 12 | 38,7  | 39,2      |
| ОФН-25-250           |  | 250                      | 425         | 370            | 335            | 455 | 31 | 3 | 30 | 12 | 35,0  | 55,4      |
| ОФН-25-300           |  | 300                      | 485         | 430            | 390            | 479 | 32 | 4 | 30 | 16 | 40,1  | 72,8      |
| ОФН-25-350           |  | 350                      | 550         | 490            | 450            | 510 | 38 | 4 | 33 | 16 | 56,0  | 103,5     |
| ОФН-25-400           |  | 400                      | 610         | 550            | 505            | 532 | 40 | 4 | 33 | 16 | 72,3  | 140,5     |
| ОФН-25-500           |  | 500                      | 730         | 660            | 615            | 574 | 48 | 4 | 39 | 20 | 74,3  | 212,7     |
| ОФН-25-600           |  | 600                      | 840         | 770            | 720            | 599 | 51 | 5 | 39 | 20 | 73,6  | 347,1     |
| ОФН-25-700           |  | 700                      | 960         | 875            | 820            | 614 | 55 | 5 | 45 | 24 | 88,9  | 460,7     |
| ОФН-25-800           |  | 800                      | 1075        | 990            | 930            | 647 | 59 | 5 | 45 | 24 | 81,1  | 563,5     |
| ОФН-25-900           |  | 900                      | 1185        | 1090           | 1030           | 635 | 61 | 5 | 52 | 28 | 102,8   | 690,2     |
| ОФН-25-1000          |  | 1000                     | 1315        | 1210           | 1140           | 660 | 63 | 5 | 56 | 28 | 104,5   | 865,7     |

## Компенсаторы сильфонные типа ОФГ

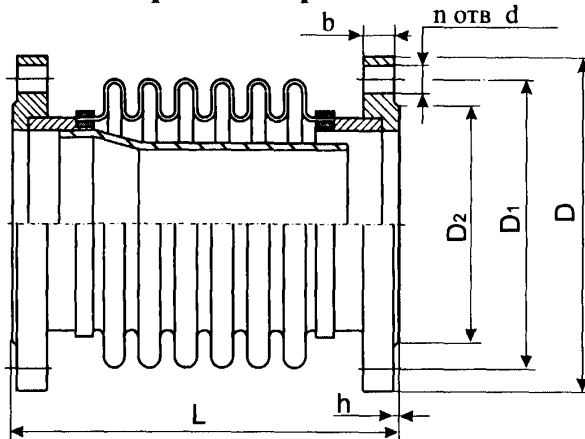


Таблица 14

| Условное обозначение | Условное давление, РН МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный диаметр, DN, мм | Размеры, мм |                |                |     |    |   |    | n  | Жесткость осевого хода, С <sub>л</sub> , кН/м | Масса, кг |
|----------------------|--|--------------------------|-------------|----------------|----------------|-----|----|---|----|----|---|-----------|
|                      |  |                          | D           | D <sub>1</sub> | D <sub>2</sub> | L   | b  | h | d  |    |   |           |
| ОФГ-2,5-65           | 0,25<br>(2,5)                                    | 65                       | 160         | 130            | 110            | 267 | 11 | 3 | 14 | 4  | 32,2  | 5,2       |
| ОФГ-2,5-80           |  | 80                       | 185         | 150            | 128            | 277 | 11 | 3 | 18 | 4  | 29,6  | 6,6       |
| ОФГ-2,5-100          |  | 100                      | 205         | 170            | 148            | 298 | 11 | 3 | 18 | 4  | 25,9  | 8,3       |
| ОФГ-2,5-125          |  | 125                      | 235         | 200            | 178            | 311 | 13 | 3 | 18 | 8  | 24,4  | 10,4      |
| ОФГ-2,5-150          |  | 150                      | 260         | 225            | 202            | 317 | 13 | 3 | 18 | 8  | 21,8  | 13,8      |
| ОФГ-2,5-200          |  | 200                      | 315         | 280            | 258            | 405 | 15 | 3 | 18 | 8  | 19,4  | 22,2      |
| ОФГ-2,5-250          |  | 250                      | 370         | 335            | 312            | 427 | 18 | 3 | 18 | 12 | 17,5  | 34,5      |
| ОФГ-2,5-300          |  | 300                      | 435         | 395            | 365            | 451 | 18 | 4 | 22 | 12 | 16,0  | 44,7      |
| ОФГ-2,5-350          |  | 350                      | 485         | 445            | 415            | 466 | 18 | 4 | 22 | 12 | 16,0  | 52,5      |
| ОФГ-2,5-400          |  | 400                      | 535         | 495            | 565            | 482 | 18 | 4 | 22 | 16 | 14,5  | 59,9      |
| ОФГ-2,5-500          |  | 500                      | 640         | 600            | 570            | 519 | 20 | 4 | 22 | 16 | 20,3  | 88,2      |
| ОФГ-2,5-600          |  | 600                      | 755         | 705            | 670            | 557 | 20 | 5 | 26 | 20 | 18,4  | 120,0     |
| ОФГ-2,5-700          |  | 700                      | 860         | 810            | 775            | 550 | 21 | 5 | 26 | 24 | 19,0  | 154,1     |
| ОФГ-2,5-800          |  | 800                      | 975         | 920            | 880            | 578 | 21 | 5 | 30 | 24 | 17,4  | 187,9     |
| ОФГ-2,5-900          |  | 900                      | 1075        | 1020           | 980            | 571 | 23 | 5 | 30 | 24 | 25,7  | 225,2     |
| ОФГ-2,5-1000         |  | 1000                     | 1175        | 1120           | 1080           | 590 | 25 | 5 | 30 | 28 | 23,1  | 261,3     |
| ОФГ-6,3-65           | 0,63<br>(6,3)                                    | 65                       | 160         | 130            | 110            | 267 | 13 | 3 | 14 | 4  | 32,2  | 5,2       |
| ОФГ-6,3-80           |  | 80                       | 185         | 150            | 128            | 281 | 15 | 3 | 18 | 4  | 29,6  | 7,8       |
| ОФГ-6,3-100          |  | 100                      | 205         | 170            | 148            | 302 | 15 | 3 | 18 | 4  | 25,9  | 9,7       |
| ОФГ-6,3-125          |  | 125                      | 235         | 200            | 178            | 317 | 17 | 3 | 18 | 8  | 24,4  | 13,0      |
| ОФГ-6,3-150          |  | 150                      | 260         | 225            | 202            | 323 | 17 | 3 | 18 | 8  | 21,8  | 15,7      |
| ОФГ-6,3-200          |  | 200                      | 315         | 280            | 258            | 413 | 19 | 3 | 18 | 8  | 19,4  | 24,6      |
| ОФГ-6,3-250          |  | 250                      | 370         | 335            | 312            | 449 | 20 | 3 | 18 | 12 | 26,3  | 37,9      |
| ОФГ-6,3-300          |  | 300                      | 435         | 395            | 365            | 465 | 20 | 4 | 22 | 12 | 24,1  | 48,9      |
| ОФГ-6,3-350          |  | 350                      | 485         | 445            | 415            | 483 | 22 | 4 | 22 | 12 | 24,0  | 65,5      |
| ОФГ-6,3-400          |  | 400                      | 535         | 495            | 465            | 522 | 24 | 4 | 22 | 16 | 21,7  | 81,5      |
| ОФГ-6,3-500          |  | 500                      | 640         | 600            | 570            | 577 | 25 | 4 | 22 | 16 | 27,0  | 115,4     |
| ОФГ-6,3-600          |  | 600                      | 755         | 705            | 670            | 595 | 25 | 5 | 26 | 20 | 30,6  | 155,6     |
| ОФГ-6,3-700          |  | 700                      | 860         | 810            | 775            | 586 | 27 | 5 | 26 | 24 | 31,7  | 197,5     |
| ОФГ-6,3-800          |  | 800                      | 975         | 920            | 880            | 614 | 27 | 5 | 30 | 24 | 29,0  | 236,3     |
| ОФГ-6,3-900          |  | 900                      | 1075        | 1020           | 980            | 603 | 29 | 5 | 30 | 24 | 32,1  | 283,2     |
| ОФГ-6,3-1000         |  | 1000                     | 1175        | 1120           | 1080           | 627 | 31 | 5 | 30 | 28 | 34,7  | 333,8     |

Продолжение таблицы 14

| Условное обозначение | Условное давление, РН МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный диаметр, DN, мм | Размеры, мм |                |                |     |    |   |    | n  | Жесткость осязого хода, С <sub>х</sub> , кН/м | Масса, кг |
|----------------------|--|--------------------------|-------------|----------------|----------------|-----|----|---|----|----|---|-----------|
|                      |  |                          | D           | D <sub>1</sub> | D <sub>2</sub> | L   | b  | h | d  |    |   |           |
| ОФГ-10-65            | 1,0<br>(10)                                      | 65                       | 180         | 145            | 122            | 269 | 17 | 3 | 18 | 4  | 32,2  | 7,2       |
| ОФГ-10-80            |  | 80                       | 195         | 160            | 133            | 279 | 17 | 3 | 18 | 4  | 29,6  | 9,1       |
| ОФГ-10-100           |  | 100                      | 215         | 180            | 158            | 302 | 19 | 3 | 18 | 8  | 25,9  | 11,5      |
| ОФГ-10-125           |  | 125                      | 245         | 210            | 184            | 315 | 21 | 3 | 18 | 8  | 24,4  | 15,4      |
| ОФГ-10-150           |  | 150                      | 280         | 240            | 212            | 321 | 21 | 3 | 22 | 8  | 21,8  | 19,1      |
| ОФГ-10-200           |  | 200                      | 335         | 295            | 268            | 417 | 21 | 3 | 22 | 8  | 19,4  | 28,7      |
| ОФГ-10-250           |  | 250                      | 390         | 350            | 320            | 438 | 23 | 3 | 22 | 12 | 26,3  | 43,6      |
| ОФГ-10-300           |  | 300                      | 440         | 400            | 370            | 469 | 24 | 4 | 22 | 12 | 24,1  | 56,0      |
| ОФГ-10-350           |  | 350                      | 500         | 460            | 430            | 478 | 24 | 4 | 22 | 16 | 32,0  | 73,0      |
| ОФГ-10-400           |  | 400                      | 565         | 515            | 482            | 508 | 26 | 4 | 26 | 16 | 28,9  | 110,3     |
| ОФГ-10-500           |  | 500                      | 670         | 620            | 585            | 544 | 28 | 4 | 26 | 20 | 33,8  | 160,7     |
| ОФГ-10-600           |  | 600                      | 780         | 725            | 685            | 561 | 31 | 5 | 30 | 20 | 36,8  | 218,2     |
| ОФГ-10-700           |  | 700                      | 895         | 840            | 800            | 574 | 32 | 5 | 30 | 24 | 50,8  | 254,2     |
| ОФГ-10-800           |  | 800                      | 1010        | 950            | 905            | 606 | 35 | 5 | 33 | 24 | 46,4  | 308,7     |
| ОФГ-10-900           |  | 900                      | 1110        | 1050           | 1005           | 596 | 38 | 5 | 33 | 28 | 51,4  | 364,7     |
| ОФГ-10-1000          |  | 1000                     | 1220        | 1160           | 1110           | 620 | 40 | 5 | 33 | 28 | 64,1  | 453,4     |
| ОФГ-16-65            | 1,6<br>(16)                                      | 65                       | 180         | 145            | 122            | 273 | 21 | 3 | 18 | 4  | 32,2  | 9,2       |
| ОФГ-16-80            |  | 80                       | 195         | 160            | 133            | 283 | 21 | 3 | 18 | 4  | 29,6  | 10,3      |
| ОФГ-16-100           |  | 100                      | 215         | 180            | 158            | 306 | 23 | 3 | 18 | 8  | 25,9  | 13,2      |
| ОФГ-16-125           |  | 125                      | 245         | 210            | 184            | 319 | 25 | 3 | 18 | 8  | 24,4  | 17,8      |
| ОФГ-16-150           |  | 150                      | 280         | 240            | 212            | 325 | 25 | 3 | 22 | 8  | 32,6  | 22,4      |
| ОФГ-16-200           |  | 200                      | 335         | 295            | 268            | 423 | 27 | 3 | 22 | 12 | 29,1  | 32,8      |
| ОФГ-16-250           |  | 250                      | 405         | 355            | 320            | 442 | 28 | 3 | 26 | 12 | 35,0  | 49,2      |
| ОФГ-16-300           |  | 300                      | 460         | 410            | 370            | 473 | 28 | 4 | 26 | 12 | 32,1  | 63,0      |
| ОФГ-16-350           |  | 350                      | 520         | 470            | 430            | 484 | 30 | 4 | 26 | 16 | 40,0  | 80,5      |
| ОФГ-16-400           |  | 400                      | 580         | 525            | 482            | 516 | 34 | 4 | 30 | 16 | 57,9  | 111,3     |
| ОФГ-16-500           |  | 500                      | 710         | 650            | 585            | 510 | 44 | 4 | 33 | 20 | 60,8  | 205,9     |
| ОФГ-16-600           |  | 600                      | 840         | 770            | 685            | 575 | 45 | 5 | 39 | 20 | 61,3  | 280,7     |
| ОФГ-16-700           |  | 700                      | 910         | 840            | 800            | 590 | 47 | 5 | 39 | 24 | 69,8  | 310,9     |
| ОФГ-16-800           |  | 800                      | 1020        | 950            | 905            | 620 | 49 | 5 | 39 | 24 | 63,7  | 381,1     |
| ОФГ-16-900           |  | 900                      | 1120        | 1050           | 1005           | 610 | 51 | 5 | 39 | 28 | 70,6  | 446,2     |
| ОФГ-16-1000          |  | 1000                     | 1255        | 1170           | 1110           | 634 | 53 | 5 | 45 | 28 | 87,2  | 572,9     |
| ОФГ-25-65            | 2,5<br>(25)                                      | 65                       | 180         | 145            | 122            | 273 | 21 | 3 | 18 | 8  | 32,2  | 9,0       |
| ОФГ-25-80            |  | 80                       | 195         | 160            | 133            | 285 | 23 | 3 | 18 | 8  | 29,6  | 11,1      |
| ОФГ-25-100           |  | 100                      | 230         | 190            | 158            | 308 | 25 | 3 | 22 | 8  | 25,9  | 15,9      |
| ОФГ-25-125           |  | 125                      | 270         | 220            | 184            | 322 | 27 | 3 | 26 | 8  | 36,6  | 22,5      |
| ОФГ-25-150           |  | 150                      | 300         | 250            | 212            | 336 | 27 | 3 | 26 | 8  | 32,6  | 28,1      |
| ОФГ-25-200           |  | 200                      | 360         | 310            | 278            | 434 | 29 | 3 | 26 | 12 | 38,7  | 42,5      |
| ОФГ-25-250           |  | 250                      | 425         | 370            | 335            | 455 | 31 | 3 | 30 | 12 | 35,0  | 62,6      |
| ОФГ-25-300           |  | 300                      | 485         | 430            | 390            | 479 | 32 | 4 | 30 | 16 | 40,1  | 81,8      |
| ОФГ-25-350           |  | 350                      | 550         | 490            | 450            | 510 | 38 | 4 | 33 | 16 | 56,0  | 115,0     |
| ОФГ-25-400           |  | 400                      | 610         | 550            | 505            | 532 | 40 | 4 | 33 | 16 | 72,3  | 153,8     |
| ОФГ-25-500           |  | 500                      | 730         | 660            | 615            | 574 | 48 | 4 | 39 | 20 | 74,3  | 229,6     |
| ОФГ-25-600           |  | 600                      | 840         | 770            | 720            | 599 | 51 | 5 | 39 | 20 | 73,6  | 375,8     |
| ОФГ-25-700           |  | 700                      | 960         | 875            | 820            | 614 | 55 | 5 | 45 | 24 | 88,9  | 493,6     |
| ОФГ-25-800           |  | 800                      | 1075        | 990            | 930            | 647 | 59 | 5 | 45 | 24 | 81,1  | 603,6     |
| ОФГ-25-900           |  | 900                      | 1185        | 1090           | 1030           | 635 | 61 | 5 | 52 | 28 | 102,8   | 733,4     |
| ОФГ-25-1000          |  | 1000                     | 1315        | 1210           | 1140           | 660 | 63 | 5 | 56 | 28 | 104,5   | 915,6     |



## Компенсаторы сильфонные типа ОФК

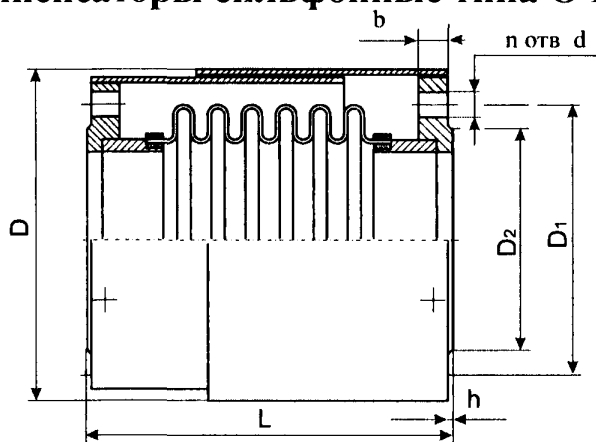


Таблица 15

| Условное обозначение | Условное давление, РН МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный диаметр, DN, мм | Размеры, мм |                |                |     |    |   |    | n  | Жесткость осевого хода, С <sub>х</sub> , кН/м | Масса, кг |
|----------------------|--|--------------------------|-------------|----------------|----------------|-----|----|---|----|----|---|-----------|
|                      |  |                          | D           | D <sub>1</sub> | D <sub>2</sub> | L   | b  | h | d  |    |   |           |
| ОФК-2,5-65           | 0,25<br>(2,5)                                    | 65                       | 164         | 130            | 110            | 267 | 11 | 3 | 14 | 4  | 32,2  | 6,4       |
| ОФК-2,5-80           |  | 80                       | 189         | 150            | 128            | 277 | 11 | 3 | 18 | 4  | 29,6  | 7,8       |
| ОФК-2,5-100          |  | 100                      | 209         | 170            | 148            | 298 | 11 | 3 | 18 | 4  | 25,9  | 9,9       |
| ОФК-2,5-125          |  | 125                      | 239         | 200            | 178            | 311 | 13 | 3 | 18 | 8  | 24,4  | 11,5      |
| ОФК-2,5-150          |  | 150                      | 264         | 225            | 202            | 317 | 13 | 3 | 18 | 8  | 21,8  | 14,8      |
| ОФК-2,5-200          |  | 200                      | 321         | 280            | 258            | 405 | 15 | 3 | 18 | 8  | 19,4  | 23,1      |
| ОФК-2,5-250          |  | 250                      | 376         | 335            | 312            | 427 | 18 | 3 | 18 | 12 | 17,5  | 34,5      |
| ОФК-2,5-300          |  | 300                      | 441         | 395            | 365            | 451 | 18 | 4 | 22 | 12 | 16,0  | 44        |
| ОФК-2,5-350          |  | 350                      | 491         | 445            | 415            | 466 | 18 | 4 | 22 | 12 | 16,0  | 47,5      |
| ОФК-2,5-400          |  | 400                      | 541         | 495            | 565            | 482 | 18 | 4 | 22 | 16 | 14,5  | 53,9      |
| ОФК-2,5-500          |  | 500                      | 646         | 600            | 570            | 519 | 20 | 4 | 22 | 16 | 20,3  | 80,2      |
| ОФК-2,5-600          |  | 600                      | 761         | 705            | 670            | 557 | 20 | 5 | 26 | 20 | 18,4  | 102       |
| ОФК-2,5-700          | 0,63<br>(6,3)                                    | 700                      | 866         | 810            | 775            | 550 | 21 | 5 | 26 | 24 | 19,0  | 133,1     |
| ОФК-2,5-800          |  | 800                      | 981         | 920            | 880            | 578 | 21 | 5 | 30 | 24 | 17,4  | 161,9     |
| ОФК-2,5-900          |  | 900                      | 1081        | 1020           | 980            | 571 | 23 | 5 | 30 | 24 | 25,7  | 197,2     |
| ОФК-2,5-1000         |  | 1000                     | 1181        | 1120           | 1080           | 590 | 25 | 5 | 30 | 28 | 23,1  | 236,3     |
| ОФК-6,3-65           |  | 65                       | 164         | 130            | 110            | 267 | 13 | 3 | 14 | 4  | 32,2  | 6,4       |
| ОФК-6,3-80           |  | 80                       | 189         | 150            | 128            | 281 | 15 | 3 | 18 | 4  | 29,6  | 9         |
| ОФК-6,3-100          |  | 100                      | 209         | 170            | 148            | 302 | 15 | 3 | 18 | 4  | 25,9  | 11,3      |
| ОФК-6,3-125          |  | 125                      | 239         | 200            | 178            | 317 | 17 | 3 | 18 | 8  | 24,4  | 14,1      |
| ОФК-6,3-150          |  | 150                      | 264         | 225            | 202            | 323 | 17 | 3 | 18 | 8  | 21,8  | 16,7      |
| ОФК-6,3-200          |  | 200                      | 321         | 280            | 258            | 413 | 19 | 3 | 18 | 8  | 19,4  | 25,5      |
| ОФК-6,3-250          |  | 250                      | 376         | 335            | 312            | 449 | 20 | 3 | 18 | 12 | 26,3  | 37,9      |
| ОФК-6,3-300          |  | 300                      | 441         | 395            | 365            | 465 | 20 | 4 | 22 | 12 | 24,1  | 48,2      |
| ОФК-6,3-350          |  | 350                      | 491         | 445            | 415            | 483 | 22 | 4 | 22 | 12 | 24,0  | 60,5      |
| ОФК-6,3-400          |  | 400                      | 541         | 495            | 465            | 522 | 24 | 4 | 22 | 16 | 21,7  | 75,5      |
| ОФК-6,3-500          |  | 500                      | 646         | 600            | 570            | 577 | 25 | 4 | 22 | 16 | 27,0  | 107,4     |
| ОФК-6,3-600          |  | 600                      | 761         | 705            | 670            | 595 | 25 | 5 | 26 | 20 | 30,6  | 137,6     |
| ОФК-6,3-700          |  | 700                      | 866         | 810            | 775            | 586 | 27 | 5 | 26 | 24 | 31,7  | 176,5     |
| ОФК-6,3-800          |  | 800                      | 981         | 920            | 880            | 614 | 27 | 5 | 30 | 24 | 29,0  | 210,3     |
| ОФК-6,3-900          |  | 900                      | 1081        | 1020           | 980            | 603 | 29 | 5 | 30 | 24 | 32,1  | 255,2     |
| ОФК-6,3-1000         |  | 1000                     | 1181        | 1120           | 1080           | 627 | 31 | 5 | 30 | 28 | 34,7  | 308,8     |

Продолжение таблицы 15

| Условное обозначение | Условное давление, РН МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный диаметр, DN, мм | Размеры, мм |                |                |     |    |   |    | n  | Жесткость осевого хода, С <sub>х</sub> , кН/м | Масса, кг |
|----------------------|--|--------------------------|-------------|----------------|----------------|-----|----|---|----|----|---|-----------|
|                      |  |                          | D           | D <sub>1</sub> | D <sub>2</sub> | L   | b  | h | d  |    |   |           |
| ОФК-10-65            | 1,0<br>(10)                                      | 65                       | 184         | 145            | 122            | 269 | 17 | 3 | 18 | 4  | 32,2  | 8,4       |
| ОФК-10-80            |  | 80                       | 199         | 160            | 133            | 279 | 17 | 3 | 18 | 4  | 29,6  | 10,3      |
| ОФК-10-100           |  | 100                      | 219         | 180            | 158            | 302 | 19 | 3 | 18 | 8  | 25,9  | 13,1      |
| ОФК-10-125           |  | 125                      | 249         | 210            | 184            | 315 | 21 | 3 | 18 | 8  | 24,4  | 16,5      |
| ОФК-10-150           |  | 150                      | 284         | 240            | 212            | 321 | 21 | 3 | 22 | 8  | 21,8  | 20,1      |
| ОФК-10-200           |  | 200                      | 341         | 295            | 268            | 417 | 21 | 3 | 22 | 8  | 19,4  | 29,6      |
| ОФК-10-250           |  | 250                      | 396         | 350            | 320            | 438 | 23 | 3 | 22 | 12 | 26,3  | 43,6      |
| ОФК-10-300           |  | 300                      | 446         | 400            | 370            | 469 | 24 | 4 | 22 | 12 | 24,1  | 55,3      |
| ОФК-10-350           |  | 350                      | 506         | 460            | 430            | 478 | 24 | 4 | 22 | 16 | 32,0  | 68        |
| ОФК-10-400           |  | 400                      | 571         | 515            | 482            | 508 | 26 | 4 | 26 | 16 | 28,9  | 104,3     |
| ОФК-10-500           |  | 500                      | 676         | 620            | 585            | 544 | 28 | 4 | 26 | 20 | 33,8  | 152,7     |
| ОФК-10-600           |  | 600                      | 786         | 725            | 685            | 561 | 31 | 5 | 30 | 20 | 36,8  | 200,2     |
| ОФК-10-700           |  | 700                      | 901         | 840            | 800            | 574 | 32 | 5 | 30 | 24 | 50,8  | 233,2     |
| ОФК-10-800           |  | 800                      | 1016        | 950            | 905            | 606 | 35 | 5 | 33 | 24 | 46,4  | 282,7     |
| ОФК-10-900           |  | 900                      | 1116        | 1050           | 1005           | 596 | 38 | 5 | 33 | 28 | 51,4  | 336,7     |
| ОФК-10-1000          |  | 1000                     | 1226        | 1160           | 1110           | 620 | 40 | 5 | 33 | 28 | 64,1  | 428,4     |
| ОФК-16-65            | 1,6<br>(16)                                      | 65                       | 184         | 145            | 122            | 273 | 21 | 3 | 18 | 4  | 32,2  | 10,4      |
| ОФК-16-80            |  | 80                       | 199         | 160            | 133            | 283 | 21 | 3 | 18 | 4  | 29,6  | 11,5      |
| ОФК-16-100           |  | 100                      | 219         | 180            | 158            | 306 | 23 | 3 | 18 | 8  | 25,9  | 14,8      |
| ОФК-16-125           |  | 125                      | 249         | 210            | 184            | 319 | 25 | 3 | 18 | 8  | 24,4  | 18,9      |
| ОФК-16-150           |  | 150                      | 284         | 240            | 212            | 325 | 25 | 3 | 22 | 8  | 32,6  | 23,4      |
| ОФК-16-200           |  | 200                      | 341         | 295            | 268            | 423 | 27 | 3 | 22 | 12 | 29,1  | 33,7      |
| ОФК-16-250           |  | 250                      | 411         | 355            | 320            | 442 | 28 | 3 | 26 | 12 | 35,0  | 49,2      |
| ОФК-16-300           |  | 300                      | 466         | 410            | 370            | 473 | 28 | 4 | 26 | 12 | 32,1  | 62,3      |
| ОФК-16-350           |  | 350                      | 526         | 470            | 430            | 484 | 30 | 4 | 26 | 16 | 40,0  | 75,5      |
| ОФК-16-400           |  | 400                      | 586         | 525            | 482            | 516 | 34 | 4 | 30 | 16 | 57,9  | 105,3     |
| ОФК-16-500           |  | 500                      | 716         | 650            | 585            | 510 | 44 | 4 | 33 | 20 | 60,8  | 197,9     |
| ОФК-16-600           |  | 600                      | 846         | 770            | 685            | 575 | 45 | 5 | 39 | 20 | 61,3  | 262,7     |
| ОФК-16-700           |  | 700                      | 916         | 840            | 800            | 590 | 47 | 5 | 39 | 24 | 69,8  | 289,9     |
| ОФК-16-800           |  | 800                      | 1026        | 950            | 905            | 620 | 49 | 5 | 39 | 24 | 63,7  | 355,1     |
| ОФК-16-900           |  | 900                      | 1126        | 1050           | 1005           | 610 | 51 | 5 | 39 | 28 | 70,6  | 418,2     |
| ОФК-16-1000          |  | 1000                     | 1261        | 1170           | 1110           | 634 | 53 | 5 | 45 | 28 | 87,2  | 547,9     |
| ОФК-25-65            | 2,5<br>(25)                                      | 65                       | 184         | 145            | 122            | 273 | 21 | 3 | 18 | 8  | 32,2  | 10,2      |
| ОФК-25-80            |  | 80                       | 199         | 160            | 133            | 285 | 23 | 3 | 18 | 8  | 29,6  | 12,3      |
| ОФК-25-100           |  | 100                      | 234         | 190            | 158            | 308 | 25 | 3 | 22 | 8  | 25,9  | 17,5      |
| ОФК-25-125           |  | 125                      | 274         | 220            | 184            | 322 | 27 | 3 | 26 | 8  | 36,6  | 23,6      |
| ОФК-25-150           |  | 150                      | 304         | 250            | 212            | 336 | 27 | 3 | 26 | 8  | 32,6  | 29,1      |
| ОФК-25-200           |  | 200                      | 366         | 310            | 278            | 434 | 29 | 3 | 26 | 12 | 38,7  | 43,4      |
| ОФК-25-250           |  | 250                      | 431         | 370            | 335            | 455 | 31 | 3 | 30 | 12 | 35,0  | 62,6      |
| ОФК-25-300           |  | 300                      | 491         | 430            | 390            | 479 | 32 | 4 | 30 | 16 | 40,1  | 81,1      |
| ОФК-25-350           |  | 350                      | 556         | 490            | 450            | 510 | 38 | 4 | 33 | 16 | 56,0  | 110       |
| ОФК-25-400           |  | 400                      | 616         | 550            | 505            | 532 | 40 | 4 | 33 | 16 | 72,3  | 147,8     |
| ОФК-25-500           |  | 500                      | 736         | 660            | 615            | 574 | 48 | 4 | 39 | 20 | 74,3  | 221,6     |
| ОФК-25-600           |  | 600                      | 846         | 770            | 720            | 599 | 51 | 5 | 39 | 20 | 73,6  | 357,8     |
| ОФК-25-700           |  | 700                      | 966         | 875            | 820            | 614 | 55 | 5 | 45 | 24 | 88,9  | 472,6     |
| ОФК-25-800           |  | 800                      | 1081        | 990            | 930            | 647 | 59 | 5 | 45 | 24 | 81,1  | 577,6     |
| ОФК-25-900           |  | 900                      | 1191        | 1090           | 1030           | 635 | 61 | 5 | 52 | 28 | 102,8   | 705,4     |
| ОФК-25-1000          |  | 1000                     | 1321        | 1210           | 1140           | 660 | 63 | 5 | 56 | 28 | 104,5   | 890,6     |

## Компенсаторы сильфонные типа ОФМ

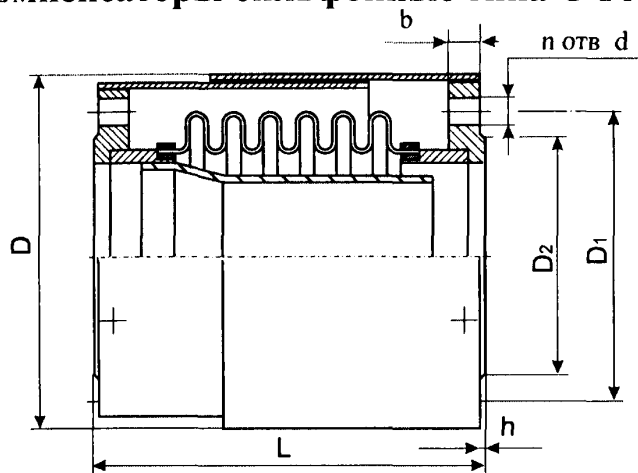


Таблица 16

| Условное обозначение | Условное давление, РН МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный диаметр, DN, мм | Размеры, мм |                |                |     |    |   |    | n  | Жесткость осевого хода, С <sub>х</sub> , кгс/см | Масса, кг |
|----------------------|--|--------------------------|-------------|----------------|----------------|-----|----|---|----|----|---|-----------|
|                      |  |                          | D           | D <sub>1</sub> | D <sub>2</sub> | L   | b  | h | d  |    |   |           |
| ОФМ-2,5-65           | 0,25<br>(2,5)                                    | 65                       | 164         | 130            | 110            | 267 | 11 | 3 | 14 | 4  | 32,2  | 7,1       |
| ОФМ-2,5-80           |  | 80                       | 189         | 150            | 128            | 277 | 11 | 3 | 18 | 4  | 29,6  | 8,7       |
| ОФМ-2,5-100          |  | 100                      | 209         | 170            | 148            | 298 | 11 | 3 | 18 | 4  | 25,9  | 11,0      |
| ОФМ-2,5-125          |  | 125                      | 239         | 200            | 178            | 311 | 13 | 3 | 18 | 8  | 24,4  | 13,0      |
| ОФМ-2,5-150          |  | 150                      | 264         | 225            | 202            | 317 | 13 | 3 | 18 | 8  | 21,8  | 16,8      |
| ОФМ-2,5-200          |  | 200                      | 321         | 280            | 258            | 405 | 15 | 3 | 18 | 8  | 19,4  | 26,4      |
| ОФМ-2,5-250          |  | 250                      | 376         | 335            | 312            | 427 | 18 | 3 | 18 | 12 | 17,5  | 41,7      |
| ОФМ-2,5-300          |  | 300                      | 441         | 395            | 365            | 451 | 18 | 4 | 22 | 12 | 16,0  | 53,0      |
| ОФМ-2,5-350          |  | 350                      | 491         | 445            | 415            | 466 | 18 | 4 | 22 | 12 | 16,0  | 59,0      |
| ОФМ-2,5-400          |  | 400                      | 541         | 495            | 565            | 482 | 18 | 4 | 22 | 16 | 14,5  | 67,2      |
| ОФМ-2,5-500          |  | 500                      | 646         | 600            | 570            | 519 | 20 | 4 | 22 | 16 | 20,3  | 97,1      |
| ОФМ-2,5-600          |  | 600                      | 761         | 705            | 670            | 557 | 20 | 5 | 26 | 20 | 18,4  | 130,7     |
| ОФМ-2,5-700          |  | 700                      | 866         | 810            | 775            | 550 | 21 | 5 | 26 | 24 | 19,0  | 166,0     |
| ОФМ-2,5-800          |  | 800                      | 981         | 920            | 880            | 578 | 21 | 5 | 30 | 24 | 17,4  | 202,0     |
| ОФМ-2,5-900          |  | 900                      | 1081        | 1020           | 980            | 571 | 23 | 5 | 30 | 24 | 25,7  | 240,4     |
| ОФМ-2,5-1000         |  | 1000                     | 1181        | 1120           | 1080           | 590 | 25 | 5 | 30 | 28 | 23,1  | 286,2     |
| ОФМ-6,3-65           | 0,63<br>(6,3)                                    | 65                       | 164         | 130            | 110            | 267 | 13 | 3 | 14 | 4  | 32,2  | 7,1       |
| ОФМ-6,3-80           |  | 80                       | 189         | 150            | 128            | 281 | 15 | 3 | 18 | 4  | 29,6  | 9,9       |
| ОФМ-6,3-100          |  | 100                      | 209         | 170            | 148            | 302 | 15 | 3 | 18 | 4  | 25,9  | 12,4      |
| ОФМ-6,3-125          |  | 125                      | 239         | 200            | 178            | 317 | 17 | 3 | 18 | 8  | 24,4  | 15,6      |
| ОФМ-6,3-150          |  | 150                      | 264         | 225            | 202            | 323 | 17 | 3 | 18 | 8  | 21,8  | 18,7      |
| ОФМ-6,3-200          |  | 200                      | 321         | 280            | 258            | 413 | 19 | 3 | 18 | 8  | 19,4  | 28,8      |
| ОФМ-6,3-250          |  | 250                      | 376         | 335            | 312            | 449 | 20 | 3 | 18 | 12 | 26,3  | 45,1      |
| ОФМ-6,3-300          |  | 300                      | 441         | 395            | 365            | 465 | 20 | 4 | 22 | 12 | 24,1  | 57,2      |
| ОФМ-6,3-350          |  | 350                      | 491         | 445            | 415            | 483 | 22 | 4 | 22 | 12 | 24,0  | 72,0      |
| ОФМ-6,3-400          |  | 400                      | 541         | 495            | 465            | 522 | 24 | 4 | 22 | 16 | 21,7  | 88,8      |
| ОФМ-6,3-500          |  | 500                      | 646         | 600            | 570            | 577 | 25 | 4 | 22 | 16 | 27,0  | 124,3     |
| ОФМ-6,3-600          |  | 600                      | 761         | 705            | 670            | 595 | 25 | 5 | 26 | 20 | 30,6  | 166,3     |
| ОФМ-6,3-700          |  | 700                      | 866         | 810            | 775            | 586 | 27 | 5 | 26 | 24 | 31,7  | 209,4     |
| ОФМ-6,3-800          |  | 800                      | 981         | 920            | 880            | 614 | 27 | 5 | 30 | 24 | 29,0  | 250,4     |
| ОФМ-6,3-900          |  | 900                      | 1081        | 1020           | 980            | 603 | 29 | 5 | 30 | 24 | 32,1  | 298,4     |
| ОФМ-6,3-1000         |  | 1000                     | 1181        | 1120           | 1080           | 627 | 31 | 5 | 30 | 28 | 34,7  | 358,7     |

Продолжение таблицы 16

| Условное обозначение | Условное давление, РН МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный диаметр, DN, мм | Размеры, мм |                |                |      |    |   |    | n  | Жесткость осевого хода, С <sub>х</sub> , кгс/см | Масса, кг |
|----------------------|--|--------------------------|-------------|----------------|----------------|------|----|---|----|----|---|-----------|
|                      |  |                          | D           | D <sub>1</sub> | D <sub>2</sub> | L    | b  | h | d  |    |   |           |
| ОФМ-10-65            | 1,0<br>(10)                                      | 65                       | 184         | 145            | 122            | 269  | 17 | 3 | 18 | 4  | 32,2  | 9,1       |
| ОФМ-10-80            |  | 80                       | 199         | 160            | 133            | 279  | 17 | 3 | 18 | 4  | 29,6  | 11,2      |
| ОФМ-10-100           |  | 100                      | 219         | 180            | 158            | 302  | 19 | 3 | 18 | 8  | 25,9  | 14,2      |
| ОФМ-10-125           |  | 125                      | 249         | 210            | 184            | 315  | 21 | 3 | 18 | 8  | 24,4  | 18,0      |
| ОФМ-10-150           |  | 150                      | 284         | 240            | 212            | 321  | 21 | 3 | 22 | 8  | 21,8  | 22,1      |
| ОФМ-10-200           |  | 200                      | 341         | 295            | 268            | 417  | 21 | 3 | 22 | 8  | 19,4  | 32,9      |
| ОФМ-10-250           |  | 250                      | 396         | 350            | 320            | 438  | 23 | 3 | 22 | 12 | 26,3  | 50,8      |
| ОФМ-10-300           |  | 300                      | 446         | 400            | 370            | 469  | 24 | 4 | 22 | 12 | 24,1  | 64,3      |
| ОФМ-10-350           |  | 350                      | 506         | 460            | 430            | 478  | 24 | 4 | 22 | 16 | 32,0  | 79,5      |
| ОФМ-10-400           |  | 400                      | 571         | 515            | 482            | 508  | 26 | 4 | 26 | 16 | 28,9  | 117,6     |
| ОФМ-10-500           |  | 500                      | 676         | 620            | 585            | 544  | 28 | 4 | 26 | 20 | 33,8  | 169,6     |
| ОФМ-10-600           |  | 600                      | 786         | 725            | 685            | 561  | 31 | 5 | 30 | 20 | 36,8  | 228,9     |
| ОФМ-10-700           |  | 700                      | 901         | 840            | 800            | 574  | 32 | 5 | 30 | 24 | 50,8  | 266,1     |
| ОФМ-10-800           |  | 800                      | 1016        | 950            | 905            | 606  | 35 | 5 | 33 | 24 | 46,4  | 322,8     |
| ОФМ-10-900           |  | 900                      | 1116        | 1050           | 1005           | 596  | 38 | 5 | 33 | 28 | 51,4  | 379,9     |
| ОФМ-10-1000          |  | 1000                     | 1226        | 1160           | 1110           | 620  | 40 | 5 | 33 | 28 | 64,1  | 478,3     |
| ОФМ-16-65            | 1,6<br>(16)                                      | 65                       | 184         | 145            | 122            | 273  | 21 | 3 | 18 | 4  | 32,2  | 11,1      |
| ОФМ-16-80            |  | 80                       | 199         | 160            | 133            | 283  | 21 | 3 | 18 | 4  | 29,6  | 12,4      |
| ОФМ-16-100           |  | 100                      | 219         | 180            | 158            | 306  | 23 | 3 | 18 | 8  | 25,9  | 15,9      |
| ОФМ-16-125           |  | 125                      | 249         | 210            | 184            | 319  | 25 | 3 | 18 | 8  | 24,4  | 20,4      |
| ОФМ-16-150           |  | 150                      | 284         | 240            | 212            | 325  | 25 | 3 | 22 | 8  | 32,6  | 25,4      |
| ОФМ-16-200           |  | 200                      | 341         | 295            | 268            | 423  | 27 | 3 | 22 | 12 | 29,1  | 37,0      |
| ОФМ-16-250           |  | 250                      | 411         | 355            | 320            | 442  | 28 | 3 | 26 | 12 | 35,0  | 56,4      |
| ОФМ-16-300           |  | 300                      | 466         | 410            | 370            | 473  | 28 | 4 | 26 | 12 | 32,1  | 71,3      |
| ОФМ-16-350           |  | 350                      | 526         | 470            | 430            | 484  | 30 | 4 | 26 | 16 | 40,0  | 87,0      |
| ОФМ-16-400           |  | 400                      | 586         | 525            | 482            | 516  | 34 | 4 | 30 | 16 | 57,9  | 118,6     |
| ОФМ-16-500           |  | 500                      | 716         | 650            | 585            | 510  | 44 | 4 | 33 | 20 | 60,8  | 214,8     |
| ОФМ-16-600           |  | 600                      | 846         | 770            | 685            | 575  | 45 | 5 | 39 | 20 | 61,3  | 291,4     |
| ОФМ-16-700           |  | 700                      | 916         | 840            | 800            | 590  | 47 | 5 | 39 | 24 | 69,8  | 322,8     |
| ОФМ-16-800           |  | 800                      | 1026        | 950            | 905            | 620  | 49 | 5 | 39 | 24 | 63,7  | 395,2     |
| ОФМ-16-900           |  | 900                      | 1126        | 1050           | 1005           | 610  | 51 | 5 | 39 | 28 | 70,6  | 461,4     |
| ОФМ-16-1000          |  | 1000                     | 1261        | 1170           | 1110           | 634  | 53 | 5 | 45 | 28 | 87,2  | 597,8     |
| ОФМ-25-65            | 2,5<br>(25)                                      | 65                       | 184         | 145            | 122            | 273  | 21 | 3 | 18 | 8  | 32,2  | 10,9      |
| ОФМ-25-80            |  | 80                       | 199         | 160            | 133            | 285  | 23 | 3 | 18 | 8  | 29,6  | 13,2      |
| ОФМ-25-100           |  | 100                      | 234         | 190            | 158            | 308  | 25 | 3 | 22 | 8  | 25,9  | 18,6      |
| ОФМ-25-125           |  | 125                      | 274         | 220            | 184            | 322  | 27 | 3 | 26 | 8  | 36,6  | 25,1      |
| ОФМ-25-150           |  | 150                      | 304         | 250            | 212            | 336  | 27 | 3 | 26 | 8  | 32,6  | 31,1      |
| ОФМ-25-200           |  | 200                      | 366         | 310            | 278            | 434  | 29 | 3 | 26 | 12 | 38,7  | 46,7      |
| ОФМ-25-250           |  | 250                      | 431         | 370            | 335            | 4055 | 31 | 3 | 30 | 12 | 35,0  | 69,8      |
| ОФМ-25-300           |  | 300                      | 491         | 430            | 390            | 479  | 32 | 4 | 30 | 16 | 40,1  | 90,1      |
| ОФМ-25-350           |  | 350                      | 556         | 490            | 450            | 510  | 38 | 4 | 33 | 16 | 56,0  | 121,5     |
| ОФМ-25-400           |  | 400                      | 616         | 550            | 505            | 532  | 40 | 4 | 33 | 16 | 72,3  | 161,1     |
| ОФМ-25-500           |  | 500                      | 736         | 660            | 615            | 574  | 48 | 4 | 39 | 20 | 74,3  | 238,5     |
| ОФМ-25-600           |  | 600                      | 846         | 770            | 720            | 599  | 51 | 5 | 39 | 20 | 73,6  | 386,5     |
| ОФМ-25-700           |  | 700                      | 966         | 875            | 820            | 614  | 55 | 5 | 45 | 24 | 88,9  | 505,5     |
| ОФМ-25-800           |  | 800                      | 1081        | 990            | 930            | 647  | 59 | 5 | 45 | 24 | 81,1  | 617,7     |
| ОФМ-25-900           |  | 900                      | 1191        | 1090           | 1030           | 635  | 61 | 5 | 52 | 28 | 102,8   | 748,6     |
| ОФМ-25-1000          |  | 1000                     | 1321        | 1210           | 1140           | 660  | 63 | 5 | 56 | 28 | 104,5   | 940,5     |

# Основные технические характеристики сильфонных компенсационных устройств

Таблица 17

| Условное обозначение<br>СКУ | PN,<br>МПа<br>(кгс/см <sup>2</sup> ) | DN,<br>мм | Жесткость<br>осевого<br>хода,<br>C <sub>λ</sub> ,<br>кН/м<br>(кгс/см) | Коэффи-<br>циент<br>местного<br>сопротив-<br>ления<br>ξ | Эффек-<br>тивная<br>площадь,<br>S <sub>эф</sub> ,<br>см <sup>2</sup> | Амплитуда осевого хода,<br>±λ, мм (*) |               |                 |
|-----------------------------|--------------------------------------|-----------|---|---|--|---------------------------------------|---------------|-----------------|
|                             |                                      |           |   |   |  | Режимы эксплуатации при<br>наработке: |               |                 |
|                             |                                      |           |   |   |  | 100%                                  | 70%           | 20%             |
|                             |                                      |           |   |   |  | 10<br>циклов                          | 150<br>циклов | 10000<br>циклов |
| СКУ.ТГИ-16-125-90.К         | 1,6<br>(16)                          | 125       | 396   | 0,220   | 190  | 45                                    | 31,5          | 9               |
| СКУ.ТГИ-16-150-100.К        |                                      | 150       | 390   | 0,200   | 279  | 50                                    | 35            | 10              |
| СКУ.ТГИ-16-200-140.К        |                                      | 200       | 451   | 0,115   | 452  | 70                                    | 49            | 14              |
| СКУ.ТГИ-16-250-160.К        |                                      | 250       | 510   | 0,103   | 680  | 80                                    | 56            | 16              |
| СКУ.ТГИ-16-300-180.К        |                                      | 300       | 465   | 0,087   | 960  | 90                                    | 63            | 18              |
| СКУ.ТГИ-16-400-190.К        |                                      | 400       | 547   | 0,113   | 1575   | 95                                    | 66,5          | 19              |
| СКУ.ТГИ-16-500-200.К        |                                      | 500       | 731   | 0,093   | 2444   | 100                                   | 70            | 20              |
| СКУ.ТГИ-16-600-200.К        |                                      | 600       | 668   | 0,080   | 3419   |                                       |               |                 |
| СКУ.ТГИ-16-700-210.К        |                                      | 700       | 763   | 0,060   | 4363   | 105                                   | 73,5          | 21              |
| СКУ.ТГИ-16-800-210.К        |                                      | 800       | 778   | 0,057   | 5745   |                                       |               |                 |
| СКУ.ТГИ-16-900-210.К        |                                      | 900       | 845   | 0,045   | 7182   |                                       |               |                 |
| СКУ.ТГИ-16-1000-220.К       |                                      | 1000      | 1010  | 0,040   | 8638   | 110                                   | 77            | 22              |
| СКУ.ТГИ-25-50-70.К          | 2,5<br>(25)                          | 50        | 673   | 0,350   | 68   | 35                                    | 24,5          | 7               |
| СКУ.ТГИ-25-65-70.К          |                                      | 65        | 553   | 0,350   | 68   | 35                                    | 24,5          | 7               |
| СКУ.ТГИ-25-80-70.К          |                                      | 80        | 519   | 0,300   | 89   | 35                                    | 24,5          | 7               |
| СКУ.ТГИ-25-100-80.К         |                                      | 100       | 443   | 0,260   | 133  | 40                                    | 28            | 8               |
| СКУ.ТГИ-25-125-90.К         |                                      | 125       | 508   | 0,220   | 190  | 45                                    | 31,5          | 9               |
| СКУ.ТГИ-25-150-100.К        |                                      | 150       | 499   | 0,200   | 279  | 50                                    | 35            | 10              |
| СКУ.ТГИ-25-200-140.К        |                                      | 200       | 548   | 0,115   | 452  | 70                                    | 49            | 14              |
| СКУ.ТГИ-25-250-160.К        |                                      | 250       | 510   | 0,103   | 680  | 80                                    | 56            | 16              |
| СКУ.ТГИ-25-300-180.К        |                                      | 300       | 546   | 0,087   | 960  | 90                                    | 63            | 18              |
| СКУ.ТГИ-25-400-190.К        |                                      | 400       | 836   | 0,113   | 1575   | 95                                    | 66,5          | 19              |
| СКУ.ТГИ-25-500-200.К        |                                      | 500       | 866   | 0,093   | 2444   | 100                                   | 70            | 20              |
| СКУ.ТГИ-25-600-200.К        |                                      | 600       | 851   | 0,080   | 3419   |                                       |               |                 |
| СКУ.ТГИ-25-700-210.К        |                                      | 700       | 1017  | 0,060   | 4363   | 105                                   | 73,5          | 21              |
| СКУ.ТГИ-25-800-210.К        |                                      | 800       | 1043  | 0,057   | 5745   |                                       |               |                 |
| СКУ.ТГИ-25-900-210.К        |                                      | 900       | 1166  | 0,045   | 7182   |                                       |               |                 |
| СКУ.ТГИ-25-1000-220.К       |                                      | 1000      | 1183  | 0,040   | 8638   | 110                                   | 77            | 22              |

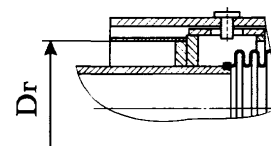
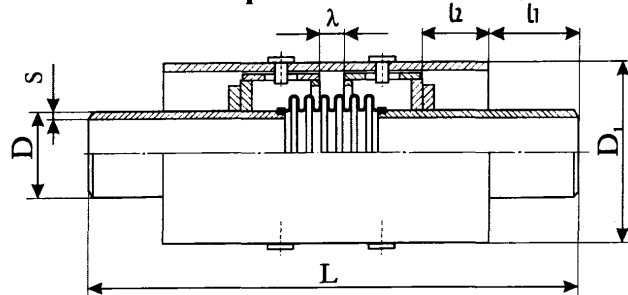
\*) Полная компенсирующая способность СКУ составляет 2·λ.

## Основные размеры сильфонных компенсационных устройств

Таблица 18

| Условное обозначение<br>СКУ | PN,<br>МПа<br>(кгс/см²) | DN,<br>мм | Размеры, мм |      |                |                |                |                |      |      |
|-----------------------------|-------------------------|-----------|-------------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|------|
|                             |                         |           | D           | s    | D <sub>1</sub> | D <sub>2</sub> | L <sub>1</sub> | L <sub>2</sub> | L    |      |
| СКУ.ТГИ-16-125-90.К         | 1,6<br>(16)             | 125       | 133         | 4    | 225            | 325            | 150            | 185            | 1270 |      |
| СКУ.ТГИ.С-16-125-90.К       |                         |           |             |      | 250            |                |                |                |      |      |
| СКУ.ТГИ-16-150-100.К        |                         | 150       | 159         | 4,5  | 280            | 377            |                | 190            | 1300 |      |
| СКУ.ТГИ.С-16-150-100.К      |                         |           |             |      | 315            |                |                |                |      |      |
| СКУ.ТГИ-16-200-140.К        |                         | 200       | 219         | 6    | 355            | 426            |                |                | 1360 |      |
| СКУ.ТГИ.С-16-200-140.К      |                         |           |             |      | 400            |                |                |                |      |      |
| СКУ.ТГИ-16-250-160.К        |                         | 250       | 273         | 7    | 450            | 530            | 210            | 195            | 1500 |      |
| СКУ.ТГИ.С-16-250-160.К      |                         |           |             |      | 500            |                |                |                |      |      |
| СКУ.ТГИ-16-300-180.К        |                         | 300       | 325         |      | 560            | 630            |                | 200            | 1550 |      |
| СКУ.ТГИ.С-16-300-180.К      |                         |           |             |      | 630            |                |                |                |      |      |
| СКУ.ТГИ-16-400-190.К        |                         | 400       | 426         |      | 710            | 720            |                |                | 1610 |      |
| СКУ.ТГИ.С-16-400-190.К      |                         |           |             |      | 800            |                |                |                |      |      |
| СКУ.ТГИ-16-500-200.К        |                         | 500       | 530         | 8    | 820            | 820            |                |                | 205  | 1670 |
| СКУ.ТГИ.С-16-500-200.К      |                         |           |             |      | 900            |                |                |                |      |      |
| СКУ.ТГИ-16-600-200.К        |                         | 600       | 630         | 10   | 900            | 1020           |                | 210            | 1700 |      |
| СКУ.ТГИ.С-16-600-200.К      |                         |           |             |      | 1100           |                |                |                |      |      |
| СКУ.ТГИ-16-700-210.К        |                         | 700       | 720         | 9    | 1200           | 1420           |                | 215            | 1700 |      |
| СКУ.ТГИ.С-16-700-210.К      |                         |           |             |      | 1420           |                |                |                |      |      |
| СКУ.ТГИ-16-800-210.К        |                         | 800       | 820         | 10   | 1420           | 1420           |                | 215            | 1700 |      |
| СКУ.ТГИ.С-16-800-210.К      |                         |           |             |      | 1420           |                |                |                |      |      |
| СКУ.ТГИ-16-900-210.К        | 900                     | 920       | 10          | 1420 | 1420           | 215            | 1700           |                |      |      |
| СКУ.ТГИ.С-16-900-210.К      |                         |           |             | 1420 |                |                |                |                |      |      |
| СКУ.ТГИ-16-1000-220.К       | 1000                    | 1020      |             |      |                |                |                |                |      |      |
| СКУ.ТГИ-25-50-70.К          | 2,5<br>(25)             | 50        | 57          | 3,5  | 125            | 219            | 150            | 170            | 1190 |      |
| СКУ.ТГИ.С-25-50-70.К        |                         |           |             |      | 140            |                |                |                | 1150 |      |
| СКУ.ТГИ-25-65-70.К          |                         | 65        | 76          |      | 160            | 273            |                | 1150           |      |      |
| СКУ.ТГИ.С-25-65-70.К        |                         |           |             |      | 180            |                |                |                | 1200 |      |
| СКУ.ТГИ-25-80-70.К          |                         | 80        | 89          | 4    | 200            | 325            |                | 175            | 1170 |      |
| СКУ.ТГИ.С-25-80-70.К        |                         |           |             |      | 225            |                |                |                |      | 180  |
| СКУ.ТГИ-25-100-80.К         |                         | 100       | 108         | 4,5  | 250            | 377            |                | 185            | 1270 |      |
| СКУ.ТГИ.С-25-100-80.К       |                         |           |             |      | 280            |                |                |                |      |      |
| СКУ.ТГИ-25-125-90.К         |                         | 125       | 133         | 6    | 315            | 426            |                | 190            | 1300 |      |
| СКУ.ТГИ.С-25-125-90.К       |                         |           |             |      | 355            |                |                |                |      | 1360 |
| СКУ.ТГИ-25-150-100.К        |                         | 150       | 159         | 7    | 400            | 530            |                | 210            | 195  |      |
| СКУ.ТГИ.С-25-150-100.К      |                         |           |             |      | 450            |                |                |                |      |      |
| СКУ.ТГИ-25-200-140.К        |                         | 200       | 219         | 8    | 500            | 630            |                |                | 200  | 1550 |
| СКУ.ТГИ.С-25-200-140.К      |                         |           |             |      | 560            |                |                |                |      |      |
| СКУ.ТГИ-25-250-160.К        |                         | 250       | 273         | 9    | 630            | 720            | 205            |                |      | 1670 |
| СКУ.ТГИ.С-25-250-160.К      |                         |           |             |      | 710            |                |                |                |      |      |
| СКУ.ТГИ-25-300-180.К        |                         | 300       | 325         | 10   | 820            | 820            | 210            |                |      | 1700 |
| СКУ.ТГИ.С-25-300-180.К      |                         |           |             |      | 900            |                |                |                |      |      |
| СКУ.ТГИ-25-400-190.К        |                         | 400       | 426         | 10   | 1000           | 1020           | 215            |                | 1700 |      |
| СКУ.ТГИ.С-25-400-190.К      |                         |           |             |      | 1100           |                |                |                |      |      |
| СКУ.ТГИ-25-500-200.К        |                         | 500       | 530         | 10   | 1200           | 1420           | 215            |                | 1700 |      |
| СКУ.ТГИ.С-25-500-200.К      |                         |           |             |      | 1420           |                |                |                |      |      |
| СКУ.ТГИ-25-600-200.К        |                         | 600       | 630         | 10   | 1420           | 1420           | 215            |                | 1700 |      |
| СКУ.ТГИ.С-25-600-200.К      |                         |           |             |      | 1420           |                |                |                |      |      |
| СКУ.ТГИ-25-700-210.К        |                         | 700       | 720         | 10   | 1420           | 1420           | 215            |                | 1700 |      |
| СКУ.ТГИ.С-25-700-210.К      |                         |           |             |      | 1420           |                |                |                |      |      |
| СКУ.ТГИ-25-800-210.К        |                         | 800       | 820         | 10   | 1420           | 1420           | 215            |                | 1700 |      |
| СКУ.ТГИ.С-25-800-210.К      |                         |           |             |      | 1420           |                |                |                |      |      |
| СКУ.ТГИ-25-900-210.К        |                         | 900       | 920         | 10   | 1420           | 1420           | 215            |                | 1700 |      |
| СКУ.ТГИ.С-25-900-210.К      |                         |           |             |      | 1420           |                |                |                |      |      |
| СКУ.ТГИ-25-1000-220.К       |                         | 1000      | 1020        |      |                |                |                |                |      |      |

## Сильфонные компенсационные устройства типа ППУ исполнений I и Ia



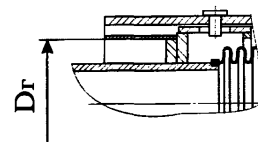
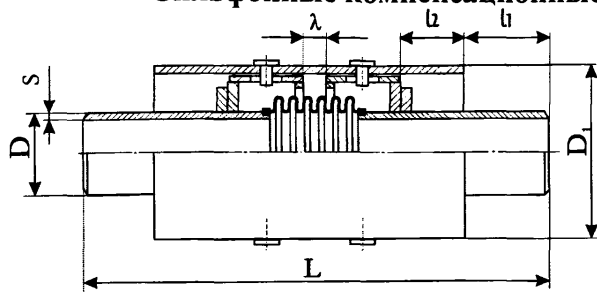
Исполнение Ia

Исполнение I

Таблица 19

| Условное обозначение<br>СКУ | Условное<br>давление,<br>Р,<br>МПа<br>(кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный<br>диаметр,<br>D <sub>у</sub> ,<br>мм | Размеры, мм |     |                |                |      |                |                | Ампли-<br>туда<br>осевого<br>хода,<br>±Δ,<br>мм | Кoeffи-<br>циент<br>местного<br>сопротив-<br>ления<br>ξ | Жесткость<br>осевого<br>хода,<br>C <sub>Δ</sub> ,<br>кгс/см | Эффек-<br>тивная<br>площадь,<br>S <sub>эф</sub> ,<br>см <sup>2</sup> | Масса,<br>кг |
|-----------------------------|--|--|-------------|-----|----------------|----------------|------|----------------|----------------|---|---|---|--|--------------|
|                             |  |  | D           | s   | D <sub>1</sub> | D <sub>г</sub> | L    | l <sub>1</sub> | l <sub>2</sub> |   |   |   |  |              |
| СКУ.ППУ.І-16-125-90         | 1,6<br>(16)  | 125  | 133         | 4   | 299            | 229            | 1241 | 300            | 150            | 45  | 0,220   | 244   | 190  | 76           |
| СКУ.ППУ.І-16-150-100        |  | 150  | 159         | 4,5 | 325            | 255            | 1247 |                |                | 50  | 0,200   | 218   | 279  | 94           |
| СКУ.ППУ.І-16-200-140        |  | 200  | 219         | 6   | 377            | 320            | 1473 |                |                | 70  | 0,115   | 291   | 452  | 171          |
| СКУ.ППУ.І-16-250-160        |  | 250  | 273         | 7   | 480            | 405            | 1702 |                |                | 80  | 0,103   | 350   | 680  | 250          |
| СКУ.ППУ.І-16-300-180        |  | 300  | 325         |     | 530            | 455            | 1731 | 400            | 225            | 90  | 0,087   | 321   | 960  | 308          |
| СКУ.ППУ.І-16-400-190        |  | 400  | 426         |     | 630            | 566            | 1798 |                |                | 95  | 0,113   | 579   | 1575   | 349          |
| СКУ.ППУ.І-16-500-200        |  | 500  | 530         |     | 820            | 716            | 1832 |                |                | 100   | 0,093   | 608   | 2444   | 640          |
| СКУ.ППУ.І-16-600-200        |  | 600  | 630         | 8   | 920            | 806            | 1845 |                |                |   | 0,080   | 613   | 3419   | 673          |
| СКУ.ППУ.І-16-700-210        |  | 700  | 720         |     | 1020           | 906            | 1888 |                |                | 105   | 0,060   | 698   | 4363   | 913          |
| СКУ.ППУ.І-16-800-210        |  | 800  | 820         |     | 1120           | 1008           | 1896 |                |                |   | 230   | 0,057   | 637  | 5745         |
| СКУ.ППУ.І-16-900-210        |  | 900  | 920         | 10  | 1220           | 1108           | 1894 |                | 0,045          |   |   | 706   | 7182   | 1187         |
| СКУ.ППУ.І-16-1000-220       |  | 1000   | 1020        |     | 1320           | 1208           | 1926 |                | 110            | 0,040   | 872   | 8638  | 1355   |              |

# Сильфонные компенсационные устройства типа ППУ исполнений I и Ia



Исполнение Ia

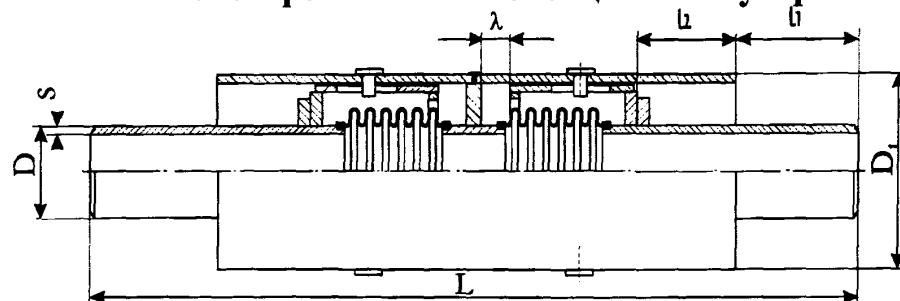
Исполнение I

Продолжение таблицы 19

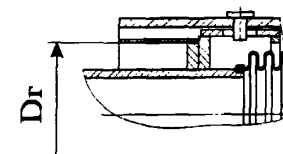
| Условное обозначение<br>СКУ | Условное<br>давление,<br>Р <sub>у</sub> ,<br>МПа<br>(кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный<br>диаметр,<br>D <sub>у</sub> ,<br>мм | Размеры, мм |     |                |                |      |                |                | Ампли-<br>туда<br>осевого<br>хода,<br>±Δ,<br>мм | Кэффи-<br>циент<br>местного<br>сопротив-<br>ления<br>ξ | Жесткость<br>осевого<br>хода,<br>C <sub>х</sub> ,<br>кгс/см | Эффек-<br>тивная<br>площадь,<br>S <sub>эф</sub> ,<br>см <sup>2</sup> | Масса,<br>кг |
|-----------------------------|--|--|-------------|-----|----------------|----------------|------|----------------|----------------|---|--|---|--|--------------|
|                             |  |  | D           | s   | D <sub>1</sub> | D <sub>г</sub> | L    | l <sub>1</sub> | l <sub>2</sub> |   |  |   |  |              |
| СКУ.ППУ.1-25-50-70          | 2,5<br>(25)  | 50   | 57          | 3,5 | 194            | 128            | 1199 | 300            | 145            | 35  | 0,350  | 322   | 68   | 37           |
| СКУ.ППУ.1С-25-50-70         |  |  |             |     | 219            | 147            | 1199 |                |                | 48  |  |   |  |              |
| СКУ.ППУ.1-25-65-70          |  |  | 163         |     |                | 1199           | 35   |                |                | 0,350   | 322  | 68  | 47   |              |
| СКУ.ППУ.1С-25-65-70         |  |  |             |     |                | 1209           |      |                |                |   |  |   |  |              |
| СКУ.ППУ.1-25-80-70          |  | 80   | 89          |     | 245            | 184            | 1209 |                |                | 35  | 0,300  | 296   | 89   | 49           |
| СКУ.ППУ.1С-25-80-70         |  |  |             |     |                |                | 1220 |                |                |   |  |   |  | 55           |
| СКУ.ППУ.1-25-100-80         |  | 100  | 108         | 4   | 273            | 204            | 1220 |                |                | 40  | 0,260  | 259   | 133  | 59           |
| СКУ.ППУ.1С-25-100-80        |  |  |             |     |                |                | 1220 |                |                |   |  |   |  | 71           |
| СКУ.ППУ.1-25-125-90         |  | 125  | 133         | 4,5 | 299            | 229            | 1242 |                | 150            | 45  | 0,220  | 366   | 190  | 80           |
| СКУ.ППУ.1-25-150-100        |  | 150  | 159         |     | 325            | 255            | 1256 |                |                | 50  | 0,200  | 326   | 279  | 96           |
| СКУ.ППУ.1-25-200-140        |  | 200  | 219         | 6   | 377            | 320            | 1482 | 400            | 210            | 70  | 0,115  | 387   | 452  | 173          |
| СКУ.ППУ.1-25-250-160        |  | 250  | 273         | 7   | 480            | 405            | 1711 |                | 215            | 80  | 0,103  | 350   | 680  | 253          |
| СКУ.ППУ.1-25-300-180        |  | 300  | 325         |     | 530            | 455            | 1732 |                | 220            | 90  | 0,087  | 401   | 960  | 310          |
| СКУ.ППУ.1-25-400-190        |  | 400  | 426         |     | 630            | 566            | 1808 |                | 225            | 95  | 0,113  | 723   | 1575   | 406          |
| СКУ.ППУ.1-25-500-200        |  | 500  | 530         | 8   | 820            | 716            | 1842 |                |                | 100   | 0,093  | 743   | 2444   | 640          |
| СКУ.ППУ.1-25-600-200        |  | 600  | 630         |     | 920            | 806            | 1863 |                |                |   |  | 736   | 3419   | 673          |
| СКУ.ППУ.1-25-700-210        |  | 700  | 720         |     | 1020           | 906            | 1904 |                | 230            | 105   | 0,060  | 889   | 4363   | 913          |
| СКУ.ППУ.1-25-800-210        |  | 800  | 820         |     | 1120           | 1008           | 1913 |                |                |   |  | 811   | 5745   | 1067         |
| СКУ.ППУ.1-25-900-210        |  | 900  | 920         | 10  | 1220           | 1108           | 1909 |                |                |   |  | 1028  | 7182   | 1217         |
| СКУ.ППУ.1-25-1000-220       |  | 1000   | 1020        |     | 1320           | 1208           | 1942 |                |                |   |  | 110   | 0,040  | 1045         |



## Сильфонные компенсационные устройства типа ППУ исполнений I и Ia



Исполнение I



Исполнение Ia

Продолжение таблицы 19

| Условное обозначение<br>СКУ | Условное<br>давление,<br>$P_y$ ,<br>МПа<br>(кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный<br>диаметр,<br>$D_y$ ,<br>мм | Размеры, мм |     |       |            |      |       |       | Ампли-<br>туда<br>осевого<br>хода,<br>$\pm \lambda$ ,<br>мм | Кoeffи-<br>циент<br>местного<br>сопротив-<br>ления<br>$\xi$ | Жесткость<br>осевого<br>хода,<br>$C_\lambda$ ,<br>кгс/см | Эффек-<br>тивная<br>площадь,<br>$S_{эф}$ ,<br>см <sup>2</sup> | Масса,<br>кг |
|-----------------------------|---|---------------------------------------|-------------|-----|-------|------------|------|-------|-------|---|---|--|---|--------------|
|                             |   |                                       | D           | s   | $D_1$ | $D_\Gamma$ | L    | $l_1$ | $l_2$ |   |   |  |   |              |
| 2СКУ.ППУ.І-16-125-180       | 1,6<br>(16)   | 125                                   | 133         | 4   | 299   | 229        | 1602 | 300   | 150   | 90  | 0,220   | 122  | 190   | 113          |
| 2СКУ.ППУ.І-16-150-200       |   | 150                                   | 159         | 4,5 | 325   | 255        | 1624 |       |       | 100   | 0,200   | 109  | 279   | 140          |
| 2СКУ.ППУ.І-16-200-280       |   | 200                                   | 219         | 6   | 377   | 320        | 1966 |       |       | 140   | 0,115   | 146  | 452   | 247          |
| 2СКУ.ППУ.І-16-250-320       |   | 250                                   | 273         | 7   | 480   | 405        | 2224 | 400   | 215   | 160   | 0,103   | 175  | 680   | 359          |
| 2СКУ.ППУ.І-16-300-360       |   | 300                                   | 325         |     | 530   | 455        | 2282 |       |       | 180   | 0,087   | 161  | 960   | 435          |
| 2СКУ.ППУ.І-16-400-380       |   | 400                                   | 426         |     | 630   | 566        | 2406 |       |       | 190   | 0,113   | 290  | 1575  | 605          |
| 2СКУ.ППУ.І-16-500-400       |   | 500                                   | 530         | 8   | 820   | 716        | 2484 |       | 225   | 200   | 0,093   | 304  | 2444  | 863          |
| 2СКУ.ППУ.І-16-600-400       |   | 600                                   | 630         |     | 920   | 806        | 2510 |       |       |   | 0,080   | 307  | 3419  | 1048         |
| 2СКУ.ППУ.І-16-700-420       |   | 700                                   | 720         |     | 1020  | 906        | 2566 |       |       |   | 0,060   | 349  | 4363  | 1408         |
| 2СКУ.ППУ.І-16-800-420       |   | 800                                   | 820         | 10  | 1120  | 1008       | 2602 |       | 230   | 210   | 0,057   | 319  | 5745  | 1607         |
| 2СКУ.ППУ.І-16-900-420       |   | 900                                   | 920         |     | 1220  | 1108       | 2588 |       |       |   | 0,045   | 353  | 7182  | 1887         |
| 2СКУ.ППУ.І-16-1000-440      |   | 1000                                  | 1020        |     | 1320  | 1208       | 2662 |       |       |   | 0,040   | 436  | 8638  | 2235         |



Сильфонные компенсационные устройства типа АПБ исполнения I

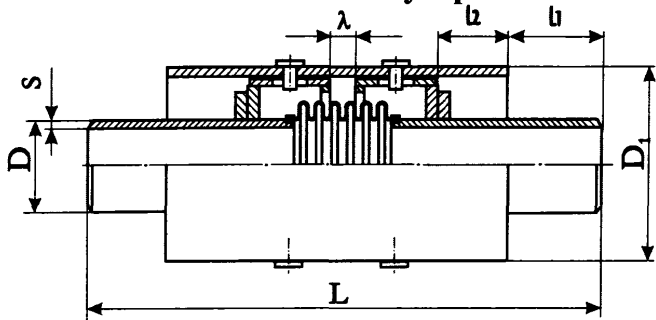
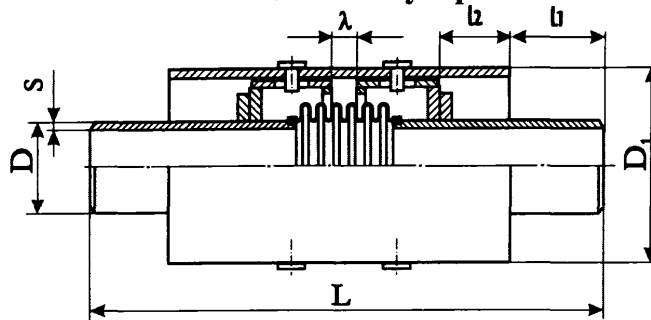


Таблица 20

| Условное обозначение<br>СКУ | Условное<br>давление,<br>$P$ ,<br>МПа<br>(кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный<br>диаметр,<br>$D$ ,<br>мм | Размеры, мм |     |                |      |       |       | Ампли-<br>туда<br>осевого<br>хода,<br>$\pm \lambda$ ,<br>мм | Кoeffи-<br>циент<br>местного<br>сопротив-<br>ления<br>$\xi$ | Жест-<br>кость<br>осевого<br>хода,<br>$C_\lambda$ ,<br>кгс/см | Эффек-<br>тивная<br>площадь,<br>$S_{эф}$ ,<br>см <sup>2</sup> | Масса,<br>кг |
|-----------------------------|---|-------------------------------------|-------------|-----|----------------|------|-------|-------|---|---|---|---|--------------|
|                             |   |                                     | D           | s   | D <sub>1</sub> | L    | $l_1$ | $l_2$ |   |   |   |   |              |
| СКУ.АПБ.І-16-125-90         | 1,6<br>(16)   | 125                                 | 133         | 4   | 377            | 1241 | 300   | 150   | 45  | 0,220   | 244   | 190   | 120          |
| СКУ.АПБ.І-16-150-100        |   | 150                                 | 159         | 4,5 |                | 1247 |       |       | 50  | 0,200   | 218   | 279   | 128          |
| СКУ.АПБ.І-16-200-140        |   | 200                                 | 219         | 6   | 480            | 1473 |       | 210   | 70  | 0,115   | 291   | 452   | 372          |
| СКУ.АПБ.І-16-250-160        |   | 250                                 | 273         | 7   | 530            | 1702 |       | 215   | 80  | 0,103   | 350   | 680   | 472          |
| СКУ.АПБ.І-16-300-180        |   | 300                                 | 325         |     | 580            | 1731 |       | 220   | 90  | 0,087   | 321   | 960   | 509          |
| СКУ.АПБ.І-16-350-180        |   | 350                                 | 377         |     | 630            | 1764 |       |       |   | 0,129   | 400   | 1269  | 549          |
| СКУ.АПБ.І-16-400-190        |   | 400                                 | 426         |     | 680            | 1798 |       | 225   | 95  | 0,113   | 579   | 1575  | 621          |
| СКУ.АПБ.І-16-500-200        |   | 500                                 | 530         | 8   | 780            | 1832 |       |       | 100   | 0,093   | 608   | 2444  | 722          |
| СКУ.АПБ.І-16-600-200        |   | 600                                 | 630         |     | 880            | 1845 |       |       |   | 0,080   | 613   | 3419  | 919          |
| СКУ.АПБ.І-16-700-210        |   | 700                                 | 720         |     | 970            | 1888 |       | 230   | 105   | 0,060   | 698   | 4363  | 1019         |
| СКУ.АПБ.І-16-800-210        |   | 800                                 | 820         |     | 1070           | 1896 |       |       |   | 0,057   | 637   | 5745  | 1126         |
| СКУ.АПБ.І-16-900-210        |   | 900                                 | 920         | 10  | 1170           | 1894 |       |       | 110   | 0,045   | 706   | 7182  | 1315         |
| СКУ.АПБ.І-16-1000-220       |   | 1000                                | 1020        |     | 1270           | 1926 |       |       |   | 0,040   | 872   | 8638  | 1517         |
| СКУ.АПБ.І-16-1200-220       |   | 1200                                | 1220        | 14  | 1470           | 1942 |       |       |   |   | 1044  | 12246   | 2210         |
| СКУ.АПБ.І-16-1400-220       |   | 1400                                | 1420        |     | 1670           | 1948 |       |       |   |   | 1295  | 16600   | 2732         |

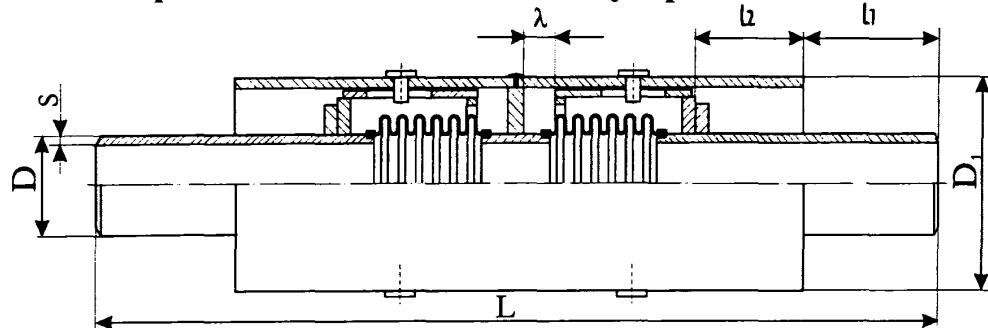
## Сильфонные компенсационные устройства типа АПБ исполнения I



Продолжение таблицы 20

| Условное обозначение<br>СКУ | Условное<br>давление,<br>$P_y$ ,<br>МПа<br>(кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный<br>диаметр,<br>$D_y$ ,<br>мм | Размеры, мм |     |       |      |       |       | Амплитуда<br>осевого<br>хода,<br>$\pm \lambda$ ,<br>мм | Коэффициент<br>местного<br>сопротивления<br>$\xi$ | Жесткость<br>осевого<br>хода,<br>$C_\lambda$ ,<br>кгс/см | Эффективная<br>площадь,<br>$S_{эф}$ ,<br>см <sup>2</sup> | Масса,<br>кг |  |  |  |
|-----------------------------|---|---------------------------------------|-------------|-----|-------|------|-------|-------|--|---|--|--|--------------|--|--|--|
|                             |   |                                       | D           | s   | $D_1$ | L    | $l_1$ | $l_2$ |  |   |  |  |              |  |  |  |
| СКУ.АПБ.І-25-50-70          | 2,5<br>(25)   | 50                                    | 57          | 3,5 | 273   | 1199 | 300   | 145   | 35   | 0,350   | 322  | 68   | 101          |  |  |  |
| СКУ.АПБ.І-25-65-70          |   | 65                                    | 76          |     |       |      |       |       |  |   |  |  | 104          |  |  |  |
| СКУ.АПБ.І-25-80-70          |   | 80                                    | 89          |     |       |      |       |       |  |   |  |  | 121          |  |  |  |
| СКУ.АПБ.І-25-100-80         |   | 100                                   | 108         | 4   | 325   | 1220 |       | 40    | 0,260  | 259   | 133  | 131  |              |  |  |  |
| СКУ.АПБ.І-25-125-90         |   | 125                                   | 133         |     |       |      |       |       |  |   |  | 140  |              |  |  |  |
| СКУ.АПБ.І-25-150-100        |   | 150                                   | 159         | 4,5 | 377   | 1256 |       | 150   | 50   | 0,200   | 326  | 279  | 147          |  |  |  |
| СКУ.АПБ.І-25-200-140        |   | 200                                   | 219         | 6   | 480   | 1482 | 400   | 210   | 70   | 0,115   | 387  | 452  | 414          |  |  |  |
| СКУ.АПБ.І-25-250-160        |   | 250                                   | 273         | 7   | 530   | 1711 |       | 215   | 80   | 0,103   | 350  | 680  | 483          |  |  |  |
| СКУ.АПБ.І-25-300-180        |   | 300                                   | 325         |     | 580   | 1732 |       | 220   | 90   | 0,087   | 401  | 960  | 560          |  |  |  |
| СКУ.АПБ.І-25-350-180        |   | 350                                   | 377         |     | 630   | 1776 |       |       |  |   |  |  | 638          |  |  |  |
| СКУ.АПБ.І-25-400-190        |   | 400                                   | 426         |     | 680   | 1808 |       | 225   | 95   | 0,113   | 723  | 1575   | 699          |  |  |  |
| СКУ.АПБ.І-25-500-200        |   | 500                                   | 530         | 8   | 780   | 1842 |       |       | 100  |   |  |  | 807          |  |  |  |
| СКУ.АПБ.І-25-600-200        |   | 600                                   | 630         |     | 880   | 1863 |       |       |  |   |  |  | 1023         |  |  |  |
| СКУ.АПБ.І-25-700-210        |   | 700                                   | 720         |     | 970   | 1904 |       |       |  |   |  |  | 1105         |  |  |  |
| СКУ.АПБ.І-25-800-210        |   | 800                                   | 820         |     | 1070  | 1913 |       | 230   | 105  | 0,057   | 811  | 5745   | 1314         |  |  |  |
| СКУ.АПБ.І-25-900-210        |   | 900                                   | 920         | 10  | 1170  | 1909 |       |       |  |   |  |  | 1558         |  |  |  |
| СКУ.АПБ.І-25-1000-220       |   | 1000                                  | 1020        |     | 1270  | 1942 |       |       |  |   |  |  | 1825         |  |  |  |
| СКУ.АПБ.І-25-1200-220       |   | 1200                                  | 1220        | 14  | 1470  | 1960 |       |       | 110  | 0,040   | 1045   | 8638   | 2587         |  |  |  |
| СКУ.АПБ.І-25-1400-220       |   | 1400                                  | 1420        |     | 1670  | 1968 |       |       |  |   |  |  | 3184         |  |  |  |
|                             |   |                                       |             |     |       |      |       |       |  |   | 1616   | 16600  | 3184         |  |  |  |

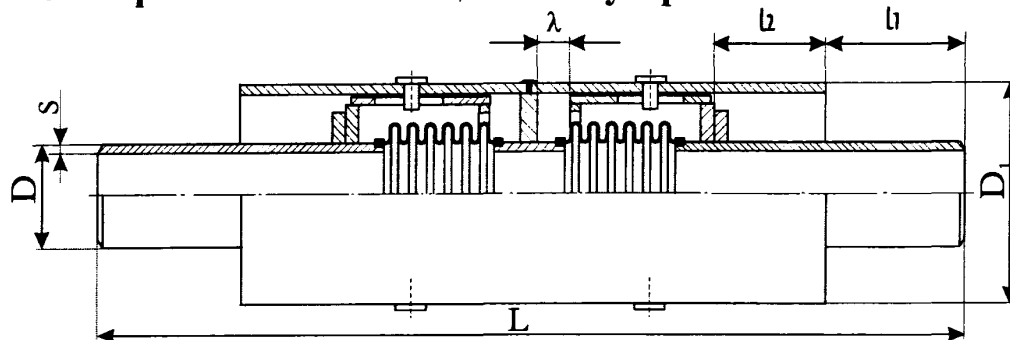
# Сильфонные компенсационные устройства типа АПБ исполнения I



Продолжение таблицы 20

| Условное обозначение<br>СКУ | Условное<br>давление,<br>$P_y$ ,<br>МПа<br>(кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный<br>диаметр,<br>$D_y$ ,<br>мм | Размеры, мм |     |       |      |       |       | Ампли-<br>туда<br>осевого<br>хода,<br>$\pm \lambda$ ,<br>мм | Кoeffи-<br>циент<br>местного<br>сопротив-<br>ления<br>$\xi$ | Жест-<br>кость<br>осевого<br>хода,<br>$C_\lambda$ ,<br>кгс/см | Эффек-<br>тивная<br>площадь,<br>$S_{эф}$ ,<br>см <sup>2</sup> | Масса,<br>кг |
|-----------------------------|---|---------------------------------------|-------------|-----|-------|------|-------|-------|---|---|---|---|--------------|
|                             |   |                                       | D           | s   | $D_1$ | L    | $l_1$ | $l_2$ |   |   |   |   |              |
| 2СКУ.АПБ.І-16-125-180       | 1,6<br>(16)   | 125                                   | 133         | 4   | 377   | 1602 | 150   | 100   | 90  | 0,220   | 122   | 190   | 178          |
| 2СКУ.АПБ.І-16-150-200       |   | 150                                   | 159         | 4,5 |       | 1624 |       | 105   | 100   | 0,200   | 109   | 279   | 190          |
| 2СКУ.АПБ.І-16-200-280       |   | 200                                   | 219         | 6   | 480   | 1966 | 200   | 135   | 140   | 0,115   | 146   | 452   | 537          |
| 2СКУ.АПБ.І-16-250-320       |   | 250                                   | 273         | 7   | 530   | 2224 |       | 150   | 160   | 0,103   | 175   | 680   | 678          |
| 2СКУ.АПБ.І-16-300-360       |   | 300                                   | 325         |     | 580   | 2282 |       | 165   | 180   | 0,087   | 161   | 960   | 719          |
| 2СКУ.АПБ.І-16-350-360       |   | 350                                   | 377         |     | 630   | 2344 |       | 170   | 180   | 0,129   | 200   | 1269  | 779          |
| 2СКУ.АПБ.І-16-400-380       |   | 400                                   | 426         | 8   | 680   | 2406 |       | 175   | 190   | 0,113   | 140   | 1575  | 1077         |
| 2СКУ.АПБ.І-16-500-400       |   | 500                                   | 530         |     | 780   | 2484 | 250   | 180   | 200   | 0,093   | 304   | 2444  | 974          |
| 2СКУ.АПБ.І-16-600-400       |   | 600                                   | 630         |     | 880   | 2510 |       |       |   | 0,080   | 307   | 3419  | 1432         |
| 2СКУ.АПБ.І-16-700-420       |   | 700                                   | 720         |     | 970   | 2566 |       | 190   | 210   | 0,060   | 349   | 4363  | 1572         |
| 2СКУ.АПБ.І-16-800-420       |   | 800                                   | 820         |     | 1070  | 2602 |       |       |   | 0,057   | 318   | 5745  | 1743         |
| 2СКУ.АПБ.І-16-900-420       |   | 900                                   | 920         | 10  | 1170  | 2588 |       |       |   | 0,045   | 353   | 7182  | 2091         |
| 2СКУ.АПБ.І-16-1000-440      |   | 1000                                  | 1020        |     | 1270  | 2662 |       | 200   | 220   | 0,040   | 436   | 8638  | 2501         |

## Сильфонные компенсационные устройства типа АПБ исполнения I



Продолжение таблицы 20

| Условное обозначение<br>СКУ | Условное<br>давление,<br>Р,<br>МПа<br>(кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный<br>диаметр,<br>D,<br>мм | Размеры, мм |     |                |      |                |                | Ампли-<br>туда<br>осевого<br>хода,<br>±λ,<br>мм | Кoeffи-<br>циент<br>местного<br>сопротив-<br>ления<br>ξ | Жест-<br>кость<br>осевого<br>хода,<br>C <sub>λ</sub> ,<br>кгс/см | Эффек-<br>тивная<br>площадь,<br>S <sub>эф</sub> ,<br>см <sup>2</sup> | Масса,<br>кг |       |      |
|-----------------------------|--|----------------------------------|-------------|-----|----------------|------|----------------|----------------|---|---|--|--|--------------|-------|------|
|                             |  |                                  | D           | s   | D <sub>1</sub> | L    | l <sub>1</sub> | l <sub>2</sub> |   |   |  |  |              |       |      |
| 2СКУ.АПБ.I-25-50-140        | 2,5<br>(25)  | 50                               | 57          | 3,5 | 273            | 1068 | 150            | 85             | 70  | 0,350   | 161  | 68   | 152          |       |      |
| 2СКУ.АПБ.I-25-65-140        |  | 65                               | 76          |     |                | 1068 |                |                |   |   |  |  | 156          |       |      |
| 2СКУ.АПБ.I-25-80-140        |  | 80                               | 89          |     |                | 1088 |                |                |   |   |  |  | 182          |       |      |
| 2СКУ.АПБ.I-25-100-160       |  | 100                              | 108         | 4   | 325            | 1120 |                | 90             | 80  | 0,260   | 130  | 133  | 197          |       |      |
| 2СКУ.АПБ.I-25-125-180       |  | 125                              | 133         |     |                |      |                | 1604           | 100   | 90  | 0,220  | 183  | 190          | 208   |      |
| 2СКУ.АПБ.I-25-150-200       |  | 150                              | 159         | 4,5 | 377            | 1642 |                | 105            | 100   | 0,200   | 163  | 279  | 219          |       |      |
| 2СКУ.АПБ.I-25-200-280       |  | 200                              | 219         | 6   |                | 480  | 1984           | 135            | 140   | 0,115   | 194  | 452  | 598          |       |      |
| 2СКУ.АПБ.I-25-250-320       |  | 250                              | 273         | 7   | 530            | 2242 | 150            | 160            | 0,103   | 175   | 680  | 694  |              |       |      |
| 2СКУ.АПБ.I-25-300-360       |  | 300                              | 325         |     |                |      | 580            | 2284           | 165   | 180   | 0,087  | 201  | 960          | 791   |      |
| 2СКУ.АПБ.I-25-350-360       |  | 350                              | 377         |     |                |      | 630            | 2380           | 170   |   | 0,129  | 280  | 1269         | 906   |      |
| 2СКУ.АПБ.I-25-400-380       |  | 400                              | 426         |     |                |      | 680            | 2426           | 175   |   | 190  | 0,113  | 362          | 1575  | 1212 |
| 2СКУ.АПБ.I-25-500-400       |  | 500                              | 530         |     |                | 8    | 780            | 2504           | 200   | 200   | 0,093  | 372  | 2444         | 1088  |      |
| 2СКУ.АПБ.I-25-600-400       |  | 600                              | 630         |     |                |      |                |                |   |   | 880  | 2546   |              | 0,080 | 368  |
| 2СКУ.АПБ.I-25-700-420       |  | 700                              | 720         |     | 970            |      |                | 2598           |   |   | 250  | 210  | 0,060        | 445   | 4363 |
| 2СКУ.АПБ.I-25-800-420       |  | 800                              | 820         |     | 1070           |      |                | 2636           |   | 0,057   |  |  | 406          | 5745  | 2034 |
| 2СКУ.АПБ.I-25-900-420       |  | 900                              | 920         | 10  | 1170           | 2618 |                | 0,045          | 514   | 7182  |  |  | 2477         |       |      |
| 2СКУ.АПБ.I-25-1000-440      |  | 1000                             | 1020        |     |                |      | 1270           | 2694           | 200   | 220   | 0,040  | 523  | 8638         | 3010  |      |

## Сильфонные компенсационные устройства типа ППМ

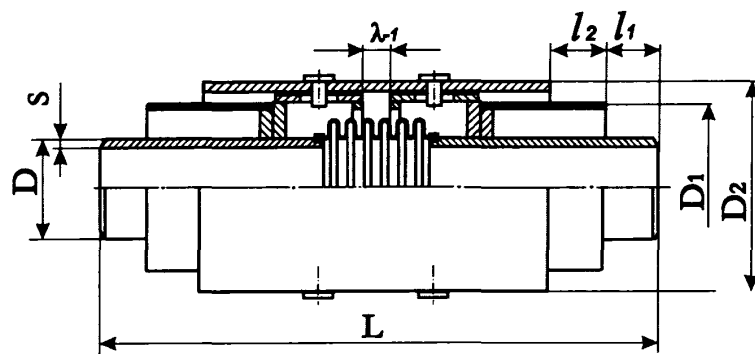
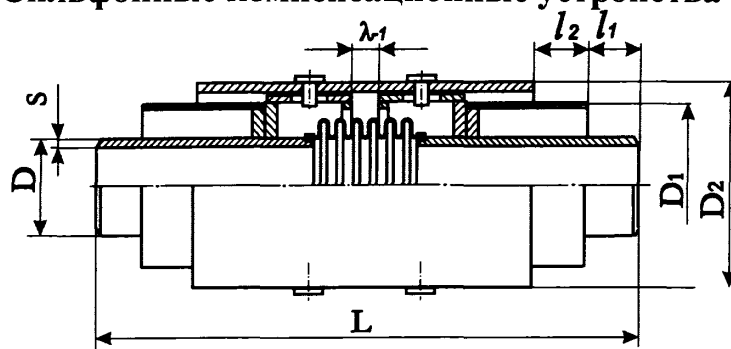


Таблица 21

| Условное обозначение<br>СКУ | Условное<br>давление,<br>$P_y$ ,<br>МПа<br>(кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный<br>диаметр,<br>$D_y$ ,<br>мм | Размеры, мм |     |                |                |      |       |       | Ампли-<br>туда<br>осевого<br>хода,<br>$\pm \Delta$ ,<br>мм | Кэффи-<br>циент<br>местного<br>сопротив-<br>ления<br>$\xi$ | Жесткость<br>осевого<br>хода,<br>$C_\lambda$ ,<br>кгс/см | Эффек-<br>тивная<br>площадь,<br>$S_{\Phi_2}$ ,<br>см <sup>2</sup> |
|-----------------------------|---|---------------------------------------|-------------|-----|----------------|----------------|------|-------|-------|--|--|--|---|
|                             |   |                                       | D           | s   | D <sub>1</sub> | D <sub>2</sub> | L    | $l_1$ | $l_2$ |  |  |  |   |
| СКУ.ППМ.І-16-125-90         | 1,6<br>(16)   | 125                                   | 133         | 4   | 257            | 325            | 1220 | 150   | 120   | 45   | 0,220  | 244  | 190   |
| СКУ.ППМ.І-16-150-100        |   | 150                                   | 159         | 4,5 | 257            | 325            | 1230 |       |       | 50   | 0,200  | 218  | 279   |
| СКУ.ППМ.І-16-200-140        |   | 200                                   | 219         | 6   | 309            | 377            | 1410 |       |       | 70   | 0,115  | 291  | 452   |
| СКУ.ППМ.І-16-250-160        |   | 250                                   | 273         | 7   | 359            | 426            | 1650 | 210   | 140   | 80   | 0,103  | 350  | 680   |
| СКУ.ППМ.І-16-300-180        |   | 300                                   | 325         |     | 412            | 480            | 1680 |       |       | 90   | 0,087  | 321  | 960   |
| СКУ.ППМ.І-16-400-190        |   | 400                                   | 426         |     | 517            | 580            | 1720 |       |       | 95   | 0,113  | 579  | 1575  |
| СКУ.ППМ.І-16-500-200        |   | 500                                   | 530         | 8   | 616            | 720            | 1750 |       | 150   | 100  | 0,093  | 608  | 2444  |
| СКУ.ППМ.І-16-600-200        |   | 600                                   | 630         |     | 750            | 820            | 1780 |       |       |  | 0,080  | 613  | 3419  |
| СКУ.ППМ.І-16-700-210        |   | 700                                   | 720         |     | 860            | 920            | 1810 |       |       |  | 0,060  | 698  | 4363  |
| СКУ.ППМ.І-16-800-210        |   | 800                                   | 820         | 10  | 960            | 1020           | 1820 |       | 160   | 105  | 0,057  | 637  | 5745  |
| СКУ.ППМ.І-16-900-210        |   | 900                                   | 920         |     | 1060           | 1120           | 1830 |       |       |  | 0,045  | 706  | 7182  |
| СКУ.ППМ.І-16-1000-220       |   | 1000                                  | 1020        |     | 1160           | 1220           | 1850 |       |       |  | 0,040  | 872  | 8638  |

## Сильфонные компенсационные устройства типа ППМ

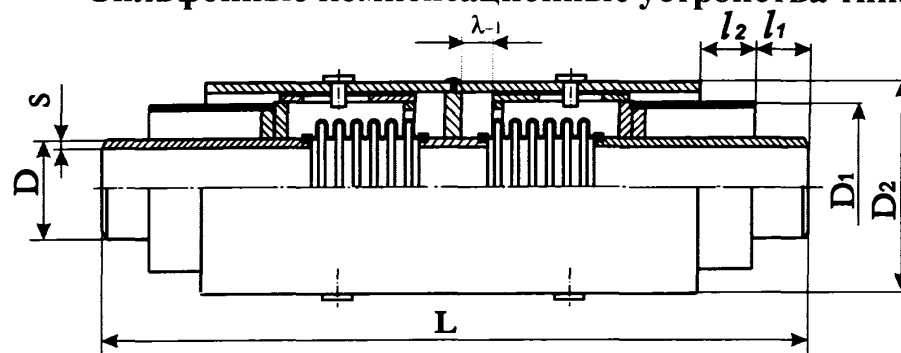


Продолжение таблицы 21

| Условное обозначение<br>СКУ | Условное<br>давление,<br>$P_y$ ,<br>МПа<br>(кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный<br>диаметр,<br>$D_y$ ,<br>мм | Размеры, мм |     |                |                |      |                |                | Ампли-<br>туда<br>осевого<br>хода,<br>$\pm \lambda$ ,<br>мм | Кoeffи-<br>циент<br>местного<br>сопротив-<br>ления<br>$\xi$ | Жесткость<br>осевого<br>хода,<br>$C_\lambda$ ,<br>кгс/см | Эффек-<br>тивная<br>площадь,<br>$S_{\text{эф}}$ ,<br>см <sup>2</sup> |
|-----------------------------|---|---------------------------------------|-------------|-----|----------------|----------------|------|----------------|----------------|---|---|--|--|
|                             |   |                                       | D           | s   | D <sub>1</sub> | D <sub>2</sub> | L    | l <sub>1</sub> | l <sub>2</sub> |   |   |  |  |
| СКУ.ППМ.І-25-50-70          | 2,5<br>(25)   | 50                                    | 57          | 3,5 | 150            | 219            | 1180 | 150            | 120            | 35  | 0,350   | 322  | 68   |
| СКУ.ППМ.І-25-65-70          |   | 65                                    | 76          |     | 150            | 219            | 1180 |                |                | 35  | 0,350   | 322  | 68   |
| СКУ.ППМ.І-25-80-70          |   | 80                                    | 89          |     | 180            | 273            | 1200 |                |                | 35  | 0,300   | 296  | 89   |
| СКУ.ППМ.І-25-100-80         |   | 100                                   | 108         | 4   | 205            | 273            | 1210 |                |                | 40  | 0,260   | 259  | 133  |
| СКУ.ППМ.І-25-125-90         |   | 125                                   | 133         |     | 257            | 325            | 1220 |                |                | 45  | 0,220   | 366  | 190  |
| СКУ.ППМ.І-25-150-100        |   | 150                                   | 159         |     | 257            | 325            | 1230 |                |                | 50  | 0,200   | 326  | 279  |
| СКУ.ППМ.І-25-200-140        |   | 200                                   | 219         | 6   | 309            | 377            | 1410 |                | 130            | 70  | 0,115   | 387  | 452  |
| СКУ.ППМ.І-25-250-160        |   | 250                                   | 273         | 7   | 359            | 426            | 1650 | 210            | 140            | 80  | 0,103   | 350  | 680  |
| СКУ.ППМ.І-25-300-180        |   | 300                                   | 325         |     | 412            | 480            | 1680 |                |                | 90  | 0,087   | 401  | 960  |
| СКУ.ППМ.І-25-400-190        |   | 400                                   | 426         |     | 517            | 580            | 1720 |                |                | 95  | 0,113   | 723  | 1575   |
| СКУ.ППМ.І-25-500-200        |   | 500                                   | 530         | 8   | 616            | 720            | 1750 |                | 150            | 100   | 0,093   | 743  | 2444   |
| СКУ.ППМ.І-25-600-200        |   | 600                                   | 630         |     | 750            | 820            | 1780 |                |                |   | 0,080   | 736  | 3419   |
| СКУ.ППМ.І-25-700-210        |   | 700                                   | 720         |     | 860            | 920            | 1810 |                |                |   | 0,060   | 889  | 4363   |
| СКУ.ППМ.І-25-800-210        |   | 800                                   | 820         | 10  | 960            | 1020           | 1820 |                | 160            | 105   | 0,057   | 811  | 5745   |
| СКУ.ППМ.І-25-900-210        |   | 900                                   | 920         |     | 1060           | 1120           | 1830 |                |                |   | 0,045   | 1028   | 7182   |
| СКУ.ППМ.І-25-1000-220       |   | 1000                                  | 1020        |     | 1160           | 1220           | 1850 |                |                |   | 0,040   | 1045   | 8638   |



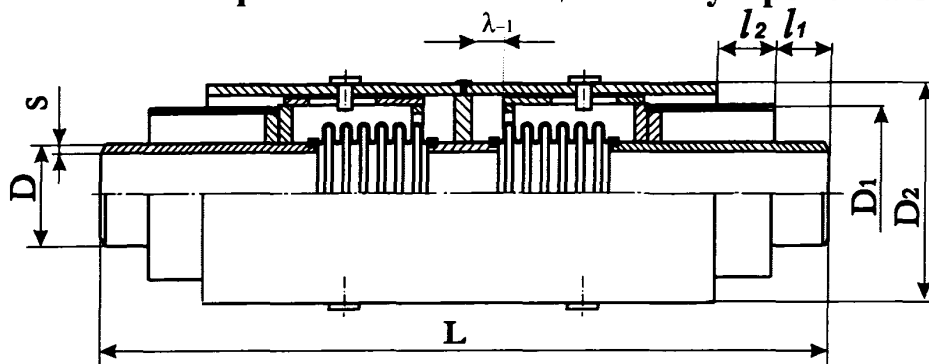
## Сильфонные компенсационные устройства типа ППМ



Продолжение таблицы 21

| Условное обозначение<br>СКУ | Условное<br>давление,<br>$P_y$ ,<br>МПа<br>(кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный<br>диаметр,<br>$D_y$ ,<br>мм | Размеры, мм |     |                |                |      |       |       | Ампли-<br>туда<br>осевого<br>хода,<br>$\pm \lambda$ ,<br>мм | Кoeffи-<br>циент<br>местного<br>сопротив-<br>ления<br>$\xi$ | Жесткость<br>осевого<br>хода,<br>$C_\lambda$ ,<br>кгс/см | Эффек-<br>тивная<br>площадь,<br>$S_{эф}$ ,<br>см <sup>2</sup> |
|-----------------------------|---|---------------------------------------|-------------|-----|----------------|----------------|------|-------|-------|---|---|--|---|
|                             |   |                                       | D           | s   | D <sub>1</sub> | D <sub>2</sub> | L    | $l_1$ | $l_2$ |   |   |  |   |
| 2СКУ.ППМ.І-16-125-180       | 1,6<br>(16)   | 125                                   | 133         | 4   | 257            | 325            | 1600 | 150   | 150   | 90  | 0,220   | 122  | 190   |
| 2СКУ.ППМ.І-16-150-200       |   | 150                                   | 159         | 4,5 | 257            | 325            | 1610 |       |       | 100   | 0,200   | 109  | 279   |
| 2СКУ.ППМ.І-16-200-280       |   | 200                                   | 219         | 6   | 309            | 377            | 1820 |       |       | 140   | 0,115   | 146  | 452   |
| 2СКУ.ППМ.І-16-250-320       |   | 250                                   | 273         | 7   | 359            | 426            | 2020 |       |       | 160   | 0,103   | 175  | 680   |
| 2СКУ.ППМ.І-16-300-360       |   | 300                                   | 325         |     | 412            | 480            | 2130 | 210   | 220   | 180   | 0,087   | 161  | 960   |
| 2СКУ.ППМ.І-16-400-380       |   | 400                                   | 426         |     | 517            | 580            | 2220 |       |       | 190   | 0,113   | 290  | 1575  |
| 2СКУ.ППМ.І-16-500-400       |   | 500                                   | 530         |     | 616            | 720            | 2240 |       | 225   | 200   | 0,093   | 304  | 2444  |
| 2СКУ.ППМ.І-16-600-400       |   | 600                                   | 630         | 8   | 750            | 820            | 2280 |       |       |   | 0,080   | 307  | 3419  |
| 2СКУ.ППМ.І-16-700-420       |   | 700                                   | 720         |     | 860            | 920            | 2350 |       | 230   | 210   | 0,060   | 349  | 4363  |
| 2СКУ.ППМ.І-16-800-420       |   | 800                                   | 820         |     | 960            | 1020           | 2380 |       |       |   | 0,057   | 319  | 5745  |
| 2СКУ.ППМ.І-16-900-420       |   | 900                                   | 920         | 10  | 1060           | 1120           | 2390 |       |       |   | 0,045   | 353  | 7182  |
| 2СКУ.ППМ.І-16-1000-440      |   | 1000                                  | 1020        |     | 1160           | 1220           | 2410 |       |       |   | 0,040   | 436  | 8638  |

## Сильфонные компенсационные устройства типа ППМ



Продолжение таблицы 21

| Условное обозначение<br>СКУ | Условное<br>давление,<br>$P_p$ ,<br>МПа<br>(кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный<br>диаметр,<br>$D_p$ ,<br>мм | Размеры, мм |     |                |                |      |       |       | Амплитуда<br>осевого<br>хода,<br>$\pm \lambda$ ,<br>мм | Коэффициент<br>местного<br>сопротивления<br>$\xi$ | Жесткость<br>осевого<br>хода,<br>$C_\lambda$ ,<br>кгс/см | Эффективная<br>площадь,<br>$S_{эф}$ ,<br>см <sup>2</sup> |
|-----------------------------|---|---------------------------------------|-------------|-----|----------------|----------------|------|-------|-------|--|---|--|--|
|                             |   |                                       | D           | s   | D <sub>1</sub> | D <sub>2</sub> | L    | $l_1$ | $l_2$ |  |   |  |  |
| 2СКУ.ППМ.1-25-50-140        | 2,5<br>(25)   | 50                                    | 57          | 3,5 | 150            | 219            | 1560 | 150   | 145   | 70   | 0,350   | 161  | 68   |
| 2СКУ.ППМ.1-25-65-140        |   | 65                                    | 76          |     | 150            | 219            |      |       |       | 70   | 0,350   | 161  | 68   |
| 2СКУ.ППМ.1-25-80-140        |   | 80                                    | 89          |     | 180            | 273            |      |       |       | 70   | 0,300   | 148  | 89   |
| 2СКУ.ППМ.1-25-100-160       |   | 100                                   | 108         | 4   | 205            | 273            | 1580 |       | 150   | 80   | 0,260   | 130  | 133  |
| 2СКУ.ППМ.1-25-125-180       |   | 125                                   | 133         |     | 257            | 325            | 1600 |       |       | 90   | 0,220   | 183  | 190  |
| 2СКУ.ППМ.1-25-150-200       |   | 150                                   | 159         | 4,5 | 257            | 325            | 1610 |       | 210   | 100  | 0,200   | 163  | 279  |
| 2СКУ.ППМ.1-25-200-280       |   | 200                                   | 219         | 6   | 309            | 377            | 1820 |       |       | 140  | 0,115   | 194  | 452  |
| 2СКУ.ППМ.1-25-250-320       |   | 250                                   | 273         | 7   | 359            | 426            | 2020 | 210   | 215   | 160  | 0,103   | 175  | 680  |
| 2СКУ.ППМ.1-25-300-360       |   | 300                                   | 325         |     | 412            | 480            | 2130 |       |       | 180  | 0,087   | 201  | 960  |
| 2СКУ.ППМ.1-25-400-380       |   | 400                                   | 426         |     | 517            | 580            | 2220 |       | 225   | 190  | 0,113   | 362  | 1575   |
| 2СКУ.ППМ.1-25-500-400       |   | 500                                   | 530         | 8   | 616            | 720            | 2240 |       |       | 200  | 0,093   | 372  | 2444   |
| 2СКУ.ППМ.1-25-600-400       |   | 600                                   | 630         |     | 750            | 820            | 2280 |       |       |  | 0,080   | 368  | 3419   |
| 2СКУ.ППМ.1-25-700-420       |   | 700                                   | 720         |     | 860            | 920            | 2350 |       | 230   | 210  | 0,060   | 445  | 4363   |
| 2СКУ.ППМ.1-25-800-420       |   | 800                                   | 820         | 10  | 960            | 1020           | 2380 |       |       |  | 0,057   | 406  | 5745   |
| 2СКУ.ППМ.1-25-900-420       |   | 900                                   | 920         |     | 1060           | 1120           | 2390 |       |       |  | 0,045   | 514  | 7182   |
| 2СКУ.ППМ.1-25-1000-440      |   | 1000                                  | 1020        |     | 1160           | 1220           | 2410 |       |       |  | 0,040   | 523  | 8638   |

## Сифонные компенсационные устройства типа М

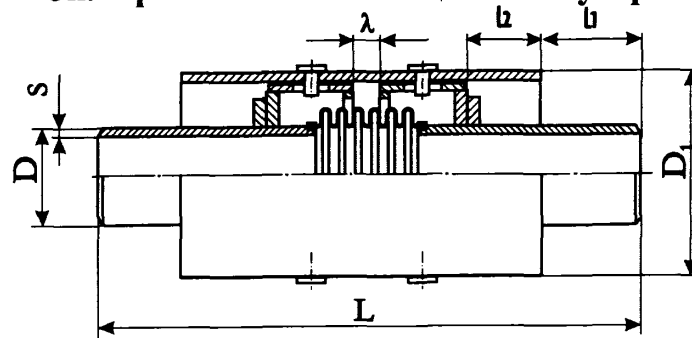
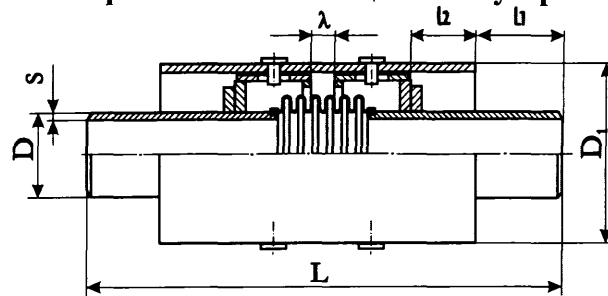


Таблица 22

| Условное обозначение<br>СКУ | Условное<br>давление,<br>$P_y$ ,<br>МПа<br>(кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный<br>диаметр,<br>$D_y$ ,<br>мм | Размеры, мм |     |       |      |       |       | Ампли-<br>туда<br>осевого<br>хода,<br>$\pm \Delta$ ,<br>мм | Кoeffи-<br>циент<br>местного<br>сопротив-<br>ления<br>$\xi$ | Жест-<br>кость<br>осевого<br>хода,<br>$C_A$ ,<br>кгс/см | Эффек-<br>тивная<br>площадь,<br>$S_{\Phi_2}$ ,<br>см <sup>2</sup> | Масса,<br>кг |
|-----------------------------|---|---------------------------------------|-------------|-----|-------|------|-------|-------|--|---|---|---|--------------|
|                             |   |                                       | D           | s   | $D_1$ | L    | $l_1$ | $l_2$ |  |   |   |   |              |
| СКУ. М.И-16-125-90          | 1,6<br>(16)   | 125                                   | 133         | 4   | 273   | 691  | 150   | 25    | 45   | 0,220   | 244   | 190   | 47           |
| СКУ. М.И-16-150-100         |   | 150                                   | 159         | 4,5 |       | 707  |       | 30    | 50   | 0,200   | 218   | 279   | 55           |
| СКУ. М.И-16-200-140         |   | 200                                   | 219         | 6   | 325   | 833  |       | 40    | 70   | 0,115   | 291   | 452   | 106          |
| СКУ. М.И-16-250-160         |   | 250                                   | 273         | 7   | 426   | 862  |       | 45    | 80   | 0,103   | 350   | 680   | 193          |
| СКУ. М.И-16-300-180         |   | 300                                   | 325         |     | 530   | 891  |       | 50    | 90   | 0,087   | 321   | 960   | 214          |
| СКУ. М.И-16-350-180         |   | 350                                   | 377         |     |       | 900  |       |       |  | 0,129   | 400   | 1269  | 202          |
| СКУ. М.И-16-400-190         |   | 400                                   | 426         |     | 630   | 958  |       | 55    | 95   | 0,113   | 579   | 1575  | 265          |
| СКУ. М.И-16-500-200         |   | 500                                   | 530         | 8   | 720   | 1009 |       | 100   | 100  | 0,093   | 608   | 2444  | 362          |
| СКУ. М.И-16-600-200         |   | 600                                   | 630         |     | 820   | 1005 |       |       |  | 0,080   | 613   | 3419  | 434          |
| СКУ. М.И-16-700-210         |   | 700                                   | 720         |     | 920   | 1028 |       | 60    | 105  | 0,060   | 698   | 4363  | 542          |
| СКУ. М.И-16-800-210         |   | 800                                   | 820         |     | 1020  | 1056 |       |       |  | 0,057   | 637   | 5745  | 620          |
| СКУ. М.И-16-900-210         |   | 900                                   | 920         | 10  | 1120  | 1054 |       |       |  | 0,045   | 706   | 7182  | 733          |
| СКУ. М.И-16-1000-220        |   | 1000                                  | 1020        |     | 1220  | 1086 |       | 110   | 0,040  |   | 872   | 8638  | 971          |
| СКУ. М.И-16-1200-220        |   | 1200                                  | 1220        | 14  | 1420  | 1092 |       |       |  |   | 1044  | 12246   | 1410         |
| СКУ. М.И-16-1400-220        |   | 1400                                  | 1420        |     | 1620  | 1098 |       |       |  |   | 1295  | 16600   | 1820         |

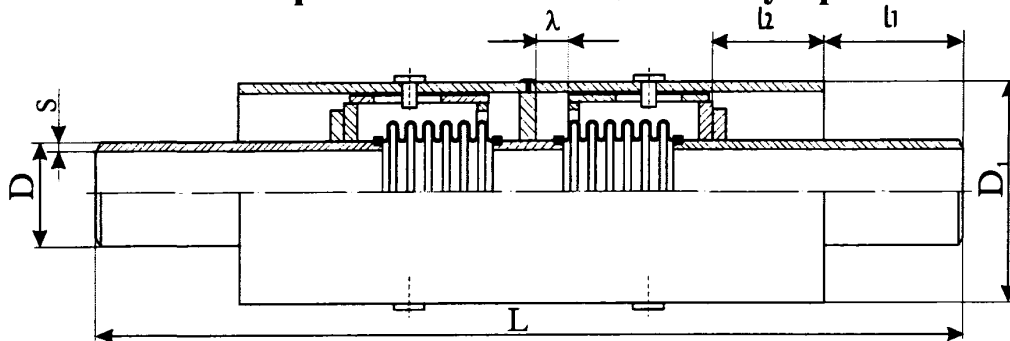
## Сильфонные компенсационные устройства типа М



Продолжение таблицы 22

| Условное обозначение<br>СКУ | Условное<br>давление,<br>$P_n$ ,<br>МПа<br>(кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный<br>диаметр,<br>$D_n$ ,<br>мм | Размеры, мм |     |                |      |       |       | Ампли-<br>туда<br>осевого<br>хода,<br>$\pm \lambda$ ,<br>мм | Кoeffи-<br>циент<br>местного<br>сопротив-<br>ления<br>$\xi$ | Жест-<br>кость<br>осевого<br>хода,<br>$C_\lambda$ ,<br>кгс/см | Эффек-<br>тивная<br>площадь,<br>$S_{эф}$ ,<br>см <sup>2</sup> | Масса,<br>кг |
|-----------------------------|---|---------------------------------------|-------------|-----|----------------|------|-------|-------|---|---|---|---|--------------|
|                             |   |                                       | D           | s   | D <sub>1</sub> | L    | $l_1$ | $l_2$ |   |   |   |   |              |
| СКУ.М.І-25-50-70            | 2,5<br>(25)   | 50                                    | 57          | 3,5 | 159            | 589  | 120   | 20    | 35  | 0,350   | 322   | 68  | 21           |
| СКУ.М.І-25-65-70            |   | 65                                    | 76          |     | 159            | 589  |       |       |   |   | 322   | 68  | 22           |
| СКУ.М.І-25-80-70            |   | 80                                    | 89          |     | 219            | 599  |       |       |   |   | 296   | 89  | 25           |
| СКУ.М.І-25-100-80           |   | 100                                   | 108         | 4   | 219            | 680  | 150   | 25    | 40  | 0,260   | 259   | 133   | 35           |
| СКУ.М.І-25-125-90           |   | 125                                   | 133         |     | 273            | 692  |       | 30    | 45  | 0,220   | 366   | 190   | 48           |
| СКУ.М.І-25-150-100          |   | 150                                   | 159         |     | 273            | 716  |       | 40    | 50  | 0,200   | 326   | 279   | 54           |
| СКУ.М.І-25-200-140          |   | 200                                   | 219         | 6   | 325            | 842  |       | 45    | 70  | 0,115   | 387   | 452   | 95           |
| СКУ.М.І-25-250-160          |   | 250                                   | 273         |     | 426            | 871  |       | 80    | 80  | 0,103   | 350   | 680   | 162          |
| СКУ.М.І-25-300-180          |   | 300                                   | 325         |     | 530            | 892  |       | 50    | 90  | 0,087   | 401   | 960   | 215          |
| СКУ.М.І-25-350-180          |   | 350                                   | 377         | 7   | 530            | 918  |       | 55    | 90  | 0,129   | 560   | 1269  | 219          |
| СКУ.М.І-25-400-190          |   | 400                                   | 426         |     | 630            | 968  |       | 95    | 100   | 0,113   | 723   | 1575  | 258          |
| СКУ.М.І-25-500-200          |   | 500                                   | 530         | 8   | 720            | 1002 |       | 100   | 100   | 0,093   | 743   | 2444  | 376          |
| СКУ.М.І-25-600-200          |   | 600                                   | 630         |     | 820            | 1023 |       | 105   | 105   | 0,080   | 736   | 3419  | 474          |
| СКУ.М.І-25-700-210          |   | 700                                   | 720         |     | 920            | 1044 |       | 60    | 105   | 0,060   | 889   | 4363  | 551          |
| СКУ.М.І-25-800-210          |   | 800                                   | 820         | 10  | 1020           | 1073 |       | 110   | 110   | 0,057   | 811   | 5745  | 662          |
| СКУ.М.І-25-900-210          |   | 900                                   | 920         |     | 1120           | 1069 |       | 110   | 110   | 0,045   | 1028  | 7182  | 803          |
| СКУ.М.І-25-1000-220         |   | 1000                                  | 1020        |     | 1220           | 1102 |       | 110   | 110   | 0,040   | 1045  | 8638  | 989          |
| СКУ.М.І-25-1200-220         |   | 1200                                  | 1220        | 14  | 1420           | 1110 |       | 110   | 110   | 0,040   | 1251  | 12246   | 1417         |
| СКУ.М.І-25-1400-220         |   | 1400                                  | 1420        |     | 1620           | 1118 |       |       |   |   | 1616  | 16600   | 1836         |

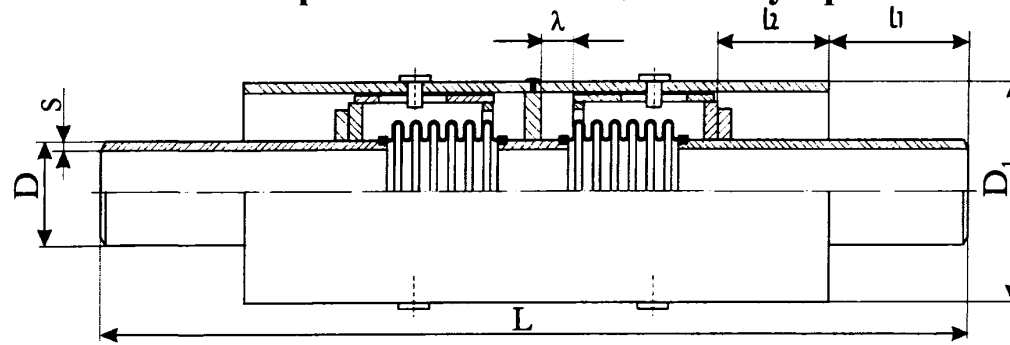
## Сильфонные компенсационные устройства типа М



Продолжение таблицы 22

| Условное обозначение<br>СКУ | Условное<br>давление,<br>$P$ ,<br>МПа<br>(кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный<br>диаметр,<br>$D$ ,<br>мм | Размеры, мм |     |       |      |       |       | Ампли-<br>туда<br>осевого<br>хода,<br>$\pm \lambda$ ,<br>мм | Кэффи-<br>циент<br>местного<br>сопротив-<br>ления<br>$\xi$ | Жест-<br>кость<br>осевого<br>хода,<br>$C_\lambda$ ,<br>кгс/см | Эффек-<br>тивная<br>площадь,<br>$S_{эф}$ ,<br>см <sup>2</sup> | Масса,<br>кг |
|-----------------------------|---|-------------------------------------|-------------|-----|-------|------|-------|-------|---|--|---|---|--------------|
|                             |   |                                     | D           | s   | $D_1$ | L    | $l_1$ | $l_2$ |   |  |   |   |              |
| 2СКУ.М.І-16-125-180         | 1,6<br>(16)   | 125                                 | 133         | 4   | 273   | 1062 | 150   | 50    | 90  | 0,220  | 122   | 190   | 73           |
| 2СКУ.М.І-16-150-200         |   | 150                                 | 159         | 4,5 |       | 1084 |       | 55    | 100   | 0,200  | 109   | 279   | 85           |
| 2СКУ.М.І-16-200-280         |   | 200                                 | 219         | 6   |       | 1326 |       | 75    | 140   | 0,115  | 146   | 452   | 162          |
| 2СКУ.М.І-16-250-320         |   | 250                                 | 273         | 7   | 426   | 1384 |       | 85    | 160   | 0,103  | 175   | 680   | 294          |
| 2СКУ.М.І-16-300-360         |   | 300                                 | 325         |     | 530   | 1492 | 175   | 95    | 180   | 0,087  | 161   | 960   | 353          |
| 2СКУ.М.І-16-350-360         |   | 350                                 | 377         |     |       | 1510 |       |       |   | 0,129  | 200   | 1269  | 337          |
| 2СКУ.М.І-16-400-380         |   | 400                                 | 426         | 8   | 630   | 1616 |       | 100   | 190   | 0,113  | 140   | 1575  | 448          |
| 2СКУ.М.І-16-500-400         |   | 500                                 | 530         |     | 720   | 1694 |       | 105   | 200   | 0,093  | 304   | 2444  | 619          |
| 2СКУ.М.І-16-600-400         |   | 600                                 | 630         |     | 820   | 1720 |       |       |   | 0,080  | 307   | 3419  | 747          |
| 2СКУ.М.І-16-700-420         |   | 700                                 | 720         |     | 920   | 1806 | 200   | 110   | 210   | 0,060  | 349   | 4363  | 938          |
| 2СКУ.М.І-16-800-420         |   | 800                                 | 820         |     | 1020  | 1862 |       |       |   | 0,057  | 318   | 5745  | 1085         |
| 2СКУ.М.І-16-900-420         |   | 900                                 | 920         | 10  | 1120  | 1848 |       |       |   | 0,045  | 353   | 7182  | 1283         |
| 2СКУ.М.І-16-1000-440        |   | 1000                                | 1020        |     | 1220  | 1922 |       | 115   | 220   | 0,040  | 436   | 8638  | 1690         |
| 2СКУ.М.І-16-1200-440        |   | 1200                                | 1220        | 14  | 1420  | 1978 |       |       |   | 0,040  | 522   | 12246   | 2110         |

# Сильфонные компенсационные устройства типа М



Продолжение таблицы 22

| Условное обозначение<br>СКУ | Условное<br>давление,<br>Р,<br>МПа<br>(кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный<br>диаметр,<br>D,<br>мм | Размеры, мм |     |                |      |                |                | Ампли-<br>туда<br>осевого<br>хода,<br>±λ,<br>мм | Кoeffи-<br>циент<br>местного<br>сопротив-<br>ления<br>ξ | Жест-<br>кость<br>осевого<br>хода,<br>Cλ,<br>кгс/см | Эффек-<br>тивная<br>площадь,<br>Sэф,<br>см <sup>2</sup> | Масса,<br>кг |
|-----------------------------|--|----------------------------------|-------------|-----|----------------|------|----------------|----------------|---|---|---|---|--------------|
|                             |  |                                  | D           | s   | D <sub>1</sub> | L    | l <sub>1</sub> | l <sub>2</sub> |   |   |   |   |              |
| 2СКУ.М.І-25-50-140          | 2,5<br>(25)  | 50                               | 57          | 3,5 | 159            | 918  | 120            | 40             | 70  | 0,350   | 161   | 68  | 36           |
| 2СКУ.М.І-25-65-140          |  | 65                               | 76          |     |                | 918  |                |                |   |   |   |   | 36           |
| 2СКУ.М.І-25-80-140          |  | 80                               | 89          |     | 219            | 938  |                |                |   |   |   |   | 40           |
| 2СКУ.М.І-25-100-160         |  | 100                              | 108         | 4   |                | 1030 | 150            | 45             | 80  | 0,260   | 130   | 133   | 56           |
| 2СКУ.М.І-25-125-180         |  | 125                              | 133         |     | 273            | 1064 |                | 50             | 90  | 0,220   | 183   | 190   | 75           |
| 2СКУ.М.І-25-150-200         |  | 150                              | 159         | 4,5 |                | 1102 |                | 55             | 100   | 0,200   | 163   | 279   | 87           |
| 2СКУ.М.І-25-200-280         |  | 200                              | 219         | 6   | 325            | 1344 | 175            | 75             | 140   | 0,115   | 194   | 452   | 165          |
| 2СКУ.М.І-25-250-320         |  | 250                              | 273         | 7   | 426            | 1402 |                | 85             | 160   | 0,103   | 175   | 680   | 298          |
| 2СКУ.М.І-25-300-360         |  | 300                              | 325         |     | 530            | 1496 |                | 95             | 180   | 0,087   | 201   | 960   | 330          |
| 2СКУ.М.І-25-350-360         |  | 350                              | 377         |     |                | 1546 |                |                |   | 0,129   | 280   | 1269  | 350          |
| 2СКУ.М.І-25-400-380         |  | 400                              | 426         | 8   | 630            | 1636 | 200            | 100            | 190   | 0,113   | 362   | 1575  | 561          |
| 2СКУ.М.І-25-500-400         |  | 500                              | 530         |     | 720            | 1714 |                | 105            | 200   | 0,093   | 372   | 2444  | 650          |
| 2СКУ.М.І-25-600-400         |  | 600                              | 630         |     | 820            | 1756 |                |                |   | 0,080   | 368   | 3419  | 790          |
| 2СКУ.М.І-25-700-420         |  | 700                              | 720         | 10  | 920            | 1838 | 200            | 110            | 210   | 0,060   | 445   | 4363  | 1071         |
| 2СКУ.М.І-25-800-420         |  | 800                              | 820         |     | 1020           | 1896 |                |                |   | 0,057   | 406   | 5745  | 1172         |
| 2СКУ.М.І-25-900-420         |  | 900                              | 920         |     | 1120           | 1878 |                |                |   | 0,045   | 514   | 7182  | 1340         |
| 2СКУ.М.І-25-1000-440        |  | 1000                             | 1020        | 14  | 1220           | 1954 | 200            | 115            | 220   | 0,040   | 523   | 8638  | 1780         |
| 2СКУ.М.І-25-1200-440        |  | 1200                             | 1220        |     | 1420           | 2010 |                |                |   | 0,040   | 626   | 12246   | 2221         |

## Сильфонные компенсационные устройства типа АПБ исполнения II

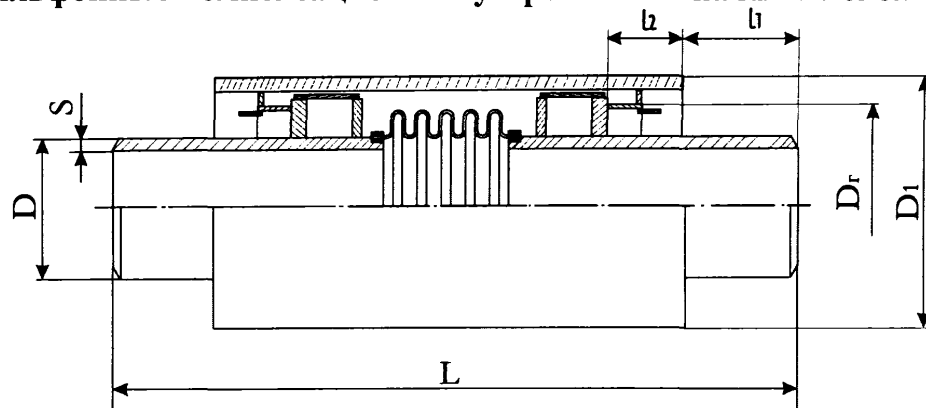


Таблица 23

| Условное обозначение<br>СКУ | Условное<br>давление,<br>$P_p$ ,<br>МПа<br>(кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный<br>диаметр,<br>$D_p$ ,<br>мм | Размеры, мм |     |       |              |      |       |       | Ампли-<br>туда<br>осевого<br>хода,<br>$\pm \Delta$ ,<br>мм | Кэффи-<br>циент<br>местного<br>сопротив-<br>ления<br>$\xi$ | Жесткость<br>осевого<br>хода,<br>$C_d$ ,<br>кгс/см | Эффек-<br>тивная<br>площадь,<br>$S_{эф}$ ,<br>см <sup>2</sup> | Масса,<br>кг |
|-----------------------------|---|---------------------------------------|-------------|-----|-------|--------------|------|-------|-------|--|--|--|---|--------------|
|                             |   |                                       | $D$         | $s$ | $D_1$ | $D_{\Gamma}$ | $L$  | $l_1$ | $l_2$ |  |  |  |   |              |
| СКУ.АПБ.II-16-100-80        | 1,6 (16)  | 100                                   | 108         | 4   | 219   | 161          | 1158 | 150   | 150   | 40   | 0,260  | 259  | 133   | 46           |
| СКУ.АПБ.II-16-125-90        |   | 125                                   | 133         |     |       | 161          | 1169 |       |       | 45   | 0,220  | 244  | 190   | 50           |
| СКУ.АПБ.II-16-150-100       |   | 150                                   | 159         | 4,5 | 273   | 215          | 1175 |       |       | 50   | 0,200  | 218  | 279   | 72           |
| СКУ.АПБ.II-16-200-140       |   | 200                                   | 219         | 6   | 325   | 261          | 1541 |       | 200   | 70   | 0,115  | 291  | 452   | 130          |
| СКУ.АПБ.II-16-250-160       |   | 250                                   | 273         | 7   | 377   | 313          | 1560 |       | 240   | 80   | 0,103  | 350  | 680   | 165          |
| СКУ.АПБ.II-16-300-180       |   | 300                                   | 325         |     | 426   | 362          | 1579 |       |       | 90   | 0,087  | 321  | 960   | 204          |
| СКУ.АПБ.II-16-350-180       |   | 350                                   | 377         |     | 464   | 464          | 1608 |       |       | 0,129  | 400  | 1269   | 274   |              |
| СКУ.АПБ.II-16-400-190       |   | 400                                   | 426         |     | 530   | 464          | 1636 |       | 250   | 95   | 0,113  | 579  | 1575  | 288          |
| СКУ.АПБ.II-16-500-200       |   | 500                                   | 530         | 8   | 630   | 564          | 1650 |       |       | 100  | 0,093  | 608  | 2444  | 364          |
| СКУ.АПБ.II-16-600-200       |   | 600                                   | 630         |     | 820   | 756          | 1663 |       |       | 0,080  | 613  | 3419   | 513   |              |
| СКУ.АПБ.II-16-700-210       |   | 700                                   | 720         |     | 920   | 850          | 1662 |       |       | 0,060  | 698  | 4363   | 671   |              |
| СКУ.АПБ.II-16-800-210       |   | 800                                   | 820         |     | 1020  | 950          | 1754 |       |       | 0,057  | 637  | 5745   | 765   |              |
| СКУ.АПБ.II-16-900-210       |   | 900                                   | 920         | 10  | 1050  | 1050         | 1732 |       |       | 0,045  | 706  | 7182   | 967   |              |
| СКУ.АПБ.II-16-1000-220      |   | 1000                                  | 1020        |     | 1146  |              |      |       |       | 0,040  | 872  | 8638   | 1099  |              |
| СКУ.АПБ.II-16-1200-220      |   | 1200                                  | 1220        | 12  | 1420  | 1346         |      |       |       | 0,040  | 1044   | 16600  | 1473  |              |

## Стартовые сильфонные компенсаторы

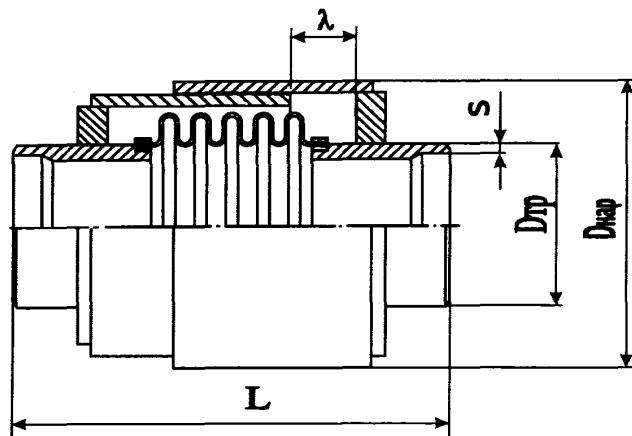


Таблица 24

| Условное обозначение ССК | Условное давление, $P$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | Условный диаметр, $D$ , мм | Размеры, мм |     |           |     |                        | Осевой ход, (сжатие), $\lambda$ , мм | Осевое усилие, кгс | Жесткость осевого хода, $C_\lambda$ , кгс/см | Эффективная площадь, $S_{эф}$ , см <sup>2</sup> | Масса, кг |
|--------------------------|---|----------------------------|-------------|-----|-----------|-----|------------------------|--------------------------------------|--------------------|--|---|-----------|
|                          |   |                            | $D_{тр}$    | $S$ | $D_{нар}$ | $L$ | Катет сварного шва, мм |                                      |                    |  |   |           |
| ССК-25-80-80             | 2,5 (25)  | 80                         | 89          | 5   | 132       | 350 | 11                     | 80                                   | 11184              | 29,0   | 64  | 9         |
| ССК-25-100-110           |   | 100                        | 108         |     | 147       | 400 |                        | 110                                  | 16965              | 24,2   | 84  | 10        |
| ССК-25-125-110           |   | 125                        | 133         |     | 170       | 450 |                        |                                      | 20892              | 21,2   | 123   | 12,5      |
| ССК-25-150-110           |   | 150                        | 159         | 6   | 202       | 550 | 12                     | 140                                  | 29971              | 20,8   | 181   | 26,4      |
| ССК-25-200-140           |   | 200                        | 219         | 7   | 265       |     | 14                     |                                      | 41281              | 66,6   | 365   | 36,5      |
| ССК-25-250-140           |   | 250                        | 273         | 8   | 345       |     | 16                     |                                      | 60036              | 44,8   | 649   | 63,6      |
| ССК-25-300-140           |   | 300                        | 325         |     | 404       |     | 17                     |                                      | 71471              | 42,8   | 919   | 96        |
| ССК-25-350-140           |   | 350                        | 377         |     | 480       |     |                        |                                      | 82907              | 60,0   | 1282  | 110       |
| ССК-25-400-140           |   | 400                        | 426         | 9   | 500       | 650 | 18                     | 170                                  | 93682              | 109,2  | 1452  | 112       |
| ССК-25-500-170           |   | 500                        | 530         |     | 627       |     |                        |                                      | 133204             | 125,9  | 2411  | 200       |
| ССК-25-600-170           |   | 600                        | 630         |     | 735       |     |                        |                                      | 158336             | 127,7  | 3390  | 250       |
| ССК-25-700-170           |   | 700                        | 720         | 10  | 830       |     | 20                     |                                      | 180956             | 88,6   | 4377  | 335       |
| ССК-25-800-170           |   | 800                        | 820         |     | 930       |     |                        |                                      | 206088             | 139,4  | 5688  | 380       |
| ССК-25-900-170           |   | 900                        | 920         | 11  | 1040      |     | 22                     |                                      | 289027             | 151,3  | 7111  | 450       |
| ССК-25-1000-170          |   | 1000                       | 1020        |     | 1135      |     |                        |                                      | 352487             | 235,1  | 8725  | 512       |





## Значения амплитуды осевого хода односильфонных компенсаторов с повышенным ресурсом по назначенной наработке (типа ОПНР, ОПГР, ОПКР, ОПМР)

Таблица 2

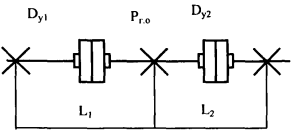
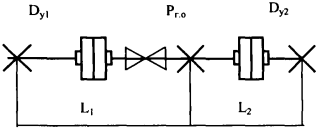
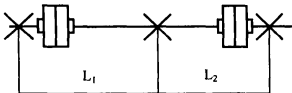
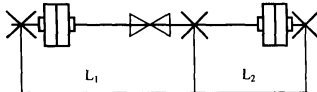
| Условный диаметр, DN, мм | Амплитуда осевого хода, $\pm \lambda_{\Sigma}$ , мм при наработке N, циклов |                        |                       |                       |                         |
|--------------------------|---|------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
|                          | Режим 2   |                        | Режим 3               |                       |                         |
|                          | N = 50<br>(100%режим)   | N = 5000<br>(30%режим) | N = 10<br>(100%режим) | N = 150<br>(70%режим) | N = 10000<br>(20%режим) |
| 50                       | 40  | 12                     | 40                    | 28                    | 8                       |
| 65                       | 40  | 12                     | 40                    | 28                    | 8                       |
| 80                       | 45  | 13,5                   | 45                    | 31,5                  | 9                       |
| 100                      | 60  | 18                     | 60                    | 42                    | 12                      |
| 125                      | 65  | 19,5                   | 65                    | 45,5                  | 13                      |
| 150                      | 75  | 22,5                   | 75                    | 52,5                  | 15                      |
| 200                      | 80  | 24                     | 80                    | 56                    | 16                      |
| 250                      | 90  | 27                     | 90                    | 63                    | 18                      |
| 300                      | 95  | 28,5                   | 95                    | 66,5                  | 19                      |
| 350                      | 95  | 28,5                   | 95                    | 66,5                  | 19                      |
| 400                      | 100   | 30                     | 100                   | 70                    | 20                      |
| 500                      | 105   | 31,5                   | 105                   | 73,5                  | 21                      |
| 600                      | 110   | 33                     | 110                   | 77                    | 22                      |
| 700                      | 110   | 33                     | 110                   | 77                    | 22                      |
| 800                      | 120   | 36                     | 120                   | 84                    | 24                      |
| 900                      | 130   | 39                     | 130                   | 91                    | 26                      |
| 1000                     | 130   | 39                     | 130                   | 91                    | 26                      |
| 1200                     | 130   | 39                     | 130                   | 91                    | 26                      |
| 1400                     | 130   | 39                     | 130                   | 91                    | 26                      |

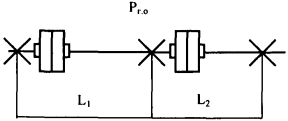
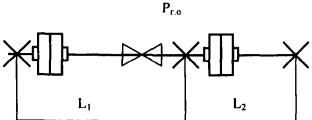
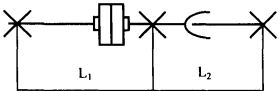
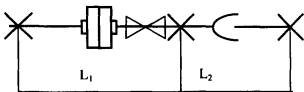
Режимы 2 и 3 табл. 1 и 2 рассчитаны для эксплуатации компенсаторов, как правило, на трубопроводах тепловых сетей.

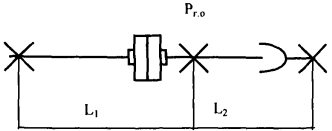
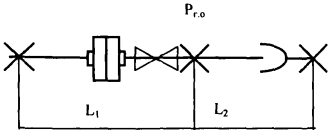
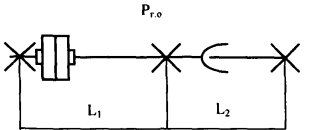
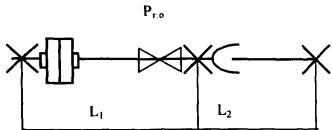
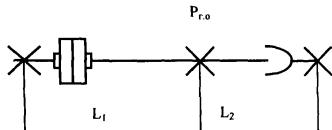
У двухсильфонных компенсаторов значения амплитуды осевого хода,  $\lambda_{\Sigma}$ , на всех режимах вдвое больше.

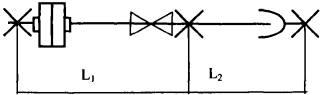
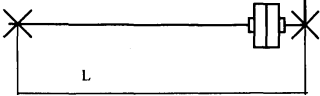
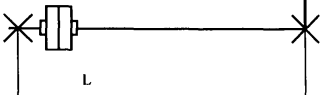
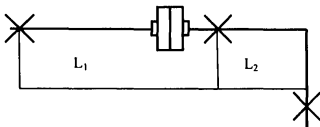
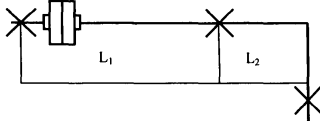
# Приложение 4

## Расчетные формулы для определения суммарных горизонтальных нормативных нагрузок на подвижные опоры труб ( $P_{г.о.}$ , $P_{г.б.}$ )

| Схема расчетного участка трубопровода  | Расчетные формулы  |
|--|--|
| 1  | 2  |
|    | $D_{y1} > D_{y2}$<br>$P_{г.о.} = 1,3P_{ж1} - 0,7P_{ж2} + (P_{p1} - P_{p2})$<br>$D_{y1} = D_{y2}$<br>$P_{г.о.} = 0,6P_{ж}$  |
|    | $P_{г.о.} = 1,3P_{ж1} + P_{p1}$<br>$P_{г.о.} = 1,3P_{ж2} + P_{p2}$   |
|    | $D_{y1} > D_{y2}$<br>$P_{г.о.} = (1,3P_{ж1} + P_{tp1}) - 0,7(P_{ж2} + P_{tp2}) + (P_{p1} - P_{p2})$<br>$P_{г.о.} = (1,3P_{ж1} + P_{tp2}) - 0,7(P_{ж2} + P_{tp1}) + (P_{p1} - P_{p2})$<br>$D_{y1} = D_{y2}$<br>$P_{г.о.} = 0,6P_{ж} + 0,3P_{tp}$<br>$L_1 = L_2$ |
|  | $P_{г.о.} = 1,3P_{ж1} + P_{p1} + P_{tp1}$<br>$P_{г.о.} = 1,3P_{ж2} + P_{p2} + P_{tp2}$   |

| 1   | 2  |
|---|--|
|  <p style="text-align: center;"><math>P_{r.o}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>L_1</math>      <math>L_2</math></p>  | $D_{y1} > D_{y2}$<br>$P_{r.o} = (1,3P_{ж1} + P_{tp1}) - 0,7P_{ж2} + (P_{p1} - P_{p2})$<br>$D_{y1} = D_{y2}$<br>$P_{r.o} = 0,6P_{ж} + P_{tp}$ |
|  <p style="text-align: center;"><math>P_{r.o}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>L_1</math>      <math>L_2</math></p>  | $P_{r.o} = 1,3P_{ж1} + P_{tp1} + P_{p1}$<br>$P_{r.o} = 1,3P_{ж2} + P_{p2}$   |
|  <p style="text-align: center;"><math>P_{r.o}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>L_1</math>      <math>L_2</math></p>  | $P_{r.o} = 1,3P_{ж1} + P_{ps} + P_{tp}^c$  |
|  <p style="text-align: center;"><math>P_{r.o}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>L_1</math>      <math>L_2</math></p> | $P_{r.o} = 1,3P_{ж1} + P_{p1}$<br>$P_{r.o} = P_{tp}^c + P_{ад}$  |

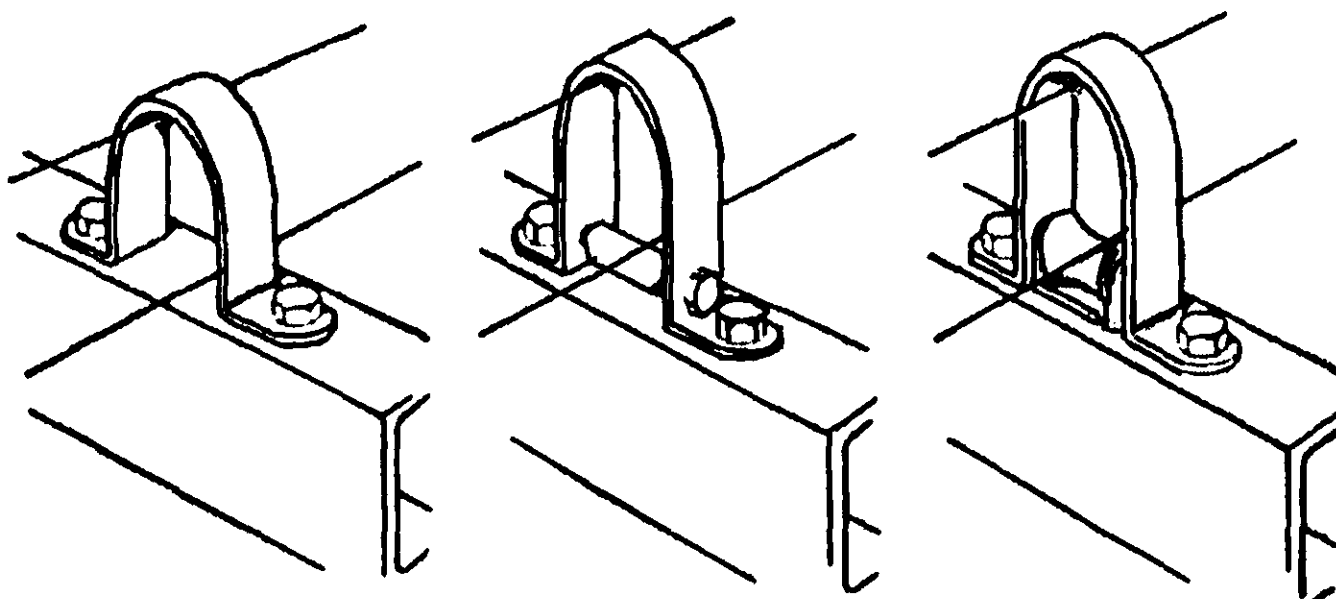
| 1  | 2  |
|--|--|
|    | $P_{r.o} = 1,3P_{ж1} + P_{рв} + P_{тр2} + P_{трс}$   |
|    | $P_{r.o} = 1,3P_{ж1} + P_{р1}$<br>$P_{r.o} = P_{вд} + P_{рв} + P_{тр1} + P_{трс}$  |
|    | $P_{r.o} = 1,3P_{ж1} + P_{рв} + P_{тр1} + P_{трс}$   |
|   | $P_{r.o} = 1,3P_{ж1} + P_{р1} + P_{тр1}$<br>$P_{r.o} = P_{вд} + P_{трс}$   |
|  | $P_{r.o} = 1,3P_{ж1} + P_{рв} + P_{тр1} - 0,7(P_{тр2} + P_{трс})$<br>$P_{r.o} = 1,3P_{ж1} + P_{рб} + P_{тр1} - 0,7P_{тр1} + P_{трс}$ |

| 1  | 2   |
|--|---|
|    | $P_{r.o} = 1,3P_{ж1} + P_{p1} + P_{гp1}$ $P_{r.o} = P_{вд} + P_{гp2} + P_{гpc}$   |
|    | $P_{r.6} = 1,3P_{ж} + P_p$  |
|    | $P_{r.6} = 1,3P_{ж1} + P_p + P_{гp2}$   |
|   | $P_{r.o} = 1,3P_{ж1} + P_{гp2} + P_{p1} - 0,7P_x$ $P_{r.o} = P_{p1} + P_{гp2} - 0,7(1,3P_{ж1})$ $P_{r.6} = P_y$ $P_{r.o} = P_{p1} + 1,3P_{ж} - 0,7 P_{гp2}$ |
|  | $P_{r.o} = 1,3P_{ж1} + P_{гp1} + P_{p1} - 0,7(P_{гp2} + P_x)$ $P_{r.o} = 1,3P_{ж1} + P_{гp2} + P_{p1} - 0,7(P_{гp1} + P_x)$ $P_{r.6} = P_y$                 |

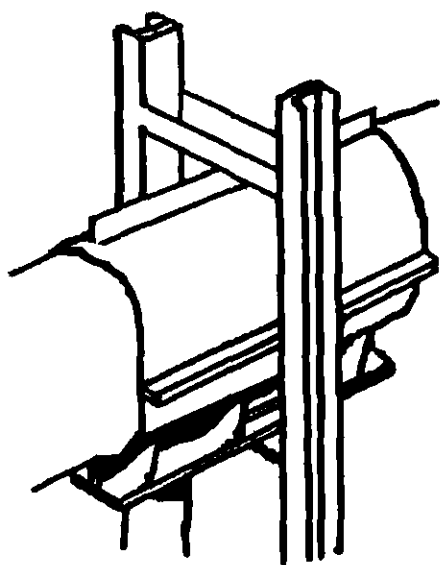
| 1   | 2  |
|---|--|
| <p style="text-align: center;"><math>P_{r.o}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>P_{r.6}</math></p> | $P_{r.o} = 1,3P_{ж1} + P_{p1}$ $P_{r.o} = P_{тp2} + P_x$ $P_{r.6} = P_y$           |
| <p style="text-align: center;"><math>P_{r.o}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>P_{r.6}</math></p> | $P_{r.o} = 1,3P_{ж1} + P_{тp1} + P_{p1}$ $P_{r.o} = P_{тp2} + P_x$ $P_{r.6} = P_y$ |

При нескольких расчетных формулах для одной схемы в качестве нагрузки принимают большую.

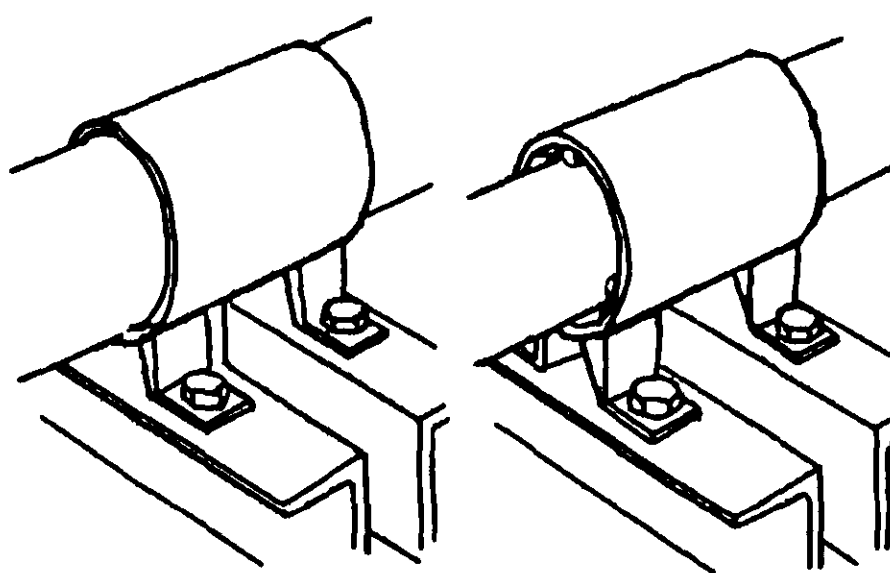
Типичные направляющие, применяемые  
в установках с осевыми компенсаторами



Полосовые направляющие с валиками и без них



Тяжело нагруженный  
направляющий рамочного  
типа



Трубообразные направляющие  
с дистанционными  
кладками и без них