КОМПЕНСАТОР

# РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ РД-3-ВЭП

## ПО ПРИМЕНЕНИЮ ОСЕВЫХ СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ, СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ, СТАРТОВЫХ СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ, СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ, СИСТЕМ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ПАРОПРОВОДОВ

шестая редакция / 2024 год

**Утверждаю**
Генеральный директор
АО «НПП «Компенсатор»
_________________ В.В. Логунов
«22» февраля 2024 г.

# РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ
# РД-3-ВЭП

**ПО ПРИМЕНЕНИЮ ОСЕВЫХ СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ, СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ, СТАРТОВЫХ СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ, СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ, СИСТЕМ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ПАРОПРОВОДОВ**

(Шестая редакция)

Санкт-Петербург
2024

Переработка пятой редакции РД-3-ВЭП, разработанной в 2019 году специалистами АО «НПП «Компенсатор», выполнена в связи с увеличением номенклатуры сильфонных компенсационных устройств, серийно выпускаемых АО «НПП «Компенсатор», на основании расширения номенклатуры предизолированных труб в соответствии с ГОСТ 30732-2020, а также уточнением требований по размещению и монтажу сильфонных компенсационных устройств с целью повышения их надежности при эксплуатации.

Разработка шестой редакции РД-3-ВЭП выполнена специалистами АО «НПП «Компенсатор» под руководством главного конструктора проектов по тепловым сетям Полякова В.Л.

В РД-3-ВЭП использованы материалы, в разное время предоставленные специалистами ОАО «Объединение ВНИПИэнергопром» (Ковылянский Я.А., Умеркин Г.Х., Коротков А.И., Новиков И.Б.), РУП «БелНИПИэнергопром» (В.И. Грушневский), ОАО «УралВНИПИэнергопром» (В.В. Штибен), ООО «ФлоуСистемз» (П.В. Литвин), ОАО «Моспроект» (А.В. Фишер), ГУП «ТЭК Санкт-Петербурга» (В.С. Слепченок), АО «Трест Ленгазтеплострой» (Л.Е. Любецкий), АО «МОЭК-Проект» (А.И. Лейтман), ОАО «НТП «Трубопровод» (В.Я. Магалиф).

Главный конструктор
проектов по тепловым сетям
АО «НПП «Компенсатор» В.Л. Поляков

# Содержание

## ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем РД применены следующие термины:

**Амплитуда осевого (рабочего) хода,** $\lambda_{-1}$ **—** величина перемещения присоединительных поверхностей сильфонного компенсатора (сильфонного компенсационного устройства) от нейтрального положения до минимального и максимального, равная половине ***полного рабочего хода*** *(см. далее).*

**Вероятность безотказной работы** — это вероятность того, что в пределах назначенной наработки или назначенного срока службы отказ сильфонного компенсатора (сильфонного компенсационного устройства) не возникнет.

**Герметичность —** способность сильфонного компенсатора (сильфонного компенсационного устройства) и отдельных их элементов и соединений препятствовать газовому или жидкостному обмену между разделенными средами.

**Жесткость осевая,** $C_{\lambda}$ **—** сопротивление силе в сильфонном компенсаторе, необходимой для достижения сдвига, осевого или углового хода [ГОСТ 25756-83, термин 29].

**Исправное состояние (исправность) сильфонного компенсатора (сильфонного компенсационного устройства) —** состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации [ГОСТ 27.002-89, статья 2.1].

**Компенсирующая способность —** свойство сильфонного компенсатора (сильфонного компенсационного устройства) допускать относительное движение соединяемых конструкций [ГОСТ 25756-83, статья 30]. Величина, равная полному осевому ходу.

**Критерий предельного состояния** — признак или совокупность признаков предельного состояния объекта, установленных нормативно-технической документацией и (или) конструкторской (проектной) документацией [ГОСТ 27.002-89, статья 2.6].

**Максимальное состояние сильфонного компенсатора (сильфонного компенсационного устройства)** — наибольшая длина сильфонного компенсатора (сильфонного компенсационного устройства).

**Минимальное состояние сильфонного компенсатора (сильфонного компенсационного устройства)** — наименьшая длина сильфонного компенсатора (сильфонного компенсационного устройства).

**Назначенная наработка** — суммарная продолжительность работы сильфонного компенсатора (сильфонного компенсационного устройства), при достижении которой эксплуатация объекта должна быть прекращена независимо от его технического состояния.

**Назначенный срок службы —** календарная продолжительность эксплуатации, при достижении которой эксплуатация объекта должна быть прекращена независимо от его технического состояния [ГОСТ 32935-2014, пункт 3.1.7].

**Наработка сильфонного компенсатора (сильфонного компенсационного устройства) —** продолжительность работы сильфонного компенсатора (сильфонного компенсационного устройства) в циклах [ГОСТ 32935-2014, пункт 3.1.8].

**Номинальное давление, PN** — наибольшее избыточное рабочее давление при температуре проводимой среды 293 К (20 °С), при котором обеспечивается заданный срок службы (ресурс) сильфонного компенсатора (сильфонного компенсационного устройства), имеющего определенные размеры, обоснованные расчетом на прочность при выбранных материалах и характеристиках их прочности при температуре 293 К (20 °С).

**Номинальный диаметр, DN** — параметр, применяемый при описании трубопроводных систем, характеризующий признак при монтаже и подгонке друг к другу деталей трубопровода (труб, фитингов, арматуры, сильфонных компенсаторов, сильфонных компенсационных устройств).

**Окружающая среда** — среда, внешняя по отношению к сильфонным компенсаторам (сильфонным компенсационным устройствам), определяющая ряд эксплуатационных требований к сильфонным компенсаторам (например, герметичность), параметры которой (температура, давление, химический состав, влажность и др.) учитываются при установлении технических характеристик сильфонных компенсаторов (сильфонных компенсационных устройств).

**Отказ —** событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта [ГОСТ 27.002-89, статья 3.3].

**Осевой ход (полный рабочий ход),** $2\cdot\lambda_{-1}$ — величина перемещения присоединительных поверхностей сильфонного компенсатора (сильфонного компенсационного устройства) от минимального состояния до максимального или наоборот.

**Предельное состояние —** состояние сильфонного компенсатора (сильфонного компенсационного устройства), при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна.

**Пробное давление,** $P_{пр}$ **—** избыточное давление, при котором следует проводить гидравлическое испытание сильфонного компенсатора (сильфонного компенсационного устройства) на прочность водой при температуре не менее 278 К (5 °С) и не более 313 К (40 °С), если в документации не указана другая температура.



**Проводимая среда (теплоноситель) —** среда, протекающая через сильфонные компенсаторы (сильфонные компенсационные устройства).

**Работоспособное состояние —** состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативной и (или) конструкторской (проектной) документации [ГОСТ 27.002-89, статья 2.3].

**Рабочее давление,** $P_{вн}$ — наибольшее избыточное давление, при котором возможна длительная работа сильфонного компенсатора (сильфонного компенсационного устройства) при выбранных материалах и заданной температуре.

**Распорное усилие,** $P_р$ — усилие, действующее на трубопровод и неподвижные опоры, обусловленное установкой осевых компенсаторов (сильфонных, сальниковых) и сильфонных компенсирующих устройств, при возникновении в трубопроводе избыточного давления.

**Расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления** — средняя температура наиболее холодных пятидневок из восьми наиболее холодных зим за 50 лет (справочная информация) по СП 131.13330.2012.

**Ресурс** — суммарная наработка сильфонного компенсатора (сильфонного компенсационного устройства) от начала эксплуатации до наступления предельного состояния.

Сильфон — осесимметричная упругая оболочка, разделяющая среды и способная под действием давления, температуры, силы или момента силы совершать линейные, сдвиговые, угловые перемещения или преобразовывать давление в усилие [ГОСТ 22743-85, термин 1].

**Сильфонное компенсационное устройство (СКУ)** — устройство, состоящее из одного или нескольких сильфонных компенсаторов, заключенных в корпус или ряд корпусов, обеспечивающих выполнение компенсаторами своих функций и защищающих компенсаторы от внешних воздействий.

**Сильфонный компенсатор (СК)** — устройство, состоящее из сильфона (сильфонов) и арматуры, способное поглощать или уравновешивать относительные движения определенной величины и частоты, возникающие в герметично соединяемых конструкциях и проводить в этих условиях пар, жидкости и газы [ГОСТ 25756-83, термин 1].

**Система оперативного дистанционного контроля (СОДК)** — система, предназначенная для контроля состояния теплоизоляционного слоя пенополиуретана предварительно изолированных трубопроводов и обнаружения участков с повышенной влажностью изоляции.

**Срок службы** — календарная продолжительность эксплуатации сильфонного компенсатора (сильфонного компенсационного устройства) от ее начала до наступления предельного состояния.

**Стартовый сильфонный компенсатор (ССК)** — сильфонное компенсационное устройство, срабатывающее один раз при пуске тепловой сети.

**Цикл деформации сильфонного компенсатора (сильфонного компенсационного устройства) —** единичный процесс перемещения одной присоединительной поверхности сильфонного компенсатора (сильфонного компенсационного устройства) относительно другой и возвращение их в исходное положение [ГОСТ 25756-83, термин 40].

**Эффективная площадь,** $S_{эф}$ — площадь поперечного сечения сильфона, соответствующая среднему диаметру гофров.

## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

**DN** — номинальный диаметр, мм;

**N** — назначенная наработка, циклов;

**PN** — номинальное давление, МПа;

**ГВС** — горячее водоснабжение;

**НО** — неподвижная опора. В настоящем РД упоминаются следующие типы неподвижных опор:

**КНО** — концевая неподвижная опора;

**ПНО** — промежуточная неподвижная опора;

**УНО** — условно неподвижная опора;

**ППМИ** — пенополимерминеральная теплоизоляция;

**ППУ** — пенополиуретан;

**РД** — руководящий документ;

**СК** — сильфонный компенсатор;

**СКУ** — сильфонное компенсационное устройство;

**СО** — скользящая опора;

**СОДК** — система оперативного дистанционного контроля;

**ССК** — стартовый сильфонный компенсатор;

**ЭД** — эксплуатационная документация;

$2 \cdot \lambda_{-1}$ — осевой ход (полный рабочий ход), мм;

$S_{эф}$ — эффективная площадь поперечного сечения СК (ССК, СКУ): $\boxed{S_{эф} = \mathbf{0{,}785} \cdot D^2_{ср.сильфона}\text{, см}^2}$ **(0.1)**;

$C_\lambda$ — жесткость осевая, Н/см;

$L$ — расстояние между неподвижными опорами, м;

$L_{подв}$ — расстояние между направляющими (скользящими) опорами, м;

$L_{ск}$ $(L_{ску})$ — паспортная длина СК (СКУ) в состоянии поставки, мм;

$P_p$ — распорное усилие сильфонных компенсаторов, Н;

$C_\lambda$ — осевая жесткость сильфонных компенсаторов, Н;

$P_{тр}$ — сила трения теплопровода в подвижных опорах на участках канальных и наземных прокладок, или трения о грунт на участках бесканальной прокладки, Н;

$P_{вн}$ — внутреннее давление в трубопроводе, Н/мм²;

$F_{ст}$ — площадь поперечного сечения стенки трубы, мм²;

$F_{пл}$ — площадь действия внутреннего давления: $\boxed{F_{пл} = \left(\mathbf{0{,}785} \cdot D^2_{вн}\right)\text{, мм}^2}$ **(0.2)**;

$D_н$ — 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;

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

$t_о$ — расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления (средняя температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92), °С;

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

$t_э$ — минимальная температура в условиях эксплуатации, °С (см. п. 5.7.3.2);

$t_{мин}$ — абсолютная минимальная температура воздуха, зафиксированная в регионе, °С;

$t_{защ}$ — температура защемления для СКУ, °С (см. п. 5.7.2.1);

$t_{гр}$ — среднестатистическая температура промерзания грунта на глубине оси теплопровода;

$t_{зам}$ — температура замыкания ССК (см. п. 5.7.3.1);

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

$\mu$ — коэффициент трения;

$\varphi$ — угол внутреннего трения грунта в градусах;

$\varphi_д$ — коэффициент снижения прочности сварного шва при расчете на давление, Н/мм²;

$\varphi_и$ — коэффициент снижения прочности сварного шва при расчете на изгиб, Н/мм²;

$\gamma_{пульпы}$ — удельный вес пульпы, Н/м³;

$\omega_{пульпы}$ — объем пульпы, вытесненной теплопроводом, м³/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/м³;

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

$\Re_{ст}$ — вертикальная стабилизирующая нагрузка на 1 м трубы, Н/м;

$S_{сдвига}$ — сдвигающая сила, возникающая в результате действия давления грунта в состоянии покоя, Н/м;.

$\sigma_{расч}$ — расчетное осевое напряжение в трубе, Н/мм²;

$\sigma_ж$ — напряжение в трубе от силы жесткости сильфона СК, Н/мм²;

$\sigma_{из}$ — напряжение от собственного веса теплопровода, Н/мм²;

$\sigma_{раст}$ — растягивающее окружное напряжение от внутреннего давления, Н/мм²;

$\sigma_{доп}$ — допускаемое осевое напряжение в трубе, Н/мм²;

$\sigma_{ос}$ — дополнительное напряжение, возникающее в трубе при остывании от $(t_о)$ до $(t_{мин})$;

$[\sigma]$ — номинальное значение допускаемого напряжения материала;

$Q$ — осевое (сжимающее, растягивающее) усилие в трубе, Н;

$W$ — момент сопротивления поперечного сечения стенки трубы: $\boxed{W = \mathbf{0{,}1} \cdot \left(D_н^4 - D_{вн}^4\right) / D_н\text{, см}^3}$ **(0.3)**;

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

$J$ — момент инерции трубы: $\boxed{J = \mathbf{0{,}05} \cdot \left(D_н^4 - D_{вн}^4\right)\text{, см}^4}$ **(0.4)**;

$E$ — модуль Юнга (модуль упругости) — для стали 210 ГПа.

# 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящий РД разработан в соответствии с действующим на территории Российской Федерации СНиП 10-01-2003 «Система нормативных документов в строительстве. Основные положения».

1.2. Настоящий РД распространяется на тепловые сети, трубопроводы горячего водоснабжения (далее — ГВС) и паропроводы, 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. В настоящем РД содержатся рекомендации по применению серийно изготавливаемых АО «НПП «Компенсатор» металлических сильфонных компенсаторов (далее — СК) по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ, сильфонных компенсационных устройств (далее — СКУ) по ИЯНШ.30026.033ТУ и стартовых сильфонных компенсаторов (далее — ССК) по техническим условиям ИЯНШ.300260.035ТУ для компенсации температурных деформаций трубопроводов тепловых сетей и паропроводов.

1.4. Действие настоящего РД **не распространяется на СК, ССК и СКУ, изготавливаемые другими предприятиями по другим техническим условиям.**

1.5. СК, СКУ и ССК могут применяться в районах с сейсмичностью до 9 баллов в соответствии с требованиями СП 124.13330.2012 и с расчетной температурой окружающего воздуха для проектирования отопления выше 213 К (минус 60 °С).

1.6. СК, СКУ и ССК соответствуют требованиям технического регламента Таможенного союза ТР ТС 032/2013 «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением» и требованиям ФНП в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением».

1.7. СК, СКУ и ССК, предназначенные для трубопроводов тепловых сетей, соответствуют требованиям ГОСТ 32935-2014 «Компенсаторы сильфонные металлические для тепловых сетей. Общие технические условия».

1.8. СКУ по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ в пенополиуретановой тепловой изоляции в части тепловой изоляции, а также ССК по техническим условиям ИЯНШ.300260.035ТУ соответствуют требованиям ГОСТ 30732-2006 «Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой. Технические условия».

1.9. СКУ типа ППМ по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ в части тепловой изоляции соответствуют требованиям ГОСТ Р 56227-2014 «Трубы и фасонные изделия стальные в пенополимерминеральной изоляции. Технические условия» и 012.РД-001.003 «Руководящий документ по проектированию и строительству тепловых сетей в пенополимерминеральной (ППМ) изоляции диаметром 25–1000 мм».

1.10. СК и СКУ, предназначенные для трубопроводов тепловых сетей, соответствуют требованиям Государственного стандарта Республики Беларусь СТБ 2201-2011 «Компенсаторы сильфонные и сильфонные компенсационные устройства для тепловых сетей. Общие технические условия».

1.11. СК, СКУ и ССК, предназначенные для трубопроводов тепловых сетей, соответствуют требованиям СТО НП «РТ» 70264433-4-6-2010 «Компенсаторы сильфонные и сильфонные компенсационные устройства для тепловых сетей. Общие технические требования».

1.12. В общем случае СК, СКУ и ССК не требуют обслуживания при эксплуатации и относятся к неремонтируемым изделиям.

1.13. СК, СКУ и ССК при эксплуатации являются взрывобезопасными изделиями. Их конструкция не вызывает искрообразования при работе.

1.14. Основные параметры и характеристики проводимой среды для СК, СКУ и ССК производства АО «НПП «Компенсатор»:

| Параметр | Значение |
|---|---|
| проводимая среда | вода пресная сетевая, вода систем ГВС, вода питьевая, пар |
| условное давление PN | 1,6 и 2,5 МПа |
| температура проводимой среды | до 200 °С для воды<br>до 350 °С для пара |
| максимальная скорость проводимой среды | 8 м/с для воды<br>40 м/с для пара |
| допустимое содержание хлор-ионов в проводимой среде при температуре до 150 °С | 250 мг/л, на основании выполненной ОКР (см. отчет ОАО «НПО ЦКТИ» № 13/143-06) |

1.15. СК, СКУ и ССК в процессе изготовления подвергаются испытаниям на прочность при действии пробного давления, $P_{пр}$, равного 1,25.PN.

1.16. СК, СКУ и ССК в процессе изготовления испытаны на герметичность. Класс герметичности IV по ОСТ5Р.0170-81.

1.17. В конструкциях СК, ССК и СКУ применены многослойные сильфоны, которые:

– выдерживают высокие давления, сохраняя параметр жесткости на низком уровне;

– позволяют обеспечить большую компенсирующую способность при гарантированном числе циклов.

1.18. Сильфоны, применяемые в СК, ССК и СКУ, изготавливаются методом гидравлической формовки и методом формования резиновыми эластомерами, при которых обеспечиваются:

– отсутствие утонения стенок обечаек, составляющих основу многослойного сильфона;

– отсутствие эффекта наклепа на поверхности гофров сильфона;

– отсутствие эффекта образования концентраторов напряжений.

1.19. СК и СКУ в процессе изготовления подвергаются испытаниям на термостойкость (герметичность межслойного пространства) методом контрольного прогрева в предварительно нагретой печи до температуры (548±25 К ((275±25) °С) выдержкой изделия при этой температуре в течение 1 часа.

1.20. При проектировании систем централизованного теплоснабжения, определении оптимальной конфигурации разветвленных схем тепловых сетей, расчете максимально допустимой заданным уровнем надежности, протяженности нерезервированных и тупиковых участков следует учитывать следующие количественные показатели надежности конструкции компенсаторов:

| Показатель надежности | Значение |
|---|---|
| показатель долговечности назначенный срок службы СК, СКУ и ССК | не менее 30 лет |
| показатель безотказности вероятность безотказной работы для назначенной наработки | не менее 0,95 |
| готовность к нормальной работе | на уровне 0,999 |
| показатель сохраняемости: срок сохраняемости компенсаторов до ввода в эксплуатацию | не менее 5 лет |
| гарантийный срок эксплуатации СК, СКУ и ССК (с момента ввода в эксплуатацию) | 10 лет* |

**при условии соблюдения всех требований технических условий на их поставку и настоящего РД.*

1.21. Назначенная наработка СК и СКУ рассчитана из условия, что число пусков трубопроводной системы из холодного состояния за назначенный срок службы не превысит 3000 циклов. Назначенная наработка СК и СКУ по эквивалентному разрушающему воздействию удовлетворяет реальной температурной истории трубопровода за срок его эксплуатации.

1.21.1. Назначенная наработка СК и СКУ, применяемых в паропроводах, составляет 3000 циклов. Для случаев, когда при проектировании за основу циклических температурных деформаций взято значение назначенной наработки, суммарно не превышающее 1000 циклов, осевой ход СК или СКУ принимается значение соответствующее назначенной наработке в 1000 циклов (см. таб. 6).

1.21.2. Применительно к трубопроводам тепловых сетей:

1.21.2.1. Полная назначенная наработка СК и СКУ при циклических перемещениях под действием осевого усилия и внутреннего давления, равного PN, суммируется по трем условным режимам эксплуатации:

1) аварийному (100%) режиму с максимальными амплитудами: компенсация деформаций теплопровода при изменении температуры от расчетной температуры наружного воздуха для проектирования отопления ($t_0$) до максимальной расчетной температуры теплоносителя ($t_1$) — расчет на 10 циклов;

2) пусковому (70%) режиму: компенсация деформаций трубопровода при изменении температуры от минимальной до максимальной расчетной температуры теплоносителя — расчет на 150 циклов с амплитудой, равной 70% от максимальной;

3) эксплуатационному (20%) режиму: компенсация деформаций трубопровода при изменении температуры теплоносителя ±200 от средней эксплуатационной — расчет на 10 000 циклов с амплитудой, равной 20% от максимальной.

1.21.3. Осевое перемещение СК и СКУ:

– при 100% режиме должно осуществляться от максимально сжатого до максимально растянутого состояния СК или СКУ и составлять величину 2·λ-1, указанную в **таблице 7**;

– при 70% и 20% режимах осуществляется от произвольного состояния СК, СКУ, при этом предельные перемещения должны находиться в диапазоне амплитуды осевого хода λ-1, установленного для 100% режима, указанного в **таблице 7**.

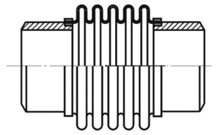
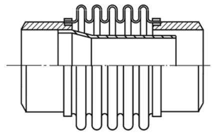
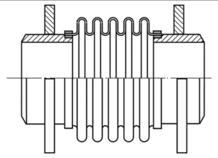
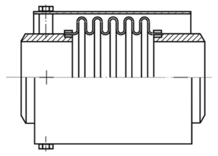
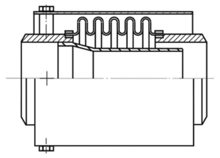
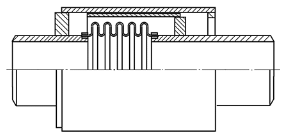
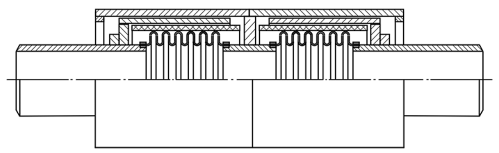
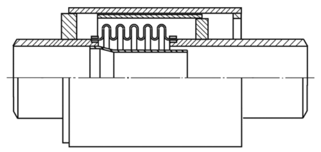
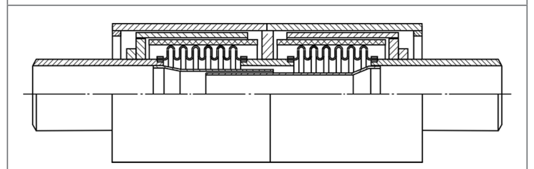
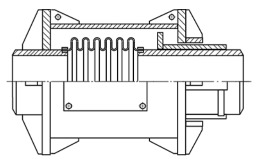
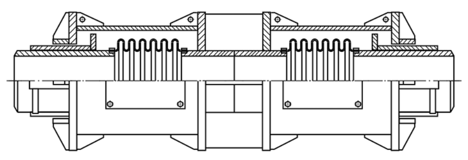
1.21.4. Расчеты трубопроводов тепловых сетей с осевыми СК и СКУ должны производиться исходя из 100% режима компенсации деформаций (максимальный осевой ход СК, СКУ) теплопровода при изменении температуры от расчетной температуры наружного воздуха для проектирования отопления до максимальной расчетной температуры теплоносителя.

1.21.5. Назначенная наработка стартовых сильфонных компенсаторов (ССК) при нагружении перемещениями при вводе тепловой сети в эксплуатацию — 1 цикл, при нагружении 15% ходом от полного осевого хода в период выполнения работ по монтажу трубопровода — 100 циклов.

1.22. Назначенная наработка и вероятность безотказной работы СК, СКУ и ССК подтверждены квалификационными испытаниями и постоянно подтверждаются периодическими испытаниями в соответствии с требованиями ГОСТ 28697-90 и ГОСТ 32935-2014.

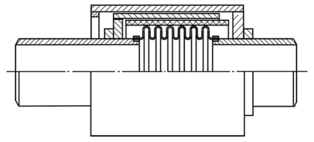
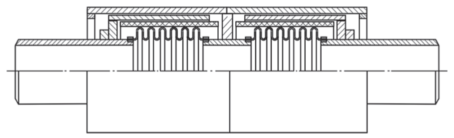
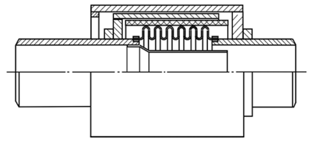
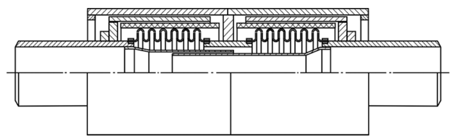
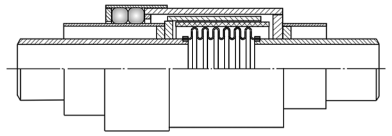
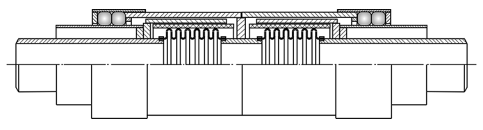
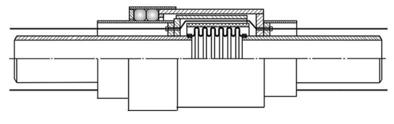
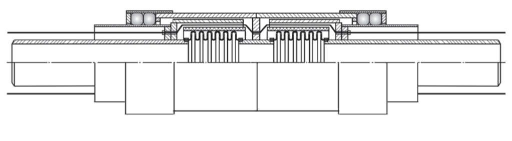
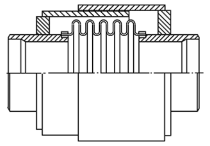
## 2. ТИПЫ СИЛЬФОННЫХ КОМЕНСАТОРОВ И СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ

### 2.1. Типы осевых сильфонных компенсаторов

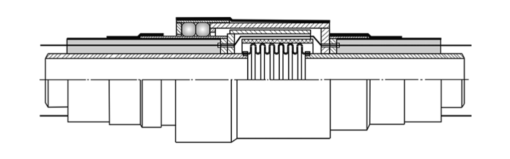
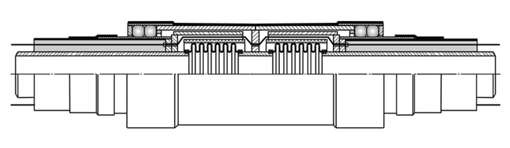
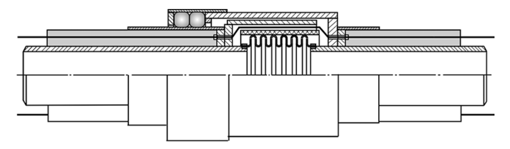
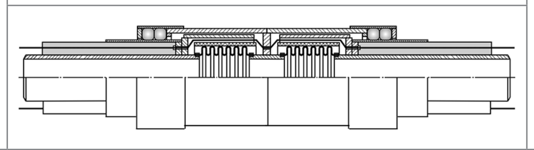
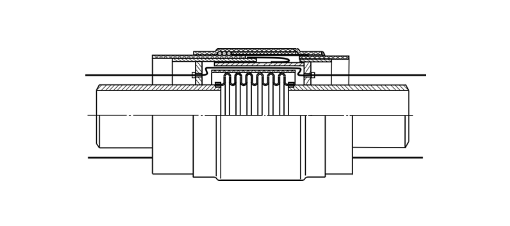
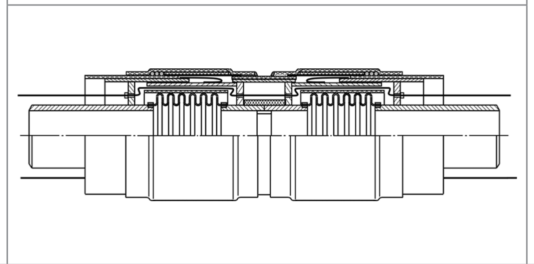
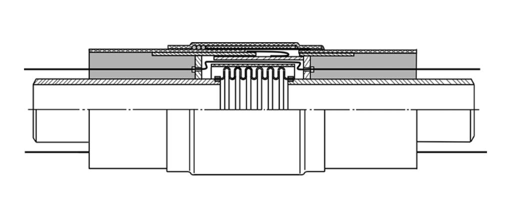
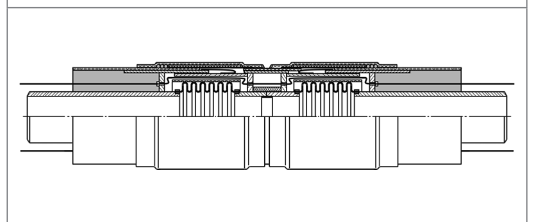
| Тип | Внешний вид | Краткое описание |
|---|---|---|
| ОПН (ОПНР) |  | Сильфонный компенсатор, состоящий из сильфона и присоединительных патрубков под приварку к трубопроводу. |
| ОПГ |  | Сильфонный компенсатор, состоящий из сильфона и присоединительных патрубков под приварку к трубопроводу, с установленным внутренним направляющим патрубком. |
| ОПФН |  | Сильфонный компенсатор, состоящий из сильфона и присоединительных патрубков под приварку к трубопроводу, с установленными опорными фланцами. |
| ОПК |  | Сильфонный компенсатор, состоящий из сильфона и присоединительных патрубков под приварку к трубопроводу, с установленным стационарным не силовым защитным кожухом. |
| ОПМ |  | Сильфонный компенсатор, состоящий из сильфона и присоединительных патрубков под приварку к трубопроводу, с установленным стационарным не силовым защитным кожухом и внутренним направляющим патрубком. |
| ОПКР |   | Односильфонный и двухсильфонный компенсаторы, состоящие из одного или двух сильфонов и присоединительных патрубков под приварку к трубопроводу, с усиленным двойным (телескопическим) защитным кожухом. Конструкцией предусмотрено ограничение от сверхдопустимых деформаций сильфона (ограничители сжатия-растяжения). Наружная поверхность сильфонов и патрубков имеет антикоррозионное гидрозащитное покрытие. |
| ОПМР |   | Односильфонный и двухсильфонный компенсаторы, состоящие из одного или двух сильфонов и присоединительных патрубков под приварку к трубопроводу, с усиленным двойным (телескопическим) защитным кожухом, и внутренним направляющим патрубком. Конструкцией предусмотрено ограничение от сверхдопустимых деформаций сильфона (ограничители сжатия-растяжения). Наружная поверхность сильфонов и патрубков имеет антикоррозионное гидрозащитное покрытие. |
| КСО (КСОР) |   | Одноблочный и двухблочный сильфонные компенсаторы, состоящие из одного или двух сильфонов и присоединительных патрубков под приварку к трубопроводу, с установленным усиленным защитным кожухом и наружными направляющими. Конструкцией предусмотрено ограничение от сверхдопустимых деформаций сильфона (ограничители сжатия-растяжения), смотровые окна в кожухе и линейка для контроля состояния сильфона при эксплуатации. Наружная поверхность сильфонов и патрубков имеет антикоррозионное гидрозащитное покрытие. |



### 2.2. Типы неизолированных сильфонных компенсационных устройств и стартовых сильфонных компенсаторов

| Тип | Внешний вид | Краткое описание |
|---|---|---|
| М |   | Односильфонное и двухсильфонное компенсационные устройства, состоящие из одного или двух сильфонов и присоединительных патрубков под приварку к трубопроводу, с ограничителями хода, силовыми кожухом и внутренними направляющими опорами. Сильфон теплоизолирован. Гидроизоляция сильфона и заводская теплоизоляция патрубков не предусмотрена. Наружная поверхность сильфонов и патрубков имеет антикоррозионное гидрозащитное покрытие. |
| МП |   | Односильфонное и двухсильфонное компенсационные устройства, состоящие из одного или двух сильфонов и присоединительных патрубков под приварку к трубопроводу, с ограничителями хода, силовыми кожухами и внутренними направляющими опорами. Конструкцией предусмотрен внутренний направляющий патрубок для снижения гидравлического сопротивления при больших скоростях проводимой среды. Сильфон теплоизолирован. Гидроизоляция сильфона и заводская теплоизоляция патрубков не предусмотрена. Наружная поверхность сильфонов и патрубков имеет антикоррозионное гидрозащитное покрытие. |
| ППМ |   | Односильфонное и двухсильфонное компенсационные устройства, состоящие из одного или двух сильфонов и присоединительных патрубков под приварку к трубопроводу, с ограничителями хода, силовыми кожухом и внутренними направляющими опорами. Сильфон теплоизолирован. Внутренняя поверхность СКУ гидроизолирована от грунтовых вод сальниковой набивкой. Наружная поверхность сильфонов и патрубков имеет антикоррозионное гидрозащитное покрытие. Заводская изоляция патрубков не предусмотрена, имеются две центрирующих гильзы для нанесения на патрубки пенополимерминеральной теплоизоляции после монтажа СКУ. |
| ППУ |   | Односильфонное и двухсильфонное компенсационные устройства, состоящие из одного или двух сильфонов и присоединительных патрубков под приварку к трубопроводу, с ограничителями хода, силовыми кожухами, внутренними направляющими опорами и проводниками СОДК. Сильфон теплоизолирован. Внутренняя поверхность СКУ гидроизолирована от грунтовых вод сальниковой набивкой. Наружная поверхность сильфонов и патрубков имеет антикоррозионное гидрозащитное покрытие. Заводская изоляция патрубков не предусмотрена, имеются две центрирующих гильзы для установки в них полиэтиленовой или оцинкованной оболочек и последующей пенополиуретановой теплоизоляции патрубков. |
| ССК |  | Стартовый сильфонный компенсатор, состоящий из сильфона (срабатывающего только на сжатие), патрубков под приварку к трубопроводу и двух толстостенных наружных кожухов, приваренных через опорные кольца к патрубкам. |

### 2.3. Типы предизолированных сильфонных компенсационных устройств

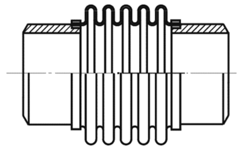
| Тип | Внешний вид | Краткое описание |
|---|---|---|
| ППУ/ПЭ.I |   | Односильфонное и двухсильфонное компенсационные устройства, состоящие из одного или двух сильфонов и присоединительных патрубков под приварку к трубопроводу, с ограничителями хода, силовыми кожухом, внутренними направляющими опорами и проводниками СОДК. Сильфон теплоизолирован. Внутренняя поверхность СКУ гидроизолирована от грунтовых вод сальниковой набивкой. Наружная поверхность сильфонов и патрубков имеет антикоррозионное гидрозащитное покрытие. Патрубки СКУ теплоизолированы пенополиуретаном в защитной полиэтиленовой оболочке. Кожух СКУ покрыт полиэтиленовой термоусаживающейся лентой. |
| ППУ/ОЦ |   | Односильфонное и двухсильфонное компенсационные устройства, состоящие из одного или двух сильфонов и присоединительных патрубков под приварку к трубопроводу, с ограничителями хода, силовыми кожухом, внутренними направляющими опорами и проводниками СОДК. Сильфон теплоизолирован. Внутренняя поверхность СКУ гидроизолирована от грунтовых вод сальниковой набивкой. Наружная поверхность сильфонов и патрубков имеет антикоррозионное гидрозащитное покрытие. Патрубки СКУ теплоизолированы пенополиуретаном в защитной оболочке из оцинкованной стали. |
| ТГИ.II |   | Односильфонное и двухсильфонное компенсационные устройства, состоящие из одного или двух сильфонов и присоединительных патрубков под приварку к трубопроводу, с внутренними направляющими, с ограничителями хода сжатия и проводниками СОДК. Сильфон теплоизолирован. Внутренняя поверхность СКУ защищена от грунтовых вод гидрозащитной мембраной и сальниковой набивкой. Наружная поверхность сильфонов и патрубков имеет антикоррозионное гидрозащитное покрытие. Над патрубками СКУ установлены термоусаживающиеся муфты для соединения с полиэтиленовой оболочкой предизолированного трубопровода во время монтажа. К одной из муфт экструдерной сваркой приварена термоусаживающаяся муфта большего диаметра, выполняющая роль защитного кожуха, которая с минимальным зазором может перемещаться по второй муфте патрубка СКУ при его деформациях. Пенополиуретановая теплоизоляция патрубков при изготовлении СКУ не предусмотрена, она выполняется одновременно с теплоизоляцией стыков СКУ с трубопроводом. |
| ППУ/ПЭ.II |   | Односильфонное и двухсильфонное компенсационные устройства, состоящие из одного или двух сильфонов и присоединительных патрубков под приварку к трубопроводу, с внутренними направляющими, с ограничителями хода сжатия и проводниками СОДК. Сильфон теплоизолирован. Внутренняя поверхность СКУ защищена от грунтовых вод гидрозащитной мембраной и сальниковой набивкой. Наружная поверхность сильфонов и патрубков имеет антикоррозионное гидрозащитное покрытие. Над патрубками СКУ установлены термоусаживающиеся муфты для соединения с полиэтиленовой оболочкой предизолированного трубопровода во время монтажа. К одной из муфт экструдерной сваркой приварена термоусаживающаяся муфта большего диаметра, выполняющая роль защитного кожуха, которая с минимальным зазором может перемещаться по второй муфте патрубка СКУ при его деформациях. Патрубки СКУ теплоизолированы пенополиуретаном. |



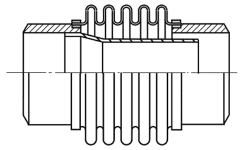
## 3. ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОСЕВЫХ СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ, СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ И СТАРТОВЫХ СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ

### 3.1. Сильфонные компенсаторы, предназначенные для изготовления сильфонных компенсационных устройств

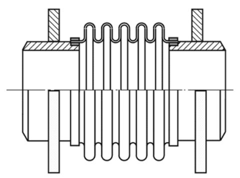
3.1.1. Осевые сильфонные компенсаторы типа ОПН (ОПНР), ОПГ и ОПФН по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ (приложения Д.1, Д.2 и Д.3) предназначены для изготовления различных конструкций сильфонных компенсационных устройств.



*Сильфонный компенсатор типа ОПН (ОПНР)*



*Сильфонный компенсатор типа ОПГ*



*Сильфонный компенсатор типа ОПФН*

3.1.2. Действие настоящего РД **не распространяется** на сильфонные компенсационные устройства, изготовленные другими предприятиями из сильфонных компенсаторов по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ, **без согласования** их документации с АО «НПП «Компенсатор».

3.1.3. Сильфонный компенсатор типа **ОПН (ОПНР)** — это осевой неразгруженный СК, состоящий из сильфона и присоединительных патрубков под приварку к трубопроводу. Присоединительные патрубки изготавливаются из труб, разрешенных к применению в тепловых сетях, из материалов, соответствующих материалу трубопровода. У СК типа ОПНР увеличено по сравнению с СК типа ОПН значение компенсирующей способности за счет применения сильфона с измененными параметрами гофрированной части.

3.1.4. Сильфонные компенсаторы типа ОПН (ОПНР) предназначены для изготовления осевых сильфонных компенсационных устройств на различных предприятиях, а также одноблочных и двухблочных компенсаторов типа КС по альбомам чертежей ТС 627.00.00.00 и ТС 628.00.00.00, разработанных ОАО «Московская теплосетевая компания».

3.1.5. Сильфонный компенсатор типа **ОПФН** — это осевой неразгруженный СК, типа ОПН с приваренными к присоединительным патрубкам опорными фланцами.

3.1.6. СК типа ОПФН предназначены для изготовления СКУ по альбому «Узлы компенсационные» СКФ-3.1-483-1993-00-000 АО «Трест «Ленгазтеплострой». СК типа ОПФН разработаны взамен и являются полным аналогом СК типа К100.4 по техническим условиям ТУ 5.551-19729-88.

3.1.7. СК типа **ОПГ** — это осевой неразгруженный СК типа ОПНР с приваренным к внутренней поверхности одного из присоединительных патрубков направляющим патрубком.

3.1.8. СК типа ОПГ предназначены для изготовления СКУ, конструкция которых предусматривает применение внутренних направляющих патрубков.

3.1.9. При изготовлении двухсильфонных компенсационных устройств на различных предприятиях, а также двухблочных компенсаторов по альбомам чертежей ТС 628.00.00.00 ОАО «Московская теплосетевая компания» и СКФ-3.1-483-1993-00-000 АО «Трест «Ленгазтеплострой» из СК типа ОПН (ОПНР), ОПФН и ОПГ, во избежание потери устойчивости спаренных сильфонов, **не допускается** соединять их между собой без промежуточной направляющей, обеспечивающей соосность присоединительных патрубков компенсатора и исключающей возможность потери устойчивости сильфонов при их совместной работе. Соединяемые сильфонные компенсаторы должны быть изготовлены в одной партии.

3.1.10. При применении СК типа ОПН (ОПНР), ОПФН и ОПГ непосредственно в трубопроводе должна быть исключена возможность механических повреждений сильфона снаружи, для чего рекомендуется установка над сильфоном стационарного защитного кожуха. Тепловая изоляция сильфонных компенсаторов выполняется после их установки в трубопровод.

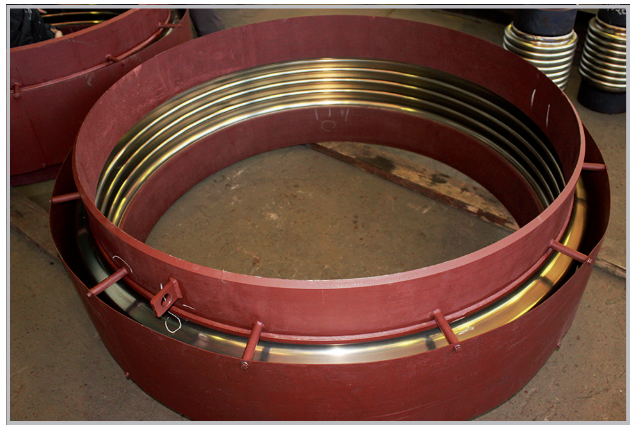
## 3.2. Сильфонные компенсаторы для трубопроводов с подвесной тепловой изоляцией

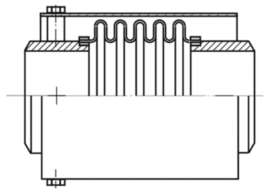
СК типа ОПН (ОПНР), ОПФН и ОПГ по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ (см. раздел 3.1) могут устанавливаться непосредственно в трубопроводах с подвесной теплоизоляцией, т.е. в трубопроводах, тепловая изоляция которых выполняется после монтажа различными теплоизоляционными материалами: тепловой изоляцией СТУ, матами из минеральной и базальтовой ваты, скорлупами ППУ с невоспламеняемым гидрозащитным покрытием, теплоизоляцией K-Flex и пр.

При этом должна быть исключена возможность механических повреждений сильфона снаружи, для чего рекомендуется установка над сильфоном стационарного защитного кожуха. Учитывая это, АО «НПП «Компенсатор» серийно изготавливает различные типы сильфонных компенсаторов с различными конструкциями защитных кожухов.

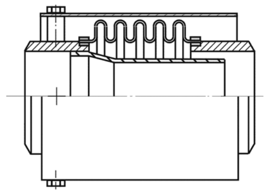
### 3.2.1. Сильфонные компенсаторы с легким защитным кожухом типа ОПК и ОПМ

3.2.1.1. Осевые сильфонные компенсаторы с легким защитным кожухом типа ОПК и ОПМ по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ (приложения Д.4 и Д.5):





*сильфонный компенсатор типа ОПК*



*сильфонный компенсатор типа ОПМ*

предназначены для установки в трубопроводы тепловых сетей, систем ГВС и паропроводы с подвесной тепловой изоляцией при наземной прокладке, внутри помещений, а также при подземной прокладке в тоннелях, проходных и непроходных каналах, тепловых камерах.

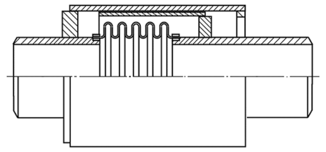
3.2.1.2. Сильфонный компенсатор типа **ОПК** — это осевой неразгруженный СК типа ОПНР с легким защитным кожухом, установленным над сильфоном. Съемный кожух с помощью болтов закрепляется на бобышках, приваренных к одному из присоединительных патрубков. Второй конец кожуха во время монтажа должен быть освобожден от транспортировочных фиксаторов и не препятствовать осевым перемещениям сильфона.

3.2.1.3. Сильфонный компенсатор типа **ОПМ** — это осевой неразгруженный СК типа ОПГ с легким защитным кожухом, установленным над сильфоном на бобышках, приваренных к одному из присоединительных патрубков.

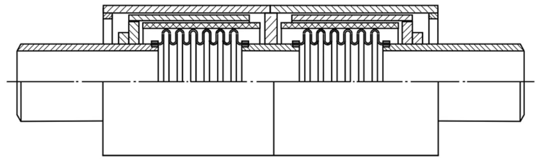
3.2.1.4. Тепловая изоляция сильфонных компенсаторов типа ОПК и ОПМ выполняется после их установки в трубопровод.

### 3.2.2. Сильфонные компенсаторы с силовым защитным кожухом типа ОПКР и ОПМР

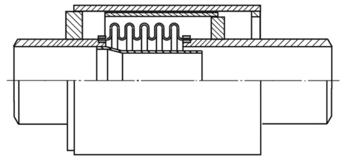
3.2.2.1. Осевые сильфонные компенсаторы с силовым защитным кожухом типа ОПКР и ОПМР по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ (приложения Д.6 и Д.7):



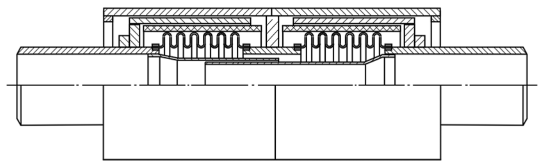
*Сильфонный компенсатор типа ОПКР*



*Двухсильфонный компенсатор типа ОПКР*



*Сильфонный компенсатор типа ОПМР*



*Двухсильфонный компенсатор типа ОПМР*

предназначены для установки в трубопроводы с подвесной теплоизоляцией при наземной прокладке, внутри помещений, а также при подземной прокладке в тоннелях, проходных и непроходных каналах, тепловых камерах. Применяются для замены сальниковых компенсаторов при установке в существующие тепловые камеры.

3.2.2.2. Сильфонный компенсатор типа **ОПКР** конструктивно представляет собой осевой неразгруженный СК, состоящий из сильфона (или двух сильфонов, изготовленных в одной партии, соединенных между собой через промежуточный патрубок, к которому приварен опорный фланец для приварки силового защитного кожуха), и присоединительных патрубков под приварку к трубопроводу. В конструкции применены сильфоны с повышенной компенсирующей способностью.

К присоединительным патрубкам приварены опорные фланцы, к которым у **двухсильфонных** компенсаторов привариваются цилиндрические направляющие, телескопически перемещающиеся с минимальным зазором внутри толстостенного силового кожуха при осевых перемещениях сильфонов. Силовой защитный кожух, состоящий из двух частей, консольно приваривается к опорному фланцу на промежуточном патрубке, что исключает возможность потери устойчивости сильфонов при их совместной работе.

У **односильфонных** компенсаторов типа ОПКР к одному из опорных фланцев приварен силовой защитный кожух, а к другому — цилиндрическая направляющая, которая также с минимальным зазором телескопически перемещается внутри толстостенного силового кожуха при осевом перемещении сильфона. Конструкция силового кожуха, внутри которого перемещается цилиндрическая направляющая, частично разгружает сильфон от воздействия угловых и сдвиговых нагрузок, возникающих в трубопроводе, и фактически выполняет функции встроенной направляющей опоры.

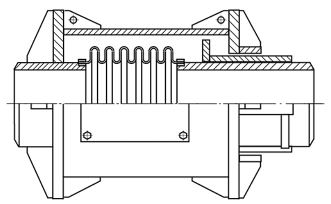
При достижении сильфоном максимально допустимого значения сжатия цилиндрическая направляющая упрется в опорный фланец. Ограничитель сверхдопустимых растяжений сильфона представляет собой кольцо, приваренное изнутри к торцу кожуха, в которое цилиндрическая направляющая упрется при достижении сильфоном максимально допустимого значения растяжения, предохранив сильфон от сверхдопустимого сжатия при возникновении нештатных ситуаций на трубопроводе.

3.2.2.3. Сильфонный компенсатор типа **ОПМР** конструктивно представляет собой осевой неразгруженный сильфонный компенсатор типа ОПКР с приваренным к внутренней поверхности одного из присоединительных патрубков направляющим патрубком. У двухсильфонных компенсаторов типа ОПМР внутренние направляющие патрубки одной стороной приварены к присоединительным патрубкам и телескопически вставлены друг в друга таким образом, чтобы при максимальном растяжении сильфонного компенсатора они не выходили из зацепления.

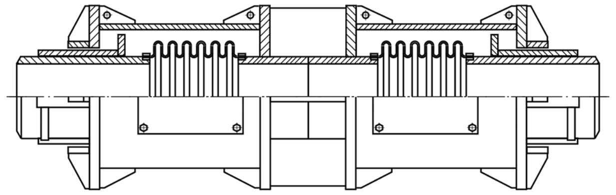
3.2.2.4. Тепловая изоляция сильфонных компенсаторов типа ОПКР и ОПМР, а также гидроизоляция внутренней поверхности компенсатора между его сильфонами и кожухом не предусмотрена. На наружную поверхность сильфонов, патрубков и кожуха нанесено антикоррозионное гидрозащитное покрытие.

### 3.2.3. Сильфонные компенсаторы с силовым защитным кожухом типа КСО (КСОР)

3.2.3.1. Сильфонные компенсаторы типа **КСО (КСОР)** (приложение Д.8) — односильфонные и двухсильфонные СК являются усовершенствованным аналогом одноблочных и двухблочных компенсаторов типа КС, изготавливаемым по альбомам ТС627.00.00.00 и ТС628.00.00.00 ОАО «Московская теплосетевая компания».



*Сильфонный компенсатор типа КСО (КСОР)*



*Двухсильфонный компенсатор типа КСО (КСОР)*

СК типа КСО (КСОР) предназначены для установки в трубопроводы при наземной прокладке, внутри помещений, а также при подземной прокладке в тоннелях, проходных и непроходных каналах и тепловых камерах. Применяются для замены сальниковых компенсаторов при установке в существующие тепловые камеры.

3.2.3.2. Сильфонный компенсатор типа КСО (КСОР) конструктивно представляет собой осевой неразгруженный СК, состоящий из сильфона и присоединительных патрубков под приварку к трубопроводу. Один из присоединительных патрубков изготовлен длиннее другого, соответствующего длине присоединительного патрубка СК типа ОПН. В конструкции СК типа КСО применены стандартные сильфоны, в конструкции СК типа КСОР — сильфоны с повышенной компенсирующей способностью (те же, что и у СК типа ОПНР). К более короткому присоединительному патрубку через опорный фланец, усиленный кницами для жесткости конструкции, приварен силовой защитный кожух, также усиленный кницами.

Ко второму присоединительному патрубку приварены четыре направляющих, по которым при сжатии или растяжении сильфона перемещаются направляющие лыжи, приваренные через второй опорный фланец, также усиленный кницами, к силовому кожуху. Данная конструкция силового кожуха частично разгружает сильфон от воздействия угловых и сдвиговых нагрузок, возникающих в трубопроводе, и фактически выполняет функции встроенной направляющей опоры.

3.2.3.3. Двухсильфонные (двухблочные) компенсаторы типа КСО (КСОР) изготавливаются путем сварки между собой двух односильфонных (одноблочных) компенсаторов типа КСО (КСОР) одной партии изготовления, соединив их неподвижными присоединительными патрубками. Для усиления конструкции двухсильфонного (двухблочного) компенсатора на сваренные между собой присоединительные патрубки и опорные фланцы установки кожуха дополнительно привариваются ребра жесткости.

3.2.3.4. Тепловая изоляция СК типа КСО (КСОР), а также гидроизоляция внутренней поверхности компенсатора между его сильфоном и кожухом не предусмотрена. Дополнительно предусмотрены:

– антикоррозионное покрытие наружной поверхности сильфона, имеющее хорошую адгезию с поверхностью сильфона и стойкость к хлор-ионам при температуре эксплуатации;

– термостойкое покрытие внутренней поверхности сильфонов, предохраняющее сильфон от брызг расплавленного металла при блокировке и монтаже компенсатора;

– антикоррозионное гидрозащитное покрытие кожуха и присоединительных патрубков;

– ограничители хода растяжения и сжатия, предохраняющие сильфон от сверхдопустимых деформаций при возникновении нештатных ситуаций на трубопроводе;

– закрываемые смотровые окна для контроля состояния поверхности сильфона в процессе эксплуатации во время плановых осмотров;

– отверстия в нижней части силового кожуха для слива воды, попавшей во внутреннее пространство компенсатора между его сильфоном и кожухом при возможных подтоплениях компенсатора при эксплуатации грунтовыми, ливневыми или сточными водами;

– линейка и стрелка указателя для контроля величины рабочего хода сильфонного компенсатора при эксплуатации.



### 3.2.4. Основные требования при применении сильфонных компенсаторов по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ в трубопроводах

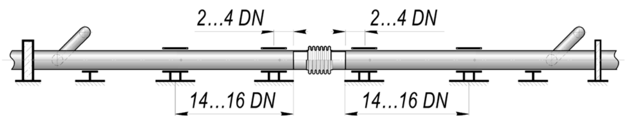
3.2.4.1. При применении сильфонных компенсаторов следует учитывать, что сильфонные компенсаторы типа ОПН, ОПФН и КСО изготавливаются с использованием сильфонов, имеющих стандартную компенсирующую способность, а в сильфонных компенсаторах типа ОПНР, ОПГ, ОПК, ОПКР, ОПМ, ОПМР и КСОР применены сильфоны с повышенной компенсирующей способностью.

3.2.4.2. Сильфонные компенсаторы типа ОПН (ОПНР), ОПФН, ОПК, ОПКР и КСО могут устанавливаться в стальные трубопроводы, проводящие воду с температурой до 200 °С и скоростью до 6 м/с, а также пар с температурой до 350 °С и скоростью до 30 м/с при номинальном давлении до 25 кгс/см$^2$. Сильфонные компенсаторы типа ОПГ, ОПМ и ОПМР рекомендуется применять на трубопроводах, проводящих воду с температурой до 200 °С при скоростях свыше 6 м/с при закрытой системе водозабора и качественной водоподготовке, а также на паропроводах, проводящих пар с температурой до 350 °С и скоростью свыше 30 м/с при номинальном давлении до 25 кгс/см$^2$.

3.2.4.3. При применении на трубопроводе сильфонных компенсаторов типа ОПК и ОПМ, а также сильфонных компенсаторов типа ОПН (ОПНР), ОПФН и ОПГ с установленным дополнительно защитным кожухом, их можно устанавливать в любом месте участка трубопровода между двумя неподвижными опорами, если нет препятствий для свободного перемещения кожуха в осевом направлении при температурных деформациях трубопровода. В случае установки сильфонных компенсаторов возле неподвижной опоры рекомендуется устанавливать их неподвижной частью кожуха к опоре.

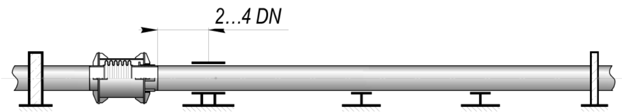
При этом **обязательна установка направляющих опор** в соответствии с требованиями раздела 5.5. настоящего РД.

Первая пара направляющих опор устанавливается на расстоянии 2…4DN, вторая пара — на расстоянии 14…16DN от шва приварки компенсатора к трубопроводу.




3.2.4.4. При применении на трубопроводах сильфонных компенсаторов типа ОПКР, ОПМР и КСО (КСОР) можно устанавливать в любом месте участка трубопровода между двумя неподвижными опорами, если нет препятствий для свободного перемещения кожуха в осевом направлении при температурных деформациях трубопровода. Но для обеспечения более стабильной работы сильфонов рекомендуется односильфонные (одноблочные) компенсаторы устанавливать возле неподвижной опоры, подвижной стороной в сторону компенсируемого участка трубопровода, а двухсильфонные (двухблочные) — посередине участка трубопровода.

3.2.4.5. Направляющие опоры необходимо установить на расстоянии 2÷4 DN от швов приварки компенсатора к трубопроводу. Необходимость установки направляющих опор на расстоянии 14÷16 DN от компенсатора определяется по результатам расчета трубопровода на устойчивость (при отсутствии боковых нагрузок и врезок направляющие опоры на расстоянии 14÷16 DN можно заменить скользящими опорами, исключающими прогиб трубопровода от собственного веса). При наличии врезок, боковых нагрузок и изгибающих моментов, а также несоосности или непрямолинейности участка трубопровода, на котором применены сильфонные компенсаторы типа ОПКР или ОПМР, обязательна установка двух пар направляющих опор в соответствии с требованиями РД-3-ВЭП.

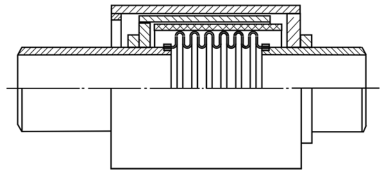




3.2.4.6. При применении на трубопроводах сильфонных компенсаторов типа ОПК, ОПМ, ОПКР, ОПМР, КСО (КСОР), а также сильфонных компенсаторов ОПН (ОПНР), ОПФН и ОПГ с установленным дополнительно защитным кожухом тепловая изоляция присоединительных патрубков сильфонных компенсаторов выполняется после их монтажа в трубопровод одновременно с теплоизоляцией трубопровода теми же теплоизоляционными материалами. Рекомендуется нанесение тепловой изоляции и на кожух. Теплоизоляция не должна препятствовать осевым перемещениям компенсатора. Не допускается заполнение пространства между гофрами сильфона изоляционными и другими материалами.

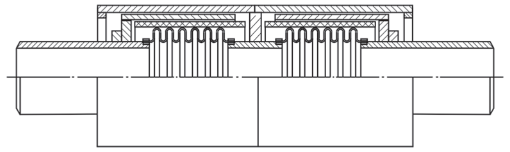
Нанесенная теплоизоляция должна обеспечивать снижение тепловых потерь через присоединительные патрубки и кожух сильфонных компенсаторов, а в зимний период исключать возможность замерзания проводимой среды при возникновении нештатных ситуаций на трубопроводе, а также в случае использования сильфонных компенсационных устройств на трубопроводах холодного водоснабжения.

### 3.3. Сильфонные компенсационные устройства для трубопроводов с подвесной теплоизоляцией

3.3.1. Сильфонные компенсационные устройства типа М и МП (приложения Е.1 и Е.2) предназначены для компенсации осевых температурных деформаций трубопроводов тепловых сетей, систем ГВС и паропроводов с подвесной теплоизоляцией.



*Сильфонное компенсационное устройство типа М*



*Двухсильфонное компенсационное устройство типа М*

3.3.2. **Сильфонное компенсационное устройство типа М** конструктивно представляет собой осевой неразгруженный сильфонный компенсатор, состоящий из сильфона (или двух сильфонов, изготовленных в одной партии, соединенных между собой через промежуточный патрубок, к которому приварен опорный фланец для приварки силового защитного кожуха), и присоединительных патрубков под приварку к трубопроводу. В конструкции применены сильфоны с повышенной компенсирующей способностью.

К присоединительным патрубкам приварены опорные фланцы, усиленные подкрепляющими кольцами, к которым у **двухсильфонных** компенсационных устройств привариваются цилиндрические направляющие, телескопически перемещающиеся с минимальным зазором внутри толстостенного силового кожуха при осевых перемещениях сильфонов.

Силовой защитный кожух, состоящий из двух частей, консольно приваривается к опорному фланцу на промежуточном патрубке, что исключает возможность потери устойчивости сильфонов при их совместной работе. У **односильфонных** компенсационных устройств к одному из опорных фланцев приварен толстостенный силовой защитный кожух, а к другому — цилиндрическая направляющая, которая также с минимальным зазором телескопически перемещается внутри силового кожуха при осевых перемещениях сильфона.

Свободный конец цилиндрической направляющей изнутри усилен подкрепляющим кольцом для придания жесткости конструкции при действии на компенсатор изгибающих моментов. Конструкция цилиндрической направляющей с усиленными опорными фланцами, которая перемещается внутри силового защитного кожуха, придает сильфонному компенсационному устройству достаточную жесткость и обеспечивает соосность сильфонов и их защиту от поперечных усилий и изгибающих моментов, возникающих при возможных прогибах трубопровода, выполняя функции встроенной направляющей опоры.

Данное конструктивное решение исключает возможность заклинивания сильфонного компенсационного устройства при действии боковых нагрузок и делает его равнопрочным с основным трубопроводом, что позволяет применить компенсационное устройство без установки направляющих опор на трубопроводе. Технологические зазоры между внутренними направляющими опорами устройства и кожухом гарантируют его работоспособность при незначительной несоосности трубопровода во время монтажа.

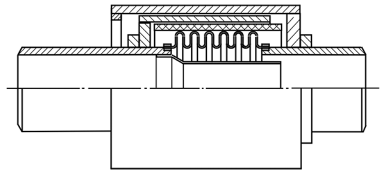
При достижении сильфоном максимально допустимого значения сжатия цилиндрическая направляющая упрется в опорный фланец. Ограничитель сверхдопустимых растяжений сильфона представляет собой кольцо, приваренное изнутри к торцу кожуха, в которое цилиндрическая направляющая упрется при достижении сильфоном максимально допустимого значения растяжения, предохранив сильфон от сверхдопустимого сжатия при возникновении нештатных ситуаций на трубопроводе.

Тепловая изоляция сильфонных компенсационных устройств типа М, а также гидроизоляция внутренней поверхности компенсатора между его сильфоном и кожухом не предусмотрена, но для снижения тепловых потерь между сильфоном и цилиндрической направляющей проложен теплоизоляционный материал. На наружную поверхность сильфона, патрубков и кожуха нанесено антикоррозионное гидрозащитное покрытие.

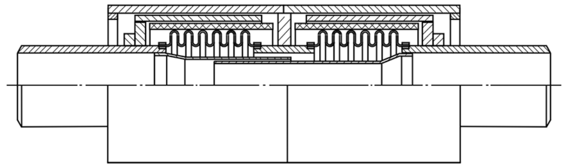
3.3.3. Сильфонные компенсационные устройства типа М могут устанавливаться в стальные трубопроводы, проводящие воду с температурой до 200 °С и скоростью до 6 м/с, а также пар с температурой до 350 °С и скоростью до 30 м/с при номинальном давлении до 25 кгс/см$^2$.



3.3.4. **Сильфонное компенсационное устройство типа МП** конструктивно представляет собой СКУ типа М с приваренным к внутренней поверхности одного из присоединительных патрубков направляющим патрубком. У двухсильфонных компенсационных устройств типа МП внутренние направляющие патрубки одной стороной приварены к присоединительным патрубкам и телескопически вставлены друг в друга таким образом, чтобы при максимальном растяжении сильфонного компенсатора они не выходили из зацепления.



*Сильфонное компенсационное устройство типа МП*

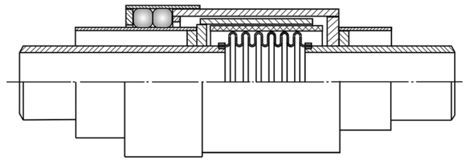


*Двухсильфонное компенсационное устройство типа МП*

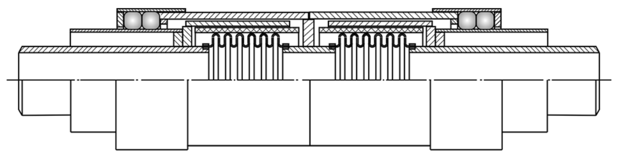
3.3.5. Сильфонные компенсационные устройства типа МП рекомендуется применять на трубопроводах, проводящих воду с температурой до 200 °С при скоростях свыше 6 м/с при закрытой системе водозабора и качественной водоподготовке, а также на паропроводах, проводящих пар с температурой до 350 °С и скоростью свыше 30 м/с при номинальном давлении до 25 кгс/см$^2$.

## 3.4. Сильфонные компенсационные устройства для трубопроводов с индустриальной пенополимерминеральной тепловой изоляцией

3.4.1. **Сильфонные компенсационные устройства типа ППМ** (приложение Е.3) предназначены для компенсации осевых температурных деформаций трубопроводов с индустриальной пенополимерминеральной тепловой изоляцией с максимальной температурой теплоносителя до 150 °С при всех способах их прокладки, в т.ч. и бесканальной. СКУ типа ППМ также могут применяться при ремонтах и новом строительстве стальных трубопроводов с индустриальной теплоизоляцией из автоклавного армопенобетона.



*Сильфонное компенсационное устройство типа ППМ*



*Двухсильфонное компенсационное устройство типа ППМ*

3.4.2. СКУ типа ППМ конструктивно представляет собой осевой неразгруженный сильфонный компенсатор, состоящий из сильфона (или двух сильфонов, изготовленных в одной партии, соединенных между собой через промежуточный патрубок, к которому приварен опорный фланец для приварки силового защитного кожуха), и присоединительных патрубков. В конструкции применены сильфоны с повышенной компенсирующей способностью.

СКУ типа ППМ имеют толстостенный защитный кожух и встроенные направляющие опоры, закрепленные на опорных фланцах с подкрепляющими кольцами, аналогичные встроенным направляющим опорам СКУ типа М.

3.4.3. Конструкция СКУ типа ППМ обеспечивает соосность сильфонов (двухсильфонных компенсационных устройств) и их защиту от поперечных нагрузок и изгибающих моментов, возникающих при возможных прогибах трубопровода, и делает их равнопрочными с основным трубопроводом, что позволяет применить СКУ без установки направляющих опор на трубопроводе. Технологические зазоры между внутренними направляющими опорами СКУ и кожухом гарантируют его работоспособность при незначительной несоосности трубопровода во время монтажа. При этом исключается возможность заклинивания СКУ. Конструкцией СКУ типа ППМ предусмотрены ограничители осевого хода сжатия и растяжения, предохраняющие сильфон от сверхдопустимых деформаций при возникновении нештатных ситуаций на трубопроводе, аналогичные ограничителям хода сильфонных компенсационных устройств типа М.

3.4.4. Для удобства теплоизоляции стыка СКУ типа ППМ с трубопроводом к подкрепляющим кольцам опорных фланцев устройства приварены стальные гильзы, по наружному диаметру соответствующие наружному диаметру ППМ-изоляции трубопровода. Пространство между стальной гильзой и внутренней поверхностью силового защитного кожуха заполнено сальниковой набивкой для внешней гидроизоляции пространства между сильфоном и кожухом.

На наружную поверхность сильфона, патрубков и кожуха нанесено антикоррозионное гидрозащитное покрытие. Для снижения тепловых потерь между сильфоном и цилиндрической направляющей проложен теплоизоляционный материал.

3.4.5. СКУ типа ППМ могут устанавливаться в трубопроводы, проводящие воду со скоростью до 6 м/с, а также водяной пар со скоростью до 30 м/с с температурой, не превышающей 150 °С при номинальном давлении до 25 кгс/см$^2$.

3.4.6. Сильфонные компенсационные устройства типа ППМ включены в «Руководящий документ по проектированию и строительству тепловых сетей в пенополимерминеральной (ППМ) изоляции диаметром 25—1000 мм» № 012. РД-001.02, разработанный ООО НПП «Пенополимер» и соответствуют требованиям ГОСТ Р 56227-2014.

3.4.7. Тепловая изоляция присоединительных патрубков СКУ типа ППМ и их стыков с трубопроводом в пенополимерминеральной тепловой изоляции выполняется после монтажа устройства в трубопровод одновременно с теплоизоляцией стыка СКУ с трубопроводом в соответствии с требованиями ГОСТ Р 56227-2014.

Тепловая изоляция выполняется путем заливки в пространство между стальной гильзой, присоединительными патрубками СКУ и неизолированным концом трубопровода ППМ-смеси через передвижную инвентарную опалубку, закрепленную стяжными ремнями на ППМ-изоляцию трубопровода и стальную гильзу СКУ.

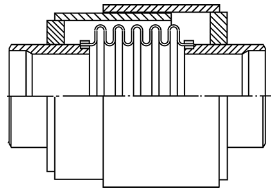


Рекомендуется нанесение тепловой изоляции и на кожух, при этом нанесенная теплоизоляция не должна препятствовать осевым перемещениям СКУ. Дополнительная теплоизоляция должна обеспечивать снижение тепловых потерь через кожух СКУ, а в зимний период исключать возможность замерзания проводимой среды при возникновении нештатных ситуаций на трубопроводе, а также при использовании СКУ на трубопроводах холодного водоснабжения.

### 3.5. Стартовые сильфонные компенсаторы и сильфонные компенсационные устройства для стальных трубопроводов с индустриальной тепловой изоляцией из пенополиуретана в защитной оболочке

#### 3.5.1. Стартовые сильфонные компенсаторы

3.5.1.1. **Стартовые сильфонные компенсаторы (ССК),** изготавливаемые по техническим условиям ИЯНШ.300260.035 ТУ (приложение Д.9), предназначены для компенсации осевых температурных деформаций при вводе в эксплуатацию бесканально прокладываемых трубопроводов тепловых сетей в случае использования метода снижения нагрузок предварительно нагретого во время монтажа трубопровода с применением ССК. Применяются только для трубопроводов с индустриальной тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной полиэтиленовой оболочкой.



*Стартовый сильфонный компенсатор (ССК)*

3.5.1.2. ССК состоит из сильфона, работающего на сжатие, присоединительных патрубков под приварку к трубопроводу и двух толстостенных кожухов, приваренных через опорные кольца к патрубкам, которые телескопически перемещаются друг в друге при сжатии сильфона.

3.5.1.3. При монтаже ССК осуществляется прогрев трубопровода до температуры замыкания ССК, определенной проектировщиком по согласованию с заказчиком и эксплуатирующей организацией, при этом необходимо контролировать, чтобы ССК сжался на расчетную величину рабочего хода. После выдержки при температуре замыкания (как правило, в течение суток) кожухи ССК завариваются между собой.

Компенсации температурных деформаций в дальнейшем не происходит. При изменениях температуры теплоносителя относительно температуры замыкания в трубопроводе появляются дополнительные знакопеременные осевые напряжения сжатия — растяжения, но их значения в два раза меньше, чем, если бы трубопровод был смонтирован без ССК. Таким образом, ССК срабатывают один раз и после заварки кожухов становятся неподвижной частью трубопровода.

3.5.1.4. После заварки кожухов ССК необходимо пропустить над ними проводники системы оперативного дистанционного контроля (СОДК) состояния теплоизоляционного слоя пенополиуретана, избегая их контакта с металлическими поверхностями с помощью центраторов, и соединить их с проводниками СОДК, проложенными в пенополиуретановой изоляции труб.

3.5.1.5. Габаритные размеры ССК по техническим условиям ИЯНШ.300260.035ТУ позволяют после монтажа в трубопровод гидроизолировать стартовый компенсатор и его стыки с трубопроводом одной термоусаживающейся или электросварной полиэтиленовой муфтой длиной, превышающей длину ССК с учетом перехлеста на полиэтиленовую оболочку трубопровода. Для теплоизоляции ССК необходимо выполнить установку полиэтиленовой муфты над его кожухом и соединенными над ним проводниками СОДК на полиэтиленовую оболочку трубопровода с обеих сторон от ССК., после чего необходимо провести опрессовку термоусаживающейся муфты и заливку пространства над компенсатором и его стыков с трубопроводом пенополиуретаном.

3.5.1.6. При монтаже и эксплуатации трубопроводов со ССК приходится сталкиваться с рядом неудобств:

– для запуска ССК и обварки их кожухов необходимо произвести нагрев трубопровода до температуры замыкания ССК, что не в любой период времени можно осуществить;

– при выполнении ремонта трубопровода, связанного с заменой его участка, необходимо на данном участке трубопровода заменять и стартовый компенсатор, после чего необходимо повторить работы по его запуску.

3.5.1.7. Подземные трубопроводы тепловых сетей с ССК хорошо работают при количественном регулировании отпуска теплоты. При применении ССК в трубопроводах тепловых сетей, работающих на режимах качественного регулирования отпуска теплоты, когда температура теплоносителя меняется в зависимости от температуры окружающего воздуха, следует учесть следующие факторы:

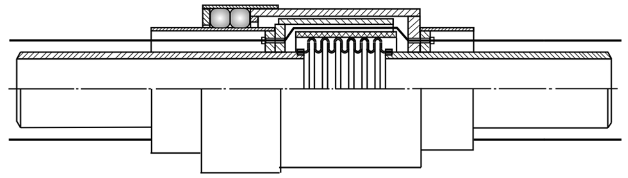
– трубопровод будет испытывать знакопеременные нагрузки при изменении температуры теплоносителя в ту или иную сторону относительно температуры замыкания ССК, которые с возрастанием разницы температур со значением температуры, при которой были заварены его кожухи, будут пропорционально возрастать;

– эти знакопеременные нагрузки, а также нагрузки от распорного усилия сильфона, находящегося под действием внутреннего давления, в большей степени воспринимаются деталями ССК после заварки его кожухов, и могут привести к их разрушению при эксплуатации трубопровода.

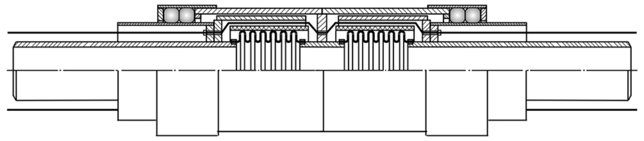
3.5.1.8. Детали и сварные швы ССК, изготавливаемых по техническим условиям ИЯНШ.300260.035ТУ, рассчитаны на действие нагрузок от распорного усилия, создаваемого сильфоном, и знакопеременных нагрузок от температурных деформаций трубопровода после запуска ССК и заварки его кожухов на весь срок его службы.

### 3.5.2. Неизолированные сильфонные компенсационные устройства для трубопроводов с пенополиуретановой теплоизоляцией

3.5.2.1. **Сильфонные компенсационные устройства типа ППУ** (приложение Е.4) конструктивно представляет собой осевой неразгруженный сильфонный компенсатор, состоящий из сильфона (или двух сильфонов, изготовленных в одной партии, соединенных между собой через промежуточный патрубок, к которому приварен опорный фланец для приварки силового защитного кожуха), и присоединительных патрубков. В конструкции применены сильфоны с повышенной компенсирующей способностью.



*Сильфонное компенсационное устройство типа ППУ*



*Двухсильфонное компенсационное устройство типа ППУ*

3.5.2.2. Сильфонные компенсационные устройства типа ППУ имеют толстостенный защитный кожух и встроенные направляющие опоры, закрепленные на опорных фланцах с подкрепляющими кольцами, аналогичные встроенным направляющим опорам сильфонного компенсационных устройств типа М.

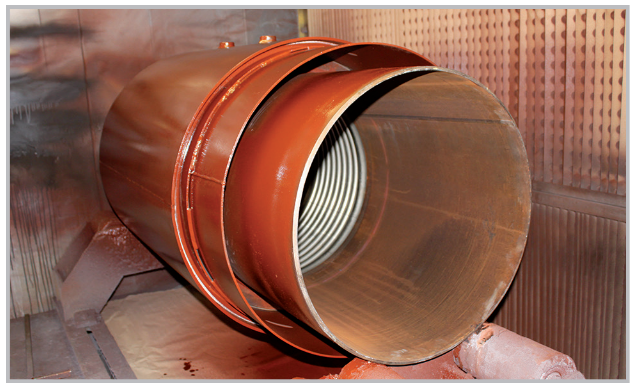
3.5.2.3. Конструкция СКУ типа ППУ обеспечивает соосность сильфонов (двухсильфонных СКУ) и их защиту от поперечных нагрузок и изгибающих моментов, возникающих при возможных прогибах трубопровода, и делает их равнопрочными с основным трубопроводом, что позволяет применить СКУ без установки направляющих опор на трубопроводе. Технологические зазоры между внутренними направляющими опорами СКУ и кожухом гарантируют его работоспособность при незначительной несоосности трубопровода во время монтажа. При этом исключается возможность заклинивания СКУ.

3.5.2.4. Конструкцией СКУ типа ППУ предусмотрены ограничители осевого хода сжатия и растяжения, предохраняющие сильфон от сверхдопустимых деформаций при возникновении нештатных ситуаций на трубопроводе, аналогичные ограничителям хода СКУ типа М.

3.5.2.5. Опорные фланцы, приваренные к присоединительным патрубкам, помимо своих конструктивных основных функций являются герметичной перегородкой в пенополиуретановой теплоизоляции трубопровода, исключающей возможность дальнейшего распространения влаги по пенополиуретановой теплоизоляции в случае возникновения нештатных ситуаций.

3.5.2.6. На наружную поверхность сильфона, патрубков и кожуха нанесено антикоррозионное гидрозащитное покрытие. Для снижения тепловых потерь между сильфоном и цилиндрической направляющей проложен теплоизоляционный материал.

3.5.2.7. Для удобства теплоизоляции присоединительных патрубков к подкрепляющим кольцам опорных фланцев СКУ приварена стальная центрирующая гильза, по внутреннему диаметру соответствующая наружному диаметру полиэтиленовой или стальной оцинкованной оболочки пенополиуретановой теплоизоляции. Пространство между центрирующей гильзой и внутренней поверхностью силового защитного кожуха заполнено сальниковой набивкой для внешней гидроизоляции пространства между сильфоном и кожухом.

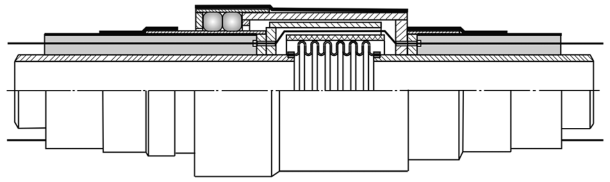


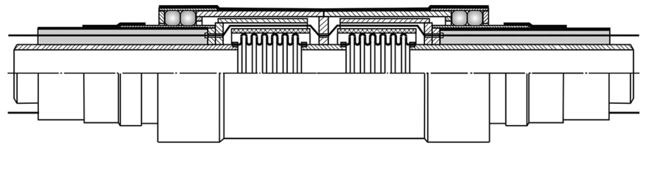
3.5.2.8. Сигнальные проводники системы оперативного дистанционного контроля (СОДК) состояния теплоизоляционного слоя пенополиуретана внутри СКУ проложены в электроизолирующем термостойком кембрике без перфорации. Для герметизации выхода проводников СОДК из СКУ в опорных фланцах установлены кабельные вводы.

3.5.2.9. СКУ типа ППУ изготавливаются по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ в качестве полуфабрикатов для изготовления теплогидроизолированных СКУ типа ППУ/ОЦ и ППУ/ПЭ.I.

3.5.2.10. СКУ типа ППУ, предназначенные для применения в трубопроводах с индустриальной тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой или оцинкованной оболочке, должны быть теплоизолированны до их монтажа в трубопровод на специализированном предприятии, имеющем соответствующие сертификаты на соответствие продукции ГОСТ 30732-2006 в соответствии с разделом 6.5 настоящего РД.

### 3.5.3. Теплогидроизолированные сильфонные компенсационные устройства для трубопроводов с пенополиуретановой теплоизоляцией





*Односильфонное и двусильфонное компенсационные устройства типа ППУ/ПЭ.I и ППУ/ОЦ*

3.5.3.1. **Теплогидроизолированные сильфонные компенсационные устройства типа ППУ/ПЭ.I** по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ (приложение Е.6) предназначены для компенсации осевых температурных деформаций трубопроводов тепловых сетей и ГВС с теплоизоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке.

3.5.3.2. СКУ типа ППУ/ПЭ.I — это сильфонные компенсационные устройства типа ППУ, патрубки которого теплоизолированы пенополиуретаном в защитной полиэтиленовой оболочке в соответствии с требованиями ГОСТ 30732-2006. Силовой защитный кожух сильфонных компенсационных устройств типа ППУ/ПЭ.I, применяемых при бесканальной прокладке, дополнительно гидроизолируется с помощью термоусаживающихся муфт.

3.5.3.3. СКУ типа ППУ/ПЭ.I не подверженных подтоплению грунтовыми, сточными или ливневыми водами и могут эксплуатироваться при бесканальной прокладке трубопровода в сухих грунтах с низким уровнем грунтовых вод, а также при установке их в непроходных каналах, оборудованных дренажной системой.

3.5.3.4. **Теплогидроизолированные сильфонные компенсационные устройства типа ППУ/ОЦ** по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ (приложение Е.5) предназначены для компенсации осевых температурных деформаций стальных трубопроводов тепловых сетей с индустриальной теплоизоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой из тонколистовой оцинкованной стали.

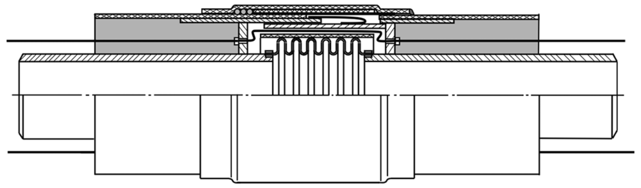
3.5.3.5. СКУ типа ППУ/ОЦ — это сильфонные компенсационные устройства типа ППУ, патрубки которого теплоизолированы пенополиуретаном в защитной оболочке из тонколистовой оцинкованной стали в соответствии с требованиями ГОСТ 30732-2006.

3.5.3.6. Теплогидроизолированные сильфонные компенсационные устройства типа ППУ/ОЦ могут эксплуатироваться при наземной прокладке трубопровода, а также подземной прокладке в проходных каналах и туннелях.

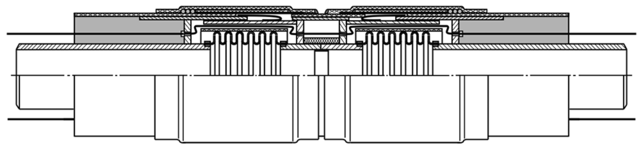
**3.5.4. Теплогидроизолированные сильфонные компенсационные устройства с усиленной гидроизоляцией для трубопроводов с пенополиуретановой теплоизоляцией в защитной полиэтиленовой оболочке**

3.5.4.1. Теплогидроизолированные сильфонные компенсационные устройства типа ППУ/ПЭ.II и ТГИ.II с усиленной гидроизоляцией по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ (приложение Е.7 и Е.8) предназначены для компенсации осевых температурных деформаций стальных трубопроводов с индустриальной теплоизоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке.

3.5.4.2. Сильфонное компенсационное устройство типа ППУ/ПЭ.II конструктивно представляет собой осевой неразгруженный сильфонный компенсатор, состоящий из сильфона (или двух сильфонов, изготовленных в одной партии, соединенных между собой через промежуточные патрубки, к которым приварены опорные фланцы для приварки промежуточного патрубка теплоизоляции), и присоединительных патрубков под приварку к трубопроводу. В конструкции применены сильфоны с повышенной компенсирующей способностью.



*Сильфонное компенсационное устройство типа ППУ/ПЭ.II*



*Двухсильфонное компенсационное устройство типа ППУ/ПЭ.II*

3.5.4.3. К присоединительным патрубкам СКУ приварены опорные фланцы с цилиндрическими направляющими, телескопически перемещающимися с минимальным зазором друг в друге при осевых перемещениях сильфонов. Конструкция цилиндрических направляющих, телескопически перемещающихся друг в друге, частично разгружает сильфон от воздействия угловых и сдвиговых нагрузок, возникающих в трубопроводе, и фактически выполняют функции встроенной направляющей опоры. При достижении сильфоном максимального значения сжатия цилиндрическая направляющая упрется в опорный фланец, предохранив сильфон от сверхдопустимого сжатия при возникновении нештатных ситуаций на трубопроводе. Ограничителей сверхдопустимых растяжений сильфона конструкцией устройства не предусмотрено.

3.5.4.4. Опорные фланцы, приваренные к присоединительным патрубкам, помимо своих конструктивных основных функций являются герметичной перегородкой в пенополиуретановой теплоизоляции трубопровода, исключающей возможность дальнейшего распространения влаги по пенополиуретановой теплоизоляции в случае возникновения нештатных ситуаций.

3.5.4.5. Сигнальные проводники системы оперативного дистанционного контроля (СОДК) состояния теплоизоляционного слоя пенополиуретана внутри СКУ проложены в электроизолирующем термостойком кембрике, перфорированном для возможности срабатывания СОДК в случае нарушения герметичности сильфона или гидроизолирующей мембраны. Для герметизации выхода проводников СОДК из СКУ в опорных фланцах установлены кабельные вводы.

3.5.4.6. На наружную поверхность сильфона, присоединительных патрубков и всех металлических деталей СКУ нанесено антикоррозионное гидрозащитное покрытие. Для снижения тепловых потерь внутри СКУ проложен теплоизоляционный материал, позволяющий также исключить возможность образования конденсата внутри СКУ.

3.5.4.7. На наружных поверхностях цилиндрических направляющих герметично закреплена мембрана, являющаяся разделителем сред и исключающая возможность проникновения грунтовых вод вовнутрь СКУ.

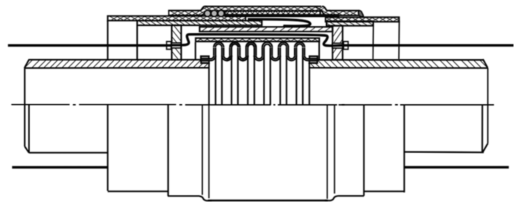
Герметичность установки мембраны контролируется при изготовлении выдержкой под давлением 0,5 кгс/см$^2$. Это позволяет гарантировать полную защиту сильфона и теплоизоляции от проникновения грунтовых вод в течение всего срока службы СКУ. Сама мембрана защищена от грунта и песка плотно набитой сальниковой набивкой. Тем самым в новой теплогидроизолированной конструкции СКУ предусмотрена двухуровневая защита наружной поверхности сильфона и конструкции СКУ в целом.

3.5.4.8. На поверхности цилиндрических направляющих, не входящих в зацепление друг с другом, и на промежуточный патрубок теплоизоляции у двухсильфонных СКУ с помощью клеевой армированной ленты установлены термоусаживающиеся муфты, выполняющих функции полиэтиленовой оболочки пенополиуретановой теплоизоляции присоединительных патрубков СКУ и соответствующие диаметру полиэтиленовой изоляции трубопровода. Присоединительные патрубки устройства теплоизолированы пенополиуретаном.

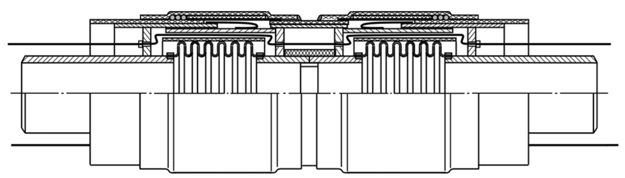


3.5.4.9. К одной из муфт присоединительного патрубка экструдерной сваркой приварена термоусаживающаяся муфта большего диаметра, выполняющая роль защитного кожуха, которая с минимальным зазором может перемещаться по муфте второго присоединительного патрубка СКУ при его осевых перемещениях. Для придания жесткости конструкции термоусаживающаяся муфта, выполняющая функции защитного кожуха, внутри имеет стальную цилиндрическую обечайку. Таким образом, вся наружная поверхность кожуха СКУ защищена от воздействия внешней среды и блуждающих токов полиэтиленовыми термоусаживающимися муфтами. Но данная конструкция защитного кожуха не является силовой и не обеспечивает полную защиту сильфонов от поперечных усилий и изгибающих моментов, возникающих при возможных прогибах трубопровода.

3.5.4.10. **Сильфонное компенсационное устройство типа ТГИ.II** представляет собой сильфонное СКУ типа ППУ/ПЭ.II с укороченными присоединительными патрубками, не имеющими пенополиуретановой теплоизоляции.



*Сильфонное компенсационное устройство типа ТГИ.II*



*Двухсильфонное компенсационное устройство типа ТГИ.II*

3.5.4.11. Тепловая изоляция присоединительных патрубков выполняется после монтажа сильфонного компенсационного устройства в трубопровод одновременно с теплоизоляцией стыка сильфонного компенсационного устройства с трубопроводом путем заполнения пространства между усаженной термоусаживающейся муфтой и патрубками пенополиуретаном.

3.5.4.12. Для установки термоусаживающихся или электросварных полиэтиленовых муфт на стыки компенсационного устройства с полиэтиленовой оболочкой теплоизоляции трубопровода в конструкции компенсационного устройства предусмотрены установленные на цилиндрических направляющих устройства термоусаживающиеся муфты, по наружному диаметру соответствующие диаметру полиэтиленовой оболочки трубопровода, а по длине — достаточные для качественной установки муфты.

3.5.4.13. Теплогидроизолированные сильфонные компенсационные устройства типа ППУ/ПЭ.II и ТГИ.II с усиленной гидроизоляцией применяются при бесканальной прокладке трубопроводов, а также в случаях их прокладки в непроходных каналах. Допускается эксплуатация СКУ во влажных грунтах с высоким уровнем грунтовых вод и в непроходных каналах, не оборудованных дренажной системой и подверженных затоплению грунтовыми, сточными или ливневыми водами.

3.5.4.14. Теплогидроизолированные СКУ типа ТГИ.II также могут применяться в подземных трубопроводах тепловых сетей с любой тепловой изоляцией.

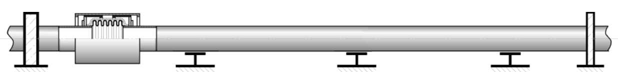
**3.5.5. Основные требования к применению сильфонных компенсационных устройств по техническим условиям ИЯНШ,300260.033ТУ на трубопроводах**

3.5.5.1. При применении на трубопроводах сильфонных компенсационных устройств типа М, МП, ППМ, ППУ, ППУ/ПЭ.I, ППУ/ОЦ, ППУ/ПЭ.II и ТГИ.II можно устанавливать в любом месте участка трубопровода между двумя неподвижными опорами, если нет препятствий для свободного перемещения кожуха в осевом направлении при температурных деформациях трубопровода.

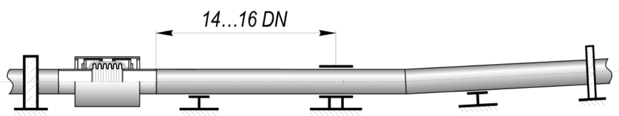
Но для обеспечения более стабильной работы сильфонов рекомендуется односильфонные компенсационные устройства устанавливать возле неподвижной опоры, подвижной стороной в сторону компенсируемого участка трубопровода, а двухсильфонные — посередине участка трубопровода.

3.5.5.2. В случае применения сильфонных компенсационных устройств типа М, МП, ППМ, ППУ, ППУ/ПЭ.I и ППУ/ОЦ при наземной и канальной прокладках трубопровода необходимость установки направляющих опор на расстоянии 2÷4 DN и 14÷16 DN от шва приварки устройства к трубопроводу определяется по результатам расчета трубопровода на устойчивость.

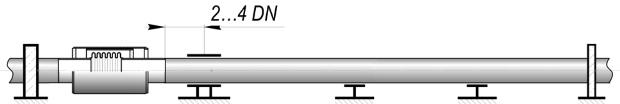
При отсутствии боковых нагрузок и врезок, несоосности трубопровода и его непрямолинейности (излома) направляющие опоры можно заменить скользящими опорами, исключающими прогиб трубопровода в месте установки устройства от собственного веса.



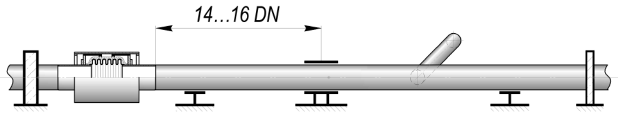
В противном случае необходимо установить дополнительно направляющие опоры на расстоянии 14DN ÷ 16DN от сильфонного компенсационного устройства.




3.5.5.3. В случае применения на трубопроводах СКУ типа ППУ/ПЭ.II и ТГИ.II в непроходных каналах при отсутствии врезок, несоосности или непрямолинейности трубопровода необходимо и достаточно установить направляющие опоры на расстоянии 2÷4 DN от СКУ.




Необходимость установки направляющих опор на расстоянии 14÷16 DN определяется по результатам расчета трубопровода на устойчивость (при отсутствии боковых нагрузок и врезок в трубопроводе направляющие опоры на расстоянии 14÷16 DN можно заменить на скользящие опоры, исключающие прогиб трубопровода от собственного веса).




При наличии врезок, а также несоосности или непрямолинейности участка трубопровода, на котором применены СКУ типа ППУ/ПЭ.II и ТГИ.II, обязательна установка двух пар направляющих опор в соответствии с требованиями раздела 5.5 настоящего РД.

3.5.5.4. В случае применения сильфонных компенсационных устройств типа ППМ, ППУ/ПЭ.I, ППУ/ПЭ.II и ТГИ.II при бесканальной прокладке установка направляющих опор на трубопроводе не требуется, т.к. их функции выполняет грунт.

3.5.5.5. Сильфонные компенсационные устройства типа М, МП, ППМ, ППУ, ППУ/ПЭ.I и ППУ/ОЦ допускается применять на трубопроводах, имеющих отклонение от прямой оси (излом) в пределах 5 градусов, прямые врезки, а также несоосность трубопровода при монтаже, не превышающую значений, указанных в таблице.

***Таблица 1.***

| DN, мм | Допускаемая несоосность трубопровода, мм, при применении: | |
|---|---|---|
| | односильфонных СКУ | двухсильфонных СКУ |
| 50 ÷ 65 | 5 | 10 |
| 80 ÷ 125 | 6 | 12 |
| 150 ÷ 200 | 7 | 14 |
| 250÷350 | 8 | 16 |
| 400 | 10 | 20 |
| 500 | 12 | 24 |
| 600 | 13 | 26 |
| 700 ÷ 800 | 14 | 28 |
| 900 ÷ 1400 | 15 | 30 |

3.5.5.6. Теплогидроизоляция стыков сильфонных компенсационных устройств типа ППУ/ПЭ.I, ППУ/ОЦ, ППУ/ПЭ.II и ТГИ.II, а также теплоизолированных перед монтажом сильфонных компенсационных устройств типа ППУ с трубопроводом выполняется по той же технологии, что и выполнение теплогидроизоляции труб между собой с соблюдением требований ГОСТ 30732-2006.



## 4. ТРЕБОВАНИЯ К ОСНОВНЫМ МАТЕРИАЛАМ, ПРИМЕНЯЕМЫМ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ, СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ И СТАРТОВЫХ СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ

4.1. Сильфоны СК и СКУ, в зависимости от условий эксплуатации (см. табл. 2 и 4), должны быть изготовлены из следующих рулонных или листовых материалов:

– наружные слои (не менее двух слоев со стороны окружающей среды) и внутренние слои (не менее двух слоев со стороны проводимой среды) — из стали 08Х18Н10Т (или 05Х18Н10Т) по ГОСТ 5632 или ее аналога — AISI 321;

– промежуточные слои сильфонов для СК и СКУ с температурой эксплуатации от минус 40 до 170ºС допускается изготавливать из стали марок 08кп, 08пс по ГОСТ 9045.

В случаях превышения допустимой концентрации хлор-ионов в проводимой или окружающей среде для изготовления СК и СКУ должны применяться сильфоны, изготовленные из следующих рулонных или листовых материалов:

– наружные слои (не менее дух слоев со стороны окружающей среды) и внутренние слои (не менее двух слоев со стороны проводимой среды) — сплава Incoloy 825;

– промежуточные слои из стали марок 08кп, 08пс по ГОСТ 9045.

4.2. Сильфоны ССК должны быть изготовлены из следующих рулонных или листовых материалов:

– внутренний слой (со стороны проводимой среды) из стали 08Х18Н10Т (или 05Х18Н10Т) по ГОСТ 5632 или ее аналогов — AISI 321;

– остальные слои допускается изготавливать из стали марок 08кп или 08пс по ГОСТ 9045.

4.3. При изготовлении двухсильфонных СК и СКУ пара сильфонов должна подбираться из одной партии. Под партией следует понимать группу сильфонов одного типоразмера, одновременно запущенных в производство, изготовленных по одному технологическому процессу из материалов одной плавки.

4.4 При изготовлении присоединительных патрубков СК и СКУ должны быть использованы бесшовные или электросварные прямошовные трубы, применяемые при строительстве трубопроводов тепловых сетей, ГВС и паропроводов, из материалов в соответствии с табл. 3 и 5. Сварные швы присоединительных патрубков СК и СКУ, изготовленных из прямошовных труб, должны быть двухсторонними. Не допускается применение электросварных спиралешовных труб, а также труб, бывших в употреблении.

4.5 В зависимости от условий эксплуатации СК по ИЯНШ.300260.029ТУ материал сильфонов и присоединительных патрубков должен приниматься в соответствии с таблицами 2 и 3. Материальное исполнение должно оговариваться при заказе.

***Таблица 2***

| Материальное исполнение | Марка материала сильфона | Содержание хлор-ионов, мг/л* | Предельные температуры эксплуатации, К (°С) |
|---|---|---|---|
| 1 | Наружные слои (со стороны окружающей среды) и внутренние слои (со стороны проводимой среды) — сталь марки 05Х18Н10Т, 08Х18Н10Т по ГОСТ 5632 или аналог — AISI 321, а также AISI 316Ti Промежуточные слои — сталь марок 08кп или 08пс по ГОСТ 9045 | 250 | от 233 до 443 (от минус 40 до 170) |
| 2 | Все слои — сталь 05Х18Н10Т, 08Х18Н10Т по ГОСТ 5632 или аналоги — AISI 321, а также AISI 316Ti | | от 20 до 773 (от минус 253 до 500) |
| 3 | Наружный слой (со стороны окружающей среды) и внутренний слой (со стороны проводимой среды) – Incoloy 825 Промежуточные слои – сталь марок 08кп или 08пс по ГОСТ 9045 | Свыше 250 | От 20 до 773 (от минус 253 до 500) |
| ** указано допустимое содержание хлор-ионов в жидкой проводимой или окружающей среде при температуре эксплуатации до 423К (до 150°С)* | | | |

***Таблица 3***

| Материальное исполнение | Марка материала присоединительных патрубков | Предельные температуры эксплуатации, К (°С) |
|---|---|---|
| 1 | Ст3сп ГОСТ 380 | от 253 до 673 (от минус 20 до 400) |
| 2 | сталь 20 по ГОСТ 1050 | от 243 до 698 (от минус 30 до 425) |
| 3 | сталь 17ГС, 17Г1С по ГОСТ 19281, 17Г1С-У по ТУ 14-1-1950 | от 233 до 723 (от минус 40 до 450) |
| 4 | сталь 09Г2, 09Г2С по ГОСТ 19281 | от 223 до 723 (от минус 50 до 450) |
| 5 | сталь 12Х18Н10Т ГОСТ 5632 | от 20 до 823 (от минус 253 до 550) |
| 6 | сталь 12МХ, 12Х1МФ ГОСТ 20072 | от 223 до 773 (от минус 50 до 500) |

4.6. В зависимости от условий эксплуатации СКУ по ИЯНШ.300260.033ТУ материал сильфонов и присоединительных патрубков должен приниматься в соответствии с таблицами 4 и 5. Материальное исполнение должно оговариваться при заказе.

*Таблица 4*

| Материальное исполнение | Марка материала сильфона | Содержание хлор-ионов, мг/л** | Предельные температуры эксплуатации, К (°С) |
|---|---|---|---|
| М0Х* | Не регламентируется: может быть М1.Х* или М2.Х* по технологии предприятия-изготовителя | до 250 | от 233 до 443 (от минус 40 до 170) |
| М1Х* | Наружные и внутренние слои (по два слоя) — сталь марки 08Х18Н10Т (05Х18Н10Т) по ГОСТ 5632 или аналог — AISI 321. Промежуточные слои — сталь марок 08кп или 08пс по ГОСТ 9045 | | |
| М2Х* | Все слои — сталь 08Х18Н10Т (05Х18Н10Т) по ГОСТ 5632 или аналог — AISI 321 | | от 20 до 773 (от минус 253 до 500) |
| М3Х* | Наружные слои (со стороны окружающей среды и внутренние слои (со стороны проводимой среды) — Incoloy 825; Промежуточные слои — сталь марок 08кп или 08пс по ГОСТ 9045 | свыше 250 | от 20 до 773 (от минус 253 до 500) |

** Х — материальное исполнение присоединительных патрубков — согласно таблице 26;*
*** указано допустимое содержание хлор-ионов в жидкой проводимой или окружающей среде при температуре эксплуатации до 423К (150 °С)*

*Таблица 5*

| Материальное исполнение | Марка материала присоединительных патрубков | Предельные температуры эксплуатации, К (°С) |
|---|---|---|
| МХ*1 | сталь 20 по ГОСТ 1050 | от 243 до 698 (от минус 30 до 425) |
| МХ*2 | сталь 17ГС, 17Г1С по ГОСТ 19281, | от 233 до 723 (от минус 40 до 450) |
| МХ*3 | сталь 09Г2, 09Г2С по ГОСТ 19281 | от 223 до 723 (от минус 50 до 450) |
| МХ*4 | сталь 09Г2С по ГОСТ 19281 6 или 14 категории (при минус 60ºС) | от 213 до 723 (от минус 60 до 450) |
| МХ*5 | сталь 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т ГОСТ 5632 | от 20 до 823 (от минус 253 до 550) |
| МХ*6 | другое, по согласованию с заказчиком (см. п. 4.11) | |

* Х – материальное исполнение сильфона – согласно таблице 25

4.7. Присоединительные патрубки и наружные кожухи ССК, должны быть изготовлены из толстостенных труб или листовой стали 20 ГОСТ 1050, а также 09Г2С, 17Г1С ГОСТ 19281.

4.8. Допускается изготовление присоединительных патрубков СК, ССК и СКУ из листовых материалов вальцовкой с последующей сваркой, а также стыковой сваркой из нескольких частей. Все сварные швы присоединительных патрубков должны быть подвергнуты визуальному контролю и ультразвуковому контролю в соответствии с требованиями РД 153-34.1-003-01.

4.9. Допускается изготовление присоединительных патрубков из труб с толщиной стенки, увеличенной от указанной договоре поставки, в пределах 2 мм без дополнительной обработки кромок под приварку к трубопроводу.

4.10. Сварной шов присоединительных патрубков СК, СКУ и ССК (при их изготовлении из сварных прямошовных труб) должен быть расположен в верхней части изделия.

4.11. Наружные поверхности присоединительных патрубков СК, ССК и СКУ из углеродистых сталей, не подвергаемые механической обработке, должны быть очищены дробеструйной обработкой.

4.12. В случае соединения присоединительных патрубков между собой допускается применять вид сварки с остающимся подкладным кольцом согласно РД 153-34.1.003-01.

4.13. В зависимости от условий эксплуатации материал присоединительных патрубков СК и СКУ должен применяться в соответствии с табл. 3 и 5. По согласованию с заказчиком допускается изготовление присоединительных патрубков из других материалов, разрешенных к применению «Правилами промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением».

4.14. Сталь 08Х18Н10Т (08Х18Н10Т) по ГОСТ 5632 или ее аналог — AISI 321, применяемая при изготовлении сильфонов, а также сталь 12Х18Н10Т по ГОСТ 5632, применяемая при изготовлении присоединительных патрубков, должна быть испытана на стойкость к межкристаллитной коррозии по ГОСТ 6032.

4.15. Прочие детали СК и СКУ (фланцы, кольца, направляющие, гильзы, кожухи, ограничители и другие) должны изготавливаться из листового материала, круглого проката и труб из сталей 10, 20 по ГОСТ 1050 и Ст3 по ГОСТ 380, а также 08Х18Н10Т и 12Х18Н10Т по ГОСТ 5632.

4.16. В зависимости от типа СКУ их внутренние поверхности между сильфоном, патрубками и кожухом могут быть теплоизолированны рулонами высокотемпературной теплоизоляции "K-FLEX SOLAR HT" по ТУ 5768-001-75218277-2013, «Пенотерм НПП ЛФ» по ТУ 2246-028-00203430-2003, «Aspen Aerogels Pyrogel®XT», «Фольма-холст ХФ» по ТУ 5763-004-81564428-2011 или другой гидрофобной теплоизоляцией, стойкой при максимальной температуре проводимой среды. Тепловая изоляция внутри СКУ не должна препятствовать работе сильфона при его рабочих перемещениях.

4.17. Тепловая изоляция присоединительных патрубков СКУ типа ППУ/ПЭ.I, ППУ/ПЭ.II, ППУ/ОЦ и ТГИ.II должна выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 30732. В качестве теплоизоляции должен быть использован жесткий пенополиуретан (ППУ). В качестве защитной оболочки должна применяться труба оболочка из тонколистовой оцинкованной стали или труба-оболочка (термоусаживающаяся муфта) из полиэтилена низкого давления марки не ниже ПЭ-80.

4.18. Гидроизоляция пространства между теплоизоляцией патрубков и кожухом СКУ, если это предусмотрено конструкцией СКУ, должна выполняться при изготовлении СКУ. В качестве гидроизоляции пространства между теплоизоляцией патрубков и кожухом СКУ должна использоваться набивка сальниковая типа АП-31 по ГОСТ 5152 или ее аналоги.

4.19. Для СКУ типа ППУ/ПЭ.II и ТГИ.II гидроизоляция сильфона от грунтовых вод обеспечивается применением гидрозащитной мембраны соответствующей требованиям ТУ 2539-135-00152075-2010 и ТУ 2512-134-00152075-2010 и защищенной дополнительно набивкой сальниковой типа ПТФЕ-RK-250 или АФТ по ГОСТ 5152 (или их аналогами).

Допускается применение гидрозащитной мембраны, изготовленной из полотна силиконового невулканизованного армированного тканью «Полиэстер» или аналогов.

Крепление гидрозащитной мембраны к деталям СКУ должно производиться с помощью замковых хомутов «NORMETTA» (или их аналогов) с применением шнурового герметика «Абрис С-Ш» по ТУ 5772-008-52471462-2007.

4.20. В случаях применения СКУ исполнения ППУ/ПЭ.I на трубопроводах тепловых сетей Санкт-Петербурга (или по требованию Заказчика) наружный силовой кожух должен быть гидроизолирован термоусаживающейся муфтой, изготовленной из полиэтилена низкого давления марки не ниже ПЭ-80 типа «ТИАЛ-ТУМ» по ТУ 2246-002-86666777-2008 или ее аналогами.

4.21. Для СКУ типа ППУ/ПЭ.II и ТГИ.II кожух должен изолироваться по всей длине полиэтиленовой толстостенной термоусаживающейся муфтой, изготовленной из полиэтилена низкого давления марки не ниже ПЭ-80 типа «ТИАЛ-ТУМ» по ТУ 2246-002-86666777-2008 или ее аналогами. Стыковые соединения термоусаживающихся муфт должны герметизироваться термоусаживающейся лентой ТЕРМА-Р по ТУ 2245-024-82119587-2007.

4.22. В качестве сигнальных проводников СОДК должна использоваться проволока медная марки ММ по ТУ 16-705.492-2005 сечением не менее 1,5 мм$^2$.

4.23. В качестве электроизолирующей трубки для сигнальных проводников СОДК внутри СКУ рекомендуется при-менять трубку фторопластовую Ф4Д ГОСТ 22056.

4.24. Для обеспечения герметичности внутреннего пространства СКУ типа ППУ/ПЭ.II и ТГИ.II между сильфоном и гидрозащитной мембраной (сильфонным уплотнением) для вывода сигнальных проводников СОДК должны использоваться кабельные вводы типа «HSK-K-PVDF».

# 5. ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ, ГВС И ПАРОПРОВОДОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОСЕВЫХ СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ, СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ И СТАРТОВЫХ СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ

## 5.1. Общие положения

5.1.1. В настоящем РД приведены только те нормы и правила проектирования, которые непосредственно связаны с особенностями применения СК, СКУ и ССК в трубопроводах тепловых сетей, ГВС и паропроводах.

5.1.2. При проектировании трубопроводов тепловых сетей, ГВС и паропроводов с применением неразгруженных осевых СК, СКУ и ССК необходимо руководствоваться следующими документами:

– ТР ТС 032/2013 — технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением»;

– ФНП в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением»;

– ГОСТ 32935-2014 «Компенсаторы сильфонные металлические для тепловых сетей. Общие технические условия»;

– ГОСТ 30732-2006 «Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой»;

– ГОСТ Р 56227-2014 «Трубы и фасонные изделия стальные в пенополимерминеральной изоляции. Технические условия»;

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

– РД 10-400-01 «Нормы расчета на прочность трубопроводов тепловых сетей», Госгортехнадзор России, 2001;

– 012.РД-001.003 «Руководящий документ по проектированию и строительству тепловых сетей в пенополимерминеральной (ППМИ) изоляции диаметром 25 — 1000 мм»;

– СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия. С картами». Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85;

– СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений». Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83;

– СП 25.13330.2012 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах». Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88;

– СП 41-105-2002 «Проектирование и строительство тепловых сетей бесканальной прокладки из стальных труб с индустриальной тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке»;

– СП 45.13330.2012 «Земляные сооружения, основания и фундаменты». Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87;

– СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов». Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003;

– СП 68.13330.2017 «СНиП 3.01.04-87 Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения»;

– СП 124.13330.2012 «Тепловые сети». Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003;

– СП 131 133330.2012 «Строительная климатология». Актуализированная редакция СНиП 23-01-99;

– СТБ 2201-2011 «Компенсаторы сильфонные и сильфонные компенсационные устройства для тепловых сетей. Общие технические условия»;

– СТО НП «РТ» 70264433-4-6-2010 «Компенсаторы сильфонные и сильфонные компенсационные устройства для тепловых сетей. Общие технические требования»;

– ИЯНШ.300260.029ТУ «Компенсаторы сильфонные осевые металлические. Технические условия»;

– ИЯНШ.300260.033ТУ «Устройства сильфонные компенсационные для трубопроводов тепловых сетей, горячего водоснабжения и паропроводов. Технические условия»;

– ИЯНШ.300260.035ТУ «Компенсаторы сильфонные стартовые. Технические условия».

5.1.3. 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.

5.1.4. Настоящий РД распространяется на СК, СКУ и ССК, применяющиеся на следующих видах трубопроводов тепловых сетей, систем ГВС и паропроводов:

– трубопроводы заводского изготовления с тепловой изоляцией из пенополиуретана (далее — ППУ) с защитной оболочкой из полиэтилена (далее — ПЭ) или оцинкованной стали (далее — ОЦ);

– трубопроводы заводского изготовления в пенополимерминеральной теплоизоляции с паропроницаемой наружной поверхностью (далее — ППМ-изоляции);

– трубопроводы с подвесной теплоизоляцией, т.е. трубопроводы, тепловая изоляция которых наносится после монтажа различными теплоизоляционными материалами: матами из минеральной и базальтовой ваты, изоляцией СТУ, скорлупами ППУ с невоспламеняемым гидрозащитным покрытием, теплоизоляцией K-Flex и пр.;

– трубопроводы заводского изготовления в армопенобетонной теплоизоляции с паропроницаемой оболочкой из различных материалов (далее — АПБ-изоляции);

– трубопроводы в других видах теплоизоляции, прошедшие необходимый цикл испытаний и имеющие сертификат соответствия.

5.1.5. Параметры и характеристики проводимой среды приведены в таблице 6.



*Таблица 6*

<table>
<tr><th>Проводимая среда</th><th>Тип применяемого СК, ССК или СКУ</th><th>Температура проводимой среды, К (ºС)</th><th>Номинальное давление, PN, МПа (кгс/см²)</th><th>Скорость проводимой среды, м/с</th></tr>
<tr><td rowspan="4">Вода пресная сетевая*, вода систем ГВС*, вода питьевая</td><td>ППУ, ППУ/ОЦ, ППУ/ПЭ.I, ППУ/ПЭ.II, ТГИ.II, ССК</td><td>до 413 (140), допускается кратковременно до 423 (150)**</td><td rowspan="6">1,6 (16)<br>2,5 (25)</td><td rowspan="3">до 8</td></tr>
<tr><td>ППМ</td><td>до 423 (150)</td></tr>
<tr><td>ОПН (ОПНР), ОПК, ОПКР, ОПФН, КСО (КСОР), М, МП</td><td rowspan="2">до 473 (200)</td></tr>
<tr><td>ОПГ, ОПМ, ОПМР, МП</td><td>свыше 8</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Пар</td><td>ОПН, ОПНР, ОПК, М</td><td rowspan="2">до 623 (350)</td><td>до 40</td></tr>
<tr><td>ОПГ, ОПМ, ОПМР, МП</td><td>до 120</td></tr>
<tr><td colspan="5">* Допустимое содержание хлор-ионов — до 250 мг/л при температуре до 150 ºС.<br>** Допускается повышение температуры теплоносителя не более 423 К (150 ºС) в пределах графика качественного регулирования отпуска тепла 150 ºС — 70 ºС.</td></tr>
</table>

## 5.2. Основные технические характеристики сильфонных компенсаторов, сильфонных компенсационных устройств и стартовых сильфонных компенсаторов для расчета трубопроводов тепловых сетей, ГВС и паропроводов

5.2.1. Компенсирующая способность СК, СКУ и ССК зависит от их назначенной наработки по эквивалентному разрушающему воздействию в зависимости от режимов эксплуатации (см. п. 1.21). Полный рабочий ход СК и СКУ соответствует удвоенной амплитуде (2·λ-1) осевого рабочего хода сжатия — растяжения. Полный рабочий ход ССК — осевому ходу его сжатия (λ-1).

Выполнение расчетов трубопроводов (в том числе и с помощью ПС «СТАРТ») с применением осевых СК, СКУ и ССК должны проводиться при 100% режиме компенсации деформаций теплопровода (полный рабочий ход 2·λ-1) при изменении температуры от расчетной температуры наружного воздуха для проектирования отопления до максимальной расчетной температуры теплоносителя.

5.2.1.1. Значения амплитуды осевого хода (λ-1) и полного рабочего хода (2·λ-1) односильфонных и двухсильфонных СК и СКУ для расчетов трубопроводов тепловых сетей, соответствующие эквивалентной назначенной наработке, указанной в п. 1.21.2.1 настоящего РД (100%-ный режим — 10 циклов, +70%-ный режим — 150 циклов, +20%-ный режим — 10 000 циклов), представлены в таблице 7:

*Таблица 7*

| Номинальный диаметр, DN, мм | Односильфонные СК и СКУ трубопроводов тепловых сетей | | Двухсильфонные СК и СКУ трубопроводов тепловых сетей | |
|---|---|---|---|---|
| | Амплитуда осевого хода, ± λ-1, мм | Осевой ход (полный рабочий ход), 2·λ-1, мм значения для задания «осевого хода» в ПС «СТАРТ» | Амплитуда осевого хода, ± λ-1, мм | Осевой ход (полный рабочий ход), 2·λ-1, мм значения для задания «осевого хода» в ПС «СТАРТ» |
| 50 | 20 | 40 | 40 | 80 |
| 50 | 40 | 80 | 80 | 160 |
| 65 | 40 | 80 | 80 | 160 |
| 80 | 45 | 90 | 90 | 180 |
| 100 | 60 | 120 | 120 | 240 |
| 125 | 65 | 130 | 130 | 260 |
| 150 | 75 | 150 | 150 | 300 |
| 200 | 80 | 160 | 160 | 320 |
| 250 | 90 | 180 | 180 | 360 |
| 300 | 95 | 190 | 190 | 380 |
| 350 | 95 | 190 | 190 | 380 |
| 400 | 100 | 200 | 200 | 400 |
| 500 | 105 | 210 | 210 | 420 |
| 600 | 110 | 220 | 220 | 440 |
| 700 | 110 | 220 | 220 | 440 |
| 800 | 120 | 240 | 240 | 480 |
| 900 | 130 | 260 | 260 | 520 |
| 1000 | 130 | 260 | 260 | 520 |
| 1200 | 130 | 260 | 260 | 520 |
| 1400 | 130 | 260 | 260 | 520 |

5.2.1.2. Значения амплитуды осевого хода ($\lambda_{-1}$) и полного рабочего хода ($2 \cdot \lambda_{-1}$) односильфонных и двухсильфонных СК и СКУ для расчетов трубопроводов ГВС и паропроводов, соответствующие назначенной наработке 3000 и 1000 циклов (см. п.1.21.1) представлены в таблице 8:

***Таблица 8***

| Условный проход, *DN*, мм | Односильфонные СК и СКУ для паропроводов и ГВС | | | | Двухсильфонные СК и СКУ для паропроводов и ГВС | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Амплитуда осевого хода, $\pm \lambda_{-1}$, мм | | Осевой ход (полный рабочий ход), $2 \cdot \lambda_{-1}$, мм | | Амплитуда осевого хода, $\pm \lambda_{-1}$, мм | | Осевой ход (полный рабочий ход), $2 \cdot \lambda_{-1}$, мм | |
| | при N=3000 циклов | при N=1000 циклов | при N=3000 циклов | при N=1000 циклов | при N=3000 циклов | при N=1000 циклов | при N=3000 циклов | при N=1000 циклов |
| 50 | 15 | 20 | 30 | 40 | 30 | 40 | 60 | 80 |
| 65 | 15 | 20 | 30 | 40 | 30 | 40 | 60 | 80 |
| 80 | 16 | 22 | 32 | 44 | 32 | 44 | 64 | 88 |
| 100 | 20 | 25 | 40 | 50 | 40 | 50 | 80 | 100 |
| 125 | 22 | 28 | 44 | 56 | 44 | 56 | 88 | 112 |
| 150 | 25 | 35 | 50 | 70 | 50 | 70 | 100 | 140 |
| 200 | 30 | 45 | 60 | 90 | 60 | 90 | 120 | 180 |
| 250 | 35 | 50 | 70 | 100 | 70 | 100 | 140 | 200 |
| 300 | 40 | 60 | 80 | 120 | 80 | 120 | 160 | 240 |
| 350 | 40 | 65 | 80 | 130 | 80 | 130 | 160 | 260 |
| 400 | 45 | 70 | 90 | 140 | 90 | 140 | 180 | 280 |
| 500 | 50 | 85 | 100 | 170 | 100 | 170 | 200 | 340 |
| 600 | 55 | 90 | 110 | 180 | 110 | 180 | 220 | 360 |
| 700 | 60 | 95 | 120 | 190 | 120 | 190 | 240 | 380 |
| 800 | 70 | 100 | 140 | 200 | 140 | 200 | 280 | 400 |
| 900 | 70 | 100 | 140 | 200 | 140 | 200 | 280 | 400 |
| 1000 | 80 | 115 | 160 | 230 | 160 | 230 | 320 | 460 |
| 1200 | 80 | 115 | 160 | 230 | 160 | 230 | 320 | 460 |
| 1400 | 80 | 115 | 160 | 230 | 160 | 230 | 320 | 460 |

5.2.1.3. Значения эффективной площади ($S_{эф}$), коэффициента местного сопротивления ($\xi$) и максимальные значения осевой жесткости ($C_\lambda$) СК и СКУ для расчетов трубопроводов представлены в таблице 9:

***Таблица 9***

| Номинальный диаметр, *DN*, мм | Эффективная площадь, $S_{эф}$, см$^2$ | Односильфонные СК и СКУ | | Двухсильфонные СК и СКУ | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Коэффициент местного сопротивления, $\zeta$ | Жесткость осевая, $C_\lambda$, кН/м (кгс/см) | Коэффициент местного сопротивления, $\zeta$ | Жесткость осевая, $C_\lambda$, кН/м (кгс/см) |
| 50 | 34 | 0,380 | 737 | 0,760 | 369 |
| 50 | 66 | 0,350 | 183 | 0,700 | 92 |
| 65 | 66 | 0,350 | 183 | 0,700 | 92 |
| 80 | 89 | 0,300 | 169 | 0,600 | 85 |
| 100 | 133 | 0,260 | 220 | 0,520 | 110 |
| 125 | 206 | 0,220 | 216 | 0,440 | 108 |
| 150 | 282 | 0,200 | 226 | 0,400 | 113 |
| 200 | 483 | 0,115 | 268 | 0,230 | 134 |
| 250 | 731 | 0,103 | 246 | 0,206 | 123 |
| 300 | 1001 | 0,087 | 276 | 0,174 | 138 |
| 350 | 1272 | 0,129 | 387 | 0,258 | 194 |
| 400 | 1636 | 0,113 | 574 | 0,226 | 287 |
| 500 | 2515 | 0,093 | 669 | 0,186 | 335 |
| 600 | 3513 | 0,080 | 653 | 0,160 | 327 |
| 700 | 4528 | 0,060 | 877 | 0,120 | 439 |
| 800 | 5948 | 0,057 | 803 | 0,114 | 402 |
| 900 | 8075 | 0,045 | 895 | 0,090 | 448 |
| 1000 | 9017 | 0,040 | 819 | 0,080 | 410 |
| 1200 | 12731 | 0,040 | 987 | 0,080 | 494 |
| 1400 | 16998 | 0,040 | 1210 | 0,080 | 605 |



5.2.1.4. Значения компенсирующей способности ($\lambda_{-1}$), эффективной площади ($S_{эф}$), коэффициента местного сопротивления ($\xi$), осевой жесткости ($C_\lambda$) и расчетного осевого усилия (действующего на ССК после обварки кожухов) стартовых сильфонных компенсаторов (ССК) для расчетов бесканально проложенных трубопроводов представлены в таблице 10:

***Таблица 10***

| Номинальный диаметр *DN*, мм | Осевой ход, сжатие, $\lambda{-1}$, мм | Осевое усилие, кН, (кгс) | Эффективная площадь, $S_{эф}$, см$^2$ | Жесткость осевая, $C_\lambda$, кН/м (кгс/см) | Коэффициент местного сопротивления, $\zeta$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 50 | 80 | 63 (6300) | 36 | 43,8 | 0,360 |
| 65 | 80 | 96 (9600) | 66 | 42,2 | 0,350 |
| 80 | 80 | 112 (11200) | 88 | 29,0 | 0,300 |
| 100 | 80 | 170 (17000) | 129 | 24,2 | 0,260 |
| 125 | 110 | 209 (20900) | 187 | 21,2 | 0,220 |
| 150 | 110 | 300 (30000) | 277 | 20,8 | 0,200 |
| 200 | 140 | 413 (41300) | 363 | 66,6 | 0,115 |
| 250 | 140 | 601 (60100) | 644 | 44,8 | 0,103 |
| 300 | 140 | 715 (71500) | 910 | 42,8 | 0,087 |
| 350 | 140 | 830 (83000) | 1265 | 60,0 | 0,129 |
| 400 | 140 | 937 (93700) | 1468 | 109,2 | 0,113 |
| 500 | 170 | 1332 (133200) | 2362 | 125,9 | 0,093 |
| 600 | 170 | 1584 (158400) | 3388 | 127,7 | 0,080 |
| 700 | 170 | 1810 (181000) | 4363 | 88,6 | 0,060 |
| 800 | 170 | 2061 (206100) | 5718 | 139,4 | 0,057 |
| 900 | 170 | 2891 (289100) | 7092 | 151,3 | 0,045 |
| 1000 | 170 | 3525 (352500) | 8638 | 235,1 | 0,040 |
| 1200 | 170 | 5366 (536600) | 12681 | 278,0 | 0,040 |
| 1400 | 170 | 6246 (624600) | 16848 | 372,0 | 0,040 |

5.2.1.6 Значения распорного усилия ($P_p$), действующего на трубопровод и неподвижные опоры для СК и СКУ, а также ССК при внутреннем давлении в трубопроводе, равном условному или пробному давлению (PN и 1,25 . PN соответственно), приведены в таблице 11:

***Таблица 11***

| Номинальный диаметр, DN, мм | Распорное усилие для СК и СКУ, кН (тс) | | | | | | | | Распорное усилие для ССК, кН (тс) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | при $P_{вн}$ = PN | | | | при $P_{вн}$ = 1,25 · PN | | | | при $P_{вн}$ = 2,5 МПа | | при $P_{вн}$ = 1,25 ·2,5 МПа | |
| | *PN* = 1,6 МПа | | *PN* = 2,5 МПа | | *PN* = 1,6 МПа | | *PN* = 2,5 МПа | | | | | |
| 50 | 5,5 | (0,55) | 8,5 | (0,85) | 7 | (0,7) | 11 | (1,1) | — | | — | |
| 50 | 11 | (1,1) | 17 | (1,7) | 14 | (1,4) | 21 | (2,1) | 9 | (0,9) | 11 | (1,1) |
| 65 | 11 | (1,1) | 17 | (1,7) | 14 | (1,4) | 21 | (2,1) | 17 | (1,7) | 21 | (2,1) |
| 80 | 15 | (1,5) | 23 | (2,3) | 18 | (1,8) | 28 | (2,8) | 22 | (2,3) | 28 | (2,8) |
| 100 | 22 | (2,2) | 34 | (3,4) | 27 | (2,7) | 42 | (4,2) | 32 | (3,3) | 40 | (4,0) |
| 125 | 33 | (3,3) | 52 | (5,2) | 42 | (4,2) | 65 | (6,5) | 47 | (4,7) | 59 | (5,9) |
| 150 | 46 | (4,6) | 71 | (7,1) | 57 | (5,7) | 89 | (8,9) | 69 | (7,0) | 87 | (8,7) |
| 200 | 78 | (7,8) | 121 | (12,1) | 97 | (9,7) | 151 | (15,1) | 91 | (9,1) | 113 | (11,3) |
| 250 | 117 | (11,7) | 183 | (18,3 | 147 | (14,7) | 229 | (22,9) | 161 | (16,2) | 201 | (20,1) |
| 300 | 160 | (16,0) | 249 | (24,9) | 199 | (19,9) | 311 | (31,1) | 228 | (22,8) | 285 | (28,5) |
| 350 | 198 | (19,8) | 309 | (30,9) | 247 | (24,7) | 386 | (38,6) | 316 | (31,7) | 396 | (39,6) |
| 400 | 262 | (26,2) | 409 | (40,9) | 328 | (32,8) | 512 | (51,2) | 367 | (36,8) | 459 | (45,9) |
| 500 | 403 | (40,3) | 629 | (62,9) | 503 | (50,3) | 786 | (78,6) | 591 | (59,1) | 738 | (73,8) |
| 600 | 563 | (56,3) | 879 | (87,9) | 703 | (70,3) | 1 098 | (109,8) | 847 | (84,8) | 1 059 | (105,9) |
| 700 | 725 | (72,5) | 1 133 | (113,3) | 906 | (90,6) | 1 416 | (141,6) | 1 091 | (109,1) | 1 363 | (136,3) |
| 800 | 952 | (95,2) | 1 488 | (148,8) | 1 190 | (119,0) | 1 859 | (185,9) | 1 430 | (143,0) | 1 787 | (178,7) |
| 900 | 1 188 | (118,8) | 1 857 | (185,7) | 1 485 | (148,5) | 2 321 | (232,1) | 1 773 | (177,4) | 2 216 | (221,6) |
| 1000 | 1 443 | (144,3) | 2 254 | (225,4) | 1 803 | (180,3) | 2 817 | (281,7) | 2 160 | (216,0) | 2 700 | (270,0) |
| 1200 | 2 037 | (203,7) | 3 183 | (318,3) | 2 547 | (254,7) | 3 979 | (397,9) | 3 170 | (317,1) | 3 963 | (396,3) |
| 1400 | 2 720 | (272,0) | 4 250 | (425,0) | 3 400 | (340,0) | 5 312 | (531,2) | 4 212 | (421,2) | 5 265 | (526,5) |

### 5.3. Выбор типа сильфонного компенсатора (сильфонного компенсационного устройства) в зависимости от проектных условий

Выбор типа сильфонного компенсатора или сильфонного компенсационного устройства осуществляется в зависимости от способа прокладки трубопровода, его диаметра, вида тепловой изоляции, характеристик проводимой среды, расчетной температуры наружного воздуха для проектирования отопления.

5.3.1. Для изготовления различного вида сильфонных компенсационных устройств для тепловых сетей, узлов компенсационных, блокированных сильфонных компенсаторов и пр. следует применять сильфонные компенсаторы типа ОПН (ОПНР) и ОПФН по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ.

Для изготовления сильфонных компенсационных устройств, конструкция которых предусматривает установку внутренних направляющих патрубков, следует применять сильфонные компенсаторы типа ОПГ по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ.

5.3.2. Для стальных трубопроводов тепловых сетей и ГВС, а также паропроводов с подвесной теплоизоляцией при подземной прокладке в тоннелях, проходных и непроходных каналах и тепловых камерах, при прокладке внутри помещений и наземной прокладке, можно применять сильфонные компенсаторы типа ОПК, ОПМ, ОПКР, ОПМР и КСО (КСОР) по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ, а также сильфонные компенсационные устройства типа М и МП по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ.

5.3.3. Сильфонные компенсаторы типа ОПГ, ОПМ и ОПМР по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ, а также сильфонные компенсационные устройства типа МП по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ с внутренним направляющим патрубком рекомендуется применять на трубопроводах, проводящих воду с температурой до 200°С при скоростях свыше 6 м/с при закрытой системе водозабора и качественной водоподготовке, а также на паропроводах, проводящих пар с температурой до 350 °С и скоростью свыше 30 м/с при номинальном давлении до 25 кгс/см$^2$.

5.3.4. При реконструкции и новом строительстве стальных трубопроводов с индустриальной теплоизоляцией из автоклавного армопенобетона (АПБ) следует применять сильфонные компенсационные устройства типа ППМ по техническим условиям ИЯНШ.30026.033ТУ.

При прокладке трубопровода с индустриальной теплоизоляцией из автоклавного армопенобетона (АПБ) в непроходных каналах, оборудованных дренажной системой и не подверженных затоплению грунтовыми, сточными и ливневыми водами, допускается применение СКУ типа М по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ, а также сильфонных компенсаторов типа ОПКР по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ.

5.3.5. Для трубопроводов с индустриальной пенополимерминеральной теплоизоляцией при всех способах прокладки, регламентированных применением данного типа теплогидроизоляции трубопровода, следует применять сильфонные компенсационные устройства типа ППМ по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ.

При прокладке трубопровода с индустриальной пенополимерминеральной теплоизоляцией в непроходных каналах, оборудованных дренажной системой и не подверженных затоплению грунтовыми, сточными и ливневыми водами, допускается применение СКУ типа М, а также сильфонных компенсаторов типа ОПКР по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ.

5.3.6. Для стальных трубопроводов с индустриальной тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой из тонколистовой оцинкованной стали при надземной прокладке, а также при их прокладке в проходных каналах и туннелях, следует применять теплогидроизолированные сильфонные компенсационные устройства типа ППУ/ОЦ по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ.

Допускается применение СКУ типа ППУ при условии, что пенополиуретановая тепловая изоляция патрубков с защитной оболочкой из тонколистовой оцинкованной стали СКУ должна быть выполнена до монтажа СКУ в трубопровод в соответствии с требованиями раздела 6.4 настоящего РД.

5.3.7. Для стальных трубопроводов с индустриальной тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой из полиэтилена при бесканальной прокладке трубопровода в сухих грунтах с низким уровнем грунтовых вод, а также в непроходных каналах, оборудованных дренажной системой и не подверженных затоплению грунтовыми, сточными и ливневыми водами, следует применять теплогидроизолированные сильфонные компенсационные устройства типа ППУ/ПЭ.I, ППУ/ПЭ.II, ТГИ и ТГИ.II по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ.

Допускается применение СКУ типа ППУ при условии, что пенополиуретановая тепловая изоляция патрубков с полиэтиленовой защитной оболочкой СКУ должна быть выполнена до монтажа СКУ в трубопровод в соответствии с требованиями раздела 6.4 настоящего РД.

5.3.8. Для стальных трубопроводов с индустриальной тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой из полиэтилена при бесканальной прокладке во влажных грунтах с повышенным уровнем грунтовых вод, а также в затапливаемых грунтовыми, сточными и ливневыми водами непроходных каналах, следует применять теплогидроизолированные сильфонные компенсационные устройства типа ППУ/ПЭ.II и ТГИ.II.

5.3.9. При бесканальной прокладке трубопроводов с индустриальной тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой из полиэтилена допускается применение стартовых сильфонных компенсаторов (ССК) по техническим условиям ИЯНШ.300260.035ТУ, если это предусмотрено проектом тепловой сети.

5.3.10. Для паропроводов следует применять сильфонные компенсаторы типа ОПН, ОПГ, ОПМ, ОПКР, и ОПМР, по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ, а также сильфонные компенсационные устройства типа М и МП по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ с сильфонами, все слои которых выполнены из аустенитной (нержавеющей) стали марки 08Х18Н10Т (или 05Х18Н10Т) по ГОСТ 5632 или ее аналога — AISI 321.

Сильфонные компенсаторы типа ОПГ, ОПМ и ОПМР по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ, а также сильфонные компенсационные устройства типа МП по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ с внутренним направляющим патрубком применяются при скорости пара свыше 30 м/с.

5.3.11 При необходимости допускается применение осевых сильфонных компенсаторов, сильфонных компенсационных устройств и стартовых сильфонных компенсаторов большего или меньшего диаметра, чем диаметр трубопровода, с установкой переходов. Входной и выходной переходы СК, СКУ и ССК могут быть разных диаметров в зависимости от присоединяемых диаметров трубопроводов.

5.3.12 Конструктивные особенности серийно поставляемых осевых сильфонных компенсаторов по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ, сильфонных компенсационных устройств по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ и стартовых сильфонных компенсаторов по техническим условиям ИЯНШ.300260.035ТУ, возможности их применения в тех или иных условиях, а также требования к их установке на трубопроводе приведены в таблицах 12 и 13.

*Таблица 12*

**Конструктивные особенности сильфонных компенсаторов и стартовых сильфонных компенсаторов и условия их применения на трубопроводах**

| | Конструктивные особенности СК и ССК и проектные условия применения | Тип сильфонного компенсатора | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ОПН (ОПНР) | ОПФН | ОПК | ОПГ | ОПМ | ОПКР | ОПМР | КСО (КСОР) | ССК |
| Применяемость | Для изготовления СКУ на других предприятиях | ● | ● | ● | ● | ● | | | | |
| | Для паропроводов | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | |
| | Для наземной прокладки | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | |
| | Для установки в помещениях, проходных каналах и туннелях | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | |
| | Для установки в сухих каналах и тепловых камерах | | | ● | | ● | ● | ● | ● | |
| | Для установки в затапливаемых каналах и тепловых камерах | | | | | | | | | |
| | Для бесканальной прокладки в сухих грунтах | | | | | | | | | ● |
| | Для бесканальной прокладки в грунтах с повышенной влажностью | | | | | | | | | ● |
| Конструктивные особенности | Защитный легкий кожух | | | ● | | ● | | | | |
| | Защитный усиленный кожух | | | | | | ● | ● | ● | ● |
| | Встроены облегченные направляющие | | | | | | ● | ● | ● | ● |
| | Ограничитель растяжения | | | | | | ● | ● | ● | |
| | Ограничитель сжатия | | | | | | ● | ● | ● | ● |
| | Внутренний патрубок для направления потока теплоносителя | | | | ● | ● | | ● | | |
| | Защитное антикоррозийное покрытие сильфона | | | | | | ● | ● | ● | |
| | Наружное антикоррозийное покрытие кожуха | | | ● | | ● | ● | ● | ● | |
| Условия установки и эксплуатации | В любом месте пролета между неподвижными опорами | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | Только в середине пролета | | | | | | | | | |
| | Только с двумя парами направляющих опор | ● | ● | ● | ● | ● | | | | |
| | С одной парой направляющих опор | | | | | | ● | ● | ● | |
| | Без направляющих опор | | | | | | | | | ● |
| | При незначительной несоосности и непрямолинейности трубопровода | | | | | | ● | ● | | |

*Таблица 13*

**Конструктивные особенности СКУ и условия их применения на трубопроводах**

| | Конструктивные особенности СКУ и проектные условия | Тип сильфонного компенсационного устройства | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | М | МП | ППМ | ППУ | ППУ/ОЦ | ППУ/ПЭ.I | ППУ/ПЭ.II | ТГИ.II |
| Применяемость | Для нанесения теплоизоляции на патрубки СКУ на изоляционных заводах | | | | ● | | | | |
| | Для паропроводов | ● | ● | | | | | | |
| | Для наземной прокладки, для установки в помещениях, проходных каналах и туннелях | ● | ● | ● | ●* | ● | | | |
| | Для установки в сухих каналах и тепловых камерах | ● | ● | ● | ●* | | ● | ● | ● |
| | Для установки в затапливаемых каналах и тепловых камерах | | | | | | | ● | ● |
| | Для бесканальной прокладки в сухих грунтах | | | ● | ●* | | ● | ● | ● |
| | Для бесканальной прокладки в грунтах с повышенной влажностью | | | | | | | ● | ● |
| Конструктивные особенности | Защитный усиленный кожух | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | Встроены силовые направляющие (могут заменять внешние направляющие опоры) | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | |
| | Ограничители сжатия-растяжения | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | |
| | Теплоизоляция сильфона | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | Заводская теплоизоляция патрубков | | | –** | | ● | ● | ● | |
| | Гидроизоляция от грунтовых вод | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | Полная защита сильфона, СОДК и ППУ от попадания грунтовых вод | | | | | | | ● | ● |
| | Возможность контроля герметичности гидроизоляции и сильфона СКУ системой ОДК | | | | | | | ● | ● |
| Условия установки и эксплуатации | В любом месте пролета между неподвижными опорами (кроме бесканальной прокладки) | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | |
| | Двухсильфонные СКУ при бесканальной прокладке — в середине пролета | | | ● | | | ● | ● | ● |
| | Односильфонные СКУ при бесканальной прокладке — возле неподвижной опоры | | | ● | | | ● | ● | ● |
| | С одной парой направляющих опор (кроме бесканальной прокладки)*** | | | | | | | ● | ● |
| | Без направляющих опор (кроме бесканальной прокладки)*** | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | |
| | При незначительной несоосности и непрямолинейности трубопровода | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |

** После теплоизоляции патрубков на изоляционном заводе.*
*** Теплоизоляция патрубков СКУ типа ППМ выполняется одновременно с теплоизоляцией стыка СКУ с трубопроводом, рекомендуется дополнительная теплоизоляция кожуха.*
**** При бесканальной прокладке трубопроводов все СКУ применяются без направляющих опор.*

## 5.4. Размещение осевых сильфонных компенсаторов, сильфонных компенсационных устройств и стартовых сильфонных компенсаторов на участке трубопровода

5.4.1. Требования по размещению сильфонных компенсаторов, сильфонных компенсационных устройств и стартовых сильфонных компенсаторов на трубопроводе в зависимости от их типа указаны в табл. 12 и 13.

5.4.2. Осевые сильфонные компенсаторы и сильфонные компенсационные устройства должны размещаться на прямолинейном участке трубопровода между двумя концевыми или промежуточными неподвижными опорами. При этом на данном участке допускается установка только одного сильфонного компенсатора или сильфонного компенсационного устройства.

5.4.3. При бесканальной прокладке трубопроводов с сильфонными компенсационными устройствами типа ППМ, ППУ/ПЭ.I, ППУ/ПЭ.II и ТГИ.II по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ, а также стартовыми сильфонными компенсаторами по техническим условиям ИЯНШ.300260.035ТУ, функции промежуточных неподвижных опор могут выполнять, так называемые, условно неподвижные участки трубопровода при следующих условиях:

– на данном участке применены СКУ (или ССК) одного типоразмера из одной партии поставки;

– глубина залегания трубопровода с устанавливаемыми СКУ или ССК на всем прямолинейном участке между концевыми неподвижными опорами постоянная, а состав грунта, которым засыпан трубопровод, однородный;

– расстояния между СКУ ( или ССК ) одинаковые и равны расстояниям между условно неподвижными участками трубопровода

5.4.4. Сильфонные компенсаторы типа ОПКР и ОПМР, а также все сильфонные компенсационные устройства допускают их установку в трубопровод при несоосности, не вызывающей поворот сильфона свыше 1 градуса (для двухсильфонных СК и СКУ — свыше 2-х градусов), а также отклонение от прямой оси (излом) участка трубопровода в пределах 5 градусов. Значения допускаемой несоосности трубопроводов во время монтажа при применении данных СК или СКУ приведены в таблице 1.

5.4.5. Рекомендуется односильфонные СК и СКУ устанавливать на расстоянии 2DN ÷ 4DN от неподвижной опоры – неподвижной частью к опоре, а двухсильфонные – посередине пролета между двумя неподвижными опорами. При невозможности установки СК или СКУ в указанных местах допускается их установка в любом месте прямолинейного участка трубопровода между двумя концевыми или промежуточными неподвижными опорами, если нет препятствий для возможности свободных перемещений наружного защитного кожуха вместе с частью трубопроводов в пределах амплитуды рабочего хода. При бесканальной прокладке СКУ необходимо исключить возможность защемления грунтом кожуха СКУ, препятствующего его перемещению в пределах рабочего хода.

5.4.6 Для обеспечения стабильной работы СК и СКУ при эксплуатации, а также с целью снижения нагрузок на трубо-провод и неподвижные опоры при предварительном растяже-нии двухсильфонных СК и СКУ растяжку сильфонов необходимо выполнять с обоих торцов СК или СКУ, при этом необходимо обеспечить равномерное перемещение патрубков СК или СКУ относительно торцов кожуха.

5.4.7. При бесканальной прокладке трубопроводов стартовые сильфонные компенсаторы должны размещаться на прямолинейном участке трубопровода между двумя концевыми или промежуточными неподвижными опорами (или условно неподвижными участками трубопровода). При этом на данном участке допускается установка только одного ССК.

5.4.8. Осевые сильфонные компенсаторы и сильфонные компенсационные устройства с внутренними направляющими патрубками следует устанавливать на трубопроводах так, чтобы направление стрелки на корпусе компенсатора совпадало с направлением движения теплоносителя.

5.4.9. При подземной прокладке (бесканально и в непроходных каналах) трубопровода не допускается установка сильфонных компенсаторов и сильфонных компенсационных устройств в зоне проезжей части автомагистралей I категории, а также в зоне действия электромагнитного поля от проложенных рядом электрических и телефонных кабелей.

5.4.10. Расстояние в свету от ограждающих конструкций камер, тоннелей и каналов до теплоизоляции сильфонного компенсатора или сильфонного компенсационного устройства, а также между соседними компенсаторами, должно быть не менее:

– для диаметров трубопроводов до 500 мм – 100 мм;
– для диаметров трубопроводов более 600 мм – 150 мм.

5.4.11. При невозможности соблюдения указанных расстояний сильфонные компенсаторы и сильфонные компенсационные устройства устанавливаются в разбежку со смещением в плане не менее 100 мм.



## 5.5. Расстановка направляющих опор, требования к направляющим опорам и к расчету нагрузок на направляющие опоры

Необходимость установки направляющих опор для каждого конкретного типа сильфонного компенсатора и сильфонного компенсационного устройства указаны в таблицах 10 и 11 настоящего РД.

5.5.1. При бесканальной прокладке трубопроводов с сильфонными компенсационными устройствами типа ППМ, ППУ/ПЭ.I, ППУ/ПЭ.II и ТГИ.II по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ, а также стартовых сильфонными компенсаторами по техническим условиям ИЯНШ.300260.035ТУ, не требуется установка направляющих опор для исключения передачи на сильфон изгибающих моментов и боковых нагрузок, возникающих при возможных несоосностях и температурных деформациях трубопровода, т.к. их функции выполняет грунт.

При этом следует провести проверку трубопроводов на устойчивость в следующих случаях:

– при малой глубине заложения трубопроводов (менее 1 м от оси труб до поверхности земли);

– при вероятности затопления трубопровода грунтовыми, паводковыми или другими водами;

– при вероятности ведения земляных работ при работающем трубопроводе;

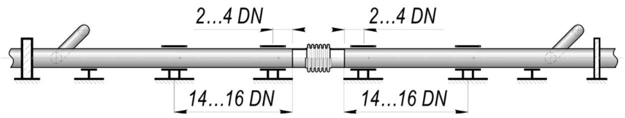
– при необходимости принятия дополнительных мер по обеспечению живучести трубопровода (на основе технического задания заказчика).

5.5.2. При вероятности сезонного подъема уровня стояния грунтовых или поверхностных вод выше глубины заложения бесканально проложенных трубопроводов с СКУ типа ППМ, ППУ/ПЭ.I, ППУ/ПЭ.II и ТГИ.II по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ, а также ССК по техническим условиям ИЯНШ.300260.035ТУ, следует провести проверку на всплытие незаполненного водой трубопровода.

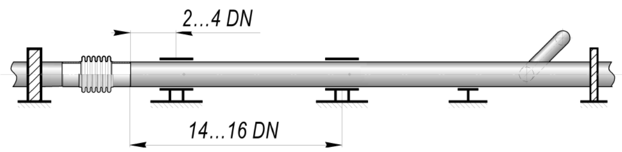
5.5.3. Не допускается проведение гидравлических испытаний бесканально проложенных трубопроводов, с установленными СК, ССК и СКУ, в случае если не засыпаны грунтом (не зафиксированы) концевые неподвижные опоры, а также подача горячего теплоносителя в не засыпанный грунтом трубопровод.

5.5.4. При применении СК типа ОПН, ОПНР, ОПФН, ОПК, ОПГ, ОПМ по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ на трубопроводах при подземной прокладке в каналах, туннелях и камерах, при надземной прокладке и в помещениях, для исключения передачи на сильфон компенсатора изгибающих моментов и боковых нагрузок, возникающих при возможных несоосностях и температурных деформациях трубопровода, обязательна установка двух пар направляющих опор, обеспечивающих строго осевые перемещения сильфона.

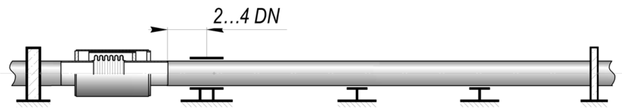
5.5.5. В общем случае первые направляющие опоры должны устанавливаться с двух сторон компенсатора на расстоянии 2DN÷4DN от сварного шва компенсатора с трубопроводом. Вторые предусматриваются с каждой стороны на расстоянии 14DN÷16DN от компенсатора. Число и необходимость установки вторых и последующих направляющих опор определяются при проектировании по результатам расчета трубопровода на устойчивость.

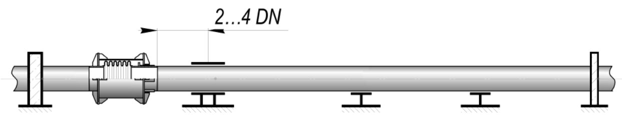



5.5.6. При размещении осевых СК или СКУ у неподвижной опоры расстояние до нее должно быть в пределах 2DN÷4DN. В этом случае направляющие опоры для СК и СКУ устанавливаются только с одной стороны.

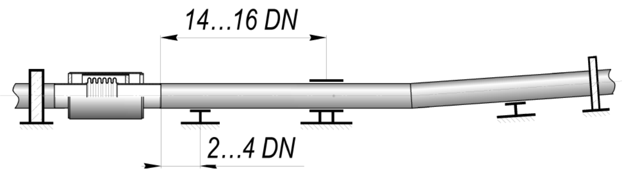


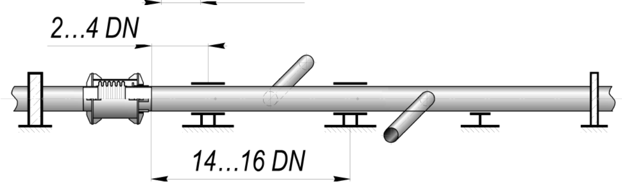

5.5.7. При применении СК типа ОПКР, ОПМР и КСО (КСОР) по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ, а также СКУ типа ППУ/ПЭ.II и ТГИ.II по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ на трубопроводах при подземной прокладке в каналах, туннелях и камерах, при надземной прокладке и в помещениях, а также при применении в непроходных каналах, установка направляющих опор на расстоянии 2DN÷4DN от СК обязательна.



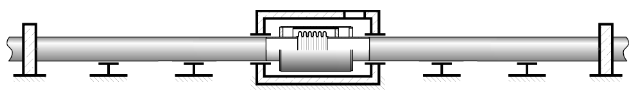




Необходимость установки второй пары направляющих опор на расстоянии 14DN÷16DN определяется по результатам расчета трубопровода на устойчивость. При отсутствии боковых нагрузок, а также врезок, несоосности трубопровода и его непрямолинейности (излома), данные направляющие опоры можно заменить на скользящие опоры, исключающие прогиб трубопровода от собственного веса.

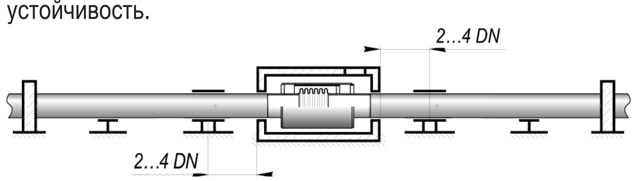


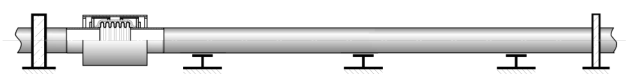
5.5.8. В случае размещения осевых СК типа ОПКР, ОПМР и КСО, а также СКУ типа ППУ/ПЭ.II и ТГИ.II в тепловых камерах, функции направляющих опор могут выполнять стенки камер со специальной конструкцией обвязки входного и выходного проемов камеры.



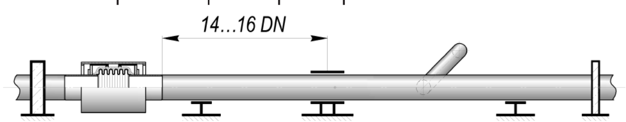
Если стенки камер не имеют специальной конструкции обвязки входного и выходного проемов, с двух сторон от камеры на расстоянии 2DN÷4DN необходимо установить пару направляющих опор. Число и необходимость установки последующих направляющих опор определяются при проектировании по результатам расчёта трубопровода на устойчивость.

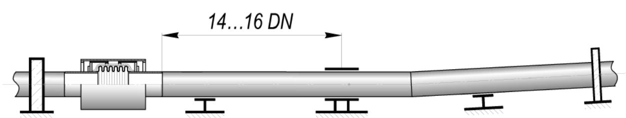



5.5.9. При применении СКУ всех типов по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ (кроме СКУ типа ППУ/ПЭ.II и ТГИ.II) на трубопроводах при подземной прокладке в каналах, туннелях и камерах, при надземной прокладке и в помещениях, а также при применении ССК по техническим условиям ИЯНШ.300260.035ТУ, устанавливаемых в непроходных каналах, необходимость установки направляющих опор на расстоянии 2DN÷4DN и 14DN÷16DN от компенсатора определяется по результатам расчета трубопровода на устойчивость. При отсутствии боковых нагрузок, а также врезок, несоосности трубопровода и его непрямолинейности (излома), направляющие опоры можно заменить на скользящие опоры, исключающие прогиб трубопровода в месте установки СКУ и ССК от собственного веса.



В противном случае необходимо установить дополнительно направляющие опоры на расстоянии 14DN ÷ 16DN.




5.5.10. Следует применять направляющие опоры, принудительно ограничивающие возможность поперечного или углового сдвига, и не препятствующие осевому перемещению трубопровода (хомутовые, трубообразные, рамочные и др.).

5.5.11. Для уменьшения силы трения между трубой и опорой предпочтительна установка катков, фторопластовых листов и т.п.

5.5.12. Длина направляющей опоры должна быть не менее одного и не более двух диаметров трубопровода.

5.5.13. Гарантированный зазор между направляющей и трубопроводом в рабочем состоянии должен составлять 1+1 мм на сторону. Учитывая увеличение диаметра трубопровода при нагреве от температуры монтажа 00С до рабочей температуры 150 °С, монтажный зазор (на сторону) между трубопроводом и направляющей конструкцией следует принимать:

– не более 1,6+2 мм при диаметрах труб до 100 мм;
– не более 2,0+2 мм для труб диаметром от 125 до 500 мм;
– не более 3,0+2 мм для труб диаметром от 500 до 800 мм;
– не более 4,0+2 мм для труб диаметром от 900 до 1000 мм;
– не более 5,0+2 мм для труб диаметром от 1200 до 1400 мм.

При более высоких температурах нагрева трубопровода монтажный зазор увеличивается пропорционально.

5.5.14. В общем случае максимальная боковая нагрузка на направляющую опору составляет 15% от распорного усилия компенсатора (см. п. 5.8.3 и 5.8.4, а также таблицу 9 настоящего РД). Детали направляющей опоры должны быть рассчитаны на боковую нагрузку, исходя из необходимости полной соосности трубопровода и СК при возможном изломе трубопровода до 5 градусов.



## 5.6. Расчет теплового удлинения и длины участка компенсации трубопровода

5.6.1. В общем случае тепловое удлинение — деформация трубопровода (ΔL) рассчитывается по формуле:

$$\Delta L = \Delta l_t - \Delta l_{тр} + \Delta l_{дм} - \Delta l_p, \text{ м} \quad \textbf{(5.1)},$$

где: $\Delta l_t$ — температурная деформация, мм:

$$\Delta l_t = \alpha \cdot (t_1 - t_0) \cdot L \quad \textbf{(5.1.1)},$$

$\Delta l_{тр}$ — деформация под действием сил трения, мм;

$\Delta l_p$ — деформация от внутреннего давления, мм;

$\Delta l_{дм}$ — деформация от реакции демпфера (грунта, поролоновых подушек, жесткости сильфонного компенсатора, упругости П-образных, Г-образных, Z-образных и других компенсирующих устройств).

5.6.2. Предельная длина прямого участка трубопровода при бесканальной прокладке между неподвижными опорами, при которой не превышается максимально допустимое осевое напряжение в стальной трубе теплопровода, определяется по формуле:

$$L_{пред} = \frac{\sigma_{доп} \cdot F_{ст}}{f_{тр}}, \text{ м} \quad \textbf{(5.2)},$$

где: $F_{ст}$ — площадь поперечного сечения трубы, мм²;

$f_{тр}$ — удельная сила трения, Н/м;

$\sigma_{доп}$ — допускаемое осевое напряжение в трубе:

$$\sigma_{доп} = \mathbf{1{,}25} \cdot \varphi_и \times \sqrt{\mathbf{1{,}04} \cdot [\sigma]^2 - \mathbf{0.4} \cdot [\sigma] \cdot P_{вн} \cdot \left[ \frac{D_{вн}^2}{\mathbf{2} \cdot (D_{вн} + s) \cdot s \cdot \varphi_д} + \mathbf{1} \right]},$$

$$\text{Н/мм}^2 \quad \textbf{(5.3)},$$

где: $\varphi_д$ — коэффициент снижения прочности сварного шва при расчете на давление (для электросварных труб), принимается по РД 10-249-98. При полном проваре шва и контроле качества сварки по всей длине неразрушающими методами $\varphi_д$ = 1; при выборочном контроле качества сварки не менее 10% длины шва $\varphi_д$ =0,8, а менее 10% и отсутствии контроля $\varphi_д$ =0,7;

$P_{вн}$ — избыточное внутреннее давление, МПа;

$\varphi_и$ — коэффициент снижения прочности сварного шва при расчете на изгиб, принимается по РД 10-249-98. При наличии изгиба $\varphi_и$ = 0,9, а при отсутствии изгиба $\varphi_и$ = 1.

Допустимо пользоваться приближенными формулами:

при $\varphi_и$ = 1 $\quad \sigma_{доп} = \mathbf{1{,}25} \cdot [\sigma]$, Н/мм² **(5.4)**,

при $\varphi_и$ = 0,9 $\quad \sigma_{доп} = \mathbf{1{,}125} \cdot [\sigma]$, Н/мм² **(5.5)**,

где: $[\sigma]$ — номинальное допускаемое напряжение для стали, МПа

5.6.3. Удельная сила трения ( $f_{тр}$ ) при бесканальной прокладке определяется по формуле:

$$f_{тр} = \mu \times \left[ (\mathbf{1} - \mathbf{0{,}5} \cdot \mathbf{sin}\,\phi) \cdot \gamma \cdot Z \cdot \pi \cdot D_{об} \cdot \mathbf{10}^{-3} + q_{трубы} \right], \text{ Н/м} \quad \textbf{(5.6)},$$

где: $\mu$ – коэффициент трения, который принимается
– при ППУ-изоляции — 0,40,
– при ППМ-изоляции — 0,38,
– при АПБ-изоляции — 0,60;

$\phi$ — угол внутреннего трения грунта (для песка $\phi$ =30º);

$\gamma$ — удельный вес грунта, Н/м³;

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

$D_{об}$ — наружный диаметр трубопровода (по оболочке, для конструкций трубопроводов с величиной адгезии теплоизоляции к трубе и оболочки к теплоизоляции $f_{адгезии}$ і 0,15 МПа. При меньших значениях $f_{адгезии}$ расчеты ведутся по $D_н$ трубы), мм;

$D_н$ — наружный диаметр трубы, мм;

$q_{трубы}$ — вес 1 м трубопровода с водой, Н/м.

***Пример расчета:***

Определить предельную длину прямого участка трубопровода диаметром 159×4,5 мм, рабочая температура 130°С, рабочее давление 1,6 МПа, материал - сталь Вст3сп5. Грунт песчаный, угол внутреннего трения грунта $\phi$ =30°, расстояние от поверхности земли до оси трубы $Z$ = 1,0 м.

Номинальное допускаемое напряжение для заданного материала при температуре 130 °С, $[\sigma]$ = 137 Н/мм².

Площадь поперечного сечения стенки трубы:
$F_{ст} = \mathbf{3{,}14} \cdot \mathbf{4{,}5} \cdot (\mathbf{159} - \mathbf{4{,}5}) = \mathbf{2183{,}}$ мм²

Удельная сила трения на единицу длины трубы:

$$f_{тр} = \mathbf{0{,}4} \cdot \left[ (\mathbf{1} - \mathbf{0{,}5} \cdot \mathbf{sin\,30}) \cdot \mathbf{18000} \cdot \mathbf{1{,}0} \cdot \mathbf{3{,}14} \cdot \mathbf{250} \cdot \mathbf{10}^{-3} + \mathbf{503} \right] =$$
$$= \mathbf{4440{,}\,Н/м}$$

Допускаемое осевое напряжение:
$\sigma_{доп} = \mathbf{1{,}25} \cdot \mathbf{137} = \mathbf{171}$, Н/мм²

Предельная длина прямого участка трубопровода:

$$L_{пред} = \frac{\mathbf{171} \cdot \mathbf{2183}}{\mathbf{4440}} = \mathbf{84{,}}\ \ \mathbf{м}$$

*Примечание:*

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

$$F_{ст} = \mathbf{3{,}14} \cdot \mathbf{6} \cdot (\mathbf{159} - \mathbf{6}) = \mathbf{2883{,}\ мм^2}$$

$$f_{тр} = \mathbf{0{,}4} \cdot \left[ (\mathbf{1} - \mathbf{0{,}5} \cdot \mathbf{sin\,30^0}) \cdot \mathbf{18000} \cdot \mathbf{1{,}0} \cdot \mathbf{3{,}14} \cdot \mathbf{250} \cdot \mathbf{10}^{-3} + \mathbf{508} \right] =$$
$$= \mathbf{4442{,}}\ \ \mathbf{Н/м}$$

$$L_{пред} = \frac{\mathbf{171} \cdot \mathbf{2883}}{\mathbf{4442}} = \mathbf{111{,}}\ \ \mathbf{м}$$

5.6.4 Расчет предельной длины трубопровода 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 и прокладки трубопроводов в районах высокой сейсмики. В этом случае расчет выполняется по той же формуле:

$$\boxed{L_{пред} = \frac{\sigma_{доп} \cdot F_{ст}}{f_{тр}}, \text{ м}} \quad \textbf{(5.7)},$$

при этом $f_{тр}$ рассчитывается по формуле:

$$\boxed{f_{тр} = \mu \times \left(q_{трубы} + q_{пригруз} + \eta_{вет} + \eta_{лед} + \eta_{снег}\right), \text{Н/м}} \quad \textbf{(5.8)},$$

где: $\mu$ — 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;

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

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

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

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

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

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

$\Psi$ — скоростной напор ветра, Н/м² (по СНиП 23-01-99);

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

$h_{шир}$ — суммарная ширина в горизонтальной плоскости всех трубопроводов и конструкций (трубопровод + пригруз), м;

$q_{снег}$ — нормативный вес снегового покрова в горизонтальной проекции на 1 м трубопровода, Н/м² (СП 20.13330.2011).



## 5.7. Определение максимальной длины участка трубопровода между двумя неподвижными опорами, на котором должен быть установлен один СК, ССК или СКУ

5.7.1. Максимальная длина участка трубопровода, компенсация температурных деформаций которого осуществляется с помощью осевого СК или СКУ, зависит от его полного рабочего хода, 2·λ₋₁, коэффициента линейного расширения материала трубопровода и максимального перепада температур стенки трубопровода.

Максимальная длина участка, на котором устанавливается один осевой СК или СКУ при всех способах прокладки трубопроводов, рассчитывается по формуле:

$$\boxed{L_м^{\lambda} = \frac{\mathbf{0{,}9} \cdot \mathbf{2} \cdot \lambda_{-1}}{\alpha \cdot \left(t_1 - t_0\right)} < L_{пред}, \text{ м}} \quad \textbf{(5.9)},$$

где: $\mathbf{2} \cdot \lambda_{-1}$ — осевой ход (см. табл. 7 и 8), 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 СП 131.13330.2012, °С.

***Пример расчета:***

Определить максимальную длину участка, на котором устанавливается один осевой **СК** по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ типа ОПН-25-150-100 при прокладке в условиях г. Москвы. $L_{пред}$ = 84 м (п.5.6.4):

$$L_м^{\lambda} = \frac{\mathbf{0{,}9 \cdot 100}}{\mathbf{0{,}012 \cdot \left(150 - (-28)\right)}} = \mathbf{41{,}м} \quad < \quad L_{пред} = \mathbf{84{,}\ м}$$

5.7.2. Дополнительно для бесканальной прокладки при применении СКУ по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ, оборудованных ограничителями осевого хода сжатия и растяжения, на подающих трубопроводах, возможно применение схемы с частичным защемлением трубопровода в грунте, что позволит увеличить расстояние между неподвижными опорами.

При этом максимальная длина участка трубопровода, на котором при бесканальной прокладке устанавливается СКУ, определяется по формуле:

$$\boxed{L_м^{защ} = \frac{\mathbf{0{,}9} \cdot \mathbf{2} \cdot \lambda_{-1}}{\alpha \cdot \left(t_{защ} - t_{гр}\right)} < L_{пред}, \text{ м}} \quad \textbf{(5.10)},$$

где: $L_{пред}$ - максимальная длина частично защемленного участка трубопровода;

$t_{защ}$ — температура защемления, °С, $t_{защ} = \mathbf{0{,}8} \cdot t_1$

$t_{гр}$ — среднестатистическая температура промерзания грунта на глубине оси трубопровода.

5.7.2.1. При достижении теплоносителем температуры защемления, СКУ полностью сожмется до упора в ограничители хода. При повышении температуры теплоносителя от $t_{защ}$ до $t_1$ СКУ начнет работать как стартовый сильфонный компенсатор с заваренными кожухами, т.е. деформации трубопровода прекратятся, но в трубопроводе, корпусе СКУ возникнут дополнительные температурные напряжения:

$$\boxed{\sigma_{дополн} = \alpha \cdot E \cdot \left(t_1 - t_{защ}\right)} \quad \textbf{(5.11)},$$

где $E$ — модуль Юнга.

5.7.2.2. При остывании в аварийных ситуациях трубопровода ниже среднестатистической температуры промерзания грунта, СКУ, полностью растянувшись, упрется в ограничители хода растяжения. И в трубопроводе, и в концевых неподвижных опорах также возникнут дополнительные напряжения.

***Пример расчета:***

Определить максимальную длину участка, на котором бесканально устанавливается один осевой СКУ по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ типа СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-108x4,0/180-100-ОДК при прокладке в условиях г. Москвы. Среднестатистическая температура промерзания грунта на заданной глубине оси прокладываемого трубопровода $t_{защ}$ =−2 °С.

$L_{пред} = \mathbf{84}$, м (п.5.6.4)

$$L_м^{\lambda} = \frac{\mathbf{0{,}9 \cdot 2 \cdot 50}}{\mathbf{0{,}012 \cdot \left(0.8 \cdot 150 - (-2)\right)}} = \mathbf{61{,}5\ м} < L_{пред} = \mathbf{84{,}\ м}$$

$$\sigma_{дополн} = \alpha \cdot E \cdot \left(t_1 - t_{защ}\right) = \mathbf{81{,}\ Н/мм^2}.$$

**5.7.3. Определение предельно допустимого расстояния между стартовыми сильфонными компенсаторами**

5.7.3.1 При монтаже ССК осуществляется его прогрев до температуры замыкания, при этом необходимо контролировать, чтобы ССК сжался на расчетную величину $\Delta L$ рабочего хода. После выдержки при температуре замыкания (как правило, в течение суток) кожухи стартового компенсатора завариваются между собой. Компенсации температурных деформаций в дальнейшем не происходит. При изменении температуры теплоносителя относительно $t_{зам}$, в трубопроводе появляются дополнительные знакопеременные осевые напряжения сжатия — растяжения, но их значения в два раза меньше, чем если бы трубопровод был смонтирован без **ССК**. Таким образом, стартовые компенсаторы срабатывают один раз, после чего система превращается в неразрезную конструкцию.

5.7.3.2 Максимальное и минимальное значения температур предварительного нагрева (температура замыкания), при которых может быть осуществлена заварка кожуха ССК, вычисляется по формуле:

$$\boxed{t_{зам}^{\max} = t_э + \frac{\sigma_{доп} \cdot \mathbf{10^3}}{\alpha \cdot E}, \text{ °С}} \quad \textbf{(5.12)},$$

$$\boxed{t_{зам}^{\min} = t_1 - \frac{\sigma_{доп} \cdot \mathbf{10^3}}{\alpha \cdot E}, \text{ °С}} \quad \textbf{(5.13)},$$

где: $t_э$ — минимальная температура в условиях эксплуатации ($t_{монт}$, $t_{гр}$ или другая температура). Выбор $t_э$ выполняется проектировщиком по согласованию с заказчиком и эксплуатирующей организацией.

5.7.3.3. При проектировании следует учитывать, что $t_э$ может изменяться в пределах от нуля (при длительной остановке нагрева системы) до расчетной температуры наружного воздуха, принимаемой для расчета отопления (при глубине прокладки менее 0,7 м). Поэтому рекомендуется принимать $t_{зам}$ близко к средней температуре при замыкании ССК, определенной по формуле:

$$t_{зам} = \frac{t_э + t_1}{2}, \text{ °C} \quad (5.14),$$

5.7.3.4. Максимальная длина прямого участка трубопровода, на котором устанавливается один ССК, определяется по формуле:

$$L_{CCK}^{\max} = 2 \cdot \frac{F}{f_{тр}} \cdot \left(2 \cdot \sigma_{доп} - \alpha \cdot E \cdot (t_1 - t_э) \cdot 10^{-3}\right), \text{ м} \quad (5.15),$$

где $F$ – площадь поперечного сечения трубы, мм².

5.7.3.5. Если по конструктивным соображениям расстояние между стартовыми компенсаторами требуется уменьшить, в формулу для $\Delta L$ вместо максимального допустимого значения $L_{CCK}^{\max}$ подставляется реальное — $L_{CCK}$.

5.7.3.6. Величина сжатия ССК $\Delta L$ при нагреве до температуры замыкания $t_{зам}$ рассчитывается по формуле:

$$\Delta L = L_{CCK} \cdot \left(\alpha \cdot (t_{зам} - t_э) - \frac{0{,}25 \cdot f_{тр} \cdot L_{CCK}}{E \cdot F}\right), \text{ мм} \quad (5.16),$$

5.7.3.7. В практике проектных и монтажных работ допускается использовать приближенные формулы для определения расчетного сжатия стартового компенсатора:

$$\Delta L = 0{,}5 \cdot \alpha \cdot (t_1 - t_э) \cdot L_{CCK}, \text{ мм} \quad (5.17),$$

$$\Delta L = \alpha \cdot (t_{зам} - t_э) \cdot L_{CCK}, \text{ мм} \quad (5.18),$$

5.7.3.8. Напряжение при переходе трубопровода из холодного состояния в рабочее с установленным стартовым компенсатором равно:

$$\Delta\sigma_{ос} = \alpha \cdot (t_1 - t_{зам}) \cdot E \cdot 10^{-3}, \text{ Н/мм}^2 \quad (5.19),$$

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

5.7.3.10. Расстояние от ССК до места установки тройникового ответвления должно быть не менее $\frac{1}{3} \cdot L_{CCK}^{\max}$.

***Пример расчета:***

Определить предельное допустимое расстояние между стартовыми компенсаторами, температуру предварительного нагрева и величину сжатия ССК при предварительном нагреве при следующих исходных данных: трубопровод диаметром 159 мм с толщиной стенки 4,5 мм с изоляцией, наружный диаметр кожуха изоляции 250 мм, площадь поперечного сечения трубы $F$ =2183 мм², материал — сталь марки 20, давление в рабочем состоянии 1,6 МПа, наибольшая температура теплоносителя $t_1$ =130 °C, температура воздуха при монтаже компенсаторов $t_э$ =10 °C, вес трубопровода с изоляцией и водой 390 Н/м. Трубопровод имеет глубину заложения в грунте $Z$ =1,6 м, окружающий грунт — песок.

Определяем допускаемое осевое напряжение:

$$\sigma_{доп} = 1{,}25 \cdot \sqrt{1{,}04 \cdot 148^2 - 0{,}4 \cdot 148 \cdot 1{,}6 \cdot \left[\frac{150^2}{2 \cdot (150 + 4{,}5) \cdot 4{,}5 \cdot 1{,}0} + 1{,}0\right]} = 182,$$

Н/мм²

Удельная сила трения о грунт составляет:

$$f_{тр} = 0{,}4 \cdot \left[(1 - 0{,}5 \cdot \sin 30) \cdot 18000 \cdot 1{,}6 \cdot 3{,}14 \cdot 250 \cdot 10^{-3} + 390\right] = $$
$$= 6938 \text{ Н/м}$$

Предельно допустимое расстояние между стартовыми компенсаторами:

$$L_{CCK}^{\max} = 2 \cdot \frac{2183}{6938} \cdot \left(2 \cdot 181{,}8 - 0{,}012 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot (130 - 10) \cdot 10^{-3}\right) = $$
$$= 47, \text{ м}$$

Температура предварительного нагрева:

$$t_{зам} = \frac{10 + 130}{2} = 70, \text{ °C}$$

Осевое напряжение в рабочем состоянии в защемленной зоне:

$$\Delta\sigma_{ос} = 0{,}012 \cdot (130 - 70) \cdot 2 \cdot 10^2 = 144, \text{ Н/мм}^2;$$

$$\Delta\sigma_{ос} = 144 \text{ Н/мм}^2 < \sigma_{доп} = 182, \text{ Н/мм}^2.$$

Теперь определяем величину сжатия компенсатора при предварительном нагреве до $t_{зам}$:

$$\Delta L = 47{,}6 \cdot \left(0{,}012 \cdot (70 - 10) - \frac{0{,}25 \cdot 6938 \cdot 47{,}6}{2 \cdot 10^5 \cdot 2183}\right) = 34, \text{ мм.}$$

Поджатый на данную величину ССК готов к заварке кожухов.



## 5.8. Расчет нагрузок на неподвижные опоры.

5.8.1. При определении нормативных нагрузок на опоры следует учитывать влияние следующих составляющих:

– распорного усилия сильфонных компенсаторов, $P_р$;

– осевой жесткости, $P_ж$;

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

– усилия от напряжения, возникающего в прямолинейном участке защемленного трубопровода при критических отказах, связанных с нерасчетным похолоданием, $P_{ос}$.

Кроме того, следует учитывать в конкретных расчетных схемах трубопроводов:

– силу $P_{защ}$ от напряжения, возникающего в прямолинейном участке бесканального трубопровода при способе применения СКУ с частичным защемлением трубопровода в грунте в диапазоне температур от $t_{защ}$ до $t_1$ (см. п. 5.7.2.1);

– силу $P_{сск}$ от напряжения, возникающего в прямолинейном участке трубопровода при применения ССК в диапазоне температур от $t_{зам}$ до $t_1$ и от $t_э$ до $t_{зам}$;

– неуравновешенные силы внутреннего давления $P_н$;

– упругую деформацию гибких компенсаторов или самокомпенсации $P_х$, $P_у$;

– ветровую и снеговую нагрузку при надземной прокладке $P_{ветер}$.

5.8.2. В общем случае нагрузка на неподвижные опоры должна приниматься по наибольшей горизонтальной осевой и боковой нагрузке от сочетания сил, перечисленных выше при любом рабочем режиме трубопровода, при гидравлических испытаниях и при проверке на живучесть.

5.8.3. Распорное усилие сильфонного компенсатора от внутреннего давления выбирается с учетом пробного давления и определяется по формуле:

$$P_р = 1{,}25 \cdot PN \cdot S_{эф} \cdot 10^2, \text{ Н} \quad (5.20),$$

где $S_{эф}$ — эффективная площадь СК, см².

5.8.4 Усилие, возникающее вследствие противодействию осевой жесткости СК, определяется как:

$$P_ж = C_\lambda \cdot \lambda_{-1}, \text{ Н} \quad (5.21),$$

5.8.5. Сила трения в подвижных опорах трубопровода при канальной или надземной прокладке или сила трения о грунт при бесканальной прокладке определяется как:

$$P_{тр} = f_{тр} \cdot L_м^\lambda, \text{ Н} \quad (5.22),$$

5.8.6. Сила $P_{ос}$ от напряжения, возникающего в защемленном прямолинейном участке опорожненного трубопровода при критических отказах, связанных с нерасчетным похолоданием:

$$P_{ос} = \alpha \cdot E \cdot (t_0 - t_{мин}) \cdot F_{ст} \cdot 10^{-3}, \text{ Н} \quad (5.23),$$

5.8.7. Сила $P_{защ}$ от напряжения, возникающего в прямолинейном участке бесканально прокладываемого трубопровода при способе применения СКУ с частичным защемлением трубопровода в грунте в диапазоне температур от $t_{защ}$ до $t_1$:

$$P_{защ} = \sigma_{дополн} \cdot F_{ст}, \text{ Н} \quad (5.24),$$

5.8.8. Сила $P_{сск}$ от напряжения, возникающего в прямолинейном участке трубопровода, при применения ССК в диапазоне температур от $t_{зам}$ до $t_1$ и от $t_э$ до $t_{зам}$:

$$P_{сск} = \alpha \cdot (t_1 - t_{зам}) \cdot E \cdot F_{ст} \cdot 10^{-3}, \text{ Н} \quad (5.25),$$

$$P_{сск} = \alpha \cdot (t_{зам} - t_э) \cdot E \cdot F_{ст} \cdot 10^{-3}, \text{ Н} \quad (5.26),$$

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

5.8.9.1. Нагрузки, действующие на концевую неподвижную опору в случае установки СК и СКУ при наземной и канальной прокладках трубопроводов, определяются как сумма сил:

$$P_{кно} = P_р + P_ж + P_{тр}, \text{ Н} \quad (5.27),$$

а при установке ССК (до его заварки) как:

$$P_{кно} = P_р + P_{сск} + P_{ос}, \text{ Н} \quad (5.28).$$

5.8.9.2. Нагрузки, действующие на концевую неподвижную опору в случае установки СК и СКУ при бесканальной прокладке трубопровода, определяются как сумма сил:

$$P_{кно} = P_р + P_ж + P_{тр}, \text{ Н} \quad (5.29),$$

в случае применения СКУ с частичным защемлением трубопровода в грунте в диапазоне температур от $t_{защ}$ до $t_1$:

$$P_{кно} = P_р + P_ж + P_{тр} + P_{защ}, \text{ Н} \quad (5.30),$$

а при установке ССК до его заварки:

$$P_{кно} = P_р + P_{ос}, \text{ Н} \quad (5.31),$$

после заварки ССК:

$$P_{кно} = P_{сск}, \text{ Н} \quad (5.32),$$

5.8.9.3. Нагрузки, действующие на промежуточную опору $P_{пно} = \sum P_{ж} + \sum P_{тр}$ на участках трубопроводов с одинаковыми диаметрами $DN_1 = DN_2$ по обе стороны опоры, определяется как сумма вероятных сил, действующих с каждой стороны опоры, определяемых как вероятная разница в жесткостях сильфонов и трения в подвижных опорах.

При этом нагрузка от вероятной разности жесткостей компенсаторов принимается равной:

$$\boxed{\sum P_{ж} = 0,6\cdot P_{ж1} = 0,6\cdot P_{ж2}\text{, Н}} \quad (5.33),$$

нагрузка от вероятной разности сил трения при $L_1 = L_2$ принимается равной:

$$\boxed{\sum P_{тр} = 0,3\cdot P_{тр1} = 0,3\cdot P_{тр2}\text{, Н}} \quad (5.34).$$

5.8.9.4. Нагрузки, действующие на промежуточную неподвижную опору $P_{пно} = \sum P_{р} + \sum P_{ж} + \sum P_{тр}$ от участков трубопроводов с различными диаметрами $DN_1$ и $DN_2$, расположенных по обе стороны опоры, при $DN_1 > DN_2$:

– от распорных усилий СК и СКУ:

$$\boxed{\sum P_{р} = P_{р1} - P_{р2}\text{, Н}} \quad (5.35);$$

– от распорных усилий при установке ССК (до его заварки):

$$\boxed{\sum P_{р} = (P_{р1} + P_{ос1}) - (P_{р2} + P_{ос2})\text{, Н}} \quad (5.36);$$

– от жесткости СК и СКУ с учетом вероятности отклонения жесткостей сильфонов:

$$\boxed{\sum P_{ж} = 1,3\cdot P_{ж1} - 0,7\cdot P_{ж2}\text{, Н}} \quad (5.37);$$

– от сил трения в подвижных опорах при $L_1 = L_2$ с учетом вероятности отклонения сил трения с обеих сторон от ПНО:

$$\boxed{\sum P_{тр} = P_{тр1} - 0,7\cdot P_{тр2}\text{, Н}} \quad (5.38).$$

5.8.9.5. При проверке на живучесть надземно проложенных трубопроводов 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 по формуле:

$$\boxed{\sum P_{жив} = P_{ж} + P_{ос}\text{, Н}} \quad (5.39)$$

– нагрузки на промежуточную неподвижную опору от участков с одинаковыми диаметрами $D_{y1}$ и $D_{y2}$ по обе стороны опоры, определяются по формуле:

$$\boxed{\sum P_{жив} = 0,6\cdot P_{ж1}\text{, Н}} \quad (5.40);$$

– нагрузки на промежуточную неподвижную опору от участков трубопроводов с различными диаметрами $DN_1$ и $DN_2$, расположенных по обе стороны опоры, при $DN_1 > DN_2$ определяются как:

$$\boxed{\sum P_{жив} = 0,6\cdot P_{ж1} + P_{ос1} - P_{ос2}\text{, Н}} \quad (5.41).$$

5.8.10. Формулы составлены из условия установки на смежных участках трубопроводов осевых СК, СКУ и ССК с жесткостью сильфонов, отличающихся не более ±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.

5.8.11. При наличии на расчетных участках трубопроводов 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.

5.8.12. При равенстве сил, действующих с каждой стороны промежуточной неподвижной опоры, горизонтальная осевая нагрузка на неподвижную опору определяется как сумма сил, действующих с одной стороны неподвижной опоры с коэффициентом 0,3 для сил трения и 0,6 для жесткостей СК (СКУ, ССК).

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

5.8.14. Расчетные формулы для определения суммарных горизонтальных нормативных нагрузок на неподвижные опоры для наиболее характерных схем установки СК и СКУ приведены в Приложении «В».



## 5.9. Проверка живучести системы

5.9.1. При применении осевых СК и СКУ при надземной прокладке следует произвести проверку живучести системы в следующих экстремальных условиях:

– вода (теплоноситель) из трубопроводов выпущена;

– температура стенки трубопровода равна абсолютной минимальной температуре наружного воздуха $t_{мин}$;

– сильфоны растянуты до упора в ограничители.

Результаты проверки должны быть отмечены в проекте.

5.9.2. Напряжения, возникающие в трубопроводе в экстремальных условиях при остывании его от $t_0$ до $t_{мин}$, следует определять по приближенной, но достаточной для проверки формуле:

$$\boxed{\sigma_{жив} = \frac{\sigma_{ос} + \sigma_{ж} + 0,8\cdot\sqrt{\sigma_{из}^2 + \sigma_{ветер}^2}}{\phi_{и}} \le \sigma_{доп}\text{, Н/мм}^2} \quad (5.42),$$

где: $\sigma_{ос}$ — дополнительное напряжение, возникающее в трубе при остывании от $t_0$ до $t_{мин}$:

$$\boxed{\sigma_{ос} = \alpha\cdot E\cdot\left(t_0 - t_{мин}\right)\cdot 10^{-3}\text{, Н/мм}^2} \quad (5.43),$$

$\sigma_{ж}$ — напряжение в трубе от силы жесткости сильфона компенсатора;

$\sigma_{из}$ — изгибающее напряжение от собственного веса трубопровода:

$$\boxed{\sigma_{из} = \frac{g'_{трубы}\cdot L_{по}^2}{12\cdot W}\text{, Н/мм}^2} \quad (5.44),$$

$\sigma_{ветер}$ — изгибающее напряжение от ветровой нагрузки:

$$\boxed{\sigma_{ветер} = 1,4\cdot\frac{\Psi\cdot D_{об}\cdot L_{по}^2}{12\cdot W}\text{, Н/мм}^2} \quad (5.45),$$

$g'_{трубы}$ — вес 1 м трубопровода без воды, Н/м;

12 — коэффициент от 3 до 12 в зависимости от конфигурации и месторасположения участка трубопровода на трассе (для прямых участков принимается равным 12);

$W$ — момент сопротивления поперечного сечения стенки трубы, см³;

$L_{по}$ — расстояние между подвижными (скользящими, направляющими) опорами, м.

5.9.3. Если в результате проверки окажется, что $\sigma_{жив} > \sigma_{доп}$, а повторный более точный расчет с использованием РД 10-249-88 и РД 10-400-2001 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 большим значением полного рабочего хода $2\cdot\lambda_{-1}$, изменить коэффициент обеспеченности $t_0$, уменьшить расстояния между подвижными опорами и т.д.).

***Пример расчета:***

Определить напряжения, возникающие в трубопроводе DN 150 мм, при нерасчетном похолодании в условиях г. Москвы.

Напряжения, возникающие в защемленной трубе при остывании от $t_0$ до $t_{мин}$:

$$\sigma_{ос} = 0,012\cdot 2\cdot 10^5\cdot\left(-28-(-42)\right)\cdot 10^{-3} = 33,\ \text{Н/мм}^2.$$

Напряжения в трубе от силы жесткости сильфона компенсатора:

$$\sigma_{ж} = \frac{214\cdot 50\cdot 10^{-2}}{279} = 0,38,\ \text{Н/мм}^2.$$

Изгибающее напряжение от собственного веса трубопровода:

$$\sigma_{из} = \frac{341\cdot 9^2}{12\cdot 83,57} = 27,5,\ \text{Н/мм}^2.$$

Изгибающее напряжение от ветровой нагрузки:

$$\sigma_{ветер} = 1,4\cdot\frac{1000\cdot 250\cdot 9^2\cdot 10^{-3}}{12\cdot 83,57} = 28,3,\ \text{Н/мм}^2.$$

Напряжения, возникающие в трубопроводе в экстремальных условиях при остывании его от $t_0$ до $t_{мин}$:

$$\sigma_{жив} = \frac{33,6 + 0,38 + 0,8\cdot\sqrt{27,5^2 + 28,3^2}}{0,9} =$$

$$= 72,8 < \sigma_{доп} = 110,\ \text{Н/мм}^2.$$

## 5.10. Проверка устойчивости системы

**5.10.1. Проверка устойчивости трубопровода при бесканальной прокладке.**

5.10.1.1. Критическое усилие от наиболее невыгодного сочетания воздействий и нагрузок, при котором трубопровод теряет устойчивость, подсчитывается по формуле:

$$\Re_{кр} = \frac{1{,}1 \cdot N^2}{E \cdot J} \cdot i \cdot 10^2 \text{, Н/м} \quad (5.46),$$

где: $N$ — осевое сжимающее усилие в защемленном участке прямой трубы с равномерно распределенной вертикальной нагрузкой:

$$N = -\left[\left(E \cdot \alpha \cdot (t_1 - t_{монт}) \cdot 10^{-3} - 0{,}3 \cdot \sigma_{раст}\right) \cdot F_{ст} + P_{вн} \cdot F_{пл}\right] \text{, Н} \quad (5.47),$$

где: $F_{пл}$ — площадь действия внутреннего давления

$$F_{пл} = 0{,}785 \cdot D_{вн}^2 \text{, мм}^2 \quad (5.48);$$

$J$ — момент инерции трубы, см$^4$;
$i$ — начальный изгиб трубы:

$$i = \frac{L_{изг}}{200} \text{, м} \quad (5.49);$$

$L_{изг}$ — длина местного изгиба трубопровода:

$$L_{изг} = 0{,}1 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{E \cdot J}{|N|}} \text{, м} \quad (5.50);$$

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

5.10.1.2. Вертикальная нагрузка оказывает стабилизирующее влияние и определяется по формуле:

$$\Re_{ст} = q_{грунт} + q_{трубы} + 2 \cdot S_{сдвига} > \Re_{кр} \text{, Н/м} \quad (5.51),$$

где: $q_{грунт}$ — вес грунта над трубопроводом, Н/м;

$S_{сдвига}$ — сдвигающая сила от действия давления грунта в состоянии покоя, Н/м.

5.10.1.3. Для случаев, когда уровень стояния грунтовых вод ниже глубины заложения трубопровода, сдвигающая сила и вес грунта над трубопроводом рассчитываются по формулам:

$$S_{сдвига} = 0{,}5 \cdot \gamma \cdot Z^2 \cdot K_0 \cdot tg\varphi \text{, Н/м} \quad (5.52),$$

$$q_{грунт} = \gamma \cdot 10^{-6} \cdot \left[Z \cdot D_{об} \cdot 10^3 - 0{,}125 \cdot D_{об}^2 \cdot \pi\right] \text{, Н/м} \quad (5.53),$$

где: $K_0$ — коэффициент давления грунта в состоянии покоя.
$K_0$ = 0,5.

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

$$\Re_{бал} = K_{вспл} \cdot \gamma_{пульпы} \cdot \omega_{вспл} + q'_{трубы} + g_{но} \text{, Н/м} \quad (5.54),$$

где: $K_{вспл}$ — коэффициент устойчивости против всплытия, *принимается равным:*
1,1 — при периодически высоком уровне грунтовых вод или при прокладках в зонах подтопляемых территорий,
1,15 — при прокладках по болотистой местности;

$\gamma_{пульпы}$ — вес пульпы (воды и взвешенных частиц грунта), Н/м³;

$\omega_{вспл}$ — объем пульпы, вытесненной трубопроводом, м³/м;

$g_{но}$ — вес неподвижных опор, Н/м.

***Пример расчета:***

Провести проверку устойчивости трубопровода DN150 мм, проложенного бесканально, на устойчивость при наиболее неблагоприятном сочетании нагрузок и воздействий. Для случая, когда уровень стояния грунтовых вод ниже глубины заложения трубопровода.

Осевое сжимающее усилие в защемленной трубе:

$$N = -\left[\left(E \cdot \alpha \cdot (t_1 - t_{монт}) \cdot 10^{-3} - 0.3 \cdot \sigma_{раст}\right) \cdot F_{ст} + P_{вн} \cdot F_{пл}\right] =$$
$$= -\left[\left(2 \cdot 10^5 \cdot 0{,}012 \cdot (130 - 10)\right) \cdot 10^{-3} - 0{,}3 \cdot 26{,}7) \cdot 2183 + 1{,}6 \cdot 17662\right] =$$
$$= -639478 \text{, Н.}$$

Длина местного изгиба трубопровода:

$$L_{изг} = 0{,}1 \cdot 3{,}14 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 10^5 \cdot 664{,}4}{639478}} = 4{,}5 \text{ ,м}$$

Начальный изгиб трубы:

$$i = \frac{4{,}5}{200} = 0{,}023 \text{, м.}$$

Критическое усилие, при котором защемленный трубопровод при бесканальной прокладке теряет устойчивость, подсчитывается по формуле:

$$\Re_{кр} = \frac{1{,}1 \cdot 639478^2}{2 \cdot 10^5 \cdot 664{,}4} \cdot 0{,}023 \cdot 10^2 = 7786 \text{,Н/м} .$$

Вес грунта над трубопроводом:

$$q_{грунт} = 18000 \cdot 10^{-6} \cdot \left[1{,}6 \cdot 250 \cdot 10^3 - 0{,}125 \cdot 250^2 \cdot 3{,}14\right] =$$
$$= 6758 \text{,Н/м}$$

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

$$S_{сдвига} = 0{,}5 \cdot 18000 \cdot 1{,}6^2 \cdot 0{,}5 \cdot tg30 = 6651, \text{ Н/м} .$$

Стабилизирующая вертикальная нагрузка:

$$\Re_{ст} = 6758 + 503 + 2 \cdot 6651 = 20563 > \Re_{кр} = 7786 \text{,Н/м} .$$

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



**5.10.2. Проверка устойчивости трубопроводов надземной и подземной канальной прокладок.**

Расчет, как правило, проводится для участка с наиболее неблагоприятным сочетанием факторов, влияющих на устойчивость — наибольшей длиной.

Для СК по ИЯНШ.300260.029ТУ при канальной и наружной прокладке расчет устойчивости производится для участка трубопровода от неподвижной опоры до дальней от компенсатора направляющей опоры.

Для СКУ по ИЯНШ.300260.033ТУ направляющие опоры рядом с компенсатором не устанавливаются, и расчет устойчивости проводится для участка между неподвижными опорами.

В случае если трубопровод имеет участки с различными диаметрами, расчет проводится для каждого из диаметров.

По формуле рассчитывается критическая длина участка:

$$l_k \approx \frac{\sqrt{2} \cdot \pi}{a_1 q} \sqrt[4]{EJa_1^3 q^3 f} \quad (5.55),$$

где: $E$ — модуль упругости стали, при максимальной температуре теплоносителя в кгс/см$^2$;

$J$ — момент инерции сечения, см$^4$;

$a_1$ — коэффициента трения вдоль линии, перпендикулярной оси трубопровода;

$q$ — удельный вес трубопровода, кгс/см;

$f$ — максимально возможное отклонение трубопровода от прямой линии между неподвижными опорами при максимальной температуре теплоносителя и при условии, что координата точки изгиба вдоль прямой линии между неподвижными опорами не изменилась, см.

Если длина участка трубопровода меньше критической, то расчет проводится по фактической длине трубопровода.

Критическое осевое усилие, при котором трубопровод теряет устойчивость, определяется по формуле:

$$P_{кр} = \frac{8EJf\pi^4 + 2a_1 ql^4 - \mu ql^3 f\pi^2}{2\pi^2 l^2 f} \quad (5.56),$$

где: $\mu$ — коэффициент трения вдоль оси трубопровода;

$l$ — длина участка или критическая длина участка, см.

Действующее в трубопроводе осевое сжимающее усилие определяется как сумма силы сжатия компенсатора, силы распорного усилия, действующего на стенку трубопровода и осевых сил трения от веса трубопровода, действующих вне расчетного участка:

$$\sum P = P_ж + P_р + P_{тр} \quad (5.57).$$

Осевые силы трения, действующие вне критического участка, определяются для случаев, когда фактическая длина участка превышает критическую:

$$P_{тр} = a_2 \cdot q \cdot (l - l_к) \quad (5.58).$$

Для устойчивого трубопровода должно соблюдаться условие:

$$\sum P < 0{,}8 \cdot P_{кр} \quad (5.59).$$

Если условие п.5.58 не соблюдается, необходимо ограничить возможность бокового перемещения трубопровода, установив направляющую опору по возможности в середине участка и проведя расчет устойчивости для уменьшенной длины трубопровода. При установке направляющей опоры — расчет производится для участка с наиболее неблагоприятными условиями.

Направляющая опора должна быть рассчитана на боковую нагрузку не менее 15% от распорного усилия компенсатора.

При надземной прокладке следует по известным методикам определить отклоняющее удельное усилие от ветра и отразить его в коэффициент $a_1$:

$$\alpha'_1 = \frac{q \cdot a_1 - q_{ветр}}{q} \quad (5.60).$$

Если участок трубопровода расположен со значительным уклоном, то компенсатор необходимо располагать в нижней части трубопровода. Если же по каким-либо причинам расположить компенсатор в нижней части трубопровода не удается, необходимо рассчитать коэффициент $a_2$ с поправкой:

$$\alpha'_2 = \frac{q \cdot \mu + q \cdot \sin\alpha}{q} \quad (5.61),$$

где $\alpha$ — угол наклона трубопровода, градусы.

При расчете трубопровода методом конечных элементов (МКЭ), реализованном в ПС «СТАРТ» и обязательном задании максимально возможных отклонений трубопровода, проверку на устойчивость трубопровода можно не проводить, т.к. МКЭ учитывает все факторы устойчивости трубопровода и, в случае неустойчивости, боковые перемещения трубопровода будут недопустимо высокими.

## 5.11. Определение величины предварительной (монтажной) деформации и монтажной длины СК, СКУ и ССК

5.11.1. СК и СКУ поставляются в нейтральном положении, относительно которого они могут растягиваться и сжиматься на величину $\pm\lambda_{-1}$ – амплитуды осевого хода.

Для использования полного рабочего хода $2{\cdot}\lambda_{-1}$, СК и СКУ, которые при пуске трубопровода работают на сжатие, во время монтажа СК и СКУ необходимо растянуть на величину $\Delta L_{монт}$, которая зависит от температуры наружного воздуха, при которой ведется монтаж ($t_{монт}$).

5.11.2. На рабочих чертежах трубопроводов следует приводить таблицу величины предварительной (монтажной) деформации ($\Delta L_{монт}$) и монтажных длин ($L_{монт}$) осевых СК и СКУ в зависимости от температуры наружного воздуха, при которой ведется монтаж.

5.11.3. Величина предварительной (монтажной) деформации осевых СК и СКУ, устанавливаемого на участке трубопровода, длина которого определена в пункте 5.7.1 настоящего РД, определяется по формуле:

$$\Delta L_{монт} = L_{м}^{\lambda} \cdot \alpha \cdot \left(\mathbf{0{,}5} \cdot \left(t_{1} + t_{0}\right) - t_{монт}\right), \text{ мм} \quad \textbf{(5.61)}.$$

Монтажная длина СК или СКУ определяется по формуле:

$$L_{монт} = L_{СК} + \Delta L_{монт}, \text{ мм} \quad \textbf{(5.62)},$$

где: $L_{СК}$ – длина СК или СКУ в состоянии поставки (указана в паспорте СК или СКУ).

***Пример:*** Определение величины предварительной растяжки СК и СКУ.

Исходные данные для подающего трубопровода:
$\alpha$=0,0122; $L_м$=163 м; $t_{монт}$=20 °С; $t_1$ = 150 °С; $t_0$=−28 °С.

Величина предварительной растяжки СК и СКУ:
*ΔL* = 0,0122·163·[0,5 · (150 + (–28))−20] = 81,5 мм.

Исходные данные для обратного трубопровода: $\alpha$= 0,0122; $L_м$=163 м; $t_{монт}$=20 °С; $t_1$= 90 °С; $t_0$ =−28 °С.

Величина предварительной растяжки СК и СКУ:
*ΔL* = 0,0122·163·[0,5·(90 + (–28))−20] = 41,8 мм.

5.11.4. Величина предварительной (монтажной) деформации бесканально прокладываемого СКУ с частичным защемлением трубопровода в грунте, устанавливаемого на участке трубопровода, длина которого определена в пункте 5.7.2.1 настоящего РД, определяется по формуле:

$$\Delta L_{монт} = L_{м}^{защ} \cdot \alpha \cdot \left(\mathbf{0{,}5} \cdot \left(t_{защ} + t_{гр}\right) - t_{монт}\right), \text{ мм} \quad \textbf{(5.63)}.$$

Монтажная длина СК или СКУ определяется по формуле:

$$L_{монт} = L_{СКУ} + \Delta L_{монт}, \text{ мм} \quad \textbf{(5.64)},$$

где: $L_{СКУ}$ – длина СКУ в состоянии поставки (указана в паспорте СК или СКУ).

5.11.5. В общем случае для прямого и обратного трубопровода величину предварительной (монтажной) деформации ($\Delta L_{монт}$) СК и СКУ можно определить по следующей формуле:

$$\Delta L_{монт} = L_{м}^{\lambda} \cdot K_{т}, \text{ мм} \quad \textbf{(5.65)},$$

где: $L_{м}^{\lambda}$ — длина участка, на котором устанавливается один осевой СК или СКУ, в метрах;

$K_т$ — температурный коэффициент, определяющийся по таблицам 12 и 13.

5.11.5.1. Значение температурного коэффициента, Km , для прямого трубопровода с температурой проводимой среды равной 150ºС определяется по таблице 14:

***Таблица 14***

| Расчетная температура наружного воздуха*, ºС | Температурный коэффициент, Km , в зависимости от температуры монтажа | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 30ºС | 20ºС | 10ºС | 0ºС | -10ºС | -20ºС | -30ºС |
| 0 | 0,52 | 0,63 | 0,75 | 0,86 | | | |
| -5 | 0,49 | 0,60 | 0,72 | 0,83 | | | |
| -10 | 0,46 | 0,58 | 0,69 | 0,81 | 0,92 | | |
| -15 | 0,43 | 0,55 | 0,66 | 0,78 | 0,89 | | |
| -20 | 0,40 | 0,52 | 0,63 | 0,75 | 0,86 | 0,98 | |
| -25 | 0,37 | 0,49 | 0,60 | 0,72 | 0,83 | 0,95 | |
| -30 | 0,35 | 0,46 | 0,58 | 0,69 | 0,81 | 0,92 | 1,04 |
| -35 | 0,32 | 0,43 | 0,55 | 0,66 | 0,78 | 0,89 | 1,01 |
| -40 | 0,29 | 0,40 | 0,52 | 0,63 | 0,75 | 0,86 | 0,98 |
| -45 | 0,26 | 0,37 | 0,49 | 0,60 | 0,72 | 0,83 | 0,95 |
| -50 | 0,23 | 0,35 | 0,46 | 0,58 | 0,69 | 0,81 | 0,92 |
| -55 | 0,20 | 0,32 | 0,43 | 0,55 | 0,66 | 0,78 | 0,89 |
| -60 | 0,17 | 0,29 | 0,40 | 0,52 | 0,63 | 0,75 | 0,86 |

* смотрите раздел определений.

5.11.5.2. Значение температурного коэффициента, $K_т$, для обратного трубопровода с температурой проводимой среды равной 70 °С определяется по таблице 15:

***Таблица 15***

| Расчетная температура наружного воздуха*, ºС | Температурный коэффициент $K_т$, в зависимости от температуры монтажа | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 30 ºС | 20 ºС | 10 ºС | 0 ºС | -10 ºС | -20 ºС | -30 ºС |
| 0 | 0,00 | 0,17 | 0,29 | 0,40 | | | |
| -5 | 0,00 | 0,14 | 0,26 | 0,37 | | | |
| -10 | 0,00 | 0,12 | 0,23 | 0,35 | 0,46 | | |
| -15 | 0,00 | 0,09 | 0,20 | 0,32 | 0,43 | | |
| -20 | 0,00 | 0,06 | 0,17 | 0,29 | 0,40 | 0,52 | |
| -25 | 0,00 | 0,03 | 0,14 | 0,26 | 0,37 | 0,49 | |
| -30 | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 0,23 | 0,35 | 0,46 | 0,58 |
| -35 | 0,00 | 0,00 | 0,09 | 0,20 | 0,32 | 0,43 | 0,55 |
| -40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 0,29 | 0,40 | 0,52 |
| -45 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,26 | 0,37 | 0,49 |
| -50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 0,23 | 0,35 | 0,46 |
| -55 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,09 | 0,20 | 0,32 | 0,43 |
| -60 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 0,29 | 0,40 |

**Примечание:** если температурный коэффициент $K_т$ равен 0 (нулю), то СК или СКУ растяжке не подлежит.

5.11.6. При прокладке тепловых сетей с установкой стартовых сильфонных компенсаторов (ССК) используют два способа монтажа:

5.11.6.1. Первый способ — с предварительным поджатием ССК. В этом случае перед установкой ССК на трассе компенсатор подвергают предварительному поджатию на величину $\Delta L_{монт}$, равную разности максимального рабочего хода ССК и рассчитанную по формуле (5.16) величиной сжатия $\Delta L$, соответствующей нагреву трубопровода до температуры замыкания $t_{зам}$ ССК:

$$\Delta L_{монт} = \lambda_{-1} - \Delta L, \text{ мм} \quad \textbf{(5.66)}.$$

Монтажная длина ССК при этом определяется по формуле:

$$L_{монт} = L_{сск} - \Delta L_{монт}, \text{ мм} \quad \textbf{(5.67)}.$$

После этого ССК приваривают к трубопроводу и прогревают со скоростью не более 10 ºС/час до достижения температуры замыкания ССК $t_{зам}$ и смещения компенсатора на расчетную величину $\Delta L$.

5.11.6.2. Второй способ — без предварительного поджатия ССК. В этом случае ССК устанавливают на трубопроводе без предварительного поджатия. ССК приваривают к трубопроводу и прогревают со скоростью не более 10 ºС/час до достижения температуры замыкания ССК $t_{зам}$ и смещения компенсатора на расчетную величину $\Delta L$.

# 6. ОСОБЕННОСТИ ВЕДЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ, ГВС И ПАРОПРОВОДОВ С ОСЕВЫМИ СИЛЬФОННЫМИ КОМПЕНСАТОРАМИ, СИЛЬФОННЫМИ КОМПЕНСАЦИОННЫМИ УСТРОЙСТВАМИ И СТАРТОВЫМИ СИЛЬФОННЫМИ КОМПЕНСАТОРАМИ

## 6.1. Общая часть

6.1.1. При новом строительстве, расширении, реконструкции, техническом перевооружении и ремонте тепловых сетей, ГВС и паропроводов с осевыми сильфонными компенсаторами, сильфонными компенсационными устройствами и стартовыми сильфонными компенсаторами следует руководствоваться требованиями проектной техдокументации.

6.1.2. Основными нормативными документами являются СП 124.13330.2012 «Тепловые сети». Следует также соблюдать СП 36.13330.2012 «Магистральные трубопроводы», СП 45.13330.2012 «Земляные сооружения, основания и фундаменты», СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов», ТР ТС 032/2013 — технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением», ФНП в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением».

6.1.3. Строительство тепловых сетей, ГВС и паропроводов включает следующие основные процессы:

- разбивку трассы;
- транспортирование труб или фасонных изделий и компенсаторов, их хранение;
- земляные работы;
- раскладку трубопроводов;
- сварку трубопроводов;
- устройство неподвижных опор;
- монтаж трубопроводов;
- монтаж осевых СК, СКУ и ССК;
- монтаж СОДК, изоляция стыковых соединений.

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

## 6.2. Ведение земляных работ

6.2.1. При подземной прокладке в каналах и при надземной прокладке земляные работы следует производить в соответствии с требованиями СП 45.13330.2012 «Земляные сооружения. Основания и фундаменты», а также СП 36.13330.2012 «Магистральные трубопроводы».

6.2.2. 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 (Купл 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, 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 трубопроводов;
- 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.

6.2.3 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.

6.2.4. В местах установки осевых СК, СКУ и ССК в зоне наибольшего движения трубопроводов при температурных деформациях необходимо вести послойное уплотнение ($K_{упл}$ ≥0,97÷0,98) как пространства между трубопроводами, так и между трубопроводами 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.

6.2.5 В зоне компрессии (слой над теплопроводом и осевых СК, СКУ и ССК до поверхности) засыпка должна производиться материалом (песком, песчаным грунтом), не содержащим камней.

6.2.6 На поверхности необходимо восстановление тех же слоев покрытия, газонов, тротуаров, которые были до начала работ. Под любым асфальтовым покрытием укладывается стабилизирующий гравийный слой.

6.2.7 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.

6.2.8 При высоком уровне стояния грунтовых вод должно производиться дренирование траншеи.



## 6.3. Транспортирование и хранение осевых сильфонных компенсаторов, сильфонных компенсационных устройств и стартовых сильфонных компенсаторов

Погрузка, разгрузка, транспортирование и складирование СК, СКУ и ССК должны проводиться аттестованным персоналом с соблюдением требований безопасности при выполнении данных работ.

В период выполнения погрузочно-разгрузочных работ, хранения и транспортирования к месту монтажа должны быть приняты меры, исключающие повреждение СК, СКУ и ССК.

### 6.3.1. Требования к погрузочно-разгрузочным работам

6.3.1.1. Погрузочно-разгрузочные работы следует производить в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.009. Строго запрещается сбрасывание, скатывание, соударения СК, СКУ и ССК, волочение и качение их по земле.

6.3.1.2. Для погрузки и разгрузки СК, СКУ и ССК, а также во время монтажа следует использовать специальные захваты, траверсы, канаты и тросы на тканевой основе. Не допускается использовать цепи, проволочные канаты и другие грузозахватные устройства, вызывающие повреждение сильфонов, изоляции, покрытия кожухов и торцевых поверхностей патрубков.

6.3.1.3. При использовании автопогрузчиков вилы погрузчиков должны иметь насадки, исключающие возможность прогиба СК, СКУ и ССК при транспортировании, оборудованные мягкими прокладками, исключающими возможность повреждения сильфона и внутренней поверхности СК, СКУ и ССК.6.3.1.4 Погрузочно-разгрузочные работы СКУ типа ППУ/ПЭ.I, ППУ/ПЭ.II и ТГИ.II, а также теплоизолированных перед монтажом СКУ типа ППУ, должны осуществляться при температуре не ниже 252 К (минус 15 °С).

### 6.3.2. Требования при транспортировании

6.3.2.1. Условия транспортирования — по условиям хранения 2(С)-9(ОЖ1) ГОСТ 15150, воздействия механических факторов по группе (Ж) ГОСТ 23170.

6.3.2.2. СК, СКУ и ССК могут перевозиться всеми видами транспорта в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на данных видах транспорта, обеспечивающими сохранность сильфонов, изоляции, покрытия кожухов и торцевых поверхностей патрубков и исключающими возникновение их продольного изгиба, механических повреждений и загрязнений.

6.3.2.3. Защиту СК, СКУ и ССК при транспортировании изготовителем обеспечивает предприятие-изготовитель, при транспортировании потребителем — предприятие-потребитель.

6.3.2.4. Транспортные средства должны быть оборудованы для перевозки элементов трубопроводов и иметь стяжные транспортировочные ремни для раскрепления СК, СКУ и ССК (использование стальных цепей, проволоки и проволочных канатов не допускается).

6.3.2.5. Установка и крепление СК, СКУ и ССК на транспортном средстве должны исключать возможность их механических повреждений и загрязнений. Перед транспортированием свободные концы сигнальных проводников СОДК (при их наличии в конструкции СКУ) должны быть закреплены на патрубках СКУ скотчем.

6.3.2.6. СК, СКУ и ССК, если это предусмотрено договором поставки, могут быть закреплены на транспортировочных поддонах и иметь торцевые заглушки.

6.3.2.7. Допускается транспортирование СК, СКУ и ССК без транспортировочных поддонов и торцевых заглушек, при этом:

– при транспортировании СК, СКУ и ССК должны укладываться на ровную поверхность транспортных средств без острых выступов и неровностей;

– укладку СКУ горизонтально в транспортные средства необходимо производить ровными рядами на прокладки, не допуская повреждения торцов патрубков, изоляции и покрытий кожухов, а также осевого прогиба. В качестве амортизатора между СК, СКУ и ССК, с целью исключения повреждений, допускается использовать гофрокартон, поролон, резину и т.п. Количество одновременно загружаемых СК, СКУ и ССК и количество ярусов в укладке должно определяться из условий их сохранности во время перевозки;

– раскатывание нижнего ряда СК, СКУ и ССК при транспортировании не допускается. Для предупреждения раскатывания нижнего ряда при транспортировании под крайние СК, СКУ и ССК следует установить специальные башмаки, исключающие возможность их повреждения в процессе транспортирования, а также стянуть все ярусы транспортировочными ремнями.

6.3.2.8. Суммарная высота и количество ярусов СК, СКУ и ССК определяется их размерами. Допускается укладка:

– высотой не более 1,5 м — для СК, СКУ и ССК с диаметром кожуха до 600 мм;

– не более трех рядов — для СК, СКУ и ССК с диаметром кожуха 600—800 мм;

– не более двух рядов — для СК, СКУ и ССК с диаметром кожуха 900 мм и выше.

В каждом ярусе должны быть уложены СК, СКУ и ССК одного типоразмера.

### 6.3.3. Требования при хранении

6.3.3.1. Условия хранения СК, СКУ и ССК должны соответствовать группе 5 (ОЖ4), тип атмосферы IV ГОСТ 15150. Хранение СК, СКУ и ССК на открытых площадках не допускается.

6.3.3.2. СК, СКУ и ССК должны храниться в специально отведенных и оборудованных для них местах, исключающих подтопление грунтовыми, сточными и ливневыми водами, защищенных от попадания атмосферных осадков. Теплоизолированные СКУ типа ППУ/ОЦ, ППУ/ПЭ.I и ППУ/ПЭ.II и ТГИ.II, а также теплоизолированные перед монтажом СКУ типа ППУ, должны быть защищены от прямого воздействия ультрафиолетового излучения.

6.3.3.3. При хранении в отапливаемых помещениях теплогидроизолированные СКУ типа ППУ/ОЦ, ППУ/ПЭ.I, ППУ/ПЭ.II и ТГИ.II, а также теплоизолированные перед монтажом СКУ типа ППУ, необходимо хранить на расстоянии не менее 1 метра от отопительных приборов.

6.3.3.4. Торцы патрубков СКУ и пенополиуретановой изоляции теплогидроизолированных СКУ типа ППУ/ОЦ, ППУ/ПЭ.I, ППУ/ПЭ.II, а также теплоизолированных перед монтажом СКУ типа ППУ, должны быть защищены от проникновения влаги, посторонних предметов и загрязнений.

6.3.3.5. СК, СКУ и ССК должны храниться рассортированные по типам и диаметрам.

6.3.3.6. СК, СКУ и ССК, поставленные с торцевыми заглушками и закрепленными на транспортировочных поддонах, должны храниться в состоянии поставки.

6.3.3.7. При складировании СК, СКУ и ССК, поставленные без транспортировочных поддонов, должны укладываться на твердую, ровную поверхность без острых выступов. Допускается укладывать СКУ на прокладках (ложементах) шириной не менее 10% их длины. При этом прогиб СК и СКУ относительно продольной оси не допускается.

Для теплогидроизолированных СКУ типа ППУ/ОЦ, ППУ/ПЭ.I, ППУ/ПЭ.II и ТГИ.II, а также теплоизолированных перед монтажом СКУ типа ППУ с диаметром кожуха свыше 900 мм, рекомендуется применять прокладки с клиньями и ложементы с обшивкой из листовой резины или другого эластичного материала.

6.3.3.8. Допускается складирование СК, СКУ и ССК штабелями:
– высотой не более 1,5 м — для СК, СКУ и ССК с диаметром кожуха до 600 мм;
– не более трех рядов — для СК, СКУ и ССК с диаметром кожуха 600–800 мм;
– не более двух рядов — для СК, СКУ и ССК с диаметром кожуха 900 мм и выше.

Для предотвращения раскатывания СК, СКУ и ССК в штабелях должны быть установлены боковые опоры.

В штабеле должны быть уложены СК, СКУ и ССК одного типоразмера.

При складировании СК, СКУ и ССК штабелями на прокладках (ложементах), прокладки должны располагаться чаще или применяться более широкие прокладки, чем при единичном хранении СК, СКУ и ССК.

6.3.3.9. После истечения оговоренного в паспорте срока хранения в случае планируемого применения по назначению СК, СКУ и ССК должны быть подвергнуты дополнительному переосвидетельствованию.

6.3.3.10. На строительных площадках СК, СКУ и ССК следует укладывать на песчаные подушки, не имеющие камней и твердых острых предметов, высотой не менее 200 мм, отсыпанные перпендикулярно к длине компенсаторов или СКУ.

Для предупреждения попадания воды в пенополиуретановую теплоизоляцию патрубков теплогидроизолированных СКУ типа ППУ/ОЦ, ППУ/ПЭ.I и ППУ/ПЭ.II, а также теплоизолированных перед монтажом СКУ типа ППУ, крайние песчаные подушки должны быть расположены на расстоянии около 300 мм от концов защитной оболочки изоляции патрубков.

Для защиты от атмосферных осадков и прямого воздействия ультрафиолетового излучения теплогидроизолированные СКУ типа ППУ/ОЦ, ППУ/ПЭ.I, ППУ/ПЭ.IIТГИ.II, а также теплоизолированные перед монтажом СКУ типа ППУ, рекомендуется укрывать тентом.

### 6.3.4. Консервация (переконсервация)

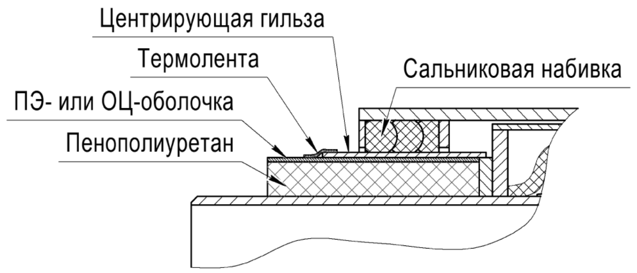
6.3.4.1. Консервации подлежат поверхности кромок под сварку присоединительных патрубков по варианту ВЗ-7 ГОСТ 9.014. Сроки переконсервации в соответствии с условиями хранения согласно ГОСТ 15150 указаны в паспорте изделия.



## 6.4. Требования к предварительной теплоизоляции сильфонных компенсационных устройств типа ППУ, не имеющих заводской теплоизоляции патрубков

6.4.1. Сильфонные компенсационные устройства типа ППУ, предназначенные для применения в трубопроводах с индустриальной тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой или оцинкованной оболочке, должны быть теплоизолированны до их монтажа в трубопровод на специализированном предприятии, имеющем соответствующие сертификаты на соответствие продукции ГОСТ 30732.

6.4.2. Нанесение пенополиуретановой тепловой изоляции на СКУ типа ППУ выполняется в соответствии с данным рисунком, при этом:




6.4.2.1. Проводники СОДК в электроизоляционной трубке необходимо выпрямить, укоротить свободные концы электроизоляционной трубки до 30 мм от кабельного ввода и закрепить на центраторе, установленном посередине патрубка СКУ. При этом не допускается выдергивание проводника СОДК из СКУ.

6.4.2.2. В зависимости от требований к применяемой защитной оболочке пенополиуретановой теплоизоляции, в центрирующую гильзу СКУ необходимо установить полиэтиленовую или оцинкованную оболочку. При этом длина неизолированных концов патрубков СКУ должна выступать из-под оболочки на величину, соответствующую требованиям ГОСТ 30732 по длине неизолированных концов труб и фасонных изделий.

6.4.2.3. На торцы полиэтиленовой или оцинкованной оболочки необходимо установить заглушки, предварительно пропустив через них проводники СОДК. Длина свободных концов проводников СОДК должна не менее, чем на 100 мм выступать за торцы патрубков СКУ. Произвести заливку патрубков СКУ пенополиуретаном в соответствии с требованиями ГОСТ 30732. Объем пенополиуретановой изоляции патрубка СКУ указан в его паспорте.

6.4.2.4. Гидроизоляции СКУ типа ППУ сальниковой набивкой не требуется, т.к. она выполнена при изготовлении.

6.4.2.5. Диаметральный зазор между центрирующей гильзой СКУ и полиэтиленовой (оцинкованной) оболочкой герметизируется герметиком и перекрывается термоусаживающейся лентой ТЕРМА-Р по ТУ 2245-024-82119587-2007 или ее аналогами.

6.4.2.6. Произвести испытания сигнальных проводников СОДК СКУ на отсутствие обрыва и замыкания методом их прозвона с помощью мегомметра.

6.4.2.7. Произвести замер электрического сопротивления изоляции сигнальных проводников СОДК производится с помощью мегомметра при напряжении не менее 500 В.

6.4.2.8. Образцы считаются выдержавшими испытания, если электрическое сопротивление сигнальных проводников находится в пределах 0,012—0,015 Ом на 1 м их длины, а электрическое сопротивление между патрубками СКУ и соединенными сигнальными проводниками СОДК — не менее 100 МОм.

6.4.3. При нанесении пенополиуретановой теплоизоляции на патрубки СКУ должны соблюдаться требования безопасности в соответствии с положениями ГОСТ 30732.

## 6.5. Особенности монтажа трубопроводов с осевыми сильфонными компенсаторами, сильфонными компенсационными устройствами и стартовыми сильфонными компенсаторами

6.5.1. Монтаж и эксплуатация СК, СКУ и ССК должны осуществляться по документации проектировщика трубопровода с учетом требований ГОСТ 32935, СП 124.13330.2012, СТО НП «РТ» 70264433-4-6-2010, а также требованиями технических условий АО «НПП «Компенсатор» и настоящего РД.

6.5.2. Не допускается установка в трубопровод СК, СКУ и ССК, не имеющего документа о подтверждении качества (паспорта).

6.5.3. Монтаж производить силами специализированной организации, располагающей техническими средствами для качественного выполнения указанных видов работ, а также имеющей право на их производство.

6.5.4. Монтаж производить по документации проектанта трубопроводной системы. Врезку СК, СКУ и ССК в трубопроводы следует производить в местах, предусмотренных проектной документацией.

6.5.5. СК, СКУ и ССК должны монтироваться в интервале температур, указанных для проведения строительно-монтажных работ.

Монтаж СК, СКУ и ССК должен осуществляться при температуре окружающего воздуха не ниже 255 К (минус 18 ºС). При температурах наружного воздуха ниже 258 К (минус 15 ºС) перемещения СКУ с нанесенной на патрубки тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке на открытом воздухе не рекомендуются.

Монтажные и сварочные работы при температурах наружного воздуха ниже 263 К (минус 10 ºС) должны производиться в специальных кабинах, в которых температура воздуха должна поддерживаться выше 263 К (минус 10 ºС).

Выполнение тепловой изоляции стыков трубопроводов пенополиуретаном или пенополимерминеральной теплоизоляцией с теплогидроизолированными СКУ, а также ССК при температурах наружного воздуха ниже 273 К (0 ºС) не допускается.

6.5.6. При монтаже и эксплуатации должны быть приняты меры, предохраняющие СК, СКУ и ССК от затопления грунтовыми, сточными и ливневыми водами. При монтаже теплогидроизолированных СКУ типа ППУ/ОЦ, ППУ/ПЭ.I, ППУ/ПЭ.II и ТГИ.II, а также теплоизолированных перед монтажом СКУ типа ППУ (до завершения работ по теплогидроизоляции стыка СКУ с трубопроводом), должны быть приняты меры, предохраняющие СКУ от подтопления грунтовыми, сточными и ливневыми водами, а также прямого воздействия атмосферных осадков и ультрафиолетового излучения.

6.5.7. До начала работ по монтажу СК, СКУ и ССК при прокладке трубопроводов тепловых сетей и ГВС, а также водопроводов и паропроводов под землей в каналах или туннелях, а также при надземной прокладке и в помещениях необходимо смонтировать и закрепить трубопроводы на неподвижных и направляющих опорах.

6.5.8. В случае применения на трубопроводах СК типа ОПГ, ОПМ, ОПМР, а также СКУ типа МП с внутренними направляющими патрубками, их следует устанавливать на трубопроводах так, чтобы направление стрелки на корпусе СК и СКУ совпадало с направлением движения проводимой среды.

6.5.9. Допустимые монтажные деформации СК, СКУ и ССК должны быть в пределах норм на смещение и параллельность присоединительных поверхностей соединения трубопроводов, установленных действующей нормативной документацией объекта применения.

6.5.10. Суммарная величина монтажных и эксплуатационных деформаций СК, СКУ и ССК не должна превышать значений осевого хода, указанного в паспорте.

6.5.11. При монтаже учитывать, что смонтированные СК и СКУ должны быть удалены от конструкций, оборудования и трубопроводов на расстояние, превышающее их допустимые деформации.

6.5.12. СК, СКУ и ССК не должны испытывать не предусмотренных проектом нагрузок от трубопровода при изгибе, кручении, перекосах трубопровода, вибрации, неравномерности затяжки крепежа.

Не допускается нагружать СК, СКУ и ССК весом присоединяемых участков труб, арматуры и механизмов.

При необходимости должны быть применены специальные опоры или другие устройства, устраняющие нерасчетные нагрузки на СКУ.

### 6.5.13. Последовательность монтажа сильфонных компенсаторов и сильфонныхкомпенсационных устройств

6.5.13.1. К месту монтажа СК и СКУ следует доставлять в упаковке предприятия изготовителя.

6.5.13.2. Перед монтажом подготовить участок трубопровода к врезке СК или СКУ: очистить трубопровод от грязи, песка, окалины и других загрязнений.

6.5.13.3. Освободить СК и СКУ от упаковки, внешним осмотром убедиться в отсутствии повреждений, проверить соответствие монтируемых СК и СКУ трубам по рабочей проектной документации. С присоединительных поверхностей СК и СКУ механически удалить защитное легкосъемное покрытие (ЛСП), поверхности очистить и обезжирить в соответствии с ГОСТ 9.014. Убедиться в надлежащей подготовке торцов патрубков.

6.5.13.4. Перед монтажом теплогидроизолированных СКУ произвести входной контроль на предмет состояния изоляции и целостности сигнальных проводников СОДК.

6.5.13.4.1. Испытания сигнальных проводников СОДК СКУ на отсутствие обрыва и замыкания производятся методом их прозвона с помощью мегомметра.

6.5.13.4.2. Замер электрического сопротивления изоляции сигнальных проводников СОДК производится с помощью мегомметра при напряжении не менее 500 В.

6.5.13.4.3. Образцы считаются выдержавшими испытания, если электрическое сопротивление сигнальных проводников находится в пределах 0,012 — 0,015 Ом на 1 м их длины, а электрическое сопротивление между патрубками СКУ и соединенными сигнальными проводниками СОДК — не менее 100 МОм.

6.5.13.5. После проведения испытаний участка трубопровода (без установленного СК или СКУ) на прочность и плотность из смонтированного на опорах трубопровода в месте, указанном в проекте, необходимо вырезать участок («катушку»), длина которого равна длине $L_{монт}$, определенной в п.п. 5.11.1–5.11.5 настоящего РД.

6.5.13.6. Концы труб зачистить от брызг, наплывов металла и остатков изоляции. У труб необходимо снять фаски. Торцевые поверхности присоединительных элементов СК и СКУ не требуют дополнительной механической доработки перед монтажом на трубопровод или патрубок оборудования.

6.5.13.7. При монтаже теплогидроизолированных пенополиуретаном СКУ с защитной полиэтиленовой оболочкой на полиэтиленовую оболочку труб надеть неразрезные термоусаживающиеся муфты (при использовании неразрезных термоусаживающихся муфт) в заводской упаковке со смещением не менее 0,5 м от торцов полиэтиленовой оболочки труб.

6.5.13.8. При применении односильфонного СК или СКУ его необходимо установить место «катушки» и приварить неподвижной частью к неподвижной опоре на расстоянии 2 ÷ 4 DN или к одному из концов трубопровода в случае уста-новки его в другом месте.

С помощью специальных монтажных приспособлений произвести растяжку СК или СКУ и его сварку со свободным концом трубопровода.

6.5.13.9. При применении двухсильфонного СК или СКУ в середине пролета трубопровода его необходимо установить на место «катушки», и, обеспечив с помощью специальных монтажных приспособлений одинаковую растяжку обоих сильфонов, произвести его сварку со свободными концами трубопровода.

При применении двухсильфонного СК или СКУ возле неподвижной опоры его необходимо установить на место "катушки", выполнить равномерную растяжку сильфонов СК и СКУ с обоих торцов.

При установке двухсильфонного СК или СКУ в произвольном месте прямолинейного участка трубопровода растяжку сильфонов необходимо выполнять с обоих торцов СК или СКУ.

6.5.13.10. СК и СКУ соединяются с трубопроводом сварным соединением стыковым швом. Сварные соединения выполняются в соответствии с ГОСТ 16037 «Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры» или ГОСТ 14771 «Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры». Тип шва указывается в проекте трубопровода. Контроль сварных швов выполнить в соответствии с требованиями РД 153-34.1-003-01.

6.5.13.11. Приварку производить по ведомственной технической документации, утвержденной в установленном порядке с учетом требований РД 153-34.1-003-01 «Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте энергетического оборудования».

6.5.13.12 .Применяемая технология сварки должна обеспечивать равнопрочность сварного соединения СК и СКУ с элементом трубопровода при отсутствии неблагоприятного влияния на структуру и механические свойства металла соединяемых изделий.

6.5.13.13. При выполнении сварочных работ необходимо обеспечить защиту поверхностей сильфонов СК и СКУ и их изоляции от попадания брызг расплавленного металла, сварного грата и окалины.

6.5.13.14. При проведении сварки присоединительных патрубков СКУ с трубопроводами в пенополиуретановой и пенополимерминеральной тепловой изоляции следует исключить вероятность нагрева теплоизоляции до температуры свыше 448 К (175 ºС) во избежание образования на рабочем месте токсичных выбросов.

6.5.13.15. После завершения сварочных работ по установке СК или СКУ на трубопроводе произвести гидравлические испытания участка трубопровода испытательным давлением на прочность и плотность $P_{исп}$ = 1,25.PN. Допускается проведение контроля сварных швов неразрушающими мето-дами в объеме 100%.

**Не допускается** проведение гидравлических испытаний трубопроводов с СК и СКУ до завершения всех работ по изготовлению и установке неподвижных и направляющих опор и закрепления на них трубопровода.

При бесканальной прокладке **не допускается** проведение гидравлических испытаний трубопровода с установленными СК и СКУ, не засыпанного грунтом (для контроля СК и СКУ и последующих работ по изоляции стыков, в этом случае не-обходимо оставить приямки). Не допускается подача горяче-го теплоносителя в незасыпанный грунтом трубопровод.

6.5.13.16. После завершения гидравлических испытаний (контроля сварных швов) поверхности СК или СКУ, имеющие повреждение окраски, в том числе и после удаления фиксирующих элементов и монтажных приспособлений, следует зачистить и окрасить для предотвращения коррозионного износа. Покрытия должны соответствовать условиям эксплуатации и отвечать требованиям нормативной документации, утвержденной в установленном порядке.

**6.5.14. Монтаж стартовых сильфонных компенсаторов в трубопроводы с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной полиэтиленовой оболочкой** производится в следующей последовательности:

6.5.14.1. Перед установкой ССК трубопровод должен быть испытан на прочность и герметичность, засыпан грунтом и утрамбован, кроме приямков, куда будут установлены ССК.

6.5.14.2. При использовании способа монтажа с предварительным поджатием, перед установкой в трубопровод ССК подвергают предварительному поджатию до величины $L_{монт}$, рассчитанной в пункте 5.11.6.1 настоящего РД, равную разности максимального рабочего хода ССК и рассчитанной в пункте 5.7.3.6 настоящего РД величиной сжатия $\Delta L$, соответствующей нагреву трубопровода до температуры замыкания $t_{зам}$ ССК.

Предварительное поджатие ССК должно производиться с помощью резьбовой шпильки и двух фланцев затяжкой гаек на концах шпильки. При этом необходимо исключить возможный перекос торцов патрубков ССК.

После поджатия ССК до величины $L_{монт}$ его положение следует зафиксировать с помощью приварки к кожухам ССК стальных полос (не менее 4-х шт.) или прихватками через 50 ÷ 120 мм, равномерно распределенных по диаметру.

6.5.14.3. На кожухе ССК следует сделать отметку положения кожухов, которое ССК достигнет, сжимаясь на $\Delta L$ при нагреве трубопровода до температуры замыкания $t_{зам}$.

6.5.14.4. Перед установкой ССК в трубопровод в месте установки ССК на трубопроводе вырезается участок длиной $L_{монт}$ — при способе монтажа с предварительным поджатием ССК, или $L$ — длина ССК в состоянии поставки при способе монтажа без предварительного поджатия.

6.5.14.5. На один из концов трубопровода надевается термоусаживающаяся муфта с длиной, превышающей длину ССК с учетом перехлеста на полиэтиленовую оболочку трубопровода, для последующей его гидроизоляции.

6.5.14.6. После установки ССК в трубопровод, соблюдая его центровку по отношению к основной трубе, производится приварка патрубков ССК к трубам стыковыми сварными швами с последующим контролем сварных швов в соответствии с требованиями РД 153-34.1-003-01.

6.5.14.7. Произвести гидравлические испытания трубопровода с установленными ССК пробным давлением, равным 1,25 PN.

6.5.14.8. После гидравлических испытаний трубопровода с кожухов ССК удалить приваренные полосы (прихватки).

6.5.14.9. Трубопровод заполнить теплоносителем и произвести его постепенный предварительный прогрев до температуры замыкания $t_{зам}$ ССК. Предварительный прогрев трубопровода должен производиться со скоростью, не превышающей 10 градусов в час. При этом необходимо контролировать, что перемещение ССК соответствуют расчетной величине.

6.5.14.10. В зависимости от конкретных условий монтажа может возникнуть необходимость повышения температуры предварительного прогрева на 3÷6 градусов выше расчетной $t_{зам}$ для достижения расчетной величины предварительного поджатия ССК $\Delta L$.

6.5.14.11. После выдержки при указанной выше температуре кожухи ССК заварить между собой катетом шва не менее *k*, указанного в паспорте, технических условиях ИЯНШ.300260.035ТУ и приложении Д.9 настоящего РД с последующим контролем в соответствии с требованиями РД 153-34.1-003-01.

6.5.14.12. Пропустить над кожухами ССК проводники СОДК, избегая их контакта с металлическими поверхностями, с помощью центраторов, и соединить их с проводниками СОДК, проложенными в пенополиуретановой изоляции труб.

6.5.14.13. Для теплоизоляции ССК необходимо выполнить установку термоусаживающейся или электросварной полиэтиленовой муфты над кожухом ССК и соединенными над ним проводниками СОДК на полиэтиленовую оболочку трубопровода с обеих сторон от ССК, после чего необходимо провести опрессовку термоусаживающейся муфты и заливку пенополиуретаном пространства над ССК и его стыков с трубопроводом.

6.5.14.14. Произвести засыпку и утрамбовку оставленных приямков в местах установки ССК в соответствии с требованиями раздела 6.2 настоящего РД при бесканальной прокладке.



**6.5.15. Монтаж сигнальных проводников СОДК СКУ с проводниками трубопровода с тепловой изоляцией из пенополиуретана**

6.5.15.1. Для соединения с рабочими сигнальными проводниками СОДК трубопровода используются два сигнальных проводника СКУ. В конструкции СКУ DN до 400 мм предусмотрен один, а в конструкции СКУ DN 500 мм и выше — два резервных сигнальных проводника СОДК.

6.5.15.2. После проведения испытаний теплогидроизолированного пенополиуретаном участка трубопровода с СКУ, в котором предусмотрена СОДК, необходимо:

– соединить сигнальные проводники СОДК, проходящие внутри СКУ, с проводниками трубопровода посредством применения обжимных втулок с последующей пайкой места соединения проводников. Пайка должна выполняться с использованием неактивных флюсов — для исключения возможности касания проводниками стальной трубы рекомендуется применять центраторы;

– произвести повторную проверку работоспособности СОДК участка трубопровода с установленным СКУ.

6.5.15.3. После документального оформления присоединения сигнальных проводников СКУ к общей сигнальной системе и проверки соответствия их сопротивлений заводским данным, следует выполнить тепловую и гидроизоляцию стыков.

**6.5.16. Тепловая изоляция сильфонных компенсаторов, сильфонных компенсационных устройств и стартовых сильфонных компенсаторов, а также их стыков с трубопроводом**

6.5.16.1. Тепловая изоляция СК типа ОПН (ОПНР), ОПГ и ОПФН по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ, применяемых для изготовления сильфонных компенсационных устройств, узлов компенсационных, блокированных сильфонных компенсаторов, выполняется в составе указанных изделий по документации их разработчика. При этом заполнение пространства между гофрами сильфона теплоизоляционными и другими материалами не допускается.

Тепловая изоляция СК типа ОПН (ОПНР), ОПГ и ОПФН, устанавливаемых в трубопроводы, а также стыка СК с трубопроводом выполняется после их монтажа в трубопровод теми же теплоизоляционными материалами, применяемыми для теплоизоляции трубопровода. При этом заполнение пространства между гофрами сильфона теплоизоляционными материалами не допускается. Для теплоизоляции сильфона рекомендуется установить над сильфоном защитный кожух.

6.5.16.2. СК типа ОПК, ОПМ, ОПКР, ОПМР и КСО (КСОР) по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ, а также СКУ типа М и МП по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ, поставляются без тепловой изоляции и гидроизоляции от грунтовых вод. Тепловая изоляция указанных СКУ, а также теплоизоляция их стыков с трубопроводом, выполняется после их монтажа в трубопровод одновременно с теплоизоляцией трубопровода теплоизоляционными материалами, применяемыми для теплоизоляции трубопровода.

6.5.16.3. Тепловая изоляция патрубков СКУ типа ППМ по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ и их стыков с трубопроводом с пенополимерминеральной тепловой изоляцией выполняется после монтажа СКУ в трубопровод одновременно с теплоизоляцией стыка СКУ с трубопроводом в соответствии с требованиями ГОСТ Р 56227.

Теплоизоляция выполняется путем заливки в пространство между стальной гильзой, патрубками СКУ и неизолированным концом трубопровода ППМ-смеси через передвижную инвентарную опалубку, закрепленную стяжными ремнями на ППМ-изоляцию трубопровода и стальную гильзу СКУ.

Гидроизоляция СКУ от попадания грунтовых вод выполнена при его изготовлении.

6.5.16.4. Тепловая изоляция патрубков СКУ типа ППУ по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ, предназначенных для установки в трубопроводы, тепловая изоляция которых наносится после их монтажа, и их стыков с трубопроводом выполняется одновременно с тепловой изоляцией трубопровода.

Тепловая изоляция патрубков СКУ типа ППУ, предназначенных для установки в трубопроводы с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой, должна выполняться перед монтажом СКУ в трубопровод на специализированном предприятии, имеющем соответствующие сертификаты на соответствие продукции ГОСТ 30732 в соответствии с разделом 6.4 настоящего РД.

6.5.16.5. Тепловая изоляция и гидроизоляция СКУ типа ППУ/ОЦ, ППУ/ПЭ.I, ППУ/ПЭ.II и ТГИ.II по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ выполняется при их изготовлении.

6.5.16.6. Тепловая изоляция стыков СКУ типа ППУ/ОЦ, ППУ/ПЭ.I, ППУ/ПЭ.II и ТГИ.II, а также СКУ типа ППУ, теплоизолированных перед монтажом согласно п. 6.4 настоящего РД, с трубопроводом выполняется после проведения испытаний сварных швов СКУ с трубопроводом, соединения проводников СОДК и их последующей проверки.

Для изоляции стыков СКУ с трубопроводом в пенополиуретановой теплоизоляции с полиэтиленовой оболочкой необходимо выполнить установку термоусаживающихся или электросварных полиэтиленовых муфт на стыки СКУ с трубопроводом, их опрессовку и заливку стыков СКУ с трубопроводом пенополиуретаном.

Для изоляции стыков СКУ с трубопроводом в пенополиуретановой теплоизоляции со стальной защитной оболочкой необходимо выполнить установку разъемного кожуха-муфты из тонколистовой оцинкованной стали и заливку стыков СКУ с трубопроводом пенополиуретаном.

6.5.16.7. Порядок теплоизоляции стартовых сильфонных компенсаторов по техническим условиям ИЯНШ.300260.035ТУ изложен в разделе 6.5.14 настоящего РД.

6.5.16.8. При всех способах прокладки трубопровода кроме бесканальной необходимо нанести дополнительную теплоизоляцию на кожухи СК и СКУ, при этом нанесенная теплоизоляция не должна препятствовать рабочим перемещениям СК или СКУ относительно его кожуха.

Дополнительная теплоизоляция должна обеспечивать снижение тепловых потерь через кожух СК или СКУ, а в зимний период исключать возможность замерзания проводимой среды при возникновении нештатных ситуаций на трубопроводе, а также при использовании СК или СКУ на трубопроводах холодного водоснабжения.



### 6.6. Рекомендации в случае повреждения сильфонных компенсаторов, сильфонных компенсационных устройств и стартовых сильфонных компенсаторов при погрузочно-разгрузочных работах, транспортировке, хранении и монтаже

6.6.1. При нарушении требований к выполнению погрузочно-разгрузочных работ, транспортировки, хранению и монтажу могут возникнуть следующие повреждения СК, СКУ и ССК:

– механическое повреждение покрытия патрубков или кожуха СКУ;

– механическое повреждение сильфонов СК, СКУ и ССК;

– прожоги, прилипание брызг расплавленного металла к поверхностям сильфона СК;

– обрыв или замыкание сигнального проводника СОДК СКУ;

– механическое повреждение полиэтиленовой оболочки на теплоизолированных патрубках СКУ;

– механическое повреждение полиэтиленовой оболочки на кожухе СКУ;

– частичное отслоение (отклеивание) или разрыв термоусаживающейся ленты на кожухе СКУ;

– механическое повреждение пенополиуретановой теплоизоляции на торцах патрубков СКУ;

– намокание пенополиуретановой теплоизоляции на торцах патрубков СКУ;

– сверхдопустимое растяжение СК, СКУ и ССК, связанное со смещением (разрушением) неподвижной опоры при гидравлических испытаниях трубопровода;

– появление складок, заломов гофров на поверхностях сильфона, вызванных сверхдопустимым растяжением СК, СКУ и ССК или потерей его устойчивости.

6.6.2. В случае механического повреждения покрытия кожуха или патрубков СК, СКУ и ССК необходимо восстановить покрытие.

6.6.3. В случаях прожога слоя сильфона или его механического повреждения, появления складок, заломов гофров, потери устойчивости сильфона, а также сверхдопустимого растяжения сильфона, дальнейшая эксплуатация СК, СКУ и ССК не допускается.

6.6.4. В случае прилипания брызг расплавленного металла на поверхности сильфона, необходимо удалить их вручную с помощью ветоши, смоченной растворителем.

Если при этом не наблюдается следов повреждения основного металла сильфона, то данный СК, СКУ или ССК допускается к дальнейшей эксплуатации.

Если брызги расплавленного металла указанным способом не удаляются с поверхности сильфона или после их удаления наблюдаются следы повреждения основного металла сильфона, то данные СК, СКУ и ССК к дальнейшей эксплуатации не допускается.

6.6.5. В случае обрыва конца сигнального проводника СОДК СКУ допускается произвести его наращивание до необходимой длины посредством соединения медной проволоки марки ММ сечением не менее 1,5 мм2 необходимой длины с оставшимся концом проводника СКУ с обязательным применением обжимных втулок и пайкой места соединения проводников.

Допускается частичное удаление пенополиуретановой теплоизоляции в месте поврежденного проводника с торца патрубка СКУ на глубину до 50 мм. После этого следует выполнить гидроизоляционное покрытие поврежденного участка пенополиуретановой теплоизоляции.

6.6.6. В случае обрыва или замыкания сигнального проводника СОДК и невозможности устранить обрыв, следует переключиться на резервный сигнальный проводник. В конструкции СКУ DN до 400 мм предусмотрен один, а в конструкции СКУ DN 500 мм и выше — два резервных сигнальных проводника СОДК.

6.6.7. В отдельных случаях допускается проведение ремонтных работ по восстановлению теплогидроизоляции СКУ.

Ремонтно-восстановительные работы должны производиться специалистами эксплуатирующей организации или ремонтным персоналом, имеющим соответствующую аккредитацию и разрешения на производство работ.

Материалы и оборудование, используемое при ремонте изоляции СКУ, должно соответствовать ГОСТ 30732. Материалы и оборудование, применяемое на ремонтно-восстановительных работах, должны соответствовать материалам и оборудованию, примененным при строительстве теплосети. Все ремонтные работы по восстановлению теплогидроизоляции СКУ должны быть согласованы с заводом-изготовителем СКУ.

6.6.7.1. В случае частичного отслоения (отклеивания) или разрыва термоусаживающейся ленты на кожухе СКУ, необходимо ее заменить.

6.6.7.2. В случае механического повреждения полиэтиленовой оболочки теплоизоляции патрубков и кожухов СКУ на глубину не более 20% толщины стенки оболочки, место повреждения следует очистить от грязи, пыли, масел и пр. и наложить термоусаживающуюся ленту (с подслоем герметика) с последующим ее нагревом и усадкой.

6.6.7.3. В случае несквозного повреждения полиэтиленовой оболочки теплоизоляции патрубков и кожухов СКУ (надрез, глубокая риска и т.д.) глубиной более 20% толщины стенки оболочки, а также при проколе или разрыве полиэтиленовой оболочки с максимальным размером до 50 мм, повреждение следует раскрыть под углом 45°, обезжирить ацетоном и заварить экструзионной сваркой (ручным экструдером).

Допускается установка заплаток из полиэтиленовой оболочки того же диаметра экструзионной сваркой (ручным экструдером).

6.6.7.4. В случае механического повреждения торцевой поверхности пенополиуретановой теплоизоляции патрубков СКУ на глубину не более 50 мм от торца, поврежденную теплоизоляцию с патрубка СКУ следует удалить на глубину до 50 мм, обеспечив срезку теплоизоляции перпендикулярно оси СКУ.

Снятие теплоизоляционного слоя следует производить таким образом, чтобы не повредить сигнальные проводники СОДК. После этого следует выполнить гидроизоляционное покрытие поврежденного участка пенополиуретановой теплоизоляции.

6.6.7.5. В случае намокания пенополиуретановой теплоизоляции, выявленного при проверке электрического сопротивления изоляции проводников СОДК, следует с помощью влагомера определить глубину намокания изоляции от торца патрубков СКУ.

Если глубина намокания пенополиуретановой теплоизоляции не превышает 50 мм от торца патрубков СКУ, ее следует удалить на глубину до 50 мм, обеспечив срезку теплоизоляции перпендикулярно оси СКУ.

Снятие теплоизоляционного слоя следует производить таким образом, чтобы не повредить сигнальные проводники СОДК. После этого следует выполнить гидроизоляционное покрытие поврежденного участка пенополиуретановой теплоизоляции.

6.6.7.6. В случае выявления механических повреждений полиэтиленовой оболочки патрубков и кожухов СКУ с максимальным размером свыше 50 мм, а также повреждения или намокания пенополиуретановой теплоизоляции на глубину более 50 мм от торца патрубков СКУ, необходимо обратиться на завод-изготовитель СКУ для определения возможности его ремонта в заводских условиях.

6.6.8. На все ремонтно-восстановительные работы повреждений СКУ должен быть оформлен акт с приложением фотографий и указанием размеров мест повреждений до и после ремонта, а также в паспорт СКУ должна быть внесена отметка о его ремонте с указанием номера акта ремонтно-восстановительных работ.



# 7. ИСПЫТАНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ С СИЛЬФОННЫМИ КОМПЕНСАТОРАМИ, СИЛЬФОННЫМИ КОМПЕНСАЦИОННЫМИ УСТРОЙСТВАМИ И СТАРТОВЫМИ СИЛЬФОННЫМИ КОМПЕНСАТОРАМИ

## 7.1 Общие положения

7.1.1. При проведении испытаний тепловых сетей с осевыми СК, СКУ и ССК следует соблюдать требования СП 124.13330.2012 и РД 34.03.201-97.

7.1.2. Для установки в трубопроводы тепловых сетей и ГВС, а также в паропроводы допускаются только СК, СКУ и ССК, прошедшие приемо-сдаточные испытания на заводе-изготовителе в объеме, предусмотренном ГОСТ 32935, техническими условиями на их поставку и имеющие соответствующую отметку в паспорте.

7.1.3. Применяемые в трубопроводах тепловых сетей и ГВС, а также паропроводах СК, СКУ и ССК должны иметь действующие разрешения РОСТЕХНАДЗОРА и сертификат ГОСТ Р на соответствие требованиям ГОСТ 32935.

## 7.2. Проверка чистоты трубопроводной системы

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

7.2.2. После окончания монтажа труб, СК, СКУ и ССК следует провести промывку системы водой в соответствии с требованиями СП 124.13330.2012.

7.2.3. Если трубопроводы немедленно не вводятся в эксплуатацию, то систему в целом рекомендуется законсервировать.

## 7.3. Проверка качества стыковых соединений полиэтиленовой оболочки СКУ с трубопроводом

7.3.1. Проверка качества сварных соединений полиэтиленовой оболочки СКУ с трубопроводом производится в соответствии с инструкциями производителя.

## 7.4. Гидравлические испытания

7.4.1. Гидравлические (пневматические) испытания на прочность и плотность стальных трубопроводов с осевыми СК, СКУ и ССК производятся в соответствии с СП 124.13330.2012. Испытательное давление при этом не должно превышать: $P_{исп}$ = 1,25.PN.

7.4.2. Теплопроводы с установленными 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 °C и не ниже +5 °C. Температура наружного воздуха при этом должна быть положительной, каждый испытанный участок герметично заваривается с двух сторон заглушками. Использование для этих целей запорной арматуры не допускается.

Окончательные испытания проводятся после завершения всех строительно-монтажных работ.

7.4.3. Не допускается проведение гидравлических испытаний трубопроводов с установленными осевыми СК, СКУ и ССК до завершения всех работ по изготовлению и установке неподвижных и направляющих опор и закрепления на них трубопровода, а также с не засыпанным грунтом (при бесканальной прокладке) трубопроводом. Для СКУ и ССК оставляются приямки.

## 7.5. Испытания системы оперативного дистанционного контроля

7.5.1. После присоединения проводников-индикаторов осевых СК, СКУ и ССК (или в обход их) к СОДК теплопровода и теплоизоляции стыков на СОДК должны быть выполнены следующие работы:

– измерение действительной величины сопротивления проводов;

– функциональное испытание по инструкции предприятия -изготовителя сигнальной системы;

– моделирование основных возможных неисправностей.

# 8. ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ И ГВС, А ТАКЖЕ ПАРОПРОВОДОВ С УСТАНОВЛЕННЫМИ СИЛЬФОННЫМИ КОМПЕНСАТОРАМИ, СИЛЬФОННЫМИ КОМПЕНСАЦИОННЫМИ УСТРОЙСТВАМИ И СТАРТОВЫМИ СИЛЬФОННЫМИ КОМПЕНСАТОРАМИ

8.1. Приемка в эксплуатацию законченных строительством трубопроводов тепловых сетей и ГВС, а также паропроводов с осевыми СК, СКУ и ССК должна производиться в соответствии с указаниями СП 68.13330.2017, СП 124.13330.2012 и СТО НП «РТ» 70264433-4-6-2010.

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

8.3. СК, СКУ и ССК должны:
– применяться по прямому назначению, в пределах установленного в ЭД назначенного срока службы и/или ресурса;
– содержаться в исправном состоянии;
– быть пронумерованы в соответствии с технологическими схемами;
– эксплуатироваться только при наличии паспорта и в соответствии с указаниями в нем.

8.4. Дополнительно к обязательному перечню актов приемки тепловых сетей в эксплуатацию комиссии должны быть представлены следующие документы:
– акт по монтажу каждого СК, СКУ и ССК с указанием величины предварительной деформации;
– акт о качестве выполнения теплогидроизоляции стыков труб с осевыми СК, СКУ и ССК;
– акт функциональных испытаний СОДК, включая результаты моделирования возможных неисправностей;
– паспорта на СК, СКУ и ССК с отметкой о приемке в эксплуатацию.

8.5. СК и СКУ должны эксплуатироваться только при наличии ЭД и в соответствии с указаниями в ней.

8.6. При эксплуатации СК и СКУ должны быть приняты организационные и технические меры предупреждения возможности нанесения ущерба здоровью людей или окружающей среде и проведения необходимых действий при возникновении опасных ситуаций.

8.7. Эксплуатирующие организации должны вести учет фактической наработки СК или СКУ.

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

8.9. 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.

8.10. 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 трубопроводом.

8.11. Наружную поверхность сильфонов СК типа ОПН (ОПНР), ОПГ и ОПФН по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ, установленных в трубопроводы без защитных кожухов (со съемными кожухами), а также СК типа КСО (КСОР), имеющие в кожухах смотровые отверстия (окна), следует осматривать при контрольных осмотрах на предмет возможного появления потери устойчивости гофров и наружной коррозии металла сильфона.

8.12. В ходе эксплуатации СК, СКУ и ССК должны выполняться требования, предъявляемые к трубопроводу. Условия эксплуатации: УХЛ1 ГОСТ15150.

8.13. Эксплуатационные ограничения:

8.13.1. СК, СКУ и ССК должны использоваться в системах с параметрами, не превышающими указанных в технических условиях ИЯНШ.300260.029ТУ, ИЯНШ.300260.033ТУ и ИЯНШ.300260.035ТУ.

8.13.2. В процессе эксплуатации запрещается понижение температуры проводимой среды до точки ее замерзания.

8.13.3. Критериями предельного состояния являются:
– превышение давления выше допустимого (PN, $P_{пр}$. = 1,25PN);
– появление трещин, складок, вздутия (выпучивания), а также коррозии или хлоридного растрескивания поверхности гофров сильфонов;
– негерметичность, как в основном металле, так и в сварных швах, которая определяется появлением протечек из СК, СКУ и ССК теплоносителя при наземной и канальной прокладках трубопровода или срабатыванием СОДК в трубопроводах, оборудованных СОДК, если определено, что намокание тепловой изоляции произошло в зоне установки СКУ;
– потеря устойчивости сильфона;
– сверхдопустимое растяжение или сжатие СК, СКУ или ССК.

8.14. СК, СКУ и ССК относятся к неремонтируемым изделиям и подлежат замене:
– в случае наступления предельного состояния с обязательным анализом причин возникновения предельного состояния;
– в случае выработки полной назначенной наработки или истечения назначенного срока службы.

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

8.16. В процессе эксплуатации надземнопроложенные трубопроводы 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 трубопровода.

8.17. Во избежание заклинивания (вплоть до деформации и разрушения) направляющих опор, следует периодически замерять зазор между трубопроводом и конструкциями опор, ограничивающими его боковые перемещения.

8.18. Решение о необходимости проведения ремонта в отношении шва приварки СК, СКУ и ССК к трубопроводу с применением сварки принимается в установленном порядке владельцем трубопровода.

8.19. При проведении ремонтных работ на участке трубопровода, где установлен СК или СКУ, связанных с заменой части трубопровода или фасонного изделия, необходимо зафиксировать СК или СКУ до окончания ремонта в том положении, которое он занимал при температуре на момент разрезания трубопровода.

8.20. При проведении ремонтных работ на участке трубопровода, где установлен ССК, связанных с заменой части трубопровода или фасонного изделия, стартовый сильфонный компенсатор подлежит замене.

8.21. Утилизация СК, СКУ и ССК по окончании срока эксплуатации производится обычным металлургическим процессом. При необходимости, перед вывозом на пункт приема металлолома, компенсаторы должны быть очищены от остатков тепловой изоляции. Отходы ППУ и ПЭ изоляции утилизируются в соответствии с ГОСТ 30732.

## ПРИЛОЖЕНИЕ «А»

*(рекомендуемое)*

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ЗАМЕНЕ НА ДЕЙСТВУЮЩИХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ САЛЬНИКОВЫХ КОМПЕНСАТОРОВ НА СИЛЬФОННЫЕ

### 1. Уменьшение потребления холодной воды:

$$\Delta G_{х.в.} = \Delta G^{п}_{х.в.} + \Delta G^{с.н.}_{х.в.}, \text{ (м}^3\text{/год)},$$

где: $\Delta G^{п}_{х.в.}$ — снижение протечек теплоносителя в трубопроводах тепловых сетей (м³/год);

$\Delta G^{с.н.}_{х.в.}$ — снижение расхода холодной воды в технологических установках на собственные нужды теплоисточников (м³/год);

$$\Delta G^{п}_{х.в.} = \Delta G^{п}_{х.в.о.п} + \Delta G^{п}_{х.в.м.о}, \text{ (м}^3\text{/год)},$$

где: $\Delta G^{п}_{х.в.о.п.}$ — снижение протечек теплоносителя в трубопроводах тепловых сетей за отопительный период (м³/год);

$\Delta G^{п}_{х.в.м.о}$ — снижение протечек теплоносителя в трубопроводах тепловых сетей за межотопительный период (м³/год).

$$\Delta G^{п}_{х.в.о.п} = V_{т.с} \cdot N_{к} \cdot g_{ут.} \cdot T_{о.п} \cdot \mathbf{10^{-3}}, \text{ (м}^3\text{/год)},$$

$$\Delta G^{п}_{х.в.м.о} = \frac{V_{т.с} \cdot N_{к} \cdot g_{ут.} \cdot (\mathbf{365 \cdot 24} - T_{о.п.}) \cdot \mathbf{10^{-3}}}{\mathbf{2}}, \text{ (м}^3\text{/год)},$$

где: $V_{т.с}$ — водяной объем тепловой сети, (м³);
$N_к$ — количество установленных сильфонных компенсаторов, (шт.);
$g_{ут}$ — усредненная удельная протечка теплоносителя через уплотнение сальникового компенсатора (л/м³·час·шт.)
$T_{о.п}$ — продолжительность отопительного периода (час);
365 — количество дней в году (дней).

Снижение количества потребления холодной воды на собственные нужды теплоисточников:

$$\Delta G^{с.н.}_{х.в.} = [\mathbf{K_1} + (\mathbf{K_2} \cdot \mathbf{K_3})] \cdot G^{п}_{х.в.} \cdot g_{пр.}, \text{ (м}^3\text{/год)},$$

где: $K_1$ — обобщенный коэффициент, учитывающий удельный расход пара на выработку подпиточной воды и дополнительный расход воды для расхолаживания продувочной воды при сбросе ее в канализационный коллектор;
$K_2$ — коэффициент, определяющий удельный расход пара на выработку подпиточной воды (т/м³);
$K_3$ — коэффициент, определяющий удельные затраты воды на регенерацию фильтров химической водоподготовки (ХВО), (м³ м³);
$g_{пр}$ — коэффициент непрерывной продувки паровых котлов.

Экономическая эффективность в денежном выражении от уменьшения потребления холодной воды:

$$Э_{год.в.} = (\Delta G_{хв} \cdot Ц_{хв}) \cdot \mathbf{10^{-3}}, \text{ (тыс. руб.)},$$

где: $Ц_{хв}$ — стоимость 1 м³ холодной воды (руб.).

### 2. Снижение потребления топлива:

$$\Delta B = \Delta B_{п} + \Delta B_{сн}, \text{ (тут/год)},$$

где: $\Delta_{Bп}$ — снижение расхода топлива за счет исключения протечек горячего теплоносителя через уплотнения сальниковых компенсаторов;

$\Delta B_{сн}$ — уменьшение потребления топлива за счет снижения потерь тепла на собственные нужды теплоисточников.

$$\Delta B_{п} = \frac{\Delta Q_{п}}{\mathbf{7000} \cdot \eta} \cdot \mathbf{10^3}, \text{ (тут/год)},$$

где: $\Delta Q_п$ — экономия тепла за счет ликвидации протечек горячего теплоносителя через уплотнения сальниковых компенсаторов, (Гкал/год);
*7000 ккал/кг* – теплота сгорания условного топлива, (ккал/кг);
$\eta$ — коэффициент полезного действия паровых котлов.

Экономия тепла за счет ликвидации протечек горячего теплоносителя через уплотнения сальниковых компенсаторов определяется:

$$\Delta Q_{п} = [(\frac{t_{пр.} + t_{об}}{\mathbf{2}} - t_{х.в.о.п}) \cdot \Delta G^{п}_{х.в.о.п} + (t_{г.в.с} - t_{х.в.м.о}) \cdot \Delta G^{п}_{х.в.м.о.}] \cdot \mathbf{10^{-3}}, \text{ (Гкал/год)}$$

где: $t_{пр}$ — усредненная температура теплоносителя в прямом трубопроводе тепловой сети в отопительном периоде, (0С);
$t_{об}$ – усредненная температура теплоносителя в обратном трубопроводе тепловой сети в отопительном периоде, (0С);
$t_{х.в.о.п}$ — усредненная температура холодной воды в отопительном периоде, (0С);
$t_{г.в.с}$ — усредненная температура горячего водоснабжения в межотопительном периоде, (0С);
$t_{х.в.м.о}$ — усредненная температура холодной воды в межотопительном периоде, (0С);

Уменьшение потребления топлива за счет снижения потерь тепла на собственные нужды теплоисточников:

$$\Delta B_{с.н.} = \frac{\Delta Q_{с.н.}}{\mathbf{7000} \cdot \eta} \cdot \mathbf{10^3}, \text{ (тут/год)}$$

$\Delta Q_{сн}$ — экономия тепла за счет снижения потерь тепла на собственные нужды теплоисточников (Гкал/год);

$$\Delta Q_{сн} = [\cdot g_{пр} \cdot (i_{п} - i_{хв})] \cdot K_2 \cdot \mathbf{10^{-3}} \text{ (Гкал/год)}$$

где: $\Delta G^{п}_{х.в.}$ — снижение протечек теплоносителя в трубопроводах тепловых сетей, (м³/год);
$g_{пр}$ — коэффициент непрерывной продувки паровых котлов;
$i_п$ — теплосодержание продувочной воды паровых котлов, (ккал/кг);
$i_{хв} = t_{х.в.}$ — теплосодержание холодной воды, (ккал/кг);
$K_2$ – коэффициент, учитывающий удельный расход пара на выработку подпиточной воды, (т/м³).

Экономическая эффективность в денежном выражении от уменьшения потребления топлива:

$$Э_{год.т.} = (\Delta B \cdot Ц_{т}) \cdot \mathbf{10^{-3}}, \text{ (тыс. руб.)}$$

где: $Ц_{хв}$ — стоимость 1 т условного топлива (руб.)



### 3. Уменьшение потребления электроэнергии:

$$\Delta E = \Delta E_{в} + \Delta E_{т}, \text{ (кВт·ч/год)},$$

где: $\Delta E_в$ – уменьшение потребления электроэнергии на собственные нужды теплоисточников при выработке подпиточной воды;

ΔЕт – уменьшение потребления электроэнергии на собственные нужды теплоисточников при транспортировке подпиточной воды.

Уменьшение потребления электроэнергии на собственные нужды теплоисточников при выработке подпиточной воды:

$$\Delta E_{в} = \Delta G^{п}_{х.в.} \cdot \mathbf{K_2} \cdot \mathbf{K_5}, \text{ (кВт·ч/год)},$$

где: $\Delta G^{п}_{х.в.}$ – уменьшение протечек теплоносителя в трубопроводах тепловых сетей, (м³/год);
$K_2$ – коэффициент, учитывающий удельный расход пара на выработку подпиточной воды (т/м³);
$K_5$ – коэффициент, учитывающий удельный расход электроэнергии на выработку пара в паровых котлах, (кВт·ч/т).

Уменьшение потребления электроэнергии на собственные нужды теплоисточников при транспортировке подпиточной воды:

$$\Delta E_{т} = \Delta G^{п}_{х.в.} \cdot \mathbf{K_4}, \text{ (кВт·ч/год)},$$

где: $\Delta G^{п}_{х.в.}$ – снижение протечек теплоносителя в трубопроводах тепловых сетей, (м³/год);
$K_4$ – коэффициент, учитывающий усредненный удельный расход электроэнергии на перекачку 1м³ воды, (кВт·ч/м³).

Экономическая эффективность в денежном выражении от уменьшения потребления электроэнергии:

$$Э_{год.е.} = (\Delta E \cdot Ц_{е}) \cdot \mathbf{10^{-3}}, \text{ (тыс. руб.)},$$

где: $Ц_е$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии (руб.).

### 4 . Снижение затрат, связанных с техническим обслуживанием и ремонтом компенсаторов:

$$\Delta З_{тор} = \sum(C_i \cdot n_i) \times З_{р} \times \mathbf{12}, \text{ (тыс. руб./год)},$$

где: $C_i$ – норматив численности рабочих на проведение текущего и капитального ремонта 1 ед. сальникового компенсатора *i*-го диаметра, (чел./сут.);
$n_i$ – количество компенсаторов i-го диаметра, (шт.);
$З_р$ – средняя заработная плата рабочего занятого текущим и капитальным ремонтом компенсаторов с учетом начислений, (тыс. руб./мес.).

### 5. Суммарная экономия затрат в денежном выражении от замены сальниковых компенсаторов на сильфонные на действующих тепловых сетях:

$$Э_{год} = Э_{год.в.} + Э_{год.т.} + Э_{год.е.} + \Delta З_{тор}, \text{ (тыс. руб./год)}.$$

### 6. Усредненная суммарная экономия затрат в денежном выражении на 1 компенсатор:

$$Э_{год/комп} = \frac{Э_{год}}{N^{i}_{к}}, \text{ (тыс. руб./год)}.$$

### 7. Снижение капитальных затрат при реконструкции и новом строительстве тепловых сетей, связанных с отсутствием необходимости устройства камер для обслуживания компенсаторов:

$$\Delta З_{к} = \Sigma \frac{\Delta З^{i}_{к} \cdot n^{i}_{к}}{\mathbf{2} \cdot A}, \text{ (тыс. руб./год)},$$

где: $\Delta З^{i}_{к}$ – капитальные затраты на устройство камеры для обслуживания компенсаторов i-го диаметра, (тыс. руб.);

$n^{i}_{к}$ – количество камер для обслуживания компенсаторов i-го диаметра, (шт.);
*А* – срок полезного использования магистральных тепловых сетей;
*2* – количество компенсаторов, расположенных в 1 камере.

## Исходные данные для расчета экономической эффективности применения сильфонных компенсаторов (на 2005 год)

*Таблица А.1*

| № п/п | Наименование | Обозначение | Размерность | Величина |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Водяной объем тепловой сети диаметра:<br>– до 300 мм;<br>– свыше 300 до 600 мм;<br>– свыше 600 до 1200 мм. | $V_{тс}$ | м³ | **54 280**<br>**74 770**<br>**76 640** |
| 2. | Усредненная протечка теплоносителя через уплотнение сальникового компенсатора диаметром*:<br>– до 300 мм;<br>– свыше 300 до 600 мм;<br>– свыше 600 до 1200 мм. | $g_{ут}$ | л/м³·час·шт. | **0,00020**<br>**0,00035**<br>**0,00065** |
| 3. | Количество сильфонных компенсаторов, установленных вместо сальниковых диаметром:<br>– до 300 мм;<br>– свыше 300 до 600 мм;<br>– свыше 600 до 1000 мм. | $N_к$ | шт. | **9 054**<br>**3 088**<br>**1 218** |
| 4. | Продолжительность отопительного периода | $T_{о.п}$ | час/год | **5 280** |
| 6. | Коэффициент непрерывной продувки паровых котлов | $g_{пр}$ | – | **0,05** |
| 7. | Обобщающий коэффициент, учитывающий удельный расход пара на выработку подпиточной воды и дополнительный расход охлаждающей воды перед сбросом продувочной воды в канализационный коллектор | $K_1$ | – | **0,34** |
| 8. | Коэффициент, учитывающий удельный расход пара на выработку подпиточной воды | $K_2$ | – | **0,13** |
| 9. | Коэффициент, определяющий удельные затраты воды на регенерацию фильтров ХВО | $K_3$ | – | **0,012** |
| 10. | Коэффициент полезного действия паровых котлов | $\eta$ | – | **0,9** |
| 11. | Усредненная температура теплоносителя в прямом трубопроводе тепловой сети в отопительном периоде | $t_{пр}$ | °С | **+80** |
| 12. | Усредненная температура теплоносителя в обратном трубопроводе тепловой сети в отопительном периоде | $t_{об}$ | °С | **+44** |
| 13. | Усредненная температура холодной воды в отопительном периоде | $t_{хв.о.п}$ | °С | **+5** |
| 14. | Усредненная температура холодной воды в межотопительном периоде | $t_{хв.о.п}$ | °С | **+15** |
| 15. | Усредненная температура горячего водоснабжения в межотопительном периоде | $t_{гвс.}$ | °С | **+60** |
| 16. | Теплосодержание продувочной воды паровых котлов | $i_п$ | ккал /кг | **90** |
| 17. | Коэффициент, учитывающий усредненный удельный расход электроэнергии на перекачку 1 м³ воды | $K_4$ | кВт·ч/м³ | **1,0** |
| 18. | Коэффициент, учитывающий удельный расход электроэнергии на выработку 1 т пара в паровых котлах | $K_5$ | кВт·ч/т | **3,0** |
| 19. | Норматив численности рабочих на проведение текущего и капитального ремонта 1 ед. сальникового компенсатора диаметром:<br>– до 300 мм;<br>– свыше 300 до 600 мм;<br>– свыше 600 до 1200 мм. | $C_i$ | чел./сут. | **0,025**<br>**0,058**<br>**0,091** |
| 20. | Средняя заработная плата рабочего, занятого текущим и капитальным ремонтом компенсаторов с начислениями | $З_р$ | тыс. руб./мес. | **9,048** |
| 21. | Средние капитальные затраты на устройство камеры, размером 3×3 м, для обслуживания компенсаторов | $\Delta З_к$ | тыс. руб. | **300,0** |
| 22. | Срок полезного использования магистральной тепловой сети (лет) | $A$ | лет | **10** |
| 23. | Стоимость 1 т условного топлива | $Ц_{тут}$ | руб | **1 359,0** |
| 24. | Стоимость 1 м³ холодной воды | $Ц_в$ | руб | **13,48** |
| 25. | Стоимость 1 кВт·ч электроэнергии | $Ц_э$ | руб | **0,92** |

***Примечание:** В связи с тем, что ГУП «ТЭК СПб» осуществляет теплоснабжение по открытой схеме, при которой достаточно трудно определить величину снижения протечек теплоносителя при замене сальниковых компенсаторов на сильфонные, за основу значения $g_{ут}$ были взяты данные ОАО «МТК».



## Результаты расчетов экономической эффективности применения сильфонных компенсаторов на действующих тепловых сетях диаметром до 300 мм (на 2005 год)

*Таблица А.2*

| № п/п | Расчетный параметр | Обозначение | Размерность | Величина |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Снижение протечек теплоносителя в трубопроводах тепловых сетей | $\Delta G_{хв}^{п}$ | м³/год | **690 000** |
| 2. | Снижение потребления холодной воды на собственные нужды теплоисточников | $\Delta G_{хв}^{сн}$ | м³/год | **11 730** |
| 3. | Суммарное уменьшение потребления холодной воды | $\Delta G_{хв}$ | м³/год | **701 730** |
| 4. | Экономическая эффективность в денежном выражении от уменьшения потребления холодной воды | $Э_{год.в.}$ | тыс.руб./год | **9 460** |
| 5. | Уменьшение потребления топлива за счет исключения протечек горячего теплоносителя через уплотнения сальниковых компенсаторов | $\Delta B_п$ | тут/год | **5 927** |
| 6. | Уменьшение потребления топлива за счет снижения потерь тепла на собственные нужды теплоисточников | $\Delta B_{сн}$ | тут/год | **60** |
| 7. | Суммарное уменьшение потребления топлива | $\Delta B$ | тут/год | **5 987** |
| 8 | Экономическая эффективность в денежном выражении от уменьшения потребления топлива | $Э_{год.в.}$ | тыс.руб./год | **8 137** |
| 9. | Уменьшение потребления электроэнергии на собственные нужды теплоисточников при выработке подпиточной воды | $\Delta E_в$ | кВт·ч/год | **269 100** |
| 10. | Уменьшение потребления электроэнергии на собственные нужды теплоисточников при транспортировке подпиточной воды | $\Delta E_т$ | кВт·ч/год | **690 000** |
| 11. | Суммарное уменьшение потребления электроэнергии | $\Delta E$ | кВт·ч/год | **959 100** |
| 12. | Экономическая эффективность в денежном выражении от уменьшения потребления электроэнергии | $Э_{год.в.}$ | тыс.руб./год | **882** |
| 13. | Снижение затрат, связанных с техническим обслуживанием и ремонтом компенсаторов | $\Delta З_{тор}$ | тыс.руб./год | **24 576** |
| 14. | Суммарная экономия затрат в денежном выражении от замены сальниковых компенсаторов на сильфонные на действующих тепловых сетях | $Э_{год}$ | тыс.руб./год | **43 055** |
| 15. | Усредненная суммарная экономия затрат в денежном выражении на 1 компенсатор | $Э_{год/комп}$ | тыс.руб./год | **4,76** |

## Результаты расчетов экономической эффективности применения сильфонных компенсаторов на действующих тепловых сетях диаметром свыше 300 до 600 мм (на 2005 год)

*Таблица А.3*

| № п/п | Расчетный параметр | Обозначение | Размерность | Величина |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Снижение протечек теплоносителя в трубопроводах тепловых сетей | $\Delta G_{хвп}$ | м³/год | **567 300** |
| 2. | Снижение потребления холодной воды на собственные нужды теплоисточников | $\Delta G_{хвсн}$ | м³/год | **9 640** |
| 3. | Суммарное уменьшение потребления холодной воды | $\Delta G_{хв}$ | м³/год | **576 940** |
| 4. | Экономическая эффективность в денежном выражении от уменьшения потребления холодной воды | $Э_{год.в.}$ | тыс.руб./год | **7 780** |
| 5. | Уменьшение потребления топлива за счет исключения протечек горячего теплоносителя через уплотнения сальниковых компенсаторов | $\Delta B_п$ | тут/год | **4 873** |
| 6. | Уменьшение потребления топлива за счет снижения потерь тепла на собственные нужды теплоисточников | $\Delta B_{сн}$ | тут/год | **50** |
| 7. | Суммарное уменьшение потребления топлива | $\Delta B$ | тут/год | **4 923** |
| 8. | Экономическая эффективность в денежном выражении от уменьшения потребления топлива | $Э_{год.в.}$ | тыс.руб./год | **6 690** |
| 9. | Уменьшение потребления электроэнергии на собственные нужды теплоисточников при выработке подпиточной воды | $\Delta E_в$ | кВт·ч/год | **221 247** |
| 10. | Уменьшение потребления электроэнергии на собственные нужды теплоисточников при транспортировке подпиточной воды | $\Delta E_т$ | кВт·ч/год | **567 300** |
| 11. | Суммарное уменьшение потребления электроэнергии | $\Delta E$ | кВт·ч/год | **788 547** |
| 12. | Экономическая эффективность в денежном выражении от уменьшения потребления электроэнергии | $Э_{год.в.}$ | тыс.руб./год | **726** |
| 13. | Снижение затрат, связанных с техническим обслуживанием и ремонтом компенсаторов | $\Delta З_{тор}$ | тыс.руб./год | **19 446** |
| 14. | Суммарная экономия затрат в денежном выражении от замены сальниковых компенсаторов на сильфонные на действующих тепловых сетях | Эгод | тыс.руб./год | **34 642** |
| 15. | Усредненная суммарная экономия затрат в денежном выражении на 1 компенсатор | $Э_{год/комп}$ | тыс.руб./год | **11,23** |

### Результаты расчетов экономической эффективности применения сильфонных компенсаторов на действующих тепловых сетях диаметром свыше 600 до 1200 мм (на 2005 год)

*Таблица А.4*

| № п/п | Расчетный параметр | Обозначение | Размерность | Величина |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Снижение протечек теплоносителя в трубопроводах тепловых сетей | $\Delta G_{хв}^{п}$ | м³/год | **425 950** |
| 2. | Снижение потребления холодной воды на собственные нужды теплоисточников | $\Delta G_{хв}^{сн}$ | м³/год | **7 240** |
| 3. | Суммарное уменьшение потребления холодной воды | $\Delta G_{хв}$ | м³/год | **433 190** |
| 4. | Экономическая эффективность в денежном выражении от уменьшения потребления холодной воды | $Э_{год.\ в.}$ | тыс.руб./год | **5 840** |
| 5. | Уменьшение потребления топлива за счет исключения протечек горячего теплоносителя через уплотнения сальниковых компенсаторов | $\Delta B_{п}$ | тут/год | **3 659** |
| 6. | Уменьшение потребления топлива за счет снижения потерь тепла на собственные нужды теплоисточников | $\Delta B_{сн}$ | тут/год | **37** |
| 7. | Суммарное уменьшение потребления топлива | $\Delta B$ | тут/год | **3 696** |
| 8 | Экономическая эффективность в денежном выражении от уменьшения потребления топлива | $Э_{год.\ в.}$ | тыс.руб./год | **5 023** |
| 9. | Уменьшение потребления электроэнергии на собственные нужды теплоисточников при выработке подпиточной воды | $\Delta E_{в}$ | кВт·ч/год | **166 120** |
| 10. | Уменьшение потребления электроэнергии на собственные нужды теплоисточников при транспортировке подпиточной воды | $\Delta E_{т}$ | кВт·ч/год | **425 950** |
| 11. | Суммарное уменьшение потребления электроэнергии | $\Delta E$ | кВт·ч/год | **592 070** |
| 12. | Экономическая эффективность в денежном выражении от уменьшения потребления электроэнергии | $Э_{год.\ е.}$ | тыс.руб./год | **545** |
| 13. | Снижение затрат, связанных с техническим обслуживанием и ремонтом компенсаторов | $\Delta З_{тор}$ | тыс.руб./год | **12 034** |
| 14. | Суммарная экономия затрат в денежном выражении от замены сальниковых компенсаторов на сильфонные на действующих тепловых сетях | $Э_{год}$ | тыс.руб./год | **23 442** |
| 15. | Усредненная суммарная экономия затрат в денежном выражении на 1 компенсатор | $Э_{год/комп}$ | тыс.руб./год | **19,27** |

### Результаты расчетов экономической эффективности применения сильфонных компенсаторов на реконструируемых и вновь строящихся тепловых сетях (на 2005 год)

*Таблица А.5*

| № п/п | Расчетный параметр | Обозначение | Размерность | Величина |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Снижение капитальных затрат при реконструкции и новом строительстве тепловых сетей, связанных с отсутствием необходимости устройства камер для обслуживания компенсаторов (применительно для 1 камеры размером 3×3 м) | $\Delta З_{к}^{i}$ | тыс.руб./год | **15,0** |

### Удельная годовая экономическая эффективность от замены сальникового компенсатора на сильфонный (данные 2005 года)

*Таблица А.6*

| Диаметр компенсатора | Холодная вода | | Топливо | | Электроэнергия | | Обслуживание и ремонт |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | м³ | тыс.руб. | тут | тыс.руб. | кВт-ч | тыс.руб. | тыс.руб. |
| до 300 мм | 77,5 | 1,05 | 0,7 | 0,90 | 105,9 | 0,10 | 2,71 |
| от 300 до 600 мм | 186,8 | 2,52 | 1,6 | 2,17 | 255,4 | 0,24 | 6,30 |
| от 600 до 1200 мм | 355,7 | 4,80 | 3,0 | 4,12 | 486,1 | 0,45 | 9,90 |



## ПРИЛОЖЕНИЕ «Б»

*(обязательное)*

## МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ПАТРУБКОВ

*Таблица Б.1*

| Марка стали | Нормативный документ | | Предельные параметры применения | |
|---|---|---|---|---|
| ***Листовая сталь*** | | | | |
| Марка стали | на лист | на сталь | температура, °С | давление, МПа (кгс/см²) |
| 20 | ГОСТ 1577 | ГОСТ 1050 | 300 | 1,6 (16) |
| 17ГС<br>17Г1С | ГОСТ 19281<br>ГОСТ 5520 | ГОСТ 19281 | 350 | Не ограничено |
| 09Г2С | ГОСТ 19281 | ГОСТ 19281 | 450 | Не ограничено |
| 08Х18Н10Т<br>12Х18Н9Т<br>12Х18Н10Т | ГОСТ 7350 | ГОСТ 5632 | 600 | Не ограничено |
| ***Бесшовные трубы*** | | | | |
| Марка стали | на трубы | на сталь | температура, °С | давление, МПа (кгс/см²) |
| 20 | ТУ 14-3-190 | ГОСТ 1050 | 425 | 6,4 (64) |
| 20 | ГОСТ 550 группа А | ГОСТ 1050 | 425 | 5,0 (50) |
| 20, 20-ПВ | ТУ 14-3Р-55 | ТУ 14-3Р-55 | 450 | Не ограничено |
| 09Г2С | ТУ 14-3-1128 | ГОСТ 19281 | 425 | 5,0 (50) |
| ***Сварные прямошовные трубы*** | | | | |
| Марка стали | на трубы | на сталь | температура, °С | давление, МПа (кгс/см²) |
| 20 | ГОСТ 20295 | ГОСТ 1050 | 350 | 2,5 (25) |
| | ТУ 1303-002-08620133 | ГОСТ 5520 | 350 | 2,5 (25) |
| 09Г2С | ТУ 1303-002-08620133 | ГОСТ 5520 | 350 | 2,5 (25) |
| 17ГС | ТУ 1303-002-08620133 | ГОСТ 5520 | 350 | 2,5 (25) |
| 17Г1С | ГОСТ 20295 | ГОСТ 19281 | 425 | 2,5 (25) |
| | ТУ 1303-002-08620133 | ГОСТ 5520 | 350 | 2,5 (25) |
| 17Г1С-У | ГОСТ 20295 | ГОСТ 19281 | 425 | 2,5 (25) |
| | ТУ 1303-002-08620133 | ГОСТ 5520 | 350 | 2,5 (25) |

### Основные механические свойства металла труб (минимальные значения), применяемых для тепловых сетей и патрубков СК, СКУ, ССК

*Таблица Б.2*

| Марка стали | Относительное удлинение, % | Ударная вязкость (KCU) кгс.м/см² | | | Угол загиба сварного шва трубы | Проверка заводских сварных швов неразруш. методом | Временное сопротивление $\sigma_{в}$, МПа | Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | -20 | -40 | -60 | | | | |
| Углеродистые<br>10<br>20 | 24<br>21 | 3 | 3* | – | 100° | 100% | 372 | 206<br>245 |
| Низколегированные<br>17ГС, 17Г1С, 17Г1СУ, | 20 | – | 4 | – | 80° | 100% | 500 | 350 |
| 09Г2С | 20 | – | – | 3 | 80° | | 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.

**Минимальные толщины стенок стальных труб**
**из стали марок ВСт3сп5, Ст10, Ст20 для трубопроводов тепловых сетей и паропроводов**

*Таблица Б.3*

| Условный проход, DN, мм | Наружный диаметр, $D_н$, мм | Минимальная толщина стенки, $s$, мм | Расчетные параметры теплоносителя | Примечания |
|---|---|---|---|---|
| 50 | 57 | 3,0 | P ≤ 1,6 МПа<br>t ≤150 °С | При применении других марок сталей, других параметров теплоносителя и способах прокладки тепловых сетей толщину стенки труб следует определять расчетом. |
| 65 | 76 | 3,0 | | |
| 80 | 89 | 3,5 | | |
| 100 | 108 | 4,0 | | |
| 125 | 133 | 4,0 | | |
| 150 | 159 | 4,5 | | |
| 200 | 219 | 6,0 | | |
| 250 | 273 | 6,0 | | |
| 300 | 325 | 7,0 | | |
| 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 | | |

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

*Таблица Б.4*

| Толщина стенки трубы $s$, мм | Предельное минусовое отклонение (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 |

**Предельные отклонения по наружному диаметру труб ($D_н$). Овальность труб**

*Таблица Б.5*

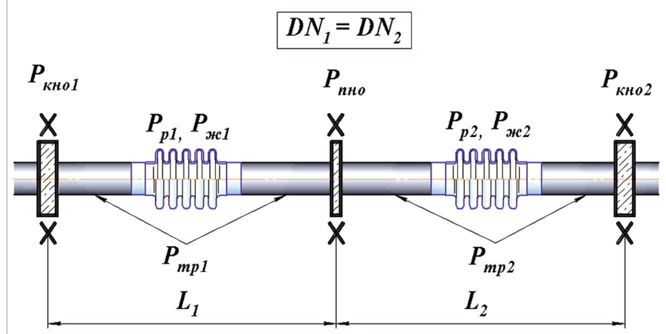
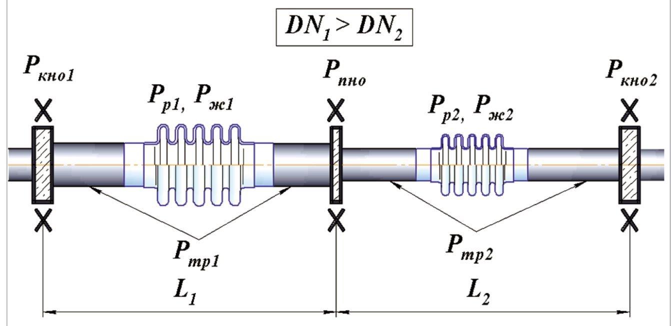
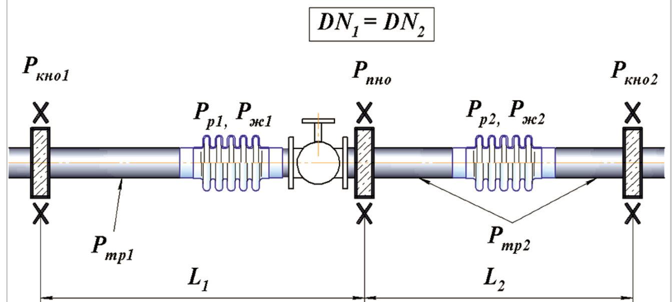
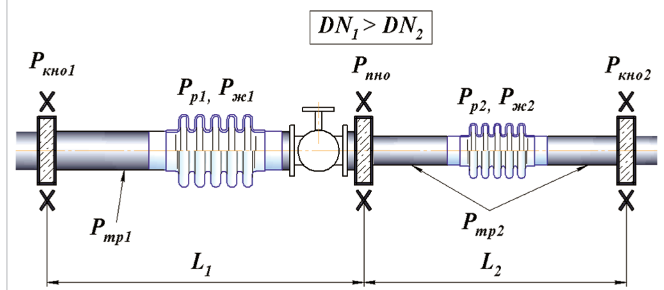
| $D_н$, мм | Предельные отклонения по наружному диаметру торцов труб | Обоснование |
|---|---|---|
| 57 - 159 | 0,8% от Dн | ГОСТ 10704-91 |
| 219 - 426 | 0,75% от Dн | ГОСТ 10704-91 |
| 530 - 880 | 2 мм | ГОСТ 20295-85 |
| 920 | 2 мм | ТУ 14-3-808-78 |
| 1000 | 2 мм | ТУ 14-3-1138-82<br>ТУ 14-3-620-77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

Овальность труб DN 57–426 мм не должна быть более предельных отклонений по наружному диаметру труб. Для труб DN 530 мм и более овальность не должна превышать 1% от DN.

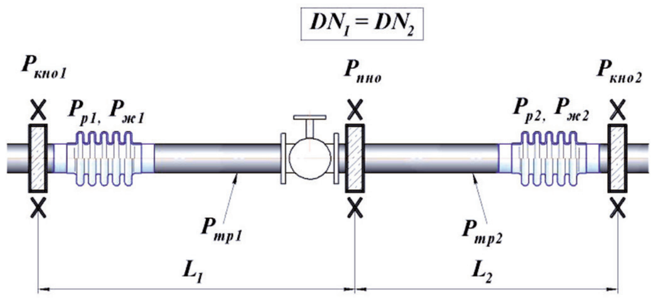
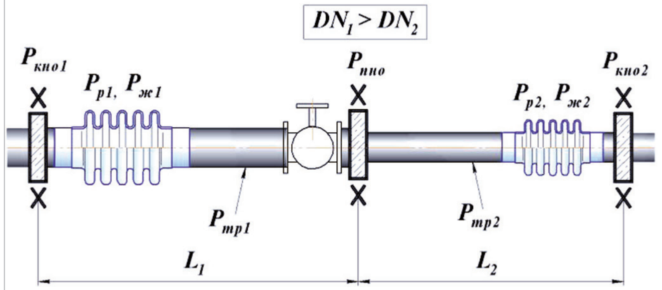
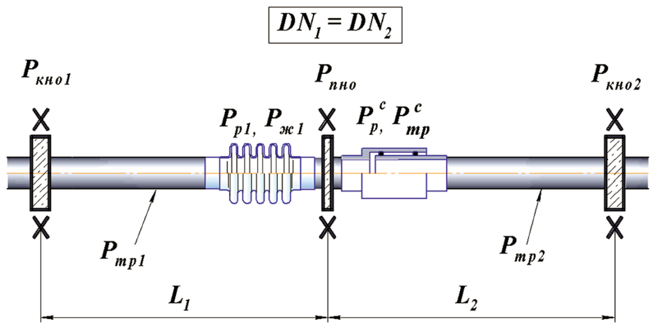
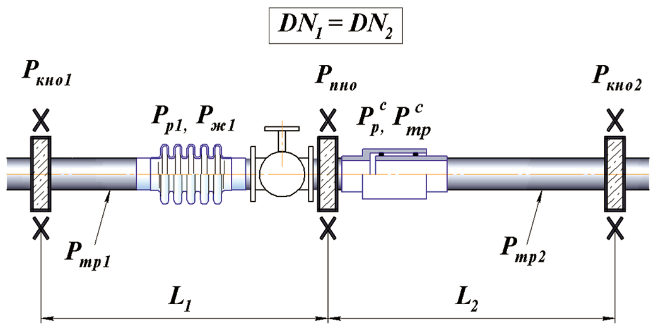
## ПРИЛОЖЕНИЕ «В»

*(рекомендуемое)*

## РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММАРНЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ НОРМАТИВНЫХ НАГРУЗОК НА НЕПОДВИЖНЫЕ ОПОРЫ ТРУБОПРОВОДОВ ($P_{кно}$, $P_{пно}$)

| Схема расчетного участка трубопровода | Расчетные формулы |
|---|---|
| <br> | Трубопровод ограничен двумя концевыми неподвижными опорами (КНО) и состоит из двух участков с установленными посередине каждого из них сильфонными компенсаторами (СК/СКУ/ССК), и разделенными промежуточной неподвижной опорой (ПНО).<br>• **Если** $DN_1 = DN_2$, $L_1 = L_2$:<br>– нагрузки на концевые неподвижные опоры (КНО) — п.п. 5.8.9.1; 5.8.9.2, где для $P_{кно1}$ и $P_{кно2}$: $\sum P_{тр} = P_{тр1}/2$;<br>– нагрузки на промежуточную неподвижную опору (ПНО) — п.п. 5.8.9.3, где $\sum P_{тр} = 0{,}3 \cdot P_{тр1}/2$.<br>• **Если** $DN_1 > DN_2$, $L_1 = L_2$:<br>– нагрузки на КНО — п.п. 5.8.9.1; 5.8.9.2, где для $P_{кно1}$ и $P_{кно2}$: $\sum P_{тр} = (P_{тр1} - 0{,}7 \cdot P_{тр2})/2$;<br>– нагрузки на ПНО — п.п. 5.8.9.4, где $\sum P_{тр} = (P_{тр1} - 0.7 \cdot P_{тр2})/2$. |
| <br> | Трубопровод ограничен двумя КНО, и состоит из двух участков, с установленными компенсаторами (СК/СКУ/ССК), разделенными ПНО. Также, на первом участке трубопровода установлен элемент запорной арматуры (ЭЗА), который в момент запирания снимает нагрузку с одного из участков, в зависимости от направления подачи проводимой среды. Пренебрегаем, в виду её малости, силой трения трубы между компенсатором №1 и ПНО.<br>• **Если** $DN_1 = DN_2$, $L_1 \neq L_2$:<br>– нагрузки на КНО, **если ЭЗА открыт** — п.п.5.8.9.1; 5.8.9.2, где для $P_{кно1}$: $\sum P_{тр} = P_{тр1}$;<br>для $P_{кно2}$: $\sum P_{тр} = P_{тр2}/2$;<br>– нагрузки на ПНО, **если ЭЗА закрыт** и проводимая среда подается **в участок №2**: $P_{пно} = P_{р2} + 1{,}3P_{ж2} + P_{тр2}/2$<br>• **Если** $DN_1 > DN_2$, $L_1 \neq L_2$:<br>– нагрузки на КНО, **если ЭЗА открыт** — п.п.5.8.9.1; 5.8.9.2, где для $P_{кно1}$: $\sum P_{тр} = P_{тр1}$;<br>для $P_{кно2}$: $\sum P_{тр} = P_{тр2}/2$;<br>– нагрузки на ПНО, **если ЭЗА закрыт** и проводимая среда подается **в участок №1**: $P_{пно} = P_{р1} + 1{,}3P_{ж1}$<br>***При выборе расчетной нагрузки на ПНО выбирают самый нагруженный случай.*** |

**Примечание:** на данных схемах не показаны направляющие и скользящие опоры, но сила трения в них учитывается.

| Схема расчетного участка трубопровода | Расчетные формулы |
|---|---|
|  <br>  | Трубопровод ограничен двумя КНО и состоит из двух участков с установленными компенсаторами (СК/СКУ/ССК), разделенными ПНО. Также на первом участке трубопровода установлен ЭЗА, который в момент запирания снимает нагрузку с одного из участков, в зависимости от направления подачи проводимой среды. Пренебрегаем, в виду малости, силами трения трубы между компенсатором №1 и КНО1, компенсатором №2 и КНО2, ЭЗА и ПНО.<br>• **Если** $DN_1 = DN_2$, $L_1 \neq L_2$:<br>– нагрузки на КНО, **если ЭЗА открыт** — п.п. 5.8.9.1; 5.8.9.2, где для $P_{кно1}$ и $P_{кно2}$: $\sum P_{тр} = \mathbf{0}$;<br>– нагрузки на ПНО, **если ЭЗА закрыт** и проводимая среда подается **в участок №2:** $P_{пно} = P_{р2} + 1{,}3P_{ж2} + P_{тр2}$.<br>• **Если** $DN_1 > DN_2$, $L_1 \neq L_2$:<br>– нагрузки на КНО, **если ЭЗА открыт** – п.п. 5.8.9.1; 5.8.9.2, где для $P_{кно1}$ и $P_{кно2}$: $\sum P_{тр} = \mathbf{0}$;<br>– нагрузки на ПНО, **если ЭЗА закрыт** и проводимая среда подается **в участок №1**: $P_{пно} = P_{р1} + P_{ж1} + P_{тр1}$.<br>***При выборе расчетной нагрузки на ПНО выбирают самый нагруженный случай.*** |
|   | Трубопровод ограничен двумя КНО и состоит из двух участков, разделенных одной ПНО, с установленными рядом с ПНО сильфонным компенсатором (СК/СКУ/ ССК) и сальниковым компенсатором с другой стороны ПНО. Пренебрегаем в виду малости силами трения трубы между компенсатором №1 и ПНО, компенсатором №2 и ПНО.<br>• **Если** $DN_1 = DN_2$:<br>– нагрузки на КНО:<br>для $P_{кно1}$: п.п. 5.8.9.1; 5.8.9.2, где $\sum P_{тр} = P_{тр1}$;<br>для $P_{кно2}$: $P_{кно} = P^c_р + P^c_{тр} + P_{тр2}$,<br>где $P^c_р$ – распорное усилие сальникового компенсатора,<br>$P^c_{тр}$ – трение в сальниковом компенсаторе;<br>– нагрузки на ПНО: п.п. 5.8.9.4, где $\sum P_р = P_{р1} - P^c_р$,<br>$\sum P_ж = \mathbf{1.3} \cdot P_{ж1}$, $\sum P_{тр} = \mathbf{0}$ |
|   | Трубопровод ограничен двумя КНО, и состоит из двух участков с установленными компенсаторами (СК/СКУ/ССК) и сальниковым компенсатором, разделенными одной ПНО. Также на первом участке трубопровода установлен ЭЗА, который в момент запирания снимает нагрузку с одного из участков в зависимости от направления подачи проводимой среды. Пренебрегаем в виду малости силами трения трубы между компенсатором №1 и ЭЗА, компенсатором №2и ПНО, ЭЗА и ПНО.<br>• **Если** $DN_1 = DN_2$, $L_1 \neq L_2$:<br>– нагрузки на КНО, **если ЭЗА открыт** — п.п. 5.8.9.1; 5.8.9.2, для $P_{кно1}$: п.п. 5.8.9.1; 5.8.9.2, где $\sum P_{тр} = P_{тр1}$.<br>Вычисляем $P_{кно2} = P^c_р + P^c_{тр} + P_{тр2}$.<br>– нагрузки на ПНО, **если ЭЗА закрыт** и проводимая среда подается **в участок №2**: $P_{пно} = P^c_р + P^c_{тр}$,<br>– нагрузки на ПНО, **если ЭЗА закрыт** и проводимая среда подается **в участок №1**: $P_{пно} = P_{р1} + P_{ж1}$. |

**Примечание:** на данных схемах не показаны направляющие и скользящие опоры, но сила трения в них учитывается.



## ПРИЛОЖЕНИЕ «Г»

*(справочное)*

## ТАБЛИЦА ЗАМЕНЯЕМОСТИ СК И СКУ ВЗАМЕН СНЯТЫХ С ПРОИЗВОДСТВА

В связи с совершенствованием конструкций СКУ, некоторые конструкции сильфонных компенсаторов (СК) по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ, а также СКУ по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ (в редакциях 1998, 2004, 2008 и 2012 гг.) и ИЯНШ.300260.043ТУ (в редакциях 2006 и 2008 г.г.) сняты с производства. Вместо них необходимо применять СКУ, изготавливаемые по настоящим техническим условиям, с соответствующим количеством сильфонов, техническими характеристиками и материальным исполнением в соответствии с таблицей Г.1.

***Таблица Г.1***

| Типы СК по ИЯНШ.300260.029ТУ, а также СКУ по ИЯНШ.300260.033ТУ (в редакциях 1998, 2004, 2008 и 2012 гг.) и ИЯНШ.300260.043ТУ (в редакциях 2006 и 2008 г.г.), снятые с производства | Аналог СКУ по настоящим техническим условиям |
|---|---|
| ОПКР<br>СКУ.М<br>СКУ.М.С<br>СКУ.М.I.У<br>СКУ.М.I.С.У<br>СКУ.М.I.П<br>СКУ.М.I.С.П | СКУ.М<br>Допускается СКУ.ППМ |
| ОПМР | СКУ.МП |
| СКУ.МП<br>СКУ.МП.С | СКУ.М, СКУ.МП |
| СКУ.АПБ.I<br>СКУ.АПБ.IС<br>СКУ.АПБ.II.У<br>СКУ.АПБП.I<br>СКУ.АПБП.IС | СКУ.ППМ |
| СКУ.ППМ<br>СКУ.ППМ.С | СКУ.ППМ |
| СКУ.ППУ.С<br>СКУ.ППУ.I.У<br>СКУ.ППУ.I.С.У<br>СКУ.ППУ.I.П<br>СКУ.ППУ.I.С.П<br>СКУ.ППУ.Iа.У<br>СКУ.ППУ.Iа.С.У<br>СКУ.ППУ.Iа.П<br>СКУ.ППУ.Iа.С.П | СКУ.ППУ |
| СКУ.ППУ/ОЦ<br>СКУ.ППУ/ОЦ.С | СКУ.ППУ/ОЦ |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I<br>СКУ.ППУ/ПЭ.I.С | СКУ.ППУ/ПЭ.I<br>Допускается СКУ.ППУ/ПЭ.II* и СКУ.ТГИ.II* |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II<br>СКУ.ППУ/ПЭ.II.С | СКУ.ППУ/ПЭ.II<br>Допускается СКУ.ТГИ.II |
| СКУ.ТГИ<br>СКУ.ТГИ.С<br>СКУ.ТГИ.I<br>СКУ.ТГИ.IС | СКУ.ППУ/ПЭ.II<br>Допускается СКУ.ТГИ.II |

**Примечание**: *только при бесканальной прокладке трубопровода.

**ПРИЛОЖЕНИЕ «Д»**

*(справочное)*

## ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ ПО ТЕХНИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ ИЯНШ.300260.029ТУ И СТАРТОВЫХ СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ ПО ТЕХНИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ ИЯНШ.300260.035ТУ

## Схема условных обозначений СК по ИЯНШ.300260.029ТУ

**X XXXX — XX — XXXX — XXX — X. X**

Количество сильфонов в СК:
*– не указывается для односильфонных СК*
*– указывается «2» для двухсильфонных СК*

Тип СК:
*ОПН (ОПНР), ОПМ,*
*ОПГ, ОПКР,*
*ОПФН, ОПМР,*
*ОПК, КСО (КСОР)*

Номинальное давление, PN, $\frac{кгс}{см^2}$

Номинальный диаметр, DN, мм

Полный рабочий ход, $2\lambda_{-1}$, мм

Материальное исполнение сильфонов (табл. 2)

Материальное исполнение присоединительных патрубков (табл. 3)

## Схема условных обозначений ССК по ИЯНШ.300260.035ТУ

**ССК — XX — XXXX — XXX**

Стартовый сильфонный компенсатор

Номинальное давление, PN, $\frac{кгс}{см^2}$

Номинальный диаметр, DN, мм

Полный рабочий ход, (сжатие) $2\lambda_{-1}$, мм



### Приложение «Д.1». Сильфонные компенсаторы типа ОПН (ОПНР)

Сильфонные компенсаторы осевые типа ОПН (ОПНР) по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ применяются для изготовления сильфонных компенсационных устройств, узлов компенсационных, блокированных сильфонных компенсаторов, изготавливаемых различными предприятиями.

Сильфонные компенсаторы типа ОПН (ОПНР) также могут устанавливаться непосредственно в трубопроводы, проводящие воду с температурой до 150 °C и скоростью до 8 м/с, а также пар с температурой до 300 °C и скоростью до 40 м/с.

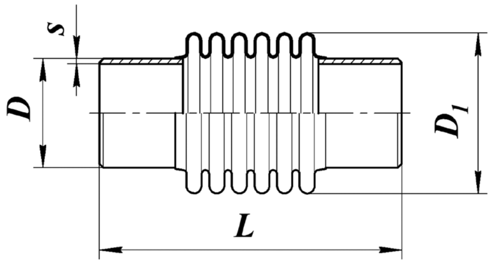



*Таблица Д.1*

| Условное обозначение | PN, МПа (кгс/см²) | DN, мм | Ход $2\lambda_{-1}$, мм | Размеры, мм | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | s | $D_1$ | L | |
| ОПН-16-50-70-*.* | 1,6 (16) | 50 | 70 | 57 | 4,0 | 105 | 349 | 3 |
| ОПН-16-65-70-*.* | | 65 | 70 | 76 | 4,0 | 105 | 349 | 3 |
| ОПН-16-80-70-*.* | | 80 | 70 | 89 | 4,0 | 120 | 359 | 3 |
| ОПН-16-100-80-*.* | | 100 | 80 | 108 | 4,0 | 143 | 370 | 4 |
| ОПН-16-125-90-*.* | | 125 | 90 | 133 | 5,0 | 171 | 381 | 5 |
| ОПН-16-150-100-*.* | | 150 | 100 | 159 | 6,0 | 203 | 387 | 6 |
| ОПН-16-200-140-*.* | | 200 | 140 | 219 | 8,0 | 259 | 433 | 13 |
| ОПН-16-250-160-*.* | | 250 | 160 | 273 | 7,0 | 319 | 612 | 27 |
| ОПН-16-300-180-*.* | | 300 | 180 | 325 | 8,0 | 373 | 631 | 32 |
| ОПН-16-350-180-*.* | | 350 | 180 | 377 | 9,0 | 431 | 640 | 41 |
| ОПН-16-400-190-*.* | | 400 | 190 | 426 | 9,0 | 485 | 668 | 58 |
| ОПН-16-500-200-*.* | | 500 | 200 | 530 | 8,0 | 600 | 682 | 85 |
| ОПН-16-600-200-*.* | | 600 | 200 | 630 | 8,0 | 706 | 695 | 112 |
| ОПН-16-700-210-*.* | | 700 | 210 | 720 | 8,0 | 797 | 698 | 140 |
| ОПН-16-800-210-*.* | | 800 | 210 | 820 | 9,0 | 911 | 726 | 158 |
| ОПН-16-900-210-*.* | | 900 | 210 | 920 | 10,0 | 1015 | 704 | 194 |
| ОПН-16-1000-220-*.* | | 1000 | 220 | 1020 | 12,0 | 1117 | 726 | 229 |
| ОПН-16-1200-220-*.* | | 1200 | 220 | 1220 | 12,0 | 1319 | 726 | 323 |
| ОПН-16-1400-220-*.* | | 1400 | 220 | 1420 | 12,0 | 1522 | 732 | 408 |
| ОПН-25-50-70-*.* | 2,5 (25) | 50 | 70 | 57 | 4,0 | 105 | 349 | 3 |
| ОПН-25-65-70-*.* | | 65 | 70 | 76 | 4,0 | 105 | 349 | 3 |
| ОПН-25-80-70-*.* | | 80 | 70 | 89 | 4,0 | 120 | 359 | 3 |
| ОПН-25-100-80-*.* | | 100 | 80 | 108 | 4,0 | 143 | 370 | 4 |
| ОПН-25-125-90-*.* | | 125 | 90 | 133 | 5,0 | 172 | 382 | 6 |
| ОПН-25-150-100-*.* | | 150 | 100 | 159 | 6,0 | 204 | 396 | 7 |
| ОПН-25-200-140-*.* | | 200 | 140 | 219 | 8,0 | 261 | 442 | 16 |
| ОПН-25-250-160-*.* | | 250 | 160 | 273 | 7,0 | 319 | 621 | 27 |
| ОПН-25-300-180-*.* | | 300 | 180 | 325 | 8,0 | 374 | 632 | 38 |
| ОПН-25-350-180-*.* | | 350 | 180 | 377 | 9,0 | 431 | 658 | 54 |
| ОПН-25-400-190-*.* | | 400 | 190 | 426 | 9,0 | 485 | 678 | 65 |
| ОПН-25-500-200-*.* | | 500 | 200 | 530 | 8,0 | 600 | 692 | 96 |
| ОПН-25-600-200-*.* | | 600 | 200 | 630 | 8,0 | 706 | 713 | 125 |
| ОПН-25-700-210-*.* | | 700 | 210 | 720 | 8,0 | 797 | 714 | 153 |
| ОПН-25-800-210-*.* | | 800 | 210 | 820 | 9,0 | 911 | 743 | 184 |
| ОПН-25-900-210-*.* | | 900 | 210 | 920 | 10,0 | 1015 | 719 | 230 |
| ОПН-25-1000-220-*.* | | 1000 | 220 | 1020 | 12,0 | 1117 | 742 | 276 |
| ОПН-25-1200-220-*.* | | 1200 | 220 | 1220 | 12,0 | 1319 | 770 | 378 |
| ОПН-25-1400-220-*.* | | 1400 | 220 | 1420 | 12,0 | 1522 | 750 | 475 |

**Примечание:** в таблице Д.1 приведены максимальные значения массы и наружного диаметра сильфона D1.

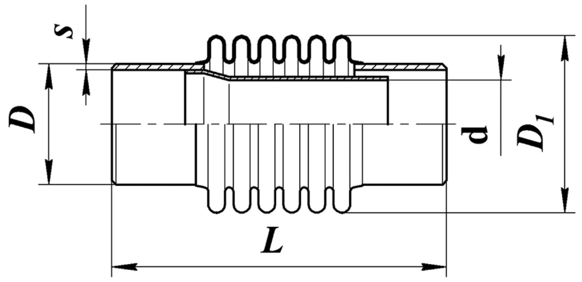
*Продолжение таблицы Д.1*

| Условное обозначение | PN, МПа (кгс/см$^2$) | DN, мм | Ход $2\lambda_{-1}$, мм | Размеры, мм | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | s | $D_1$ | L | |
| ОПНР-16-50-80-*.* | 1,6 (16) | 50 | 80 | 57 | 4,0 | 105 | 382 | 3 |
| ОПНР-16-65-80-*.* | | 65 | 80 | 76 | 4,0 | 105 | 382 | 3 |
| ОПНР-16-80-90-*.* | | 80 | 90 | 89 | 4,0 | 120 | 396 | 3 |
| ОПНР-16-100-120-*.* | | 100 | 120 | 108 | 4,0 | 144 | 410 | 5 |
| ОПНР-16-125-130-*.* | | 125 | 130 | 133 | 5,0 | 172 | 410 | 6 |
| ОПНР-16-150-150-*.* | | 150 | 150 | 159 | 6,0 | 204 | 413 | 7 |
| ОПНР-16-200-160-*.* | | 200 | 160 | 219 | 8,0 | 260 | 464 | 14 |
| ОПНР-16-250-180-*.* | | 250 | 180 | 273 | 7,0 | 319 | 645 | 27 |
| ОПНР-16-300-190-*.* | | 300 | 190 | 325 | 8,0 | 373 | 655 | 33 |
| ОПНР-16-350-190-*.* | | 350 | 190 | 377 | 9,0 | 431 | 664 | 42 |
| ОПНР-16-400-200-*.* | | 400 | 200 | 426 | 9,0 | 485 | 696 | 54 |
| ОПНР-16-500-210-*.* | | 500 | 210 | 530 | 8,0 | 600 | 682 | 86 |
| ОПНР-16-600-220-*.* | | 600 | 220 | 630 | 8,0 | 706 | 695 | 112 |
| ОПНР-16-700-220-*.* | | 700 | 220 | 720 | 8,0 | 797 | 698 | 141 |
| ОПНР-16-800-240-*.* | | 800 | 240 | 820 | 9,0 | 911 | 726 | 158 |
| ОПНР-16-900-260-*.* | | 900 | 260 | 920 | 10,0 | 1015 | 704 | 194 |
| ОПНР-16-1000-260-*.* | | 1000 | 260 | 1020 | 12,0 | 1117 | 726 | 229 |
| ОПНР-16-1200-260-*.* | | 1200 | 260 | 1220 | 12,0 | 1319 | 726 | 323 |
| ОПНР-16-1400-260-*.* | | 1400 | 260 | 1420 | 12,0 | 1522 | 732 | 408 |
| ОПНР-25-50-80-*.* | 2,5 (25) | 50 | 80 | 57 | 4,0 | 105 | 382 | 3 |
| ОПНР-25-65-80-*.* | | 65 | 80 | 76 | 4,0 | 105 | 382 | 3 |
| ОПНР-25-80-90-*.* | | 80 | 90 | 89 | 4,0 | 120 | 396 | 3 |
| ОПНР-25-100-120-*.* | | 100 | 120 | 108 | 4,0 | 144 | 410 | 5 |
| ОПНР-25-125-130-*.* | | 125 | 130 | 133 | 5,0 | 172 | 410 | 6 |
| ОПНР-25-150-150-*.* | | 150 | 150 | 159 | 6,0 | 204 | 413 | 7 |
| ОПНР-25-200-160-*.* | | 200 | 160 | 219 | 8,0 | 260 | 464 | 14 |
| ОПНР-25-250-180-*.* | | 250 | 180 | 273 | 7,0 | 319 | 645 | 27 |
| ОПНР-25-300-190-*.* | | 300 | 190 | 325 | 8,0 | 374 | 658 | 39 |
| ОПНР-25-350-190-*.* | | 350 | 190 | 377 | 9,0 | 431 | 684 | 57 |
| ОПНР-25-400-200-*.* | | 400 | 200 | 426 | 9,0 | 485 | 706 | 69 |
| ОПНР-25-500-210-*.* | | 500 | 210 | 530 | 8,0 | 600 | 692 | 96 |
| ОПНР-25-600-220-*.* | | 600 | 220 | 630 | 8,0 | 706 | 713 | 125 |
| ОПНР-25-700-220-*.* | | 700 | 220 | 720 | 8,0 | 797 | 714 | 153 |
| ОПНР-25-800-240-*.* | | 800 | 240 | 820 | 9,0 | 911 | 743 | 184 |
| ОПНР-25-900-260-*.* | | 900 | 260 | 920 | 10,0 | 1015 | 719 | 230 |
| ОПНР-25-1000-260-*.* | | 1000 | 260 | 1020 | 12,0 | 1117 | 742 | 276 |
| ОПНР-25-1200-260-*.* | | 1200 | 260 | 1220 | 12,0 | 1319 | 770 | 378 |
| ОПНР-25-1400-260-*.* | | 1400 | 260 | 1420 | 12,0 | 1522 | 750 | 475 |



## Приложение «Д.2». Сильфонные компенсаторы типа ОПГ

Сильфонные компенсаторы осевые типа ОПГ по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ предназначены для изготовления различных сильфонных компенсационных устройств для тепловых сетей, конструкция которых предусматривает установку внутренних направляющих патрубков. Данные компенсаторы также могут устанавливаться непосредственно в трубопроводы, проводящие пар с температурой до 300 °С и скоростью свыше 40 м/с, а также воду с температурой до 150 °С при скоростях свыше 8 м/с только при закрытой системе водозабора и качественной водоподготовке.



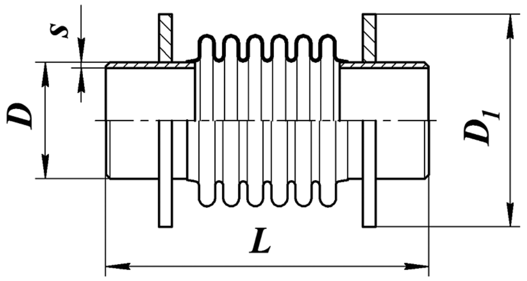

Сильфонные компенсаторы типа ОПГ — это компенсаторы типа ОПНР с приваренным к одному из присоединительных патрубков внутренним направляющим патрубком.

***Таблица Д.2***

| Условное обозначение | PN, МПа (кгс/см$^2$) | DN, мм | Ход $2\lambda_{-1}$, мм | Размеры, мм | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | s | $D_1$ | L | |
| ОПГ-16-65-80-*.* | 1,6 (16) | 65 | 80 | 76 | 4,0 | 105 | 382 | 5 |
| ОПГ-16-80-90-*.* | | 80 | 90 | 89 | 4,0 | 120 | 396 | 6 |
| ОПГ-16-100-120-*.* | | 100 | 120 | 108 | 4,0 | 144 | 430 | 6 |
| ОПГ-16-125-130-*.* | | 125 | 130 | 133 | 5,0 | 172 | 440 | 6 |
| ОПГ-16-150-150-*.* | | 150 | 150 | 159 | 6,0 | 204 | 463 | 8 |
| ОПГ-16-200-160-*.* | | 200 | 160 | 219 | 8,0 | 260 | 524 | 16 |
| ОПГ-16-250-180-*.* | | 250 | 180 | 273 | 7,0 | 319 | 645 | 33 |
| ОПГ-16-300-190-*.* | | 300 | 190 | 325 | 8,0 | 374 | 658 | 41 |
| ОПГ-16-350-190-*.* | | 350 | 190 | 377 | 9,0 | 431 | 664 | 49 |
| ОПГ-16-400-200-*.* | | 400 | 200 | 426 | 9,0 | 485 | 696 | 71 |
| ОПГ-16-500-210-*.* | | 500 | 210 | 530 | 8,0 | 600 | 682 | 102 |
| ОПГ-16-600-220-*.* | | 600 | 220 | 630 | 8,0 | 706 | 695 | 140 |
| ОПГ-16-700-220-*.* | | 700 | 220 | 720 | 8,0 | 797 | 698 | 174 |
| ОПГ-16-800-240-*.* | | 800 | 240 | 820 | 9,0 | 911 | 726 | 198 |
| ОПГ-16-900-260-*.* | | 900 | 260 | 920 | 10,0 | 1015 | 704 | 237 |
| ОПГ-16-1000-260-*.* | | 1000 | 260 | 1020 | 12,0 | 1117 | 726 | 279 |
| ОПГ-16-1200-260-*.* | | 1200 | 260 | 1220 | 12,0 | 1319 | 726 | 386 |
| ОПГ-16-1400-260-*.* | | 1400 | 260 | 1420 | 12,0 | 1522 | 732 | 424 |
| ОПГ-25-65-80-*.* | 2,5 (25) | 65 | 80 | 76 | 4,0 | 105 | 382 | 5 |
| ОПГ-25-80-90-*.* | | 80 | 90 | 89 | 4,0 | 120 | 396 | 6 |
| ОПГ-25-100-120-*.* | | 100 | 120 | 108 | 4,0 | 144 | 430 | 6 |
| ОПГ-25-125-130-*.* | | 125 | 130 | 133 | 5,0 | 172 | 440 | 10 |
| ОПГ-25-150-150-*.* | | 150 | 150 | 159 | 6,0 | 204 | 463 | 12 |
| ОПГ-25-200-160-*.* | | 200 | 160 | 219 | 8,0 | 260 | 524 | 20 |
| ОПГ-25-250-180-*.* | | 250 | 180 | 273 | 7,0 | 319 | 645 | 35 |
| ОПГ-25-300-190-*.* | | 300 | 190 | 325 | 8,0 | 374 | 658 | 50 |
| ОПГ-25-350-190-*.* | | 350 | 190 | 377 | 9,0 | 431 | 658 | 73 |
| ОПГ-25-400-200-*.* | | 400 | 200 | 426 | 9,0 | 485 | 706 | 94 |
| ОПГ-25-500-210-*.* | | 500 | 210 | 530 | 8,0 | 600 | 692 | 114 |
| ОПГ-25-600-220-*.* | | 600 | 220 | 630 | 8,0 | 706 | 713 | 156 |
| ОПГ-25-700-220-*.* | | 700 | 220 | 720 | 8,0 | 797 | 714 | 187 |
| ОПГ-25-800-240-*.* | | 800 | 240 | 820 | 9,0 | 911 | 743 | 240 |
| ОПГ-25-900-260-*.* | | 900 | 260 | 920 | 10,0 | 1015 | 719 | 277 |
| ОПГ-25-1000-260-*.* | | 1000 | 260 | 1020 | 12,0 | 1119 | 742 | 329 |
| ОПГ-25-1200-260-*.* | | 1200 | 260 | 1220 | 12,0 | 1321 | 770 | 446 |
| ОПГ-25-1400-260-*.* | | 1400 | 260 | 1420 | 12,0 | 1522 | 750 | 548 |

## Приложение «Д.3». Сильфонные компенсаторы типа ОПФН

Сильфонные компенсаторы осевые типа ОПФН по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ — это компенсатор типа ОПН с приваренными к присоединительным патрубкам опорными фланцами. Сильфонные компенсаторы типа ОПФН предназначены для изготовления сильфонных компенсационных устройств по альбому «Узлы компенсационные» СКФ-3.1-483-1993-00-000 ОАО «Трест «Ленгазтеплострой». Сильфонные компенсаторы типа ОПФН разработаны взамен и являются полным аналогом компенсаторов сильфонных типа К100.4 по техническим условиям ТУ 5.551-19729-88.




Сильфонные компенсаторы типа ОПФН также могут устанавливаться непосредственно в трубопроводы, проводящие воду с температурой до 150 °С и скоростью до 8 м/с, а также пар с температурой до 300 °С и скоростью до 40 м/с.

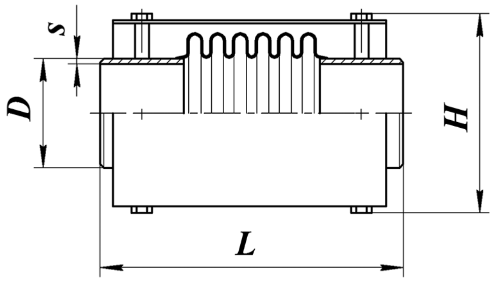
*Таблица Д.3*

| Условное обозначение | PN, МПа (кгс/см$^2$) | DN, мм | Ход 2λ$_{-1}$, мм | Размеры, мм | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | s | D$_1$ | L | |
| ОПФН-25-50-70-*.* | 1,6 (16) | 50 | 70 | 57 | 4,0 | 255 | 349 | 10 |
| ОПФН-25-65-70-*.* | | 65 | 70 | 76 | 4,0 | 255 | 349 | 10 |
| ОПФН-25-80-70-*.* | | 80 | 70 | 89 | 4,0 | 305 | 359 | 13 |
| ОПФН-25-100-80-*.* | | 100 | 80 | 108 | 4,0 | 305 | 370 | 14 |
| ОПФН-16-125-90-*.* | | 125 | 90 | 133 | 4,0 | 408 | 381 | 22 |
| ОПФН-16-150-100-*.* | | 150 | 100 | 159 | 4,5 | 408 | 387 | 23 |
| ОПФН-16-200-140-*.* | | 200 | 140 | 219 | 6,0 | 504 | 433 | 35 |
| ОПФН-16-250-160-*.* | | 250 | 160 | 273 | 7,0 | 504 | 612 | 47 |
| ОПФН-16-300-180-*.* | | 300 | 180 | 325 | 7,0 | 606 | 631 | 61 |
| ОПФН-16-350-180-*.* | | 350 | 180 | 377 | 7,0 | 602 | 640 | 62 |
| ОПФН-16-400-190-*.* | | 400 | 190 | 426 | 7,0 | 694 | 668 | 98 |
| ОПФН-16-500-200-*.* | | 500 | 200 | 530 | 8,0 | 792 | 682 | 132 |
| ОПФН-16-600-200-*.* | | 600 | 200 | 630 | 8,0 | 890 | 695 | 165 |
| ОПФН-16-700-210-*.* | | 700 | 210 | 720 | 8,0 | 990 | 698 | 202 |
| ОПФН-16-800-210-*.* | | 800 | 210 | 820 | 8,0 | 990 | 726 | 201 |
| ОПФН-16-900-210-*.* | | 900 | 210 | 920 | 10,0 | 1188 | 704 | 284 |
| ОПФН-16-1000-220-*.* | | 1000 | 220 | 1020 | 10,0 | 1270 | 726 | 320 |
| ОПФН-16-1200-220-*.* | | 1200 | 220 | 1220 | 14 | 1470 | 726 | 430 |
| ОПФН-25-50-70-*.* | 2,5 (25) | 50 | 70 | 57 | 4,0 | 255 | 349 | 10 |
| ОПФН-25-65-70-*.* | | 65 | 70 | 76 | 4,0 | 255 | 349 | 10 |
| ОПФН-25-80-70-*.* | | 80 | 70 | 89 | 4,0 | 305 | 359 | 13 |
| ОПФН-25-100-80-*.* | | 100 | 80 | 108 | 4,0 | 305 | 370 | 14 |
| ОПФН-25-125-90-*.* | | 125 | 90 | 133 | 4,0 | 408 | 382 | 23 |
| ОПФН-25-150-100-*.* | | 150 | 100 | 159 | 4,5 | 408 | 396 | 23 |
| ОПФН-25-200-140-*.* | | 200 | 140 | 219 | 6,0 | 504 | 442 | 36 |
| ОПФН-25-250-160-*.* | | 250 | 160 | 273 | 7,0 | 504 | 621 | 47 |
| ОПФН-25-300-180-*.* | | 300 | 180 | 325 | 7,0 | 606 | 632 | 64 |
| ОПФН-25-350-180-*.* | | 350 | 180 | 377 | 7,0 | 602 | 656 | 68 |
| ОПФН-25-400-190-*.* | | 400 | 190 | 426 | 7,0 | 694 | 678 | 105 |
| ОПФН-25-500-200-*.* | | 500 | 200 | 530 | 8,0 | 792 | 692 | 142 |
| ОПФН-25-600-200-*.* | | 600 | 200 | 630 | 8,0 | 890 | 713 | 178 |
| ОПФН-25-700-210-*.* | | 700 | 210 | 720 | 8,0 | 990 | 714 | 214 |
| ОПФН-25-800-210-*.* | | 800 | 210 | 820 | 8,0 | 990 | 743 | 227 |
| ОПФН-25-900-210-*.* | | 900 | 210 | 920 | 10,0 | 1188 | 719 | 320 |
| ОПФН-25-1000-220-*.* | | 1000 | 220 | 1020 | 10,0 | 1270 | 742 | 367 |
| ОПФН-25-1200-220-*.* | | 1200 | 220 | 1220 | 14,0 | 1470 | 742 | 485 |



## Приложение «Д.4». Сильфонные компенсаторы типа ОПК

Сильфонные компенсаторы осевые типа ОПК по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ предназначены для установки в трубопроводы тепловых сетей и ГВС, а также паропроводы при наземной прокладке, внутри помещений, а также при подземной прокладке в тоннелях, проходных и непроходных каналах и тепловых камерах, тепловая изоляция которых наносится после монтажа различными теплоизоляционными материалами: матами из минеральной и базальтовой ваты, скорлупами ППУ с невоспламеняемым гидрозащитным покрытием, теплоизоляцией K-Flex и пр.

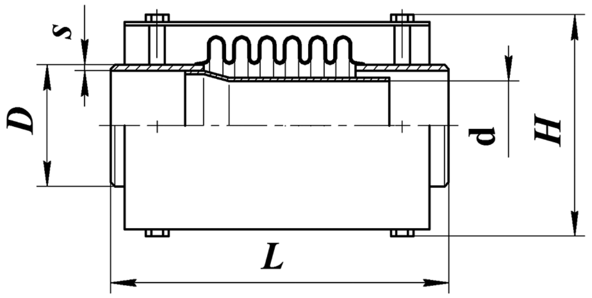



Компенсатор сильфонный типа ОПК — это компенсатор типа ОПНР со стационарным защитным кожухом, установленным на одном из патрубков компенсатора с помощью бобышек.

*Таблица Д.4*

| Условное обозначение | PN, МПа (кгс/см$^2$) | DN, мм | Ход 2λ$_{-1}$, мм | Размеры, мм | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | s | D$_1$ | L | |
| ОПК-16-50-80-*.* | 1,6 (16) | 50 | 80 | 57 | 4,0 | 175 | 382 | 6 |
| ОПК-16-65-80-*.* | | 65 | 80 | 76 | 4.0 | 188 | 382 | 6 |
| ОПК-16-80-90-*.* | | 80 | 90 | 89 | 4.0 | 201 | 396 | 6 |
| ОПК-16-100-120-*.* | | 100 | 120 | 108 | 4.0 | 220 | 430 | 9 |
| ОПК-16-125 м$^3$0-*.* | | 125 | 130 | 133 | 5,0 | 269 | 440 | 11 |
| ОПК-16-150-150-*.* | | 150 | 150 | 159 | 6,0 | 303 | 463 | 12 |
| ОПК-16-200-160-*.* | | 200 | 160 | 219 | 8,0 | 371 | 524 | 21 |
| ОПК-16-250-180-*.* | | 250 | 180 | 273 | 7,0 | 429 | 645 | 37 |
| ОПК-16-300-190-*.* | | 300 | 190 | 325 | 8,0 | 485 | 655 | 52 |
| ОПК-16-350-190-*.* | | 350 | 190 | 377 | 9,0 | 528 | 664 | 50 |
| ОПК-16-400-200-*.* | | 400 | 200 | 426 | 9.0 | 590 | 696 | 72 |
| ОПК-16-500-210-*.* | | 500 | 210 | 530 | 8,0 | 702 | 682 | 102 |
| ОПК-16-600-220-*.* | | 600 | 220 | 630 | 8.0 | 810 | 695 | 131 |
| ОПК-16-700-220-*.* | | 700 | 220 | 720 | 8.0 | 900 | 698 | 163 |
| ОПК-16-800-240-*.* | | 800 | 240 | 820 | 9,0 | 1020 | 726 | 184 |
| ОПК-16-900-260-*.* | | 900 | 260 | 920 | 10,0 | 1124 | 704 | 222 |
| ОПК-16-1000-260-*.* | | 1000 | 260 | 1020 | 12,0 | 1228 | 726 | 274 |
| ОПК-16-1200-260-*.* | | 1200 | 260 | 1220 | 12.0 | 1428 | 726 | 375 |
| ОПК-16-1400-260-*.* | | 1400 | 260 | 1420 | 12.0 | 1636 | 732 | 469 |
| ОПК-25-50-80-*.* | 2,5 (25) | 50 | 80 | 57 | 4,0 | 175 | 382 | 6 |
| ОПК-25-65-80-*.* | | 65 | 80 | 76 | 4.0 | 188 | 382 | 6 |
| ОПК-25-80-90-*.* | | 80 | 90 | 89 | 4.0 | 201 | 396 | 6 |
| ОПК-25-100-120-*.* | | 100 | 120 | 108 | 4.0 | 220 | 430 | 9 |
| ОПК-25-125-130-*.* | | 125 | 130 | 133 | 5,0 | 269 | 440 | 11 |
| ОПК-25-150-150-*.* | | 150 | 150 | 159 | 6,0 | 303 | 463 | 12 |
| ОПК-25-200-160-*.* | | 200 | 160 | 219 | 8,0 | 371 | 524 | 21 |
| ОПК-25-250-180-*.* | | 250 | 180 | 273 | 7,0 | 429 | 645 | 37 |
| ОПК-25-300-190-*.* | | 300 | 190 | 325 | 8,0 | 485 | 658 | 52 |
| ОПК-25-350-190-*.* | | 350 | 190 | 377 | 9,0 | 528 | 684 | 59 |
| ОПК-25-400-200-*.* | | 400 | 200 | 426 | 9,0 | 590 | 706 | 84 |
| ОПК-25-500-210-*.* | | 500 | 210 | 530 | 8,0 | 702 | 692 | 112 |
| ОПК-25-600-220-*.* | | 600 | 220 | 630 | 8,0 | 810 | 713 | 145 |
| ОПК-25-700-220-*.* | | 700 | 220 | 720 | 8,0 | 900 | 714 | 176 |
| ОПК-25-800-240-*.* | | 800 | 240 | 820 | 9,0 | 1020 | 743 | 212 |
| ОПК-25-900-260-*.* | | 900 | 260 | 920 | 10,0 | 1124 | 719 | 258 |
| ОПК-25-1000-260-*.* | | 1000 | 260 | 1020 | 12,0 | 1228 | 742 | 322 |
| ОПК-25-1200-260-*.* | | 1200 | 260 | 1220 | 12,0 | 1428 | 770 | 435 |
| ОПК-25-1400-260-*.* | | 1400 | 260 | 1420 | 12,0 | 1636 | 750 | 538 |

## Приложение «Д.5». Сильфонные компенсаторы типа ОПМ




Сильфонные компенсаторы осевые типа ОПМ по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ предназначены для установки в трубопроводы тепловых сетей и ГВС, а также паропроводы при наземной прокладке, внутри помещений, а также при подземной прокладке в тоннелях, проходных и непроходных каналах и тепловых камерах, тепловая изоляция которых наносится после монтажа различными теплоизоляционными материалами: матами из минеральной и базальтовой ваты, скорлупами ППУ с невоспламеняемым гидрозащитным покрытием, теплоизоляцией K-Flex и пр.

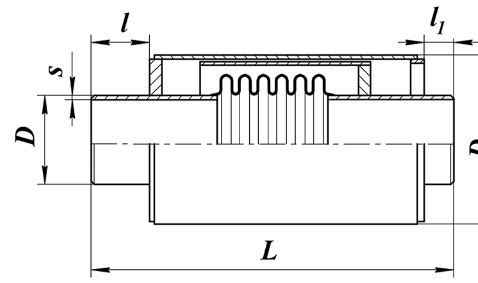
Компенсатор сильфонный типа ОПМ − компенсатор типа ОПНР со стационарным защитным кожухом и внутренним направляющим патрубком. Рекомендуется применять при повышенных скоростях проводимой среды на паропроводах, а на трубопроводах, проводящих воду – только при закрытой системе водозабора и качественной водоподготовке.

*Таблица Д.5*

| Условное обозначение | PN, МПа (кгс/см²) | DN, мм | Ход $2\lambda_{-1}$, мм | Размеры, мм | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | s | $D_1$ | L | |
| ОПМ-16-65-80-*.* | | 65 | 80 | 76 | 4,0 | 188 | 382 | 7 |
| ОПМ-16-80-90-*.* | | 80 | 90 | 89 | 4,0 | 201 | 396 | 8 |
| ОПМ-16-100-120-*.* | | 100 | 120 | 108 | 4,0 | 220 | 430 | 10 |
| ОПМ-16-125-130-*.* | | 125 | 130 | 133 | 5,0 | 269 | 440 | 13 |
| ОПМ-16-150-150-*.* | | 150 | 150 | 159 | 6,0 | 303 | 463 | 16 |
| ОПМ-16-200-160-*.* | | 200 | 160 | 219 | 8,0 | 371 | 524 | 28 |
| ОПМ-16-250-180-*.* | | 250 | 180 | 273 | 7,0 | 429 | 645 | 41 |
| ОПМ-16-300-190-*.* | | 300 | 190 | 325 | 8,0 | 485 | 655 | 56 |
| ОПМ-16-350-190-*.* | 1,6 (16) | 350 | 190 | 377 | 9,0 | 528 | 664 | 60 |
| ОПМ-16-400-200-*.* | | 400 | 200 | 426 | 9,0 | 590 | 696 | 81 |
| ОПМ-16-500-210-*.* | | 500 | 210 | 530 | 8,0 | 702 | 682 | 119 |
| ОПМ-16-600-220-*.* | | 600 | 220 | 630 | 8,0 | 810 | 695 | 153 |
| ОПМ-16-700-220-*.* | | 700 | 220 | 720 | 8,0 | 900 | 698 | 178 |
| ОПМ-16-800-240-*.* | | 800 | 240 | 820 | 9,0 | 1020 | 726 | 216 |
| ОПМ-16-900-260-*.* | | 900 | 260 | 920 | 10,0 | 1124 | 704 | 294 |
| ОПМ-16-1000-260-*.* | | 1000 | 260 | 1020 | 12,0 | 1228 | 726 | 365 |
| ОПМ-16-1200-260-*.* | | 1200 | 260 | 1220 | 12,0 | 1428 | 726 | 440 |
| ОПМ-16-1400-260-*.* | | 1400 | 260 | 1420 | 12,0 | 1636 | 732 | 548 |
| ОПМ-25-65-80-*.* | | 65 | 80 | 76 | 4,0 | 188 | 382 | 7 |
| ОПМ-25-80-90-*.* | | 80 | 90 | 89 | 4,0 | 201 | 396 | 8 |
| ОПМ-25-100-120-*.* | | 100 | 120 | 108 | 4,0 | 220 | 430 | 10 |
| ОПМ-25-125-130-*.* | | 125 | 130 | 133 | 5,0 | 269 | 440 | 14 |
| ОПМ-25-150-150-*.* | | 150 | 150 | 159 | 6,0 | 303 | 463 | 16 |
| ОПМ-25-200-160-*.* | | 200 | 160 | 219 | 8,0 | 371 | 524 | 28 |
| ОПМ-25-250-180-*.* | | 250 | 180 | 273 | 7,0 | 429 | 645 | 42 |
| ОПМ-25-300-190-*.* | | 300 | 190 | 325 | 8,0 | 485 | 658 | 62 |
| ОПМ-25-350-190-*.* | 2,5 (25) | 350 | 190 | 377 | 9,0 | 528 | 658 | 67 |
| ОПМ-25-400-200-*.* | | 400 | 200 | 426 | 9,0 | 590 | 706 | 82 |
| ОПМ-25-500-210-*.* | | 500 | 210 | 530 | 8,0 | 702 | 692 | 130 |
| ОПМ-25-600-220-*.* | | 600 | 220 | 630 | 8,0 | 810 | 713 | 167 |
| ОПМ-25-700-220-*.* | | 700 | 220 | 720 | 8,0 | 900 | 714 | 199 |
| ОПМ-25-800-240-*.* | | 800 | 240 | 820 | 9,0 | 1020 | 743 | 254 |
| ОПМ-25-900-260-*.* | | 900 | 260 | 920 | 10,0 | 1124 | 719 | 330 |
| ОПМ-25-1000-260-*.* | | 1000 | 260 | 1020 | 12,0 | 1228 | 742 | 415 |
| ОПМ-25-1200-260-*.* | | 1200 | 260 | 1220 | 12,0 | 1428 | 770 | 496 |
| ОПМ-25-1400-260-*.* | | 1400 | 260 | 1420 | 12,0 | 1636 | 750 | 620 |



## Приложение «Д.6». Сильфонные компенсаторы типа ОПКР




Сильфонные компенсаторы осевые типа ОПКР по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ — осевые сильфонные компенсаторы с патрубками под приварку и усиленным двойным (телескопическим) наружным защитным кожухом. Конструкцией предусмотрено ограничение от сверхдопустимых сжатия и растяжения компенсатора.

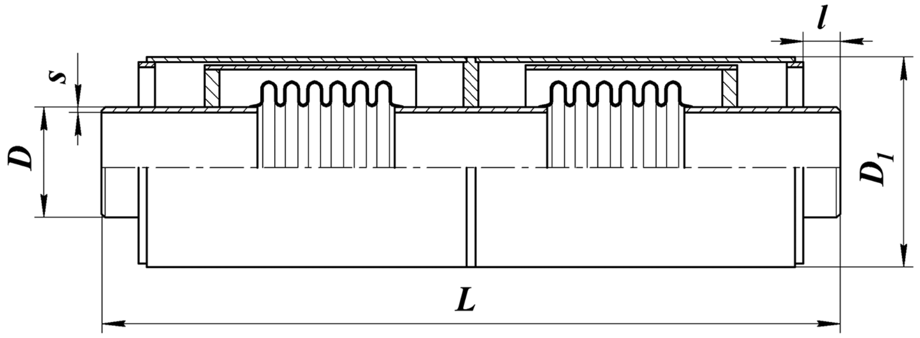
Компенсаторы типа ОПКР предназначены для установки в трубопроводы тепловых сетей и ГВС, паропроводы при наземной прокладке, внутри помещений, а также при подземной прокладке в тоннелях, проходных и непроходных каналах и тепловых камерах, тепловая изоляция которых наносится после монтажа различными теплоизоляционными материалами: матами из минеральной и базальтовой ваты, скорлупами ППУ с невоспламеняемым гидрозащитным покрытием, теплоизоляцией K-Flex и пр.

Рекомендуются для замены сальниковых компенсаторов при установке в существующие тепловые камеры

*Таблица Д.6*

| Условное обозначение | PN, МПа (кгс/см²) | DN, мм | Ход $2_{\lambda-1}$, мм | Размеры, мм | | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | s | $D_1$ | L | $l_1$ | $l_2$ | |
| ОПКР-16-50-80-*.* | | 50 | 80 | 57 | 4,0 | 159 | 536 | | 120 | 16 |
| ОПКР-16-65-80-*.* | | 65 | 80 | 76 | 4,0 | 180 | 542 | | 120 | 17 |
| ОПКР-16-80-90-*.* | | 80 | 90 | 89 | 4,0 | 194 | 561 | | 120 | 20 |
| ОПКР-16-100-120-*.* | | 100 | 120 | 108 | 4,0 | 219 | 619 | | 150 | 25 |
| ОПКР-16-125-130-*.* | | 125 | 130 | 133 | 5,0 | 245 | 625 | | 150 | 31 |
| ОПКР-16-150-150-*.* | | 150 | 150 | 159 | 6,0 | 273 | 638 | | 150 | 37 |
| ОПКР-16-200-160-*.* | | 200 | 160 | 219 | 8,0 | 340 | 744 | | 150 | 57 |
| ОПКР-16-250-180-*.* | | 250 | 180 | 273 | 7,0 | 400 | 775 | | 150 | 67 |
| ОПКР-16-300-190-*.* | | 300 | 190 | 325 | 8,0 | 455 | 790 | | 150 | 117 |
| ОПКР-16-350-190-*.* | 1,6 (16) | 350 | 190 | 377 | 9,0 | 510 | 799 | 100 | 150 | 139 |
| ОПКР-16-400-200-*.* | | 400 | 200 | 426 | 9,0 | 575 | 836 | | 150 | 175 |
| ОПКР-16-500-210-*.* | | 500 | 210 | 530 | 8,0 | 686 | 827 | | 150 | 232 |
| ОПКР-16-600-220-*.* | | 600 | 220 | 630 | 8,0 | 820 | 890 | | 150 | 340 |
| ОПКР-16-700-220-*.* | | 700 | 220 | 720 | 8,0 | 920 | 1003 | | 150 | 499 |
| ОПКР-16-800-240-*.* | | 800 | 240 | 820 | 9,0 | 1020 | 1046 | | 150 | 577 |
| ОПКР-16-900-260-*.* | | 900 | 260 | 920 | 10,0 | 1120 | 1039 | | 150 | 727 |
| ОПКР-16-1000-260-*.* | | 1000 | 260 | 1020 | 12,0 | 1320 | 1071 | | 150 | 901 |
| ОПКР-16-1200-260-*.* | | 1200 | 260 | 1220 | 12,0 | 1420 | 1071 | | 150 | 1125 |
| ОПКР-16-1400-260-*.* | | 1400 | 260 | 1420 | 12,0 | 1620 | 1077 | | 150 | 1334 |
| ОПКР-25-50-80-*.* | | 50 | 80 | 57 | 4,0 | 159 | 536 | | 120 | 16 |
| ОПКР-25-65-80-*.* | | 65 | 80 | 76 | 4,0 | 180 | 542 | | 120 | 17 |
| ОПКР-25-80-90-*.* | | 80 | 90 | 89 | 4,0 | 194 | 561 | | 120 | 20 |
| ОПКР-25-100-120-*.* | | 100 | 120 | 108 | 4,0 | 219 | 620 | | 150 | 26 |
| ОПКР-25-125-130-*.* | | 125 | 130 | 133 | 5,0 | 245 | 625 | | 150 | 32 |
| ОПКР-25-150-150-*.* | | 150 | 150 | 159 | 6,0 | 273 | 638 | | 150 | 37 |
| ОПКР-25-200-160-*.* | | 200 | 160 | 219 | 8,0 | 340 | 744 | | 150 | 67 |
| ОПКР-25-250-180-*.* | | 250 | 180 | 273 | 7,0 | 400 | 775 | | 150 | 98 |
| ОПКР-25-300-190-*.* | | 300 | 190 | 325 | 8,0 | 455 | 793 | | 150 | 124 |
| ОПКР-25-350-190-*.* | 2,5 (25) | 350 | 190 | 377 | 9,0 | 510 | 819 | 100 | 150 | 157 |
| ОПКР-25-400-200-*.* | | 400 | 200 | 426 | 9,0 | 575 | 846 | | 150 | 204 |
| ОПКР-25-500-210-*.* | | 500 | 210 | 530 | 8,0 | 686 | 837 | | 150 | 245 |
| ОПКР-25-600-220-*.* | | 600 | 220 | 630 | 8,0 | 820 | 908 | | 150 | 366 |
| ОПКР-25-700-220-*.* | | 700 | 220 | 720 | 8,0 | 920 | 1019 | | 150 | 513 |
| ОПКР-25-800-240-*.* | | 800 | 240 | 820 | 9,0 | 1020 | 1063 | | 150 | 610 |
| ОПКР-25-900-260-*.* | | 900 | 260 | 920 | 10,0 | 1120 | 1054 | | 150 | 775 |
| ОПКР-25-1000-260-*.* | | 1000 | 260 | 1020 | 12,0 | 1320 | 1087 | | 150 | 1045 |
| ОПКР-25-1200-260-*.* | | 1200 | 260 | 1220 | 12,0 | 1420 | 1115 | | 150 | 1223 |
| ОПКР-25-1400-260-*.* | | 1400 | 260 | 1420 | 12,00 | 1620 | 1095 | | 150 | 1422 |

## Двухсильфонные компенсаторы типа ОПКР




*Продолжение таблицы Д.6*

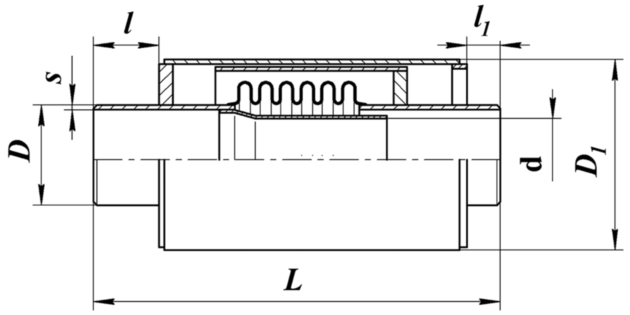
| Условное обозначение | PN, МПа (кгс/см²) | DN, мм | Ход $2_{\lambda-1}$, мм | Размеры, мм | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | s | $D_1$ | L | $l_1$ | |
| 2ОПКР-16-50-160-*.* | 1,6 (16) | 50 | 160 | 57 | 4,0 | 159 | 864 | 120 | 32 |
| 2ОПКР-16-65-160-*.* | | 65 | 160 | 76 | 4,0 | 180 | 876 | 120 | 39 |
| 2ОПКР-16-80-180-*.* | | 80 | 180 | 89 | 4,0 | 194 | 914 | 120 | 44 |
| 2ОПКР-16-100-240-*.* | | 100 | 240 | 108 | 4,0 | 219 | 1030 | 150 | 47 |
| 2ОПКР-16-125-260-*.* | | 125 | 260 | 133 | 4,0 | 245 | 1042 | 150 | 65 |
| 2ОПКР-16-150-300-*.* | | 150 | 300 | 159 | 6,0 | 273 | 1068 | 150 | 68 |
| 2ОПКР-16-200-320-*.* | | 200 | 320 | 219 | 8,0 | 340 | 1276 | 150 | 143 |
| 2ОПКР-16-250-360-*.* | | 250 | 360 | 273 | 7,0 | 400 | 1338 | 150 | 181 |
| 2ОПКР-16-300-380-*.* | | 300 | 380 | 325 | 8,0 | 455 | 1368 | 150 | 222 |
| 2ОПКР-16-350-380-*.* | | 350 | 380 | 377 | 9,0 | 510 | 1386 | 150 | 285 |
| 2ОПКР-16-400-400-*.* | | 400 | 400 | 426 | 9,0 | 575 | 1460 | 150 | 340 |
| 2ОПКР-16-500-420-*.* | | 500 | 420 | 530 | 8,0 | 686 | 1442 | 150 | 357 |
| 2ОПКР-16-600-440-*.* | | 600 | 440 | 630 | 8,0 | 820 | 1570 | 150 | 750 |
| 2ОПКР-16-700-440-*.* | | 700 | 440 | 720 | 8,0 | 920 | 1794 | 150 | 945 |
| 2ОПКР-16-800-480-*.* | | 800 | 480 | 820 | 9,0 | 1020 | 1880 | 150 | 1100 |
| 2ОПКР-16-900-520-*.* | | 900 | 520 | 920 | 10,0 | 1120 | 1862 | 150 | 1500 |
| 2ОПКР-16-1000-520-*.* | | 1000 | 520 | 1020 | 12,0 | 1320 | 1720 | 150 | 1764 |
| 2ОПКР-16-1200-520-*.* | | 1200 | 520 | 1220 | 12,0 | 1420 | 1720 | 150 | 1920 |
| 2ОПКР-16-1400-520-*.* | | 1400 | 520 | 1420 | 12,0 | 1620 | 1680 | 150 | 2246 |
| 2ОПКР-25-50-160-*.* | 2,5 (25) | 50 | 160 | 57 | 4,0 | 159 | 864 | 120 | 32 |
| 2ОПКР-25-65-160-*.* | | 65 | 160 | 76 | 4,0 | 180 | 876 | 120 | 39 |
| 2ОПКР-25-80-180-*.* | | 80 | 180 | 89 | 4,0 | 194 | 914 | 120 | 44 |
| 2ОПКР-25-100-240-*.* | | 100 | 240 | 108 | 4,0 | 219 | 1032 | 150 | 48 |
| 2ОПКР-25-125-260-*.* | | 125 | 260 | 133 | 5,0 | 245 | 1042 | 150 | 71 |
| 2ОПКР-25-150-300-*.* | | 150 | 300 | 159 | 6,0 | 273 | 1068 | 150 | 73 |
| 2ОПКР-25-200-320-*.* | | 200 | 320 | 219 | 8,0 | 340 | 1276 | 150 | 148 |
| 2ОПКР-25-250-360-*.* | | 250 | 360 | 273 | 7,0 | 400 | 1338 | 150 | 183 |
| 2ОПКР-25-300-380-*.* | | 300 | 380 | 325 | 8,0 | 455 | 1374 | 150 | 262 |
| 2ОПКР-25-350-380-*.* | | 350 | 380 | 377 | 9,0 | 510 | 1426 | 150 | 341 |
| 2ОПКР-25-400-400-*.* | | 400 | 400 | 426 | 9,0 | 575 | 1480 | 150 | 375 |
| 2ОПКР-25-500-420-*.* | | 500 | 420 | 530 | 8,0 | 686 | 1462 | 150 | 371 |
| 2ОПКР-25-600-440-*.* | | 600 | 440 | 630 | 8,0 | 820 | 1604 | 150 | 681 |
| 2ОПКР-25-700-440-*.* | | 700 | 440 | 720 | 8,0 | 920 | 1826 | 150 | 983 |
| 2ОПКР-25-800-480-*.* | | 800 | 480 | 820 | 9,0 | 1020 | 1914 | 150 | 1170 |
| 2ОПКР-25-900-520-*.* | | 900 | 520 | 920 | 10,0 | 1120 | 1892 | 150 | 1557 |
| 2ОПКР-25-1000-520-*.* | | 1000 | 520 | 1020 | 12,0 | 1320 | 1720 | 150 | 1850 |
| 2ОПКР-25-1200-520-*.* | | 1200 | 520 | 1220 | 12,0 | 1420 | 1720 | 150 | 2040 |
| 2ОПКР-25-1400-520-*.* | | 1400 | 520 | 1420 | 12,0 | 1620 | 1680 | 150 | 2383 |



## Приложение «Д.7». Сильфонные компенсаторы типа ОПМР

Сильфонные компенсаторы осевые типа ОПМР по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ — это компенсаторы типа ОПКР с внутренними направляющими патрубками.

Компенсаторы типа ОПКР предназначены для установки в трубопроводы тепловых сетей и ГВС, а также паропроводы при наземной прокладке, внутри помещений, а также при подземной прокладке в тоннелях, проходных и непроходных каналах и тепловых камерах, тепловая изоляция которых наносится после монтажа различными теплоизоляционными материалами: матами из минеральной и базальтовой ваты, скорлупами ППУ с невоспламеняемым гидрозащитным покрытием, теплоизоляцией K-Flex и пр.

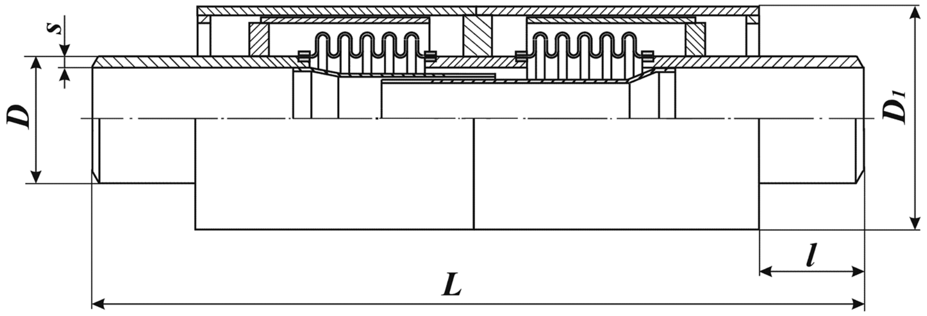



Рекомендуется применять при повышенных скоростях проводимой среды на теплопроводах только при закрытой системе водозабора и качественной водоподготовке, а также на паропроводах.

***Таблица Д.7***

| Условное обозначение | PN, МПа (кгс/см²) | DN, мм | Ход $2_{\lambda-1}$, мм | Размеры, мм | | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | s | $D_1$ | L | $l_1$ | $l_2$ | |
| ОПМР-16-65-80-*.* | 1,6 (16) | 65 | 80 | 76 | 4,0 | 178 | 542 | 100 | 120 | 20 |
| ОПМР-16-80-90-*.* | | 80 | 90 | 89 | 4,0 | 194 | 561 | | 120 | 23 |
| ОПМР-16-100-120-*.* | | 100 | 120 | 108 | 4,0 | 219 | 619 | | 150 | 26 |
| ОПМР-16-125-130-*.* | | 125 | 130 | 133 | 5,0 | 245 | 625 | | 150 | 33 |
| ОПМР-16-150-150-*.* | | 150 | 150 | 159 | 6,0 | 273 | 638 | | 150 | 40 |
| ОПМР-16-200-160-*.* | | 200 | 160 | 219 | 8,0 | 340 | 744 | | 150 | 72 |
| ОПМР-16-250-180-*.* | | 250 | 180 | 273 | 7,0 | 400 | 775 | | 150 | 103 |
| ОПМР-16-300-190-*.* | | 300 | 190 | 325 | 8,0 | 455 | 790 | | 150 | 127 |
| ОПМР-16-350-190-*.* | | 350 | 190 | 377 | 9,0 | 510 | 799 | | 150 | 157 |
| ОПМР-16-400-200-*.* | | 400 | 200 | 426 | 9,0 | 575 | 836 | | 150 | 195 |
| ОПМР-16-500-210-*.* | | 500 | 210 | 530 | 8,0 | 686 | 827 | | 150 | 250 |
| ОПМР-16-600-220-*.* | | 600 | 220 | 630 | 8,0 | 820 | 890 | | 150 | 361 |
| ОПМР-16-700-220-*.* | | 700 | 220 | 720 | 8,0 | 920 | 1003 | | 150 | 513 |
| ОПМР-16-800-240-*.* | | 800 | 240 | 820 | 9,0 | 1020 | 1046 | | 150 | 593 |
| ОПМР-16-900-260-*.* | | 900 | 260 | 920 | 10,0 | 1120 | 1039 | | 150 | 761 |
| ОПМР-16-1000-260-*.* | | 1000 | 260 | 1020 | 12,0 | 1320 | 1071 | | 150 | 1021 |
| ОПМР-16-1200-260-*.* | | 1200 | 260 | 1220 | 12,0 | 1420 | 1071 | | 150 | 1192 |
| ОПМР-16-1400-260-*.* | | 1400 | 260 | 1420 | 12,0 | 1620 | 1077 | | 150 | 1409 |
| ОПМР-25-65-80-*.* | 2,5 (25) | 65 | 80 | 76 | 4,0 | 178 | 542 | 100 | 120 | 20 |
| ОПМР-25-80-90-*.* | | 80 | 90 | 89 | 4,0 | 194 | 561 | | 120 | 23 |
| ОПМР-25-100-120-*.* | | 100 | 120 | 108 | 4,0 | 219 | 620 | | 150 | 28 |
| ОПМР-25-125-130-*.* | | 125 | 130 | 133 | 5,0 | 245 | 625 | | 150 | 36 |
| ОПМР-25-150-150-*.* | | 150 | 150 | 159 | 6,0 | 273 | 638 | | 150 | 42 |
| ОПМР-25-200-160-*.* | | 200 | 160 | 219 | 8,0 | 340 | 744 | | 150 | 73 |
| ОПМР-25-250-180-*.* | | 250 | 180 | 273 | 7,0 | 400 | 775 | | 150 | 106 |
| ОПМР-25-300-190-*.* | | 300 | 190 | 325 | 8,0 | 455 | 793 | | 150 | 135 |
| ОПМР-25-350-190-*.* | | 350 | 190 | 377 | 9,0 | 510 | 819 | | 150 | 178 |
| ОПМР-25-400-200-*.* | | 400 | 200 | 426 | 9,0 | 575 | 846 | | 150 | 221 |
| ОПМР-25-500-210-*.* | | 500 | 210 | 530 | 8,0 | 686 | 837 | | 150 | 264 |
| ОПМР-25-600-220-*.* | | 600 | 220 | 630 | 8,0 | 820 | 908 | | 150 | 391 |
| ОПМР-25-700-220-*.* | | 700 | 220 | 720 | 8,0 | 920 | 1019 | | 150 | 540 |
| ОПМР-25-800-240-*.* | | 800 | 240 | 820 | 9,0 | 1020 | 1063 | | 150 | 652 |
| ОПМР-25-900-260-*.* | | 900 | 260 | 920 | 10,0 | 1120 | 1054 | | 150 | 818 |
| ОПМР-25-1000-260-*.* | | 1000 | 260 | 1020 | 12,0 | 1320 | 1087 | | 150 | 1095 |
| ОПМР-25-1200-260-*.* | | 1200 | 260 | 1220 | 12,0 | 1420 | 1115 | | 150 | 1286 |
| ОПМР-25-1400-260-*.* | | 1400 | 260 | 1420 | 12,0 | 1620 | 1095 | | 150 | 1493 |

## Двухсильфонные компенсаторы типа ОПМР

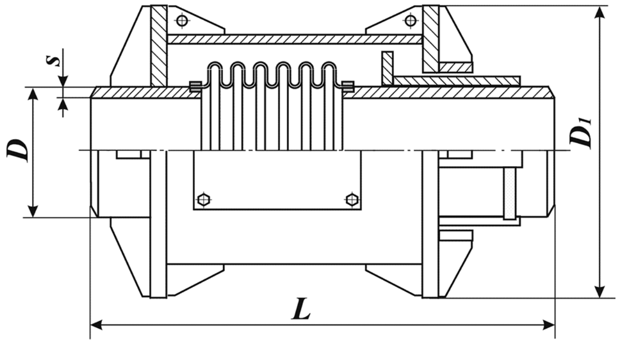



*Продолжение таблицы Д.7*

| Условное обозначение | PN, МПа (кгс/см$^2$) | DN, мм | Ход $2\lambda_{-1}$, мм | Размеры, мм | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | s | $D_1$ | L | $l$ | |
| 2ОПМР-16-200-320-*.* | 1,6 (16) | 200 | 320 | 219 | 8,0 | 340 | 1468 | 150 | 167 |
| 2ОПМР-16-250-360-*.* | | 250 | 360 | 273 | 7,0 | 400 | 1550 | | 230 |
| 2ОПМР-16-300-380-*.* | | 300 | 380 | 325 | 8,0 | 455 | 1590 | | 283 |
| 2ОПМР-16-350-380-*.* | | 350 | 380 | 377 | 9,0 | 510 | 1608 | | 345 |
| 2ОПМР-16-400-400-*.* | | 400 | 400 | 426 | 9,0 | 575 | 1700 | | 386 |
| 2ОПМР-16-500-420-*.* | | 500 | 420 | 530 | 8,0 | 686 | 1442 | | 478 |
| 2ОПМР-16-600-440-*.* | | 600 | 440 | 630 | 8,0 | 820 | 1568 | | 697 |
| 2ОПМР-16-700-440-*.* | | 700 | 440 | 720 | 8,0 | 920 | 1794 | | 1002 |
| 2ОПМР-16-800-480-*.* | | 800 | 480 | 820 | 9,0 | 1020 | 1880 | | 1178 |
| 2ОПМР-16-900-520-*.* | | 900 | 520 | 920 | 10,0 | 1120 | 1862 | | 1482 |
| 2ОПМР-16-1000-520-*.* | | 1000 | 520 | 1020 | 12,0 | 1320 | 1926 | | 2047 |
| 2ОПМР-16-1200-520-*.* | | 1200 | 520 | 1220 | 12,0 | 1420 | 1926 | | 2237 |
| 2ОПМР-16-1400-520-*.* | | 1400 | 520 | 1420 | 12,0 | 1620 | 1938 | | 2639 |
| 2ОПМР-25-200-320-*.* | 2,5 (25) | 200 | 320 | 219 | 8,0 | 340 | 1468 | 150 | 167 |
| 2ОПМР-25-250-360-*.* | | 250 | 360 | 273 | 7,0 | 400 | 1550 | | 230 |
| 2ОПМР-25-300-380-*.* | | 300 | 380 | 325 | 8,0 | 455 | 1596 | | 290 |
| 2ОПМР-25-350-380-*.* | | 350 | 380 | 377 | 9,0 | 510 | 1648 | | 357 |
| 2ОПМР-25-400-400-*.* | | 400 | 400 | 426 | 9,0 | 575 | 1720 | | 404 |
| 2ОПМР-25-500-420-*.* | | 500 | 420 | 530 | 8,0 | 686 | 1462 | | 500 |
| 2ОПМР-25-600-440-*.* | | 600 | 440 | 630 | 8,0 | 820 | 1604 | | 735 |
| 2ОПМР-25-700-440-*.* | | 700 | 440 | 720 | 8,0 | 920 | 1826 | | 1040 |
| 2ОПМР-25-800-480-*.* | | 800 | 480 | 820 | 9,0 | 1020 | 1914 | | 1040 |
| 2ОПМР-25-900-520-*.* | | 900 | 520 | 920 | 10,0 | 1120 | 1892 | | 1572 |
| 2ОПМР-25-1000-520-*.* | | 1000 | 520 | 1020 | 12,0 | 1320 | 1958 | | 2166 |
| 2ОПМР-25-1200-520-*.* | | 1200 | 520 | 1220 | 12,0 | 1420 | 2014 | | 2421 |
| 2ОПМР-25-1400-520-*.* | | 1400 | 520 | 1420 | 12,0 | 1620 | 1974 | | 2813 |

## Приложение «Д.8». Сильфонные компенсаторы типа КСО (КСОР)

Сильфонные компенсаторы осевые типа КСО (КСОР) по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ – это односильфонные и двухсильфонные компенсаторы с усиленным защитным кожухом и направляющими лыжами. Конструкцией предусмотрены ограничители хода, предохраняющие сильфон от сверхдопустимых растяжений и сжатий. Конструкцией предусмотрены ограничители хода растяжения и сжатия, предохраняющие сильфон от сверхдопустимых деформаций, закрываемые смотровые окна для контроля состояния поверхности сильфона и линейка для контроля величины рабочего хода СК при эксплуатации.

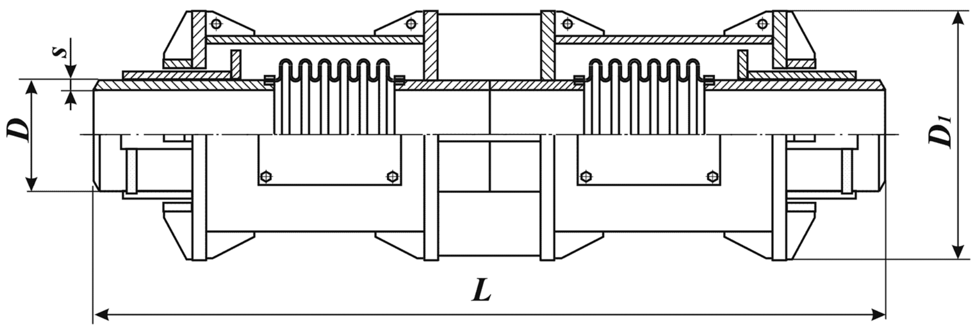



Компенсаторы типа КСО (КСОР) предназначены для установки в трубопроводы при наземной прокладке, внутри помещений, а также при подземной прокладке в тоннелях, проходных и непроходных каналах и тепловых камерах.

***Таблица Д.8***

| Условное обозначение | PN, МПа (кгс/см$^2$) | DN, мм | Ход $2_{\lambda-1}$, мм | Размеры, мм | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | s | $D_1$ | L | |
| КСО-25-50-70-*.* | 2,5 (25) | 50 | 70 | 57 | 4,0 | 235 | 844 | 27 |
| КСО-25-65-70-*.* | | 65 | 70 | 76 | 4,0 | 235 | 844 | 27 |
| КСО-25-80-70-*.* | | 80 | 70 | 89 | 4,0 | 260 | 854 | 32 |
| КСО-25-100-80-*.* | | 100 | 80 | 108 | 4,0 | 320 | 875 | 46 |
| КСО-25-125-90-*.* | | 125 | 90 | 133 | 5,0 | 320 | 897 | 52 |
| КСО-25-150-100-*.* | | 150 | 100 | 159 | 4,5 | 375 | 925 | 71 |
| КСО-25-200-140-*.* | | 200 | 140 | 219 | 6,0 | 425 | 1011 | 101 |
| КСО-25-250-160-*.* | | 250 | 160 | 273 | 7,0 | 477 | 823 | 105 |
| КСО-25-300-180-*.* | | 300 | 180 | 325 | 8,0 | 526 | 854 | 132 |
| КСО-25-350-180-*.* | | 350 | 180 | 377 | 9,0 | 630 | 880 | 183 |
| КСО-25-400-190-*.* | | 400 | 190 | 426 | 9,0 | 630 | 910 | 205 |
| КСО-25-500-200-*.* | | 500 | 200 | 530 | 8,0 | 820 | 934 | 291 |
| КСО-25-600-200-*.* | | 600 | 200 | 630 | 8,0 | 920 | 955 | 352 |
| КСО-25-700-210-*.* | | 700 | 210 | 720 | 8,0 | 1020 | 962 | 411 |
| КСО-25-800-210-*.* | | 800 | 210 | 820 | 9,0 | 1120 | 995 | 548 |
| КСО-25-900-210-*.* | | 900 | 210 | 920 | 10,0 | 1320 | 971 | 700 |
| КСО-25-1000-220-*.* | | 1000 | 220 | 1020 | 10,0 | 1320 | 1006 | 758 |
| КСО-25-1200-220-*.* | | 1200 | 220 | 1220 | 14,0 | 1520 | 1006 | 1001 |
| КСО-25-1400-220-*.* | | 1400 | 220 | 1420 | 14,0 | 1700 | 1215 | 1612 |
| КСОР-25-50-80-*.* | | 50 | 80 | 57 | 4,0 | 235 | 887 | 28 |
| КСОР-25-65-80-*.* | | 65 | 80 | 76 | 4,0 | 235 | 887 | 28 |
| КСОР-25-80-90-*.* | | 80 | 90 | 89 | 4,0 | 260 | 910 | 32 |
| КСОР-25-100-120-*.* | | 100 | 120 | 108 | 4,0 | 320 | 954 | 47 |
| КСОР-25-125-130-*.* | | 125 | 130 | 133 | 5,0 | 320 | 965 | 52 |
| КСОР-25-150-150-*.* | | 150 | 150 | 159 | 4,5 | 375 | 991 | 72 |
| КСОР-25-200-160-*.* | | 200 | 160 | 219 | 6,0 | 425 | 1070 | 98 |
| КСОР-25-250-180-*.* | | 250 | 180 | 273 | 7,0 | 477 | 866 | 106 |
| КСОР-25-300-190-*.* | | 300 | 190 | 325 | 8,0 | 526 | 888 | 131 |
| КСОР-25-350-190-*.* | | 350 | 190 | 377 | 9,0 | 630 | 914 | 189 |
| КСОР-25-400-200-*.* | | 400 | 200 | 426 | 9,0 | 630 | 947 | 209 |
| КСОР-25-500-210-*.* | | 500 | 210 | 530 | 8,0 | 820 | 944 | 290 |
| КСОР-25-600-220-*.* | | 600 | 220 | 630 | 8,0 | 920 | 975 | 351 |
| КСОР-25-700-220-*.* | | 700 | 220 | 720 | 8,0 | 1020 | 972 | 409 |
| КСОР-25-800-240-*.* | | 800 | 240 | 820 | 9,0 | 1120 | 1025 | 548 |
| КСОР-25-900-260-*.* | | 900 | 260 | 920 | 10,0 | 1320 | 1021 | 754 |
| КСОР-25-1000-260-*.* | | 1000 | 260 | 1020 | 10,0 | 1320 | 1046 | 757 |
| КСОР-25-1200-260-*.* | | 1200 | 260 | 1220 | 14,0 | 1520 | 1046 | 1006 |
| КСОР-25-1400-260-*.* | | 1400 | 260 | 1420 | 14,0 | 1700 | 1451 | 1688 |

## Двухсильфонные компенсаторы типа КСО (КСОР)

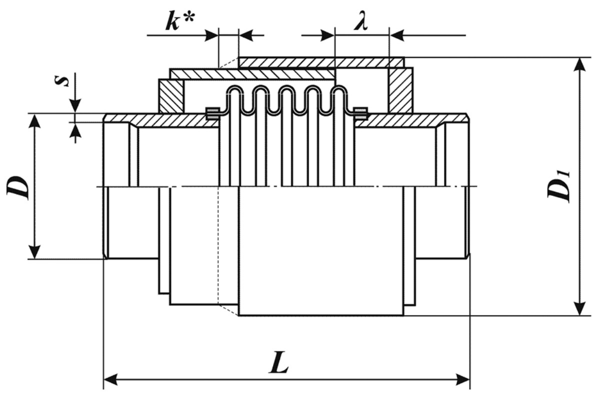



*Продолжение таблицы Д.8*

| Условное обозначение | PN, МПа (кгс/см$^2$) | DN, мм | Ход 2$\lambda_{-1}$, мм | Размеры, мм | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | s | D1 | L | |
| 2КСО-25-50-140-*.* | 2,5 (25) | 50 | 140 | 57 | 4,0 | 235 | 1688 | 60 |
| 2КСО-25-65-140-*.* | | 65 | 140 | 76 | 4,0 | 235 | 1688 | 60 |
| 2КСО-25-80-140-*.* | | 80 | 140 | 89 | 4,0 | 260 | 1708 | 71 |
| 2КСО-25-100-160-*.* | | 100 | 160 | 108 | 4,0 | 320 | 1750 | 100 |
| 2КСО-25-125-180-*.* | | 125 | 180 | 133 | 5,0 | 320 | 1794 | 113 |
| 2КСО-25-150-200-*.* | | 150 | 200 | 159 | 4,5 | 375 | 1850 | 153 |
| 2КСО-25-200-280-*.* | | 200 | 280 | 219 | 6,0 | 425 | 2022 | 215 |
| 2КСО-25-250-320-*.* | | 250 | 320 | 273 | 7,0 | 477 | 1646 | 225 |
| 2КСО-25-300-360-*.* | | 300 | 360 | 325 | 8,0 | 526 | 1708 | 279 |
| 2КСО-25-320-360-*.* | | 350 | 360 | 377 | 9,0 | 630 | 1760 | 385 |
| 2КСО-25-400-380-*.* | | 400 | 380 | 426 | 9,0 | 630 | 1820 | 428 |
| 2КСО-25-500-400-*.* | | 500 | 400 | 530 | 8,0 | 820 | 1868 | 607 |
| 2КСО-25-600-400-*.* | | 600 | 400 | 630 | 8,0 | 920 | 1910 | 732 |
| 2КСО-25-700-420-*.* | | 700 | 420 | 720 | 8,0 | 1020 | 1924 | 854 |
| 2КСО-25-800-420-*.* | | 800 | 420 | 820 | 9,0 | 1120 | 1990 | 1115 |
| 2КСО-25-900-420-*.* | | 900 | 420 | 920 | 10,0 | 1320 | 1942 | 1426 |
| 2КСО-25-1000-440-*.* | | 1000 | 440 | 1020 | 10,0 | 1320 | 2012 | 1530 |
| 2КСО-25-1200-440-*.* | | 1200 | 440 | 1220 | 14,0 | 1520 | 2012 | 2029 |
| 2КСО-25-1400-440-*.* | | 1400 | 440 | 1420 | 14,0 | 1700 | 2430 | 3235 |
| 2КСОР-25-50-160-*.* | 2,5 (25) | 50 | 160 | 57 | 4,0 | 235 | 1774 | 60 |
| 2КСОР-25-65-160-*.* | | 65 | 160 | 76 | 4,0 | 235 | 1774 | 60 |
| 2КСОР-25-80-180-*.* | | 80 | 180 | 89 | 4,0 | 260 | 1820 | 71 |
| 2КСОР-25-100-240-*.* | | 100 | 240 | 108 | 4,0 | 320 | 1908 | 103 |
| 2КСОР-25-125-260-*.* | | 125 | 260 | 133 | 5,0 | 320 | 1930 | 113 |
| 2КСОР-25-150-300-*.* | | 150 | 300 | 159 | 4,5 | 375 | 1982 | 156 |
| 2КСОР-25-200-320-*.* | | 200 | 320 | 219 | 6,0 | 425 | 2140 | 210 |
| 2КСОР-25-250-360-*.* | | 250 | 360 | 273 | 7,0 | 477 | 1732 | 227 |
| 2КСОР-25-300-360-*.* | | 300 | 380 | 325 | 8,0 | 526 | 1776 | 277 |
| 2КСОР-25-350-380-*.* | | 350 | 380 | 377 | 9,0 | 630 | 1828 | 399 |
| 2КСОР-25-400-400-*.* | | 400 | 400 | 426 | 9,0 | 630 | 1894 | 439 |
| 2КСОР-25-500-420-*.* | | 500 | 420 | 530 | 8,0 | 820 | 1888 | 609 |
| 2КСОР-25-600-440-*.* | | 600 | 440 | 630 | 8,0 | 920 | 1950 | 735 |
| 2КСОР-25-700-440-*.* | | 700 | 440 | 720 | 8,0 | 1020 | 1944 | 859 |
| 2КСОР-25-800-480-*.* | | 800 | 480 | 820 | 9,0 | 1120 | 2050 | 1125 |
| 2КСОР-25-900-520-*.* | | 900 | 520 | 920 | 10,0 | 1320 | 2042 | 1449 |
| 2КСОР-25-1000-520-*.* | | 1000 | 520 | 1020 | 10,0 | 1320 | 2092 | 1543 |
| 2КСОР-25-1200-520-*.* | | 1200 | 520 | 1220 | 14,0 | 1520 | 2092 | 2054 |
| 2КСОР-25-1400-520-*.* | | 1400 | 520 | 1420 | 14,0 | 1700 | 2902 | 3443 |



## Приложение «Д.9». Стартовые сильфонные компенсаторы




Стартовые сильфонные компенсаторы (ССК), изготавливаемые по техническим условиям ИЯНШ.300260.035ТУ), предназначены для компенсации осевых температурных деформаций при вводе в эксплуатацию бесканально прокладываемых трубопроводов тепловых сетей в случае использования метода снижения нагрузок предварительно нагретого во время монтажа трубопровода с применением ССК.

Применяются только для трубопроводов с индустриальной тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной полиэтиленовой оболочкой.

Теплоизоляция стартовых сильфонных компенсаторов выполняется при монтаже трубопроводов. Габаритные размеры ССК позволяют после его монтажа в трубопровод гидроизолировать ССК и его стыки с трубопроводом одной термоусаживающейся или электросварной полиэтиленовой муфтой длиной, превышающей длину компенсатора с учетом перехлеста на полиэтиленовую оболочку трубопровода.

***Таблица Д.9***

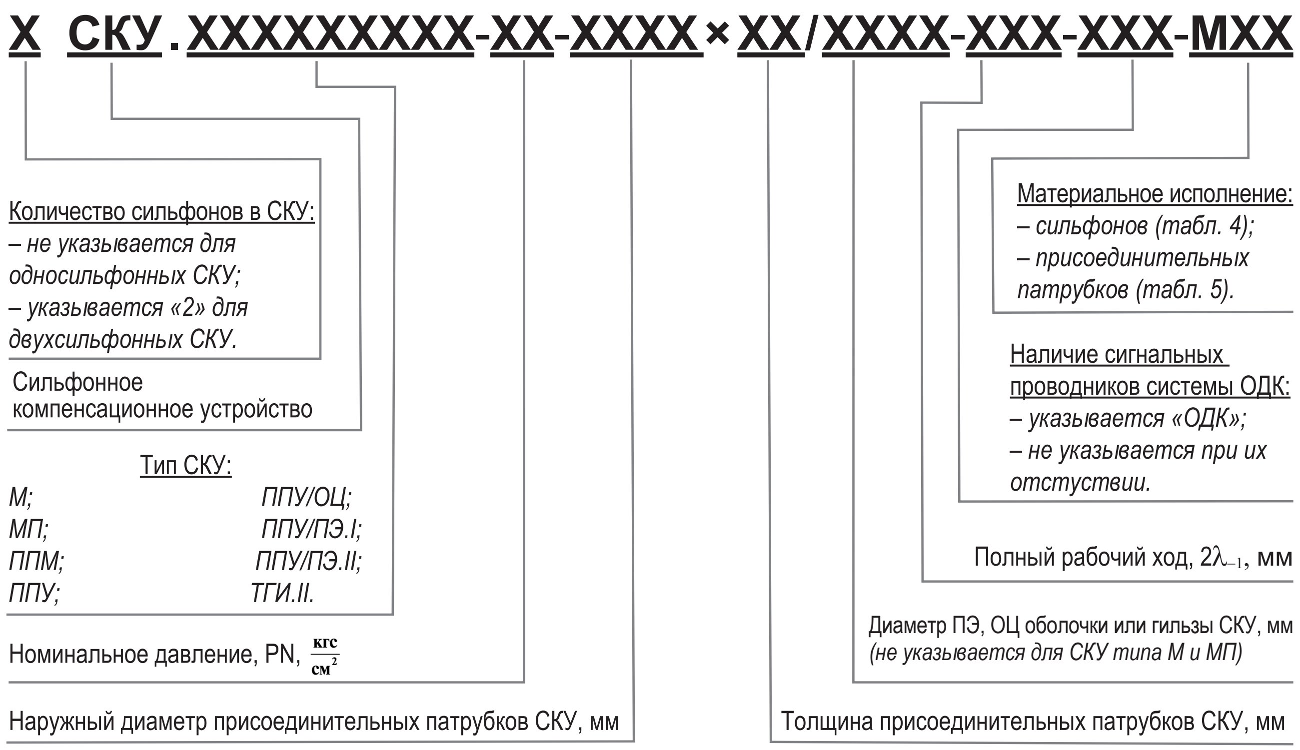
| Условное обозначение | PN МПа (кгс/см$^2$) | DN, мм | Осевой ход, (сжатие), $\lambda_{-1}$, мм | Размеры, мм | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | s | D1 | L | k | |
| ССК-25-50-80 | 2,5 (25) | 50 | 80 | 57 | 3,5 | 86 | 350 | 8 | 8 |
| ССК-25-65-80 | | 65 | 80 | 76 | 4,0 | 104 | 350 | 8 | 10 |
| ССК-25-80-80 | | 80 | 80 | 89 | 5,0 | 132 | 350 | 11 | 13 |
| ССК-25-100-80 | | 100 | 80 | 108 | 5,0 | 147 | 400 | 11 | 15 |
| ССК-25-125-110 | | 125 | 110 | 133 | 5,0 | 170 | 450 | 11 | 20 |
| ССК-25-150-110 | | 150 | 110 | 159 | 6,0 | 202 | 550 | 12 | 32 |
| ССК-25-200-140 | | 200 | 140 | 219 | 7,0 | 265 | 550 | 14 | 54 |
| ССК-25-250-140 | | 250 | 140 | 273 | 8,0 | 345 | 550 | 16 | 77 |
| ССК-25-300-140 | | 300 | 140 | 325 | 8,0 | 404 | 550 | 17 | 90 |
| ССК-25-350-140 | | 350 | 140 | 377 | 8,0 | 480 | 550 | 17 | 120 |
| ССК-25-400-140 | | 400 | 140 | 426 | 8,0 | 500 | 550 | 17 | 135 |
| ССК-25-500-170 | | 500 | 170 | 530 | 9,0 | 627 | 650 | 18 | 215 |
| ССК-25-600-170 | | 600 | 170 | 630 | 9,0 | 735 | 650 | 18 | 266 |
| ССК-25-700-170 | | 700 | 170 | 720 | 10,0 | 830 | 650 | 20 | 330 |
| ССК-25-800-170 | | 800 | 170 | 820 | 10,0 | 930 | 650 | 20 | 409 |
| ССК-25-900-170 | | 900 | 170 | 920 | 11,0 | 1040 | 650 | 22 | 472 |
| ССК-25-1000-170 | | 1000 | 170 | 1020 | 11,0 | 1135 | 650 | 22 | 572 |
| ССК-25-1200-170 | | 1200 | 170 | 1220 | 14,0 | 1350 | 650 | 24 | 680 |
| ССК-25-1400-170 | | 1400 | 170 | 1420 | 14,0 | 1550 | 650 | 24 | 780 |

**ПРИЛОЖЕНИЕ Е»**

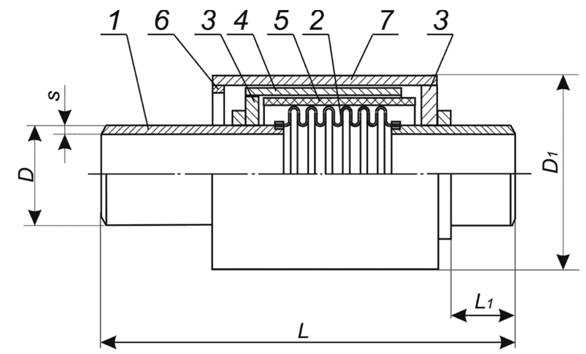
*(справочное)*

**ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ ПО ТЕХНИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ ИЯНШ.300260.033ТУ**

## Схема условных обозначений СК по ИЯНШ.300260.033ТУ




**Приложение «Е.1». Сильфонное компенсационное устройство. Тип М**

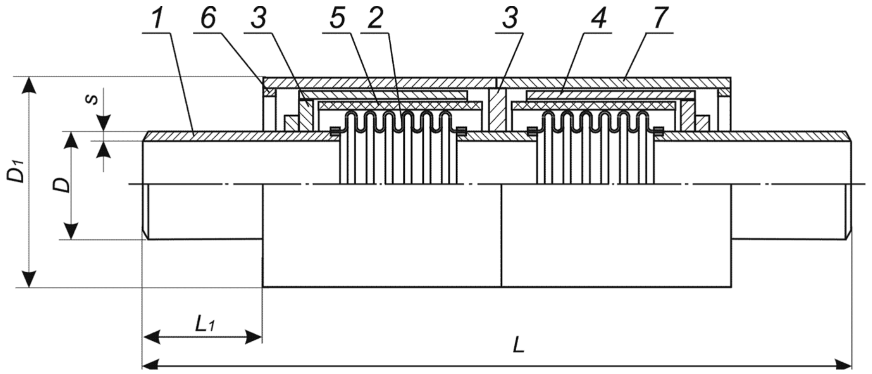



*1 - патрубок присоединительный*
*2 - сильфон*
*3 - фланец опорный*
*4 - патрубок направляющий*
*5 - теплоизоляция*
*6 - ограничитель хода*
*7 - кожух*

***Таблица Е.1***

| Условное обозначение | PN, МПа | DN, мм | Осевой ход $2\lambda_{-1}$, мм | Размеры в миллиметрах | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | D1 | s | L | $L_1$ | |
| СКУ.М-16-57х4,0-40-М** | 1,6 | 50 | 40 | 57 | 180 | 4,0 | 741 | 200 | 23 |
| СКУ.М-16-57х4,0-80-М** | | 50 | 80 | 57 | 203 | 4,0 | 799 | | 36 |
| СКУ.М-16-76х4,0-80-М** | | 65 | 80 | 76 | 203 | 4,0 | 799 | | 36 |
| СКУ.М-16-89х4,0-90-М** | | 80 | 90 | 89 | 219 | 4,0 | 818 | | 34 |
| СКУ.М-16-108х4,0-120-М** | | 100 | 120 | 108 | 219 | 4,0 | 847 | | 37 |
| СКУ.М-16-133х5,0-130-М** | | 125 | 130 | 133 | 245 | 5,0 | 852 | | 50 |
| СКУ.М-16-159х6,0-150-М** | | 150 | 150 | 159 | 299 | 6,0 | 865 | | 73 |
| СКУ.М-16-219х6,0-160-М** | | 200 | 160 | 219 | 359 | 6,0 | 936 | | 98 |
| СКУ.М-16-273х8,0-180-М** | | 250 | 180 | 273 | 409 | 8,0 | 973 | | 140 |
| СКУ.М-16-325х8,0-190-М** | | 300 | 190 | 325 | 462 | 8,0 | 991 | | 172 |
| СКУ.М-16-377х9,0-190-М** | | 350 | 190 | 377 | 512 | 9,0 | 1017 | | 212 |
| СКУ.М-16-426х9,0-200-М** | | 400 | 200 | 426 | 564 | 9,0 | 1049 | | 257 |
| СКУ.М-16-530х8,0-210-М** | | 500 | 210 | 530 | 700 | 8,0 | 1040 | | 332 |
| СКУ.М-16-630х8,0-220-М** | | 600 | 220 | 630 | 800 | 8,0 | 1066 | | 416 |
| СКУ.М-16-720х8,0-220-М** | | 700 | 220 | 720 | 910 | 8,0 | 1162 | | 557 |
| СКУ.М-16-820х9,0-240-М** | | 800 | 240 | 820 | 1010 | 9,0 | 1142 | | 639 |
| СКУ.М-16-920х10,0-260-М** | | 900 | 260 | 920 | 1156 | 10,0 | 1164 | | 852 |
| СКУ.М-16-1020х12,0-260-М** | | 1000 | 260 | 1020 | 1256 | 12,0 | 1160 | | 978 |
| СКУ.М-16-1220х12,0-260-М** | | 1200 | 260 | 1220 | 1456 | 12,0 | 1160 | | 1155 |
| СКУ.М-16-1420х12,0-260-М** | | 1400 | 260 | 1420 | 1656 | 12,0 | 1125 | | 1322 |
| СКУ.М-25-57х4,0-40-М** | 2,5 | 50 | 40 | 57 | 180 | 4,0 | 741 | 200 | 23 |
| СКУ.М-25-57х4,0-80-М** | | 50 | 80 | 57 | 203 | 4,0 | 799 | | 36 |
| СКУ.М-25-76х4,0-80-М** | | 65 | 80 | 76 | 203 | 4,0 | 799 | | 36 |
| СКУ.М-25-89х4,0-90-М** | | 80 | 90 | 89 | 219 | 4,0 | 818 | | 34 |
| СКУ.М-25-108х4,0-120-М** | | 100 | 120 | 108 | 219 | 4,0 | 847 | | 37 |
| СКУ.М-25-133х5,0-130-М** | | 125 | 130 | 133 | 245 | 5,0 | 852 | | 50 |
| СКУ.М-25-159х6,0-150-М** | | 150 | 150 | 159 | 299 | 6,0 | 865 | | 73 |
| СКУ.М-25-219х6,0-160-М** | | 200 | 160 | 219 | 359 | 6,0 | 936 | | 98 |
| СКУ.М-25-273х8,0-180-М** | | 250 | 180 | 273 | 409 | 8,0 | 973 | | 140 |
| СКУ.М-25-325х8,0-190-М** | | 300 | 190 | 325 | 462 | 8,0 | 991 | | 172 |
| СКУ.М-25-377х9,0-190-М** | | 350 | 190 | 377 | 512 | 9,0 | 1017 | | 212 |
| СКУ.М-25-426х9,0-200-М** | | 400 | 200 | 426 | 564 | 9,0 | 1049 | | 257 |
| СКУ.М-25-530х8,0-210-М** | | 500 | 210 | 530 | 700 | 8,0 | 1040 | | 332 |
| СКУ.М-25-630х8,0-220-М** | | 600 | 220 | 630 | 800 | 8,0 | 1066 | | 416 |
| СКУ.М-25-720х8,0-220-М** | | 700 | 220 | 720 | 910 | 8,0 | 1162 | | 557 |
| СКУ.М-25-820х9,0-240-М** | | 800 | 240 | 820 | 1010 | 9,0 | 1142 | | 639 |
| СКУ.М-25-920х10,0-260-М** | | 900 | 260 | 920 | 1156 | 10,0 | 1164 | | 852 |
| СКУ.М-25-1020х12,0-260-М** | | 1000 | 260 | 1020 | 1256 | 12,0 | 1160 | | 978 |
| СКУ.М-25-1220х12,0-260-М** | | 1200 | 260 | 1220 | 1456 | 12,0 | 1160 | | 1155 |
| СКУ.М-25-1420х12,0-260-М** | | 1400 | 260 | 1420 | 1656 | 12,0 | 1125 | | 1322 |

## Двухсильфонное компенсационное устройство. Тип М



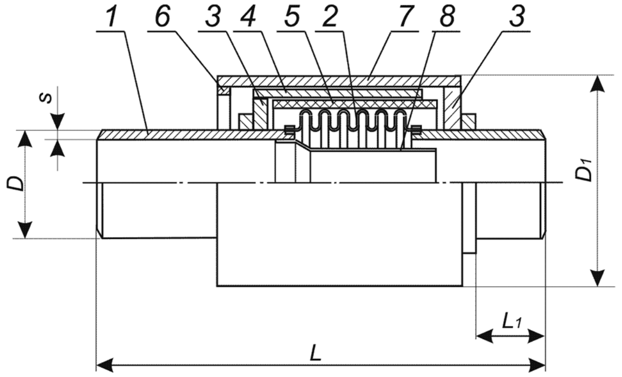

1 - патрубок присоединительный
2 - сильфон
3 - фланец опорный
4 - патрубок направляющий
5 - теплоизоляция
6 - ограничитель хода
7 - кожух

*Продолжение таблицы Е.1*

| Условное обозначение | PN, МПа | DN, мм | Осевой ход $2\lambda_{-1}$, мм | Размеры в миллиметрах | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | $D_1$ | s | L | $L_1$ | |
| 2СКУ.М-16-57х4,0-80-М** | 1,6 | 50 | 80 | 57 | 180 | 4,0 | 1062 | 200 | 40 |
| 2СКУ.М-16-57х4,0-160-М** | | 50 | 160 | 57 | 203 | 4,0 | 1178 | | 64 |
| 2СКУ.М-16-76х4,0-160-М** | | 65 | 160 | 76 | 203 | 4,0 | 1178 | | 64 |
| 2СКУ.М-16-89х4,0-180-М** | | 80 | 180 | 89 | 219 | 4,0 | 1216 | | 59 |
| 2СКУ.М-16-108х4,0-240-М** | | 100 | 240 | 108 | 219 | 4,0 | 1274 | | 64 |
| 2СКУ.М-16-133х5,0-260-М** | | 125 | 260 | 133 | 245 | 5,0 | 1284 | | 87 |
| 2СКУ.М-16-159х6,0-300-М** | | 150 | 300 | 159 | 299 | 6,0 | 1310 | | 127 |
| 2СКУ.М-16-219х6,0-320-М** | | 200 | 320 | 219 | 359 | 6,0 | 1442 | | 165 |
| 2СКУ.М-16-273х8,0-360-М** | | 250 | 360 | 273 | 409 | 8,0 | 1516 | | 236 |
| 2СКУ.М-16-325х8,0-380-М** | | 300 | 380 | 325 | 462 | 8,0 | 1552 | | 292 |
| 2СКУ.М-16-377х9,0-380-М** | | 350 | 380 | 377 | 512 | 9,0 | 1604 | | 362 |
| 2СКУ.М-16-426х9,0-400-М** | | 400 | 400 | 426 | 564 | 9,0 | 1668 | | 445 |
| 2СКУ.М-16-530х8,0-420-М** | | 500 | 420 | 530 | 700 | 8,0 | 1650 | | 570 |
| 2СКУ.М-16-630х8,0-440-М** | | 600 | 440 | 630 | 800 | 8,0 | 1702 | | 710 |
| 2СКУ.М-16-720х8,0-440-М** | | 700 | 440 | 720 | 910 | 8,0 | 1894 | | 970 |
| 2СКУ.М-16-820х9,0-480-М** | | 800 | 480 | 820 | 1010 | 9,0 | 1854 | | 1105 |
| 2СКУ.М-16-920х10,0-520-М** | | 900 | 520 | 920 | 1156 | 10,0 | 1898 | | 1485 |
| 2СКУ.М-16-1020х12,0-520-М** | | 1000 | 520 | 1020 | 1256 | 12,0 | 1890 | | 1693 |
| 2СКУ.М-16-1220х12,0-520-М** | | 1200 | 520 | 1220 | 1456 | 12,0 | 1890 | | 1997 |
| 2СКУ.М-16-1420х12,0-520-М** | | 1400 | 520 | 1420 | 1656 | 12,0 | 1820 | | 2280 |
| 2СКУ.М-25-57х4,0-80-М** | 2,5 | 50 | 80 | 57 | 180 | 4,0 | 1062 | 200 | 40 |
| 2СКУ.М-25-57х4,0-160-М** | | 50 | 160 | 57 | 203 | 4,0 | 1178 | | 64 |
| 2СКУ.М-25-76х4,0-160-М** | | 65 | 160 | 76 | 203 | 4,0 | 1178 | | 64 |
| 2СКУ.М-25-89х4,0-180-М** | | 80 | 180 | 89 | 219 | 4,0 | 1216 | | 59 |
| 2СКУ.М-25-108х4,0-240-М** | | 100 | 240 | 108 | 219 | 4,0 | 1274 | | 64 |
| 2СКУ.М-25-133х5,0-260-М** | | 125 | 260 | 133 | 245 | 5,0 | 1284 | | 87 |
| 2СКУ.М-25-159х6,0-300-М** | | 150 | 300 | 159 | 299 | 6,0 | 1310 | | 127 |
| 2СКУ.М-25-219х6,0-320-М** | | 200 | 320 | 219 | 359 | 6,0 | 1442 | | 165 |
| 2СКУ.М-25-273х8,0-360-М** | | 250 | 360 | 273 | 409 | 8,0 | 1516 | | 236 |
| 2СКУ.М-25-325х8,0-380-М** | | 300 | 380 | 325 | 462 | 8,0 | 1552 | | 292 |
| 2СКУ.М-25-377х9,0-380-М** | | 350 | 380 | 377 | 512 | 9,0 | 1604 | | 362 |
| 2СКУ.М-25-426х9,0-400-М** | | 400 | 400 | 426 | 564 | 9,0 | 1668 | | 445 |
| 2СКУ.М-25-530х8,0-420-М** | | 500 | 420 | 530 | 700 | 8,0 | 1650 | | 570 |
| 2СКУ.М-25-630х8,0-440-М** | | 600 | 440 | 630 | 800 | 8,0 | 1702 | | 710 |
| 2СКУ.М-25-720х8,0-440-М** | | 700 | 440 | 720 | 910 | 8,0 | 1894 | | 970 |
| 2СКУ.М-25-820х9,0-480-М** | | 800 | 480 | 820 | 1010 | 9,0 | 1854 | | 1105 |
| 2СКУ.М-25-920х10,0-520-М** | | 900 | 520 | 920 | 1156 | 10,0 | 1898 | | 1485 |
| 2СКУ.М-25-1020х12,0-520-М** | | 1000 | 520 | 1020 | 1256 | 12,0 | 1890 | | 1693 |
| 2СКУ.М-25-1220х12,0-520-М** | | 1200 | 520 | 1220 | 1456 | 12,0 | 1890 | | 1997 |
| 2СКУ.М-25-1420х12,0-520-М** | | 1400 | 520 | 1420 | 1656 | 12,0 | 1820 | | 2280 |



## Приложение «Е.2». Сильфонное компенсационное устройство. Тип МП

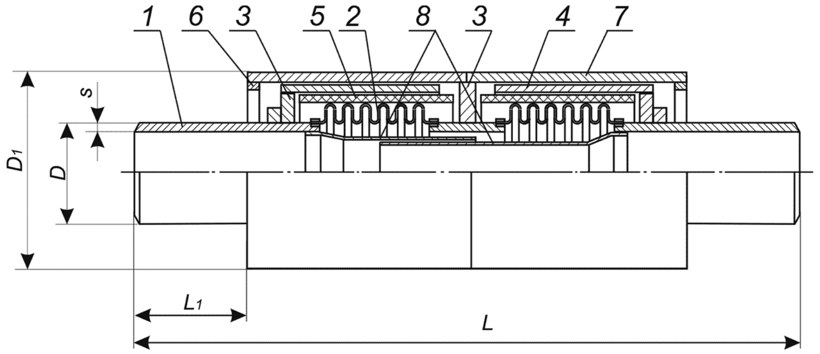



1 - патрубок присоединительный
2 - сильфон
3 - фланец опорный
4 - патрубок направляющий
5 - теплоизоляция
6 - ограничитель хода
7 - кожух
8 - патрубок внутренний направляющий

***Таблица Е.2***

| Условное обозначение | PN, МПа | DN мм | Осевой ход $2\lambda_{-1}$, мм | Размеры в миллиметрах | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | $D_1$ | s | L | $L_1$ | |
| СКУ.МП-16-108х4,0-120-М** | 1,6 | 100 | 120 | 108 | 219 | 4,0 | 847 | 200 | 39 |
| СКУ.МП-16-133х5,0-130-М** | | 125 | 130 | 133 | 245 | 5,0 | 852 | | 52 |
| СКУ.МП-16-159х6,0-150-М** | | 150 | 150 | 159 | 299 | 6,0 | 865 | | 77 |
| СКУ.МП-16-219х6,0-160-М** | | 200 | 160 | 219 | 359 | 6,0 | 936 | | 104 |
| СКУ.МП-16-273х8,0-180-М** | | 250 | 180 | 273 | 409 | 8,0 | 973 | | 147 |
| СКУ.МП-16-325х8,0-190-М** | | 300 | 190 | 325 | 462 | 8,0 | 991 | | 181 |
| СКУ.МП-16-377х9,0-190-М** | | 350 | 190 | 377 | 512 | 9,0 | 1017 | | 224 |
| СКУ.МП-16-426х9,0-200-М** | | 400 | 200 | 426 | 564 | 9,0 | 1049 | | 271 |
| СКУ.МП-16-530х8,0-210-М** | | 500 | 210 | 530 | 700 | 8,0 | 1040 | | 359 |
| СКУ.МП-16-630х8,0-220-М** | | 600 | 220 | 630 | 800 | 8,0 | 1066 | | 449 |
| СКУ.МП-16-720х8,0-220-М** | | 700 | 220 | 720 | 910 | 8,0 | 1162 | | 600 |
| СКУ.МП-16-820х9,0-240-М** | | 800 | 240 | 820 | 1010 | 9,0 | 1142 | | 686 |
| СКУ.МП-16-920х10,0-260-М** | | 900 | 260 | 920 | 1156 | 10,0 | 1164 | | 909 |
| СКУ.МП-16-1020х12,0-260-М** | | 1000 | 260 | 1020 | 1256 | 12,0 | 1160 | | 1040 |
| СКУ.МП-16-1220х12,0-260-М** | | 1200 | 260 | 1220 | 1456 | 12,0 | 1160 | | 1254 |
| СКУ.МП-16-1420х12,0-260-М** | | 1400 | 260 | 1420 | 1656 | 12,0 | 1125 | | 1433 |
| СКУ.МП-25-108х4,0-120-М** | 2,5 | 100 | 120 | 108 | 219 | 4,0 | 847 | 200 | 39 |
| СКУ.МП-25-133х5,0-130-М** | | 125 | 130 | 133 | 245 | 5,0 | 852 | | 52 |
| СКУ.МП-25-159х6,0-150-М** | | 150 | 150 | 159 | 299 | 6,0 | 865 | | 77 |
| СКУ.МП-25-219х6,0-160-М** | | 200 | 160 | 219 | 359 | 6,0 | 936 | | 104 |
| СКУ.МП-25-273х8,0-180-М** | | 250 | 180 | 273 | 409 | 8,0 | 973 | | 147 |
| СКУ.МП-25-325х8,0-190-М** | | 300 | 190 | 325 | 462 | 8,0 | 991 | | 181 |
| СКУ.МП-25-377х9,0-190-М** | | 350 | 190 | 377 | 512 | 9,0 | 1017 | | 224 |
| СКУ.МП-25-426х9,0-200-М** | | 400 | 200 | 426 | 564 | 9,0 | 1049 | | 271 |
| СКУ.МП-25-530х8,0-210-М** | | 500 | 210 | 530 | 700 | 8,0 | 1040 | | 359 |
| СКУ.МП-25-630х8,0-220-М** | | 600 | 220 | 630 | 800 | 8,0 | 1066 | | 449 |
| СКУ.МП-25-720х8,0-220-М** | | 700 | 220 | 720 | 910 | 8,0 | 1162 | | 600 |
| СКУ.МП-25-820х9,0-240-М** | | 800 | 240 | 820 | 1010 | 9,0 | 1142 | | 686 |
| СКУ.МП-25-920х10,0-260-М** | | 900 | 260 | 920 | 1156 | 10,0 | 1164 | | 909 |
| СКУ.МП-25-1020х12,0-260-М** | | 1000 | 260 | 1020 | 1256 | 12,0 | 1160 | | 1040 |
| СКУ.МП-25-1220х12,0-260-М** | | 1200 | 260 | 1220 | 1456 | 12,0 | 1160 | | 1254 |
| СКУ.МП-25-1420х12,0-260-М** | | 1400 | 260 | 1420 | 1656 | 12,0 | 1125 | | 1433 |

### Двухсильфонное компенсационное устройство. Тип МП

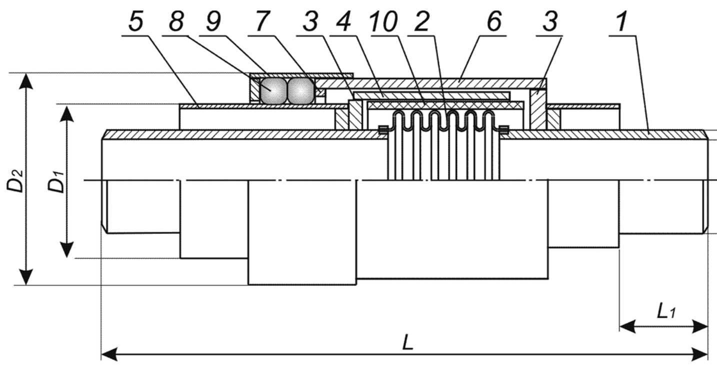



1 - патрубок присоединительный
2 - сильфон
3 - фланец опорный
4 - патрубок направляющий
5 - теплоизоляция
6 - ограничитель хода
7 - кожух
8 - патрубок внутренний направляющий

*Продолжение таблицы Е.2*

| Условное обозначение | PN, МПа | DN, мм | Осевой ход $2\lambda_{-1}$, мм | Размеры в миллиметрах | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | $D_1$ | s | L | $L_1$ | |
| 2СКУ.МП-16-219х6,0-320-М** | | 200 | 320 | 219 | 359 | 6,0 | 1442 | | 178 |
| 2СКУ.МП-16-273х8,0-360-М** | | 250 | 360 | 273 | 409 | 8,0 | 1516 | | 254 |
| 2СКУ.МП-16-325х8,0-380-М** | | 300 | 380 | 325 | 462 | 8,0 | 1552 | | 314 |
| 2СКУ.МП-16-377х9,0-380-М** | | 350 | 380 | 377 | 512 | 9,0 | 1604 | | 389 |
| 2СКУ.МП-16-426х9,0-400-М** | | 400 | 400 | 426 | 564 | 9,0 | 1668 | | 477 |
| 2СКУ.МП-16-530х8,0-420-М** | | 500 | 420 | 530 | 700 | 8,0 | 1650 | | 628 |
| 2СКУ.МП-16-630х8,0-440-М** | 1,6 | 600 | 440 | 630 | 800 | 8,0 | 1702 | 200 | 783 |
| 2СКУ.МП-16-720х8,0-440-М** | | 700 | 440 | 720 | 910 | 8,0 | 1894 | | 1064 |
| 2СКУ.МП-16-820х9,0-480-М** | | 800 | 480 | 820 | 1010 | 9,0 | 1854 | | 1212 |
| 2СКУ.МП-16-920х10,0-520-М** | | 900 | 520 | 920 | 1156 | 10,0 | 1898 | | 1611 |
| 2СКУ.МП-16-1020х12,0-520-М** | | 1000 | 520 | 1020 | 1256 | 12,0 | 1890 | | 1825 |
| 2СКУ.МП-16-1220х12,0-520-М** | | 1200 | 520 | 1220 | 1456 | 12,0 | 1890 | | 2209 |
| 2СКУ.МП-16-1420х12,0-520-М** | | 1400 | 520 | 1420 | 1656 | 12,0 | 1820 | | 2518 |
| 2СКУ.МП-25-219х6,0-320-М** | | 200 | 320 | 219 | 359 | 6,0 | 1442 | | 178 |
| 2СКУ.МП-25-273х8,0-360-М** | | 250 | 360 | 273 | 409 | 8,0 | 1516 | | 254 |
| 2СКУ.МП-25-325х8,0-380-М** | | 300 | 380 | 325 | 462 | 8,0 | 1552 | | 314 |
| 2СКУ.МП-25-377х9,0-380-М** | | 350 | 380 | 377 | 512 | 9,0 | 1604 | | 389 |
| 2СКУ.МП-25-426х9,0-400-М** | | 400 | 400 | 426 | 564 | 9,0 | 1668 | | 477 |
| 2СКУ.МП-25-530х8,0-420-М** | | 500 | 420 | 530 | 700 | 8,0 | 1650 | | 628 |
| 2СКУ.МП-25-630х8,0-440-М** | 2,5 | 600 | 440 | 630 | 800 | 8,0 | 1702 | 200 | 783 |
| 2СКУ.МП-25-720х8,0-440-М** | | 700 | 440 | 720 | 910 | 8,0 | 1894 | | 1064 |
| 2СКУ.МП-25-820х9,0-480-М** | | 800 | 480 | 820 | 1010 | 9,0 | 1854 | | 1212 |
| 2СКУ.МП-25-920х10,0-520-М** | | 900 | 520 | 920 | 1156 | 10,0 | 1898 | | 1611 |
| 2СКУ.МП-25-1020х12,0-520-М** | | 1000 | 520 | 1020 | 1256 | 12,0 | 1890 | | 1825 |
| 2СКУ.МП-25-1220х12,0-520-М** | | 1200 | 520 | 1220 | 1456 | 12,0 | 1890 | | 2209 |
| 2СКУ.МП-25-1420х12,0-520-М** | | 1400 | 520 | 1420 | 1656 | 12,0 | 1820 | | 2518 |

### Приложение «Е.3». Сильфонное компенсационное устройство. Тип ППМ

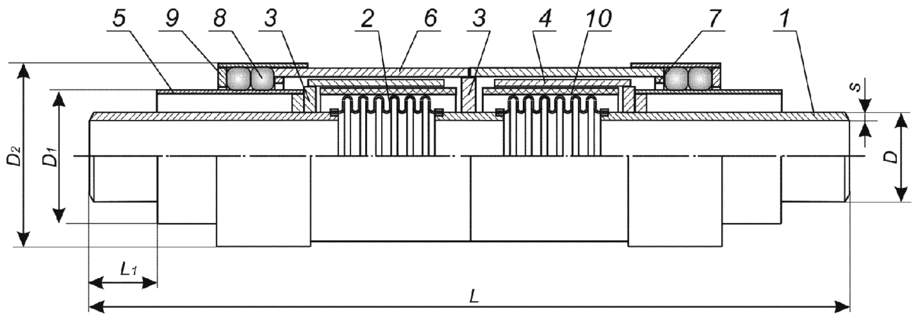



1 - патрубок присоединительный
2 - сильфон
3 - фланец опорный
4 - патрубок направляющий
5 - гильза
6 - кожух
7 - ограничитель хода
8 - уплотнение сальниковое
9 - стакан прижимной
10 - теплоизоляция

***Таблица Е.3***

| Условное обозначение | PN, МПа | DN, мм | Осевой ход $2\lambda_{-1}$, мм | Размеры в миллиметрах | | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | $D_1$ | $D_2$ | s | L | $L_1$ | |
| СКУ.ППМ-16-57х4,0/140-40-М** | | 50 | 40 | 57 | 140 | 186 | 4,0 | 1069 | | 31 |
| СКУ.ППМ-16-57х4,0/140-80-М** | | 50 | 80 | 57 | 140 | 209 | 4,0 | 1147 | | 46 |
| СКУ.ППМ-16-76х4,0/160-80-М** | | 65 | 80 | 76 | 160 | 209 | 4,0 | 1147 | | 46 |
| СКУ.ППМ-16-89х4,0/180-90-М** | | 80 | 90 | 89 | 180 | 226 | 4,0 | 1171 | | 46 |
| СКУ.ППМ-16-108х4,0/180-120-М** | | 100 | 120 | 108 | 180 | 226 | 4,0 | 1215 | | 51 |
| СКУ.ППМ-16-133х5,0/205-130-М** | | 125 | 130 | 133 | 205 | 251 | 5,0 | 1225 | | 67 |
| СКУ.ППМ-16-159х6,0/257-150-М** | | 150 | 150 | 159 | 257 | 303 | 6,0 | 1248 | | 98 |
| СКУ.ППМ-16-219х6,0/309-160-М** | | 200 | 160 | 219 | 309 | 367 | 6,0 | 1334 | | 137 |
| СКУ.ППМ-16-273х7,0/359-180-М** | | 250 | 180 | 273 | 359 | 417 | 8,0 | 1393 | | 194 |
| СКУ.ППМ-16-325х8,0/412-190-М** | | 300 | 190 | 325 | 412 | 472 | 8,0 | 1416 | | 244 |
| СКУ.ППМ-16-377х9,0/462-190-М** | 1,6 | 350 | 190 | 377 | 462 | 522 | 9,0 | 1447 | 200 | 299 |
| СКУ.ППМ-16-377х9,0/514-190-М** | | 350 | 190 | 377 | 514 | 574 | 9,0 | 1447 | | 345 |
| СКУ.ППМ-16-426х9,0/514-200-М** | | 400 | 200 | 426 | 514 | 574 | 9,0 | 1479 | | 355 |
| СКУ.ППМ-16-530х8,0/650-210-М** | | 500 | 210 | 530 | 650 | 710 | 8,0 | 1475 | | 470 |
| СКУ.ППМ-16-530х8,0/670-210-М** | | 500 | 210 | 530 | 670 | 730 | 8,0 | 1475 | | 486 |
| СКУ.ППМ-16-630х8,0/750-220-М** | | 600 | 220 | 630 | 750 | 810 | 8,0 | 1506 | | 568 |
| СКУ.ППМ-16-720х8,0/860-220-М** | | 700 | 220 | 720 | 860 | 920 | 8,0 | 1602 | | 743 |
| СКУ.ППМ-16-820х9,0/960-240-М** | | 800 | 240 | 820 | 960 | 1020 | 9,0 | 1592 | | 861 |
| СКУ.ППМ-16-820х9,0/996-240-М** | | 800 | 240 | 820 | 996 | 1056 | 9,0 | 1592 | | 924 |
| СКУ.ППМ-16-920х10,0/1096-260-М** | | 900 | 260 | 920 | 1096 | 1166 | 10,0 | 1639 | | 1158 |
| СКУ.ППМ-16-1020х12,0/1196-260-М** | | 1000 | 260 | 1020 | 1196 | 1266 | 12,0 | 1635 | | 1340 |
| СКУ.ППМ-25-57х4,0/140-40-М** | | 50 | 40 | 57 | 140 | 186 | 4,0 | 1069 | | 31 |
| СКУ.ППМ-25-57х4,0/140-80-М** | | 50 | 80 | 57 | 140 | 209 | 4,0 | 1147 | | 46 |
| СКУ.ППМ-25-76х4,0/160-80-М** | | 65 | 80 | 76 | 160 | 209 | 4,0 | 1147 | | 46 |
| СКУ.ППМ-25-89х4,0/180-90-М** | | 80 | 90 | 89 | 180 | 226 | 4,0 | 1171 | | 46 |
| СКУ.ППМ-25-108х4,0/180-120-М** | | 100 | 120 | 108 | 180 | 226 | 4,0 | 1215 | | 51 |
| СКУ.ППМ-25-133х5,0/205-130-М** | | 125 | 130 | 133 | 205 | 251 | 5,0 | 1225 | | 67 |
| СКУ.ППМ-25-159х6,0/257-150-М** | | 150 | 150 | 159 | 257 | 303 | 6,0 | 1248 | | 98 |
| СКУ.ППМ-25-219х6,0/309-160-М** | | 200 | 160 | 219 | 309 | 367 | 6,0 | 1334 | | 137 |
| СКУ.ППМ-25-273х7,0/359-180-М** | | 250 | 180 | 273 | 359 | 417 | 8,0 | 1393 | | 194 |
| СКУ.ППМ-25-325х8,0/412-190-М** | | 300 | 190 | 325 | 412 | 472 | 8,0 | 1416 | | 244 |
| СКУ.ППМ-25-377х9,0/462-190-М** | 2,5 | 350 | 190 | 377 | 462 | 522 | 9,0 | 1447 | 200 | 299 |
| СКУ.ППМ-25-377х9,0/514-190-М** | | 350 | 190 | 377 | 514 | 574 | 9,0 | 1447 | | 345 |
| СКУ.ППМ-25-426х9,0/514-200-М** | | 400 | 200 | 426 | 514 | 574 | 9,0 | 1479 | | 355 |
| СКУ.ППМ-25-530х8,0/650-210-М** | | 500 | 210 | 530 | 650 | 710 | 8,0 | 1475 | | 470 |
| СКУ.ППМ-25-530х8,0/670-210-М** | | 500 | 210 | 530 | 670 | 730 | 8,0 | 1475 | | 486 |
| СКУ.ППМ-25-630х8,0/750-220-М** | | 600 | 220 | 630 | 750 | 810 | 8,0 | 1506 | | 568 |
| СКУ.ППМ-25-720х8,0/860-220-М** | | 700 | 220 | 720 | 860 | 920 | 8,0 | 1602 | | 743 |
| СКУ.ППМ-25-820х9,0/960-240-М** | | 800 | 240 | 820 | 960 | 1020 | 9,0 | 1592 | | 861 |
| СКУ.ППМ-25-820х9,0/996-240-М** | | 800 | 240 | 820 | 996 | 1056 | 9,0 | 1592 | | 924 |
| СКУ.ППМ-25-920х10,0/1096-260-М** | | 900 | 260 | 920 | 1096 | 1166 | 10,0 | 1639 | | 1158 |
| СКУ.ППМ-25-1020х12,0/1196-260-М** | | 1000 | 260 | 1020 | 1196 | 1266 | 12,0 | 1635 | | 1340 |

## Двухсильфонное компенсационное устройство. Тип ППМ

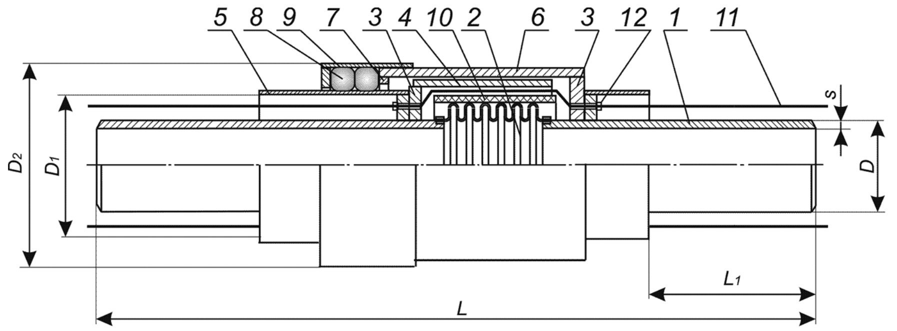



1 - патрубок присоединительный
2 - сильфон
3 - фланец опорный
4 - патрубок направляющий
5 - гильза
6 - кожух
7 - ограничитель хода
8 - уплотнение сальниковое
9 - стакан прижимной
10 - теплоизоляция

*Продолжение таблицы Е.3*

| Условное обозначение | PN, МПа | DN, мм | Осевой ход $2\lambda_{-1}$, мм | Размеры в миллиметрах | | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | $D_1$ | $D_2$ | s | L | $L_1$ | |
| 2СКУ.ППМ-16-57х4,0/140-80-М** | 1,6 | 50 | 80 | 57 | 140 | 186 | 4,0 | 1458 | 200 | 51 |
| 2СКУ.ППМ-16-57х4,0/140-160-М** | | 50 | 160 | 57 | 140 | 209 | 4,0 | 1614 | | 79 |
| 2СКУ.ППМ-16-76х4,0/160-160-М** | | 65 | 160 | 76 | 160 | 209 | 4,0 | 1614 | | 79 |
| 2СКУ.ППМ-16-89х4,0/180-180-М** | | 80 | 180 | 89 | 180 | 226 | 4,0 | 1662 | | 76 |
| 2СКУ.ППМ-16-108х4,0/180-240-М** | | 100 | 240 | 108 | 180 | 226 | 4,0 | 1750 | | 84 |
| 2СКУ.ППМ-16-133х5,0/205-260-М** | | 125 | 260 | 133 | 205 | 251 | 5,0 | 1770 | | 111 |
| 2СКУ.ППМ-16-159х6,0/257-300-М** | | 150 | 300 | 159 | 257 | 303 | 6,0 | 1816 | | 162 |
| 2СКУ.ППМ-16-219х6,0/309-320-М** | | 200 | 320 | 219 | 309 | 367 | 6,0 | 1978 | | 221 |
| 2СКУ.ППМ-16-273х7,0/359-360-М** | | 250 | 360 | 273 | 359 | 417 | 8,0 | 2096 | | 318 |
| 2СКУ.ППМ-16-325х8,0/412-380-М** | | 300 | 380 | 325 | 412 | 472 | 8,0 | 2142 | | 402 |
| 2СКУ.ППМ-16-377х9,0/462-380-М** | | 350 | 380 | 377 | 462 | 522 | 9,0 | 2204 | | 493 |
| 2СКУ.ППМ-16-377х9,0/514-380-М** | | 350 | 380 | 377 | 514 | 574 | 9,0 | 2204 | | 562 |
| 2СКУ.ППМ-16-426х9,0/514-400-М** | | 400 | 400 | 426 | 514 | 574 | 9,0 | 2268 | | 593 |
| 2СКУ.ППМ-16-530х8,0/650-420-М** | | 500 | 420 | 530 | 650 | 710 | 8,0 | 2260 | | 770 |
| 2СКУ.ППМ-16-530х8,0/670-420-М** | | 500 | 420 | 530 | 670 | 730 | 8,0 | 2260 | | 795 |
| 2СКУ.ППМ-16-630х8,0/750-440-М** | | 600 | 440 | 630 | 750 | 810 | 8,0 | 2322 | | 536 |
| 2СКУ.ППМ-16-720х8,0/860-440-М** | | 700 | 440 | 720 | 860 | 920 | 8,0 | 2514 | | 1240 |
| 2СКУ.ППМ-16-820х9,0/960-480-М** | | 800 | 480 | 820 | 960 | 1020 | 9,0 | 2494 | | 1429 |
| 2СКУ.ППМ-16-820х9,0/996-480-М** | | 800 | 480 | 820 | 996 | 1056 | 9,0 | 2494 | | 1516 |
| 2СКУ.ППМ-16-920х10,0/1096-520-М** | | 900 | 520 | 920 | 1096 | 1166 | 10,0 | 2588 | | 1930 |
| 2СКУ.ППМ-16-1020х12,0/1196-520-М** | | 1000 | 520 | 1020 | 1196 | 1266 | 12,0 | 2580 | | 2218 |
| 2СКУ.ППМ-25-57х4,0/140-80-М** | 2,5 | 50 | 80 | 57 | 140 | 186 | 4,0 | 1458 | 200 | 51 |
| 2СКУ.ППМ-25-57х4,0/140-160-М** | | 50 | 160 | 57 | 140 | 209 | 4,0 | 1614 | | 79 |
| 2СКУ.ППМ-25-76х4,0/160-160-М** | | 65 | 160 | 76 | 160 | 209 | 4,0 | 1614 | | 79 |
| 2СКУ.ППМ-25-89х4,0/180-180-М** | | 80 | 180 | 89 | 180 | 226 | 4,0 | 1662 | | 76 |
| 2СКУ.ППМ-25-108х4,0/180-240-М** | | 100 | 240 | 108 | 180 | 226 | 4,0 | 1750 | | 84 |
| 2СКУ.ППМ-25-133х5,0/205-260-М** | | 125 | 260 | 133 | 205 | 251 | 5,0 | 1770 | | 111 |
| 2СКУ.ППМ-25-159х6,0/257-300-М** | | 150 | 300 | 159 | 257 | 303 | 6,0 | 1816 | | 162 |
| 2СКУ.ППМ-25-219х6,0/309-320-М** | | 200 | 320 | 219 | 309 | 367 | 6,0 | 1978 | | 221 |
| 2СКУ.ППМ-25-273х7,0/359-360-М** | | 250 | 360 | 273 | 359 | 417 | 8,0 | 2096 | | 318 |
| 2СКУ.ППМ-25-325х8,0/412-380-М** | | 300 | 380 | 325 | 412 | 472 | 8,0 | 2142 | | 402 |
| 2СКУ.ППМ-25-377х9,0/462-380-М** | | 350 | 380 | 377 | 462 | 522 | 9,0 | 2204 | | 493 |
| 2СКУ.ППМ-25-377х9,0/514-380-М** | | 350 | 380 | 377 | 514 | 574 | 9,0 | 2204 | | 562 |
| 2СКУ.ППМ-25-426х9,0/514-400-М** | | 400 | 400 | 426 | 514 | 574 | 9,0 | 2268 | | 593 |
| 2СКУ.ППМ-25-530х8,0/650-420-М** | | 500 | 420 | 530 | 650 | 710 | 8,0 | 2260 | | 770 |
| 2СКУ.ППМ-25-530х8,0/670-420-М** | | 500 | 420 | 530 | 670 | 730 | 8,0 | 2260 | | 795 |
| 2СКУ.ППМ-25-630х8,0/750-440-М** | | 600 | 440 | 630 | 750 | 810 | 8,0 | 2322 | | 536 |
| 2СКУ.ППМ-25-720х8,0/860-440-М** | | 700 | 440 | 720 | 860 | 920 | 8,0 | 2514 | | 1240 |
| 2СКУ.ППМ-25-820х9,0/960-480-М** | | 800 | 480 | 820 | 960 | 1020 | 9,0 | 2494 | | 1429 |
| 2СКУ.ППМ-25-820х9,0/996-480-М** | | 800 | 480 | 820 | 996 | 1056 | 9,0 | 2494 | | 1516 |
| 2СКУ.ППМ-25-920х10,0/1096-520-М** | | 900 | 520 | 920 | 1096 | 1166 | 10,0 | 2588 | | 1930 |
| 2СКУ.ППМ-25-1020х12,0/1196-520-М** | | 1000 | 520 | 1020 | 1196 | 1266 | 12,0 | 2580 | | 2218 |

## Приложение «Е.4». Сильфонное компенсационное устройство. Тип ППУ




1 - патрубок присоединительный
2 - сильфон
3 - фланец опорный
4 - патрубок направляющий
5 - гильза
6 - кожух
7 - ограничитель хода
8 - уплотнение сальниковое
9 - стакан прижимной
10 - теплоизоляция
11 - проводник СОДК
12 - ввод кабельный

***Таблица Е.4***

| Условное обозначение | PN, МПа | DN, мм | Осевой ход $2\lambda_{-1}$, мм | Размеры в миллиметрах | | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | $D_1$ | $D_2$ | s | L | $L_1$ | |
| СКУ.ППУ-16-57х4,0/127-40-ОДК-М** | 1,6 | 50 | 40 | 57 | 127 | 188 | 4,0 | 1564 | 150 | 31 |
| СКУ.ППУ-16-57х4,0/142-40-ОДК-М** | | 50 | 40 | 57 | 142 | 188 | 4,0 | 1564 | | 32 |
| СКУ.ППУ-16-57х4,0/127-40-ОДК-М** | | 50 | 80 | 57 | 127 | 188 | 4,0 | 1628 | | 36 |
| СКУ.ППУ-16-57х4,0/142-40-ОДК-М** | | 50 | 80 | 57 | 142 | 188 | 4,0 | 1628 | | 36 |
| СКУ.ППУ-16-76х4,0/142-80-ОДК-М** | | 65 | 80 | 76 | 142 | 188 | 4,0 | 1628 | | 36 |
| СКУ.ППУ-16-76х4,0/162-80-ОДК-М** | | 65 | 80 | 76 | 162 | 211 | 4,0 | 1628 | | 47 |
| СКУ.ППУ-16-89х4,0/162-90-ОДК-М** | | 80 | 90 | 89 | 162 | 211 | 4,0 | 1652 | | 49 |
| СКУ.ППУ-16-89х4,0/182-90-ОДК-М** | | 80 | 90 | 89 | 182 | 227 | 4,0 | 1652 | | 50 |
| СКУ.ППУ-16-108х4,0/182-120-ОДК-М** | | 100 | 120 | 108 | 182 | 227 | 4,0 | 1696 | | 47 |
| СКУ.ППУ-16-108х4,0/202-120-ОДК-М** | | 100 | 120 | 108 | 202 | 253 | 4,0 | 1696 | | 59 |
| СКУ.ППУ-16-133х5,0/228-130-ОДК-М** | | 125 | 130 | 133 | 228 | 281 | 5,0 | 1710 | | 70 |
| СКУ.ППУ-16-133х5,0/253-130-ОДК-М** | | 125 | 130 | 133 | 253 | 307 | 5,0 | 1710 | | 87 |
| СКУ.ППУ-16-159х6,0/253-150-ОДК-М** | | 150 | 150 | 159 | 253 | 307 | 6,0 | 1733 | | 91 |
| СКУ.ППУ-16-159х6,0/283-150-ОДК-М** | | 150 | 150 | 159 | 283 | 333 | 6,0 | 1733 | | 96 |
| СКУ.ППУ-16-219х8,0/318-160-ОДК-М** | | 200 | 160 | 219 | 318 | 387 | 8,0 | 1820 | | 152 |
| СКУ.ППУ-16-219х8,0/358-160-ОДК-М** | | 200 | 160 | 219 | 358 | 419 | 8,0 | 1820 | 210 | 178 |
| СКУ.ППУ-16-273х8,0/404-180-ОДК-М** | | 250 | 180 | 273 | 404 | 464 | 8,0 | 1987 | | 251 |
| СКУ.ППУ-16-273х8,0/454-180-ОДК-М** | | 250 | 180 | 273 | 454 | 518 | 8,0 | 1987 | | 298 |
| СКУ.ППУ-16-325х8,0/454-190-ОДК-М** | | 300 | 190 | 325 | 454 | 518 | 8,0 | 2010 | | 303 |
| СКУ.ППУ-16-325х8,0/504-190-ОДК-М** | | 300 | 190 | 325 | 505 | 570 | 8,0 | 2010 | | 348 |
| СКУ.ППУ-16-377х9,0/505-190-ОДК-М** | | 350 | 190 | 377 | 505 | 570 | 9,0 | 2078 | | 381 |
| СКУ.ППУ-16-377х9,0/565-190-ОДК-М** | | 350 | 190 | 377 | 565 | 630 | 9,0 | 2078 | | 437 |
| СКУ.ППУ-16-426х9,0/565-200-ОДК-М** | | 400 | 200 | 426 | 565 | 630 | 9,0 | 2192 | | 465 |
| СКУ.ППУ-16-426х9,0/605-200-ОДК-М** | | 400 | 200 | 426 | 605 | 670 | 9,0 | 2192 | | 506 |
| СКУ.ППУ-16-426х9,0/635-200-ОДК-М** | | 400 | 200 | 426 | 635 | 700 | 9,0 | 2192 | | 538 |
| СКУ.ППУ-16-530х8,0/680-210-ОДК-М** | | 500 | 210 | 530 | 680 | 752 | 8,0 | 2197 | | 586 |
| СКУ.ППУ-16-530х8,0/715-210-ОДК-М** | | 500 | 210 | 530 | 715 | 787 | 8,0 | 2197 | | 632 |
| СКУ.ППУ-16-530х8,0/781-210-ОДК-М** | | 500 | 210 | 530 | 781 | 854 | 8,0 | 2197 | | 652 |
| СКУ.ППУ-16-530х8,0/806-210-ОДК-М** | | 500 | 210 | 530 | 806 | 878 | 8,0 | 2197 | | 686 |
| СКУ.ППУ-16-630х8,0/781-220-ОДК-М** | | 600 | 220 | 630 | 781 | 854 | 8,0 | 2214 | | 702 |
| СКУ.ППУ-16-630х8,0/806-220-ОДК-М** | | 600 | 220 | 630 | 806 | 878 | 8,0 | 2214 | | 739 |
| СКУ.ППУ-16-630х8,0/881-220-ОДК-М** | | 600 | 220 | 630 | 881 | 957 | 8,0 | 2214 | | 790 |
| СКУ.ППУ-16-630х8,0/906-220-ОДК-М** | | 600 | 220 | 630 | 906 | 982 | 8,0 | 2214 | | 864 |
| СКУ.ППУ-16-720х8,0/881-220-ОДК-М** | | 700 | 220 | 720 | 881 | 957 | 8,0 | 2208 | | 892 |
| СКУ.ППУ-16-720х8,0/906-220-ОДК-М** | | 700 | 220 | 720 | 906 | 982 | 8,0 | 2208 | | 935 |
| СКУ.ППУ-16-720х8,0/982-220-ОДК-М** | | 700 | 220 | 720 | 982 | 1058 | 8,0 | 2208 | | 976 |
| СКУ.ППУ-16-720х8,0/1008-220-ОДК-М** | | 700 | 220 | 720 | 1008 | 1084 | 8,0 | 2208 | | 998 |
| СКУ.ППУ-16-820х9,0/982-240-ОДК-М** | | 800 | 240 | 820 | 982 | 1058 | 9,0 | 2198 | | 1039 |
| СКУ.ППУ-16-820х9,0/1008-240-ОДК-М** | | 800 | 240 | 820 | 1008 | 1084 | 9,0 | 2198 | | 1086 |
| СКУ.ППУ-16-820х9,0/1084-240-ОДК-М** | | 800 | 240 | 820 | 1084 | 1160 | 9,0 | 2198 | | 1156 |
| СКУ.ППУ-16-820х9,0/1110-240-ОДК-М** | | 800 | 240 | 820 | 1110 | 1186 | 9,0 | 2198 | | 1184 |

*Продолжение таблицы Е.4*

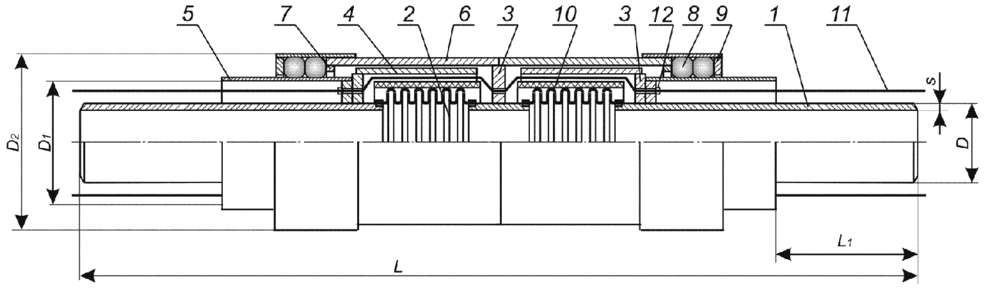
| Условное обозначение | PN, МПа | DN, мм | Осевой ход 2λ-1, мм | Размеры в миллиметрах | | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | $D_1$ | $D_2$ | s | L | $L_1$ | |
| СКУ.ППУ-16-920x10,0/1084-260-ОДК-М** | | 900 | 260 | 920 | 1084 | 1160 | 10,0 | 2228 | | 1242 |
| СКУ.ППУ-16-920x10,0/1110-260-ОДК-М** | | 900 | 260 | 920 | 1110 | 1186 | 10,0 | 2228 | | 1295 |
| СКУ.ППУ-16-920x10,0/1187-260-ОДК-М** | | 900 | 260 | 920 | 1187 | 1270 | 10,0 | 2228 | | 1372 |
| СКУ.ППУ-16-920x10,0/1212-260-ОДК-М** | | 900 | 260 | 920 | 1212 | 1288 | 10,0 | 2228 | | 1411 |
| СКУ.ППУ-16-1020x12,0/1187-260-ОДК-М** | | 1000 | 260 | 1020 | 1187 | 1270 | 12,0 | 2245 | | 1494 |
| СКУ.ППУ-16-1020x12,0/1212-260-ОДК-М** | 1,6 | 1000 | 260 | 1020 | 1212 | 1294 | 12,0 | 2245 | 210 | 1549 |
| СКУ.ППУ-16-1220x12,0/1387-260-ОДК-М** | | 1200 | 260 | 1220 | 1387 | 1472 | 12,0 | 2245 | | 1771 |
| СКУ.ППУ-16-1220x12,0/1412-260-ОДК-М** | | 1200 | 260 | 1220 | 1412 | 1496 | 12,0 | 2245 | | 1833 |
| СКУ.ППУ-16-1220x12,0/1437-260-ОДК-М** | | 1200 | 260 | 1220 | 1437 | 1522 | 12,0 | 2245 | | 1896 |
| СКУ.ППУ-16-1420x14,0/1587-260-ОДК-М** | | 1400 | 260 | 1420 | 1587 | 1672 | 14,0 | 2210 | | 2024 |
| СКУ.ППУ-16-1420x14,0/1612-260-ОДК-М** | | 1400 | 260 | 1420 | 1612 | 1697 | 14,0 | 2210 | | 2210 |
| СКУ.ППУ-25-57x4,0/127-40-ОДК-М** | | 50 | 40 | 57 | 127 | 188 | 4,0 | 1564 | | 31 |
| СКУ.ППУ-25-57x4,0/142-40-ОДК-М** | | 50 | 40 | 57 | 142 | 188 | 4,0 | 1564 | | 32 |
| СКУ.ППУ-25-57x4,0/127-80-ОДК-М** | | 50 | 80 | 57 | 127 | 188 | 4,0 | 1628 | | 36 |
| СКУ.ППУ-25-57x4,0/142-80-ОДК-М** | | 50 | 80 | 57 | 142 | 188 | 4,0 | 1628 | | 36 |
| СКУ.ППУ-25-76x4,0/142-80-ОДК-М** | | 65 | 80 | 76 | 142 | 188 | 4,0 | 1628 | | 36 |
| СКУ.ППУ-25-76x4,0/162-80-ОДК-М** | | 65 | 80 | 76 | 162 | 211 | 4,0 | 1628 | | 47 |
| СКУ.ППУ-25-89x4,0/162-90-ОДК-М** | | 80 | 90 | 89 | 162 | 211 | 4,0 | 1652 | | 49 |
| СКУ.ППУ-25-89x4,0/182-90-ОДК-М** | | 80 | 90 | 89 | 182 | 227 | 4,0 | 1652 | 150 | 50 |
| СКУ.ППУ-25-108x4,0/182-120-ОДК-М** | | 100 | 120 | 108 | 182 | 227 | 4,0 | 1696 | | 47 |
| СКУ.ППУ-25-108x4,0/202-120-ОДК-М** | | 100 | 120 | 108 | 202 | 253 | 4,0 | 1696 | | 59 |
| СКУ.ППУ-25-133x5,0/228-130-ОДК-М** | | 125 | 130 | 133 | 228 | 281 | 5,0 | 1710 | | 70 |
| СКУ.ППУ-25-133x5,0/253-130-ОДК-М** | | 125 | 130 | 133 | 253 | 307 | 5,0 | 1710 | | 87 |
| СКУ.ППУ-25-159x6,0/253-150-ОДК-М** | | 150 | 150 | 159 | 253 | 307 | 6,0 | 1733 | | 91 |
| СКУ.ППУ-25-159x6,0/283-150-ОДК-М** | | 150 | 150 | 159 | 283 | 333 | 6,0 | 1733 | | 96 |
| СКУ.ППУ-25-219x8,0/318-160-ОДК-М** | | 200 | 160 | 219 | 318 | 387 | 8,0 | 1820 | | 152 |
| СКУ.ППУ-25-219x8,0/358-160-ОДК-М** | | 200 | 160 | 219 | 358 | 419 | 8,0 | 1820 | | 178 |
| СКУ.ППУ-25-273x8,0/404-180-ОДК-М** | | 250 | 180 | 273 | 404 | 464 | 8,0 | 1987 | | 251 |
| СКУ.ППУ-25-273x8,0/454-180-ОДК-М** | | 250 | 180 | 273 | 454 | 518 | 8,0 | 1987 | | 298 |
| СКУ.ППУ-25-325x8,0/454-190-ОДК-М** | | 300 | 190 | 325 | 454 | 518 | 8,0 | 2010 | | 303 |
| СКУ.ППУ-25-325x8,0/504-190-ОДК-М** | | 300 | 190 | 325 | 505 | 570 | 8,0 | 2010 | | 348 |
| СКУ.ППУ-25-377x9,0/505-190-ОДК-М** | 2,5 | 350 | 190 | 377 | 505 | 570 | 9,0 | 2078 | | 381 |
| СКУ.ППУ-25-377x9,0/565-190-ОДК-М** | | 350 | 190 | 377 | 565 | 630 | 9,0 | 2078 | | 437 |
| СКУ.ППУ-25-426x9,0/565-200-ОДК-М** | | 400 | 200 | 426 | 565 | 630 | 9,0 | 2192 | | 465 |
| СКУ.ППУ-25-426x9,0/605-200-ОДК-М** | | 400 | 200 | 426 | 605 | 670 | 9,0 | 2192 | | 506 |
| СКУ.ППУ-25-426x9,0/635-200-ОДК-М** | | 400 | 200 | 426 | 635 | 700 | 9,0 | 2192 | | 538 |
| СКУ.ППУ-25-530x8,0/680-210-ОДК-М** | | 500 | 210 | 530 | 680 | 752 | 8,0 | 2197 | | 586 |
| СКУ.ППУ-25-530x8,0/715-210-ОДК-М** | | 500 | 210 | 530 | 715 | 787 | 8,0 | 2197 | | 632 |
| СКУ.ППУ-25-530x8,0/781-210-ОДК-М** | | 500 | 210 | 530 | 781 | 854 | 8,0 | 2197 | 210 | 652 |
| СКУ.ППУ-25-530x8,0/806-210-ОДК-М** | | 500 | 210 | 530 | 806 | 878 | 8,0 | 2197 | | 686 |
| СКУ.ППУ-25-630x8,0/781-220-ОДК-М** | | 600 | 220 | 630 | 781 | 854 | 8,0 | 2214 | | 702 |
| СКУ.ППУ-25-630x8,0/806-220-ОДК-М** | | 600 | 220 | 630 | 806 | 878 | 8,0 | 2214 | | 739 |
| СКУ.ППУ-25-630x8,0/881-220-ОДК-М** | | 600 | 220 | 630 | 881 | 957 | 8,0 | 2214 | | 790 |
| СКУ.ППУ-25-630x8,0/906-220-ОДК-М** | | 600 | 220 | 630 | 906 | 982 | 8,0 | 2214 | | 864 |
| СКУ.ППУ-25-720x8,0/881-220-ОДК-М** | | 700 | 220 | 720 | 881 | 957 | 8,0 | 2208 | | 892 |
| СКУ.ППУ-25-720x8,0/906-220-ОДК-М** | | 700 | 220 | 720 | 906 | 982 | 8,0 | 2208 | | 935 |
| СКУ.ППУ-25-720x8,0/982-220-ОДК-М** | | 700 | 220 | 720 | 982 | 1058 | 8,0 | 2208 | | 976 |
| СКУ.ППУ-25-720x8,0/1008-220-ОДК-М** | | 700 | 220 | 720 | 1008 | 1084 | 8,0 | 2208 | | 998 |
| СКУ.ППУ-25-820x9,0/982-240-ОДК-М** | | 800 | 240 | 820 | 982 | 1058 | 9,0 | 2198 | | 1039 |
| СКУ.ППУ-25-820x9,0/1008-240-ОДК-М** | | 800 | 240 | 820 | 1008 | 1084 | 9,0 | 2198 | | 1086 |
| СКУ.ППУ-25-820x9,0/1084-240-ОДК-М** | | 800 | 240 | 820 | 1084 | 1160 | 9,0 | 2198 | | 1156 |
| СКУ.ППУ-25-820x9,0/1110-240-ОДК-М** | | 800 | 240 | 820 | 1110 | 1186 | 9,0 | 2198 | | 1184 |



*Продолжение таблицы Е.4*

| Условное обозначение | PN, МПа | DN, мм | Осевой ход 2λ-1, мм | Размеры в миллиметрах | | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | $D_1$ | $D_2$ | s | L | $L_1$ | |
| СКУ.ППУ-25-920x10,0/1084-260-ОДК-М** | | 900 | 260 | 920 | 1084 | 1160 | 10,0 | 2228 | | 1242 |
| СКУ.ППУ-25-920x10,0/1110-260-ОДК-М** | | 900 | 260 | 920 | 1110 | 1186 | 10,0 | 2228 | | 1295 |
| СКУ.ППУ-25-920x10,0/1187-260-ОДК-М** | | 900 | 260 | 920 | 1187 | 1270 | 10,0 | 2228 | | 1372 |
| СКУ.ППУ-25-920x10,0/1212-260-ОДК-М** | | 900 | 260 | 920 | 1212 | 1288 | 10,0 | 2228 | | 1411 |
| СКУ.ППУ-25-1020x12,0/1187-260-ОДК-М** | | 1000 | 260 | 1020 | 1187 | 1270 | 12,0 | 2245 | | 1494 |
| СКУ.ППУ-25-1020x12,0/1212-260-ОДК-М** | 2,5 | 1000 | 260 | 1020 | 1212 | 1294 | 12,0 | 2245 | 210 | 1549 |
| СКУ.ППУ-25-1220x12,0/1387-260-ОДК-М** | | 1200 | 260 | 1220 | 1387 | 1472 | 12,0 | 2245 | | 1771 |
| СКУ.ППУ-25-1220x12,0/1412-260-ОДК-М** | | 1200 | 260 | 1220 | 1412 | 1496 | 12,0 | 2245 | | 1833 |
| СКУ.ППУ-25-1220x12,0/1437-260-ОДК-М** | | 1200 | 260 | 1220 | 1437 | 1522 | 12,0 | 2245 | | 1896 |
| СКУ.ППУ-25-1420x14,0/1587-260-ОДК-М** | | 1400 | 260 | 1420 | 1587 | 1672 | 14,0 | 2110 | | 2024 |
| СКУ.ППУ-25-1420x14,0/1612-260-ОДК-М** | | 1400 | 260 | 1420 | 1612 | 1697 | 14,0 | 2110 | | 2210 |

## Двухсильфонное компенсационное устройство. Тип ППУ




1 - патрубок присоединительный
2 - сильфон
3 - фланец опорный
4 - патрубок направляющий
5 - гильза
6 - кожух
7 - ограничитель хода
8 - уплотнение сальниковое
9 - стакан прижимной
10 - теплоизоляция
11 -проводник СОДК
12 - ввод кабельный

*Продолжение таблицы Е.4*

| Условное обозначение | PN, МПа | DN, мм | Осевой ход 2λ-1, мм | Размеры в миллиметрах | | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | $D_1$ | $D_2$ | s | L | $L_1$ | |
| 2СКУ.ППУ-16-57х4,0/127-80-ОДК-М** | 1,6 | 50 | 80 | 57 | 127 | 188 | 4,0 | 1948 | 150 | 53 |
| 2СКУ.ППУ-16-57х4,0/142-80-ОДК-М** | | 50 | 80 | 57 | 142 | 188 | 4,0 | 1948 | | 53 |
| 2СКУ.ППУ-16-57х4,0/127-160-ОДК-М** | | 50 | 160 | 57 | 127 | 188 | 4,0 | 2076 | | 58 |
| 2СКУ.ППУ-16-57х4,0/142-160-ОДК-М** | | 50 | 160 | 57 | 142 | 188 | 4,0 | 2076 | | 58 |
| 2СКУ.ППУ-16-76х4,0/142-160-ОДК-М** | | 65 | 160 | 76 | 142 | 188 | 4,0 | 2076 | | 58 |
| 2СКУ.ППУ-16-76х4,0/162-160-ОДК-М** | | 65 | 160 | 76 | 162 | 211 | 4,0 | 2076 | | 79 |
| 2СКУ.ППУ-16-89х4,0/162-180-ОДК-М** | | 80 | 180 | 89 | 162 | 211 | 4,0 | 2124 | | 83 |
| 2СКУ.ППУ-16-89х4,0/182-180-ОДК-М** | | 80 | 180 | 89 | 182 | 227 | 4,0 | 2124 | | 80 |
| 2СКУ.ППУ-16-108х4,0/182-240-ОДК-М** | | 100 | 240 | 108 | 182 | 227 | 4,0 | 2212 | | 86 |
| 2СКУ.ППУ-16-108х4,0/202-240-ОДК-М** | | 100 | 240 | 108 | 202 | 253 | 4,0 | 2212 | | 106 |
| 2СКУ.ППУ-16-133х5,0/228-260-ОДК-М** | | 125 | 260 | 133 | 228 | 281 | 5,0 | 2240 | | 126 |
| 2СКУ.ППУ-16-133х5,0/253-260-ОДК-М** | | 125 | 260 | 133 | 253 | 307 | 5,0 | 2240 | | 156 |
| 2СКУ.ППУ-16-159х6,0/253-300-ОДК-М** | | 150 | 300 | 159 | 253 | 307 | 6,0 | 2286 | | 170 |
| 2СКУ.ППУ-16-159х6,0/283-300-ОДК-М** | | 150 | 300 | 159 | 283 | 333 | 6,0 | 2286 | | 175 |
| 2СКУ.ППУ-16-219х8,0/318-320-ОДК-М** | | 200 | 320 | 219 | 318 | 387 | 8,0 | 2450 | | 229 |
| 2СКУ.ППУ-16-219х8,0/358-320-ОДК-М** | | 200 | 320 | 219 | 358 | 419 | 8,0 | 2450 | 210 | 268 |
| 2СКУ.ППУ-16-273х8,0/404-360-ОДК-М** | | 250 | 360 | 273 | 404 | 464 | 8,0 | 2664 | | 393 |
| 2СКУ.ППУ-16-273х8,0/454-360-ОДК-М** | | 250 | 360 | 273 | 454 | 518 | 8,0 | 2664 | | 463 |
| 2СКУ.ППУ-16-325х8,0/454-380-ОДК-М** | | 300 | 380 | 325 | 454 | 518 | 8,0 | 2710 | | 477 |
| 2СКУ.ППУ-16-325х8,0/504-380-ОДК-М** | | 300 | 380 | 325 | 505 | 570 | 8,0 | 2710 | | 541 |
| 2СКУ.ППУ-16-377х9,0/505-380-ОДК-М** | | 350 | 380 | 377 | 505 | 570 | 9,0 | 2846 | | 603 |
| 2СКУ.ППУ-16-377х9,0/565-380-ОДК-М** | | 350 | 380 | 377 | 565 | 630 | 9,0 | 2846 | | 684 |
| 2СКУ.ППУ-16-426х9,0/565-400-ОДК-М** | | 400 | 400 | 426 | 565 | 630 | 9,0 | 3074 | | 749 |
| 2СКУ.ППУ-16-426х9,0/605-400-ОДК-М** | | 400 | 400 | 426 | 605 | 670 | 9,0 | 3074 | | 807 |
| 2СКУ.ППУ-16-426х9,0/635-400-ОДК-М** | | 400 | 400 | 426 | 635 | 700 | 9,0 | 3074 | | 853 |
| 2СКУ.ППУ-16-530х8,0/680-420-ОДК-М** | | 500 | 420 | 530 | 680 | 752 | 8,0 | 3084 | | 934 |
| 2СКУ.ППУ-16-530х8,0/715-420-ОДК-М** | | 500 | 420 | 530 | 715 | 787 | 8,0 | 3084 | | 998 |
| 2СКУ.ППУ-16-530х8,0/781-420-ОДК-М** | | 500 | 420 | 530 | 781 | 854 | 8,0 | 3084 | | 1048 |
| 2СКУ.ППУ-16-530х8,0/806-420-ОДК-М** | | 500 | 420 | 530 | 806 | 878 | 8,0 | 3084 | | 1076 |
| 2СКУ.ППУ-16-630х8,0/781-440-ОДК-М** | | 600 | 440 | 630 | 781 | 854 | 8,0 | 3118 | | 1125 |
| 2СКУ.ППУ-16-630х8,0/806-440-ОДК-М** | | 600 | 440 | 630 | 806 | 878 | 8,0 | 3118 | | 1174 |
| 2СКУ.ППУ-16-630х8,0/881-440-ОДК-М** | | 600 | 440 | 630 | 881 | 957 | 8,0 | 3118 | | 1242 |
| 2СКУ.ППУ-16-630х8,0/906-440-ОДК-М** | | 600 | 440 | 630 | 906 | 982 | 8,0 | 3118 | | 1362 |
| 2СКУ.ППУ-16-720х8,0/881-440-ОДК-М** | | 700 | 440 | 720 | 881 | 957 | 8,0 | 3106 | | 1458 |
| 2СКУ.ППУ-16-720х8,0/906-440-ОДК-М** | | 700 | 440 | 720 | 906 | 982 | 8,0 | 3106 | | 1517 |
| 2СКУ.ППУ-16-720х8,0/982-440-ОДК-М** | | 700 | 440 | 720 | 982 | 1058 | 8,0 | 3106 | | 1578 |
| 2СКУ.ППУ-16-720х8,0/1008-440-ОДК-М** | | 700 | 440 | 720 | 1008 | 1084 | 8,0 | 3106 | | 1626 |
| 2СКУ.ППУ-16-820х9,0/982-480-ОДК-М** | | 800 | 480 | 820 | 982 | 1058 | 9,0 | 3086 | | 1686 |
| 2СКУ.ППУ-16-820х9,0/1008-480-ОДК-М** | | 800 | 480 | 820 | 1008 | 1084 | 9,0 | 3086 | | 1751 |
| 2СКУ.ППУ-16-820х9,0/1084-480-ОДК-М** | | 800 | 480 | 820 | 1084 | 1160 | 9,0 | 3086 | | 1866 |
| 2СКУ.ППУ-16-820х9,0/1110-480-ОДК-М** | | 800 | 480 | 820 | 1110 | 1186 | 9,0 | 3086 | | 1920 |
| 2СКУ.ППУ-16-920х10,0/1084-520-ОДК-М** | | 900 | 520 | 920 | 1084 | 1160 | 10,0 | 3146 | | 2020 |

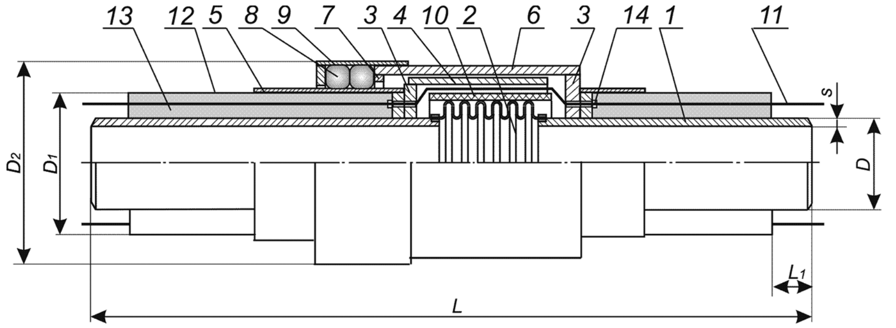
*Продолжение таблицы Е.4*

| Условное обозначение | PN, МПа | DN, мм | Осевой ход 2λ-1, мм | Размеры в миллиметрах | | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | $D_1$ | $D_2$ | s | L | $L_1$ | |
| 2СКУ.ППУ-16-920х10,0/1110-520-ОДК-М** | 1,6 | 900 | 520 | 920 | 1110 | 1186 | 10,0 | 3146 | 210 | 2092 |
| 2СКУ.ППУ-16-920х10,0/1187-520-ОДК-М** | | 900 | 520 | 920 | 1187 | 1270 | 10,0 | 3146 | | 2172 |
| 2СКУ.ППУ-16-920х10,0/1212-520-ОДК-М** | | 900 | 520 | 920 | 1212 | 1288 | 10,0 | 3146 | | 2387 |
| 2СКУ.ППУ-16-1020х12,0/1187-520-ОДК-М** | | 1000 | 520 | 1020 | 1187 | 1270 | 12,0 | 3180 | | 2444 |
| 2СКУ.ППУ-16-1020х12,0/1212-520-ОДК-М** | | 1000 | 520 | 1020 | 1212 | 1294 | 12,0 | 3180 | | 2489 |
| 2СКУ.ППУ-16-1220х12,0/1387-520-ОДК-М** | | 1200 | 520 | 1220 | 1387 | 1472 | 12,0 | 3180 | | 2859 |
| 2СКУ.ППУ-16-1220х12,0/1412-520-ОДК-М** | | 1200 | 520 | 1220 | 1412 | 1496 | 12,0 | 3180 | | 2943 |
| 2СКУ.ППУ-16-1220х12,0/1437-520-ОДК-М** | | 1200 | 520 | 1220 | 1437 | 1522 | 12,0 | 3180 | | 3028 |
| 2СКУ.ППУ-16-1420х14,0/1387-520-ОДК-М** | | 1400 | 520 | 1420 | 1587 | 1672 | 14,0 | 3110 | | 3462 |
| 2СКУ.ППУ-16-1420х14,0/1437-520-ОДК-М** | | 1400 | 520 | 1420 | 1612 | 1697 | 14,0 | 3110 | | 3624 |
| 2СКУ.ППУ-25-57х4,0/127-80-ОДК-М** | 2,5 | 50 | 80 | 57 | 127 | 188 | 4,0 | 1948 | 150 | 53 |
| 2СКУ.ППУ-25-57х4,0/142-80-ОДК-М** | | 50 | 80 | 57 | 142 | 188 | 4,0 | 1948 | | 53 |
| 2СКУ.ППУ-25-57х4,0/127-160-ОДК-М** | | 50 | 160 | 57 | 127 | 188 | 4,0 | 2076 | | 58 |
| 2СКУ.ППУ-25-57х4,0/142-160-ОДК-М** | | 50 | 160 | 57 | 142 | 188 | 4,0 | 2076 | | 58 |
| 2СКУ.ППУ-25-76х4,0/142-160-ОДК-М** | | 65 | 160 | 76 | 142 | 188 | 4,0 | 2076 | | 58 |
| 2СКУ.ППУ-25-76х4,0/162-160-ОДК-М** | | 65 | 160 | 76 | 162 | 211 | 4,0 | 2076 | | 79 |
| 2СКУ.ППУ-25-89х4,0/162-180-ОДК-М** | | 80 | 180 | 89 | 162 | 211 | 4,0 | 2124 | | 83 |
| 2СКУ.ППУ-25-89х4,0/182-180-ОДК-М** | | 80 | 180 | 89 | 182 | 227 | 4,0 | 2124 | | 80 |
| 2СКУ.ППУ-25-108х4,0/182-240-ОДК-М** | | 100 | 240 | 108 | 182 | 227 | 4,0 | 2212 | | 86 |
| 2СКУ.ППУ-25-108х4,0/202-240-ОДК-М** | | 100 | 240 | 108 | 202 | 253 | 4,0 | 2212 | | 106 |
| 2СКУ.ППУ-25-133х5,0/228-260-ОДК-М** | | 125 | 260 | 133 | 228 | 281 | 5,0 | 2240 | | 126 |
| 2СКУ.ППУ-25-133х5,0/253-260-ОДК-М** | | 125 | 260 | 133 | 253 | 307 | 5,0 | 2240 | | 156 |
| 2СКУ.ППУ-25-159х6,0/253-300-ОДК-М** | | 150 | 300 | 159 | 253 | 307 | 6,0 | 2286 | | 170 |
| 2СКУ.ППУ-25-159х6,0/283-300-ОДК-М** | | 150 | 300 | 159 | 283 | 333 | 6,0 | 2286 | | 175 |
| 2СКУ.ППУ-25-219х8,0/318-320-ОДК-М** | | 200 | 320 | 219 | 318 | 387 | 8,0 | 2450 | | 229 |
| 2СКУ.ППУ-25-219х8,0/358-320-ОДК-М** | | 200 | 320 | 219 | 358 | 419 | 8,0 | 2450 | 210 | 268 |
| 2СКУ.ППУ-25-273х8,0/404-360-ОДК-М** | | 250 | 360 | 273 | 404 | 464 | 8,0 | 2664 | | 393 |
| 2СКУ.ППУ-25-273х8,0/454-360-ОДК-М** | | 250 | 360 | 273 | 454 | 518 | 8,0 | 2664 | | 463 |
| 2СКУ.ППУ-25-325х8,0/454-380-ОДК-М** | | 300 | 380 | 325 | 454 | 518 | 8,0 | 2710 | | 477 |
| 2СКУ.ППУ-25-325х8,0/504-380-ОДК-М** | | 300 | 380 | 325 | 505 | 570 | 8,0 | 2710 | | 541 |
| 2СКУ.ППУ-25-377х9,0/505-380-ОДК-М** | | 350 | 380 | 377 | 505 | 570 | 9,0 | 2846 | | 603 |
| 2СКУ.ППУ-25-377х9,0/565-380-ОДК-М** | | 350 | 380 | 377 | 565 | 630 | 9,0 | 2846 | | 684 |
| 2СКУ.ППУ-25-426х9,0/565-400-ОДК-М** | | 400 | 400 | 426 | 565 | 630 | 9,0 | 3074 | | 749 |
| 2СКУ.ППУ-25-426х9,0/605-400-ОДК-М** | | 400 | 400 | 426 | 605 | 670 | 9,0 | 3074 | | 807 |
| 2СКУ.ППУ-25-426х9,0/635-400-ОДК-М** | | 400 | 400 | 426 | 635 | 700 | 9,0 | 3074 | | 853 |
| 2СКУ.ППУ-25-530х8,0/680-420-ОДК-М** | | 500 | 420 | 530 | 680 | 752 | 8,0 | 3084 | | 934 |
| 2СКУ.ППУ-25-530х8,0/715-420-ОДК-М** | | 500 | 420 | 530 | 715 | 787 | 8,0 | 3085 | | 998 |
| 2СКУ.ППУ-25-530х8,0/781-420-ОДК-М** | | 500 | 420 | 530 | 781 | 854 | 8,0 | 3084 | | 1048 |
| 2СКУ.ППУ-25-530х8,0/806-420-ОДК-М** | | 500 | 420 | 530 | 806 | 878 | 8,0 | 3084 | | 1076 |
| 2СКУ.ППУ-25-630х8,0/781-440-ОДК-М** | | 600 | 440 | 630 | 781 | 854 | 8,0 | 3118 | | 1125 |
| 2СКУ.ППУ-25-630х8,0/806-440-ОДК-М** | | 600 | 440 | 630 | 806 | 878 | 8,0 | 3118 | | 1174 |
| 2СКУ.ППУ-25-630х8,0/881-440-ОДК-М** | | 600 | 440 | 630 | 881 | 957 | 8,0 | 3118 | | 1242 |
| 2СКУ.ППУ-25-630х8,0/906-440-ОДК-М** | | 600 | 440 | 630 | 906 | 982 | 8,0 | 3118 | | 1362 |
| 2СКУ.ППУ-25-720х8,0/881-440-ОДК-М** | | 700 | 440 | 720 | 881 | 957 | 8,0 | 3106 | | 1458 |
| 2СКУ.ППУ-25-720х8,0/906-440-ОДК-М** | | 700 | 440 | 720 | 906 | 982 | 8,0 | 3106 | | 1517 |
| 2СКУ.ППУ-25-720х8,0/982-440-ОДК-М** | | 700 | 440 | 720 | 982 | 1058 | 8,0 | 3106 | | 1578 |
| 2СКУ.ППУ-25-720х8,0/1008-440-ОДК-М** | | 700 | 440 | 720 | 1008 | 1084 | 8,0 | 3106 | | 1626 |
| 2СКУ.ППУ-25-820х9,0/982-480-ОДК-М** | | 800 | 480 | 820 | 982 | 1058 | 9,0 | 3086 | | 1686 |
| 2СКУ.ППУ-25-820х9,0/1008-480-ОДК-М** | | 800 | 480 | 820 | 1008 | 1084 | 9,0 | 3086 | | 1751 |
| 2СКУ.ППУ-25-820х9,0/1084-480-ОДК-М** | | 800 | 480 | 820 | 1084 | 1160 | 9,0 | 3086 | | 1866 |
| 2СКУ.ППУ-25-820х9,0/1110-480-ОДК-М** | | 800 | 480 | 820 | 1110 | 1186 | 9,0 | 3086 | | 1920 |
| 2СКУ.ППУ-25-920х10,0/1084-520-ОДК-М** | | 900 | 520 | 920 | 1084 | 1160 | 10,0 | 3146 | | 2020 |

*Продолжение таблицы Е.4*

| Условное обозначение | PN, МПа | DN, мм | Осевой ход 2λ₋₁, мм | Размеры в миллиметрах | | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | $D_1$ | $D_2$ | s | L | $L_1$ | |
| 2СКУ.ППУ-25-920х10,0/1110-520-ОДК-М** | 2,5 | 900 | 520 | 920 | 1110 | 1186 | 10,0 | 3146 | 210 | 2092 |
| 2СКУ.ППУ-25-920х10,0/1187-520-ОДК-М** | | 900 | 520 | 920 | 1187 | 1270 | 10,0 | 3146 | | 2172 |
| 2СКУ.ППУ-25-920х10,0/1212-520-ОДК-М** | | 900 | 520 | 920 | 1212 | 1288 | 10,0 | 3146 | | 2387 |
| 2СКУ.ППУ-25-1020х12,0/1187-520-ОДК-М** | | 1000 | 520 | 1020 | 1187 | 1270 | 12,0 | 3180 | | 2444 |
| 2СКУ.ППУ-25-1020х12,0/1212-520-ОДК-М** | | 1000 | 520 | 1020 | 1212 | 1294 | 12,0 | 3180 | | 2489 |
| 2СКУ.ППУ-25-1220х12,0/1387-520-ОДК-М** | | 1200 | 520 | 1220 | 1387 | 1472 | 12,0 | 3180 | | 2859 |
| 2СКУ.ППУ-25-1220х12,0/1412-520-ОДК-М** | | 1200 | 520 | 1220 | 1412 | 1496 | 12,0 | 3180 | | 2943 |
| 2СКУ.ППУ-25-1220х12,0/1437-520-ОДК-М** | | 1200 | 520 | 1220 | 1437 | 1522 | 12,0 | 3180 | | 3028 |
| 2СКУ.ППУ-25-1420х14,0/1387-520-ОДК-М** | | 1400 | 520 | 1420 | 1187 | 1672 | 14,0 | 3110 | | 3462 |
| 2СКУ.ППУ-25-1420х14,0/1437-520-ОДК-М** | | 1400 | 520 | 1420 | 1612 | 1697 | 14,0 | 3110 | | 3624 |

## Приложение «Е.5». Сильфонное компенсационное устройство. Тип ППУ/ОЦ




1 - патрубок присоединительный
2 - сильфон
3 - фланец опорный
4 - патрубок направляющий
5 - гильза
6 - кожух
7 - ограничитель хода
8 - уплотнение сальниковое
9 - стакан прижимной
10 - теплоизоляция
11 - проводник СОДК
12 - оболочка стальная оцинкованная
13 - пенополиуретан
14 - ввод кабельный

*Таблица Е.5*

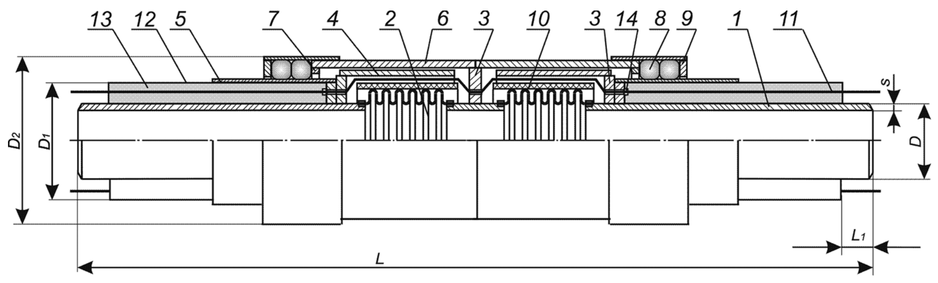
| Условное обозначение | PN, МПа | DN, мм | Осевой ход 2λ₋₁, мм | Размеры в миллиметрах | | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | $D_1$ | $D_2$ | s | L | $L_1$ | |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-57х4,0/140-40-ОДК-М** | 1,6 | 50 | 40 | 57 | 140 | 188 | 4,0 | 1564 | 150 | 35 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-57х4,0/140-40-ОДК-М** | | 50 | 80 | 57 | 140 | 188 | 4,0 | 1628 | | 50 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-76х4,0/160-80-ОДК-М** | | 65 | 80 | 76 | 160 | 211 | 4,0 | 1628 | | 50 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-89х4,0/180-90-ОДК-М** | | 80 | 90 | 89 | 180 | 227 | 4,0 | 1652 | | 55 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-108х4,0/200-120-ОДК-М** | | 100 | 120 | 108 | 200 | 253 | 4,0 | 1696 | | 64 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-133х5,0/225-130-ОДК-М** | | 125 | 130 | 133 | 225 | 281 | 5,0 | 1710 | | 76 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-133х5,0/250-130-ОДК-М** | | 125 | 130 | 133 | 250 | 307 | 5,0 | 1710 | | 93 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-159х6,0/250-150-ОДК-М** | | 150 | 150 | 159 | 250 | 307 | 6,0 | 1733 | | 98 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-159х6,0/280-150-ОДК-М** | | 150 | 150 | 159 | 280 | 337 | 6,0 | 1733 | | 103 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-219х8,0/315-160-ОДК-М** | | 200 | 160 | 219 | 315 | 387 | 8,0 | 1820 | | 163 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-219х8,0/355-160-ОДК-М** | | 200 | 160 | 219 | 355 | 427 | 8,0 | 1820 | 210 | 189 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-273х8,0/400-180-ОДК-М** | | 250 | 180 | 273 | 400 | 464 | 8,0 | 1987 | | 267 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-273х8,0/450-180-ОДК-М** | | 250 | 180 | 273 | 450 | 518 | 8,0 | 1987 | | 314 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-325х8,0/450-190-ОДК-М** | | 300 | 190 | 325 | 450 | 518 | 8,0 | 2010 | | 321 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-325х8,0/500-190-ОДК-М** | | 300 | 190 | 325 | 500 | 570 | 8,0 | 2010 | | 366 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-377х9,0/500-190-ОДК-М** | | 350 | 190 | 377 | 500 | 570 | 9,0 | 2078 | | 404 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-377х9,0/560-190-ОДК-М** | | 350 | 190 | 377 | 560 | 630 | 9,0 | 2078 | | 460 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-426х9,0/560-200-ОДК-М** | | 400 | 200 | 426 | 560 | 630 | 9,0 | 2192 | | 495 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-426х9,0/600-200-ОДК-М** | | 400 | 200 | 426 | 600 | 670 | 8,0 | 2192 | | 536 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-530х8,0/675-210-ОДК-М** | | 500 | 210 | 530 | 675 | 752 | 8,0 | 2197 | | 622 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-530х8,0/710-210-ОДК-М** | | 500 | 210 | 530 | 710 | 787 | 8,0 | 2197 | | 670 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-530х8,0/775-210-ОДК-М** | | 500 | 210 | 530 | 775 | 854 | 8,0 | 2197 | | 690 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-630х8,0/775-220-ОДК-М** | | 600 | 220 | 630 | 775 | 854 | 8,0 | 2214 | | 744 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-630х8,0/800-220-ОДК-М** | | 600 | 220 | 630 | 800 | 878 | 8,0 | 2214 | | 782 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-630х8,0/875-220-ОДК-М** | | 600 | 220 | 630 | 875 | 957 | 8,0 | 2214 | | 833 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-720х8,0/875-220-ОДК-М** | | 700 | 220 | 720 | 875 | 957 | 8,0 | 2208 | | 943 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-720х8,0/900-220-ОДК-М** | | 700 | 220 | 720 | 900 | 982 | 8,0 | 2208 | | 988 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-720х8,0/975-220-ОДК-М** | | 700 | 220 | 720 | 975 | 1058 | 8,0 | 2208 | | 1029 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-820х9,0/975-240-ОДК-М** | | 800 | 240 | 820 | 975 | 1058 | 9,0 | 2198 | | 1098 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-820х9,0/1000-240-ОДК-М** | | 800 | 240 | 820 | 1000 | 1084 | 9,0 | 2198 | | 1147 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-820х9,0/1075-240-ОДК-М** | | 800 | 240 | 820 | 1075 | 1160 | 9,0 | 2198 | | 1217 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-920х10,0/1075-260-ОДК-М** | | 900 | 260 | 920 | 1075 | 1160 | 10,0 | 2228 | | 1310 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-920х10,0/1100-260-ОДК-М** | | 900 | 260 | 920 | 1100 | 1186 | 10,0 | 2228 | | 1366 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-920х10,0/1175-260-ОДК-М** | | 900 | 260 | 920 | 1175 | 1270 | 10,0 | 2228 | | 1443 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-1020х12,0/1175-260-ОДК-М** | | 1000 | 260 | 1020 | 1175 | 1270 | 12,0 | 2245 | | 1573 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-1020х12,0/1200-260-ОДК-М** | | 1000 | 260 | 1020 | 1200 | 1294 | 12,0 | 2245 | | 1631 |

*Продолжение таблицы Е.5*

| Условное обозначение | PN, МПа | DN, мм | Осевой ход 2λ₋₁, мм | Размеры в миллиметрах | | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | $D_1$ | $D_2$ | s | L | $L_1$ | |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-1220x12,0/1375-260-ОДК-М** | 1,6 | 1200 | 260 | 1220 | 1375 | 1472 | 12,0 | 2245 | 210 | 1865 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-1220x12,0/1400-260-ОДК-М** | | 1200 | 260 | 1220 | 1400 | 1496 | 12,0 | 2245 | | 1929 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-1420x14,0/1575-260-ОДК-М** | | 1400 | 260 | 1420 | 1575 | 1672 | 14,0 | 2210 | | 2105 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-16-1420x14,0/1600-260-ОДК-М** | | 1400 | 260 | 1420 | 1600 | 1697 | 14,0 | 2210 | | 2292 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-57x4,0/140-40-ОДК-М** | 2,5 | 50 | 40 | 57 | 140 | 188 | 4,0 | 1564 | | 35 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-57x4,0/140-80-ОДК-М** | | 50 | 80 | 57 | 140 | 188 | 4,0 | 1628 | | 50 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-76x4,0/160-80-ОДК-М** | | 65 | 80 | 76 | 160 | 211 | 4,0 | 1628 | | 50 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-89x4,0/180-90-ОДК-М** | | 80 | 90 | 89 | 180 | 227 | 4,0 | 1652 | | 55 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-108x4,0/200-120-ОДК-М** | | 100 | 120 | 108 | 200 | 253 | 4,0 | 1696 | | 64 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-133x5,0/225-130-ОДК-М** | | 125 | 130 | 133 | 225 | 281 | 5,0 | 1710 | | 76 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-133x5,0/250-130-ОДК-М** | | 125 | 130 | 133 | 250 | 307 | 5,0 | 1710 | | 93 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-159x6,0/250-150-ОДК-М** | | 150 | 150 | 159 | 250 | 307 | 6,0 | 1733 | | 98 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-159x6,0/280-150-ОДК-М** | | 150 | 150 | 159 | 280 | 337 | 6,0 | 1733 | | 103 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-219x8,0/315-160-ОДК-М** | | 200 | 160 | 219 | 315 | 387 | 8,0 | 1820 | | 163 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-219x8,0/355-160-ОДК-М** | | 200 | 160 | 219 | 355 | 427 | 8,0 | 1820 | 210 | 189 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-273x8,0/400-180-ОДК-М** | | 250 | 180 | 273 | 400 | 464 | 8,0 | 1987 | | 267 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-273x8,0/450-180-ОДК-М** | | 250 | 180 | 273 | 450 | 518 | 8,0 | 1987 | | 314 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-325x8,0/450-190-ОДК-М** | | 300 | 190 | 325 | 450 | 518 | 8,0 | 2010 | | 321 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-325x8,0/500-190-ОДК-М** | | 300 | 190 | 325 | 500 | 570 | 8,0 | 2010 | | 366 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-377x9,0/500-190-ОДК-М** | | 350 | 190 | 377 | 500 | 570 | 9,0 | 2036 | | 404 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-377x9,0/560-190-ОДК-М** | | 350 | 190 | 377 | 560 | 630 | 9,0 | 2078 | | 460 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-426x9,0/560-200-ОДК-М** | | 400 | 200 | 426 | 560 | 630 | 9,0 | 2073 | | 495 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-426x9,0/600-200-ОДК-М** | | 400 | 200 | 426 | 600 | 670 | 9,0 | 2192 | | 536 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-530x8,0/675-210-ОДК-М** | | 500 | 210 | 530 | 675 | 752 | 8,0 | 2081 | | 622 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-530x8,0/710-210-ОДК-М** | | 500 | 210 | 530 | 710 | 787 | 8,0 | 2081 | | 670 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-530x8,0/775-210-ОДК-М** | | 500 | 210 | 530 | 775 | 854 | 8,0 | 2197 | | 690 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-630x8,0/775-220-ОДК-М** | | 600 | 220 | 630 | 775 | 854 | 8,0 | 2112 | | 744 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-630x8,0/800-220-ОДК-М** | | 600 | 220 | 630 | 800 | 878 | 8,0 | 2112 | | 782 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-630x8,0/875-220-ОДК-М** | | 600 | 220 | 630 | 875 | 957 | 8,0 | 2214 | | 833 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-720x8,0/875-220-ОДК-М** | | 700 | 220 | 720 | 875 | 957 | 8,0 | 2208 | | 943 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-720x8,0/900-220-ОДК-М** | | 700 | 220 | 720 | 900 | 982 | 8,0 | 2208 | | 988 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-720x8,0/975-220-ОДК-М** | | 700 | 220 | 720 | 975 | 1058 | 8,0 | 2208 | | 1029 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-820x9,0/975-240-ОДК-М** | | 800 | 240 | 820 | 975 | 1058 | 9,0 | 2198 | | 1098 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-820x9,0/1000-240-ОДК-М** | | 800 | 240 | 820 | 1000 | 1084 | 9,0 | 2198 | | 1147 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-820x9,0/1075-240-ОДК-М** | | 800 | 240 | 820 | 1075 | 1160 | 9,0 | 2198 | | 1217 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-920x10,0/1075-260-ОДК-М** | | 900 | 260 | 920 | 1075 | 1160 | 10,0 | 2228 | | 1310 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-920x10,0/1100-260-ОДК-М** | | 900 | 260 | 920 | 1100 | 1186 | 10,0 | 2228 | | 1366 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-920x10,0/1175-260-ОДК-М** | | 900 | 260 | 920 | 1175 | 1270 | 10,0 | 2228 | | 1443 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-1020x12,0/1175-260-ОДК-М** | | 1000 | 260 | 1020 | 1175 | 1270 | 12,0 | 2245 | | 1573 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-1020x12,0/1200-260-ОДК-М** | | 1000 | 260 | 1020 | 1200 | 1294 | 12,0 | 2245 | | 1631 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-1220x12,0/1375-260-ОДК-М** | | 1200 | 260 | 1220 | 1375 | 1472 | 12,0 | 2245 | | 1865 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-1220x12,0/1400-260-ОДК-М** | | 1200 | 260 | 1220 | 1400 | 1496 | 12,0 | 2245 | | 1929 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-1420x14,0/1575-260-ОДК-М** | | 1400 | 260 | 1420 | 1575 | 1672 | 14,0 | 2210 | | 2105 |
| СКУ.ППУ/ОЦ-25-1420x14,0/1600-260-ОДК-М** | | 1400 | 260 | 1420 | 1600 | 1697 | 14,0 | 2210 | | 2292 |



## Двухсильфонное компенсационное устройство. Тип ППУ/ОЦ




*1 - присоединительный патрубок*
*2 - сильфон*
*3 - фланец опорный*
*4 - патрубок направляющий*
*5 - гильза*
*6 - кожух*
*7 - ограничитель хода*
*8 - уплотнение сальниковое*
*9 - стакан прижимной*
*10 - теплоизоляция*
*11 - проводник СОДК*
*12 - оболочка стальная оцинкованная*
*13 - пенополиуретан*
*14 - ввод кабельный*

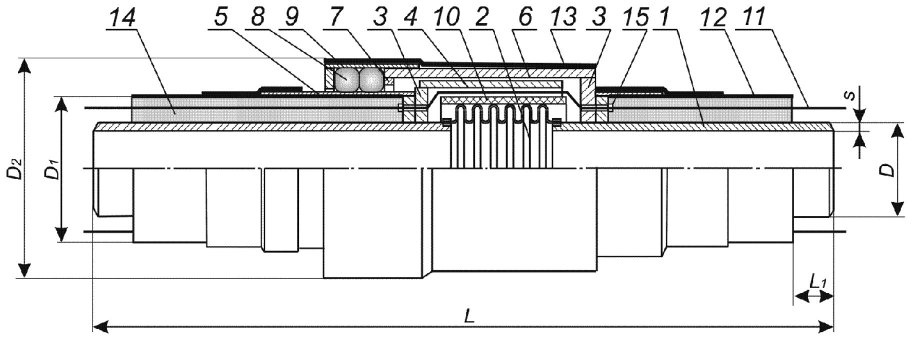
*Продолжение таблицы Е.5*

| Условное обозначение | PN, МПа | DN, мм | Осевой ход 2λ-1, мм | Размеры в миллиметрах | | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | D1 | D2 | s | L | L1 | |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-57x4,0/140-80-ОДК-М** | 1,6 | 50 | 80 | 57 | 140 | 188 | 4,0 | 1948 | 150 | 57 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-57x4,0/140-160-ОДК-М** | | 50 | 160 | 57 | 140 | 188 | 4,0 | 2076 | | 84 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-76x4,0/160-160-ОДК-М** | | 65 | 160 | 76 | 160 | 211 | 4,0 | 2076 | | 84 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-89x4,0/180-180-ОДК-М** | | 80 | 180 | 89 | 180 | 227 | 4,0 | 2108 | | 85 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-108x4,0/200-240-ОДК-М** | | 100 | 240 | 108 | 200 | 253 | 4,0 | 2212 | | 112 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-133x5,0/225-260-ОДК-М** | | 125 | 260 | 133 | 225 | 281 | 5,0 | 2240 | | 132 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-133x5,0/250-260-ОДК-М** | | 125 | 260 | 133 | 250 | 307 | 5,0 | 2240 | | 152 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-159x6,0/250-300-ОДК-М** | | 150 | 300 | 159 | 250 | 307 | 6,0 | 2286 | | 180 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-159x6,0/280-300-ОДК-М** | | 150 | 300 | 159 | 280 | 337 | 6,0 | 2286 | | 188 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-219x8,0/315-320-ОДК-М** | | 200 | 320 | 219 | 315 | 387 | 8,0 | 2450 | | 243 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-219x8,0/355-320-ОДК-М** | | 200 | 320 | 219 | 255 | 427 | 8,0 | 2450 | 210 | 282 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-273x8,0/400-360-ОДК-М** | | 250 | 360 | 273 | 400 | 464 | 8,0 | 2664 | | 415 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-273x8,0/450-360-ОДК-М** | | 250 | 360 | 273 | 450 | 518 | 8,0 | 2664 | | 485 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-325x8,0/450-380-ОДК-М** | | 300 | 380 | 325 | 450 | 518 | 8,0 | 2710 | | 503 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-325x8,0/500-380-ОДК-М** | | 300 | 380 | 325 | 500 | 570 | 8,0 | 2710 | | 567 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-377x9,0/500-380-ОДК-М** | | 350 | 380 | 377 | 500 | 570 | 9,0 | 2846 | | 634 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-377x9,0/560-380-ОДК-М** | | 350 | 380 | 377 | 560 | 630 | 9,0 | 2846 | | 715 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-426x9,0/560-400-ОДК-М** | | 400 | 400 | 426 | 560 | 630 | 9,0 | 3074 | | 789 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-426x9,0/600-400-ОДК-М** | | 400 | 400 | 426 | 600 | 670 | 9,0 | 3074 | | 847 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-530x8,0/675-420-ОДК-М** | | 500 | 420 | 530 | 675 | 752 | 8,0 | 3084 | | 985 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-530x8,0/710-420-ОДК-М** | | 500 | 420 | 530 | 710 | 787 | 8,0 | 3084 | | 1054 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-530x8,0/775-420-ОДК-М** | | 500 | 420 | 530 | 775 | 854 | 8,0 | 3084 | | 1104 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-630x8,0/775-440-ОДК-М** | | 600 | 440 | 630 | 775 | 854 | 8,0 | 3118 | | 1185 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-630x8,0/800-440-ОДК-М** | | 600 | 440 | 630 | 800 | 878 | 8,0 | 3118 | | 1236 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-630x8,0/875-440-ОДК-М** | | 600 | 440 | 630 | 875 | 957 | 8,0 | 3118 | | 1306 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-720x8,0/875-440-ОДК-М** | | 700 | 440 | 720 | 875 | 957 | 8,0 | 3106 | | 1532 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-720x8,0/900-440-ОДК-М** | | 700 | 440 | 720 | 900 | 982 | 8,0 | 3106 | | 1594 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-720x8,0/975-440-ОДК-М** | | 700 | 440 | 720 | 975 | 1058 | 8,0 | 3106 | | 1665 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-820x9,0/975-480-ОДК-М** | | 800 | 480 | 820 | 975 | 1058 | 9,0 | 3086 | | 1772 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-820x9,0/1000-480-ОДК-М** | | 800 | 480 | 820 | 1000 | 1084 | 9,0 | 3086 | | 1840 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-820x9,0/1075-480-ОДК-М** | | 800 | 480 | 820 | 1075 | 1160 | 9,0 | 3086 | | 1955 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-920x10,0/1075-520-ОДК-М** | | 900 | 520 | 920 | 1075 | 1160 | 10,0 | 3146 | | 2120 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-920x10,0/1100-520-ОДК-М** | | 900 | 520 | 920 | 1100 | 1186 | 10,0 | 3146 | | 2196 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-920x10,0/1175-520-ОДК-М** | | 900 | 520 | 920 | 1175 | 1270 | 10,0 | 3146 | | 2276 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-1020x12,0/1175-520-ОДК-М** | | 1000 | 520 | 1020 | 1175 | 1270 | 12,0 | 3180 | | 2534 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-1020x12,0/1200-520-ОДК-М** | | 1000 | 520 | 1020 | 1200 | 1294 | 12,0 | 3180 | | 2610 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-1220x12,0/1375-520-ОДК-М** | | 1200 | 520 | 1220 | 1375 | 1472 | 12,0 | 3180 | | 2998 |

*Продолжение таблицы Е.5*

| Условное обозначение | PN, МПа | DN, мм | Осевой ход 2λ-1, мм | Размеры в миллиметрах | | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | D1 | D2 | s | L | L1 | |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-1220x12,0/1400-520-ОДК-М** | | 1200 | 520 | 1220 | 1400 | 1496 | 12,0 | 3180 | | 3085 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-1420x14,0/1575-520-ОДК-М** | 1,6 | 1400 | 520 | 1420 | 1575 | 1672 | 14,0 | 3110 | 210 | 3576 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-16-1420x14,0/1600-520-ОДК-М** | | 1400 | 520 | 1420 | 1600 | 1697 | 14,0 | 3110 | | 3738 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-57x4,0/140-80-ОДК-М** | | 50 | 80 | 57 | 140 | 188 | 4,0 | 1948 | | 57 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-57x4,0/140-160-ОДК-М** | | 50 | 160 | 57 | 140 | 188 | 4,0 | 2076 | | 84 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-76x4,0/160-160-ОДК-М** | | 65 | 160 | 76 | 160 | 211 | 4,0 | 2076 | | 84 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-89x4,0/180-180-ОДК-М** | | 80 | 180 | 89 | 180 | 227 | 4,0 | 2124 | | 85 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-108x4,0/200-240-ОДК-М** | | 100 | 240 | 108 | 200 | 253 | 4,0 | 2212 | 150 | 112 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-133x5,0/225-260-ОДК-М** | | 125 | 260 | 133 | 225 | 281 | 5,0 | 2240 | | 132 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-133x5,0/225-260-ОДК-М** | | 125 | 260 | 133 | 250 | 307 | 5,0 | 2240 | | 152 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-159x6,0/250-300-ОДК-М** | | 150 | 300 | 159 | 250 | 307 | 6,0 | 2286 | | 180 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-159x6,0/250-300-ОДК-М** | | 150 | 300 | 159 | 280 | 387 | 6,0 | 2286 | | 188 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-219x8,0/315-320-ОДК-М** | | 200 | 320 | 219 | 315 | 387 | 8,0 | 2450 | | 243 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-219x8,0/355-320-ОДК-М** | | 200 | 320 | 219 | 355 | 427 | 8,0 | 2450 | | 282 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-273x8,0/400-360-ОДК-М** | | 250 | 360 | 273 | 400 | 464 | 8,0 | 2664 | | 415 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-273x8,0/450-360-ОДК-М** | | 250 | 360 | 273 | 450 | 518 | 8,0 | 2664 | | 485 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-325x8,0/450-380-ОДК-М** | | 300 | 380 | 325 | 450 | 518 | 8,0 | 2710 | | 503 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-325x8,0/500-380-ОДК-М** | | 300 | 380 | 325 | 500 | 570 | 8,0 | 2710 | | 567 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-377x9,0/500-380-ОДК-М** | | 350 | 380 | 377 | 500 | 570 | 9,0 | 2762 | | 634 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-377x9,0/560-380-ОДК-М** | | 350 | 380 | 377 | 560 | 630 | 9,0 | 2846 | | 715 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-426x9,0/560-400-ОДК-М** | | 400 | 400 | 426 | 560 | 630 | 9,0 | 2836 | | 789 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-426x9,0/600-400-ОДК-М** | | 400 | 400 | 426 | 600 | 670 | 9,0 | 3074 | | 847 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-530x8,0/675-420-ОДК-М** | 2,5 | 500 | 420 | 530 | 675 | 752 | 8,0 | 2852 | | 985 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-530x8,0/710-420-ОДК-М** | | 500 | 420 | 520 | 710 | 787 | 8,0 | 2852 | | 1054 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-530x8,0/775-420-ОДК-М** | | 500 | 420 | 530 | 775 | 854 | 8,0 | 3084 | | 1104 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-630x8,0/775-440-ОДК-М** | | 600 | 440 | 630 | 775 | 854 | 8,0 | 2914 | | 1185 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-630x8,0/800-440-ОДК-М** | | 600 | 440 | 630 | 800 | 878 | 8,0 | 2914 | | 1236 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-630x8,0/875-440-ОДК-М** | | 600 | 440 | 630 | 875 | 957 | 8,0 | 3118 | 210 | 1306 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-720x8,0/875-440-ОДК-М** | | 700 | 440 | 720 | 875 | 957 | 8,0 | 3106 | | 1532 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-720x8,0/900-440-ОДК-М** | | 700 | 440 | 720 | 900 | 982 | 8,0 | 3106 | | 1594 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-720x8,0/975-440-ОДК-М** | | 700 | 440 | 720 | 975 | 1058 | 8,0 | 3106 | | 1665 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-820x9,0/975-480-ОДК-М** | | 800 | 480 | 820 | 975 | 1058 | 9,0 | 3086 | | 1772 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-820x9,0/1000-480-ОДК-М** | | 800 | 480 | 820 | 1000 | 1084 | 9,0 | 3086 | | 1840 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-820x9,0/1075-480-ОДК-М** | | 800 | 480 | 820 | 1075 | 1160 | 9,0 | 3086 | | 1955 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-920x10,0/1075-520-ОДК-М** | | 900 | 520 | 920 | 1075 | 1160 | 10,0 | 3146 | | 2120 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-920x10,0/1100-520-ОДК-М** | | 900 | 520 | 920 | 1100 | 1186 | 10,0 | 3146 | | 2196 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-920x10,0/1100-520-ОДК-М** | | 900 | 520 | 920 | 1175 | 1270 | 10,0 | 3146 | | 2276 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-1020x12,0/1175-520-ОДК-М** | | 1000 | 520 | 1020 | 1175 | 1270 | 12,0 | 3180 | | 2534 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-1020x12,0/1200-520-ОДК-М** | | 1000 | 520 | 1020 | 1200 | 1294 | 12,0 | 3180 | | 2610 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-1220x12,0/1375-520-ОДК-М** | | 1200 | 520 | 1220 | 1375 | 1472 | 12,0 | 3180 | | 2998 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-1220x12,0/1400-520-ОДК-М** | | 1200 | 520 | 1220 | 1400 | 1496 | 12,0 | 3180 | | 3085 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-1420x14,0/1575-520-ОДК-М** | | 1400 | 520 | 1420 | 1575 | 1672 | 14,0 | 3110 | | 3576 |
| 2СКУ.ППУ/ОЦ-25-1420x14,0/1600-520-ОДК-М** | | 1400 | 520 | 1420 | 1600 | 1697 | 14,0 | 3110 | | 3738 |

## Приложение «Е.6». Сильфонное компенсационное устройство. Тип ППУ/ПЭ.I




*1 - патрубок присоединительный*
*2 - сильфон*
*3 - фланец опорный*
*4 - патрубок направляющий*
*5 - гильза*
*6 - кожух*
*7 - ограничитель хода*
*8 - уплотнение сальниковое*
*9 - стакан прижимной*
*10 - теплоизоляция*
*11 - проводник СОДК*
*12 - оболочка полиэтиленовая*
*13 - муфта термоусаживающаяся*
*14 - пенополиуретан*
*15 - ввод кабельный*

***Таблица Е.6***

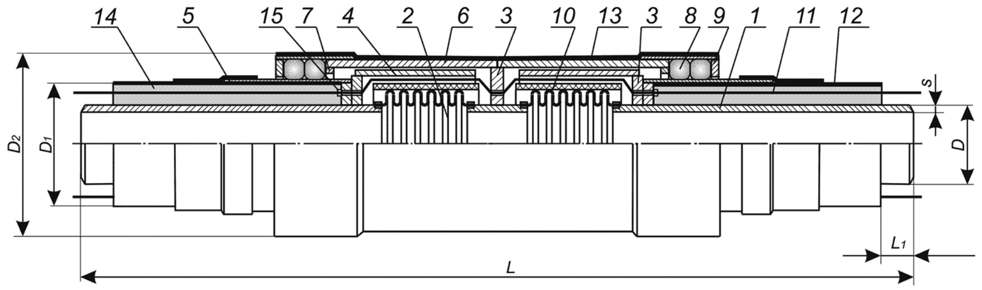
| Условное обозначение | PN, МПа | DN, мм | Осевой ход $2\lambda_{-1}$, мм | Размеры в миллиметрах | | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | $D_1$ | $D_2$ | s | L | $L_1$ | |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-57x4,0/125-40-ОДК-М** | | 50 | 40 | 57 | 125 | 188 | 4,0 | 1564 | | 33 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-57x4,0/140-40-ОДК-М** | | 50 | 40 | 57 | 140 | 188 | 4,0 | 1564 | | 34 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-57x4,0/125-80-ОДК-М** | | 50 | 80 | 57 | 125 | 188 | 4,0 | 1628 | | 38 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-57x4,0/140-80-ОДК-М** | | 50 | 80 | 57 | 140 | 188 | 4,0 | 1628 | | 38 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-76x4,0/140-80-ОДК-М** | | 65 | 80 | 76 | 140 | 188 | 4,0 | 1628 | | 38 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-76x4,0/160-80-ОДК-М** | | 65 | 80 | 76 | 160 | 211 | 4,0 | 1628 | | 50 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-89x4,0/160-90-ОДК-М** | | 80 | 90 | 89 | 160 | 211 | 4,0 | 1652 | | 52 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-89x4,0/180-90-ОДК-М** | | 80 | 90 | 89 | 180 | 227 | 4,0 | 1652 | 150 | 53 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-108x4,0/180-120-ОДК-М** | | 100 | 120 | 108 | 180 | 227 | 4,0 | 1696 | | 50 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-108x4,0/200-120-ОДК-М** | | 100 | 120 | 108 | 200 | 253 | 4,0 | 1696 | | 63 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-133x5,0/225-130-ОДК-М** | | 125 | 130 | 133 | 225 | 281 | 5,0 | 1710 | | 75 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-133x5,0/250-130-ОДК-М** | | 125 | 130 | 133 | 250 | 307 | 5,0 | 1710 | | 93 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-159x6,0/250-150-ОДК-М** | | 150 | 150 | 159 | 250 | 307 | 6,0 | 1733 | | 97 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-159x6,0/280-150-ОДК-М** | | 150 | 150 | 159 | 280 | 333 | 6,0 | 1733 | | 103 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-219x8,0/315-160-ОДК-М** | | 200 | 160 | 219 | 315 | 387 | 8,0 | 1820 | | 162 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-219x8,0/355-160-ОДК-М** | | 200 | 160 | 219 | 355 | 419 | 8,0 | 1820 | | 190 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-273x8,0/400-180-ОДК-М** | | 250 | 180 | 273 | 400 | 464 | 8,0 | 1987 | | 266 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-273x8,0/450-180-ОДК-М** | | 250 | 180 | 273 | 450 | 518 | 8,0 | 1987 | | 316 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-325x8,0/450-190-ОДК-М** | 1,6 | 300 | 190 | 325 | 450 | 518 | 8,0 | 2010 | | 320 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-325x8,0/500-190-ОДК-М** | | 300 | 190 | 325 | 500 | 570 | 8,0 | 2010 | | 369 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-377x9,0/500-190-ОДК-М** | | 350 | 190 | 377 | 500 | 570 | 9,0 | 2078 | | 403 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-377x9,0/560-190-ОДК-М** | | 350 | 190 | 377 | 560 | 630 | 9,0 | 2078 | | 453 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-426x9,0/560-200-ОДК-М** | | 400 | 200 | 426 | 560 | 630 | 9,0 | 2192 | | 493 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-426x9,0/600-200-ОДК-М** | | 400 | 200 | 426 | 600 | 670 | 9,0 | 2192 | | 535 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-426x9,0/630-200-ОДК-М** | | 400 | 200 | 426 | 630 | 700 | 9,0 | 2192 | | 570 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-530x8,0/710-210-ОДК-М** | | 500 | 210 | 530 | 710 | 787 | 8,0 | 2197 | | 672 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-530x8,0/800-210-ОДК-М** | | 500 | 210 | 530 | 800 | 878 | 8,0 | 2197 | 210 | 736 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-630x8,0/800-220-ОДК-М** | | 600 | 220 | 630 | 800 | 878 | 8,0 | 2114 | | 789 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-630x8,0/900-220-ОДК-М** | | 600 | 220 | 630 | 900 | 982 | 8,0 | 2114 | | 926 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-720x8,0/900-220-ОДК-М** | | 700 | 220 | 720 | 900 | 982 | 8,0 | 2208 | | 998 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-720x8,0/1000-220-ОДК-М** | | 700 | 220 | 720 | 1000 | 1084 | 8,0 | 2208 | | 1071 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-820x9,0/1000-240-ОДК-М** | | 800 | 240 | 820 | 1000 | 1084 | 9,0 | 2198 | | 1163 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-820x9,0/1100-240-ОДК-М** | | 800 | 240 | 820 | 1100 | 1186 | 9,0 | 2198 | | 1377 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-920x10,0/1100-260-ОДК-М** | | 900 | 260 | 920 | 1100 | 1186 | 10,0 | 2228 | | 1389 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-920x10,0/1200-260-ОДК-М** | | 900 | 260 | 920 | 1200 | 1288 | 10,0 | 2228 | | 1621 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-1020x12,0/1200-260-ОДК-М** | | 1000 | 260 | 1020 | 1200 | 1294 | 12,0 | 2245 | | 1661 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-1220x12,0/1425-260-ОДК-М** | | 1200 | 260 | 1220 | 1425 | 1522 | 12,0 | 2245 | | 2044 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-1420x14,0/1600-520-ОДК-М** | | 1400 | 260 | 1420 | 1600 | 1697 | 14,0 | 2210 | | 2324 |

*Продолжение таблицы Е.6*

| Условное обозначение | PN, МПа | DN, мм | Осевой ход 2λ₋₁, мм | Размеры в миллиметрах | | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | $D_1$ | $D_2$ | s | L | $L_1$ | |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-57х4,0/125-40-ОДК-М** | 2,5 | 50 | 40 | 57 | 125 | 188 | 4,0 | 1564 | 150 | 33 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-57х4,0/140-40-ОДК-М** | | 50 | 40 | 57 | 140 | 188 | 4,0 | 1564 | | 34 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-57х4,0/125-80-ОДК-М** | | 50 | 80 | 57 | 125 | 188 | 4,0 | 1628 | | 38 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-57х4,0/140-80-ОДК-М** | | 50 | 80 | 57 | 140 | 188 | 4,0 | 1628 | | 38 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-76х4,0/140-80-ОДК-М** | | 65 | 80 | 76 | 140 | 188 | 4,0 | 1628 | | 38 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-76х4,0/160-80-ОДК-М** | | 65 | 80 | 76 | 160 | 211 | 4,0 | 1628 | | 50 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-89х4,0/160-90-ОДК-М** | | 80 | 90 | 89 | 160 | 211 | 4,0 | 1652 | | 52 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-89х4,0/180-90-ОДК-М** | | 80 | 90 | 89 | 180 | 227 | 4,0 | 1652 | | 53 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-108х4,0/180-120-ОДК-М** | | 100 | 120 | 108 | 180 | 227 | 4,0 | 1696 | | 50 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-108х4,0/200-120-ОДК-М** | | 100 | 120 | 108 | 200 | 253 | 4,0 | 1696 | | 63 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-133х5,0/225-130-ОДК-М** | | 125 | 130 | 133 | 225 | 281 | 5,0 | 1710 | | 75 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-133х5,0/250-130-ОДК-М** | | 125 | 130 | 133 | 250 | 307 | 5,0 | 1710 | | 93 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-159х6,0/250-150-ОДК-М** | | 150 | 150 | 159 | 250 | 307 | 6,0 | 1733 | | 97 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-159х6,0/280-150-ОДК-М** | | 150 | 150 | 159 | 280 | 333 | 6,0 | 1733 | | 103 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-219х8,0/315-160-ОДК-М** | | 200 | 160 | 219 | 315 | 387 | 8,0 | 1820 | | 162 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-219х8,0/355-160-ОДК-М** | | 200 | 160 | 219 | 355 | 419 | 8,0 | 1820 | 210 | 190 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-273х8,0/400-180-ОДК-М** | | 250 | 180 | 273 | 400 | 464 | 8,0 | 1987 | | 266 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-273х8,0/450-180-ОДК-М** | | 250 | 180 | 273 | 450 | 518 | 8,0 | 1987 | | 316 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-325х8,0/450-190-ОДК-М** | | 300 | 190 | 325 | 450 | 518 | 8,0 | 2010 | | 320 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-325х8,0/500-190-ОДК-М** | | 300 | 190 | 325 | 500 | 570 | 8,0 | 2010 | | 369 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-377х9,0/500-190-ОДК-М** | | 350 | 190 | 377 | 500 | 570 | 9,0 | 2078 | | 403 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-377х9,0/560-190-ОДК-М** | | 350 | 190 | 377 | 560 | 630 | 9,0 | 2078 | | 453 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-426х9,0/560-200-ОДК-М** | | 400 | 200 | 426 | 560 | 630 | 9,0 | 2192 | | 493 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-426х9,0/600-200-ОДК-М** | | 400 | 200 | 426 | 600 | 670 | 9,0 | 2192 | | 535 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-426х9,0/630-200-ОДК-М** | | 400 | 200 | 426 | 630 | 700 | 9,0 | 2192 | | 570 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-530х8,0/710-210-ОДК-М** | | 500 | 210 | 530 | 710 | 787 | 8,0 | 2197 | | 672 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-530х8,0/800-210-ОДК-М** | | 500 | 210 | 530 | 800 | 878 | 8,0 | 2197 | | 736 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-630х8,0/800-220-ОДК-М** | | 600 | 220 | 630 | 800 | 878 | 8,0 | 2114 | | 789 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-630х8,0/900-220-ОДК-М** | | 600 | 220 | 630 | 900 | 982 | 8,0 | 2114 | | 926 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-720х8,0/900-220-ОДК-М** | | 700 | 220 | 720 | 900 | 982 | 8,0 | 2208 | | 998 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-720х8,0/1000-220-ОДК-М** | | 700 | 220 | 720 | 1000 | 1084 | 8,0 | 2208 | | 1071 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-820х9,0/1000-240-ОДК-М** | | 800 | 240 | 820 | 1000 | 1084 | 9,0 | 2198 | | 1163 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-820х9,0/1100-240-ОДК-М** | | 800 | 240 | 820 | 1100 | 1186 | 9,0 | 2198 | | 1377 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-920х10,0/1100-260-ОДК-М** | | 900 | 260 | 920 | 1100 | 1186 | 10,0 | 2228 | | 1389 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-920х10,0/1200-260-ОДК-М** | | 900 | 260 | 920 | 1200 | 1288 | 10,0 | 2228 | | 1621 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-1020х12,0/1200-260-ОДК-М** | | 1000 | 260 | 1020 | 1200 | 1294 | 12,0 | 2245 | | 1661 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-1220х12,0/1425-260-ОДК-М** | | 1200 | 260 | 1220 | 1425 | 1522 | 12,0 | 2245 | | 2044 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-1420х14,0/1600-520-ОДК-М** | | 1400 | 260 | 1420 | 1600 | 1697 | 14,0 | 2210 | | 2324 |



## Двухсильфонное компенсационное устройство. Тип ППУ/ПЭ.I




*1 - патрубок присоединительный*
*2 - сильфон*
*3 - фланец опорный*
*4 - патрубок направляющий*
*5 - гильза*
*6 - кожух*
*7 - ограничитель хода*
*8 - уплотнение сальниковое*
*9 - стакан прижимной*
*10 - теплоизоляция*
*11 - проводник СОДК*
*12 - оболочка полиэтиленовая*
*13 - муфта термоусаживающаяся*
*14 - пенополиуретан*
*15 - ввод кабельный*

*Продолжение таблицы Е.6*

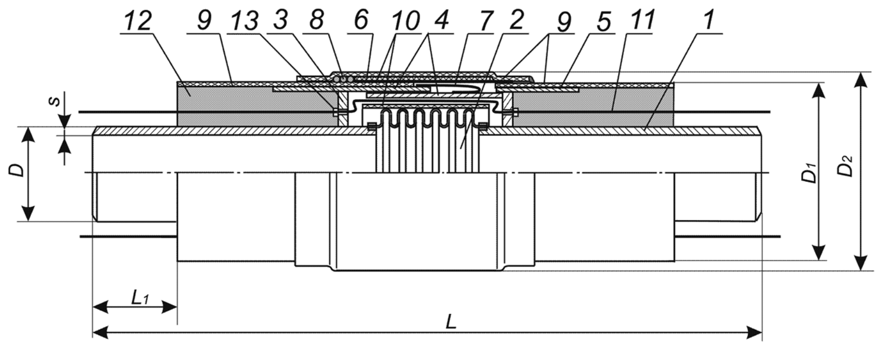
| Условное обозначение | PN, МПа | DN, мм | Осевой ход 2λ₋₁, мм | Размеры в миллиметрах | | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | $D_1$ | $D_2$ | s | L | $L_1$ | |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-57х4,0/125-80-ОДК-М** | 1,6 | 50 | 80 | 57 | 125 | 188 | 4,0 | 1948 | 150 | 56 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-57х4,0/140-80-ОДК-М** | | 50 | 80 | 57 | 140 | 188 | 4,0 | 1948 | | 56 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-57х4,0/125-160-ОДК-М** | | 50 | 160 | 57 | 125 | 188 | 4,0 | 2076 | | 61 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-57х4,0/140-160-ОДК-М** | | 50 | 160 | 57 | 140 | 188 | 4,0 | 2076 | | 61 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-76х4,0/140-160-ОДК-М** | | 65 | 160 | 76 | 140 | 188 | 4,0 | 2076 | | 61 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-76х4,0/160-160-ОДК-М** | | 65 | 160 | 76 | 160 | 211 | 4,0 | 2076 | | 83 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-89х4,0/160-180-ОДК-М** | | 80 | 180 | 89 | 160 | 211 | 4,0 | 2124 | | 87 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-89х4,0/180-180-ОДК-М** | | 80 | 180 | 89 | 180 | 227 | 4,0 | 2124 | | 84 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-108х4,0/180-240-ОДК-М** | | 100 | 240 | 108 | 180 | 227 | 4,0 | 2212 | | 91 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-108х4,0/200-240-ОДК-М** | | 100 | 240 | 108 | 200 | 253 | 4,0 | 2212 | | 112 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-133х5,0/225-260-ОДК-М** | | 125 | 260 | 133 | 225 | 281 | 5,0 | 2240 | | 133 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-133х5,0/250-260-ОДК-М** | | 125 | 260 | 133 | 250 | 307 | 5,0 | 2240 | | 164 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-159х6,0/250-300-ОДК-М** | | 150 | 300 | 159 | 250 | 307 | 6,0 | 2286 | | 179 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-159х6,0/280-300-ОДК-М** | | 150 | 300 | 159 | 280 | 333 | 6,0 | 2286 | | 185 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-219х8,0/315-320-ОДК-М** | | 200 | 320 | 219 | 315 | 387 | 8,0 | 2450 | | 242 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-219х8,0/355-320-ОДК-М** | | 200 | 320 | 219 | 355 | 419 | 8,0 | 2450 | 210 | 284 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-273х8,0/400-360-ОДК-М** | | 250 | 360 | 273 | 400 | 464 | 8,0 | 2664 | | 414 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-273х8,0/450-360-ОДК-М** | | 250 | 360 | 273 | 450 | 518 | 8,0 | 2664 | | 487 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-325х8,0/450-380-ОДК-М** | | 300 | 380 | 325 | 450 | 518 | 8,0 | 2710 | | 502 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ I-16-325х8,0/500-380-ОДК-М** | | 300 | 380 | 325 | 500 | 570 | 8,0 | 2710 | | 570 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-377х9,0/500-380-ОДК-М** | | 350 | 380 | 377 | 500 | 570 | 9,0 | 2846 | | 634 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-377х9,0/560-380-ОДК-М** | | 350 | 380 | 377 | 560 | 630 | 9,0 | 2846 | | 721 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-426х9,0/560-400-ОДК-М** | | 400 | 400 | 426 | 560 | 630 | 9,0 | 3074 | | 787 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-426х9,0/600-400-ОДК-М** | | 400 | 400 | 426 | 600 | 670 | 9,0 | 3074 | | 848 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-426х9,0/630-400-ОДК-М** | | 400 | 400 | 426 | 630 | 700 | 9,0 | 3074 | | 899 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-530х8,0/710-420-ОДК-М** | | 500 | 420 | 530 | 710 | 787 | 8,0 | 3084 | | 1055 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-530х8,0/800-420-ОДК-М** | | 500 | 420 | 530 | 800 | 878 | 8,0 | 3084 | | 1134 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-630х8,0/800-440-ОДК-М** | | 600 | 440 | 630 | 800 | 878 | 8,0 | 3118 | | 1244 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-630х8,0/900-440-ОДК-М** | | 600 | 440 | 630 | 900 | 982 | 8,0 | 3118 | | 1452 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-720х8,0/900-440-ОДК-М** | | 700 | 440 | 720 | 900 | 982 | 8,0 | 3106 | | 1605 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-720х8,0/1000-440-ОДК-М** | | 700 | 440 | 720 | 1000 | 1084 | 8,0 | 3106 | | 1724 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-820х9,0/1000-480-ОДК-М** | | 800 | 480 | 820 | 1000 | 1084 | 9,0 | 3086 | | 1860 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-820х9,0/1100-480-ОДК-М** | | 800 | 480 | 820 | 1100 | 1186 | 9,0 | 3086 | | 2150 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-920х10,0/1100-520-ОДК-М** | | 900 | 520 | 920 | 1100 | 1186 | 10,0 | 3146 | | 2226 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-920х10,0/1200-520-ОДК-М** | | 900 | 520 | 920 | 1200 | 1288 | 10,0 | 3146 | | 2543 |

*Продолжение таблицы Е.6*

| Условное обозначение | PN, МПа | DN, мм | Осевой ход $2\lambda_{-1}$, мм | Размеры в миллиметрах | | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | $D_1$ | $D_2$ | s | L | $L_1$ | |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-1020х12,0/1200-520-ОДК-М** | 1,6 | 1000 | 520 | 1020 | 1200 | 1294 | 12,0 | 3180 | 210 | 2650 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-1220х12,0/1425-520-ОДК-М** | | 1200 | 520 | 1220 | 1425 | 1522 | 12,0 | 3180 | | 3239 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-1420х14,0/1600-520-ОДК-М** | | 1400 | 520 | 1420 | 1600 | 1697 | 14,0 | 3110 | | 3760 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-57х4,0/125-80-ОДК-М** | 2,5 | 50 | 80 | 57 | 125 | 188 | 4,0 | 1948 | 150 | 56 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-57х4,0/140-80-ОДК-М** | | 50 | 80 | 57 | 140 | 188 | 4,0 | 1948 | | 56 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-57х4,0/125-160-ОДК-М** | | 50 | 160 | 57 | 125 | 188 | 4,0 | 2076 | | 61 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-57х4,0/140-160-ОДК-М** | | 50 | 160 | 57 | 140 | 188 | 4,0 | 2076 | | 61 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-76х4,0/140-160-ОДК-М** | | 65 | 160 | 76 | 140 | 188 | 4,0 | 2076 | | 61 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-76х4,0/160-160-ОДК-М** | | 65 | 160 | 76 | 160 | 211 | 4,0 | 2076 | | 83 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-89х4,0/160-180-ОДК-М** | | 80 | 180 | 89 | 160 | 211 | 4,0 | 2124 | | 87 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-89х4,0/180-180-ОДК-М** | | 80 | 180 | 89 | 180 | 227 | 4,0 | 2124 | | 84 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-108х4,0/180-240-ОДК-М** | | 100 | 240 | 108 | 180 | 227 | 4,0 | 2212 | | 91 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-108х4,0/200-240-ОДК-М** | | 100 | 240 | 108 | 200 | 253 | 4,0 | 2212 | | 112 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-133х5,0/225-260-ОДК-М** | | 125 | 260 | 133 | 225 | 281 | 5,0 | 2240 | | 133 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-133х5,0/250-260-ОДК-М** | | 125 | 260 | 133 | 250 | 307 | 5,0 | 2240 | | 164 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-159х6,0/250-300-ОДК-М** | | 150 | 300 | 159 | 250 | 307 | 6,0 | 2286 | | 179 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-159х6,0/280-300-ОДК-М** | | 150 | 300 | 159 | 280 | 333 | 6,0 | 2286 | | 185 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-219х8,0/315-320-ОДК-М** | | 200 | 320 | 219 | 315 | 387 | 8,0 | 2450 | | 242 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-219х8,0/355-320-ОДК-М** | | 200 | 320 | 219 | 355 | 419 | 8,0 | 2450 | 210 | 284 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-273х8,0/400-360-ОДК-М** | | 250 | 360 | 273 | 400 | 464 | 8,0 | 2664 | | 414 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-273х8,0/450-360-ОДК-М** | | 250 | 360 | 273 | 450 | 518 | 8,0 | 2664 | | 487 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-325х8,0/450-380-ОДК-М** | | 300 | 380 | 325 | 450 | 518 | 8,0 | 2710 | | 502 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ I-25-325х8,0/500-380-ОДК-М** | | 300 | 380 | 325 | 500 | 570 | 8,0 | 2710 | | 570 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-377х9,0/500-380-ОДК-М** | | 350 | 380 | 377 | 500 | 570 | 9,0 | 2846 | | 634 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-377х9,0/560-380-ОДК-М** | | 350 | 380 | 377 | 560 | 630 | 9,0 | 2846 | | 721 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-426х9,0/560-400-ОДК-М** | | 400 | 400 | 426 | 560 | 630 | 9,0 | 3074 | | 787 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-426х9,0/600-400-ОДК-М** | | 400 | 400 | 426 | 600 | 670 | 9,0 | 3074 | | 848 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-426х9,0/630-400-ОДК-М** | | 400 | 400 | 426 | 630 | 700 | 9,0 | 3074 | | 899 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-530х8,0/710-420-ОДК-М** | | 500 | 420 | 530 | 710 | 787 | 8,0 | 3084 | | 1055 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-530х8,0/800-420-ОДК-М** | | 500 | 420 | 530 | 800 | 878 | 8,0 | 3084 | | 1134 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-630х8,0/800-440-ОДК-М** | | 600 | 440 | 630 | 800 | 878 | 8,0 | 3118 | | 1244 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-630х8,0/900-440-ОДК-М** | | 600 | 440 | 630 | 900 | 982 | 8,0 | 3118 | | 1452 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-720х8,0/900-440-ОДК-М** | | 700 | 440 | 720 | 900 | 982 | 8,0 | 3106 | | 1605 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-720х8,0/1000-440-ОДК-М** | | 700 | 440 | 720 | 1000 | 1084 | 8,0 | 3106 | | 1724 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-820х9,0/1000-480-ОДК-М** | | 800 | 480 | 820 | 1000 | 1084 | 9,0 | 3086 | | 1860 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-820х9,0/1100-480-ОДК-М** | | 800 | 480 | 820 | 1100 | 1186 | 9,0 | 3086 | | 2150 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-920х10,0/1100-520-ОДК-М** | | 900 | 520 | 920 | 1100 | 1186 | 10,0 | 3146 | | 2226 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-920х10,0/1200-520-ОДК-М** | | 900 | 520 | 920 | 1200 | 1288 | 10,0 | 3146 | | 2543 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-1020х12,0/1200-520-ОДК-М** | | 1000 | 520 | 1020 | 1200 | 1294 | 12,0 | 3180 | | 2650 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-25-1220х12,0/1425-520-ОДК-М** | | 1200 | 520 | 1220 | 1425 | 1522 | 12,0 | 3180 | | 3239 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.I-16-1420х14,0/1600-520-ОДК-М** | | 1400 | 520 | 1420 | 1600 | 1697 | 14,0 | 3110 | | 3760 |



## Приложение «Е.7». Сильфонное компенсационное устройство. Тип ППУ/ПЭ.II




*1 - патрубок присоединительный*
*2 - сильфон*
*3 - фланец опорный*
*4 - патрубок направляющий*
*5 - гильза*
*6 - кожух*
*7 - мембрана*
*8 - уплотнение сальниковое*
*9 - муфта термоусаживающаяся*
*10 - теплоизоляция*
*11 - проводник СОДК*
*12 - пенополиуретан*
*13 - ввод кабельный*

***Таблица Е.7***

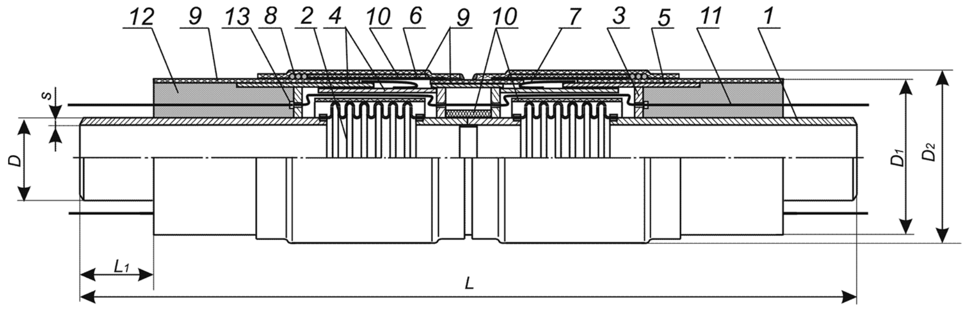
| Условное обозначение | PN, МПа | DN, мм | Осевой ход $2\lambda_{-1}$, мм | Размеры в миллиметрах | | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | $D_1$ | $D_2$ | s | L | $L_1$ | |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-57х4,0/125-40-ОДК-М** | 1,6 | 50 | 40 | 57 | 131 | 152 | 4,0 | 1385 | 150 | 15 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-57х4,0/140-40-ОДК-М** | | 50 | 40 | 57 | 147 | 172 | 4,0 | 1385 | | 16 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-57х4,0/140-80-ОДК-М** | | 50 | 80 | 57 | 147 | 168 | 4,0 | 1385 | | 18 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-76х4,0/140-80-ОДК-М** | | 65 | 80 | 76 | 147 | 168 | 4,0 | 1385 | | 18 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-76х4,0/160-80-ОДК-М** | | 65 | 80 | 76 | 167 | 192 | 4,0 | 1385 | | 19 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-89х4,0/160-90-ОДК-М** | | 80 | 90 | 89 | 167 | 188 | 4,0 | 1405 | | 21 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-89х4,0/180-90-ОДК-М** | | 80 | 90 | 89 | 187 | 213 | 4,0 | 1405 | | 22 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-108х4,0/180-120-ОДК-М** | | 100 | 120 | 108 | 187 | 209 | 4,0 | 1465 | | 29 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-108х4,0/200-120-ОДК-М** | | 100 | 120 | 108 | 208 | 239 | 4,0 | 1465 | | 31 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-133х5,0/225-130-ОДК-М** | | 125 | 130 | 133 | 233 | 256 | 5,0 | 1385 | | 40 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-133х5,0/250-130-ОДК-М** | | 125 | 130 | 133 | 259 | 290 | 5,0 | 1385 | | 43 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-159х6,0/250-150-ОДК-М** | | 150 | 150 | 159 | 259 | 282 | 6,0 | 1425 | | 54 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-159х6,0/280-150-ОДК-М** | | 150 | 150 | 159 | 285 | 310 | 6,0 | 1425 | | 56 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-219х8,0/315-160-ОДК-М** | | 200 | 160 | 219 | 326 | 351 | 8,0 | 1445 | | 88 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-219х8,0/355-160-ОДК-М** | | 200 | 160 | 219 | 363 | 391 | 8,0 | 1445 | 210 | 92 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-273х8,0/400-180-ОДК-М** | | 250 | 180 | 273 | 413 | 442 | 8,0 | 1630 | | 154 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-273х8,0/450-180-ОДК-М** | | 250 | 180 | 273 | 453 | 482 | 8,0 | 1630 | | 164 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-325х8,0/450-190-ОДК-М** | | 300 | 190 | 325 | 463 | 492 | 8,0 | 1650 | | 186 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-325х8,0/500-190-ОДК-М** | | 300 | 190 | 325 | 510 | 541 | 8,0 | 1650 | | 198 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-377х9,0/500-190-ОДК-М** | | 350 | 190 | 377 | 510 | 541 | 9,0 | 1605 | | 231 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-377х9,0/560-190-ОДК-М** | | 350 | 190 | 377 | 567 | 600 | 9,0 | 1605 | | 247 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-426х9,0/560-200-ОДК-М** | | 400 | 200 | 426 | 567 | 600 | 9,0 | 1630 | | 278 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-426х9,0/600-200-ОДК-М** | | 400 | 200 | 426 | 608 | 642 | 9,0 | 1630 | | 290 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-426х9,0/630-200-ОДК-М** | | 400 | 200 | 426 | 639 | 674 | 9,0 | 1630 | | 300 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-530х8,0/710-210-ОДК-М** | | 500 | 210 | 530 | 716 | 755 | 8,0 | 1675 | | 427 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-530х8,0/800-210-ОДК-М** | | 500 | 210 | 530 | 814 | 856 | 8,0 | 1675 | | 472 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-630х8,0/800-220-ОДК-М** | | 600 | 220 | 630 | 814 | 856 | 8,0 | 1700 | | 528 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-630х8,0/900-220-ОДК-М** | | 600 | 220 | 630 | 912 | 957 | 8,0 | 1700 | | 582 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-720х8,0/900-220-ОДК-М** | | 700 | 220 | 720 | 912 | 957 | 8,0 | 1695 | | 633 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-720х8,0/1000-220-ОДК-М** | | 700 | 220 | 720 | 1015 | 1063 | 8,0 | 1695 | | 696 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-820х9,0/1000-240-ОДК-М** | | 800 | 240 | 820 | 1015 | 1063 | 9,0 | 1750 | | 776 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-820х9,0/1100-240-ОДК-М** | | 800 | 240 | 820 | 1119 | 1166 | 9,0 | 1750 | | 803 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-920х10,0/1100-260-ОДК-М** | | 900 | 260 | 920 | 1119 | 1166 | 10,0 | 1820 | | 937 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-920х10,0/1200-260-ОДК-М** | | 900 | 260 | 920 | 1219 | 1266 | 10,0 | 1820 | | 959 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-1020х12,0/1200-260-ОДК-М** | | 1000 | 260 | 1020 | 1224 | 1271 | 12,0 | 1820 | | 1123 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-1220х12,0/1425-260-ОДК-М** | | 1200 | 260 | 1220 | 1445 | 1493 | 12,0 | 1820 | | 1351 |

*Продолжение таблицы Е.7*

| Условное обозначение | PN, МПа | DN, мм | Осевой ход $2\lambda_{-1}$, мм | Размеры в миллиметрах | | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | $D_1$ | $D_2$ | s | L | $L_1$ | |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-57х4,0/125-40-ОДК-М** | 2,5 | 50 | 40 | 57 | 131 | 152 | 4,0 | 1385 | 150 | 15 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-57х4,0/140-40-ОДК-М** | | 50 | 40 | 57 | 147 | 172 | 4,0 | 1385 | | 16 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-57х4,0/140-80-ОДК-М** | | 50 | 80 | 57 | 147 | 168 | 4,0 | 1385 | | 18 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-76х4,0/140-80-ОДК-М** | | 65 | 80 | 76 | 147 | 168 | 4,0 | 1385 | | 18 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-76х4,0/160-80-ОДК-М** | | 65 | 80 | 76 | 167 | 192 | 4,0 | 1385 | | 19 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-89х4,0/160-90-ОДК-М** | | 80 | 90 | 89 | 167 | 188 | 4,0 | 1405 | | 21 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-89х4,0/180-90-ОДК-М** | | 80 | 90 | 89 | 187 | 213 | 4,0 | 1405 | | 22 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-108х4,0/180-120-ОДК-М** | | 100 | 120 | 108 | 187 | 209 | 4,0 | 1465 | | 29 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-108х4,0/200-120-ОДК-М** | | 100 | 120 | 108 | 208 | 239 | 4,0 | 1465 | | 31 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-133х5,0/225-130-ОДК-М** | | 125 | 130 | 133 | 233 | 256 | 5,0 | 1385 | | 40 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-133х5,0/250-130-ОДК-М** | | 125 | 130 | 133 | 259 | 290 | 5,0 | 1385 | | 43 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-159х6,0/250-150-ОДК-М** | | 150 | 150 | 159 | 259 | 282 | 6,0 | 1425 | | 54 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-159х6,0/280-150-ОДК-М** | | 150 | 150 | 159 | 285 | 310 | 6,0 | 1425 | | 56 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-219х8,0/315-160-ОДК-М** | | 200 | 160 | 219 | 326 | 351 | 8,0 | 1445 | | 88 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-219х8,0/355-160-ОДК-М** | | 200 | 160 | 219 | 363 | 391 | 8,0 | 1445 | 210 | 92 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-273х8,0/400-180-ОДК-М** | | 250 | 180 | 273 | 413 | 442 | 8,0 | 1630 | | 154 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-273х8,0/450-180-ОДК-М** | | 250 | 180 | 273 | 453 | 482 | 8,0 | 1630 | | 164 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-325х8,0/450-190-ОДК-М** | | 300 | 190 | 325 | 463 | 492 | 8,0 | 1650 | | 186 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-325х8,0/500-190-ОДК-М** | | 300 | 190 | 325 | 510 | 541 | 8,0 | 1650 | | 198 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-377х9,0/500-190-ОДК-М** | | 350 | 190 | 377 | 510 | 541 | 9,0 | 1605 | | 231 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-377х9,0/560-190-ОДК-М** | | 350 | 190 | 377 | 567 | 600 | 9,0 | 1605 | | 247 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-426х9,0/560-200-ОДК-М** | | 400 | 200 | 426 | 567 | 600 | 9,0 | 1630 | | 278 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-426х9,0/600-200-ОДК-М** | | 400 | 200 | 426 | 608 | 642 | 9,0 | 1630 | | 290 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-426х9,0/630-200-ОДК-М** | | 400 | 200 | 426 | 639 | 674 | 9,0 | 1630 | | 300 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-530х8,0/710-210-ОДК-М** | | 500 | 210 | 530 | 716 | 755 | 8,0 | 1675 | | 427 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-530х8,0/800-210-ОДК-М** | | 500 | 210 | 530 | 814 | 856 | 8,0 | 1675 | | 472 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-630х8,0/800-220-ОДК-М** | | 600 | 220 | 630 | 814 | 856 | 8,0 | 1700 | | 528 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-630х8,0/900-220-ОДК-М** | | 600 | 220 | 630 | 912 | 957 | 8,0 | 1700 | | 582 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-720х8,0/900-220-ОДК-М** | | 700 | 220 | 720 | 912 | 957 | 8,0 | 1695 | | 633 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-720х8,0/1000-220-ОДК-М** | | 700 | 220 | 720 | 1015 | 1063 | 8,0 | 1695 | | 696 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-820х9,0/1000-240-ОДК-М** | | 800 | 240 | 820 | 1015 | 1063 | 9,0 | 1750 | | 776 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-820х9,0/1100-240-ОДК-М** | | 800 | 240 | 820 | 1119 | 1166 | 9,0 | 1750 | | 803 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-920х10,0/1100-260-ОДК-М** | | 900 | 260 | 920 | 1119 | 1166 | 10,0 | 1820 | | 937 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-920х10,0/1200-260-ОДК-М** | | 900 | 260 | 920 | 1219 | 1266 | 10,0 | 1820 | | 959 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-1020х12,0/1200-260-ОДК-М** | | 1000 | 260 | 1020 | 1224 | 1271 | 12,0 | 1820 | | 1123 |
| СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-1220х12,0/1425-260-ОДК-М** | | 1200 | 260 | 1220 | 1445 | 1493 | 12,0 | 1820 | | 1351 |



## Двухсильфонное компенсационное устройство. Тип ППУ/ПЭ.II




1 - патрубок присоединительный
2 - сильфон
3 - фланец опорный
4 - патрубок направляющий
5 - гильза
6 - кожух
7 - мембрана
8 - уплотнение сальниковое
9 - муфта термоусаживающаяся
10 - теплоизоляция
11 - проводник СОДК
12 - пенополиуретан
13 - ввод кабельный

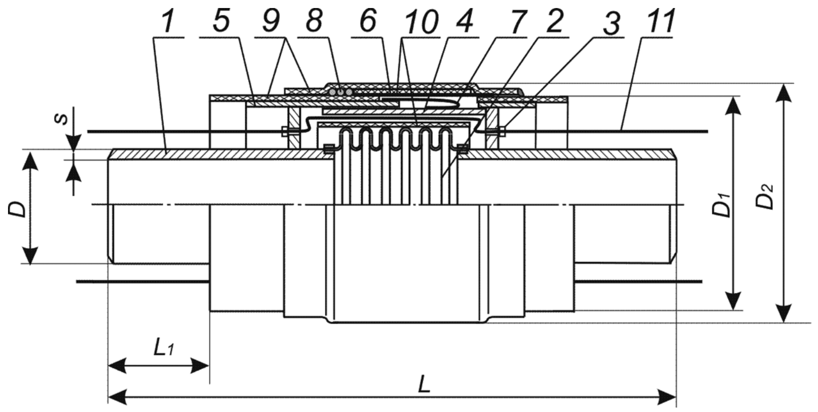
*Продолжение таблицы Е.7*

| Условное обозначение | PN, МПа | DN, мм | Осевой ход $2\lambda_{-1}$, мм | Размеры в миллиметрах | | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | $D_1$ | $D_2$ | s | L | $L_1$ | |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-57х4,0/125-80-ОДК-М** | 1,6 | 50 | 80 | 57 | 131 | 152 | 4,0 | 1830 | 150 | 23 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-57х4,0/140-80-ОДК-М** | | 50 | 80 | 57 | 147 | 172 | 4,0 | 1830 | | 23 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-57х4,0/140-160-ОДК-М** | | 50 | 160 | 57 | 147 | 168 | 4,0 | 1830 | | 26 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-76х4,0/140-160-ОДК-М** | | 65 | 160 | 76 | 147 | 168 | 4,0 | 1830 | | 27 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-76х4,0/160-160-ОДК-М** | | 65 | 160 | 76 | 167 | 192 | 4,0 | 1830 | | 29 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-89х4,0/160-180-ОДК-М** | | 80 | 180 | 89 | 167 | 188 | 4,0 | 1870 | | 35 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-89х4,0/180-180-ОДК-М** | | 80 | 180 | 89 | 187 | 213 | 4,0 | 1870 | | 37 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-108х4,0/180-240-ОДК-М** | | 100 | 240 | 108 | 187 | 209 | 4,0 | 1990 | | 47 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-108х4,0/200-240-ОДК-М** | | 100 | 240 | 108 | 208 | 239 | 4,0 | 1990 | | 49 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-133х5,0/225-260-ОДК-М** | | 125 | 260 | 133 | 233 | 256 | 5,0 | 1930 | | 64 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-133х5,0/250-260-ОДК-М** | | 125 | 260 | 133 | 259 | 290 | 5,0 | 1930 | | 67 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-159х6,0/250-300-ОДК-М** | | 150 | 300 | 159 | 259 | 282 | 6,0 | 2010 | | 85 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-159х6,0/280-300-ОДК-М** | | 150 | 300 | 159 | 285 | 310 | 6,0 | 2010 | | 88 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-219х8,0/315-320-ОДК-М** | | 200 | 320 | 219 | 326 | 351 | 8,0 | 2050 | | 136 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-219х8,0/355-320-ОДК-М** | | 200 | 320 | 219 | 363 | 391 | 8,0 | 2050 | 210 | 140 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-273х8,0/400-360-ОДК-М** | | 250 | 360 | 273 | 413 | 442 | 8,0 | 2320 | | 249 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-273х8,0/450-360-ОДК-М** | | 250 | 360 | 273 | 453 | 482 | 8,0 | 2320 | | 261 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-325х8,0/450-380-ОДК-М** | | 300 | 380 | 325 | 463 | 492 | 8,0 | 2360 | | 301 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ II-16-325х8,0/500-380-ОДК-М** | | 300 | 380 | 325 | 510 | 541 | 8,0 | 2360 | | 316 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-377х9,0/500-380-ОДК-М** | | 350 | 380 | 377 | 510 | 541 | 9,0 | 2330 | | 375 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-377х9,0/560-380-ОДК-М** | | 350 | 380 | 377 | 567 | 600 | 9,0 | 2330 | | 394 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-426х9,0/560-400-ОДК-М** | | 400 | 400 | 426 | 567 | 600 | 9,0 | 2380 | | 458 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-426х9,0/600-400-ОДК-М** | | 400 | 400 | 426 | 608 | 642 | 9,0 | 2380 | | 474 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-426х9,0/630-400-ОДК-М** | | 400 | 400 | 426 | 639 | 674 | 9,0 | 2380 | | 487 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-530х8,0/710-420-ОДК-М** | | 500 | 420 | 530 | 716 | 755 | 8,0 | 2522 | | 745 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-530х8,0/800-420-ОДК-М** | | 500 | 420 | 530 | 814 | 856 | 8,0 | 2522 | | 805 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-630х8,0/800-440-ОДК-М** | | 600 | 440 | 630 | 814 | 856 | 8,0 | 2572 | | 925 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-630х8,0/900-440-ОДК-М** | | 600 | 440 | 630 | 912 | 957 | 8,0 | 2572 | | 996 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-720х8,0/900-440-ОДК-М** | | 700 | 440 | 720 | 912 | 957 | 8,0 | 2572 | | 1121 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-720х8,0/1000-440-ОДК-М** | | 700 | 440 | 720 | 1015 | 1063 | 8,0 | 2572 | | 1210 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-820х9,0/1000-480-ОДК-М** | | 800 | 480 | 820 | 1015 | 1063 | 9,0 | 2672 | | 1368 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-820х9,0/1100-480-ОДК-М** | | 800 | 480 | 820 | 1119 | 1166 | 9,0 | 2672 | | 1461 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-920х10,0/1100-520-ОДК-М** | | 900 | 520 | 920 | 1119 | 1166 | 10,0 | 2812 | | 1643 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-920х10,0/1200-520-ОДК-М** | | 900 | 520 | 920 | 1219 | 1266 | 10,0 | 2812 | | 1739 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-1020х12,0/1200-520-ОДК-М** | | 1000 | 520 | 1020 | 1224 | 1271 | 12,0 | 2812 | | 1941 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-16-1220х12,0/1425-520-ОДК-М** | | 1200 | 520 | 1220 | 1445 | 1493 | 12,0 | 2812 | | 2338 |

*Продолжение таблицы Е.7*

| Условное обозначение | PN, МПа | DN, мм | Осевой ход $2\lambda_{-1}$, мм | Размеры в миллиметрах | | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | $D_1$ | $D_2$ | s | L | $L_1$ | |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-57x4,0/125-80-ОДК-М** | | 50 | 80 | 57 | 131 | 152 | 4,0 | 1830 | | 23 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-57x4,0/140-80-ОДК-М** | | 50 | 80 | 57 | 147 | 172 | 4,0 | 1830 | | 23 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-57x4,0/140-160-ОДК-М** | | 50 | 160 | 57 | 147 | 168 | 4,0 | 1830 | | 26 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-76x4,0/140-160-ОДК-М** | | 65 | 160 | 76 | 147 | 168 | 4,0 | 1830 | | 27 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-76x4,0/160-160-ОДК-М** | | 65 | 160 | 76 | 167 | 192 | 4,0 | 1830 | | 29 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-89x4,0/160-180-ОДК-М** | | 80 | 180 | 89 | 167 | 188 | 4,0 | 1870 | | 35 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-89x4,0/180-180-ОДК-М** | | 80 | 180 | 89 | 187 | 213 | 4,0 | 1870 | 136 | 37 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-108x4,0/180-240-ОДК-М** | | 100 | 240 | 108 | 187 | 209 | 4,0 | 1990 | | 47 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-108x4,0/200-240-ОДК-М** | | 100 | 240 | 108 | 208 | 239 | 4,0 | 1990 | | 49 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-133x5,0/225-260-ОДК-М** | | 125 | 260 | 133 | 233 | 256 | 5,0 | 1930 | | 64 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-133x5,0/250-260-ОДК-М** | | 125 | 260 | 133 | 259 | 290 | 5,0 | 1930 | | 67 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-159x6,0/250-300-ОДК-М** | | 150 | 300 | 159 | 259 | 282 | 6,0 | 2010 | | 85 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-159x6,0/280-300-ОДК-М** | | 150 | 300 | 159 | 285 | 310 | 6,0 | 2010 | | 88 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-219x8,0/315-320-ОДК-М** | | 200 | 320 | 219 | 326 | 351 | 8,0 | 2050 | | 136 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-219x8,0/355-320-ОДК-М** | | 200 | 320 | 219 | 363 | 391 | 8,0 | 2050 | | 140 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-273x8,0/400-360-ОДК-М** | | 250 | 360 | 273 | 413 | 442 | 8,0 | 2320 | | 249 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-273x8,0/450-360-ОДК-М** | | 250 | 360 | 273 | 453 | 482 | 8,0 | 2320 | | 261 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-325x8,0/450-380-ОДК-М** | 2,5 | 300 | 380 | 325 | 463 | 492 | 8,0 | 2360 | | 301 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ II-25-325x8,0/500-380-ОДК-М** | | 300 | 380 | 325 | 510 | 541 | 8,0 | 2360 | | 316 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-377x9,0/500-380-ОДК-М** | | 350 | 380 | 377 | 510 | 541 | 9,0 | 2330 | | 375 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-377x9,0/560-380-ОДК-М** | | 350 | 380 | 377 | 567 | 600 | 9,0 | 2330 | | 394 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-426x9,0/560-400-ОДК-М** | | 400 | 400 | 426 | 567 | 600 | 9,0 | 2380 | | 458 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-426x9,0/600-400-ОДК-М** | | 400 | 400 | 426 | 608 | 642 | 9,0 | 2380 | | 474 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-426x9,0/630-400-ОДК-М** | | 400 | 400 | 426 | 639 | 674 | 9,0 | 2380 | | 487 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-530x8,0/710-420-ОДК-М** | | 500 | 420 | 530 | 716 | 755 | 8,0 | 2522 | 210 | 745 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-530x8,0/800-420-ОДК-М** | | 500 | 420 | 530 | 814 | 856 | 8,0 | 2522 | | 805 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-630x8,0/800-440-ОДК-М** | | 600 | 440 | 630 | 814 | 856 | 8,0 | 2572 | | 925 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-630x8,0/900-440-ОДК-М** | | 600 | 440 | 630 | 912 | 957 | 8,0 | 2572 | | 996 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-720x8,0/900-440-ОДК-М** | | 700 | 440 | 720 | 912 | 957 | 8,0 | 2572 | | 1121 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-720x8,0/1000-440-ОДК-М** | | 700 | 440 | 720 | 1015 | 1063 | 8,0 | 2572 | | 1210 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-820x9,0/1000-480-ОДК-М** | | 800 | 480 | 820 | 1015 | 1063 | 9,0 | 2672 | | 1368 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-820x9,0/1100-480-ОДК-М** | | 800 | 480 | 820 | 1119 | 1166 | 9,0 | 2672 | | 1461 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-920x10,0/1100-520-ОДК-М** | | 900 | 520 | 920 | 1119 | 1166 | 10,0 | 2812 | | 1643 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-920x10,0/1200-520-ОДК-М** | | 900 | 520 | 920 | 1219 | 1266 | 10,0 | 2812 | | 1739 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-1020x12,0/1200-520-ОДК-М** | | 1000 | 520 | 1020 | 1224 | 1271 | 12,0 | 2812 | | 1941 |
| 2СКУ.ППУ/ПЭ.II-25-1220x12,0/1425-520-ОДК-М** | | 1200 | 520 | 1220 | 1445 | 1493 | 12,0 | 2812 | | 2338 |

**Приложение «Е.8». Сильфонное компенсационное устройство. Тип ТГИ.II**




1 - патрубок присоединительный
2 - сильфон
3 - ввод кабельный
4 - патрубок направляющий
5 - гильза
6 - кожух
7 - мембрана
8 - уплотнение сальниковое
9 - муфта термоусаживающаяся
10 - теплоизоляция
11 - проводник СОДК

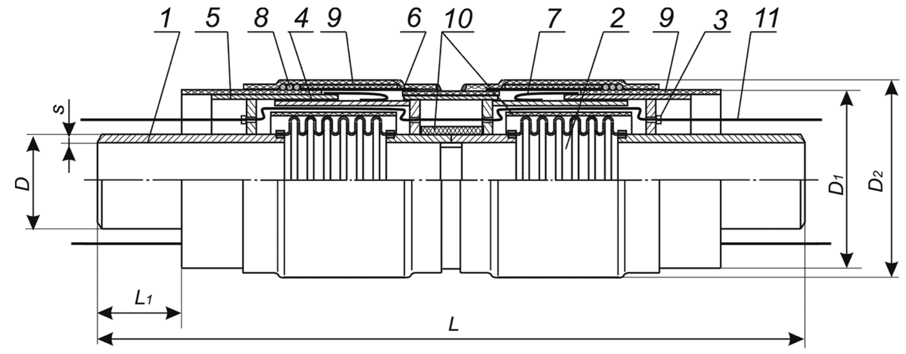
*Таблица Е.8*

| Условное обозначение | PN, МПа | DN, мм | Осевой ход $2\lambda_{-1}$, мм | Размеры в миллиметрах | | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | $D_1$ | $D_2$ | s | L | $L_1$ | |
| СКУ.ТГИ.II-16-57x4,0/125-40-ОДК-М** | | 50 | 40 | 57 | 131 | 152 | 4,0 | 985 | | 12 |
| СКУ.ТГИ.II-16-57x4,0/140-40-ОДК-М** | | 50 | 40 | 57 | 147 | 172 | 4,0 | 985 | | 12 |
| СКУ.ТГИ.II-16-57x4,0/140-80-ОДК-М** | | 50 | 80 | 57 | 147 | 168 | 4,0 | 985 | | 13 |
| СКУ.ТГИ.II-16-76x4,0/140-80-ОДК-М** | | 65 | 80 | 76 | 147 | 168 | 4,0 | 985 | | 14 |
| СКУ.ТГИ.II-16-76x4,0/160-80-ОДК-М** | | 65 | 80 | 76 | 167 | 192 | 4,0 | 985 | | 15 |
| СКУ.ТГИ.II-16-89x4,0/160-90-ОДК-М** | | 80 | 90 | 89 | 167 | 188 | 4,0 | 1005 | | 16 |
| СКУ.ТГИ.II-16-89x4,0/180-90-ОДК-М** | | 80 | 90 | 89 | 187 | 213 | 4,0 | 1005 | 150 | 17 |
| СКУ.ТГИ.II-16-108x4,0/180-120-ОДК-М** | | 100 | 120 | 108 | 187 | 209 | 4,0 | 1065 | | 22 |
| СКУ.ТГИ.II-16-108x4,0/200-120-ОДК-М** | | 100 | 120 | 108 | 208 | 239 | 4,0 | 1065 | | 24 |
| СКУ.ТГИ.II-16-133x5,0/225-130-ОДК-М** | | 125 | 130 | 133 | 233 | 256 | 5,0 | 1085 | | 35 |
| СКУ.ТГИ.II-16-133x5,0/250-130-ОДК-М** | | 125 | 130 | 133 | 259 | 290 | 5,0 | 1085 | | 38 |
| СКУ.ТГИ.II-16-159x6,0/250-150-ОДК-М** | | 150 | 150 | 159 | 259 | 282 | 6,0 | 1125 | | 48 |
| СКУ.ТГИ.II-16-159x6,0/280-150-ОДК-М** | | 150 | 150 | 159 | 285 | 310 | 6,0 | 1125 | | 49 |
| СКУ.ТГИ.II-16-219x8,0/315-160-ОДК-М** | | 200 | 160 | 219 | 326 | 351 | 8,0 | 1140 | | 77 |
| СКУ.ТГИ.II-16-219x8,0/355-160-ОДК-М** | | 200 | 160 | 219 | 363 | 391 | 8,0 | 1140 | | 81 |
| СКУ.ТГИ.II-16-273x8,0/400-180-ОДК-М** | | 250 | 180 | 273 | 413 | 442 | 8,0 | 1395 | | 144 |
| СКУ.ТГИ.II-16-273x8,0/450-180-ОДК-М** | | 250 | 180 | 273 | 453 | 482 | 8,0 | 1395 | | 153 |
| СКУ.ТГИ.II-16-325x8,0/450-190-ОДК-М** | | 300 | 190 | 325 | 463 | 492 | 8,0 | 1415 | | 174 |
| СКУ.ТГИ.II-16-325x8,0/500-190-ОДК-М** | 1,6 | 300 | 190 | 325 | 510 | 541 | 8,0 | 1415 | | 185 |
| СКУ.ТГИ.II-16-377x9,0/500-190-ОДК-М** | | 350 | 190 | 377 | 510 | 541 | 9,0 | 1415 | | 216 |
| СКУ.ТГИ.II-16-377x9,0/560-190-ОДК-М** | | 350 | 190 | 377 | 567 | 600 | 9,0 | 1415 | | 231 |
| СКУ.ТГИ.II-16-426x9,0/560-200-ОДК-М** | | 400 | 200 | 426 | 567 | 600 | 9,0 | 1435 | | 260 |
| СКУ.ТГИ.II-16-426x9,0/600-200-ОДК-М** | | 400 | 200 | 426 | 608 | 642 | 9,0 | 1435 | | 271 |
| СКУ.ТГИ.II-16-426x9,0/630-200-ОДК-М** | | 400 | 200 | 426 | 639 | 674 | 9,0 | 1435 | | 281 |
| СКУ.ТГИ.II-16-530x8,0/710-210-ОДК-М** | | 500 | 210 | 530 | 716 | 755 | 8,0 | 1475 | | 399 |
| СКУ.ТГИ.II-16-530x8,0/800-210-ОДК-М** | | 500 | 210 | 530 | 814 | 856 | 8,0 | 1475 | 210 | 446 |
| СКУ.ТГИ.II-16-630x8,0/800-220-ОДК-М** | | 600 | 220 | 630 | 814 | 856 | 8,0 | 1495 | | 494 |
| СКУ.ТГИ.II-16-630x8,0/900-220-ОДК-М** | | 600 | 220 | 630 | 912 | 957 | 8,0 | 1495 | | 554 |
| СКУ.ТГИ.II-16-720x8,0/900-220-ОДК-М** | | 700 | 220 | 720 | 912 | 957 | 8,0 | 1495 | | 592 |
| СКУ.ТГИ.II-16-720x8,0/1000-220-ОДК-М** | | 700 | 220 | 720 | 1015 | 1063 | 8,0 | 1495 | | 666 |
| СКУ.ТГИ.II-16-820x9,0/1000-240-ОДК-М** | | 800 | 240 | 820 | 1015 | 1063 | 9,0 | 1535 | | 726 |
| СКУ.ТГИ.II-16-820x9,0/1100-240-ОДК-М** | | 800 | 240 | 820 | 1119 | 1166 | 9,0 | 1535 | | 751 |
| СКУ.ТГИ.II-16-920x10,0/1100-260-ОДК-М** | | 900 | 260 | 920 | 1119 | 1166 | 10,0 | 1590 | | 876 |
| СКУ.ТГИ.II-16-920x10,0/1200-260-ОДК-М** | | 900 | 260 | 920 | 1219 | 1266 | 10,0 | 1590 | | 897 |
| СКУ.ТГИ.II-16-1020x12,0/1200-260-ОДК-М** | | 1000 | 260 | 1020 | 1224 | 1271 | 12,0 | 1590 | | 1050 |
| СКУ.ТГИ.II-16-1220x12,0/1425-260-ОДК-М** | | 1200 | 260 | 1220 | 1445 | 1493 | 12,0 | 1590 | | 1263 |
| СКУ.ТГИ.II-16-1420x12,0/1600-260-ОДК-М** | | 1400 | 260 | 1420 | 1625 | 1670 | 14,0 | 1590 | | 1500 |

*Продолжение таблицы Е.8*

| Условное обозначение | PN, МПа | DN, мм | Осевой ход 2λ₋₁, мм | Размеры в миллиметрах | | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | $D_1$ | $D_2$ | s | L | $L_1$ | |
| СКУ.ТГИ.II-25-57х4,0/125-40-ОДК-М** | | 50 | 40 | 57 | 131 | 152 | 4,0 | 985 | | 12 |
| СКУ.ТГИ.II-25-57х4,0/140-40-ОДК-М** | | 50 | 40 | 57 | 147 | 172 | 4,0 | 985 | | 12 |
| СКУ.ТГИ.II-25-57х4,0/140-80-ОДК-М** | | 50 | 80 | 57 | 147 | 168 | 4,0 | 985 | | 13 |
| СКУ.ТГИ.II-25-76х4,0/140-80-ОДК-М** | | 65 | 80 | 76 | 147 | 168 | 4,0 | 985 | | 14 |
| СКУ.ТГИ.II-25-76х4,0/160-80-ОДК-М** | | 65 | 80 | 76 | 167 | 192 | 4,0 | 985 | | 15 |
| СКУ.ТГИ.II-25-89х4,0/160-90-ОДК-М** | | 80 | 90 | 89 | 167 | 188 | 4,0 | 1005 | | 16 |
| СКУ.ТГИ.II-25-89х4,0/180-90-ОДК-М** | | 80 | 90 | 89 | 187 | 213 | 4,0 | 1005 | | 17 |
| СКУ.ТГИ.II-25-108х4,0/180-120-ОДК-М** | | 100 | 120 | 108 | 187 | 209 | 4,0 | 1065 | 150 | 22 |
| СКУ.ТГИ.II-25-108х4,0/200-120-ОДК-М** | | 100 | 120 | 108 | 208 | 239 | 4,0 | 1065 | | 24 |
| СКУ.ТГИ.II-25-133х5,0/225-130-ОДК-М** | | 125 | 130 | 133 | 233 | 256 | 5,0 | 1085 | | 35 |
| СКУ.ТГИ.II-25-133х5,0/250-130-ОДК-М** | | 125 | 130 | 133 | 259 | 290 | 5,0 | 1085 | | 38 |
| СКУ.ТГИ.II-25-159х6,0/250-150-ОДК-М** | | 150 | 150 | 159 | 259 | 282 | 6,0 | 1125 | | 48 |
| СКУ.ТГИ.II-25-159х6,0/280-150-ОДК-М** | | 150 | 150 | 159 | 285 | 310 | 6,0 | 1125 | | 49 |
| СКУ.ТГИ.II-25-219х8,0/315-160-ОДК-М** | | 200 | 160 | 219 | 326 | 351 | 8,0 | 1140 | | 77 |
| СКУ.ТГИ.II-25-219х8,0/355-160-ОДК-М** | | 200 | 160 | 219 | 363 | 391 | 8,0 | 1140 | | 81 |
| СКУ.ТГИ.II-25-273х8,0/400-180-ОДК-М** | | 250 | 180 | 273 | 413 | 442 | 8,0 | 1395 | | 144 |
| СКУ.ТГИ.II-25-273х8,0/450-180-ОДК-М** | | 250 | 180 | 273 | 453 | 482 | 8,0 | 1395 | | 153 |
| СКУ.ТГИ.II-25-325х8,0/450-190-ОДК-М** | | 300 | 190 | 325 | 463 | 492 | 8,0 | 1415 | | 174 |
| СКУ.ТГИ.II-25-325х8,0/500-190-ОДК-М** | 2,5 | 300 | 190 | 325 | 510 | 541 | 8,0 | 1415 | | 185 |
| СКУ.ТГИ.II-25-377х9,0/500-190-ОДК-М** | | 350 | 190 | 377 | 510 | 541 | 9,0 | 1415 | | 216 |
| СКУ.ТГИ.II-25-377х9,0/560-190-ОДК-М** | | 350 | 190 | 377 | 567 | 600 | 9,0 | 1415 | | 231 |
| СКУ.ТГИ.II-25-426х9,0/560-200-ОДК-М** | | 400 | 200 | 426 | 567 | 600 | 9,0 | 1435 | | 260 |
| СКУ.ТГИ.II-25-426х9,0/600-200-ОДК-М** | | 400 | 200 | 426 | 608 | 642 | 9,0 | 1435 | | 271 |
| СКУ.ТГИ.II-25-426х9,0/630-200-ОДК-М** | | 400 | 200 | 426 | 639 | 674 | 9,0 | 1435 | | 281 |
| СКУ.ТГИ.II-25-530х8,0/710-210-ОДК-М** | | 500 | 210 | 530 | 716 | 755 | 8,0 | 1475 | | 399 |
| СКУ.ТГИ.II-25-530х8,0/800-210-ОДК-М** | | 500 | 210 | 530 | 814 | 856 | 8,0 | 1475 | 210 | 446 |
| СКУ.ТГИ.II-25-630х8,0/800-220-ОДК-М** | | 600 | 220 | 630 | 814 | 856 | 8,0 | 1495 | | 494 |
| СКУ.ТГИ.II-25-630х8,0/900-220-ОДК-М** | | 600 | 220 | 630 | 912 | 957 | 8,0 | 1495 | | 554 |
| СКУ.ТГИ.II-25-720х8,0/900-220-ОДК-М** | | 700 | 220 | 720 | 912 | 957 | 8,0 | 1495 | | 592 |
| СКУ.ТГИ.II-25-720х8,0/900-220-ОДК-М** | | 700 | 220 | 720 | 1015 | 1063 | 8,0 | 1495 | | 666 |
| СКУ.ТГИ.II-25-820х9,0/1000-240-ОДК-М** | | 800 | 240 | 820 | 1015 | 1063 | 9,0 | 1535 | | 726 |
| СКУ.ТГИ.II-25-820х9,0/1100-240-ОДК-М** | | 800 | 240 | 820 | 1119 | 1166 | 9,0 | 1535 | | 751 |
| СКУ.ТГИ.II-25-920х10,0/1100-260-ОДК-М** | | 900 | 260 | 920 | 1119 | 1166 | 10,0 | 1590 | | 876 |
| СКУ.ТГИ.II-25-920х10,0/1200-260-ОДК-М** | | 900 | 260 | 920 | 1219 | 1266 | 10,0 | 1590 | | 897 |
| СКУ.ТГИ.II-25-1020х12,0/1200-260-ОДК-М** | | 1000 | 260 | 1020 | 1224 | 1271 | 12,0 | 1590 | | 1050 |
| СКУ.ТГИ.II-25-1220х12,0/1425-260-ОДК-М** | | 1200 | 260 | 1220 | 1445 | 1493 | 12,0 | 1590 | | 1263 |
| СКУ.ТГИ.II-25-1420х12,0/1600-260-ОДК-М** | | 1400 | 260 | 1420 | 1625 | 1670 | 14,0 | 1590 | | 1500 |

**Двухсильфонное компенсационное устройство. Тип ТГИ.II**




1 - патрубок присоединительный
2 - сильфон
3 - ввод кабельный
4 - патрубок направляющий
5 - гильза
6 - кожух
7 - мембрана
8 - уплотнение сальниковое
9 - муфта термоусаживающаяся
10 - теплоизоляция
11 - проводник СОДК

*Продолжение таблицы Е.8*

| Условное обозначение | PN, МПа | DN, мм | Осевой ход 2λ₋₁, мм | Размеры в миллиметрах | | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | $D_1$ | $D_2$ | s | L | $L_1$ | |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-57х4,0/125-80-ОДК-М** | | 50 | 80 | 57 | 131 | 152 | 4,0 | 1330 | | 19 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-57х4,0/140-80-ОДК-М** | | 50 | 80 | 57 | 147 | 172 | 4,0 | 1330 | | 21 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-57х4,0/140-160-ОДК-М** | | 50 | 160 | 57 | 147 | 168 | 4,0 | 1330 | | 24 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-76х4,0/140-160-ОДК-М** | | 65 | 160 | 76 | 147 | 168 | 4,0 | 1330 | | 26 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-76х4,0/160-160-ОДК-М** | | 65 | 160 | 76 | 167 | 192 | 4,0 | 1330 | | 29 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-89х4,0/160-180-ОДК-М** | | 80 | 180 | 89 | 167 | 188 | 4,0 | 1367 | | 31 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-89х4,0/180-180-ОДК-М** | | 80 | 180 | 89 | 187 | 213 | 4,0 | 1367 | 150 | 34 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-108х4,0/180-240-ОДК-М** | | 100 | 240 | 108 | 187 | 209 | 4,0 | 1470 | | 56 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-108х4,0/200-240-ОДК-М** | | 100 | 240 | 108 | 208 | 239 | 4,0 | 1470 | | 62 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-133х5,0/225-260-ОДК-М** | | 125 | 260 | 133 | 233 | 256 | 5,0 | 1497 | | 86 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-133х5,0/250-260-ОДК-М** | | 125 | 260 | 133 | 259 | 290 | 5,0 | 1497 | | 95 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-159х6,0/250-300-ОДК-М** | | 150 | 300 | 159 | 259 | 282 | 6,0 | 1575 | | 104 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-159х6,0/280-300-ОДК-М** | | 150 | 300 | 159 | 285 | 310 | 6,0 | 1575 | | 114 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-219х8,0/315-320-ОДК-М** | | 200 | 320 | 219 | 326 | 351 | 8,0 | 1596 | | 133 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-219х8,0/355-320-ОДК-М** | | 200 | 320 | 219 | 363 | 391 | 8,0 | 1596 | | 146 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-273х8,0/400-360-ОДК-М** | | 250 | 360 | 273 | 413 | 442 | 8,0 | 1986 | | 288 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-273х8,0/450-360-ОДК-М** | | 250 | 360 | 273 | 453 | 482 | 8,0 | 1986 | | 317 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-325х8,0/450-380-ОДК-М** | | 300 | 380 | 325 | 463 | 492 | 8,0 | 2024 | | 355 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-325х8,0/500-380-ОДК-М** | 1,6 | 300 | 380 | 325 | 510 | 541 | 8,0 | 2024 | | 391 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-377х9,0/500-380-ОДК-М** | | 350 | 380 | 377 | 510 | 541 | 9,0 | 2054 | | 415 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-377х9,0/560-380-ОДК-М** | | 350 | 380 | 377 | 567 | 600 | 9,0 | 2054 | | 457 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-426х9,0/560-400-ОДК-М** | | 400 | 400 | 426 | 567 | 600 | 9,0 | 2095 | | 510 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-426х9,0/600-400-ОДК-М** | | 400 | 400 | 426 | 608 | 642 | 9,0 | 2095 | | 538 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-426х9,0/630-400-ОДК-М** | | 400 | 400 | 426 | 639 | 674 | 9,0 | 2095 | | 561 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-530х8,0/710-420-ОДК-М** | | 500 | 420 | 530 | 716 | 755 | 8,0 | 2221 | | 814 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-530х8,0/800-420-ОДК-М** | | 500 | 420 | 530 | 814 | 856 | 8,0 | 2221 | 210 | 884 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-630х8,0/800-440-ОДК-М** | | 600 | 440 | 630 | 814 | 856 | 8,0 | 2262 | | 952 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-630х8,0/900-440-ОДК-М** | | 600 | 440 | 630 | 912 | 957 | 8,0 | 2262 | | 1022 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-720х8,0/900-440-ОДК-М** | | 700 | 440 | 720 | 912 | 957 | 8,0 | 2269 | | 1088 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-720х8,0/1000-440-ОДК-М** | | 700 | 440 | 720 | 1015 | 1063 | 8,0 | 2269 | | 1124 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-820х9,0/1000-480-ОДК-М** | | 800 | 480 | 820 | 1015 | 1063 | 9,0 | 2344 | | 1311 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-820х9,0/1100-480-ОДК-М** | | 800 | 480 | 820 | 1119 | 1166 | 9,0 | 2344 | | 1442 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-920х10,0/1100-520-ОДК-М** | | 900 | 520 | 920 | 1119 | 1166 | 10,0 | 2457 | | 1595 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-920х10,0/1200-520-ОДК-М** | | 900 | 520 | 920 | 1219 | 1266 | 10,0 | 2457 | | 1755 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-1020х12,0/1200-520-ОДК-М** | | 1000 | 520 | 1020 | 1224 | 1271 | 12,0 | 2457 | | 1927 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-1220х12,0/1425-520-ОДК-М** | | 1200 | 520 | 1220 | 1445 | 1493 | 12,0 | 2457 | | 2309 |
| 2СКУ.ТГИ.II-16-1420х14,0/1600-520-ОДК-М** | | 1400 | 520 | 1420 | 1625 | 1670 | 14,0 | 2457 | | 2400 |

| Условное обозначение | PN, МПа | DN, мм | Осевой ход $2\lambda_{-1}$, мм | Размеры в миллиметрах | | | | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | D | $D_1$ | $D_2$ | s | L | $L_1$ | |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-57x4,0/125-80-ОДК-М** | 2,5 | 50 | 80 | 57 | 131 | 152 | 4,0 | 1330 | 150 | 19 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-57x4,0/140-80-ОДК-М** | | 50 | 80 | 57 | 147 | 172 | 4,0 | 1330 | | 21 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-57x4,0/140-160-ОДК-М** | | 50 | 160 | 57 | 147 | 168 | 4,0 | 1330 | | 24 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-76x4,0/140-160-ОДК-М** | | 65 | 160 | 76 | 147 | 168 | 4,0 | 1330 | | 26 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-76x4,0/160-160-ОДК-М** | | 65 | 160 | 76 | 167 | 192 | 4,0 | 1330 | | 29 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-89x4,0/160-180-ОДК-М** | | 80 | 180 | 89 | 167 | 188 | 4,0 | 1367 | | 31 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-89x4,0/180-180-ОДК-М** | | 80 | 180 | 89 | 187 | 213 | 4,0 | 1367 | | 34 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-108x4,0/180-240-ОДК-М** | | 100 | 240 | 108 | 187 | 209 | 4,0 | 1470 | | 56 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-108x4,0/200-240-ОДК-М** | | 100 | 240 | 108 | 208 | 239 | 4,0 | 1470 | | 62 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-133x5,0/225-260-ОДК-М** | | 125 | 260 | 133 | 233 | 256 | 5,0 | 1497 | | 86 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-133x5,0/250-260-ОДК-М** | | 125 | 260 | 133 | 259 | 290 | 5,0 | 1497 | | 95 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-159x6,0/250-300-ОДК-М** | | 150 | 300 | 159 | 259 | 282 | 6,0 | 1575 | | 104 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-159x6,0/280-300-ОДК-М** | | 150 | 300 | 159 | 285 | 310 | 6,0 | 1575 | | 114 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-219x8,0/315-320-ОДК-М** | | 200 | 320 | 219 | 326 | 351 | 8,0 | 1596 | | 133 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-219x8,0/355-320-ОДК-М** | | 200 | 320 | 219 | 363 | 391 | 8,0 | 1596 | 210 | 146 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-273x8,0/400-360-ОДК-М** | | 250 | 360 | 273 | 413 | 442 | 8,0 | 1986 | | 288 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-273x8,0/450-360-ОДК-М** | | 250 | 360 | 273 | 453 | 482 | 8,0 | 1986 | | 317 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-325x8,0/450-380-ОДК-М** | | 300 | 380 | 325 | 463 | 492 | 8,0 | 2024 | | 355 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-325x8,0/500-380-ОДК-М** | | 300 | 380 | 325 | 510 | 541 | 8,0 | 2024 | | 391 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-377x9,0/500-380-ОДК-М** | | 350 | 380 | 377 | 510 | 541 | 9,0 | 2054 | | 415 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-377x9,0/560-380-ОДК-М** | | 350 | 380 | 377 | 567 | 600 | 9,0 | 2054 | | 457 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-426x9,0/560-400-ОДК-М** | | 400 | 400 | 426 | 567 | 600 | 9,0 | 2095 | | 510 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-426x9,0/600-400-ОДК-М** | | 400 | 400 | 426 | 608 | 642 | 9,0 | 2095 | | 538 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-426x9,0/630-400-ОДК-М** | | 400 | 400 | 426 | 639 | 674 | 9,0 | 2095 | | 561 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-530x8,0/710-420-ОДК-М** | | 500 | 420 | 530 | 716 | 755 | 8,0 | 2221 | | 814 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-530x8,0/800-420-ОДК-М** | | 500 | 420 | 530 | 814 | 856 | 8,0 | 2221 | | 884 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-630x8,0/800-440-ОДК-М** | | 600 | 440 | 630 | 814 | 856 | 8,0 | 2262 | | 952 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-630x8,0/900-440-ОДК-М** | | 600 | 440 | 630 | 912 | 957 | 8,0 | 2262 | | 1022 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-720x8,0/900-440-ОДК-М** | | 700 | 440 | 720 | 912 | 957 | 8,0 | 2269 | | 1088 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-720x8,0/1000-440-ОДК-М** | | 700 | 440 | 720 | 1015 | 1063 | 8,0 | 2269 | | 1124 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-820x9,0/1000-480-ОДК-М** | | 800 | 480 | 820 | 1015 | 1063 | 9,0 | 2344 | | 1311 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-820x9,0/1100-480-ОДК-М** | | 800 | 480 | 820 | 1119 | 1166 | 9,0 | 2344 | | 1442 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-920x10,0/1100-520-ОДК-М** | | 900 | 520 | 920 | 1119 | 1166 | 10,0 | 2457 | | 1595 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-920x10,0/1200-520-ОДК-М** | | 900 | 520 | 920 | 1219 | 1266 | 10,0 | 2457 | | 1755 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-1020x12,0/1200-520-ОДК-М** | | 1000 | 520 | 1020 | 1224 | 1271 | 12,0 | 2457 | | 1927 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-1220x12,0/1425-520-ОДК-М** | | 1200 | 520 | 1220 | 1445 | 1493 | 12,0 | 2457 | | 2309 |
| 2СКУ.ТГИ.II-25-1420x14,0/1600-520-ОДК-М** | | 1400 | 520 | 1420 | 1625 | 1670 | 14,0 | 2457 | | 2400 |

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ


1. ТР ТС 032/2013 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением».
2. ФНП в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением».
3. Федеральный Закон «О теплоснабжении» от 27.07.2010 № 190-ФЗ.
4. ГОСТ 22743-85 «Сильфоны. Термины, определения Термины, определения и буквенные обозначения».
5. ГОСТ 25756-83 «Компенсаторы и уплотнения сильфонные. Термины и определения».
6. ГОСТ 27.002-89 «Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения».
7. ГОСТ 28697-90 «Программа и методика испытаний сильфонных компенсаторов и уплотнений. Общие требования».
8. ГОСТ 30732-2006 «Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой».
9. ГОСТ 32935-2014 «Компенсаторы сильфонные металлические для тепловых сетей. Общие технические условия».
10. ГОСТ Р 56227-2014 «Трубы и фасонные изделия стальные в пенополимерминеральной изоляции. Технические условия».
11. Европейский стандарт EN 253;1994 (DIN 1626).
12. ОСТ5Р.0170-81 «Контроль неразрушающий. Металлические конструкции. Газовые и жидкостные методы контроля герметичности».
13. ОСТ5Р.9798-80 «Компенсаторы и уплотнения сильфонные металлические. Типовой технологический процесс изготовления и монтажа».
14. 012.РД-001.003 «Руководящий документ по проектированию и строительству тепловых сетей в пенополимерминеральной (ППМ) изоляции диаметром 25–1000 мм».
15. РД-3-ВЭП «Руководящие Документы по применению осевых сильфонных компенсаторов, сильфонных компенсационных устройств, стартовых сильфонных компенсаторов при проектировании, строительстве и эксплуатации тепловых сетей, систем горячего водоснабжения и паропроводов», ВНИПИэнергопром, 1998, 2000, 2006, 2011.
16. РД 10-249-98 «Нормы расчета на прочность стационарных котлов и трубопроводов пара и горячей воды», Госгортехнадзор России, 1999.
17. РД 10-400-01 «Нормы расчета на прочность трубопроводов тепловых сетей», Госгортехнадзор России, 2001.
18. РД 34.03.201-97 «Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей».
19. СКФ-3.1-483-1993-00-000 «Узлы компенсационные», АП «Трест Ленгазтеплострой», 1993.
20. СНиП 10-01-2003 «Система нормативных документов в строительстве. Основные положения».
21. СП 20.13330.2011 "Нагрузки и воздействия. С картами» Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85.
22. СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений». Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83.
23. СП 25.13330.2012 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах». Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88.
24. СП 36.13330.2011 «Магистральные трубопроводы». Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85.
25. СП 41-105-2002 «Проектирование и строительство тепловых сетей бесканальной прокладки из стальных труб с индустриальной тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке».
26. СП 45.13330.2012 «Земляные сооружения, основания и фундаменты». Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87.
27. СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов». Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003.
28. СП 68.13330.2017 «Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения». Актуализированная редакция СНиП 3.01.04-87.
29. СП 124.13330.2012 «Тепловые сети». Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003».
30. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология». Актуализированная редакция СНиП 23-01-99.
31. СТБ-2201-2011 «Компенсаторы сильфонные и сильфонные компенсационные устройства для тепловых сетей. Общие технические условия».
32. СТО НП «РТ» 70264433-4-5-2010 «Требования по контролю качества строительно-монтажных и ремонтно-восстановительных работ на тепловых сетях в ППУ-изоляции».
33. СТО НП «РТ» 70264433-4-6-2010 «Компенсаторы сильфонные и сильфонные компенсационные устройства для тепловых сетей. Общие технические требования».
34. ТС 627.00.00.00 «Одноблочные сильфонные компенсаторы». ОАО “Московская теплосетевая компания”. 2004.
35. ТС 628.00.00.00 «Двухблочные сильфонные компенсаторы». ОАО “Московская теплосетевая компания”. 2004.
36. ТУ 5768-005-13300749-05 «Трубы стальные и изделия на основе пенополимерминеральной теплогидроизоляции».
37. ТУ 4937-001-56325369-04 «Трубы и фасонные изделия с тепловой изоляцией из пенобетона и гидрозащитным покрытием».

38. ИЯНШ.300260.029ТУ, ИЯНШ.300260.033ТУ, ИЯНШ.300260.035ТУ — технические условия предприятия АО «НПП «Компенсатор».

39. «Теплофикация и тепловые сети» Е.Я Соколов. Москва, Издательский дом МЭИ, 2006.

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

41. «Типовые решения прокладки трубопроводов тепловых сетей в изоляции из пенополиуретана», Альбом ВНИПИэнергопрома, 2002.

42. Справочник по расчету и проектированию бесканальных теплопроводов. Киев, Будівельник. 198540.

43. «Основы применения осевых сильфонных компенсаторов в теплоснабжении». Я.А. Ковылянский. Москва, 2003.

44. «Опыт применения сильфонных компенсаторов на подземных тепловых сетях». Г.М. Говядко, В.И. Есарев Е.В. Матковский. Ленинград,1989.

45. В.В. Логунов, В.Л. Поляков, В.С. Слепченок. Опыт применения осевых сильфонных компенсаторов в тепловых сетях // Новости теплоснабжения. 2007. №7. С.47…52.

46. Ю.И. Максимов. Некоторые аспекты проектирования и строительства бесканальных термически напряженных предизолированных трубопроводов с применением стартовых компенсаторов // Новости теплоснабжения. 2008. №1. С.24…34.

47. А.А. Игнатов, В.Т. Ширинян, А.Д. Бурганов. Модернизированное сильфонное компенсационное устройство в ППУ изоляции для тепловых сетей // Новости теплоснабжения. 2008. №3. С.52…53.

48. В.Я. Магалиф. Проектирование трубопроводов тепловых сетей бесканальной прокладки с применением сильфонных компенсаторов. // Новости теплоснабжения. 2009. №4. С.44…46.

49. НП «Российское теплоснабжение». События и планы // Новости теплоснабжения. 2009. №9. С.10.

50. Р.В. Агапов. Об эксплуатации тепловых сетей ОАО «Московская теплосетевая компания». // Новости теплоснабжения. 2009. №9. С.34…36.

51. Д.Е. Чуйко. Комплексная приемка в эксплуатацию трубопроводов тепловых сетей в ППУ изоляции с системой ОДК. // Новости теплоснабжения. 2011. №1. С.38…42.

52. Кузин, В.В. Логунов, В.Л. Поляков. О назначенной наработке сильфонных компенсаторов. // Новости теплоснабжения. 2011. №3. С.48…50.

53. В.В. Логунов, В.Л. Поляков, С.В. Романов. Проблемы и пути решения компенсации температурных деформаций теплопроводов в пенополиуретановой теплоизоляции при бесканальной прокладке. // Новости теплоснабжения. 2011. №4. С.42…50.

54. Е.В. Кузин, В.В. Логунов, В.Л. Поляков. Устойчивость трубопроводов с осевыми сильфонными компенсаторами. // Новости теплоснабжения. 2011. №7. С.42…50.

55. Е.В. Кузин, В.В. Логунов, В.Л. Поляков. Применение направляющих опор на трубопроводах с осевыми сильфонными компенсаторами. // Новости теплоснабжения. 2011. №12. С.34…38.

56. В.Л. Поляков и др. Сильфонные компенсаторы как эффективное средство борьбы с утечками и гидравлическими потерями в тепловых сетях. // Новости теплоснабжения. 2012. №4. С.37…39.

57. В.В. Логунов, В.Л. Поляков, Е.В. Кузин. Замена существующих сальниковых компенсаторов на сильфонные. Расчет нагрузок на неподвижные опоры. // Новости теплоснабжения. 2016. №3. С.43…45.