



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**

пятая редакция / 2019 год

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
ОАО «Научно-производственное предприятие
«Компенсатор»



П.С. Вакулов
2011г.

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Генерального директора –
ОАО «Объединение ВНИПИэнергопром»



Л.А. Тутьхин
2011г.

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ РД-3-ВЭП

Часть первая
(четвертая редакция)

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

Разработка настоящей редакции Руководящего Документа осуществлялась под редакцией авторского коллектива:

Заместитель Главного инженера
ОАО «Объединение ВНИПИэнергопром», г. Москва

С.В. Романов

Заместитель Главного инженера
ОАО «Объединение ВНИПИэнергопром», г. Москва

И.Б. Новиков

Главный специалист
ОАО «Объединение ВНИПИэнергопром», г. Москва

А.И. Коротков

Младший научный сотрудник
ОАО «Объединение ВНИПИэнергопром», г. Москва

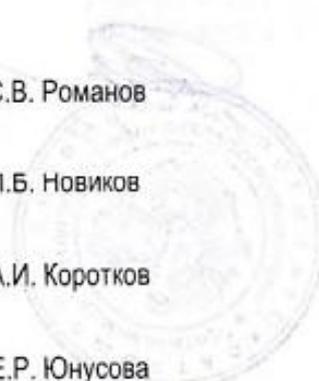
Е.Р. Юнусова

Главный конструктор проектов
ОАО «НПП «Компенсатор», г. Санкт-Петербург

В.Л. Поляков

Главный специалист
ОАО «НПП «Компенсатор», г. Санкт-Петербург

В.П. Ларионов





Утверждаю

Генеральный директор
АО «НПП «Компенсатор»

В.В. Логунов

«20» *марта* 2019 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

(Пятая редакция)

Санкт-Петербург
2019 г.

Переработка четвертой редакции РД-3-ВЭП, разработанной в 2011 году специалистами ОАО «Объединение ВНИПИэнергопром» и ОАО «НПП «Компенсатор», выполнена в связи с усовершенствованием конструкций и изменением технических характеристик сильфонных компенсаторов и сильфонных компенсационных устройств, серийно выпускаемых АО «НПП «Компенсатор», с целью повышения надежности их эксплуатации на основании требований Федерального Закона «О теплоснабжении» от 27.07.2010 № 190-ФЗ, технического регламента Таможенного союза ТР ТС 032/2013 «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением», требований ФНП в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением», требований ГОСТ 32935-2014 «Компенсаторы сильфонные металлические для тепловых сетей. Общие технические условия».

Разработка пятой 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. Слепченко), 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	7
Условные обозначения и сокращения	9
1. Основные положения	11
2. Типы сильфонных компенсаторов и сильфонных компенсационных устройств	13
3 Описание конструкций и область применения осевых сильфонных компенсаторов, сильфонных компенсационных устройств и стартовых сильфонных компенсаторов	16
4 Требования к основным материалам, применяемым для изготовления сильфонных компенсаторов, сильфонных компенсационных устройств и стартовых сильфонных компенсаторов	32
5 Правила проектирования трубопроводов тепловых сетей, ГВС и паропроводов с применением осевых сильфонных компенсаторов, сильфонных компенсационных устройств и стартовых сильфонных компенсаторов ..	35
5.1. Общие положения	35
5.2 Основные технические характеристики сильфонных компенсаторов, сильфонных компенсационных устройств и стартовых сильфонных компенсаторов для расчета трубопроводов тепловых сетей, ГВС и паропроводов	36
5.3 Выбор типа сильфонного компенсатора (сильфонного компенсационного устройства) в зависимости от проектных условий	39
5.4 Размещение осевых сильфонных компенсаторов, сильфонных компенсационных устройств и стартовых сильфонных компенсаторов на участке трубопровода	43
5.5 Расстановка направляющих опор, требования к направляющим опорам и к расчету нагрузок на направляющие опоры	44
5.6 Расчет теплового удлинения и длины участка компенсации трубопровода	46
5.7 Определение максимальной длины участка трубопровода между двумя неподвижными опорами, на котором должен быть установлен один СК, ССК или СКУ	48
5.8 Расчет нагрузок на неподвижные опоры	50
5.9 Проверка живучести системы	52
5.10 Проверка устойчивости системы	53
5.11 Определение величины предварительной (монтажной) деформации и монтажной длины СК, СКУ и ССК	55
6 Особенности ведения строительства трубопроводов тепловых сетей, ГВС и паропроводов с осевыми сильфонными компенсаторами, сильфонными компенсационными устройствами и стартовыми сильфонными компенсаторами	57
6.1 Общая часть	57
6.2 Ведение земляных работ	57
6.3. Транспортировка и хранение осевых сильфонных компенсаторов, сильфонных компенсационных устройств и стартовых сильфонных компенсаторов	58
6.4 Требования к предварительной теплоизоляции сильфонных компенсационных устройств типа ППУ, не имеющих заводской теплоизоляции патрубков	60
6.5 Особенности монтажа трубопроводов с осевыми сильфонными компенсаторами, сильфонными компенсационными устройствами и стартовыми сильфонными компенсаторами	61
6.6 Рекомендации в случае повреждения сильфонных компенсаторов, сильфонных компенсационных устройств и стартовых сильфонных компенсаторов при погрузочно-разгрузочных работах, транспортировке, хранении и монтаже	65
7. Испытания трубопроводов с сильфонными компенсаторами сильфонными компенсационными устройствами и стартовыми сильфонными компенсаторами	67
8 Правила эксплуатации и ремонта трубопроводов тепловых сетей с установленными сильфонными компенсаторами, сильфонными компенсационными устройствами и стартовыми сильфонными компенсаторами ..	68
Приложение А (рекомендуемое) «Методика расчета экономической эффективности при замене на действующих тепловых сетях сальниковых компенсаторов на сильфонные»	71
Приложение Б (обязательное) «Материалы для изготовления присоединительных патрубков»	76
Приложение В (рекомендуемое) «Расчетные формулы для определения суммарных горизонтальных нормативных нагрузок на неподвижные опоры труб»	78
Приложение Г (справочное) «Таблица заменяемости СК и СКУ взамен снятых с производства»	81
Приложение Д (справочное) «Основные размеры сильфонных компенсаторов по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ и стартовых сильфонных компенсаторов по техническим условиям ИЯНШ.300260.035ТУ»	82
Приложение Е (справочное) «Основные размеры сильфонных компенсационных устройств по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ»	96
Используемая литература	123

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем РД применены следующие термины:

Амплитуда осевого (рабочего) хода, λ_{\perp} – 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_{λ} – 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].

Нарработка 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 293K (20 °C), 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 293K (20 °C).

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), $2 \cdot \lambda_{\perp}$ – 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_{np} – избыточное давление, при котором следует проводить гидравлическое испытание сильфонного компенсатора (сильфонного компенсационного устройства) на прочность водой при температуре не менее 278K (5°C) и не более 313K (40°C), если в документации не указана другая температура.

Проводимая среда (теплоноситель) – среда, протекающая через сифонные компенсаторы (сифонные 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 сифонного компенсатора (сифонного компенсационного устройства) при выбранных материалах и заданной температуре.

Распорное усилие, P_p – усилие, действующее на трубопровод и неподвижные опоры, обусловленное установкой осевых компенсаторов (сифонных, сальниковых) и сифонных 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 сифонного компенсатора (сифонного компенсационного устройства) от начала эксплуатации до наступления предельного состояния.

Сиффон – 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].

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

Сиффонный компенсатор (СК) – устройство, состоящее из сиффона (сиффонов) и арматуры, способное поглощать или уравнивать 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 сифонного компенсатора (сифонного компенсационного устройства) от ее начала до наступления предельного состояния.

Стартовый сиффонный компенсатор (ССК) – сиффонное компенсационное устройство, срабатывающее один раз при пуске тепловой сети.

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

Эффективная площадь, $S_{эф}$ – площадь поперечного сечения сиффона, 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;

СО – скользящая опора;

СОДК – система оперативного дистанционного контроля;

ЭД – эксплуатационная документация;

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

$S_{эф}$ – эффективная площадь поперечного сечения СК (ССК, СКУ): $S_{эф} = 0,785 \cdot D_{ср.сильфона}^2$, см² (0.1);

C_{λ} – 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_{λ} – 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: $F_{пл} = (0,785 \cdot D_{вн}^2)$, мм² (0.2);

D_n – наружный диаметр трубы, мм;

$D_{вн}$ – внутренний диаметр трубы, мм;

$D_{об}$ – наружный диаметр теплопровода по оболочке, мм;

$D_{ск}$ – наружный диаметр СК по сильфону, мм;

s – толщина стенки трубы, мм;

t_1 – максимальная расчетная температура теплоносителя, °С;

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

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

t_3 – 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 заземления для СКУ, °С (см. п. 5.7.2.1);

$t_{зр}$ – 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;

μ – коэффициент трения;

φ – угол внутреннего трения грунта в градусах;

$\varphi_о$ – 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;

γ – удельный вес грунта, Н/м³;

Z – глубина засыпки по отношению к оси трубы, м;

$\mathfrak{R}_{ст}$ – 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 сиффона 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_o) до ($t_{мин}$);

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

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

W – момент сопротивления поперечного сечения стенки трубы:
$$W = 0,1 \cdot (D_n^4 - D_{вн}^4) / D_n, \text{ см}^3 \quad (0.3);$$

α – коэффициент линейного расширения стали, 0,012 мм/м⁰С;

J – момент инерции трубы:
$$J = 0,05 \cdot (D_n^4 - D_{вн}^4), \text{ см}^4 \quad (0.4);$$

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.300260.033ТУ 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 213К (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, 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 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 неремонтируемому 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»:

- 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 и до 350°С для пара;
- максимальная скорость проводимой среды – 8 м/с – для воды, и 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_{np} , 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 $(548 \pm 25) \text{K}$ ($(275 \pm 25) \text{°C}$) 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 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 – 10 лет с момента ввода в эксплуатацию 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 РН, суммируется по трем основным режимам эксплуатации:

1) Аварийного (100%) режима 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) Пускового (70%) режима: компенсация деформаций трубопровода при изменении температуры от минимальной до максимальной расчетной температуры теплоносителя – расчет на 150 циклов с амплитудой, равной 70% от максимальной;

3) Эксплуатационного (20%) режима: компенсация деформаций трубопровода при изменении температуры

теплоносителя $\pm 20^\circ$ от средней эксплуатационной – расчет на 10 000 циклов с амплитудой, равной 20% от максимальной.

1.21.2 Осевое перемещение СК и СКУ:

– при 100% режиме должно осуществляться от максимально сжатого до максимально растянутого состояния СК или СКУ и составлять величину $2 \cdot \lambda_{-1}$, указанную в таблицах 4 и 5;

– 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 таблицах 4 и 5.

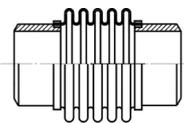
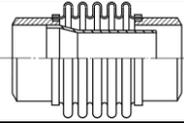
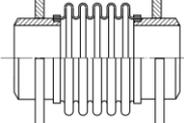
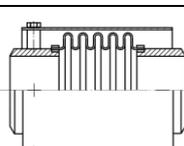
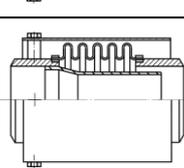
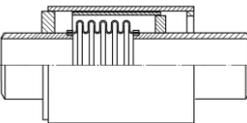
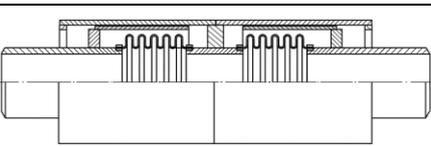
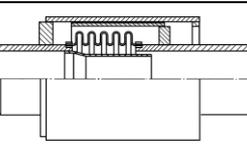
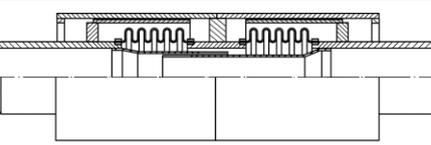
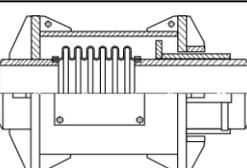
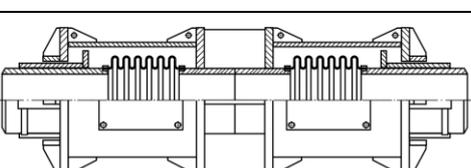
1.21.3 Расчеты трубопроводов тепловых сетей с осевыми СК и СКУ должны производиться исходя из 100% режима компенсации деформаций (максимальный осевой ход СК, СКУ) теплопровода при изменении температуры от расчетной температуры наружного воздуха для проектирования отопления до максимальной расчетной температуры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

1.21.4 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.

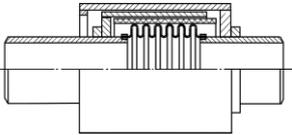
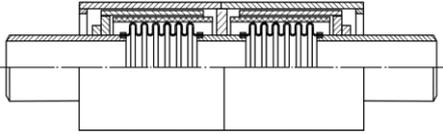
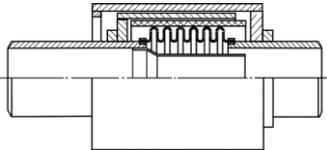
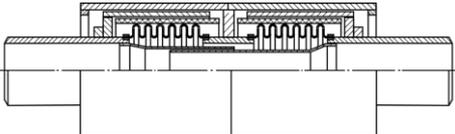
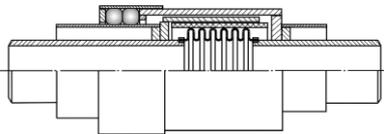
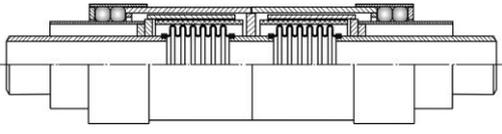
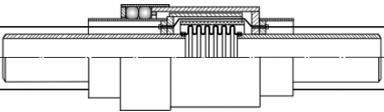
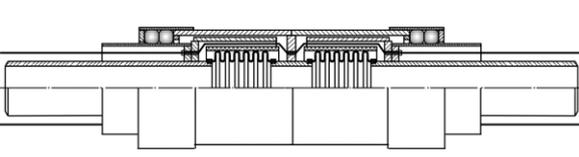
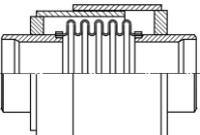
1.22 Назначенная наработка и вероятность безотказной работы СК, СКУ и ССК подтверждены квалификационными испытаниями и постоянно подтверждаются периодическими испытаниями в соответствии с требованиями ГОСТ 28697-90 и ГОСТ 32935-2014.

2. ТИПЫ СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ И СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ

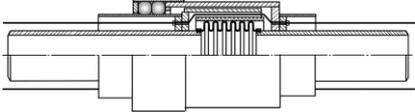
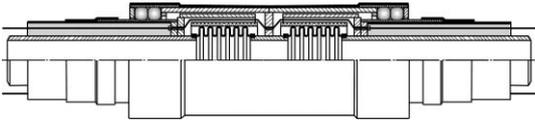
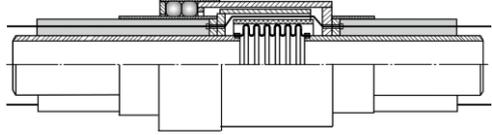
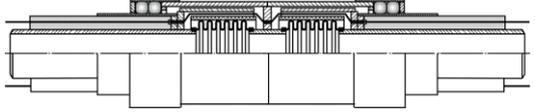
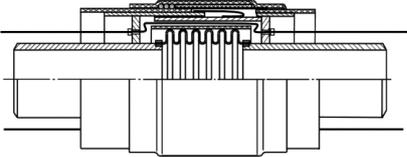
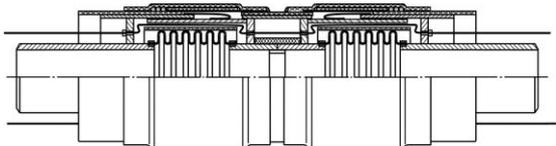
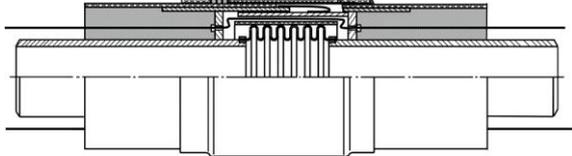
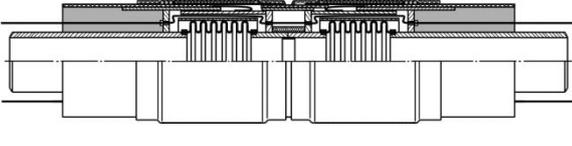
2.1 Типы осевых сильфонных компенсаторов

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 сифонных компенсационных устройств и стартовых сифонных компенсаторов

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

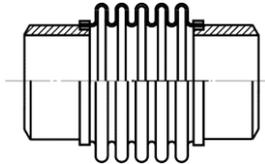
2.3 Типы предизолированных сифонных компенсационных устройств

Тип	Внешний вид	Краткое описание
ППУ/ПЭ.I		<p>Односифонное и двухсифонное компенсационные устройства, состоящие из одного или двух сифонов и присоединительных патрубков под приварку к трубопроводу, с ограничителями хода, силовыми кожухом, внутренними направляющими опорами и проводниками СОДК. Сиффон теплоизолирован. Внутренняя поверхность СКУ гидроизолирована от грунтовых вод сальниковой набивкой. Наружная поверхность сифонов и патрубков имеет антикоррозионное гидрозащитное покрытие. Патрубки СКУ теплоизолированы пенополиуретаном в защитной полиэтиленовой оболочке. Кожух СКУ покрыт полиэтиленовой термоусаживающейся лентой.</p>
		
ППУ/ОЦ		<p>Односифонное и двухсифонное компенсационные устройства, состоящие из одного или двух сифонов и присоединительных патрубков под приварку к трубопроводу, с ограничителями хода, силовыми кожухом, внутренними направляющими опорами и проводниками СОДК. Сиффон теплоизолирован. Внутренняя поверхность СКУ гидроизолирована от грунтовых вод сальниковой набивкой. Наружная поверхность сифонов и патрубков имеет антикоррозионное гидрозащитное покрытие. Патрубки СКУ теплоизолированы пенополиуретаном в защитной оболочке из оцинкованной стали.</p>
		
ТГИ.II		<p>Односифонное и двухсифонное компенсационные устройства, состоящие из одного или двух сифонов и присоединительных патрубков под приварку к трубопроводу, с внутренними направляющими, с ограничителями хода сжатия и проводниками СОДК. Сиффон теплоизолирован. Внутренняя поверхность СКУ защищена от грунтовых вод гидрозащитной мембраной и сальниковой набивкой. Наружная поверхность сифонов 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.</p>
		
ППУ/ПЭ.II		<p>Односифонное и двухсифонное компенсационные устройства, состоящие из одного или двух сифонов и присоединительных патрубков под приварку к трубопроводу, с внутренними направляющими, с ограничителями хода сжатия и проводниками СОДК. Сиффон теплоизолирован. Внутренняя поверхность СКУ защищена от грунтовых вод гидрозащитной мембраной и сальниковой набивкой. Наружная поверхность сифонов 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.</p>
		

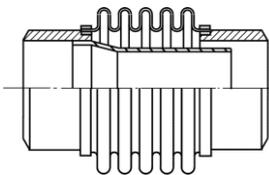
3. ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОСЕВЫХ СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ, СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ И СТАРТОВЫХ СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ

3.1 Сильфонные компенсаторы, предназначенные для изготовления сильфонных компенсационных устройств.

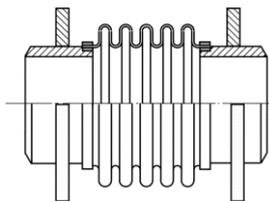
3.1.1 Осевые сильфонные компенсаторы типа ОПН (ОПНР), ОПГ и ОПФН по техническим условиям ИАНШ.300260.029ТУ (приложения Д.1, Д.2 и Д.3) предназначены для изготовления различных конструкций сильфонных компенсационных устройств.



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 ИАНШ.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 SKU 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 SKU, 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.

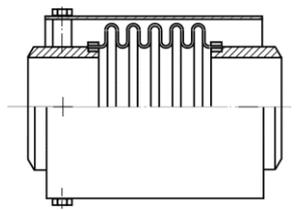
3.1.10 При применении СК типа ОПН (ОПНР), ОПФН и ОПГ непосредственно в трубопроводе должна быть исключена возможность механических повреждений сильфона снаружи, для чего рекомендуется установка над сильфоном стационарного защитного кожуха. Тепловая изоляция сильфонных компенсаторов выполняется после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

3.2 Сильфонные компенсаторы для трубопроводов с подвесной тепловой изоляцией.

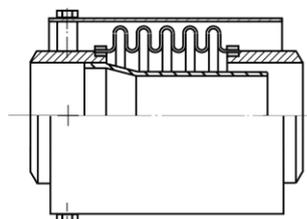
СК типа ОПН (ОПНР), ОПФН и ОПГ по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ (см. раздел 3.1) могут устанавливаться непосредственно в трубопроводах с подвесной теплоизоляцией, т.е. в трубопроводах, тепловая изоляция которых выполняется после монтажа различными теплоизоляционными материалами: тепловой изоляцией 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 и 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



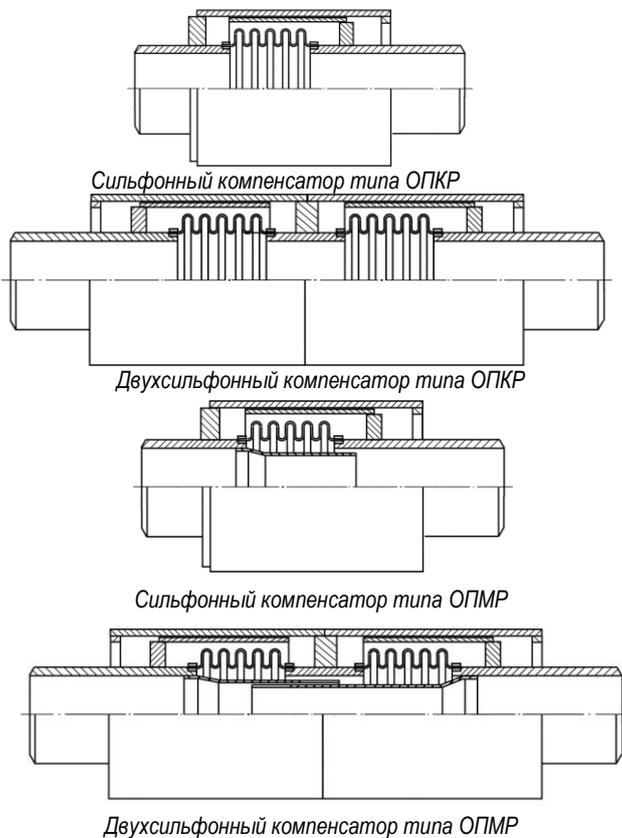
осевым перемещениям сильфона.

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):



предназначены для установки в трубопроводы с подвесной теплоизоляцией 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.

3.2.2.2 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 соединительных патрубков под приварку к трубопроводу. В конструкции применены сильфоны с повышенной компенсирующей способностью.

К соединительным 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 промежуточной трубке, 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 перемещаются 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 выполняют функции встроенной направляющей опоры.

При достижении сильфоном максимально допустимого значения сжатия цилиндрическая направляющая упрется в



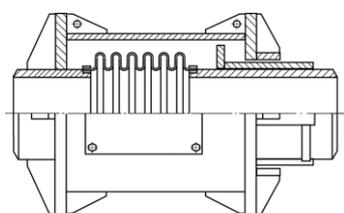
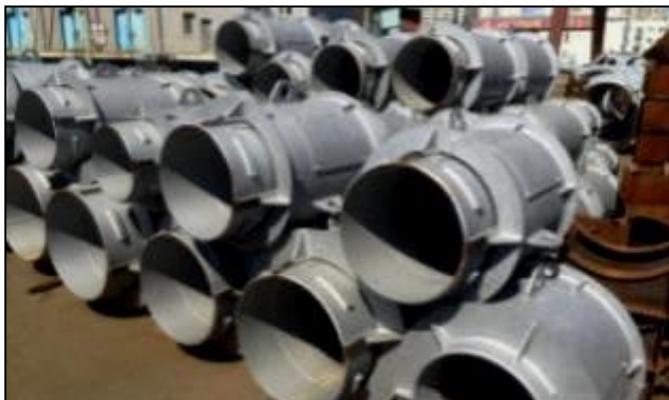
опорный фланец. Ограничитель сверхдопустимых растяжений сильфона представляют собой кольцо, приваренное изнутри к торцу кожуха, в которое цилиндрическая направляющая упрется при достижении сильфоном максимально допустимого значения растяжения, предохранив сильфон от сверхдопустимого сжатия при возникновении штатных 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 соединительных патрубков направляющим патрубком. У двухсильфонных компенсаторов типа ОПМР внутренние направляющие патрубки одной стороной приварены к соединительным патрубкам и телескопически вставлены друг в друга таким образом, чтобы при максимальном растяжении сильфонного компенсатора они не выходили из зацепления.

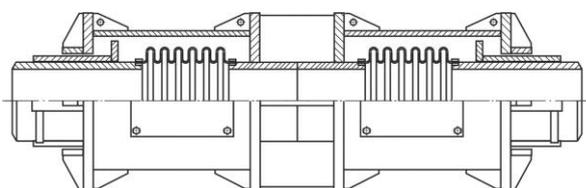
3.2.2.4 Тепловая изоляция сильфонных компенсаторов типа ОПКР и ОПМР, а также гидроизоляция внутренней поверхности компенсатора между его сильфонами и кожухом не предусмотрена. На наружную поверхность сильфонов, патрубков и кожуха нанесено антикоррозионное гидрозащитное покрытие.

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

– отверстием в нижней части силового кожуха для слива воды, попавшей во внутреннее пространство компенсатора между его сильфоном и кожухом при возможных

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, выполняют 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:

- антикоррозийное 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;

- антикоррозийное гидрозакщитное 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;

- подтопления компенсатора при эксплуатации грунтовыми, ливневыми или сточными водами;

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

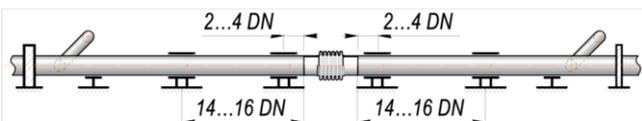
3.2.4 Основные требования при применении сильфонных компенсаторов по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ в трубопроводах.

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/см². 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/см².

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.

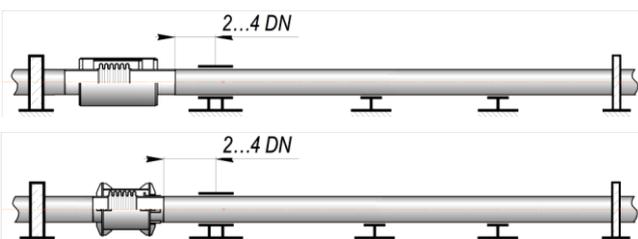


Первая пара направляющих опор устанавливается на расстоянии 2...4DN, вторая пара – на расстоянии 14...16DN от шва приварки компенсатора к трубопроводу.

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, исключая 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.

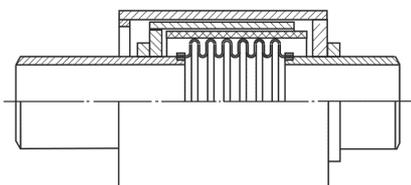


3.2.4.6 При применении на трубопроводах сильфонных компенсаторов типа ОПК, ОПМ, ОПКР, ОПМР, КСО (КСОР), а также сильфонных компенсаторов ОПН (ОПНР), ОПФН и ОПГ с установленным дополнительно защитным кожухом тепловая изоляция присоединительных патрубков сильфонных компенсаторов выполняется после их монтажа 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.

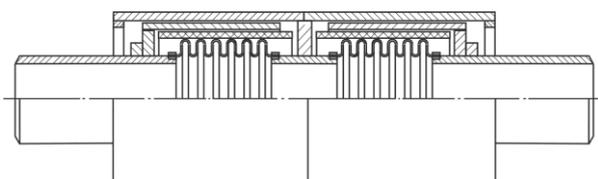
Нанесенная теплоизоляция должна обеспечивать снижение тепловых потерь через присоединительные патрубки и кожух сильфонных компенсаторов, а в зимний период исключать возможность замерзания проводимой среды при возникновении нештатных ситуаций на трубопроводе, а также в случае использования сильфонных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



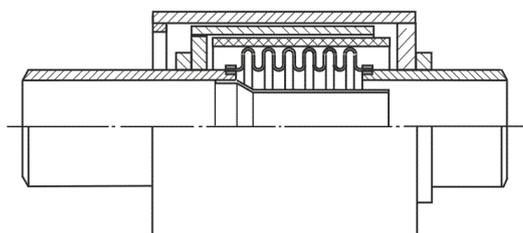
устройства при действии боковых нагрузок и делает его равнопрочным с основным трубопроводом, что позволяет применить компенсационное устройство без установки направляющих опор на трубопроводе. Технологические зазоры между внутренними направляющими опорами устройства и кожухом гарантируют его работоспособность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

При достижении сильфоном максимально допустимого значения сжатия цилиндрическая направляющая упрется в опорный фланец. Ограничитель сверхдопустимых растяжений сильфона представляют 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.

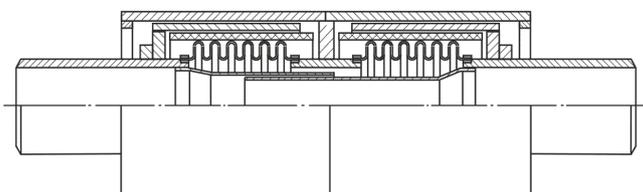
Тепловая изоляция сильфонных компенсационных устройств типа М, а также гидроизоляция внутренней поверхности компенсатора между его сильфоном и кожухом не предусмотрена, но для снижения тепловых потерь между сильфоном и цилиндрической направляющей проложен теплоизоляционный материал. На наружную поверхность 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/см².

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

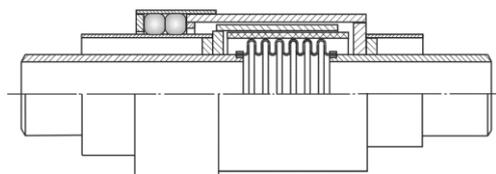
3.3.5 Сильфонные компенсационные устройства типа МП рекомендуется применять на трубопроводах, проводящих воду с температурой до 200 °С при скоростях свыше 6 м/с при закрытой системе водозабора и качественной водоподготовке, а также на паропроводах, проводящие пар с температурой до 350 °С и скоростью свыше 30 м/с при номинальном давлении до 25 кгс/см².

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

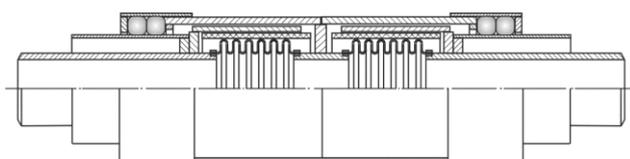
3.4.1 Сильфонные компенсационные устройства типа ППМ (приложение Е.3) предназначены для компенсации осевых температурных деформаций трубопроводов с индустриальной



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/см².

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.

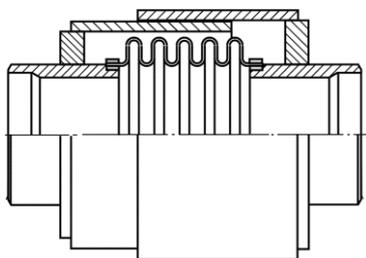


3.5 Стартовые сильфонные компенсаторы и сильфонные компенсационные устройства для стальных трубопроводов с промышленной тепловой изоляцией из пенополиуретана в защитной оболочке.

3.5.1 Стартовые сильфонные компенсаторы



3.5.1.1 Стартовые сильфонные компенсаторы (ССК), изготавливаемые по техническим условиям ИЯНШ.300260.035ТУ (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 промышленной тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной полиэтиленовой оболочкой.



Стартовый сильфонный компенсатор

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 друга 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.

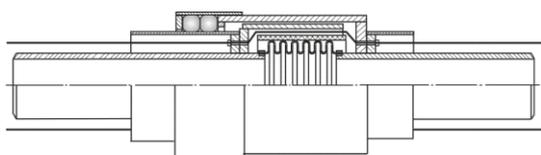
3.5.1.8 Детали и сварные швы ССК изготавливаемых по



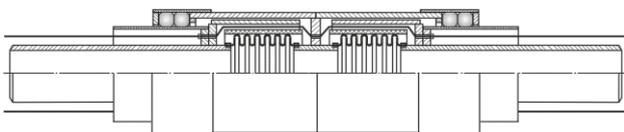
техническим условиям ИЯНШ.300260.035ТУ, рассчитаны на действие нагрузок от распорного усилия, создаваемого сильфоном, и знакопеременных нагрузок от температурных деформаций трубопровода после запуска ССК и заварки его кожухов на весь срок его службы.

3.5.2 Неизолированные сифонные компенсационные устройства для трубопроводов с пенополиуретановой теплоизоляцией.

3.5.2.1 Сифонные компенсационные устройства типа ППУ (приложение Е.4) конструктивно представляет собой осевой неразгруженный сифонный компенсатор, состоящий из сиффона (или двух сиффонов, изготовленных в одной партии, соединенных между собой через промежуточный патрубок, к которому приварен опорный фланец для приварки силового защитного кожуха), и соединительных патрубков. В конструкции применены сиффоны с повышенной компенсирующей способностью.



Сифонное компенсационное устройство типа ППУ



Двухсифонное компенсационное устройство типа ППУ

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

3.5.2.3 Конструкция СКУ типа ППУ обеспечивает соосность сиффонов (двухсифонных 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 сиффон от сверхдопустимых деформаций при возникновении нештатных ситуаций на трубопроводе, аналогичные ограничителям хода СКУ типа М.

3.5.2.5 Опорные фланцы, приваренные к соединительным 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 сиффона, патрубков и кожуха нанесено антикоррозионное гидрозащитное покрытие. Для снижения тепловых потерь между

сиффоном и цилиндрической направляющей проложен теплоизоляционный материал.

3.5.2.7 Для удобства теплоизоляции соединительных патрубков к подкрепляющим кольцам опорных фланцев СКУ приварена стальная центрирующая гильза, по



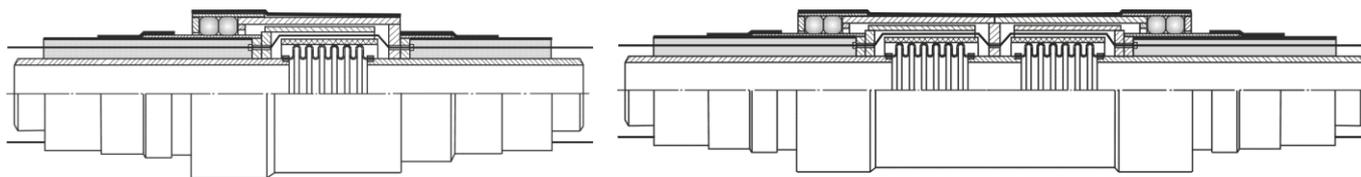
внутреннему диаметру соответствующая наружному диаметру полиэтиленовой или стальной оцинкованной оболочки пенополиуретановой теплоизоляции. Пространство между центрирующей гильзой и внутренней поверхностью силового защитного кожуха заполнено сальниковой набивкой для внешней гидроизоляции пространства между сиффоном 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.300260.03ЗТУ в качестве полуфабрикатов для изготовления теплогидроизолированных СКУ типа ППУ/ОЦ и ППУ/ПЭ.1.

3.5.2.10 СКУ типа ППУ, предназначенные для применения в трубопроводах с промышленной тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой или оцинкованной оболочке, должны быть теплоизолированы 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 двухсильфонное компенсационное устройство типа ППУ/ПЭ.1 и ППУ/ОЦ

3.5.3.1 Теплогидроизолированные сильфонные компенсационные устройства типа ППУ/ПЭ.1 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.

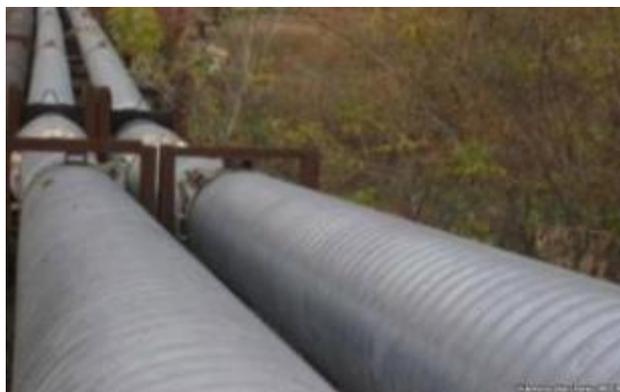


3.5.3.2 СКУ типа ППУ/ПЭ.1 – это сильфонные компенсационные устройства типа ППУ, патрубки которого теплоизолированы пенополиуретаном в защитной полиэтиленовой оболочке в соответствии с требованиями ГОСТ 30732-2006. Силовой защитный кожух сильфонных компенсационных устройств типа ППУ/ПЭ.1, применяемых при бесканальной прокладке, дополнительно гидроизолируется с помощью термоусаживающихся муфт.

3.5.3.3 СКУ типа ППУ/ПЭ.1 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, и не подверженных подтоплению грунтовыми, сточными или ливневыми водами.



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 промышленной 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.

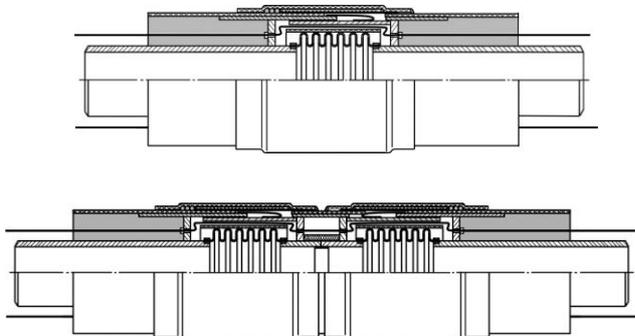
3.5.4 Теплогидроизолированные сифонные компенсационные устройства с усиленной гидроизоляцией для трубопроводов с пенополиуретановой теплоизоляцией в защитной полиэтиленовой оболочке.

3.5.4.1 Теплогидроизолированные сифонные компенсационные устройства типа ППУ/ПЭ.ИИ и ТГИ.ИИ 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 Сифонное компенсационное устройство типа ППУ/ПЭ.ИИ конструктивно представляет собой осевой неразгруженный сифонный компенсатор, состоящий из сиффона (или двух сиффонов, изготовленных в одной партии, соединенных между собой через промежуточные патрубки, к которым приварены опорные фланцы для приварки промежуточного патрубка теплоизоляции), и соединительных патрубков под приварку к трубопроводу. В конструкции применены сиффоны с повышенной компенсирующей способностью.



Сифонное компенсационное устройство типа ППУ/ПЭ.ИИ

Двухсифонное компенсационное устройство типа ППУ/ПЭ.ИИ

3.5.4.3 К соединительным патрубкам СКУ приварены опорные фланцы с цилиндрическими направляющими, телескопически перемещающимися с минимальным зазором друг в друге при осевых перемещениях сиффонов. Конструкция цилиндрических направляющих, телескопически перемещающихся друг в друге, частично разгружает сиффон от воздействия угловых и сдвиговых нагрузок, возникающих в трубопроводе, и фактически выполняют функции встроенной направляющей опоры. При достижении сиффоном максимального значения сжатия цилиндрическая направляющая упрется в опорный фланец, предохранив сиффон от сверхдопустимого сжатия при возникновении нештатных ситуаций на трубопроводе.

Ограничителей сверхдопустимых растяжений сиффона конструкцией устройства не предусмотрено.

3.5.4.4 Опорные фланцы, приваренные к соединительным 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 сиффона или гидроизолирующей мембраны. Для герметизации выхода проводников СОДК из СКУ в опорных фланцах установлены кабельные вводы.

3.5.4.6 На наружную поверхность сиффона, соединительных 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/см². Это позволяет гарантировать полную защиту сиффона 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 сиффона и конструкции СКУ в целом.

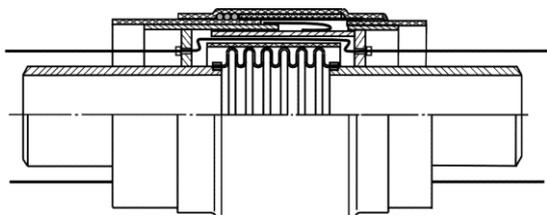
3.5.4.8 На поверхности цилиндрических направляющих, не входящих в зацепление друг с другом, и на промежуточный патрубок теплоизоляции у двухсифонных СКУ с помощью клеевой армированной ленты установлены термоусаживающиеся муфты, выполняющих функции

полиэтиленовой оболочки пенополиуретановой теплоизоляции соединительных патрубков СКУ и соответствующие диаметру полиэтиленовой изоляции трубопровода. Соединительные патрубки устройства теплоизолированы пенополиуретаном.

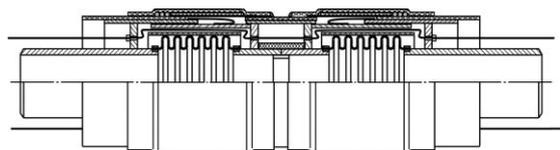


3.5.4.9 К одной из муфт соединительного патрубка экструдерной сваркой приварена термоусаживающаяся муфта большего диаметра, выполняющая роль защитного кожуха, которая с минимальным зазором может перемещаться по муфте второго соединительного патрубка СКУ при его осевых перемещениях. Для придания жесткости 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 сифонов от поперечных усилий и изгибающих моментов, возникающих при возможных прогибах трубопровода.

3.5.4.10 Сифонное компенсационное устройство типа ТГИ.ИИ представляет собой сифонное СКУ типа ППУ/ПЭ.ИИ с укороченными соединительными патрубками, не имеющими пенополиуретановой теплоизоляции.



Сифонное компенсационное устройство типа ТГИ.ИИ



Двухсифонное компенсационное устройство типа ТГИ.ИИ

3.5.4.11 Тепловая изоляция соединительных патрубков выполняется после монтажа сифонного компенсационного устройства в трубопровод одновременно с теплоизоляцией стыка сифонного 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 сифонные компенсационные устройства типа ППУ/ПЭ.ИИ и ТГИ.ИИ 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, необорудованных дренажной системой, и подверженных затоплению грунтовыми, сточными или ливневыми водами.

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

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

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



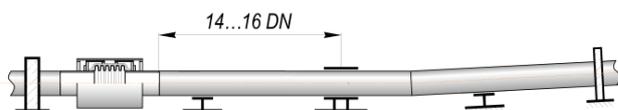
температурных деформациях трубопровода. Но для обеспечения более стабильной работы сифонов рекомендуется (а при бесканальной прокладке трубопровода – обязательно) односифонные компенсационные устройства устанавливать возле неподвижной опоры, подвижной стороной в сторону компенсируемого участка трубопровода, а двухсифонные – посередине участка трубопровода.

3.5.5.2 В случае применения сифонных компенсационных устройств типа М, МП, ППМ, ППУ, ППУ/ПЭ.І и ППУ/ОЦ при наземной и канальной прокладках трубопровода необходимость установки направляющих опор на расстоянии $2\div 4$ DN и $14\div 16$ 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 14 DN \div 16 DN от сифонного компенсационного устройства.

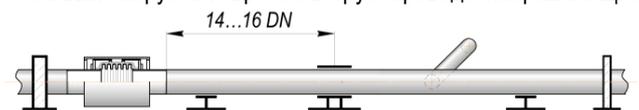


3.5.5.3 В случае применения на трубопроводах СКУ типа ППУ/ПЭ.ІІ и ТГИ.ІІ в непроходных каналах при отсутствии врезок, несоосности или непрямолинейности трубопровода необходимо и достаточно установить направляющие опоры на расстоянии $2\div 4$ DN от СКУ.

Необходимость установки направляющих опор на



расстоянии $14\div 16$ DN определяется по результатам расчета трубопровода на устойчивость (при отсутствии боковых нагрузок и врезок в трубопроводе направляющие



опоры на расстоянии $14\div 16$ 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.ІІ и ТГИ.ІІ, обязательна установка двух пар направляющих опор в соответствии с требованиями раздела 5.5 настоящего РД.

3.5.5.4 В случае применения сифонных компенсационных устройств типа ППМ, ППУ/ПЭ.І, ППУ/ПЭ.ІІ и ТГИ.ІІ при бесканальной прокладке установки направляющих опор на трубопроводе не требуется, т.к. их функции выполняет грунт.

3.5.5.5 Сифонные компенсационные устройства типа М, МП, ППМ, ППУ, ППУ/ПЭ.І 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.

DN, Мм	Допускаемая несоосность трубопровода, мм, при применении:	
	односифонных СКУ	двухсифонных 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 сифонных компенсационных устройств типа ППУ/ПЭ.І, ППУ/ОЦ, ППУ/ПЭ.ІІ и ТГИ.ІІ а также теплоизолированных перед монтажом сифонных 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 08X18H10T (или 05X18H10T) по ГОСТ 5632, или ее аналога – AISI 321;

– промежуточные слои сильфонов для СК и СКУ с температурой эксплуатации от минус 40 до 350°C 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 двух 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 08X18H10T (или 05X18H10T) 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*	Предельная температура эксплуатации, К (°C)
1	Наружные слои (со стороны окружающей среды) и внутренние слои (со стороны проводимой среды) – сталь марки 05X18H10T, 08X18H10T 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 473 (от минус 40 до 200)
2	Все слои – сталь 05X18H10T, 08X18H10T по ГОСТ 5632 или аналог: 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 423K (до 150°C)

Таблица 3

Материальное исполнение	Марка материала присоединительных патрубков	Предельные температуры эксплуатации, К (°C)
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 12X18H10T 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 623 (от минус 40 до 350)
М1Х*	Наружные слои (со стороны окружающей среды) и внутренние слои (со стороны проводимой среды) – 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 60°С)	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. пункт 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 в 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.

4.12 Наружные поверхности присоединительных патрубков СК, ССК и СКУ из углеродистых сталей, не

подвергаемые механической обработке, должны быть очищены дробеструйной обработкой.

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

4.14 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».

4.15 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.

4.16 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.

4.17 В зависимости от типа СКУ их внутренние поверхности между сильфоном, патрубками и кожухом могут быть теплоизолированы 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.

4.18 Тепловая изоляция присоединительных патрубков СКУ типа ППУ/ПЭ.І, ППУ/ПЭ.ІІ, ППУ/ОЦ и ТГИ.ІІ 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.

4.19 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.

4.20 Для СКУ типа ППУ/ПЭ.ІІ и ТГИ.ІІ 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-РК-250 или АФТ по ГОСТ 5152 (или их аналогами).

Допускается применение гидрозащитной мембраны, изготовленной из полотна силиконового невулканизированного 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.

4.21 Для СКУ типа ППУ/ПЭ.І кожух должен изолироваться по всей длине термоусаживающейся лентой ТЕРМА-Р по ТУ 2245-024-82119587-2007 или ее аналогами.

4.22 Для СКУ типа ППУ/ПЭ.ІІ и ТГИ.ІІ кожух должен изолироваться по всей длине полиэтиленовой толстостенной термоусаживающейся муфтой, изготовленной из полиэтилена низкого давления марки не

ниже ПЭ-80 типа «ТИАП-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.

4.23 В качестве сигнальных проводников СОДК должна использоваться проволока медная марки ММ по ТУ 16-705.492-2005 сечением не менее 1,5 мм².

4.24 В качестве электроизолирующей трубки для сигнальных проводников СОДК внутри СКУ рекомендуется применять трубку фторопластовую Ф4Д ГОСТ 22056.

4.25 Для обеспечения герметичности внутреннего пространства СКУ типа ППУ/ПЭ.ІІ и ТГИ.ІІ между сильфоном и гидрозащитной мембраной (сильфонным уплотнением) для вывода сигнальных проводников СОДК должны использоваться кабельные вводы типа «НСК-К-РVDF».

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 131.13330.2012 «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»;

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

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

– ИАНШ.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-изоляция);

– 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-изоляция);

– 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

Проводимая среда	Тип применяемого СК, ССК или СКУ	Температура проводимой среды, К (°С)	Номинальное давление, РН, МПа (кгс/см ²)	Скорость проводимой среды, м/с
Вода пресная сетевая*, вода систем ГВС*, вода питьевая	ППУ, ППУ/ОЦ, ППУ/ПЭ.І, ППУ/ПЭ.ІІ, ТГИ.ІІ, ССК	до 413 (140) допускается кратковременно до 423 (150) **	1,6 (16) 2,5 (25)	до 8
	ППМ	до 423 (150)		
	ОПН (ОПНР), ОПК, ОПКР, ОПФН, КСО (КСОР), М, МП	до 473 (200)		свыше 8
	ОПГ, ОПМ, ОПМР, МП			
Пар	ОПН, ОПНР, ОПК, М	до 623 (350)	до 40	
	ОПГ, ОПМ, ОПМР, МП		до 120	
* Допустимое содержание хлор-ионов – до 250 мг/л при температуре до 150 °С. ** Допускается повышение температуры теплоносителя не более 423К (150 °С) в пределах графика качественного регулирования отпуска тепла 150 °С – 70 °С.				

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. 1.17). Полный рабочий ход СК и СКУ соответствует удвоенной амплитуде ($2 \cdot \lambda_{.1}$) осевого рабочего хода сжатия – растяжения. Полный рабочий ход ССК – осевому ходу его сжатия ($\lambda_{.1}$).

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 $2 \cdot \lambda_{.1}$) при изменении температуры от расчетной температуры наружного воздуха для проектирования отопления до максимальной расчетной температуры теплоносителя.

5.2.1.1 Значения амплитуды осевого хода ($\lambda_{.1}$) и полного рабочего хода ($2 \cdot \lambda_{.1}$) 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 – 10000 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, $\pm \lambda_{.1}$, мм	Осевой ход (полный рабочий ход), $2 \cdot \lambda_{.1}$, значения для задания «осевого хода» в ПС «СТАРТ», мм	Амплитуда осевого хода, $\pm \lambda_{.1}$, мм	Осевой ход (полный рабочий ход), $2 \cdot \lambda_{.1}$, значения для задания «осевого хода» в ПС «СТАРТ», мм
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 (λ_{-1}) и полного рабочего хода ($2\lambda_{-1}$) 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), $2\lambda_{-1}$, мм		Амплитуда осевого хода, $\pm \lambda_{-1}$, мм		Осевой ход (полный рабочий ход), $2\lambda_{-1}$, 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 (ξ) и максимальные значения осевой жесткости (C_{λ}) 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, ξ	Жесткость осевая, C_{λ} , кН/м (кгс/см)	Коэффициент местного сопротивления, ξ	Жесткость осевая, C_{λ} , 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 (ξ), осевой жесткости (C_{λ}) 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_{λ} , кН/м (кгс/см)	Коэффициент местного сопротивления, ξ
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 $1,25 \cdot PN$ 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 $P_{вн} = 1,25 \cdot PN$				при $P_{вн} = 2,5 \text{ МПа}$		при $P_{вн} = 1,25 \cdot 2,5 \text{ МПа}$	
	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, проводящие пар с температурой до 350 °С и скоростью свыше 30 м/с при номинальном давлении до 25 кгс/см²

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.300260.033ТУ.

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 SKU 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 SKU 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 наземной 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 SKU типа ППУ при условии, что пенополиуретановая тепловая изоляция патрубков с защитной оболочкой из тонколистовой оцинкованной стали SKU должна быть выполнена до монтажа SKU 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.І, ППУ/ПЭ.ІІ, ТГИ и ТГИ.ІІ по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ.

Допускается применение SKU типа ППУ при условии, что пенополиуретановая тепловая изоляция патрубков с полиэтиленовой защитной оболочкой SKU должна быть выполнена до монтажа SKU 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 затопляемых грунтовыми, сточными и ливневыми водами непроходных каналах, следует применять теплогидроизолированные сильфонные компенсационные устройства типа ППУ/ПЭ.ІІ и ТГИ.ІІ.

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.

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

Таблица 12

	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 SKU 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						•	•		

Конструктивные особенности СКУ и условия их применения на трубопроводах

Таблица 13

	Конструктивные особенности СКУ и проектные условия	Тип сильфонного компенсационного устройства							
		М	МП	ППМ	ППУ	ППУ/ОЦ	ППУ/ПЭ.І	ППУ/ПЭ.ІІ	ТГИ.ІІ
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 затопливаемых 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.І, ППУ/ПЭ.ІІ и ТГИ.ІІ по техническим условиям ИАНШ.300260.033ТУ, а также стартовыми сильфонными компенсаторами по техническим условиям ИАНШ.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 ОКР 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 При всех способах прокладки трубопровода, кроме бесканальной, СК и СКУ могут размещаться в любом месте 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.

Рекомендуется односильфонные СК и СКУ устанавливать на расстоянии $2DN \div 4DN$ от неподвижной опоры – неподвижной частью к опоре, а двухсильфонные – посередине пролета между двумя неподвижными опорами. При этом при предварительном растяжении СК и СКУ необходимо обеспечить одинаковые перемещения патрубков СК и СКУ относительно торцов кожуха.

5.4.6 При бесканальной прокладке СКУ могут размещаться в любом месте прямолинейного участка трубопровода. При этом необходимо исключить возможность заземления грунтом кожуха СКУ, препятствующего его перемещению в пределах рабочего хода СКУ. В этом случае при предварительном растяжении двухсильфонных СКУ необходимо обеспечить

перемещения патрубков СКУ относительно торцов кожуха обратно пропорциональными длинам участков трубопровода между СКУ и неподвижными опорами.

Для обеспечения стабильной работы СКУ при эксплуатации, а также с целью снижения нагрузок на трубопровод и неподвижные опоры при бесканальной прокладке рекомендуется:

- односильфонные СКУ устанавливать на расстоянии $2DN \div 4DN$ от неподвижной опоры – неподвижной частью к опоре,
- двухсильфонные СКУ устанавливать строго посередине пролета между двумя неподвижными опорами. При этом при предварительном растяжении СКУ необходимо обеспечить одинаковые перемещения патрубков 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.І, ППУ/ПЭ.ІІ и ТГИ.ІІ по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ, а также стартовыми 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).

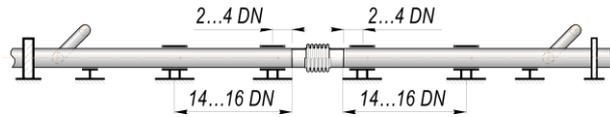
5.5.2 При вероятности сезонного подъема уровня стояния грунтовых или поверхностных вод выше глубины заложения бесканально проложенных трубопроводов с СКУ типа ППМ, ППУ/ПЭ.І, ППУ/ПЭ.ІІ и ТГИ.ІІ по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ, а также ССК по техническим условиям ИЯНШ.300260.035ТУ следует провести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



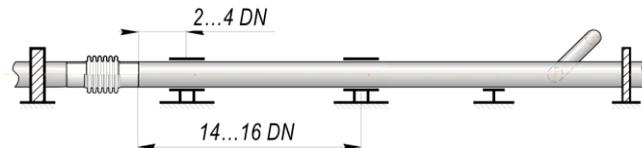
грунтом трубопровод.

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 осевые перемещения сильфона.

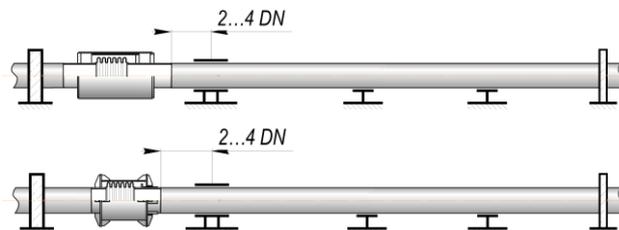


5.5.5 В общем случае первые направляющие опоры должны устанавливаться с двух сторон компенсатора на расстоянии $2DN \div 4DN$ от сварного шва компенсатора с трубопроводом. Вторые предусматриваются с каждой стороны на расстоянии $14DN \div 16DN$ от компенсатора. Число и необходимость установки вторых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

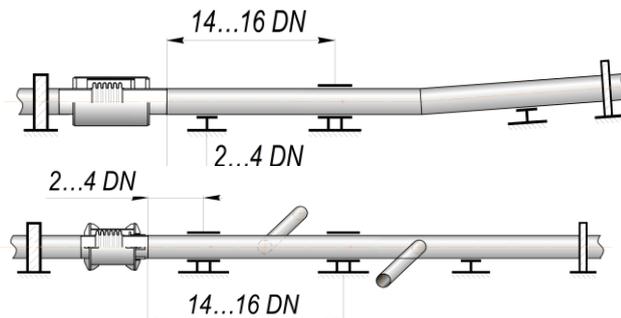
5.5.6 При размещении осевых СК или СКУ у неподвижной опоры расстояние до нее должно быть в пределах $2DN \div 4DN$. В этом случае направляющие опоры для СК и СКУ устанавливаются только с одной стороны.



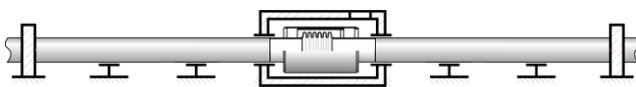
5.5.7 При применении СК типа ОКР, ОПМР и КСО (КСОР) по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ, а также СКУ типа ППУ/ПЭ.ІІ и ТГИ.ІІ по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ на трубопроводах при подземной прокладке в каналах, туннелях и камерах, при надземной прокладке и в помещениях, а также при применении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



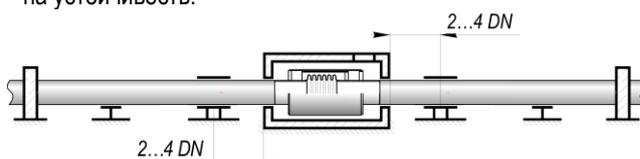
Необходимость установки второй пары направляющих опор на расстоянии $14DN \div 16DN$ определяется по результатам расчета трубопровода на устойчивость. При отсутствии боковых нагрузок, а также врезок, несоосности трубопровода и его непрямолинейности (излома), данные направляющие опоры можно заменить на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



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



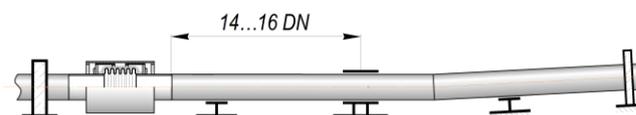
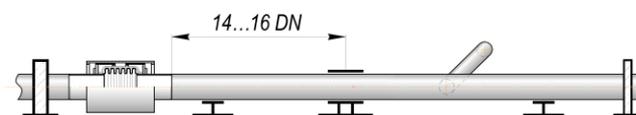
Если стенки камер не имеют специальной конструкции обвязки входного и выходного проемов, с двух сторон от камеры на расстоянии $2DN \div 4DN$ необходимо установить пару направляющих опор. Число и необходимость установки последующих направляющих опор определяются при проектировании по результатам расчёта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



5.5.9 При применении СКУ всех типов по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ (кроме СКУ типа ППУ/ПЭ.И и ТГИ.И) 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 $2DN \div 4DN$ и $14DN \div 16DN$ 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, исключая прогиб трубопровода в месте установки СКУ и ССК от собственного веса.



В противном случае необходимо установить дополнительно направляющие опоры на расстоянии $14DN \div 16DN$.



5.5.10 Направляющие опоры следует применять, 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 в общем случае должна быть не менее 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 0°C до рабочей температуры 150°C , 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. 5.83 и 5.84, 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:

$$\Delta L = \Delta L_t - \Delta L_{mp} + \Delta L_{\text{о.м}} - \Delta L_p, \text{ м} \quad (5.1)$$

где: ΔL_t – температурная деформация, мм:

$$\Delta L_t = \alpha \cdot (t_1 - t_0) \cdot L \quad (5.1.1)$$

ΔL_{mp} – деформация под действием сил трения, мм;

ΔL_p – деформация от внутреннего давления, мм;

$\Delta L_{\text{о.м}}$ – 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 превышает максимально допустимое осевое напряжение в стальной трубе теплопровода, определяется по формуле:

$$L_{\text{пред}} = \frac{\sigma_{\text{дон}} \cdot F_{\text{см}}}{f_{\text{мп}}}, \text{ м} \quad (5.2)$$

где: $F_{\text{см}}$ – площадь поперечного сечения трубы, мм²;

$f_{\text{мп}}$ – удельная сила трения, Н/м;

$\sigma_{\text{дон}}$ – допускаемое осевое напряжение в трубе:

$$\sigma_{\text{дон}} = 1,25 \cdot \varphi_u \times \sqrt{1,04 \cdot [\sigma]^2 - 0,4 \cdot [\sigma] \cdot P_{\text{вн}} \cdot \left[\frac{D_{\text{вн}}^2}{2 \cdot (D_{\text{вн}} + s) \cdot s \cdot \varphi_\sigma} + 1 \right]}, \text{ Н/мм}^2 \quad (5.3)$$

где: φ_σ – 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 $\varphi_\sigma = 1$; при выборочном контроле качества сварки не менее 10% длины шва $\varphi_\sigma = 0,8$, а менее 10% и отсутствии контроля $\varphi_\sigma = 0,7$;

$P_{\text{вн}}$ – избыточное внутреннее давление, МПа;

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

Допустимо пользоваться приближенными формулами:

$$\text{при } \varphi_u = 1 \quad \sigma_{\text{дон}} = 1,25 \cdot [\sigma], \text{ Н/мм}^2 \quad (5.4)$$

$$\text{при } \varphi_u = 0,9 \quad \sigma_{\text{дон}} = 1,125 \cdot [\sigma], \text{ Н/мм}^2 \quad (5.5)$$

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

5.6.3 Удельная сила трения ($f_{\text{мп}}$) при бесканальной прокладке определяется по формуле:

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

где: μ – коэффициент трения, который принимается:

– при ППУ-изоляции – 0,40;

– при ППМ-изоляции – 0,38;

– при АПБ-изоляции – 0,60;

φ – угол внутреннего трения грунта (для песка $\varphi = 30^\circ$);

γ – удельный вес грунта, Н/м³;

Z – глубина засыпки по отношению к оси трубы, м;

$D_{\text{об}}$ – наружный диаметр трубопровода (по оболочке,

для конструкций трубопроводов с величиной адгезии теплоизоляции к трубе и оболочки к теплоизоляции

$f_{\text{адгезии}} \geq 0,15$ МПа. При меньших значениях $f_{\text{адгезии}}$

расчеты ведутся по D_n трубы), мм;

D_n – наружный диаметр трубы, мм;

$q_{\text{трубы}}$ – вес 1 м трубопровода с водой, Н/м.

Пример расчета:

Определить предельную длину прямого участка трубопровода диаметром 159х4,5 мм, рабочая температура 130°C, рабочее давление 1,6 МПа, материал – сталь ВстЗсп5. Грунт песчаный, угол внутреннего трения грунта $\varphi = 30^\circ$, расстояние от поверхности земли до оси трубы $Z = 1,0$ м.

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

Площадь поперечного сечения стенки трубы:

$$F_{\text{см}} = 3,14 \cdot 4,5 \cdot (159 - 4,5) = 2183, \text{ мм}^2$$

Удельная сила трения на единицу длины трубы:

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

Допускаемое осевое напряжение:

$$\sigma_{\text{дон}} = 1,25 \cdot 137 = 171, \text{ Н/мм}^2$$

Предельная длина прямого участка трубопровода:

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

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:

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

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

$$L_{npед} = \frac{171 \cdot 2883}{4442} = 111, \text{ м}$$

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 сейсмичности. В этом случае расчет выполняется по той же формуле:

$$L_{npед} = \frac{\sigma_{дон} \cdot F_{cm}}{f_{mp}}, \text{ м} \quad (5.7)$$

при этом f_{mp} рассчитывается по формуле:

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

где: μ – 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 использованием основных трубопроводов в качестве несущей конструкции), Н/м;

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

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

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

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

Ψ – 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, $2 \cdot \lambda_{-1}$, 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:

$$L_m^\lambda = \frac{0,9 \cdot 2 \cdot \lambda_{-1}}{\alpha \cdot (t_1 - t_0)} < L_{npед}, \text{ м} \quad (5.9)$$

где: $2 \cdot \lambda_{-1}$ – осевой ход (см. табл. 4 и 5), мм;

α – 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. $L_{npед} = 84$ м (п.5.6.4):

$$L_m^\lambda = \frac{0,9 \cdot 100}{0,012 \cdot (150 - (-28))} = 41, \text{ м} < L_{npед} = 84, \text{ м}$$

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 заземлением 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:

$$L_m^{ззц} = \frac{0,9 \cdot 2 \cdot \lambda_{-1}}{\alpha \cdot (t_{ззц} - t_{зр})} < L_{npед}, \text{ м} \quad (5.10)$$

где: $L_{npед}$ – максимальная длина частично заземленного участка трубопровода;

$t_{ззц}$ – температура заземления, °С, $t_{ззц} = 0,8 \cdot t_1$;

$t_{зр}$ – среднестатистическая температура промерзания грунта на глубине оси трубопровода.

5.7.2.1 При достижении теплоносителем температуры заземления, СКУ полностью сожмется до упора в ограничителя хода. При повышении температуры теплоносителя от $t_{ззц}$ 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:

$$\sigma_{дополн} = \alpha \cdot E \cdot (t_1 - t_{ззц}) \quad (5.11)$$

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.1-25-108x4,0/180-100-ОДК при прокладке в условиях г. Москвы. Среднестатистическая температура промерзания грунта на заданной глубине оси прокладываемого трубопровода $t_{ззц} = -2$ °С.

$$L_{npед} = 84, \text{ м (п.5.6.4):}$$

$$L_m^\lambda = \frac{0,9 \cdot 2 \cdot 50}{0,012 \cdot (0,8 \cdot 150 - (-2))} = 61,5 \text{ м} < L_{npед} = 84, \text{ м}$$

$$\sigma_{дополн} = \alpha \cdot E \cdot (t_1 - t_{ззц}) = 81, \text{ Н/мм}^2$$

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 ΔL 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:

$$t_{зам}^{max} = t_3 + \frac{\sigma_{дон} \cdot 10^3}{\alpha \cdot E}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (5.12)$$

$$t_{зам}^{min} = t_1 - \frac{\sigma_{дон} \cdot 10^3}{\alpha \cdot E}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (5.13)$$

где: t_3 – минимальная температура в условиях эксплуатации ($t_{монт}$, $t_{гр}$ или другая температура). Выбор t_3 выполняется проектировщиком по согласованию с заказчиком и эксплуатирующей организацией;

5.7.3.3 При проектировании следует учитывать, что t_3 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:

$$t_{зам} = \frac{t_3 + t_1}{2}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (5.14)$$

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

$$L_{ССК}^{max} = 2 \cdot \frac{F}{f_{мп}} \cdot (2 \cdot \sigma_{дон} - \alpha \cdot E \cdot (t_1 - t_3) \cdot 10^{-3}), \text{ м} \quad (5.15)$$

где: F – площадь поперечного сечения трубы, мм².

5.7.3.5 Если по конструктивным соображениям расстояние между стартовыми компенсаторами требуется уменьшить, в формулу для ΔL вместо максимального допустимого значения $L_{ССК}^{max}$ подставляется реальное – $L_{ССК}$.

5.7.3.6 Величина сжатия ССК ΔL при нагреве до температуры замыкания $t_{зам}$ рассчитывается по формуле:

$$\Delta L = L_{ССК} \cdot \left(\alpha \cdot (t_{зам} - t_3) - \frac{0,25 \cdot f_{мп} \cdot L_{ССК}}{E \cdot F} \right), \text{ мм} \quad (5.16)$$

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

$$\Delta L = 0,5 \cdot \alpha \cdot (t_1 - t_3) \cdot L_{ССК}, \text{ мм} \quad (5.17)$$

$$\Delta L = \alpha \cdot (t_{зам} - t_3) \cdot L_{ССК}, \text{ мм} \quad (5.18)$$

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

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

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

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

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 $t_1 = 130^\circ\text{C}$, температура воздуха при монтаже компенсаторов $t_3 = 10^\circ\text{C}$, 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:

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

Удельная сила трения о грунт составляет:

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

Предельно допустимое расстояние между стартовыми компенсаторами:

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

Температура предварительного нагрева:

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

Осевое напряжение в рабочем состоянии в заземленной зоне:

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

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

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_p ;
- 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), $P_{мп}$;
- усилия от напряжения, возникающего в прямолинейном участке заземленного 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 заземлением 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_3 до $t_{зам}$;
- неравновешенные силы внутреннего давления P_n ;
- упругую деформацию гибких компенсаторов или самокомпенсации P_x, P_y ;
- 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:

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

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:

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

5.8.6 Сила $P_{ос}$ от напряжения, возникающего в заземленном 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 заземлением 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_3 до $t_{зам}$:

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

$$P_{сск} = \alpha \cdot (t_{зам} - t_3) \cdot E \cdot F_{ст} \cdot 10^{-3}, \text{ Н} \quad (5.26)$$

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:

$$P_{кю} = P_p + P_{ж} + P_{мп}, \text{ Н} \quad (5.27),$$

а при установке ССК (до его заварки) как:

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

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

$$P_{кю} = P_p + P_{ж} + P_{мп}, \text{ Н} \quad (5.29),$$

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

$$P_{кю} = P_p + P_{ж} + P_{мп} + P_{защ}, \text{ Н} \quad (5.30),$$

а при установке ССК до его заварки:

$$P_{кню} = P_p + P_{oc}, \text{ Н} \quad (5.31),$$

после заварки ССК:

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

5.8.9.3 Нагрузки, действующие на промежуточную опору

$P_{пню} = \sum P_{жс} + \sum P_{мп}$ 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:

$$\sum P_{жс} = 0,6 \cdot P_{жс1} = 0,6 \cdot P_{жс2}, \text{ Н} \quad (5.33),$$

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

$$\sum P_{мп} = 0,3 \cdot P_{мп1} = 0,3 \cdot P_{мп2}, \text{ Н} \quad (5.34).$$

5.8.9.4 Нагрузки, действующие на промежуточную неподвижную опору $P_{пню} = \sum P_p + \sum P_{жс} + \sum P_{мп}$ 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:

$$\sum P_p = P_{p1} - P_{p2}, \text{ Н} \quad (5.35)$$

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

$$\sum P_p = (P_{p1} + P_{oc1}) - (P_{p2} + P_{oc2}), \text{ Н} \quad (5.36)$$

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

$$\sum P_{жс} = 1,3 \cdot P_{жс1} - 0,7 \cdot P_{жс2}, \text{ Н} \quad (5.37)$$

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

$$\sum P_{мп} = P_{мп1} - 0,7 \cdot P_{мп2}, \text{ Н} \quad (5.38)$$

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:

$$\sum P_{жив} = P_{жс} + P_{oc}, \text{ Н} \quad (5.39)$$

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

$$\sum P_{жив} = 0,6 \cdot P_{жс1}, \text{ Н} \quad (5.40)$$

- 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:

$$\sum P_{жив} = 0,6 \cdot P_{жс1} + P_{oc1} - P_{oc2}, \text{ Н} \quad (5.41)$$

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

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:

$$\sigma_{жив} = \frac{\sigma_{oc} + \sigma_{ж} + 0,8 \cdot \sqrt{\sigma_{уз}^2 + \sigma_{ветер}^2}}{\varphi_u} \leq \sigma_{дон}, \text{ Н/мм}^2 \quad (5.42)$$

где: σ_{oc} – дополнительное напряжение, возникающее в трубе при остывании от t_0 до $t_{мин}$:

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

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

$\sigma_{уз}$ – изгибающее напряжение от собственного веса трубопровода:

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

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

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

$g'_{трубы}$ – 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, (см. определения на стр. 11);

$L_{но}$ – расстояние между подвижными (скользящими, направляющими) опорами, м.

5.9.3 Если в результате проверки окажется, что $\sigma_{жив} > \sigma_{дон}$, 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 заземленной трубе при остывании от t_0 до $t_{мин}$:

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

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:

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

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 $t_{мин}$:

$$\sigma_{жив} = \frac{33,6 + 0,38 + 0,8 \cdot \sqrt{27,5^2 + 28,3^2}}{0,9} = 72,8 < \sigma_{дон} = 110, \text{ Н/мм}^2$$

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:

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

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

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

где: $F_{нл}$ – площадь действия внутреннего давления

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

J – момент инерции трубы, см⁴;

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:

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

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:

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

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 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:

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

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:

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

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:

$$S_{\text{сдвига}} = 0,5 \cdot 18000 \cdot 1,6^2 \cdot 0,5 \cdot \text{tg } 30 = 6651, \text{ Н/м}$$

Стабилизирующая вертикальная нагрузка:

$$\mathfrak{R}_{\text{см}} = 6758 + 503 + 2 \cdot 6651 = 20563 > \mathfrak{R}_{\text{кр}} = 7786, \text{ Н/м}$$

Стабилизирующая вертикальная нагрузка больше критического усилия, поэтому заземленный 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 ИАНШ.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 ИАНШ.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, то расчет проводится для каждого из диаметров.

По формуле, рассчитывается критическая длина участка:

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

где: E – модуль упругости стали, при максимальной температуре теплоносителя в кгс/см²;

J – момент инерции сечения, см⁴;

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:

$$P_{\text{кр}} = \frac{8EJf\pi^4 + 2a_1ql^4 - \mu ql^3 f \pi^2}{2\pi^2 l^2 f} \quad (5.56)$$

где: μ – 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, действующее на стенку трубопровода и осевых сил трения от веса трубопровода, действующих вне расчетного участка.

$$\sum P = P_{\text{ж}} + P_p + P_{\text{мп}} \quad (5.57)$$

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

$$P_{\text{мп}} = a_2 \cdot q \cdot (l - l_k) \quad (5.58)$$

Для устойчивого трубопровода должно соблюдаться условие:

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

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 :

$$a_1' = \frac{q \cdot a_1 - q_{\text{вemp}}}{q} \quad (5.60)$$

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 удастся, необходимо рассчитать коэффициент a_2 с поправкой:

$$a_2' = \frac{q \cdot \mu + q \cdot \sin \alpha}{q} \quad (5.61)$$

где α – угол наклона трубопровода, град.

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 $\Delta L_{\text{монт}}$, которая зависит от температуры наружного воздуха, при которой ведется монтаж ($t_{\text{монт}}$).

5.11.2 На рабочих чертежах трубопроводов следует приводить таблицу величины предварительной (монтажной) деформации ($\Delta L_{\text{монт}}$) и монтажных длин ($L_{\text{монт}}$) 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:

$$\Delta L_{\text{монт}} = L_M^\lambda \cdot \alpha \cdot (0,5 \cdot (t_1 + t_0) - t_{\text{монт}}), \text{ мм} \quad (5.61)$$

Монтажная длина СК или СКУ определяется по формуле:

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

где: $L_{\text{СК}}$ – 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:

$\alpha = 0,0122$; $L_M = 163 \text{ м}$; $t_{\text{монт}} = 20^\circ\text{C}$; $t_1 = 150^\circ\text{C}$; $t_0 = -28^\circ\text{C}$.

Величина предварительной растяжки СК и СКУ:

$\Delta L = 0,0122 \cdot 163 \cdot [0,5 \cdot (150 + (-28)) - 20] = 81,5 \text{ мм}$.

Исходные данные для обратного трубопровода:

$\alpha = 0,0122$; $L_M = 163 \text{ м}$; $t_{\text{монт}} = 20^\circ\text{C}$; $t_1 = 90^\circ\text{C}$; $t_0 = -28^\circ\text{C}$.

Величина предварительной растяжки СК и СКУ:

$\Delta L = 0,0122 \cdot 163 \cdot [0,5 \cdot (90 + (-28)) - 20] = 41,8 \text{ мм}$.

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:

$$\Delta L_{\text{монт}} = L_M^{\text{защ}} \cdot \alpha \cdot (0,5 \cdot (t_{\text{защ}} + t_{\text{гр}}) - t_{\text{монт}}), \text{ мм} \quad (5.63)$$

Монтажная длина СК или СКУ определяется по формуле:

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

где: $L_{\text{СКУ}}$ – 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 ($\Delta L_{\text{монт}}$) СК и СКУ можно определить по следующей формуле:

$$\Delta L_{\text{монт}} = L_M^\lambda \cdot K_m, \text{ мм} \quad (5.67)$$

где: L_M^λ – длина участка, на котором устанавливается один осевой СК или СКУ, в метрах;

K_m – температурный коэффициент, определяющийся по таблицам 12 и 13.

5.11.5.1 Значение температурного коэффициента, K_m , для прямого трубопровода с температурой проводимой среды равной 150°C определяется по таблице 14:

Таблица 14

Расчетная температура наружного воздуха*, °C	Температурный коэффициент, K_m , в зависимости от температуры монтажа						
	30°C	20°C	10°C	0°C	-10°C	-20°C	-30°C
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 на стр.29

5.11.5.2 Значение температурного коэффициента, K_m , для обратного трубопровода с температурой проводимой среды равной 70°C определяется по таблице 15:

Таблица 15

Расчетная температура наружного воздуха*, °C	Температурный коэффициент, K_m , в зависимости от температуры монтажа						
	30°C	20°C	10°C	0°C	-10°C	-20°C	-30°C
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_m 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 $\Delta L_{\text{монт}}$, равную разности максимального рабочего хода ССК и рассчитанную по формуле (5.16) величиной сжатия ΔL , соответствующей нагреву трубопровода до температуры замыкания $t_{\text{зам}}$ ССК:

$$\Delta L_{\text{монт}} = \lambda_{-1} - \Delta L, \text{ мм} \quad (5.65)$$

Монтажная длина ССК при этом определяется по формуле:

$$L_{\text{монт}} = L_{\text{ССК}} - \Delta L_{\text{монт}}, \text{ мм} \quad (5.66)$$

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

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° С/час до достижения температуры замыкания ССК $t_{\text{зам}}$ и смещения компенсатора на расчетную величину ΔL .

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 наземной 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 ($K_{упл}$ не менее 0,98) на глубину не более 0,5 м;

- осуществлено устройство:

- а) прямиков (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 ($K_{упл} \geq 0,97 \div 0,98$) 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 прямиков для размещения осевых СК, СКУ и ССК, следует осуществлять вертикальное крепление траншеи и прямиков.

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, КУ 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, КУ 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, КУ и ССК, волочение и качение их по земле.

6.3.1.2 Для погрузки и разгрузки СК, КУ 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, КУ и ССК при транспортировании, и оборудованные мягкими прокладками, исключающими возможность повреждения сильфона и внутренней поверхности СК, КУ и ССК.

6.3.1.4 Погрузочно-разгрузочные работы КУ типа ППУ/ПЭ.І, ППУ/ПЭ.ІІ и ТГИ.ІІ, а также теплоизолированных перед монтажом КУ типа ППУ должны осуществляться при температуре не ниже 252К (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, КУ 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, КУ 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, КУ и ССК (использование стальных цепей, проволоки и проволочных канатов не допускается).

6.3.2.5 Установка и крепление СК, КУ 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 КУ) должны быть закреплены на патрубках КУ скотчем.

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

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

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

- укладку КУ 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, КУ и ССК, с целью исключения повреждений, допускается использовать гофрокартон, поролон, резину и т.п. Количество одновременно загружаемых СК, КУ и ССК и количество ярусов в укладке должно определяться из условий их сохранности во время перевозки;

- раскатывание нижнего ряда СК, КУ и ССК при транспортировании не допускается; Для предупреждения раскатывания нижнего ряда при транспортировании под крайние СК, КУ 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, КУ и ССК определяется их размерами. Допускается укладка:

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

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

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

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

6.3.3 Требования при хранении.

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

6.3.3.2 СК, СУ 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 СУ типа ППУ/ОЦ, ППУ/ПЭ.I и ППУ/ПЭ.II и ТГИ.II, а также теплоизолированные перед монтажом СУ типа ППУ, должны быть защищены от прямого воздействия ультрафиолетового излучения.

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

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

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

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



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

Для теплогидроизолированных СУ типа ППУ/ОЦ, ППУ/ПЭ.I, ППУ/ПЭ.II и ТГИ.II, а также теплоизолированных перед монтажом СУ 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, СУ и ССК штабелями:

- высотой не более 1,5 м – для СК, СУ и ССК с диаметром кожуха до 600 мм;
- не более трех рядов – для СК, СУ и ССК с диаметром кожуха 600 – 800 мм;
- не более двух рядов – для СК, СУ и ССК с диаметром кожуха 900 мм и выше.

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

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

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

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

6.3.3.10. На строительных площадках СК, СУ 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 СУ.

Для предупреждения попадания воды в пенополиуретановую теплоизоляцию патрубков теплогидроизолированных СУ типа ППУ/ОЦ, ППУ/ПЭ.I и ППУ/ПЭ.II, а также теплоизолированных перед монтажом СУ 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 СУ типа ППУ/ОЦ, ППУ/ПЭ.I, ППУ/ПЭ.II и ТГИ.II, а также теплоизолированные перед монтажом СУ типа ППУ, рекомендуется укрывать тентом.

6.3.4 Консервация (переконсервация)

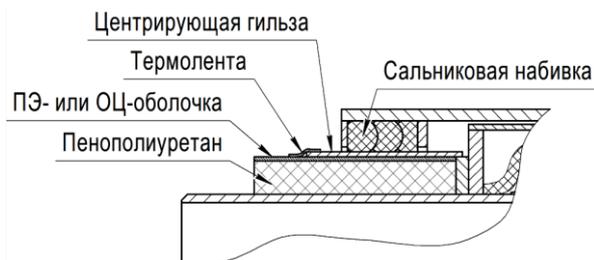
6.3.4.1 Консервации подлежат поверхности кромок под сварку соединительных патрубков по варианту ВЗ-7 ГОСТ 9.014. Сроки переконсервации в соответствии с условиями хранения согласно ГОСТ 15150 указаны в паспорте изделия.

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 промышленной тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой или оцинкованной оболочке, должны быть теплоизолированы 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 по 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 255K (минус 18°C). При температурах наружного воздуха ниже 258K (минус 15°C) перемерзания 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 263K (минус 10°C) должны производиться в специальных кабинах, в которых температура воздуха должна поддерживаться выше 263K (минус 10°C).

Выполнение тепловой изоляции стыков трубопроводов пенополиуретаном или пенополимерминеральной теплоизоляцией с теплогидроизолированными СКУ, а также ССК при температурах наружного воздуха ниже 273K (0°C) 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 наземной 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 сильфонных компенсационных 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 SKU) на прочность и плотность из смонтированного на опорах трубопровода в месте, указанном в проекте, необходимо вырезать участок («катушку»), длина которой равна длине $L_{\text{монт}}$, 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 SKU не требуют дополнительной механической доработки перед монтажом на трубопровод или патрубков оборудования.

6.5.13.7 При монтаже теплогидроизолированных пенополиуретаном SKU 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 На место «катушки» необходимо установить СК или SKU и приварить его к одному из концов трубопровода.

6.5.13.9 СК и SKU 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.

6.5.13.10 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».

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

6.5.13.12 С помощью специальных монтажных приспособлений произвести растяжку СК или SKU и его сварку со свободным концом трубы и последующим контролем сварных швов в соответствии с требованиями РД 153-34.1-003-01.



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

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

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

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

При бесканальной прокладке **не допускается** проведение гидравлических испытаний трубопровода с установленными СК и SKU, не засыпанного грунтом (для контроля СК и SKU и последующих работ по изоляции стыков, в этом случае необходимо оставить приямки). Не допускается подача горячего теплоносителя в не засыпанный грунтом трубопровод.

6.5.13.16 После завершения гидравлических испытаний (контроля сварных швов) поверхности СК или SKU, 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 прямков, 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 $L_{\text{монт}}$, 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 ΔL , соответствующей нагреву трубопровода до температуры замыкания $t_{\text{зам}}$ ССК.

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

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

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

6.5.14.4 Перед установкой ССК в трубопровод в месте установки ССК на трубопроводе вырезается участок длиной $L_{\text{монт}}$ – 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 1,25PN.

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 $t_{\text{зам}}$ 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 $3 \div 6$ градусов выше расчетной $t_{\text{зам}}$ для достижения расчетной величины предварительного поджатия ССК ΔL .

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 пространства над ССК и его стыков с трубопроводом пенополиуретаном.

6.5.14.14 Произвести засыпку и утрамбовку оставленных прямков 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 ОКП, ОПМ, ОКПР, ОПМР и КСО (КСОР) по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ, а также SKU типа М и МП по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ поставляются без тепловой изоляции и гидроизоляции от грунтовых вод. Тепловая изоляция указанных SKU, 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 SKU типа ППМ по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ и их стыков с трубопроводом с пенополимерминеральной тепловой изоляцией выполняется после монтажа SKU в трубопровод одновременно с теплоизоляцией стыка SKU с трубопроводом в соответствии с требованиями ГОСТ Р 56227.

Теплоизоляция выполняется путем заливки в пространство между стальной гильзой, патрубками SKU и



неизолированным концом трубопровода ППМ-смеси через передвижную инвентарную опалубку, закрепленную стяжными ремнями на ППМ-изоляцию трубопровода и стальную гильзу SKU.

Гидроизоляция SKU от попадания грунтовых вод выполнена при его изготовлении.

6.5.16.4 Тепловая изоляция патрубков SKU 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 SKU типа ППУ, предназначенных для установки в трубопроводы с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой, должна выполняться перед монтажом SKU 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 SKU типа ППУ/ОЦ, ППУ/ПЭ.І, ППУ/ПЭ.ІІ и ТГИ.ІІ по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ выполняется при их изготовлении.

6.5.16.6 Тепловая изоляция стыков SKU типа ППУ/ОЦ, ППУ/ПЭ.І, ППУ/ПЭ.ІІ и ТГИ.ІІ, а также теплоизолированных перед монтажом согласно п. 6.4 настоящего РД SKU типа ППУ, с трубопроводом выполняется после проведения испытаний сварных швов SKU с трубопроводом, соединения проводников СОДК и их последующей проверки.

Для изоляции стыков SKU с трубопроводом в пенополиуретановой теплоизоляции с полиэтиленовой оболочкой необходимо выполнить установку термоусаживающихся или электросварных полиэтиленовых муфт на стыки SKU с трубопроводом, их опрессовку и заливку стыков SKU с трубопроводом пенополиуретаном.



Для изоляции стыков SKU с трубопроводом в пенополиуретановой теплоизоляции со стальной защитной оболочкой необходимо выполнить установку разъемного кожуха-муфты из тонколистовой оцинкованной стали и заливку стыков SKU 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 SKU, при этом, нанесенная теплоизоляция не должна препятствовать рабочим перемещениям СК или SKU относительно его кожуха.

Дополнительная теплоизоляция должна обеспечивать снижение тепловых потерь через кожух СК или SKU, а в зимний период исключать возможность замерзания проводимой среды при возникновении нештатных ситуаций на трубопроводе, а также при использовании СК или SKU 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 иметь 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.

7.1.4 Для эксплуатируемых трубопроводов тепловых сетей и ГВС, а также паропроводов предприятий-членов Некоммерческого партнерства «Российское теплоснабжение» предприятие-изготовитель применяемых СК, СКУ и ССК должно быть включено в Реестр рекомендованных партнерством поставщиков.

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: $P_{исп} = 1,25 \cdot P_N$.

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 прямки.

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, КУ 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, КУ 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, КУ и ССК с указанием величины предварительной деформации;
- акт о качестве выполнения теплогидроизоляции стыков труб с осевыми СК, КУ и ССК;
- акт функциональных испытаний СОДК, включая результаты моделирования возможных неисправностей;
- паспорта на СК, КУ и ССК с отметкой о приемке в эксплуатацию.

8.5 СК и КУ должны эксплуатироваться только при наличии ЭД и в соответствии с указаниями в ней.

8.6 При эксплуатации СК и КУ 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 КУ.

8.8 Пуск, остановка, текущие и контрольные осмотры и испытания трубопроводов с осевыми СК, КУ и ССК должны производиться в соответствии с эксплуатационными инструкциями.

8.9 При установке осевых СК и КУ 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, КУ 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 съёмными 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, КУ и ССК должны выполняться требования, предъявляемые к трубопроводу. Условия эксплуатации: УХЛ1 ГОСТ15150.

8.13 Эксплуатационные ограничения:

8.13.1 СК, КУ 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, Pпр=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, КУ 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 КУ;
- потеря устойчивости сильфона;
- сверхдопустимое растяжение или сжатие СК, КУ или ССК.

8.14 СК, КУ 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 КУ 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 (и восстанавливать) зазор между трубопроводом и конструкциями опор, ограничивающими его боковые перемещения.

8.18 Решение о необходимости проведения ремонта в отношении шва приварки СК, КУ 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 КУ, связанных с заменой части трубопровода или фасонного изделия, необходимо зафиксировать СК или КУ 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, КУ 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:

$$\Delta G_{x.в.}^n = \Delta G_{x.в.}^n + \Delta G_{x.в.}^{c.н.}, \text{ (м}^3\text{/год)}$$

где: $\Delta G_{x.в.}^n$ – снижение протечек теплоносителя в трубопроводах тепловых сетей (м³/год);

$\Delta G_{x.в.}^{c.н.}$ – снижение расхода холодной воды в технологических установках на собственные нужды теплоисточников (м³/год).

$$\Delta G_{x.в.}^n = \Delta G_{x.в.о.п.}^n + \Delta G_{x.в.м.о.}^n, \text{ (м}^3\text{/год)}$$

где: $\Delta G_{x.в.о.п.}^n$ – снижение протечек теплоносителя в трубопроводах тепловых сетей за отопительный период (м³/год);

$\Delta G_{x.в.м.о.}^n$ – снижение протечек теплоносителя в трубопроводах тепловых сетей за межотопительный период (м³/год).

$$\Delta G_{x.в.о.п.}^n = V_{m.c.} \cdot N_k \cdot g_{ym.} \cdot T_{o.n.} \cdot 10^{-3}, \text{ (м}^3\text{/год)}$$

$$\Delta G_{x.в.м.о.}^n = \frac{V_{m.c.} \cdot N_k \cdot g_{ym.} \cdot (365 \cdot 24 - T_{o.n.}) \cdot 10^{-3}}{2}, \text{ (м}^3\text{/год)}$$

где: $V_{m.c.}$ – водяной объем тепловой сети, (м³)

N_k – количество установленных сильфонных компенсаторов, (шт.);

$g_{ym.}$ – усредненная удельная протечка теплоносителя через уплотнение сальникового компенсатора (л/м³ · час · шт.)

$T_{o.n.}$ – продолжительность отопительного периода (час);

365 – количество дней в году (дней);

Снижение количества потребления холодной воды на собственные нужды теплоисточников:

$$\Delta G_{x.в.}^{c.н.} = [K_1 + (K_2 \cdot K_3)] \cdot G_{x.в.}^n \cdot g_{np.}, \text{ (м}^3\text{/год)}$$

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);

$g_{np.}$ – коэффициент непрерывной продувки паровых котлов;

Экономическая эффективность в денежном выражении от уменьшения потребления холодной воды:

$$\Delta_{год. в.} = (\Delta G_{x.в.} \cdot C_{x.в.}) \cdot 10^{-3}, \text{ (тыс. руб.)}$$

где: $C_{x.в.}$ – стоимость 1 м³ холодной воды (руб.)

2. Снижение потребления топлива:

$$\Delta B = \Delta B_n + \Delta B_{сн.}, \text{ (тут/год)}$$

где: ΔB_n – 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.

$$\Delta B_n = \frac{\Delta Q_n}{7000 \cdot \eta} \cdot 10^3, \text{ (тут/год)}$$

где: ΔQ_n – экономия тепла за счет ликвидации протечек горячего теплоносителя через уплотнения сальниковых компенсаторов, (Гкал/год);

7000 ккал/кг – теплота сгорания условного топлива, (ккал/кг);

η – коэффициент полезного действия паровых котлов;

Экономия тепла за счет ликвидации протечек горячего теплоносителя через уплотнения сальниковых компенсаторов определяется:

$$\Delta Q_n = \left[\left(\frac{t_{np.} + t_{об.}}{2} - t_{x.в.о.п.} \right) \cdot \Delta G_{x.в.о.п.}^n + \left(t_{г.в.с.} - t_{x.в.м.о.} \right) \cdot \Delta G_{x.в.м.о.}^n \right] \cdot 10^{-3} \text{ (Гкал/год)}$$

где: $t_{np.}$ – усредненная температура теплоносителя в прямом трубопроводе тепловой сети в отопительном периоде, (°C);

$t_{об.}$ – усредненная температура теплоносителя в обратном трубопроводе тепловой сети в отопительном периоде, (°C);

$t_{x.в.о.п.}$ – усредненная температура холодной воды в отопительном периоде, (°C);

$t_{г.в.с.}$ – усредненная температура горячего водоснабжения в межотопительном периоде, (°C);

$t_{x.в.м.о.}$ – усредненная температура холодной воды в межотопительном периоде, (°C);

Уменьшение потребления топлива за счет снижения потерь тепла на собственные нужды теплоисточников:

$$\Delta B_{сн.} = \frac{\Delta Q_{сн.}}{7000 \cdot \eta} \cdot 10^3, \text{ (тут/год)}$$

$\Delta Q_{сн.}$ – экономия тепла за счет снижения потерь тепла на собственные нужды теплоисточников (Гкал/год);

$$\Delta Q_{\text{сн}} = [\Delta G_{\text{х.в.}}^n \cdot g_{\text{пр}} \cdot (i_n - i_{\text{хв}})] \cdot K_2 \cdot 10^{-3}, \text{ (Гкал/год)}$$

где: $\Delta G_{\text{х.в.}}^n$ – снижение протечек теплоносителя в трубопроводах тепловых сетей, ($\text{м}^3/\text{год}$);
 $g_{\text{пр}}$ – коэффициент непрерывной продувки паровых котлов;
 i_n – теплосодержание продувочной воды паровых котлов, (ккал/кг);
 $i_{\text{хв}} = t_{\text{х.в.}}$ – теплосодержание холодной воды, (ккал/кг);
 K_2 – коэффициент, учитывающий удельный расход пара на выработку подпиточной воды, ($\text{т}/\text{м}^3$).

Экономическая эффективность в денежном выражении от уменьшения потребления топлива:

$$\mathcal{E}_{\text{год. т.}} = (\Delta B \cdot C_{\text{т}}) \cdot 10^{-3}, \text{ (тыс. руб.)}$$

где: $C_{\text{т}}$ – стоимость 1 т условного топлива (руб.)

3. Уменьшение потребления электроэнергии:

$$\Delta E = \Delta E_{\text{в}} + \Delta E_{\text{т}}, \text{ (кВт} \cdot \text{ч/год)}$$

где: $\Delta E_{\text{в}}$ – уменьшение потребления электроэнергии на собственные нужды теплоисточников при выработке подпиточной воды;
 $\Delta E_{\text{т}}$ – уменьшение потребления электроэнергии на собственные нужды теплоисточников при транспортировке подпиточной воды.

Уменьшение потребления электроэнергии на собственные нужды теплоисточников при выработке подпиточной воды:

$$\Delta E_{\text{в}} = \Delta G_{\text{х.в.}}^n \cdot K_2 \cdot K_5, \text{ (кВт} \cdot \text{ч/год)}$$

где: $\Delta G_{\text{х.в.}}^n$ – уменьшение протечек теплоносителя в трубопроводах тепловых сетей, ($\text{м}^3/\text{год}$);
 K_2 – коэффициент, учитывающий удельный расход пара на выработку подпиточной воды ($\text{т}/\text{м}^3$);
 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:

$$\Delta E_{\text{т}} = \Delta G_{\text{х.в.}}^n \cdot K_4, \text{ (кВт-ч/год)}$$

где: $\Delta G_{\text{х.в.}}^n$ – снижение протечек теплоносителя в трубопроводах тепловых сетей, ($\text{м}^3/\text{год}$);
 K_4 – коэффициент, учитывающий усредненный удельный расход электроэнергии на перекачку 1 м^3 воды, (кВт-ч/ м^3).

Экономическая эффективность в денежном выражении от уменьшения потребления электроэнергии:

$$\mathcal{E}_{\text{год. е.}} = (\Delta E \cdot C_{\text{е}}) \cdot 10^{-3}, \text{ (тыс. руб.)}$$

где: $C_{\text{е}}$ – стоимость 1 кВт-ч электроэнергии (руб.)

4. Снижение затрат, связанных с техническим обслуживанием и ремонтом компенсаторов:

$$\Delta Z_{\text{тор}} = \sum (C_i \cdot n_i) \times Z_p \times 12, \text{ (тыс. руб./год)}$$

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.);
 Z_p – 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 силиконовые на действующих тепловых сетях:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{год. в.}} + \mathcal{E}_{\text{год. т.}} + \mathcal{E}_{\text{год. е.}} + \Delta Z_{\text{тор}}, \text{ (тыс. руб./год)}$$

6. Усредненная суммарная экономия затрат в денежном выражении на 1 компенсатор:

$$\mathcal{E}_{\text{год/ком.}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{N_{\text{к}}} \text{ (тыс. руб./год)}$$

7. Снижение капитальных затрат при реконструкции и новом строительстве тепловых сетей, связанных с отсутствием необходимости устройства камер для обслуживания компенсаторов:

$$\Delta Z_{\text{к}} = \sum \frac{\Delta Z_{\text{к}}^i \cdot n_{\text{к}}^i}{2 \cdot A}, \text{ (тыс. руб./год)}$$

где: $\Delta Z_{\text{к}}^i$ – капитальные затраты на устройство камеры для обслуживания компенсаторов i -го диаметра, (тыс. руб.);
 $n_{\text{к}}^i$ – количество камер для обслуживания компенсаторов i -го диаметра, (шт.);
 A – 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: - до 300 мм - свыше 300 до 600 мм - свыше 600 до 1200 мм	$V_{мс}$	м ³	54280 74770 76640
2.	Усредненная протечка теплоносителя через уплотнение сальникового компенсатора диаметром*: - до 300 мм - свыше 300 до 600 мм - свыше 600 до 1200 мм	$g_{ум}$	л/м ³ -час-шт.	0,00020 0,00035 0,00065
3.	Количество сильфонных компенсаторов, установленных вместо сальниковых диаметром: - до 300 мм - свыше 300 до 600 мм - свыше 600 до 1000 мм	N_k	шт.	9054 3088 1218
4.	Продолжительность отопительного периода:	$T_{о.п}$	час/год	5280
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:	η	-	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:	$t_{вс.}$	°С	+60
16.	Теплосодержание продувочной воды паровых котлов:	i_n	ккал /кг	90
17.	Коэффициент, учитывающий усредненный удельный расход электроэнергии на перекачку 1м ³ воды:	K_4	кВт-ч/м ³	1,0
18.	Коэффициент, учитывающий удельный расход электроэнергии на выработку 1т 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: - до 300 мм - свыше 300 до 600 мм - свыше 600 до 1200 мм	C_i	чел./сут.	0,025 0,058 0,091
20.	Средняя заработная плата рабочего, занятого текущим и капитальным ремонтом компенсаторов с начислениями:	$З_p$	тыс. руб./мес.	9,048
21.	Средние капитальные затраты на устройство камеры, размером 3×3 м, для обслуживания компенсаторов:	ΔZ_k	тыс. руб.	300,0
22.	Срок полезного использования магистральной тепловой сети (лет)	A	лет	10
23.	Стоимость 1 т условного топлива:	$C_{тум}$	руб	1359,0
24.	Стоимость 1 м ³ холодной воды:	$C_{в}$	руб	13,48
25.	Стоимость 1 кВт-ч электроэнергии:	$C_{э}$	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 $g_{ум}$ были взяты данные ОАО «МТК».

**Результаты расчетов экономической эффективности применения сильфонных компенсаторов
на действующих тепловых сетях диаметром до 300 мм**

Таблица А.2

№ п/п	Расчетный параметр	Обозначение	Размерность	Величина
1.	Снижение протечек теплоносителя в трубопроводах тепловых сетей:	$\Delta G_{\text{хв}}^{\text{п}}$	м ³ /год	690000
2.	Снижение потребления холодной воды на собственные нужды теплоисточников:	$\Delta G_{\text{хв}}^{\text{сн}}$	м ³ /год	11730
3.	Суммарное уменьшение потребления холодной воды:	$\Delta G_{\text{хв}}$	м ³ /год	701730
	Экономическая эффективность в денежном выражении от уменьшения потребления холодной воды:	$\text{Э}_{\text{год. в.}}$	тыс.руб./год	9 460
4.	Уменьшение потребления топлива за счет исключения протечек горячего теплоносителя через уплотнения сальниковых компенсаторов:	$\Delta B_{\text{п}}$	тут/год	5927
5.	Уменьшение потребления топлива за счет снижения потерь тепла на собственные нужды теплоисточников:	$\Delta B_{\text{сн}}$	тут/год	60
6.	Суммарное уменьшение потребления топлива:	ΔB	тут/год	5987
	Экономическая эффективность в денежном выражении от уменьшения потребления топлива:	$\text{Э}_{\text{год. в.}}$	тыс.руб./год	8 137
7.	Уменьшение потребления электроэнергии на собственные нужды теплоисточников при выработке подпиточной воды:	$\Delta E_{\text{в}}$	кВт-ч/год	269100
8.	Уменьшение потребления электроэнергии на собственные нужды теплоисточников при транспортировке подпиточной воды:	$\Delta E_{\text{т}}$	кВт-ч/год	690000
9.	Суммарное уменьшение потребления электроэнергии:	ΔE	кВт-ч/год	959100
	Экономическая эффективность в денежном выражении от уменьшения потребления электроэнергии:	$\text{Э}_{\text{год. е.}}$	тыс.руб./год	882
10.	Снижение затрат, связанных с техническим обслуживанием и ремонтом компенсаторов:	$\Delta Z_{\text{тор}}$	тыс.руб./год	24 576
11.	Суммарная экономия затрат в денежном выражении от замены сальниковых компенсаторов на сильфонные на действующих тепловых сетях:	$\text{Э}_{\text{год}}$	тыс.руб./год	43 055
12.	Усредненная суммарная экономия затрат в денежном выражении на 1 компенсатор:	$\text{Э}_{\text{год/комп}}$	тыс.руб./год	4,76

**Результаты расчетов экономической эффективности применения сильфонных компенсаторов
на действующих тепловых сетях диаметром свыше 300 до 600 мм**

Таблица А.3

№ п/п	Расчетный параметр	Обозначение	Размерность	Величина
1.	Снижение протечек теплоносителя в трубопроводах тепловых сетей:	$\Delta G_{\text{хв}}^{\text{п}}$	м ³ /год	567300
2.	Снижение потребления холодной воды на собственные нужды теплоисточников:	$\Delta G_{\text{хв}}^{\text{сн}}$	м ³ /год	9640
3.	Суммарное уменьшение потребления холодной воды:	$\Delta G_{\text{хв}}$	м ³ /год	576940
	Экономическая эффективность в денежном выражении от уменьшения потребления холодной воды:	$\text{Э}_{\text{год. в.}}$	тыс.руб./год	7 780
4.	Уменьшение потребления топлива за счет исключения протечек горячего теплоносителя через уплотнения сальниковых компенсаторов:	$\Delta B_{\text{п}}$	тут/год	4873
5.	Уменьшение потребления топлива за счет снижения потерь тепла на собственные нужды теплоисточников:	$\Delta B_{\text{сн}}$	тут/год	50
6.	Суммарное уменьшение потребления топлива:	ΔB	тут/год	4923
	Экономическая эффективность в денежном выражении от уменьшения потребления топлива:	$\text{Э}_{\text{год. в.}}$	тыс.руб./год	6 690
7.	Уменьшение потребления электроэнергии на собственные нужды теплоисточников при выработке подпиточной воды:	$\Delta E_{\text{в}}$	кВт-ч/год	221247
8.	Уменьшение потребления электроэнергии на собственные нужды теплоисточников при транспортировке подпиточной воды:	$\Delta E_{\text{т}}$	кВт-ч/год	567300
9.	Суммарное уменьшение потребления электроэнергии:	ΔE	кВт-ч/год	788547
	Экономическая эффективность в денежном выражении от уменьшения потребления электроэнергии:	$\text{Э}_{\text{год. е.}}$	тыс.руб./год	726
10.	Снижение затрат, связанных с техническим обслуживанием и ремонтом компенсаторов:	$\Delta Z_{\text{тор}}$	тыс.руб./год	19 446
11.	Суммарная экономия затрат в денежном выражении от замены сальниковых компенсаторов на сильфонные на действующих тепловых сетях:	$\text{Э}_{\text{год}}$	тыс.руб./год	34 642
12.	Усредненная суммарная экономия затрат в денежном выражении на 1 компенсатор:	$\text{Э}_{\text{год/комп}}$	тыс.руб./год	11,23

**Результаты расчетов экономической эффективности
применения сальфонных компенсаторов
на действующих тепловых сетях диаметром свыше 600 до 1200 мм**

Таблица А.4

№ п/п	Расчетный параметр	Обозначение	Размерность	Величина
1.	Снижение протечек теплоносителя в трубопроводах тепловых сетей:	$\Delta G_{хв}^п$	м ³ /год	425950
2.	Снижение потребления холодной воды на собственные нужды теплоисточников:	$\Delta G_{хв}^{сн}$	м ³ /год	7240
3.	Суммарное уменьшение потребления холодной воды:	$\Delta G_{хв}$	м ³ /год	433190
	Экономическая эффективность в денежном выражении от уменьшения потребления холодной воды:	$\mathcal{E}_{год. в.}$	тыс.руб./год	5 840
4.	Уменьшение потребления топлива за счет исключения протечек горячего теплоносителя через уплотнения сальниковых компенсаторов:	$\Delta B_п$	тут/год	3659
5.	Уменьшение потребления топлива за счет снижения потерь тепла на собственные нужды теплоисточников:	$\Delta B_{сн}$	тут/год	37
6.	Суммарное уменьшение потребления топлива:	ΔB	тут/год	3696
	Экономическая эффективность в денежном выражении от уменьшения потребления топлива:	$\mathcal{E}_{год. в.}$	тыс.руб./год	5 023
7.	Уменьшение потребления электроэнергии на собственные нужды теплоисточников при выработке подпиточной воды:	$\Delta E_в$	кВт-ч/год	166120
8.	Уменьшение потребления электроэнергии на собственные нужды теплоисточников при транспортировке подпиточной воды:	$\Delta E_т$	кВт-ч/год	425950
9.	Суммарное уменьшение потребления электроэнергии:	ΔE	кВт-ч/год	592070
	Экономическая эффективность в денежном выражении от уменьшения потребления электроэнергии:	$\mathcal{E}_{год. е.}$	тыс.руб./год	545
10.	Снижение затрат, связанных с техническим обслуживанием и ремонтом компенсаторов:	$\Delta Z_{тор}$	тыс.руб./год	12 034
11.	Суммарная экономия затрат в денежном выражении от замены сальниковых компенсаторов на сальфонные на действующих тепловых сетях:	$\mathcal{E}_{год}$	тыс.руб./год	23 442
12.	Усредненная суммарная экономия затрат в денежном выражении на 1 компенсатор:	$\mathcal{E}_{год/комп}$	тыс.руб./год	19,27

**Результаты расчетов экономической эффективности
применения сальфонных компенсаторов на реконструируемых и вновь строящихся тепловых сетях**

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):	ΔZ_k^i	тыс.руб./год	15,0

**Удельная годовая экономическая эффективность
от замены сальникового компенсатора на сальфонный (данные 2005 года)**

Таблица А.6

Диаметр компенсатора	Холодная вода		Топливо		Электроэнергия		Обслуживание и ремонт
	м ³	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

Листовая сталь

Марка стали	Нормативный документ		Предельные параметры применения	
	на лист	на сталь	температура, °С	давление, МПа (кгс/см ²)
20	ГОСТ 1577	ГОСТ 1050	300	1,6 (16)
17ГС 17Г1С	ГОСТ 19281 ГОСТ 5520	ГОСТ 19281	350	Не ограничено
09Г2С	ГОСТ 19281	ГОСТ 19281	450	Не ограничено
08Х18Н10Т 12Х18Н9Т 12Х18Н10Т	ГОСТ 7350	ГОСТ 5632	600	Не ограничено

Бесшовные трубы

Марка стали	Нормативный документ		Предельные параметры применения	
	на трубы	на сталь	температура °С	давление, МПа (кгс/см ²)
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	Нормативный документ		Предельные параметры применения	
	на трубы	на сталь	температура °С	давление, МПа (кгс/см ²)
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 (КСУ) кгс.м/см ²			Угол загиба сварного шва трубы	Проверка заводских сварных швов неразруш. методом	Временное сопротивление σ_b , МПа	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа
		-20	-40	-60				
Углеродистые 10 20	24	3	3*	-	100°	100%	372	206 245
	21							
Низколегированные 17ГС, 17Г1С, 17Г1СУ, 09Г2С	20	-	4	-	80°	100%	500	350
	20	-	-	3	80°	100%	500	350

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

**Минимальные толщины стенок стальных труб
из стали марок ВСтЗсп5, Ст10, Ст20 для трубопроводов тепловых сетей и паропроводов**

Таблица Б.3

Условный проход, DN, мм	Наружный диаметр, D_n , мм	Минимальная толщина стенки, s , мм	Расчетные параметры теплоносителя	Примечания
50	57	3,0	$P \leq 1,6$ МПа $t \leq 150^\circ\text{C}$	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

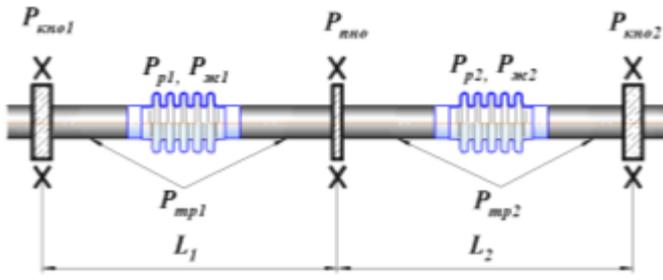
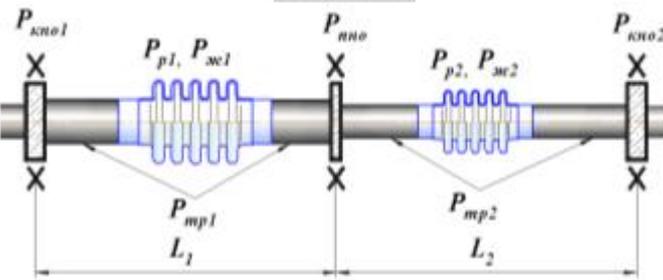
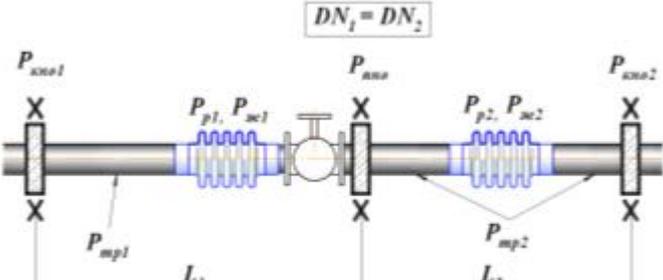
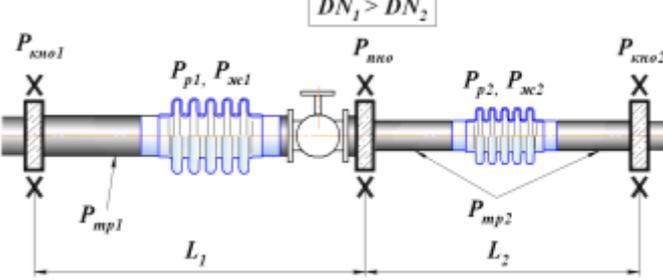
Предельные отклонения по наружному диаметру труб (D_n). Овальность труб.

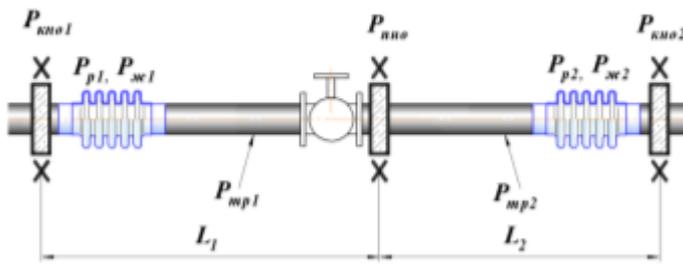
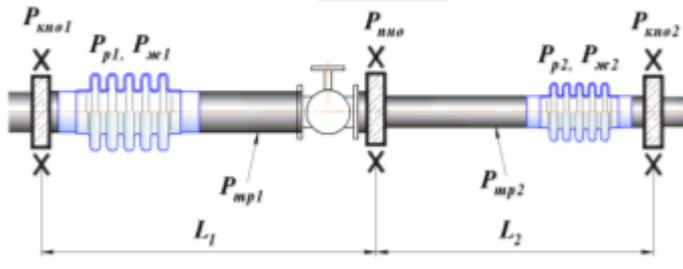
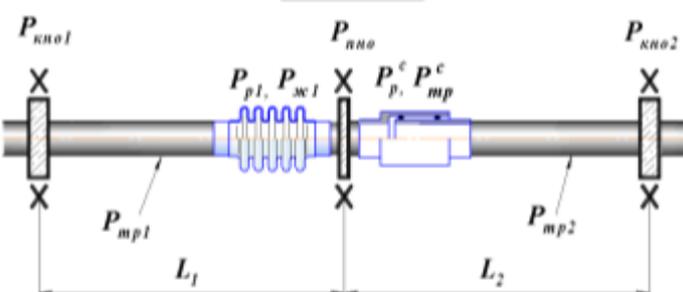
Таблица Б.5

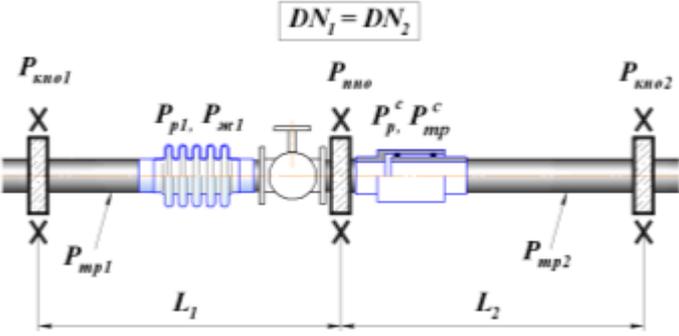
D_n , мм	Предельные отклонения по наружному диаметру торцов труб	Обоснование
57 - 159	0,8% от D_n	ГОСТ 10704 - 91
219 - 426	0,75% от D_n	ГОСТ 10704 - 91
530 - 880	2 мм	ГОСТ 20295 - 85
920	2 мм	ТУ 14 - 3 - 808 - 78
1000	2 мм	ТУ 14 - 3 - 1138 - 82 ТУ 14 - 3 - 620 - 77

Овальность труб DN 57 - 426 мм не должна быть более предельных отклонений по наружному диаметру труб. Для труб DN 530мм и более овальность не должна превышать 1% от DN.

ПРИЛОЖЕНИЕ «В»
(рекомендуемое)
**РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММАРНЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ НОРМАТИВНЫХ НАГРУЗОК
НА НЕПОДВИЖНЫЕ ОПОРЫ ТРУБОПРОВОДОВ ($P_{кню}$, $P_{пню}$)**

1 Схема расчетного участка трубопровода	2 Расчетные формулы
<p style="text-align: center;">$DN_1 = DN_2$</p>  <p style="text-align: center;">$DN_1 > DN_2$</p>  <p>На данных схемах не показаны направляющие и скользящие опоры, но сила трения в них учитывается.</p>	<p>Трубопровод ограничен двумя концевыми неподвижными опорами (КНО), и состоит из двух участков, с установленными посередине каждого из них сильфонными компенсаторами (СК или СКУ или ССК), и разделенными промежуточной неподвижной опорой (ПНО).</p> <p>Если $DN_1 = DN_2$, $L_1 = L_2$:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Нагрузки на концевые неподвижные опоры (КНО) – п.п. 5.8.9.1; 5.8.9.2, где для $P_{кню1}$ и $P_{кню2}$: $\sum P_{mp} = P_{mp1} / 2$ – Нагрузки на промежуточную неподвижную опору (ПНО) – п.п. 5.8.9.3, где $\sum P_{mp} = 0,3 \cdot P_{mp1} / 2$ <p>Если $DN_1 > DN_2$, $L_1 = L_2$:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Нагрузки на КНО – п.п. 5.8.9.1; 5.8.9.2, где для $P_{кню1}$ и $P_{кню2}$: $\sum P_{mp} = (P_{mp1} - 0,7 \cdot P_{mp2}) / 2$ – Нагрузки на ПНО – п.п. 5.8.9.4, где $\sum P_{mp} = (P_{mp1} - 0,7 \cdot P_{mp2}) / 2$
<p style="text-align: center;">$DN_1 = DN_2$</p>  <p style="text-align: center;">$DN_1 > DN_2$</p>  <p>На данных схемах не показаны направляющие и скользящие опоры, но сила трения в них учитывается.</p>	<p>Трубопровод ограничен двумя КНО, и состоит из двух участков, с установленными компенсаторами (СК или СКУ или ССК), разделенными ПНО. Также, на первом участке трубопровода установлен элемент запорной арматуры (ЭЗА), который в момент записания 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.</p> <p>Если $DN_1 = DN_2$, $L_1 \neq L_2$, ЭЗА открыт:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Нагрузки на КНО – п.п. 5.8.9.1; 5.8.9.2, где для $P_{кню1}$: $\sum P_{mp} = P_{mp1}$ для $P_{кню2}$: $\sum P_{mp} = P_{mp2} / 2$ – Нагрузки на ПНО, если ЭЗА закрыт и проводимая среда подается в участок №2: $P_{пню} = P_{p2} + 1,3P_{ж2} + P_{mp2} / 2$ <p>Если $DN_1 > DN_2$, $L_1 \neq L_2$, ЭЗА открыт:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Нагрузки на КНО – п.п. 5.8.9.1; 5.8.9.2, где для $P_{кню1}$: $\sum P_{mp} = P_{mp1}$ для $P_{кню2}$: $\sum P_{mp} = P_{mp2} / 2$ – Нагрузки на ПНО, если ЭЗА закрыт и проводимая среда подается в участок №1: $P_{пню} = P_{p1} + 1,3P_{ж1}$ <p>При выборе расчетной нагрузки на ПНО выбирают самый нагруженный случай.</p>

1	2
<p style="text-align: center;">$DN_1 = DN_2$</p>  <p style="text-align: center;">$DN_1 > DN_2$</p>  <p>На данных схемах не показаны направляющие и скользящие опоры, но сила трения в них учитывается.</p>	<p>Трубопровод ограничен двумя КНО, и состоит из двух участков, с установленными компенсаторами (СК или СКУ или ССК), разделенными ПНО. Также, на первом участке трубопровода установлен ЭЗА, который в момент записания 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.</p> <p>Если $DN_1 = DN_2$, $L_1 \neq L_2$, ЭЗА открыт: – Нагрузки на КНО – п.п. 5.8.9.1; 5.8.9.2, где для $P_{кно1}$ и $P_{кно2}$: $\sum P_{тр} = 0$ – Нагрузки на ПНО, если ЭЗА закрыт и проводимая среда подается в участок №2: $P_{ню} = P_{p2} + 1,3P_{ж2} + P_{mp2}$</p> <p>Если $DN_1 > DN_2$, $L_1 \neq L_2$, ЭЗА открыт: – Нагрузки на КНО – п.п. 5.8.9.1; 5.8.9.2, где для $P_{кно1}$ и $P_{кно2}$: $\sum P_{тр} = 0$ – Нагрузки на ПНО, если ЭЗА закрыт и проводимая среда подается в участок №1: $P_{ню} = P_{p1} + P_{ж1} + P_{mp1}$ При выборе расчетной нагрузки на ПНО выбирают самый нагруженный случай.</p>
<p style="text-align: center;">$DN_1 = DN_2$</p> 	<p>Трубопровод ограничен двумя КНО, и состоит из двух участков, разделенными 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.</p> <p>Если $DN_1 = DN_2$: – Нагрузки на КНО: для $P_{кно1}$: п.п. 5.8.9.1; 5.8.9.2, где $\sum P_{тр} = P_{mp1}$ для $P_{кно2}$: $P_{кно} = P_p^c + P_{тр}^c + P_{mp2}$, где P_p^c – распорное усилие сальникового компенсатора, $P_{тр}^c$ – трение в сальниковом компенсаторе. – Нагрузки на ПНО: п.п. 5.8.9.4, где $\sum P_p = P_{p1} - P_p^c$, $\sum P_{ж} = 1,3 \cdot P_{ж1}$, $\sum P_{тр} = 0$</p>

1	2
 <p style="text-align: center;">$DN_1 = DN_2$</p>	<p>Трубопровод ограничен двумя КНО, и состоит из двух участков, с установленными компенсаторами (СК или СКУ или ССК и сальниковым компенсатором, разделенными одной ПНО. Также, на первом участке трубопровода установлен ЭЗА, который в момент запираения 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.</p> <p>Если $DN_1 = DN_2$, $L_1 \neq L_2$. ЭЗА открыт:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Нагрузки на КНО – п.п. 5.8.9.1; 5.8.9.2, <p>для $P_{кно1}$: п.п. 5.8.9.1; 5.8.9.2, где $\sum P_{тр} = P_{тр1}$,</p> <p>Вычисляем $P_{кно2} = P_r^c + P_{тр}^c + P_{тр2}$</p> <ul style="list-style-type: none"> - Нагрузки на ПНО, если ЭЗА закрыт и проводимая среда подается в участок №2: $P_{пно} = P_r^c + P_{тр}^c$ <ul style="list-style-type: none"> - Нагрузки на ПНО, если ЭЗА закрыт и проводимая среда подается в участок №1: $P_{пно} = P_{р1} + P_{ж1}$

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 г.г.) и ИЯНШ.300260.043ТУ (в редакциях 2006 и 2008 г.г.) сняты с производства. Вместо них необходимо применять СКУ, изготавливаемым по настоящим техническим условиям, с соответствующими 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 г.г.) и ИЯНШ.300260.043ТУ (в редакциях 2006 и 2008 г.г.), снятые с производства	Аналог СКУ по настоящим техническим условиям
ОПКР СКУ.М СКУ.М.С СКУ.М.І.У СКУ.М.І.С.У СКУ.М.І.П СКУ.М.І.С.П	СКУ.М <i>Допускается СКУ.ППМ</i>
ОПМР	СКУ.МП
СКУ.МП СКУ.МП.С	СКУ.М, СКУ.МП
СКУ.АПБ.І СКУ.АПБ.ІС СКУ.АПБ.ІІ.У СКУ.АПБ.І СКУ.АПБ.ІС	СКУ.ППМ
СКУ.ППМ СКУ.ППМ.С	СКУ.ППМ
СКУ.ППУ.С СКУ.ППУ.І.У СКУ.ППУ.І.С.У СКУ.ППУ.І.П СКУ.ППУ.І.С.П СКУ.ППУ.Іа.У СКУ.ППУ.Іа.С.У СКУ.ППУ.Іа.П СКУ.ППУ.Іа.С.П	СКУ.ППУ
СКУ.ППУ/ОЦ СКУ.ППУ/ОЦ.С	СКУ.ППУ/ОЦ
СКУ.ППУ/ПЭ.І СКУ.ППУ/ПЭ.І.С	СКУ.ППУ/ПЭ.І <i>Допускается СКУ.ППУ/ПЭ.ІІ* и СКУ.ТГИ.ІІ*</i>
СКУ.ППУ/ПЭ.ІІ СКУ.ППУ/ПЭ.ІІ.С	СКУ.ППУ/ПЭ.ІІ <i>Допускается СКУ.ТГИ.ІІ</i>
СКУ.ТГИ СКУ.ТГИ.С СКУ.ТГИ.І СКУ.ТГИ.ІС	СКУ.ППУ/ПЭ.ІІ <i>Допускается СКУ.ТГИ.ІІ,</i>

Примечание: * - только при бесканальной прокладке трубопровода.

ПРИЛОЖЕНИЕ «Д»

(справочное)

Основные размеры сифонных компенсаторов по техническим условиям ИАНШ.300260.029ТУ
и стартовых сифонных компенсаторов по техническим условиям ИАНШ.300260.035ТУ

Схема условных обозначений СК по ИАНШ.300260.029ТУ:

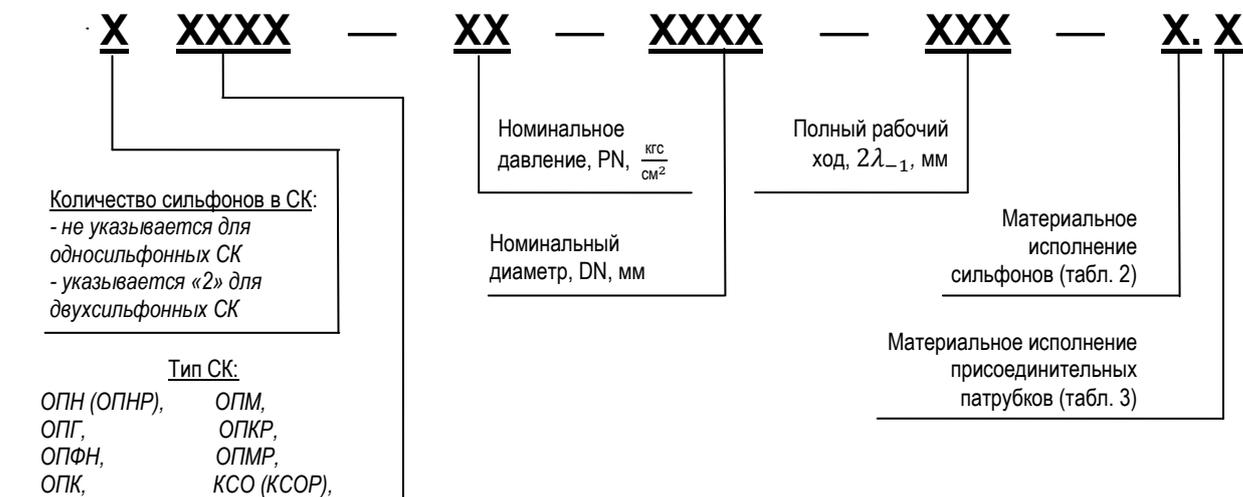
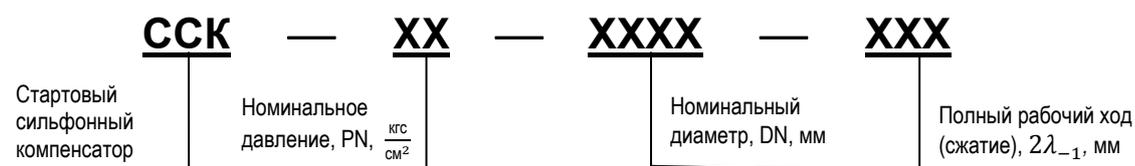


Схема условных обозначений ССК по ИАНШ.300260.035ТУ:



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 °С и скоростью до 40 м/с.

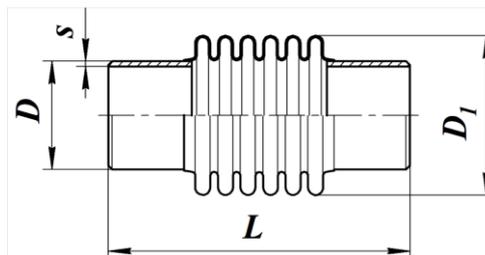


Таблица Д.1

Условное обозначение	PN, МПа (кгс/см ²)	DN, мм	Ход 2λ-1, мм	Размеры, мм				Масса, кг			
				D	s	D ₁	L				
ОПН-16-50-70-2.2	1,6 (16)	50	70	57	4,0	105	349	3			
ОПН-16-65-70-2.2		65		76			349	3			
ОПН-16-80-70-2.2		80		89			359	3			
ОПН-16-100-80-2.2		100	108	143			370	4			
ОПН-16-125-90-2.2		125	90	133	5,0	171	381	5			
ОПН-16-150-100-2.2		150	100	159	6,0	203	387	6			
ОПН-16-200-140-2.2		200	140	219	8,0	259	433	13			
ОПН-16-250-160-2.2		250	160	273	7,0	319	612	27			
ОПН-16-300-180-2.2		300	180	325	8,0	373	631	32			
ОПН-16-350-180-1.2		350		377							
ОПН-16-400-190-1.2		400	190	426	9,0	485	668	58			
ОПН-16-500-200-1.3		500	200	530					8,0	600	682
ОПН-16-600-200-1.3		600		630	706	695	112				
ОПН-16-700-210-1.3		700	210	720	9,0	797	698	140			
ОПН-16-800-210-1.3		800		820					911	726	158
ОПН-16-900-210-1.3		900	190	920	10,0	1015	704	194			
ОПН-16-1000-220-1.3		1000	220	1020	12,0	1117	726	229			
ОПН-16-1200-220-1.3		1200		1220					1319	726	323
ОПН-16-1400-220-1.3		1400		1420					1522	732	408
ОПН-25-50-70-2.2		2,5 (25)	50	70	57	4,0	105	349	3		
ОПН-25-65-70-2.2	65		76		349			3			
ОПН-25-80-70-2.2	80		89		359			3			
ОПН-25-100-80-2.2	100		108	143	370			4			
ОПН-25-125-90-2.2	125		90	133	5,0	172	382	6			
ОПН-25-150-100-2.2	150		100	159	6,0	204	396	7			
ОПН-25-200-140-2.2	200		140	219	8,0	261	442	16			
ОПН-25-250-160-2.2	250		160	273	7,0	319	621	27			
ОПН-25-300-180-2.2	300		180	325	8,0	374	632	38			
ОПН-25-350-180-1.2	350			377					431	658	54
ОПН-25-400-190-1.2	400		190	426	9,0	485	678	65			
ОПН-25-500-200-1.3	500		200	530					8,0	600	692
ОПН-25-600-200-1.3	600			630	706	713	125				
ОПН-25-700-210-1.3	700		210	720	9,0	797	714	153			
ОПН-25-800-210-1.3	800			820					911	743	184
ОПН-25-900-210-1.3	900		190	920	10,0	1015	719	230			
ОПН-25-1000-220-1.3	1000		220	1020	12,0	1117	742	276			
ОПН-25-1200-220-1.3	1200			1220					1319	770	378
ОПН-25-1400-220-1.3	1400			1420					1522	750	475

Примечание: В таблице 1 приведены максимальные значения массы и наружного диаметра сильфона D₁.

Продолжение таблицы Д.1

Условное обозначение	PN, МПа (кгс/см ²)	DN, мм	Ход 2λ ₋₁ , мм	Размеры, мм				Масса, кг	
				D	s	D ₁	L		
ОПНР-16-50-80-2.2	1,6 (16)	50	80	57	4,0	105	382	3	
ОПНР-16-65-80-2.2		65		76		105	382	3	
ОПНР-16-80-90-2.2		80		90		89	120	396	3
ОПНР-16-100-120-2.2		100		120		108	144	410	5
ОПНР-16-125-130-2.2		125	130	133	5,0	172	410	6	
ОПНР-16-150-150-2.2		150	150	159	6,0	204	413	7	
ОПНР-16-200-160-2.2		200	160	219	8,0	260	464	14	
ОПНР-16-250-180-2.2		250	180	273	7,0	319	645	27	
ОПНР-16-300-190-2.2		300	190	325	8,0	373	655	33	
ОПНР-16-350-190-1.2		350		377	9,0	431	664	42	
ОПНР-16-400-200-1.2		400	200	426		485	696	54	
ОПНР-16-500-210-1.3		500	210	530	8,0	600	682	86	
ОПНР-16-600-220-1.3		600	220	630		706	695	112	
ОПНР-16-700-220-1.3		700		720	797	698	141		
ОПНР-16-800-240-1.3		800	240	820	9,0	911	726	158	
ОПНР-16-900-260-1.3		900	260	920	10,0	1015	704	194	
ОПНР-16-1000-260-1.3		1000		1020	12,0	1117	726	229	
ОПНР-16-1200-260-1.3		1200		1220		1319	726	323	
ОПНР-16-1400-260-1.3		1400		1420		1522	732	408	
ОПНР-25-50-80-2.2		2,5 (25)	50	80	57	4,0	105	382	3
ОПНР-25-65-80-2.2	65		76		105		382	3	
ОПНР-25-80-90-2.2	80		90		89		120	396	3
ОПНР-25-100-120-2.2	100		120		108		144	410	5
ОПНР-25-125-130-2.2	125		130	133	5,0	172	410	6	
ОПНР-25-150-150-2.2	150		150	159	6,0	204	413	7	
ОПНР-25-200-160-2.2	200		160	219	8,0	260	464	14	
ОПНР-25-250-180-2.2	250		180	273	7,0	319	645	27	
ОПНР-25-300-190-2.2	300		190	325	8,0	374	658	39	
ОПНР-25-350-190-1.2	350			377	9,0	431	684	57	
ОПНР-25-400-200-1.2	400		200	426		485	706	69	
ОПНР-25-500-210-1.3	500		210	530	8,0	600	692	96	
ОПНР-25-600-220-1.3	600		220	630		706	713	125	
ОПНР-25-700-220-1.3	700			720	797	714	153		
ОПНР-25-800-240-1.3	800		240	820	9,0	911	743	184	
ОПНР-25-900-260-1.3	900		260	920	10,0	1015	719	230	
ОПНР-25-1000-260-1.3	1000			1020	12,0	1117	742	276	
ОПНР-25-1200-260-1.3	1200			1220		1319	770	378	
ОПНР-25-1400-260-1.3	1400			1420		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°C и скоростью свыше 40 м/с, а также воду с температурой до 150°C 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

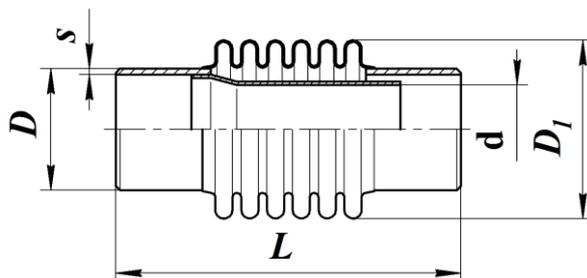


Таблица Д.2

Условное обозначение	PN, МПа (кгс/см ²)	DN, мм	Ход 2λ ₋₁ , мм	Размеры, мм				Масса, кг	
				D	s	D ₁	L		
ОПГ-16-65-80-2.2	1,6 (16)	65	80	76	4,0	105	382	5	
ОПГ-16-80-90-2.2		80	90	89		120	396	6	
ОПГ-16-100-120-2.2		100	120	108		144	430	6	
ОПГ-16-125-130-2.2		125	130	133	5,0	172	440	6	
ОПГ-16-150-150-2.2		150	150	159	6,0	204	463	8	
ОПГ-16-200-160-2.2		200	160	219	8,0	260	524	16	
ОПГ-16-250-180-2.2		250	180	273	7,0	319	645	33	
ОПГ-16-300-190-2.2		300	190	325	8,0	374	658	41	
ОПГ-16-350-190-1.2		350		377	9,0	431	664	49	
ОПГ-16-400-200-1.2		400	200	426	8,0	485	696	71	
ОПГ-16-500-210-1.3		500	210	530		600	682	102	
ОПГ-16-600-220-1.3		600	220	630	8,0	706	695	140	
ОПГ-16-700-220-1.3		700		720		797	698	174	
ОПГ-16-800-240-1.3		800	240	820	9,0	911	726	198	
ОПГ-16-900-260-1.3		900	260	920	10,0	1015	704	237	
ОПГ-16-1000-260-1.3		1000		1020	12,0	1117	726	279	
ОПГ-16-1200-260-1.3		1200		1220		1319	726	386	
ОПГ-16-1400-260-1.3		1400	1420	1420	1522	732	424		
ОПГ-25-65-80-2.2		2,5 (25)	65	80	76	4,0	105	382	5
ОПГ-25-80-90-2.2			80	90	89		120	396	6
ОПГ-25-100-120-2.2	100		120	108	144		430	6	
ОПГ-25-125-130-2.2	125		130	133	5,0	172	440	10	
ОПГ-25-150-150-2.2	150		150	159	6,0	204	463	12	
ОПГ-25-200-160-2.2	200		160	219	8,0	260	524	20	
ОПГ-25-250-180-2.2	250		180	273	7,0	319	645	35	
ОПГ-25-300-190-2.2	300		190	325	8,0	374	658	50	
ОПГ-25-350-190-1.2	350			377	9,0	431	658	73	
ОПГ-25-400-200-1.2	400		200	426	8,0	485	706	94	
ОПГ-25-500-210-1.3	500		210	530		600	692	114	
ОПГ-25-600-220-1.3	600		220	630	8,0	706	713	156	
ОПГ-25-700-220-1.3	700			720		797	714	187	
ОПГ-25-800-240-1.3	800		240	820	9,0	911	743	240	
ОПГ-25-900-260-1.3	900		260	920	10,0	1015	719	277	
ОПГ-25-1000-260-1.3	1000			1020	12,0	1119	742	329	
ОПГ-25-1200-260-1.3	1200			1220		1321	770	446	
ОПГ-25-1400-260-1.3	1400		1420	1420	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°C и скоростью до 8 м/с, а также пар с температурой до 300°C и скоростью до 40 м/с.

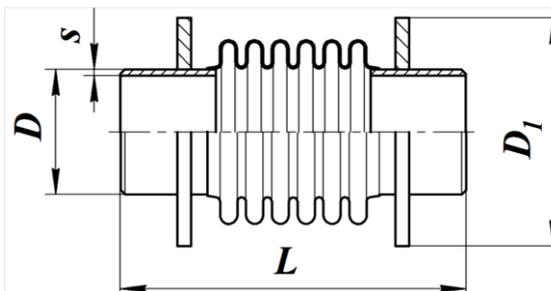
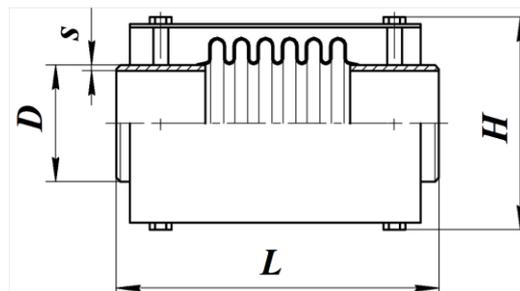


Таблица Д.3

Условное обозначение	PN, МПа (кгс/см ²)	DN, мм	Ход 2λ ₋₁ , мм	Размеры, мм				Масса, кг	
				D	s	D ₁	L		
ОПФН-25-50-70-2.2	1,6 (16)	50	70	57	4,0	255	349	10	
ОПФН-25-65-70-2.2		65		76			349	10	
ОПФН-25-80-70-2.2		80		89		305	359	13	
ОПФН-25-100-80-2.2		100		108			370	14	
ОПФН-16-125-90-2.2		125	90	133	4,0	408	381	22	
ОПФН-16-150-100-2.2		150	100	159	4,5		387	23	
ОПФН-16-200-140-2.2		200	140	219	6,0	504	433	35	
ОПФН-16-250-160-2.2		250	160	273	7,0	504	612	47	
ОПФН-16-300-180-2.2		300	180	325		606	631	61	
ОПФН-16-350-180-1.2		350		377		602	640	62	
ОПФН-16-400-190-1.2		400	190	426		694	668	98	
ОПФН-16-500-200-1.3		500	200	530	8,0	792	682	132	
ОПФН-16-600-200-1.3		600		630		890	695	165	
ОПФН-16-700-210-1.3		700	210	720	10,0	990	698	202	
ОПФН-16-800-210-1.3		800		820		990	726	201	
ОПФН-16-900-210-1.3		900		920	1188	704	284		
ОПФН-16-1000-220-1.3		1000		220	1020	14	1270	726	320
ОПФН-16-1200-220-1.3		1200	1220		1470		726	430	
ОПФН-25-50-70-2.2		2,5 (25)	50	70	57	4,0	255	349	10
ОПФН-25-65-70-2.2			65		76			349	10
ОПФН-25-80-70-2.2			80		89		305	359	13
ОПФН-25-100-80-2.2			100		108			370	14
ОПФН-25-125-90-2.2			125	90	133	4,5	408	382	23
ОПФН-25-150-100-2.2			150	100	159			396	23
ОПФН-25-200-140-2.2	200		140	219	6,0	504	442	36	
ОПФН-25-250-160-2.2	250		160	273	7,0	504	621	47	
ОПФН-25-300-180-2.2	300		180	325		606	632	64	
ОПФН-25-350-180-1.2	350			377		602	656	68	
ОПФН-25-400-190-1.2	400		190	426		694	678	105	
ОПФН-25-500-200-1.3	500		200	530	8,0	792	692	142	
ОПФН-25-600-200-1.3	600			630		890	713	178	
ОПФН-25-700-210-1.3	700		210	720	10,0	990	714	214	
ОПФН-25-800-210-1.3	800			820		990	743	227	
ОПФН-25-900-210-1.3	900			920	1188	719	320		
ОПФН-25-1000-220-1.3	1000			220	1020	14,0	1270	742	367
ОПФН-25-1200-220-1.3	1200		1220		1470		742	485	

Приложение Д.4 – Сильфонные компенсаторы типа ОПК

Сильфонные компенсаторы осевые типа ОПК по техническим условиям ИАНШ.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.



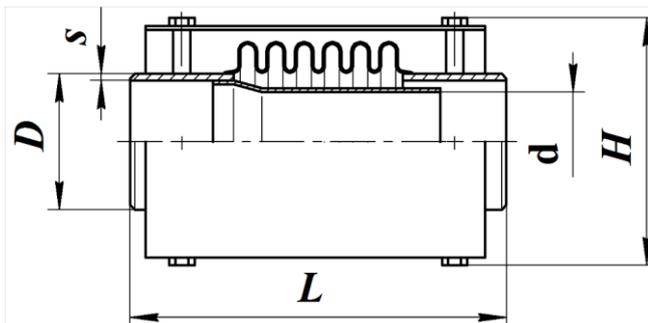
Компенсатор сильфонный типа ОПК – это компенсатор типа ОПНР со стационарным защитным кожухом, установленном на одном из патрубков компенсатора с помощью бобышек.

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-16-50-80-2.2	1,6 (16)	50	80	57	4,0	175	382	6				
ОПК-16-65-80-2.2		65							76	188	382	6
ОПК-16-80-90-2.2		80							89	201	396	6
ОПК-16-100-120-2.2		100							108	220	430	9
ОПК-16-125-130-2.2		125	130	133	5,0	269	440	11				
ОПК-16-150-150-2.2		150	150	159	6,0	303	463	12				
ОПК-16-200-160-2.2		200	160	219	8,0	371	524	21				
ОПК-16-250-180-2.2		250	180	273	7,0	429	645	37				
ОПК-16-300-190-2.2		300	190	325	8,0	485	655	52				
ОПК-16-350-190-1.2		350		377	9,0	528	664	50				
ОПК-16-400-200-1.2		400	200	426		590	696	72				
ОПК-16-500-210-1.3		500	210	530	8,0	702	682	102				
ОПК-16-600-220-1.3		600	220	630		810	695	131				
ОПК-16-700-220-1.3		700		720	900	698	163					
ОПК-16-800-240-1.3		800	240	820	9,0	1020	726	184				
ОПК-16-900-260-1.3		900	260	920	10,0	1124	704	222				
ОПК-16-1000-260-1.3		1000		1020	12,0	1228	726	274				
ОПК-16-1200-260-1.3		1200		1220		1428	726	375				
ОПК-16-1400-260-1.3		1400		1420		1636	732	469				
ОПК-25-50-80-2.2		2,5 (25)	50	80	57	4,0	175	382	6			
ОПК-25-65-80-2.2	65		76							188	382	6
ОПК-25-80-90-2.2	80		89							201	396	6
ОПК-25-100-120-2.2	100		120							108	220	430
ОПК-25-125-130-2.2	125		130	133	5,0	269	440	11				
ОПК-25-150-150-2.2	150		150	159	6,0	303	463	12				
ОПК-25-200-160-2.2	200		160	219	8,0	371	524	21				
ОПК-25-250-180-2.2	250		180	273	7,0	429	645	37				
ОПК-25-300-190-2.2	300		190	325	8,0	485	658	52				
ОПК-25-350-190-1.2	350			377	9,0	528	684	59				
ОПК-25-400-200-1.2	400		200	426		590	706	84				
ОПК-25-500-210-1.3	500		210	530	8,0	702	692	112				
ОПК-25-600-220-1.3	600		220	630		810	713	145				
ОПК-25-700-220-1.3	700			720	900	714	176					
ОПК-25-800-240-1.3	800		240	820	9,0	1020	743	212				
ОПК-25-900-260-1.3	900		260	920	10,0	1124	719	258				
ОПК-25-1000-260-1.3	1000			1020	12,0	1228	742	322				
ОПК-25-1200-260-1.3	1200			1220		1428	770	435				
ОПК-25-1400-260-1.3	1400			1420		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/см ²)	DN, мм	Ход 2λ ₋₁ , мм	Размеры, мм				Масса, кг	
				D	s	D ₁	L		
ОПМ-16-65-80-2.2	1,6 (16)	65	80	76	4,0	188	382	7	
ОПМ-16-80-90-2.2		80	90	89		201	396	8	
ОПМ-16-100-120-2.2		100	120	108		220	430	10	
ОПМ-16-125-130-2.2		125	130	133	5,0	269	440	13	
ОПМ-16-150-150-2.2		150	150	159	6,0	303	463	16	
ОПМ-16-200-160-2.2		200	160	219	8,0	371	524	28	
ОПМ-16-250-180-2.2		250	180	273	7,0	429	645	41	
ОПМ-16-300-190-2.2		300	190	325	8,0	485	655	56	
ОПМ-16-350-190-1.2		350		377	9,0	528	664	60	
ОПМ-16-400-200-1.2		400	200	426		590	696	81	
ОПМ-16-500-210-1.3		500	210	530	8,0	702	682	119	
ОПМ-16-600-220-1.3		600	220	630		810	695	153	
ОПМ-16-700-220-1.3		700		720	900	698	178		
ОПМ-16-800-240-1.3		800	240	820	9,0	1020	726	216	
ОПМ-16-900-260-1.3		900	260	920	10,0	1124	704	294	
ОПМ-16-1000-260-1.3		1000		1020	12,0	1228	726	365	
ОПМ-16-1200-260-1.3		1200		1220		1428	726	440	
ОПМ-16-1400-260-1.3		1400		1420	1636	732	548		
ОПМ-25-65-80-2.2		2,5 (25)	65	80	76	4,0	188	382	7
ОПМ-25-80-90-2.2			80	90	89		201	396	8
ОПМ-25-100-120-2.2	100		120	108	220		430	10	
ОПМ-25-125-130-2.2	125		130	133	5,0	269	440	14	
ОПМ-25-150-150-2.2	150		150	159	6,0	303	463	16	
ОПМ-25-200-160-2.2	200		160	219	8,0	371	524	28	
ОПМ-25-250-180-2.2	250		180	273	7,0	429	645	42	
ОПМ-25-300-190-2.2	300		190	325	8,0	485	658	62	
ОПМ-25-350-190-1.2	350			377	9,0	528	658	67	
ОПМ-25-400-200-1.2	400		200	426		590	706	82	
ОПМ-25-500-210-1.3	500		210	530	8,0	702	692	130	
ОПМ-25-600-220-1.3	600		220	630		810	713	167	
ОПМ-25-700-220-1.3	700			720	900	714	199		
ОПМ-25-800-240-1.3	800		240	820	9,0	1020	743	254	
ОПМ-25-900-260-1.3	900		260	920	10,0	1124	719	330	
ОПМ-25-1000-260-1.3	1000			1020	12,0	1228	742	415	
ОПМ-25-1200-260-1.3	1200			1220		1428	770	496	
ОПМ-25-1400-260-1.3	1400			1420	1636	750	620		

Приложение Д.6 – Сильфонные компенсаторы типа ОПКР

Сильфонные компенсаторы осевые типа ОПКР по техническим условиям ИАНШ.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, 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.

Рекомендуются для замены сальниковых компенсаторов при установке в существующие тепловые камеры

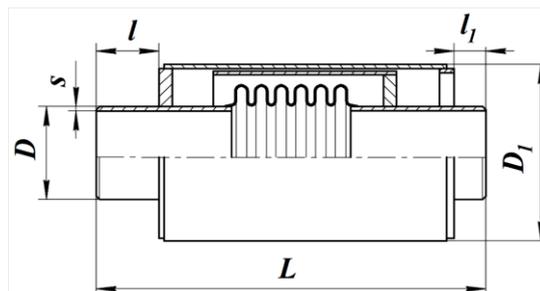
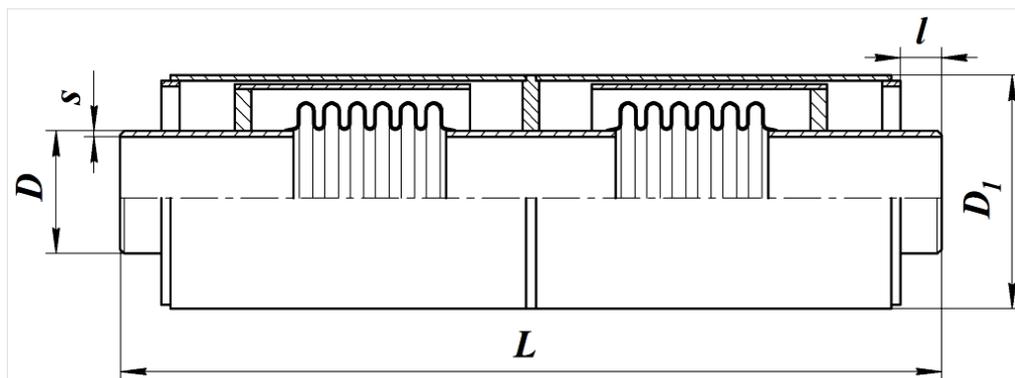


Таблица Д.6

Условное обозначение	PN, МПа (кгс/см ²)	DN, мм	Ход 2λ-1, мм	Размеры, мм						Масса, кг
				D	s	D ₁	L	l ₁	l ₂	
ОПКР-16-50-80-2.2	1,6 (16)	50	80	57	4,0	159	536	100	120	16
ОПКР-16-65-80-2.2		65		76		180	542			17
ОПКР-16-80-90-2.2		80		89		194	561			20
ОПКР-16-100-120-2.2		100	120	108	4,0	219	619		25	
ОПКР-16-125-130-2.2		125	130	133	5,0	245	625		31	
ОПКР-16-150-150-2.2		150	150	159	6,0	273	638		37	
ОПКР-16-200-160-2.2		200	160	219	8,0	340	744		57	
ОПКР-16-250-180-2.2		250	180	273	7,0	400	775		67	
ОПКР-16-300-190-2.2		300	190	325	8,0	455	790		117	
ОПКР-16-350-190-1.2		350		377	9,0	510	799		139	
ОПКР-16-400-200-1.2		400	200	426		575	836	175		
ОПКР-16-500-210-1.3		500	210	530	8,0	686	827	232		
ОПКР-16-600-220-1.3		600	220	630		820	890	340		
ОПКР-16-700-220-1.3		700		720	9,0	920	1003	499		
ОПКР-16-800-240-1.3		800	240	820		1020	1046	577		
ОПКР-16-900-260-1.3		900	260	920	10,0	1120	1039	727		
ОПКР-16-1000-260-1.3		1000		1020	12,0	1320	1071	901		
ОПКР-16-1200-260-1.3		1200		1220		1420	1071	1125		
ОПКР-16-1400-260-1.3		1400		1420		1620	1077	1334		
ОПКР-25-50-80-2.2		2,5 (25)	50	80	57	4,0	159	536	100	120
ОПКР-25-65-80-2.2	65		76		180		542	17		
ОПКР-25-80-90-2.2	80		89		194		561	20		
ОПКР-25-100-120-2.2	100		120	108	4,0	219	620	26		
ОПКР-25-125-130-2.2	125		130	133	5,0	245	625	32		
ОПКР-25-150-150-2.2	150		150	159	6,0	273	638	37		
ОПКР-25-200-160-2.2	200		160	219	8,0	340	744	67		
ОПКР-25-250-180-2.2	250		180	273	7,0	400	775	98		
ОПКР-25-300-190-2.2	300		190	325	8,0	455	793	124		
ОПКР-25-350-190-1.2	350			377	9,0	510	819	157		
ОПКР-25-400-200-1.2	400		200	426		575	846	204		
ОПКР-25-500-210-1.3	500		210	530	8,0	686	837	245		
ОПКР-25-600-220-1.3	600		220	630		820	908	366		
ОПКР-25-700-220-1.3	700			720	9,0	920	1019	513		
ОПКР-25-800-240-1.3	800		240	820		1020	1063	610		
ОПКР-25-900-260-1.3	900		260	920	10,0	1120	1054	775		
ОПКР-25-1000-260-1.3	1000			1020	12,0	1320	1087	1045		
ОПКР-25-1200-260-1.3	1200			1220		1420	1115	1223		
ОПКР-25-1400-260-1.3	1400			1420		1620	1095	1422		

Двухсильфонные компенсаторы типа ОПКР



Продолжение таблицы Д.6

Условное обозначение	PN, МПа (кгс/см ²)	DN, мм	Ход 2λ-1, мм	Размеры, мм					Масса, кг
				D	s	D ₁	L	l ₁	
2ОПКР-16-50-160-2.2	1,6 (16)	50	160	57	4,0	159	864	120	32
2ОПКР-16-65-160-2.2		65		76		180	876		39
2ОПКР-16-80-180-2.2		80	180	89		194	914		44
2ОПКР-16-100-240-2.2		100	240	108		219	1030		47
2ОПКР-16-125-260-2.2		125	260	133	245	1042	65		
2ОПКР-16-150-300-2.2		150	300	159	6,0	273	1068	68	
2ОПКР-16-200-320-2.2		200	320	219	8,0	340	1276	143	
2ОПКР-16-250-360-2.2		250	360	273	7,0	400	1338	181	
2ОПКР-16-300-380-2.2		300	380	325	8,0	455	1368	222	
2ОПКР-16-350-380-1.2		350		377		510	1386	285	
2ОПКР-16-400-400-1.2		400	400	426	9,0	575	1460	340	
2ОПКР-16-500-420-1.3		500	420	530		686	1442	357	
2ОПКР-16-600-440-1.3		600	440	630	8,0	820	1570	750	
2ОПКР-16-700-440-1.3		700		720		920	1794	945	
2ОПКР-16-800-480-1.3		800	480	820	9,0	1020	1880	1100	
2ОПКР-16-900-520-1.3		900	520	920	10,0	1120	1862	1500	
2ОПКР-16-1000-520-1.3		1000		1020	12,0	1320	1720	1764	
2ОПКР-16-1200-520-1.3		1200		1220		1420	1720	1920	
2ОПКР-16-1400-520-1.3		1400		1420	1620	1680	2246		
2ОПКР-25-50-160-2.2		2,5 (25)	50	160	57	4,0	159	864	120
2ОПКР-25-65-160-2.2	65		76		180		876	39	
2ОПКР-25-80-180-2.2	80		180	89	194		914	44	
2ОПКР-25-100-240-2.2	100		240	108	219		1032	48	
2ОПКР-25-125-260-2.2	125		260	133	5,0	245	1042	71	
2ОПКР-25-150-300-2.2	150		300	159	6,0	273	1068	73	
2ОПКР-25-200-320-2.2	200		320	219	8,0	340	1276	148	
2ОПКР-25-250-360-2.2	250		360	273	7,0	400	1338	183	
2ОПКР-25-300-380-2.2	300		380	325	8,0	455	1374	262	
2ОПКР-25-350-380-1.2	350			377		510	1426	341	
2ОПКР-25-400-400-1.2	400		400	426	9,0	575	1480	375	
2ОПКР-25-500-420-1.3	500		420	530		686	1462	371	
2ОПКР-25-600-440-1.3	600		440	630	8,0	820	1604	681	
2ОПКР-25-700-440-1.3	700			720		920	1826	983	
2ОПКР-25-800-480-1.3	800		480	820	9,0	1020	1914	1170	
2ОПКР-25-900-520-1.3	900		520	920	10,0	1120	1892	1557	
2ОПКР-25-1000-520-1.3	1000			1020	12,0	1320	1720	1850	
2ОПКР-25-1200-520-1.3	1200			1220		1420	1720	2040	
2ОПКР-25-1400-520-1.3	1400			1420	1620	1680	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.

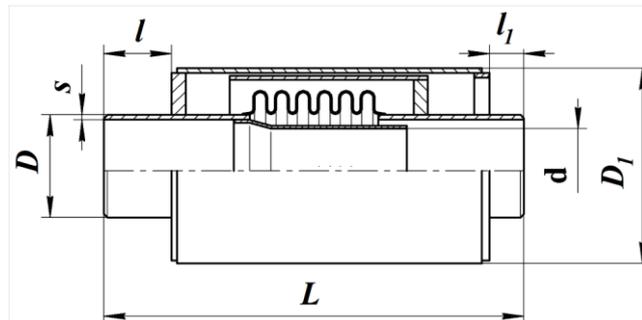
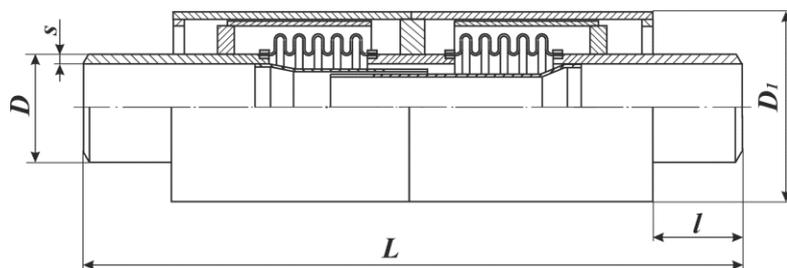


Таблица Д.7

Условное обозначение	PN, МПа (кгс/см ²)	DN, мм	Ход 2Л-1, мм	Размеры, мм						Масса, кг
				D	s	D ₁	L	l ₁	l ₂	
ОПМР-16-65-80-2.2	1,6 (16)	65	80	76	4,0	178	542	100	120	20
ОПМР-16-80-90-2.2		80	90	89		194	561			23
ОПМР-16-100-120-2.2		100	120	108	4,0	219	619		26	
ОПМР-16-125-130-2.2		125	130	133	5,0	245	625		33	
ОПМР-16-150-150-2.2		150	150	159	6,0	273	638		40	
ОПМР-16-200-160-2.2		200	160	219	8,0	340	744		72	
ОПМР-16-250-180-2.2		250	180	273	7,0	400	775		103	
ОПМР-16-300-190-2.2		300	190	325	8,0	455	790		127	
ОПМР-16-350-190-1.2		350		377	9,0	510	799		157	
ОПМР-16-400-200-1.2		400	200	426		575	836		195	
ОПМР-16-500-210-1.3		500	210	530	8,0	686	827		250	
ОПМР-16-600-220-1.3		600	220	630		820	890		361	
ОПМР-16-700-220-1.3		700		720	920	1003	513			
ОПМР-16-800-240-1.3		800	240	820	9,0	1020	1046		593	
ОПМР-16-900-260-1.3		900	260	920	10,0	1120	1039		761	
ОПМР-16-1000-260-1.3		1000		1020	12,0	1320	1071		1021	
ОПМР-16-1200-260-1.3		1200	1220	1420		1071	1192			
ОПМР-16-1400-260-1.3		1400	1420	1620	1077	1409				
ОПМР-25-65-80-2.2	2,5 (25)	65	80	76	4,0	178	542	100	120	20
ОПМР-25-80-90-2.2		80	90	89		194	561			23
ОПМР-25-100-120-2.2		100	120	108	4,0	219	620		28	
ОПМР-25-125-130-2.2		125	130	133	5,0	245	625		36	
ОПМР-25-150-150-2.2		150	150	159	6,0	273	638		42	
ОПМР-25-200-160-2.2		200	160	219	8,0	340	744		73	
ОПМР-25-250-180-2.2		250	180	273	7,0	400	775		106	
ОПМР-25-300-190-2.2		300	190	325	8,0	455	793		135	
ОПМР-25-350-190-1.2		350		377	9,0	510	819		178	
ОПМР-25-400-200-1.2		400	200	426		575	846		221	
ОПМР-25-500-210-1.3		500	210	530	8,0	686	837		264	
ОПМР-25-600-220-1.3		600	220	630		820	908		391	
ОПМР-25-700-220-1.3		700		720	920	1019	540			
ОПМР-25-800-240-1.3		800	240	820	9,0	1020	1063		652	
ОПМР-25-900-260-1.3		900	260	920	10,0	1120	1054		818	
ОПМР-25-1000-260-1.3		1000		1020	12,0	1320	1087		1095	
ОПМР-25-1200-260-1.3		1200	1220	1420		1115	1286			
ОПМР-25-1400-260-1.3		1400	1420	1620	1095	1493				

Двухсильфонные компенсаторы типа ОПМР



Продолжение таблицы Д.7

Условное обозначение	PN, МПа (кгс/см ²)	DN, мм	Ход 2λ ₋₁ , мм	Размеры, мм					Масса, кг	
				D	s	D ₁	L	l		
2ОПМР-16-200-320-2.2	1,6 (16)	200	320	219	8,0	340	1468	150	167	
2ОПМР-16-250-360-2.2		250	360	273	7,0	400	1550		230	
2ОПМР-16-300-380-2.2		300	380	325	8,0	455	1590		283	
2ОПМР-16-350-380-1.2		350		377	9,0	510	1608		345	
2ОПМР-16-400-400-1.2		400	400	426		575	1700		386	
2ОПМР-16-500-420-1.3		500	420	530	8,0	686	1442		478	
2ОПМР-16-600-440-1.3		600	440	630		820	1568		697	
2ОПМР-16-700-440-1.3		700		720		920	1794		1002	
2ОПМР-16-800-480-1.3		800	480	820		9,0	1020		1880	1178
2ОПМР-16-900-520-1.3		900	520	920	10,0	1120	1862		1482	
2ОПМР-16-1000-520-1.3		1000		1020	12,0	1320	1926		2047	
2ОПМР-16-1200-520-1.3		1200		1220		1420	1926		2237	
2ОПМР-16-1400-520-1.3		1400		1420		1620	1938		2639	
2ОПМР-25-200-320-2.2		2,5 (25)	200	320	219	8,0	340		1468	167
2ОПМР-25-250-360-2.2			250	360	273	7,0	400		1550	230
2ОПМР-25-300-380-2.2			300	380	325	8,0	455		1596	290
2ОПМР-25-350-380-1.2	350		377		9,0	510	1648	357		
2ОПМР-25-400-400-1.2	400		400	426		575	1720	404		
2ОПМР-25-500-420-1.3	500		420	530	8,0	686	1462	500		
2ОПМР-25-600-440-1.3	600		440	630		820	1604	735		
2ОПМР-25-700-440-1.3	700			720		920	1826	1040		
2ОПМР-25-800-480-1.3	800		480	820		9,0	1020	1914	1243	
2ОПМР-25-900-520-1.3	900		520	920	10,0	1120	1892	1572		
2ОПМР-25-1000-520-1.3	1000			1020	12,0	1320	1958	2166		
2ОПМР-25-1200-520-1.3	1200			1220		1420	2014	2421		
2ОПМР-25-1400-520-1.3	1400			1420		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.

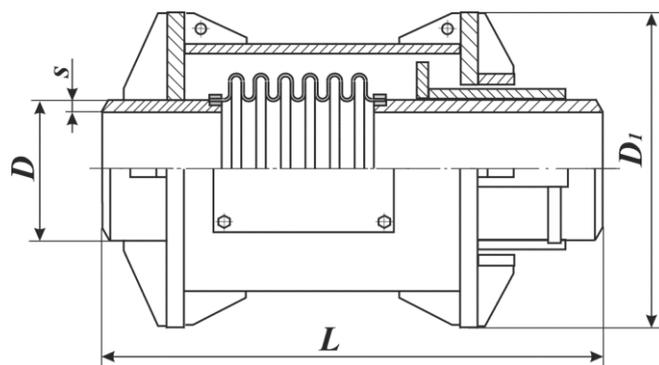
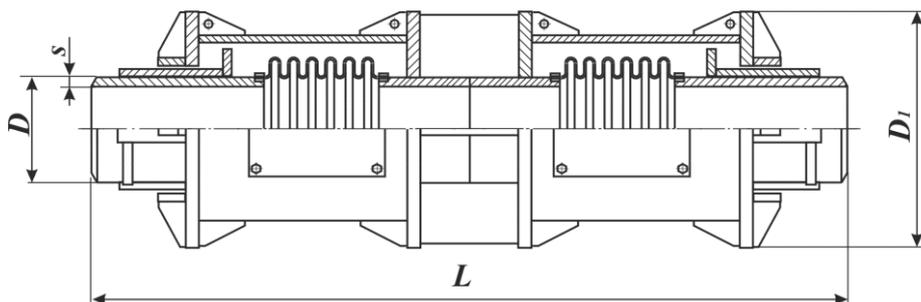


Таблица Д.8

Условное обозначение	PN, МПа (кгс/см ²)	DN, мм	Ход 2λ ₋₁ , мм	Размеры, мм				Масса, кг
				D	s	D ₁	L	
КСО-25-50-70-2.2	2,5 (25)	50	70	57	4,0	235	844	27
КСО-25-65-70-2.2		65		76				27
КСО-25-80-70-2.2		80		89				32
КСО-25-100-80-2.2		100	80	108	320	875	46	
КСО-25-125-90-2.2		125	90	133		897	52	
КСО-25-150-100-2.2		150	100	159	4,5	375	925	71
КСО-25-200-140-2.2		200	140	219	6,0	425	1011	101
КСО-25-250-160-2.2		250	160	273	7,0	477	823	105
КСО-25-300-180-2.2		300	180	325	8,0	526	854	132
КСО-25-350-180-1.2		350		377	9,0			630
КСО-25-400-190-1.2		400	190	426		8,0	820	
КСО-25-500-200-1.3		500	200	530	10,0			1320
КСО-25-600-200-1.3		600		630		1020	962	
КСО-25-700-210-1.3		700	210	720	9,0			1120
КСО-25-800-210-1.3		800		820		10,0	1320	
КСО-25-900-210-1.3		900	920	14,0	1520			1006
КСО-25-1000-220-1.3		1000	220			1020	1700	
КСО-25-1200-220-1.3		1200		1220	14,0	1700		1215
КСО-25-1400-220-1.3		1400	1420	4,0			235	
КСОР-25-50-80-2.2		50	80		57	4,0		260
КСОР-25-65-80-2.2		65	80	76	28			
КСОР-25-80-90-2.2		80	90	89	32			
КСОР-25-100-120-2.2		100	120	108	320	954	47	
КСОР-25-125-130-2.2		125	130	133				5,0
КСОР-25-150-150-2.2		150	150	159	4,5	425	1070	98
КСОР-25-200-160-2.2		200	160	219	6,0	477	866	106
КСОР-25-250-180-2.2		250	180	273	7,0	526	888	131
КСОР-25-300-190-2.2		300	190	325	8,0	630	914	189
КСОР-25-350-190-1.2		350		377	9,0			
КСОР-25-400-200-1.2		400	200	426		8,0	820	944
КСОР-25-500-210-1.3	500	210	530	10,0	1320			
КСОР-25-600-220-1.3	600	220	630			9,0	1120	1025
КСОР-25-700-220-1.3	700		720	10,0	1320			
КСОР-25-800-240-1.3	800	240	820			14,0	1520	1451
КСОР-25-900-260-1.3	900	260	920	1700	1451			
КСОР-25-1000-260-1.3	1000		1020			14,0	1700	1451
КСОР-25-1200-260-1.3	1200	1220	14,0	1700	1451			
КСОР-25-1400-260-1.3	1400	1420				14,0	1700	1451

Двухсильфонные компенсаторы типа КСО (КСОР)



Продолжение таблицы Д.8

Условное обозначение	PN, МПа (кгс/см ²)	DN, мм	Ход 2λ ₁ , мм	Размеры, мм				Масса, кг
				D	s	D ₁	L	
2КСО-25-50-140-2.2	2,5 (25)	50	140	57	4,0	235	1688	60
2КСО-25-65-140-2.2		65		76				60
2КСО-25-80-140-2.2		80		89				71
2КСО-25-100-160-2.2		100	160	108	5,0	320	1750	100
2КСО-25-125-180-2.2		125	180	133				113
2КСО-25-150-200-2.2		150	200	159	4,5	375	1850	153
2КСО-25-200-280-2.2		200	280	219	6,0	425	2022	215
2КСО-25-250-320-2.2		250	320	273	7,0	477	1646	225
2КСО-25-300-360-2.2		300	360	325	8,0	526	1708	279
2КСО-25-350-360-1.2		350		377	9,0	630	1760	385
2КСО-25-400-380-1.2		400	426	1820			428	
2КСО-25-500-400-1.3		500	400	530	8,0	820	1868	607
2КСО-25-600-400-1.3		600		630		920	1910	732
2КСО-25-700-420-1.3		700	420	720	9,0	1020	1924	854
2КСО-25-800-420-1.3		800		820		1120	1990	1115
2КСО-25-900-420-1.3		900	440	920	10,0	1320	1942	1426
2КСО-25-1000-440-1.3		1000		1020				2012
2КСО-25-1200-440-1.3		1200	440	1220	14,0	1520	2430	
2КСО-25-1400-440-1.3		1400		1420				1700
2КСОР-25-50-160-2.2		2,5 (25)	50	160	57	4,0	235	1774
2КСОР-25-65-160-2.2	65		76		60			
2КСОР-25-80-180-2.2	80		89		71			
2КСОР-25-100-240-2.2	100		240	108	5,0	320	1908	103
2КСОР-25-125-260-2.2	125		260	133				113
2КСОР-25-150-300-2.2	150		300	159	4,5	375	1982	156
2КСОР-25-200-320-2.2	200		320	219	6,0	425	2140	210
2КСОР-25-250-360-2.2	250		360	273	7,0	477	1732	227
2КСОР-25-300-360-2.2	300		380	325	8,0	526	1776	277
2КСОР-25-350-380-1.2	350			377	9,0	630	1828	399
2КСОР-25-400-400-1.2	400		426	1894			439	
2КСОР-25-500-420-1.3	500		420	530	8,0	820	1888	609
2КСОР-25-600-440-1.3	600			630		920	1950	735
2КСОР-25-700-440-1.3	700		440	720	9,0	1020	1944	859
2КСОР-25-800-480-1.3	800			820		1120	2050	1125
2КСОР-25-900-520-1.3	900		520	920	10,0	1320	2042	1449
2КСОР-25-1000-520-1.3	1000			1020				2092
2КСОР-25-1200-520-1.3	1200		520	1220	14,0	1520	2902	
2КСОР-25-1400-520-1.3	1400			1420				1700

Приложение Д.9 – Стартовые сильфонные компенсаторы

Стартовые сильфонные компенсаторы (ССК), изготавливаемые по техническим условиям ИАНШ.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 промышленной 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 термосуживающейся или электросварной полиэтиленовой муфтой длиной, превышающей длину компенсатора с учетом перехлеста на полиэтиленовую оболочку трубопровода.

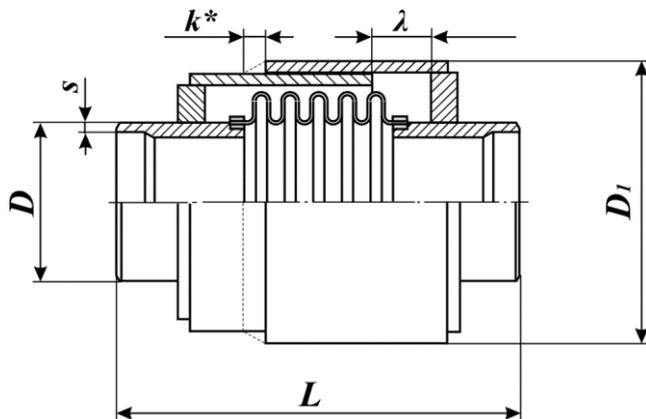


Таблица Д.9

Условное обозначение	PN МПа (кгс/см ²)	DN, мм	Осевой ход, (сжатие), λ_{-1} , мм	Размеры, мм					Масса, кг	
				D	s	D ₁	L	k		
ССК-25-50-80	2,5 (25)	50	80	57	3,5	86	350	8	8	
ССК-25-65-80		65		76	4,0	104			10	
ССК-25-80-80		80		89	132	13				
ССК-25-100-80		100	110	108	5,0	147	400	11	15	
ССК-25-125-110		125		133	170	20				
ССК-25-150-110		150	140	159	6,0	202	550	12	32	
ССК-25-200-140		200		219	7,0	265			14	54
ССК-25-250-140		250		273	345	16			77	
ССК-25-300-140		300	170	325	8,0	404	650	17	90	
ССК-25-350-140		350		377		480			120	
ССК-25-400-140		400		426		500			135	
ССК-25-500-170		500	170	530	9	627	650	18	215	
ССК-25-600-170		600		630		735			266	
ССК-25-700-170		700		720		830			330	
ССК-25-800-170		800	170	820	10	930	650	20	409	
ССК-25-900-170		900		920		1040			472	
ССК-25-1000-170		1000		1020		1135			572	
ССК-25-1200-170		1200	170	1220	11	1350	650	22	680	
ССК-25-1400-170		1400		1420		1550			780	

ПРИЛОЖЕНИЕ Е»

(справочное)

Основные размеры сифонных компенсационных устройств
по техническим условиям ИАНШ.300260.033ТУ

Схема условных обозначений сифонных компенсационных устройств

X SKU.XXXXXXXX-XX-XXXX×XX/XXXX-XXX-XXX-MXXКоличество сифонов
в SKU:

- не указывается для
односифонных SKU
- указывается «2» для
двухсифонных SKU

Сифонное компенсационное
устройствоТип SKU:

М,	ППУ/ОЦ,
МП,	ППУ/ПЭ. I,
ППМ,	ППУ/ПЭ. II,
ППУ	ТГИ. II

Номинальное давление, РН, $\frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$ Наружный диаметр присоединительных
патрубков SKU, ммМатериальное исполнение

- сифонов (табл. 4),
- присоединительных
патрубков (табл. 5)

Наличие сигнальных
проводников системы ОДК:

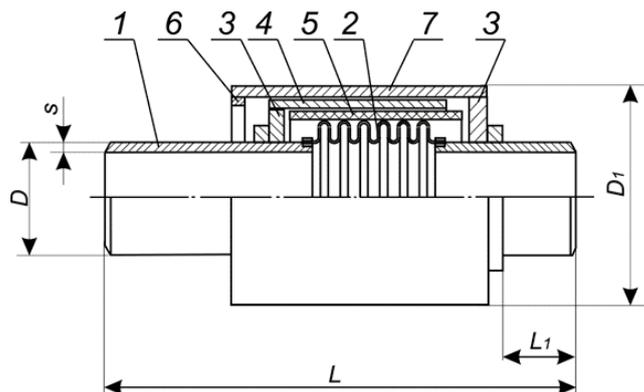
- указывается «ОДК»;
- не указывается при их
отсутствии

Полный рабочий ход, $2\lambda_{-1}$, ммДиаметр ПЭ, ОЦ оболочки
или гильзы SKU, мм

(не указывается для SKU типа М и МП)

Толщина присоединительных патрубков SKU, мм

Приложение Е.1 – Сильфонное компенсационное устройство. Тип М

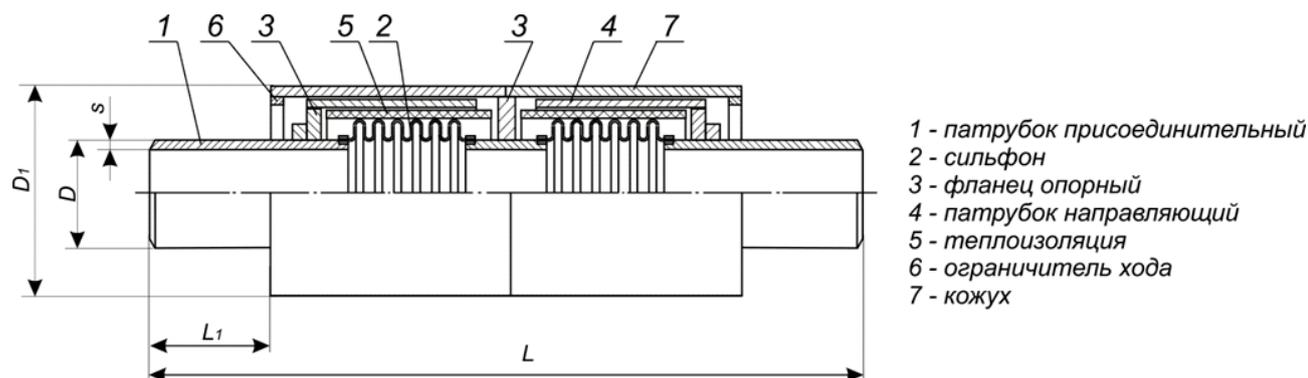


- 1 - патрубок присоединительный
 2 - сильфон
 3 - фланец опорный
 4 - патрубок направляющий
 5 - теплоизоляция
 6 - ограничитель хода
 7 - кожух

Таблица Е.1

Условное обозначение	PN, МПа	DN, мм	Осевой ход $2\lambda_{-1}$, мм	Размеры в миллиметрах					Масса, кг
				D	D ₁	s	L	L ₁	
СКУ.М-16-57x4,0-40-M01	1,6	50	40	57	180	4,0	741	200	23
СКУ.М-16-57x4,0-80-M01			80				203		799
СКУ.М-16-76x4,0-80-M01		65	76	8,0	818		36		
СКУ.М-16-89x4,0-90-M01		80	219		847		34		
СКУ.М-16-108x4,0-120-M01		100	219		847		37		
СКУ.М-16-133x5,0-130-M01		125	133	245	5,0	852	50		
СКУ.М-16-159x6,0-150-M01		150	159	299		6,0	865		73
СКУ.М-16-219x6,0-160-M01		200	160	219	359		936		98
СКУ.М-16-273x8,0-180-M01		250	180	273	409	8,0	973		140
СКУ.М-16-325x8,0-190-M01		300	190	325	462		991		172
СКУ.М-16-377x9,0-190-M01		350		377	512	9,0	1017*		212
СКУ.М-16-426x9,0-200-M01		400	200	426	564		1049*		257
СКУ.М-16-530x8,0-210-M02		500	210	530	700	8,0	1040*		332
СКУ.М-16-630x8,0-220-M02		600	220	630	800		1066*		416
СКУ.М-16-720x8,0-220-M02		700		720	910	9,0	1162		557
СКУ.М-16-820x9,0-240-M02		800	240	820	1010		1142		639
СКУ.М-16-920x10,0-260-M02		900	260	920	1156	10,0	1164		852
СКУ.М-16-1020x12,0-260-M02		1000		1020	1256	12,0	1160		978
СКУ.М-16-1220x12,0-260-M02		1200		1220	1456		1160		1155
СКУ.М-16-1420x12,0-260-M02		1400		1420	1656	1125	1322		
СКУ.М-25-57x4,0-40-M01	2,5	50	40	57	180	4,0	741	200	23
СКУ.М-25-57x4,0-80-M01			80				203		799
СКУ.М-25-76x4,0-80-M01		65	76	8,0	818		36		
СКУ.М-25-89x4,0-90-M01		80	219		847		34		
СКУ.М-25-108x4,0-120-M01		100	219		847		37		
СКУ.М-25-133x5,0-130-M01		125	133	245	5,0	852	50		
СКУ.М-25-159x6,0-150-M01		150	159	299		6,0	865		73
СКУ.М-25-219x6,0-160-M01		200	160	219	359		936		98
СКУ.М-25-273x8,0-180-M01		250	180	273	409	8,0	973		140
СКУ.М-25-325x8,0-190-M01		300	190	325	462		991		172
СКУ.М-25-377x9,0-190-M01		350		377	512	9,0	1017*		212
СКУ.М-25-426x9,0-200-M01		400	200	426	564		1049*		257
СКУ.М-25-530x8,0-210-M02		500	210	530	700	8,0	1040*		332
СКУ.М-25-630x8,0-220-M02		600	220	630	800		1066*		416
СКУ.М-25-720x8,0-220-M02		700		720	910	9,0	1162		557
СКУ.М-25-820x9,0-240-M02		800	240	820	1010		1142		639
СКУ.М-25-920x10,0-260-M02		900	260	920	1156	10,0	1164		852
СКУ.М-25-1020x12,0-260-M02		1000		1020	1256	12,0	1160		978
СКУ.М-25-1220x12,0-260-M02		1200		1220	1456		1160		1155
СКУ.М-25-1420x12,0-260-M02		1400		1420	1656	1125	1322		

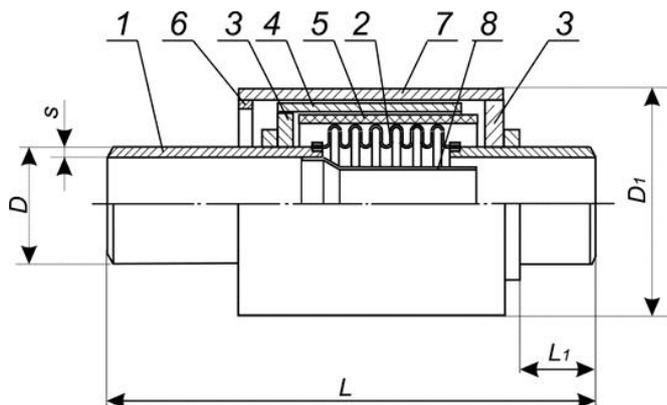
Двухсильфонное компенсационное устройство. Тип М



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-16-57x4,0-80-M01	1,6	50	80	57	180	4,0	1062	200	40	
2СКУ.М-16-57x4,0-160-M01									64	
2СКУ.М-16-76x4,0-160-M01		65	160	76	203				1178	64
2СКУ.М-16-89x4,0-180-M01										59
2СКУ.М-16-108x4,0-240-M01		100	240	108	219	1274	64			
2СКУ.М-16-133x5,0-260-M01							87			
2СКУ.М-16-159x6,0-300-M01		150	300	159	299	1310	127			
2СКУ.М-16-219x6,0-320-M01							165			
2СКУ.М-16-273x8,0-360-M01		250	360	273	409	1516	236			
2СКУ.М-16-325x8,0-380-M01							292			
2СКУ.М-16-377x9,0-380-M01		350	380	377	512	1604*	362			
2СКУ.М-16-426x9,0-400-M01							445			
2СКУ.М-16-530x8,0-420-M02		500	420	530	700	1650*	570			
2СКУ.М-16-630x8,0-440-M02							710			
2СКУ.М-16-720x8,0-440-M02		700	440	720	910	1894	970			
2СКУ.М-16-820x9,0-480-M02							1105			
2СКУ.М-16-920x10,0-520-M02		900	520	920	1156	1898	1485			
2СКУ.М-16-1020x12,0-520-M02							1693			
2СКУ.М-16-1220x12,0-520-M02		1200	520	1220	1456	1890	1997			
2СКУ.М-16-1420x12,0-520-M02							2280			
2СКУ.М-25-57x4,0-80-M01	2,5	50	80	57	180	4,0	1062	200	40	
2СКУ.М-25-57x4,0-160-M01									64	
2СКУ.М-25-76x4,0-160-M01		65	160	76	203				1178	64
2СКУ.М-25-89x4,0-180-M01										59
2СКУ.М-25-108x4,0-240-M01		100	240	108	219	1274	64			
2СКУ.М-25-133x5,0-260-M01							87			
2СКУ.М-25-159x6,0-300-M01		150	300	159	299	1310	127			
2СКУ.М-25-219x6,0-320-M01							165			
2СКУ.М-25-273x8,0-360-M01		250	360	273	409	1516	236			
2СКУ.М-25-325x8,0-380-M01							292			
2СКУ.М-25-377x9,0-380-M01		350	380	377	512	1604*	362			
2СКУ.М-25-426x9,0-400-M01							445			
2СКУ.М-25-530x8,0-420-M02		500	420	530	700	1650*	570			
2СКУ.М-25-630x8,0-440-M02							710			
2СКУ.М-25-720x8,0-440-M02		700	440	720	910	1894	970			
2СКУ.М-25-820x9,0-480-M02							1105			
2СКУ.М-25-920x10,0-520-M02		900	520	920	1156	1898	1485			
2СКУ.М-25-1020x12,0-520-M02							1693			
2СКУ.М-25-1220x12,0-520-M02		1200	520	1220	1456	1890	1997			
2СКУ.М-25-1420x12,0-520-M02							2280			

Приложение Е.2 – Сильфонное компенсационное устройство. Тип МП

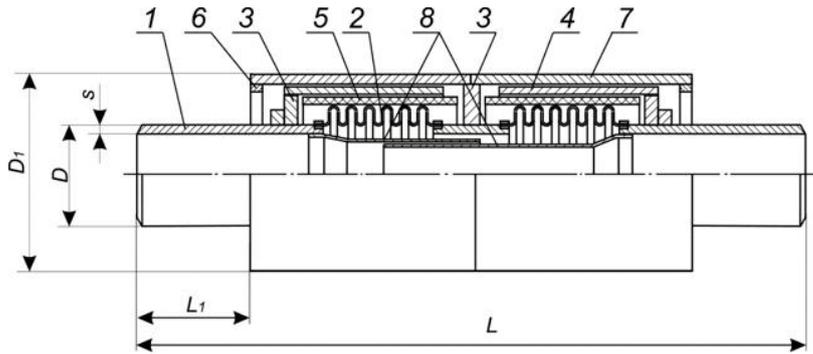


- 1 - патрубок присоединительный
 2 - сильфон
 3 - фланец опорный
 4 - патрубок направляющий
 5 - теплоизоляция
 6 - ограничитель хода
 7 - кожух
 8 - патрубок внутренний направляющий

Таблица Е.2

Условное обозначение	PN, МПа	DN, мм	Осевой ход 2λ , мм	Размеры в миллиметрах					Масса, кг		
				D	D ₁	s	L	L ₁			
СКУ.МП-16-108x4,0-120-M01	1,6	100	120	108	219	4,0	847	200	39		
СКУ.МП-16-133x5,0-130-M01		125	130	133	245				6,0	936	52
СКУ.МП-16-159x6,0-150-M01		150	150	159	299	8,0	973				77
СКУ.МП-16-219x6,0-160-M01		200	160	219	359						9,0
СКУ.МП-16-273x8,0-180-M01		250	180	273	409	1017*	1162		147		
СКУ.МП-16-325x8,0-190-M01		300	190	325	462				1040*	1125	181
СКУ.МП-16-377x9,0-190-M01		350		377	512	1066*	1125				224
СКУ.МП-16-426x9,0-200-M01		400	200	426	564				1160	1125	271
СКУ.МП-16-530x8,0-210-M02		500	210	530	700	1160	1125				359
СКУ.МП-16-630x8,0-220-M02		600	220	630	800				1160	1125	449
СКУ.МП-16-720x8,0-220-M02		700		720	910	1160	1125				600
СКУ.МП-16-820x9,0-240-M02		800	240	820	1010				1160	1125	686
СКУ.МП-16-920x10,0-260-M02		900	260	920	1156	1160	1125				909
СКУ.МП-16-1020x12,0-260-M02		1000		1020	1256				1160	1125	1040
СКУ.МП-16-1220x12,0-260-M02		1200	1220	1456	1160	1125	1254				
СКУ.МП-16-1420x12,0-260-M02		1400	1420	1656			1125		1433		
СКУ.МП-25-108x4,0-120-M01	2,5	100	120	108	219	4,0	847	200	39		
СКУ.МП-25-133x5,0-130-M01		125	130	133	245				6,0	936	52
СКУ.МП-25-159x6,0-150-M01		150	150	159	299	8,0	973				77
СКУ.МП-25-219x6,0-160-M01		200	160	219	359						9,0
СКУ.МП-25-273x8,0-180-M01		250	180	273	409	1017*	1162		147		
СКУ.МП-25-325x8,0-190-M01		300	190	325	462				1040*	1125	181
СКУ.МП-25-377x9,0-190-M01		350		377	512	1066*	1125				224
СКУ.МП-25-426x9,0-200-M01		400	200	426	564				1160	1125	271
СКУ.МП-25-530x8,0-210-M02		500	210	530	700	1160	1125				359
СКУ.МП-25-630x8,0-220-M02		600	220	630	800				1160	1125	449
СКУ.МП-25-720x8,0-220-M02		700		720	910	1160	1125				600
СКУ.МП-25-820x9,0-240-M02		800	240	820	1010				1160	1125	686
СКУ.МП-25-920x10,0-260-M02		900	260	920	1156	1160	1125				909
СКУ.МП-25-1020x12,0-260-M02		1000		1020	1256				1160	1125	1040
СКУ.МП-25-1220x12,0-260-M02		1200	1220	1456	1160	1125	1254				
СКУ.МП-25-1420x12,0-260-M02		1400	1420	1656			1125		1433		

Двухсильфонное компенсационное устройство. Тип МП

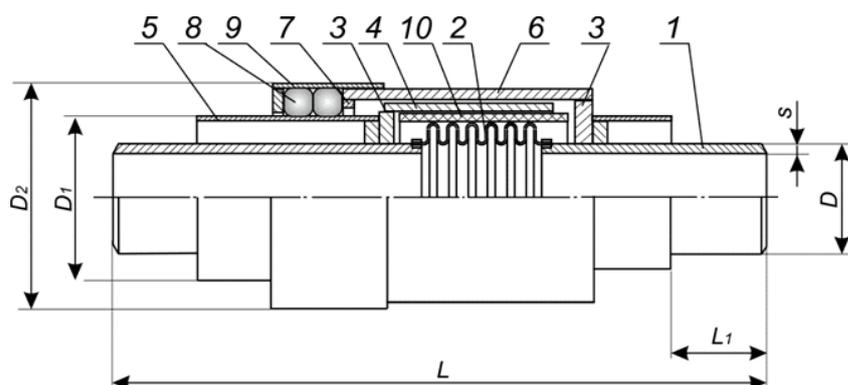


- 1 - патрубок присоединительный
- 2 - сильфон
- 3 - фланец опорный
- 4 - патрубок направляющий
- 5 - теплоизоляция
- 6 - ограничитель хода
- 7 - кожух
- 8 - патрубок внутренний направляющий

Продолжение таблицы Е.2

Условное обозначение	PN, МПа	DN, мм	Осевой ход $2\lambda_{-I}$, мм	Размеры в миллиметрах					Масса, кг
				D	D ₁	s	L	L ₁	
2СКУ.МП-16-219x6,0-320-M01	1,6	200	320	219	359	6,0	1442	200	178
2СКУ.МП-16-273x8,0-360-M01		250	360	273	409	8,0	1516		254
2СКУ.МП-16-325x8,0-380-M01		300	380	325	462		1552		314
2СКУ.МП-16-377x9,0-380-M01		350		377	512	9,0	1604*		389
2СКУ.МП-16-426x9,0-400-M01		400	426	564	1668*		477		
2СКУ.МП-16-530x8,0-420-M02		500	420	530	700	8,0	1650*		628
2СКУ.МП-16-630x8,0-440-M02		600	440	630	800		1702*		783
2СКУ.МП-16-720x8,0-440-M02		700		720	910	1894	1064		
2СКУ.МП-16-820x9,0-480-M02		800	480	820	1010	9,0	1854		1212
2СКУ.МП-16-920x10,0-520-M02		900	520	920	1156	10,0	1898		1611
2СКУ.МП-16-1020x12,0-520-M02		1000		1020	1256		1890		1825
2СКУ.МП-16-1220x12,0-520-M02		1200		1220	1456	12,0	1890		2209
2СКУ.МП-16-1420x12,0-520-M02		1400		1420	1656		1820		2518
2СКУ.МП-25-219x6,0-320-M01		2,5	200	320	219	359	6,0		1442
2СКУ.МП-25-273x8,0-360-M01	250		360	273	409	8,0	1516	254	
2СКУ.МП-25-325x8,0-380-M01	300		380	325	462		1552	314	
2СКУ.МП-25-377x9,0-380-M01	350			377	512	9,0	1604*	389	
2СКУ.МП-25-426x9,0-400-M01	400		426	564	1668*		477		
2СКУ.МП-25-530x8,0-420-M02	500		420	530	700	8,0	1650*	628	
2СКУ.МП-25-630x8,0-440-M02	600		440	630	800		1702*	783	
2СКУ.МП-25-720x8,0-440-M02	700			720	910	1894	1064		
2СКУ.МП-25-820x9,0-480-M02	800		480	820	1010	9,0	1854	1212	
2СКУ.МП-25-920x10,0-520-M02	900		520	920	1156	10,0	1898	1611	
2СКУ.МП-25-1020x12,0-520-M02	1000			1020	1256		1890	1825	
2СКУ.МП-25-1220x12,0-520-M02	1200			1220	1456	12,0	1890	2209	
2СКУ.МП-25-1420x12,0-520-M02	1400			1420	1656		1820	2518	

Приложение Е.3 – Сильфонное компенсационное устройство. Тип ППМ

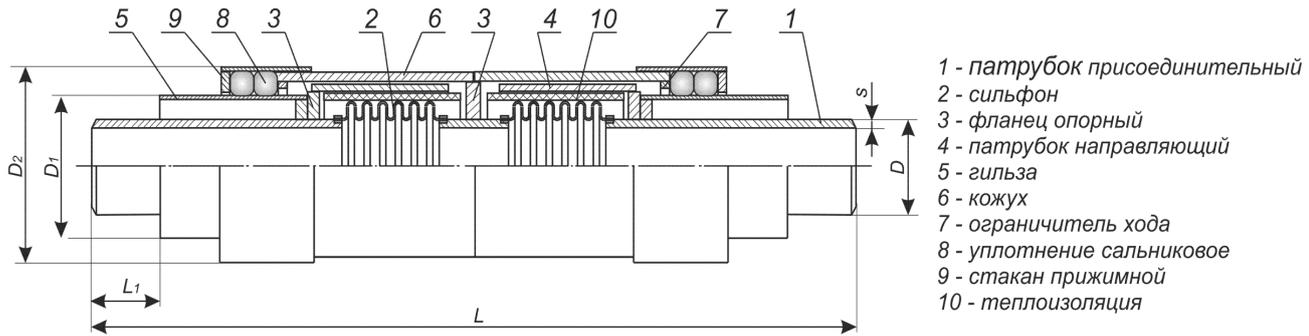


- 1 - патрубок соединительный
 2 - сильфон
 3 - фланец опорный
 4 - патрубок направляющий
 5 - гильза
 6 - кожух
 7 - ограничитель хода
 8 - уплотнение сальниковое
 9 - стакан прижимной
 10 - теплоизоляция

Таблица Е.3

Условное обозначение	PN, МПа	DN, мм	Осевой ход 2Л ₁ , мм	Размеры в миллиметрах						Масса, кг
				D	D ₁	D ₂	s	L	L ₁	
СКУ.ППМ-16-57x4,0/140-40-M01	1,6	50	40	57	140	186	4,0	1069	200	31
СКУ.ППМ-16-57x4,0/140-80-M01						209				46
СКУ.ППМ-16-76x4,0/160-80-M01		65	80	76	160	209	1147	46		
СКУ.ППМ-16-89x4,0/180-90-M01		80	90	89	180	226	1171	46		
СКУ.ППМ-16-108x4,0/180-120-M01		100	120	108	180	226	1215	51		
СКУ.ППМ-16-133x5,0/205-130-M01		125	130	133	205	251	5,0	1225		67
СКУ.ППМ-16-159x6,0/257-150-M01		150	150	159	257	303	6,0	1248		98
СКУ.ППМ-16-219x6,0/309-160-M01		200	160	219	309	367	6,0	1334		137
СКУ.ППМ-16-273x7,0/359-180-M01		250	180	273	359	417	8,0	1393		194
СКУ.ППМ-16-325x8,0/412-190-M01		300	190	325	412	472		1416		244
СКУ.ППМ-16-377x9,0/462-190-M01		350		190	377	462	522	9,0		1447*
СКУ.ППМ-16-377x9,0/514-190-M03			514			574	345			
СКУ.ППМ-16-426x9,0/514-200-M01		400	200	426	514	574	1479*	355		
СКУ.ППМ-16-530x8,0/650-210-M02		500	210	530	650	710	8,0	1475*		470
СКУ.ППМ-16-530x8,0/670-210-M02					670	730		486		
СКУ.ППМ-16-630x8,0/750-220-M02		600	220	630	750	810	8,0	1506*		568
СКУ.ППМ-16-720x8,0/860-220-M02					720	860		920		1602
СКУ.ППМ-16-820x9,0/960-240-M02		800	240	820	960	1020	9,0	1592		861
СКУ.ППМ-16-820x9,0/996-240-M02					996	1056		924		
СКУ.ППМ-16-920x10,0/1096-260-M02		900	260	920	1096	1166	10,0	1639		1158
СКУ.ППМ-16-1020x12,0/1196-260-M02	1020				1196	1266		12,0	1635	1340
СКУ.ППМ-25-57x4,0/140-40-M01	2,5	50	40	57	140	186	4,0	1069	200	31
СКУ.ППМ-25-57x4,0/140-80-M01						209				46
СКУ.ППМ-25-76x4,0/160-80-M01		65	80	76	160	209	1147	46		
СКУ.ППМ-25-89x4,0/180-90-M02		80	90	89	180	226	1171	46		
СКУ.ППМ-25-108x4,0/180-120-M01		100	120	108	180	226	1215	51		
СКУ.ППМ-25-133x5,0/205-130-M01		125	130	133	205	251	5,0	1225		67
СКУ.ППМ-25-159x6,0/257-150-M01		150	150	159	257	303	6,0	1248		98
СКУ.ППМ-25-219x6,0/309-160-M01		200	160	219	309	367	6,0	1334		137
СКУ.ППМ-25-273x7,0/359-180-M01		250	180	273	359	417	8,0	1393		194
СКУ.ППМ-25-325x8,0/412-190-M01		300	190	325	412	472		1416		244
СКУ.ППМ-25-377x9,0/462-190-M01		350		190	377	462	522	9,0		1447*
СКУ.ППМ-25-377x9,0/514-190-M03			514			574	345			
СКУ.ППМ-25-426x9,0/514-200-M01		400	200	426	514	574	1479*	355		
СКУ.ППМ-25-530x8,0/650-210-M02		500	210	530	650	710	8,0	1475*		470
СКУ.ППМ-25-530x8,0/670-210-M02					670	730		486		
СКУ.ППМ-25-630x8,0/750-220-M02		600	220	630	750	810	8,0	1506*		568
СКУ.ППМ-25-720x8,0/860-220-M02					720	860		920		1602
СКУ.ППМ-25-820x9,0/960-240-M02		800	240	820	960	1020	9,0	1592		861
СКУ.ППМ-25-820x9,0/996-240-M02					996	1056		924		
СКУ.ППМ-25-920x10,0/1096-260-M02		900	260	920	1096	1166	10,0	1639		1158
СКУ.ППМ-25-1020x12,0/1196-260-M02	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-16-57x4,0/140-80-M01	1,6	50	80	57	140	186	4,0	1458	200	51									
2СКУ.ППМ-16-57x4,0/140-160-M01			160								76	160	209	1614					
2СКУ.ППМ-16-76x4,0/160-160-M01															80	89	180	226	1662
2СКУ.ППМ-16-89x4,0/180-180-M01																			
2СКУ.ППМ-16-108x4,0/180-240-M01		125	133	205	251	1770	111												
2СКУ.ППМ-16-133x5,0/205-260-M01								150			300	159	257	303	6,0	1816	162		
2СКУ.ППМ-16-159x6,0/257-300-M01		200	320	219	309	367	8,0											2096	318
2СКУ.ППМ-16-219x6,0/309-320-M01								250			360	273	359	417	9,0	2204*	493		
2СКУ.ППМ-16-273x7,0/359-360-M01		300	380	377	462	522	9,0											2268*	593
2СКУ.ППМ-16-325x8,0/412-380-M01								350			400	426	514	574	8,0	2260*	770		
2СКУ.ППМ-16-377x9,0/462-380-M01		400	420	530	650	710	8,0											2322*	536
2СКУ.ППМ-16-377x9,0/514-380-M03								500			440	720	860	920	9,0	2494	1429		
2СКУ.ППМ-16-426x9,0/514-400-M01		600	480	820	960	1020	10,0											2588	1930
2СКУ.ППМ-16-530x8,0/650-420-M02								700			520	920	1096	1166	12,0	2580	2218		
2СКУ.ППМ-16-530x8,0/670-420-M02		800	80	57	140	186	4,0											1458	51
2СКУ.ППМ-16-630x8,0/750-440-M02								800			160	76	160	209	4,0	1614	79		
2СКУ.ППМ-16-720x8,0/860-440-M02		800	180	89	180	226	4,0											1662	76
2СКУ.ППМ-16-820x9,0/960-480-M02								800			240	108	180	226	4,0	1750	84		
2СКУ.ППМ-16-820x9,0/996-480-M02		125	260	133	205	251	5,0											1770	111
2СКУ.ППМ-16-920x10,0/1096-520-M02								150			300	159	257	303	6,0	1816	162		
2СКУ.ППМ-16-1020x12,0/1196-520-M02	200	320	219	309	367	6,0	1978		221										
2СКУ.ППМ-25-57x4,0/140-80-M01								250		360	273	359	417	8,0	2096	318			
2СКУ.ППМ-25-57x4,0/140-160-M01	300	380	377	462	522	8,0	2142		402										
2СКУ.ППМ-25-76x4,0/160-160-M01								350		400	426	514	574	9,0	2204*	493			
2СКУ.ППМ-25-89x4,0/180-180-M01	400	420	426	514	574	9,0	2268*		593										
2СКУ.ППМ-25-108x4,0/180-240-M01								500		440	530	650	710	8,0	2260*	770			
2СКУ.ППМ-25-133x5,0/205-260-M01	600	480	820	960	1020	9,0	2494		1429										
2СКУ.ППМ-25-159x6,0/257-300-M01								700		520	920	1096	1166	10,0	2588	1930			
2СКУ.ППМ-25-219x6,0/309-320-M01	800	520	1020	1196	1266	12,0	2580		2218										
2СКУ.ППМ-25-273x7,0/359-360-M01								800		80	57	140	186	4,0	1458	51			
2СКУ.ППМ-25-325x8,0/412-380-M01	800	160	76	160	209	4,0	1614		79										
2СКУ.ППМ-25-377x9,0/462-380-M01								800		180	89	180	226	4,0	1662	76			
2СКУ.ППМ-25-377x9,0/514-380-M03	800	240	108	180	226	4,0	1750		84										
2СКУ.ППМ-25-426x9,0/514-400-M01								125		260	133	205	251	5,0	1770	111			
2СКУ.ППМ-25-530x8,0/650-420-M02	150	300	159	257	303	6,0	1816		162										
2СКУ.ППМ-25-530x8,0/670-420-M02								200		320	219	309	367	6,0	1978	221			
2СКУ.ППМ-25-630x8,0/750-440-M02	250	360	273	359	417	8,0	2096		318										
2СКУ.ППМ-25-720x8,0/860-440-M02								300		380	377	462	522	8,0	2142	402			
2СКУ.ППМ-25-820x9,0/960-480-M02	350	400	426	514	574	9,0	2204*		493										
2СКУ.ППМ-25-820x9,0/996-480-M02								400		420	426	514	574	9,0	2268*	593			
2СКУ.ППМ-25-920x10,0/1096-520-M02	500	440	530	650	710	8,0	2260*		770										
2СКУ.ППМ-25-1020x12,0/1196-520-M02								600		480	820	960	1020	9,0	2494	1429			
	700	520	920	1096	1166	10,0	2588		1930										
								800		520	1020	1196	1266	12,0	2580	2218			

Приложение Е.4 – Сильфонное компенсационное устройство. Тип ППУ

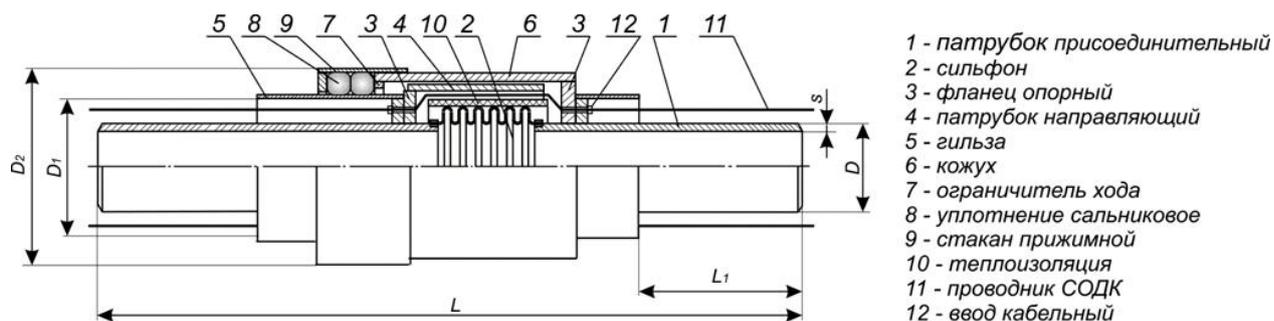


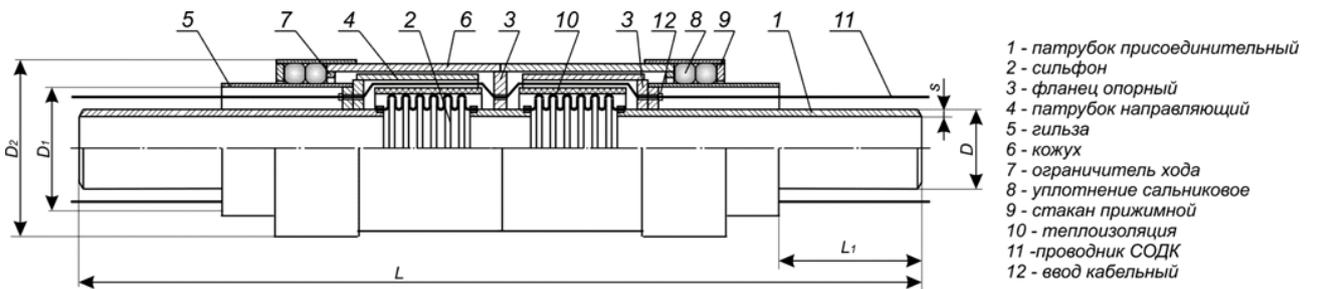
Таблица Е.4

Условное обозначение	PN, МПа	DN, мм	Осевой ход $2\lambda_n$, мм	Размеры в миллиметрах						Масса, кг		
				D	D ₁	D ₂	s	L	L ₁			
СКУ.ППУ-16-57x4,0/127-40-ОДК-М01	1,6	50	40	57	127	188	4,0	1564	150	31		
СКУ.ППУ-16-57x4,0/142-40-ОДК-М03					142							
СКУ.ППУ-16-57x4,0/127-40-ОДК-М01					127							
СКУ.ППУ-16-57x4,0/142-40-ОДК-М03			142	80	76						142	1628
СКУ.ППУ-16-76x4,0/142-80-ОДК-М01			162									
СКУ.ППУ-16-76x4,0/162-80-ОДК-М03			162	80	89						162	211
СКУ.ППУ-16-89x4,0/162-90-ОДК-М01		182	65	90	89	227						
СКУ.ППУ-16-89x4,0/182-90-ОДК-М03		202					253	100			120	108
СКУ.ППУ-16-108x4,0/182-120-ОДК-М01		228	281	125	130	133	1710					
СКУ.ППУ-16-108x4,0/202-120-ОДК-М03		253	307					150			150	159
СКУ.ППУ-16-133x5,0/228-130-ОДК-М01		283	333	125	130	133	1710					
СКУ.ППУ-16-133x5,0/253-130-ОДК-М03		318	387					150			150	159
СКУ.ППУ-16-159x6,0/253-150-ОДК-М01		358	419	150	150	159	1733					
СКУ.ППУ-16-159x6,0/283-150-ОДК-М03		404	464					200			160	219
СКУ.ППУ-16-219x8,0/318-160-ОДК-М01		454	518	200	160	219	1820					
СКУ.ППУ-16-219x8,0/358-160-ОДК-М03		505	570					250			180	273
СКУ.ППУ-16-273x8,0/404-180-ОДК-М01		555	630	250	180	273	1987					
СКУ.ППУ-16-273x8,0/454-180-ОДК-М03		605	670					250			180	273
СКУ.ППУ-16-325x8,0/454-190-ОДК-М01		635	700	300	190	325	2010					
СКУ.ППУ-16-325x8,0/504-190-ОДК-М03		680	752					300			190	325
СКУ.ППУ-16-377x9,0/505-190-ОДК-М01		715	787	300	190	325	2010					
СКУ.ППУ-16-377x9,0/565-190-ОДК-М03		781	854					350			190	377
СКУ.ППУ-16-426x9,0/565-200-ОДК-М01		806	878	350	190	377	2078					
СКУ.ППУ-16-426x9,0/605-200-ОДК-М03		881	957					400			200	426
СКУ.ППУ-16-426x9,0/635-200-ОДК-М03		906	982	400	200	426	2192					
СКУ.ППУ-16-530x8,0/680-210-ОДК-М02		982	1058					500			210	530
СКУ.ППУ-16-530x8,0/715-210-ОДК-М02		1008	1084	500	210	530	2197					
СКУ.ППУ-16-630x8,0/781-220-ОДК-М02		1110	1186					600			220	630
СКУ.ППУ-16-630x8,0/806-220-ОДК-М02		1084	1160	600	220	630	2214					
СКУ.ППУ-16-720x8,0/881-220-ОДК-М02		1110	1186					700			220	720
СКУ.ППУ-16-720x8,0/906-220-ОДК-М02	1212	1288	700	220	720	2208						
СКУ.ППУ-16-820x9,0/982-240-ОДК-М02	1084	1160					800	240	820	2198		
СКУ.ППУ-16-820x9,0/1008-240-ОДК-М02	1110	1186	800	240	820	2198						
СКУ.ППУ-16-820x9,0/1110-240-ОДК-М02	1110	1186					900	260	920	2228		
СКУ.ППУ-16-920x10,0/1084-260-ОДК-М02	1212	1288	900	260	920	2228						
СКУ.ППУ-16-920x10,0/1110-260-ОДК-М02	1187	1270					900	260	920	2228		
СКУ.ППУ-16-920x10,0/1212-260-ОДК-М02	1212	1294	900	260	920	2228						
СКУ.ППУ-16-1020x12,0/1187-260-ОДК-М02	1387	1472					1000	260	1020	2245		
СКУ.ППУ-16-1020x12,0/1212-260-ОДК-М02	1412	1496	1000	260	1020	2245						
СКУ.ППУ-16-1220x12,0/1387-260-ОДК-М02	1437	1522					1200	260	1220	2245		
СКУ.ППУ-16-1220x12,0/1412-260-ОДК-М02			1200	260	1220	2245						
СКУ.ППУ-16-1220x12,0/1437-260-ОДК-М02							1200	260	1220	2245		

Продолжение таблицы 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-25-57x4,0/127-40-ОДК-М01	2,5	50	40	57	127	188	4,0	1564	150	31							
СКУ.ППУ-25-57x4,0/142-40-ОДК-М03					142					32							
СКУ.ППУ-25-57x4,0/127-80-ОДК-М01					127					36							
СКУ.ППУ-25-57x4,0/142-80-ОДК-М03			142	36													
СКУ.ППУ-25-76x4,0/142-80-ОДК-М01					76			1628									
СКУ.ППУ-25-76x4,0/162-80-ОДК-М03										36							
СКУ.ППУ-25-89x4,0/162-90-ОДК-М01		65	47														
СКУ.ППУ-25-89x4,0/182-90-ОДК-М03		80	90	89	162	211	1652	49									
СКУ.ППУ-25-108x4,0/182-120-ОДК-М01					100	120		108		182	227	1696	50				
СКУ.ППУ-25-108x4,0/202-120-ОДК-М03										202	253		47				
СКУ.ППУ-25-133x5,0/228-130-ОДК-М01		125	130	133			228			281	1710		59				
СКУ.ППУ-25-133x5,0/253-130-ОДК-М03					253	307	5,0	70									
СКУ.ППУ-25-159x6,0/253-150-ОДК-М01										150		150	159	283	333	6,0	1733
СКУ.ППУ-25-159x6,0/283-150-ОДК-М03		200	160	219							318						
СКУ.ППУ-25-219x8,0/318-160-ОДК-М01					250	180	273	404									
СКУ.ППУ-25-219x8,0/358-160-ОДК-М03										300		190	325	454	518	2078	2192
СКУ.ППУ-25-273x8,0/404-180-ОДК-М01		350	190	377							505						
СКУ.ППУ-25-273x8,0/454-180-ОДК-М03					400	200	426	605									
СКУ.ППУ-25-325x8,0/454-190-ОДК-М01										500		210	530	680	752	9,0	2198
СКУ.ППУ-25-325x8,0/504-190-ОДК-М03		600	220	630							781						
СКУ.ППУ-25-377x9,0/505-190-ОДК-М01					700	220	720	806									
СКУ.ППУ-25-377x9,0/565-190-ОДК-М03										800		240	820	982	1058	9,0	2198
СКУ.ППУ-25-426x9,0/565-200-ОДК-М01		900	260	920							1084						
СКУ.ППУ-25-426x9,0/605-200-ОДК-М03					1000	260	1020	1110									
СКУ.ППУ-25-426x9,0/635-200-ОДК-М03										1200		260	1220	1387	1472	12,0	2245
СКУ.ППУ-25-530x8,0/680-210-ОДК-М02		1412	1496	1437							1522						
СКУ.ППУ-25-530x8,0/715-210-ОДК-М02					900	260	920	1084									
СКУ.ППУ-25-530x8,0/781-220-ОДК-М02										1110		1186	1212	1288	12,0	2245	632
СКУ.ППУ-25-630x8,0/781-220-ОДК-М02		1000	260	1020							1187						1270
СКУ.ППУ-25-630x8,0/806-220-ОДК-М02					1110	1186	1212	1288									
СКУ.ППУ-25-720x8,0/881-220-ОДК-М02	1200								260	1220		1387	1472	12,0	2245	892	
СКУ.ППУ-25-720x8,0/906-220-ОДК-М02		900	260	920							1110					1186	10,0
СКУ.ППУ-25-820x9,0/982-240-ОДК-М02					1000	260	1020	1212									
СКУ.ППУ-25-820x9,0/1008-240-ОДК-М02	1110								1186	1212		1288	12,0	2245	1086		
СКУ.ППУ-25-820x9,0/1110-240-ОДК-М02		1200	260	1220							1387				1472	12,0	2245
СКУ.ППУ-25-920x10,0/1084-260-ОДК-М02					900	260	920	1110									
СКУ.ППУ-25-920x10,0/1110-260-ОДК-М02	1000								260	1020		1212	1288	12,0			
СКУ.ППУ-25-920x10,0/1212-260-ОДК-М02		1200	260	1220							1387				1472	12,0	2245
СКУ.ППУ-25-1020x12,0/1187-260-ОДК-М02					900	260	920	1110									
СКУ.ППУ-25-1020x12,0/1212-260-ОДК-М02	1000								260	1020		1212	1294	12,0			
СКУ.ППУ-25-1220x12,0/1387-260-ОДК-М02		1200	260	1220							1412				1496	12,0	2245
СКУ.ППУ-25-1220x12,0/1412-260-ОДК-М02					900	260	920	1110									
СКУ.ППУ-25-1220x12,0/1437-260-ОДК-М02	1000								260	1020		1212	1288	12,0			

Двухсильфонное компенсационное устройство. Тип ПШУ



- 1 - патрубок присоединительный
- 2 - сиффон
- 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

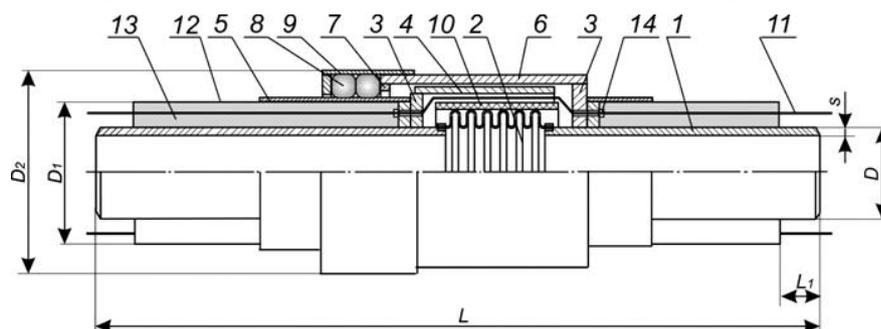
Продолжение таблицы Е.4

Условное обозначение	PN, МПа	DN, мм	Осевой ход 2L _с , мм	Размеры в миллиметрах						Масса, кг
				D	D ₁	D ₂	s	L	L ₁	
2СКУ.ППУ-16-57x4,0/127-80-ОДК-М01	1,6	50	80	57	127	188	4,0	1948	150	53
2СКУ.ППУ-16-57x4,0/142-80-ОДК-М03					142					
2СКУ.ППУ-16-57x4,0/127-160-ОДК-М01					127					
2СКУ.ППУ-16-57x4,0/142-160-ОДК-М03					142					
2СКУ.ППУ-16-76x4,0/142-160-ОДК-М01		65	160	76	142	211	4,0	2076	150	58
2СКУ.ППУ-16-76x4,0/162-160-ОДК-М03										
2СКУ.ППУ-16-76x4,0/162-180-ОДК-М01		80	180	89	182	227	4,0	2124	150	83
2СКУ.ППУ-16-89x4,0/182-180-ОДК-М03										
2СКУ.ППУ-16-89x4,0/162-240-ОДК-М01		100	240	108	202	253	4,0	2212	150	106
2СКУ.ППУ-16-108x4,0/202-240-ОДК-М03										
2СКУ.ППУ-16-133x5,0/228-260-ОДК-М01		125	260	133	228	281	5,0	2240	150	126
2СКУ.ППУ-16-133x5,0/253-260-ОДК-М03										
2СКУ.ППУ-16-159x6,0/253-300-ОДК-М01		150	300	159	283	333	6,0	2286	150	170
2СКУ.ППУ-16-159x6,0/283-300-ОДК-М03										
2СКУ.ППУ-16-219x8,0/318-320-ОДК-М01		200	320	219	318	387	8,0	2450	210	229
2СКУ.ППУ-16-219x8,0/358-320-ОДК-М03										
2СКУ.ППУ-16-273x8,0/404-360-ОДК-М01		250	360	273	404	464	8,0	2664	210	393
2СКУ.ППУ-16-273x8,0/454-360-ОДК-М03										
2СКУ.ППУ-16-325x8,0/454-380-ОДК-М01		300	380	325	505	570	9,0	2846	210	477
2СКУ.ППУ-16-325x8,0/504-380-ОДК-М03										
2СКУ.ППУ-16-377x9,0/505-380-ОДК-М01		350	377	377	565	630	9,0	3074	210	603
2СКУ.ППУ-16-377x9,0/565-380-ОДК-М03										
2СКУ.ППУ-16-426x9,0/565-400-ОДК-М01		400	400	426	605	670	9,0	3074	210	749
2СКУ.ППУ-16-426x9,0/605-400-ОДК-М03										
2СКУ.ППУ-16-426x9,0/635-400-ОДК-М03		500	420	530	635	700	9,0	3084	210	853
2СКУ.ППУ-16-530x8,0/680-420-ОДК-М02										
2СКУ.ППУ-16-530x8,0/715-420-ОДК-М02		600	440	630	715	787	8,0	3118	210	934
2СКУ.ППУ-16-630x8,0/781-440-ОДК-М02										
2СКУ.ППУ-16-630x8,0/806-440-ОДК-М02		700	440	720	806	878	8,0	3106	210	998
2СКУ.ППУ-16-720x8,0/881-440-ОДК-М02										
2СКУ.ППУ-16-720x8,0/906-440-ОДК-М02		800	480	820	906	982	9,0	3086	210	1125
2СКУ.ППУ-16-820x9,0/982-480-ОДК-М02										
2СКУ.ППУ-16-820x9,0/1008-480-ОДК-М02		900	520	920	1008	1084	10,0	3146	210	1174
2СКУ.ППУ-16-820x9,0/1110-480-ОДК-М02										
2СКУ.ППУ-16-920x10,0/1084-520-ОДК-М02		1000	520	1020	1084	1160	12,0	3180	210	1458
2СКУ.ППУ-16-920x10,0/1110-520-ОДК-М02										
2СКУ.ППУ-16-920x10,0/1212-520-ОДК-М02		1200	520	1220	1212	1288	12,0	3180	210	1517
2СКУ.ППУ-16-1020x12,0/1187-520-ОДК-М02										
2СКУ.ППУ-16-1020x12,0/1212-520-ОДК-М02		1200	520	1220	1212	1294	12,0	3180	210	1686
2СКУ.ППУ-16-1220x12,0/1387-520-ОДК-М02										
2СКУ.ППУ-16-1220x12,0/1412-520-ОДК-М02	1200	520	1220	1412	1496	12,0	3180	210	1751	
2СКУ.ППУ-16-1220x12,0/1437-520-ОДК-М02										1437
2СКУ.ППУ-16-1220x12,0/1437-520-ОДК-М02				1437	1522					2020

Продолжение таблицы Е.4

Условное обозначение	PN, МПа	DN, мм	Осевой ход $2\lambda_{\text{в}}, \text{мм}$	Размеры в миллиметрах						Масса, кг
				D	D ₁	D ₂	s	L	L ₁	
2СКУ.ППУ-25-57x4,0/127-80-ОДК-М01	2,5	50	80	57	127	188	4,0	1948	150	53
2СКУ.ППУ-25-57x4,0/142-80-ОДК-М03					142					53
2СКУ.ППУ-25-57x4,0/127-160-ОДК-М01					127					58
2СКУ.ППУ-25-57x4,0/142-160-ОДК-М03					142					58
2СКУ.ППУ-25-76x4,0/142-160-ОДК-М01		65	160	76	142	211	4,0	2076	150	58
2СКУ.ППУ-25-76x4,0/162-160-ОДК-М03					162					79
2СКУ.ППУ-25-89x4,0/162-180-ОДК-М01		80	180	89	162	227	4,0	2124	150	83
2СКУ.ППУ-25-89x4,0/182-180-ОДК-М03					182					80
2СКУ.ППУ-25-108x4,0/182-240-ОДК-М01		100	240	108	182	253	4,0	2212	150	86
2СКУ.ППУ-25-108x4,0/202-240-ОДК-М03					202					106
2СКУ.ППУ-25-133x5,0/228-260-ОДК-М01		125	260	133	228	281	5,0	2240	150	126
2СКУ.ППУ-25-133x5,0/253-260-ОДК-М03					253					156
2СКУ.ППУ-25-159x6,0/253-300-ОДК-М01		150	300	159	253	307	6,0	2286	150	170
2СКУ.ППУ-25-159x6,0/283-300-ОДК-М03					283					175
2СКУ.ППУ-25-219x8,0/318-320-ОДК-М01		200	320	219	318	387	8,0	2450	210	229
2СКУ.ППУ-25-219x8,0/358-320-ОДК-М03					358					268
2СКУ.ППУ-25-273x8,0/404-360-ОДК-М01		250	360	273	404	464	8,0	2664	210	393
2СКУ.ППУ-25-273x8,0/454-360-ОДК-М03					454					463
2СКУ.ППУ-25-325x8,0/454-380-ОДК-М01		300	380	325	454	518	8,0	2710	210	477
2СКУ.ППУ-25-325x8,0/504-380-ОДК-М03					505					541
2СКУ.ППУ-25-377x9,0/505-380-ОДК-М01		350	377	377	505	570	9,0	2846	210	603
2СКУ.ППУ-25-377x9,0/565-380-ОДК-М03					565					684
2СКУ.ППУ-25-426x9,0/565-400-ОДК-М01		400	400	426	565	630	9,0	3074	210	749
2СКУ.ППУ-25-426x9,0/605-400-ОДК-М03					605					807
2СКУ.ППУ-25-426x9,0/635-400-ОДК-М03		500	420	530	635	700	8,0	3084	210	853
2СКУ.ППУ-25-530x8,0/680-420-ОДК-М02					680					934
2СКУ.ППУ-25-530x8,0/715-420-ОДК-М02		600	440	630	715	854	8,0	3118	210	998
2СКУ.ППУ-25-630x8,0/781-440-ОДК-М02					781					1125
2СКУ.ППУ-25-630x8,0/806-440-ОДК-М02					806					1174
2СКУ.ППУ-25-630x8,0/881-440-ОДК-М02					881					1458
2СКУ.ППУ-25-720x8,0/906-440-ОДК-М02		700	720	906	982	982	9,0	3106	210	1517
2СКУ.ППУ-25-820x9,0/982-480-ОДК-М02		800	480	820	982	1084	9,0	3086	210	1686
2СКУ.ППУ-25-820x9,0/1008-480-ОДК-М02					1008					1751
2СКУ.ППУ-25-820x9,0/1110-480-ОДК-М02					1110					2020
2СКУ.ППУ-25-920x10,0/1084-520-ОДК-М02					1084					2020
2СКУ.ППУ-25-920x10,0/1110-520-ОДК-М02		900	520	920	1110	1186	10,0	3146	210	2092
2СКУ.ППУ-25-920x10,0/1212-520-ОДК-М02					1212					2387
2СКУ.ППУ-25-1020x12,0/1187-520-ОДК-М02					1187					2444
2СКУ.ППУ-25-1020x12,0/1212-520-ОДК-М02		1000	520	1020	1212	1294	12,0	3180	210	2489
2СКУ.ППУ-25-1220x12,0/1387-520-ОДК-М02					1387					2859
2СКУ.ППУ-25-1220x12,0/1412-520-ОДК-М02	1200	520	1220	1412	1496	12,0	3180	210	2943	
2СКУ.ППУ-25-1220x12,0/1437-520-ОДК-М02				1437					3028	

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

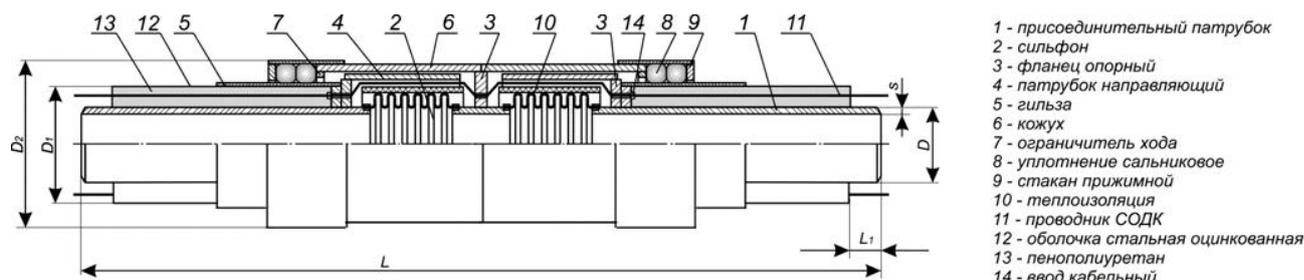
Таблица Е.5

Условное обозначение	PN, МПа	DN, мм	Осевой ход $2\lambda_1$, мм	Размеры в миллиметрах						Масса, кг	
				D	D ₁	D ₂	s	L	L ₁		
СКУ.ППУ/ОЦ-16-57x4,0/140-40-ОДК-М01	1,6	50	40	57	140	188	4,0	1564	150	35	
СКУ.ППУ/ОЦ-16-57x4,0/140-40-ОДК-М01			80							50	
СКУ.ППУ/ОЦ-16-76x4,0/160-80-ОДК-М01		65	76	160	211	50					
СКУ.ППУ/ОЦ-16-89x4,0/180-90-ОДК-М01		80	89	180	227	55					
СКУ.ППУ/ОЦ-16-108x4,0/200-120-ОДК-М01		100	120	108	200	253	5,0	1696	64		
СКУ.ППУ/ОЦ-16-133x5,0/225-130-ОДК-М01		125	130	133	225	281	5,0	1710	76		
СКУ.ППУ/ОЦ-16-159x6,0/250-150-ОДК-М01		150	150	159	250	307	6,0	1733	98		
СКУ.ППУ/ОЦ-16-219x8,0/315-160-ОДК-М01		200	160	219	315	387	8,0	1820	210	163	
СКУ.ППУ/ОЦ-16-273x8,0/400-180-ОДК-М01		250	180	273	400	464		1987		267	
СКУ.ППУ/ОЦ-16-325x8,0/450-190-ОДК-М01		300	190	325	450	518	9,0	2010	210	321	
СКУ.ППУ/ОЦ-16-377x9,0/500-190-ОДК-М01		350		377	500	570		2078		404	
СКУ.ППУ/ОЦ-16-426x9,0/560-200-ОДК-М01		400	200	426	560	630	2192	495			
СКУ.ППУ/ОЦ-16-530x8,0/675-210-ОДК-М02		1,6	500	210	530	675	752	8,0	2197	210	622
СКУ.ППУ/ОЦ-16-530x8,0/710-210-ОДК-М02					710	787	670				
СКУ.ППУ/ОЦ-16-630x8,0/775-220-ОДК-М02			600	220	630	775	854	8,0	2214	210	744
СКУ.ППУ/ОЦ-16-630x8,0/800-220-ОДК-М02						800	878				782
СКУ.ППУ/ОЦ-16-720x8,0/875-220-ОДК-М02			700	220	720	875	957	8,0	2208	210	943
СКУ.ППУ/ОЦ-16-720x8,0/900-220-ОДК-М02						900	982				988
СКУ.ППУ/ОЦ-16-820x9,0/975-240-ОДК-М02			800	240	820	975	1058	9,0	2198	210	1098
СКУ.ППУ/ОЦ-16-820x9,0/1000-240-ОДК-М02						1000	1084				1147
СКУ.ППУ/ОЦ-16-920x10,0/1075-260-ОДК-М02	900		260	920	1075	1160	10,0	2228	210	1310	
СКУ.ППУ/ОЦ-16-920x10,0/1100-260-ОДК-М02					1100	1186				1366	
СКУ.ППУ/ОЦ-16-1020x12,0/1175-260-ОДК-М02	1000	260	1020	1175	1270	12,0	2245	210	1573		
СКУ.ППУ/ОЦ-16-1020x12,0/1200-260-ОДК-М02				1200	1294				1631		
СКУ.ППУ/ОЦ-16-1220x12,0/1375-260-ОДК-М02	1200	260	1220	1375	1472	12,0	2245	210	1865		
СКУ.ППУ/ОЦ-16-1220x12,0/1400-260-ОДК-М02				1400	1496				1929		

Продолжение таблицы Е.5

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/ОЦ-25-57x4,0/140-40-ОДК-М01	2,5	50	40	57	140	188	4,0	1564	150	35
СКУ.ППУ/ОЦ-25-57x4,0/140-80-ОДК-М01			80					1628		50
СКУ.ППУ/ОЦ-25-76x4,0/160-80-ОДК-М01		65	76	160	211	50				
СКУ.ППУ/ОЦ-25-89x4,0/180-90-ОДК-М01		80	89	180	227	55				
СКУ.ППУ/ОЦ-25-108x4,0/200-120-ОДК-М01		100	120	108	200	253	64			
СКУ.ППУ/ОЦ-25-133x5,0/225-130-ОДК-М01		125	130	133	225	281	5,0	1710		76
СКУ.ППУ/ОЦ-25-159x6,0/250-150-ОДК-М01		150	150	159	250	307	6,0	1733	98	
СКУ.ППУ/ОЦ-25-219x8,0/315-160-ОДК-М01		200	160	219	315	387	8,0	1820	210	163
СКУ.ППУ/ОЦ-25-273x8,0/400-180-ОДК-М01		250	180	273	400	464		1987		267
СКУ.ППУ/ОЦ-25-325x8,0/450-190-ОДК-М01		300	190	325	450	518	9,0	2010	210	321
СКУ.ППУ/ОЦ-25-377x9,0/500-190-ОДК-М01		350		377	500	570		2036		404
СКУ.ППУ/ОЦ-25-426x9,0/560-200-ОДК-М01		400	200	426	560	630	9,0	2073	210	495
СКУ.ППУ/ОЦ-25-530x8,0/675-210-ОДК-М02		500	210	530	675	752	8,0	2081		210
СКУ.ППУ/ОЦ-25-530x8,0/710-210-ОДК-М02					710	787			670	
СКУ.ППУ/ОЦ-25-630x8,0/775-220-ОДК-М02		600	220	630	775	854	8,0	2112	210	744
СКУ.ППУ/ОЦ-25-630x8,0/800-220-ОДК-М02					800	878				782
СКУ.ППУ/ОЦ-25-720x8,0/875-220-ОДК-М02		700	220	720	875	957	9,0	2208	210	943
СКУ.ППУ/ОЦ-25-720x8,0/900-220-ОДК-М02					900	982				988
СКУ.ППУ/ОЦ-25-820x9,0/975-240-ОДК-М02		800	240	820	975	1058	9,0	2198	210	1098
СКУ.ППУ/ОЦ-25-820x9,0/1000-240-ОДК-М02					1000	1084				1147
СКУ.ППУ/ОЦ-25-920x10,0/1075-260-ОДК-М02		900	260	920	1075	1160	10,0	2228	210	1310
СКУ.ППУ/ОЦ-25-920x10,0/1100-260-ОДК-М02					1100	1186				1366
СКУ.ППУ/ОЦ-25-1020x12,0/1175-260-ОДК-М02		1000	260	1020	1175	1270	12,0	2245	210	1573
СКУ.ППУ/ОЦ-25-1020x12,0/1200-260-ОДК-М02					1200	1294				1631
СКУ.ППУ/ОЦ-25-1220x12,0/1375-260-ОДК-М02		1200	260	1220	1375	1472	12,0	2245	210	1865
СКУ.ППУ/ОЦ-25-1220x12,0/1400-260-ОДК-М02					1400	1496				1929

Двухсильфонное компенсационное устройство. Тип ППУ/ОЦ



Продолжение таблицы Е.5

Условное обозначение	PN, МПа	DN, мм	Осевой ход $2\lambda_0$, мм	Размеры в миллиметрах						Масса, кг
				D	D ₁	D ₂	s	L	L ₁	
2СКУ.ППУ/ОЦ-16-57x4,0/140-80-ОДК-М01	1,6	50	80	57	140	188	4,0	1948	150	57
2СКУ.ППУ/ОЦ-16-57x4,0/140-160-ОДК-М01										84
2СКУ.ППУ/ОЦ-16-76x4,0/160-160-ОДК-М01										84
2СКУ.ППУ/ОЦ-16-89x4,0/180-180-ОДК-М01										85
2СКУ.ППУ/ОЦ-16-108x4,0/200-240-ОДК-М01		100	240	108	200	253	5,0	2240	112	
2СКУ.ППУ/ОЦ-16-133x5,0/225-260-ОДК-М01		125	260	133	225	281	6,0	2286	180	
2СКУ.ППУ/ОЦ-16-159x6,0/250-300-ОДК-М01		150	300	159	250	307	8,0	2450	243	
2СКУ.ППУ/ОЦ-16-219x8,0/315-320-ОДК-М01		200	320	219	315	387	9,0	2664	415	
2СКУ.ППУ/ОЦ-16-273x8,0/400-360-ОДК-М01		250	360	273	400	464	10,0	2710	503	
2СКУ.ППУ/ОЦ-16-325x8,0/450-380-ОДК-М01		300	380	325	450	518	11,0	2846	634	
2СКУ.ППУ/ОЦ-16-377x9,0/500-380-ОДК-М01		350	400	377	500	570	12,0	3074	789	
2СКУ.ППУ/ОЦ-16-426x9,0/560-400-ОДК-М01		400	440	426	560	630	13,0	3084	985	
2СКУ.ППУ/ОЦ-16-530x8,0/675-420-ОДК-М02		500	420	530	675	752	8,0	3118	1054	
2СКУ.ППУ/ОЦ-16-530x8,0/710-420-ОДК-М02		600	440	630	710	787	8,0	3106	210	1185
2СКУ.ППУ/ОЦ-16-630x8,0/775-440-ОДК-М02		800			878	1236				
2СКУ.ППУ/ОЦ-16-630x8,0/800-440-ОДК-М02		875			957	1532				
2СКУ.ППУ/ОЦ-16-720x8,0/875-440-ОДК-М02		900			982	1594				
2СКУ.ППУ/ОЦ-16-720x8,0/900-440-ОДК-М02		700	480	820	975	1058	9,0	3086	1772	
2СКУ.ППУ/ОЦ-16-820x9,0/975-480-ОДК-М02		1000			1084	1840				
2СКУ.ППУ/ОЦ-16-820x9,0/1000-480-ОДК-М02		900	520	920	1075	1160	10,0	3146	2120	
2СКУ.ППУ/ОЦ-16-920x10,0/1075-520-ОДК-М02		1100			1186	2196				
2СКУ.ППУ/ОЦ-16-920x10,0/1100-520-ОДК-М02		1175			1270	2534				
2СКУ.ППУ/ОЦ-16-1020x12,0/1175-520-ОДК-М02		1200			1294	2610				
2СКУ.ППУ/ОЦ-16-1020x12,0/1200-520-ОДК-М02		1200	1220	1375	1472	1496	12,0	3180	2998	
2СКУ.ППУ/ОЦ-16-1220x12,0/1375-520-ОДК-М02	1400				3085					
2СКУ.ППУ/ОЦ-16-1220x12,0/1400-520-ОДК-М02										

Продолжение таблицы Е.5

Условное обозначение	PN, МПа	DN, мм	Осевой ход $2\lambda_3$, мм	Размеры в миллиметрах						L ₁	Масса, кг
				D	D ₁	D ₂	s	L	L ₁		
2СКУ.ППУ/ОЦ-25-57x4,0/140-80-ОДК-М01	2,5	50	80	57	140	188	4,0	1948	150	57	
2СКУ.ППУ/ОЦ-25-57x4,0/140-160-ОДК-М01			160					2076		84	
2СКУ.ППУ/ОЦ-25-76x4,0/160-160-ОДК-М01		65	76	160	211	84					
2СКУ.ППУ/ОЦ-25-89x4,0/180-180-ОДК-М01		80	89	180	227	85					
2СКУ.ППУ/ОЦ-25-108x4,0/200-240-ОДК-М01		100	108	200	253	112					
2СКУ.ППУ/ОЦ-25-133x5,0/225-260-ОДК-М01		125	133	225	281	5,0	2240	132			
2СКУ.ППУ/ОЦ-25-159x6,0/250-300-ОДК-М01		150	159	250	307	6,0	2286	180			
2СКУ.ППУ/ОЦ-25-219x8,0/315-320-ОДК-М01		200	320	219	315	387	8,0	2450	243		
2СКУ.ППУ/ОЦ-25-273x8,0/400-360-ОДК-М01		250	360	273	400	464		2664	415		
2СКУ.ППУ/ОЦ-25-325x8,0/450-380-ОДК-М01		300	380	325	450	518	9,0	2710	503		
2СКУ.ППУ/ОЦ-25-377x9,0/500-380-ОДК-М01		350		377	500	570		2762	634		
2СКУ.ППУ/ОЦ-25-426x9,0/560-400-ОДК-М01		400	400	426	560	630	2836	789			
2СКУ.ППУ/ОЦ-25-530x8,0/675-420-ОДК-М02		500	420	530	675	752	8,0	2852	985		
2СКУ.ППУ/ОЦ-25-530x8,0/710-420-ОДК-М02					710	787			1054		
2СКУ.ППУ/ОЦ-25-630x8,0/775-440-ОДК-М02		600	440	630	775	854	8,0	2914	1185		
2СКУ.ППУ/ОЦ-25-630x8,0/800-440-ОДК-М02					800	878			1236		
2СКУ.ППУ/ОЦ-25-720x8,0/875-440-ОДК-М02		700	440	720	875	957	9,0	3106	1532		
2СКУ.ППУ/ОЦ-25-720x8,0/900-440-ОДК-М02					900	982			1594		
2СКУ.ППУ/ОЦ-25-820x9,0/975-480-ОДК-М02		800	480	820	975	1058	9,0	3086	1772		
2СКУ.ППУ/ОЦ-25-820x9,0/1000-480-ОДК-М02					1000	1084			1840		
2СКУ.ППУ/ОЦ-25-920x10,0/1075-520-ОДК-М02		900	520	920	1075	1160	10,0	3146	2120		
2СКУ.ППУ/ОЦ-25-920x10,0/1100-520-ОДК-М02					1100	1186			2196		
2СКУ.ППУ/ОЦ-25-1020x12,0/1175-520-ОДК-М02		1000	520	1020	1175	1270	12,0	3180	2534		
2СКУ.ППУ/ОЦ-25-1020x12,0/1200-520-ОДК-М02					1200	1294			2610		
2СКУ.ППУ/ОЦ-25-1220x12,0/1375-520-ОДК-М02		1200	520	1220	1375	1472	12,0	3180	2998		
2СКУ.ППУ/ОЦ-25-1220x12,0/1400-520-ОДК-М02					1400	1496			3085		

Приложение Е.6 – Сильфонное компенсационное устройство. Тип ППУ/ПЭ.І

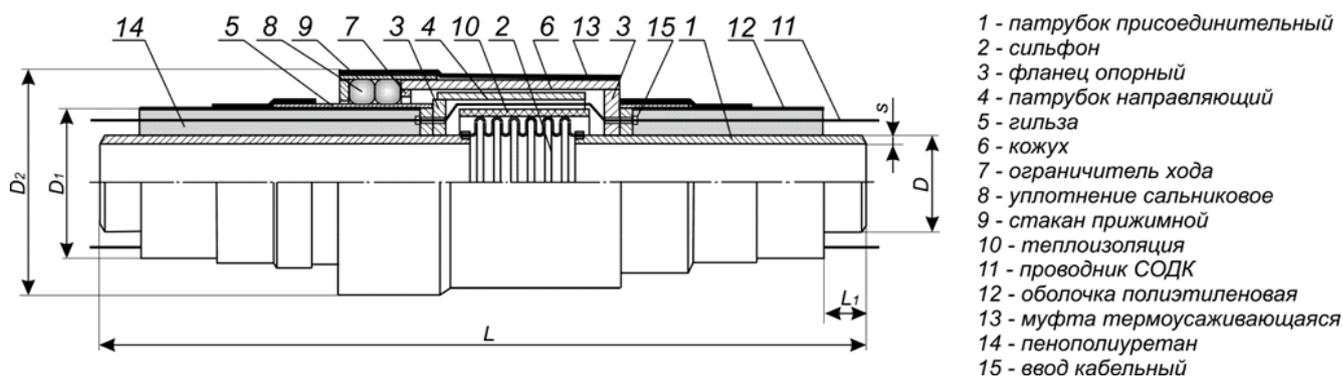


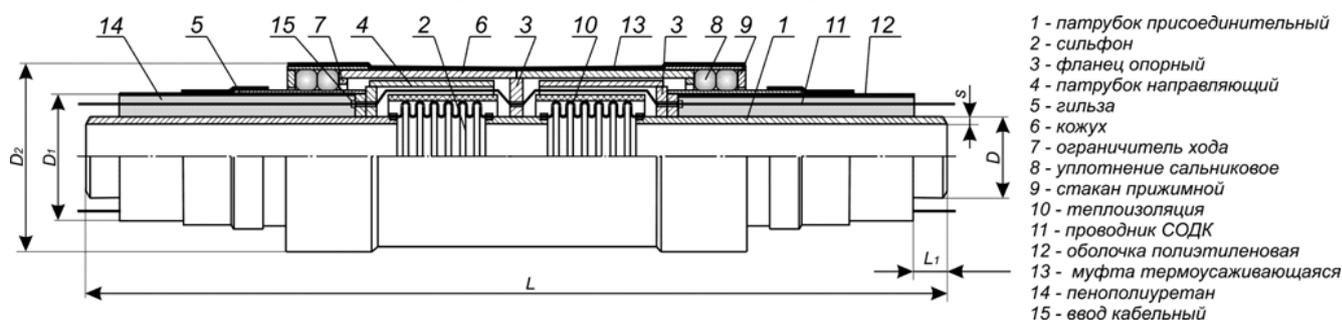
Таблица Е.6

Условное обозначение	PN, МПа	DN, мм	Осевой ход 2L _с , мм	Размеры в миллиметрах						Масса, кг		
				D	D ₁	D ₂	s	L	L ₁			
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-57x4,0/125-40-ОДК-М01	1,6	50	40	57	125	188	4,0	1564	150	33		
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-57x4,0/140-40-ОДК-М03					140							
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-57x4,0/125-80-ОДК-М01					125							
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-57x4,0/140-80-ОДК-М03			140									
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-76x4,0/140-80-ОДК-М01			65	80	76	160					211	1628
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-76x4,0/160-80-ОДК-М03						211						
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-89x4,0/160-90-ОДК-М01		80	90	89	180	227	1652					
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-89x4,0/180-90-ОДК-М03					227							
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-108x4,0/180-120-ОДК-М01		100	120	108	200	253	1696					
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-108x4,0/200-120-ОДК-М03					253							
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-133x5,0/225-130-ОДК-М01		125	130	133	225	281	1710					
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-133x5,0/250-130-ОДК-М03					281							
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-159x6,0/250-150-ОДК-М01		150	150	159	250	307	1733					
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-159x6,0/280-150-ОДК-М03					307							
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-219x8,0/315-160-ОДК-М01		200	160	219	315	387	1820					
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-219x8,0/355-160-ОДК-М03					387							
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-273x8,0/400-180-ОДК-М01		250	180	273	400	464	1987					
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-273x8,0/450-180-ОДК-М03					464							
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-325x8,0/450-190-ОДК-М01		300	190	325	450	518	2010					
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-325x8,0/500-190-ОДК-М03					518							
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-377x9,0/500-190-ОДК-М01		350	190	377	500	570	2078					
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-377x9,0/560-190-ОДК-М03					570							
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-426x9,0/560-200-ОДК-М01		400	200	426	560	630	2192					
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-426x9,0/600-200-ОДК-М03					630							
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-426x9,0/630-200-ОДК-М03		500	210	530	600	787	2197					
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-530x8,0/710-210-ОДК-М02					710							
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-630x8,0/800-220-ОДК-М02					800							
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-630x8,0/800-220-ОДК-М02		600	220	630	800	878	2114					
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-720x8,0/900-220-ОДК-М02					900							
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-720x8,0/900-220-ОДК-М02		700	220	720	900	982	2208					
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-820x9,0/1000-240-ОДК-М02	1000											
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-820x9,0/1100-240-ОДК-М02	800	240	820	1100	1186	2198						
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-920x10,0/1100-260-ОДК-М02				1186								
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-920x10,0/1200-260-ОДК-М02	900	260	920	1200	1288	2228						
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-920x10,0/1200-260-ОДК-М02				1288								
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-1020x12,0/1200-260-ОДК-М02	1000	260	1020	1200	1294	2245						
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-1020x12,0/1200-260-ОДК-М02				1294								
СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-1220x12,0/1425-260-ОДК-М02	1200	260	1220	1425	1522	2044						

Продолжение таблицы Е.6

Условное обозначение	PN, МПа	DN, мм	Осевой ход $2\lambda_3$, мм	Размеры в миллиметрах						Масса, кг
				D	D ₁	D ₂	s	L	L ₁	
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-57x4,0/125-40-ОДК-М01	2,5	50	40	57	125	188	4,0	1564	150	33
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-57x4,0/140-40-ОДК-М03					140					34
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-57x4,0/125-80-ОДК-М01			125		38					
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-57x4,0/140-80-ОДК-М03			140		38					
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-76x4,0/140-80-ОДК-М01		65	80	76	160	211	4,0	1628		38
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-76x4,0/160-80-ОДК-М03					160					50
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-89x4,0/160-90-ОДК-М01		80	90	89	180	227	4,0	1652		52
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-89x4,0/180-90-ОДК-М03					180					53
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-108x4,0/180-120-ОДК-М01		100	120	108	200	253	4,0	1696		50
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-108x4,0/200-120-ОДК-М03					200					63
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-133x5,0/225-130-ОДК-М01		125	130	133	225	281	5,0	1710		75
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-133x5,0/250-130-ОДК-М03					250	307				93
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-159x6,0/250-150-ОДК-М01		150	150	159	250	333	6,0	1733		97
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-159x6,0/280-150-ОДК-М03					280					103
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-219x8,0/315-160-ОДК-М01		200	160	219	315	387	8,0	1820		162
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-219x8,0/355-160-ОДК-М03					355	419				190
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-273x8,0/400-180-ОДК-М01		250	180	273	400	464	8,0	1987		266
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-273x8,0/450-180-ОДК-М03					450	518				316
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-325x8,0/450-190-ОДК-М01		300	190	325	500	570	9,0	2010		320
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-325x8,0/500-190-ОДК-М03					500					369
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-377x9,0/500-190-ОДК-М01		350	190	377	560	630	9,0	2078		403
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-377x9,0/560-190-ОДК-М03					560					453
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-426x9,0/560-200-ОДК-М01		400	200	426	600	670	9,0	2192		493
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-426x9,0/600-200-ОДК-М03					630	700				535
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-426x9,0/630-200-ОДК-М03		500	210	530	710	787	8,0	2197		570
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-530x8,0/710-210-ОДК-М02					630	800				878
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-630x8,0/800-220-ОДК-М02		600	220	720	900	982	9,0	2208		998
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-720x8,0/900-220-ОДК-М02					720	900				982
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-820x9,0/1000-240-ОДК-М02		800	240	820	1000	1084	9,0	2198		1377
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-820x9,0/1100-240-ОДК-М02					1100	1186				1389
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-920x10,0/1100-260-ОДК-М02		900	260	920	1200	1288	10,0	2228		1621
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-920x10,0/1200-260-ОДК-М02					1200	1294				1661
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-1020x12,0/1200-260-ОДК-М02		1000	260	1020	1425	1522	12,0	2245		2044
СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-1020x12,0/1425-260-ОДК-М02					1200	1425				1522

Двухсильфонное компенсационное устройство. Тип ППУ/ПЭ.І



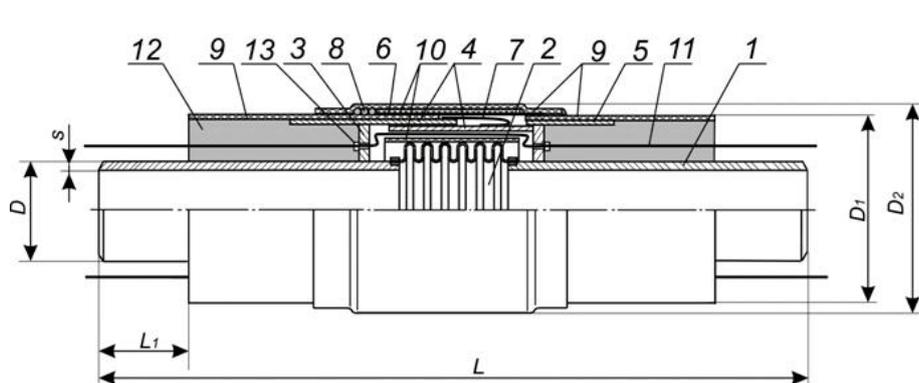
Продолжение таблицы Е.6

Условное обозначение	PN, МПа	DN, мм	Осевой ход 2λ _с , мм	Размеры в миллиметрах						Масса, кг			
				D	D ₁	D ₂	s	L	L ₁				
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-57x4,0/125-80-ОДК-М01	1,6	50	80	57	125	188	4,0	1948	150	56			
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-57x4,0/140-80-ОДК-М03					140					56			
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-57x4,0/125-160-ОДК-М01			125	61									
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-57x4,0/140-160-ОДК-М03					140					61			
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-76x4,0/140-160-ОДК-М01			65	160	76					140	211	2076	61
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-76x4,0/160-160-ОДК-М03										160			83
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-89x4,0/160-180-ОДК-М01		80	180	89	160	227	2124	87					
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-89x4,0/180-180-ОДК-М03					180			84					
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-108x4,0/180-240-ОДК-М01		100	240	108	180	253	2212	91					
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-108x4,0/200-240-ОДК-М03					200			112					
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-133x5,0/225-260-ОДК-М01		125	260	133	225	281	2240	133					
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-133x5,0/250-260-ОДК-М03					250			164					
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-159x6,0/250-300-ОДК-М01		150	300	159	280	333	2286	179					
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-159x6,0/280-300-ОДК-М03					300			185					
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-219x8,0/315-320-ОДК-М01		200	320	219	315	387	2450	242					
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-219x8,0/355-320-ОДК-М03					355			284					
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-273x8,0/400-360-ОДК-М01		250	360	273	400	464	2664	414					
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-273x8,0/450-360-ОДК-М03					450			487					
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-325x8,0/450-380-ОДК-М01		300	380	325	450	518	2710	502					
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-325x8,0/500-380-ОДК-М03					500			570					
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-377x9,0/500-380-ОДК-М01		350	377	377	500	570	2846	634					
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-377x9,0/560-380-ОДК-М03					560			721					
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-426x9,0/560-400-ОДК-М01		400	400	426	560	630	3074	787					
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-426x9,0/600-400-ОДК-М03					600			848					
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-426x9,0/630-400-ОДК-М03		400	400	426	630	700	210	899					
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-530x8,0/710-420-ОДК-М02					710			1055					
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-630x8,0/800-440-ОДК-М02		600	440	630	800	878	3118	1244					
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-720x8,0/900-440-ОДК-М02					900			1605					
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-820x9,0/1000-480-ОДК-М02		800	480	820	1000	1084	3086	1860					
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-820x9,0/1100-480-ОДК-М02					1100			2150					
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-920x10,0/1100-520-ОДК-М02		900	520	920	1100	1288	3146	2226					
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-920x10,0/1200-520-ОДК-М02					1200			2543					
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-1020x12,0/1200-520-ОДК-М02		1000	520	1020	1200	1294	3180	2650					
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-16-1220x12,0/1425-520-ОДК-М02	1425				3239								

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.І-25-57х4,0/125-80-ОДК-М01	2,5	50	80	57	125	188	4,0	1948	150	56
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-57х4,0/140-80-ОДК-М03					140					56
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-57х4,0/125-160-ОДК-М01			125	61						
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-57х4,0/140-160-ОДК-М03			140	61						
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-76х4,0/140-160-ОДК-М01		65	160	76	140	211	4,0	2076	150	61
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-76х4,0/160-160-ОДК-М03					160					83
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-89х4,0/160-180-ОДК-М01		80	180	89	160	227	4,0	2124	150	87
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-89х4,0/180-180-ОДК-М03					180					84
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-108х4,0/180-240-ОДК-М01		100	240	108	180	253	4,0	2212	150	91
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-108х4,0/200-240-ОДК-М03					200					112
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-133х5,0/225-260-ОДК-М01		125	260	133	225	281	5,0	2240	150	133
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-133х5,0/250-260-ОДК-М03					250					164
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-159х6,0/250-300-ОДК-М01		150	300	159	250	333	6,0	2286	150	179
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-159х6,0/280-300-ОДК-М03					280					185
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-219х8,0/315-320-ОДК-М01		200	320	219	315	387	8,0	2450	150	242
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-219х8,0/355-320-ОДК-М03					355					284
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-273х8,0/400-360-ОДК-М01		250	360	273	400	464	8,0	2664	150	414
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-273х8,0/450-360-ОДК-М03					450					487
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-325х8,0/450-380-ОДК-М01		300	380	325	450	518	8,0	2710	150	502
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-325х8,0/500-380-ОДК-М03					500					570
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-377х9,0/500-380-ОДК-М01	350	380	377	500	570	9,0	2846	150	634	
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-377х9,0/560-380-ОДК-М03				560					721	
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-426х9,0/560-400-ОДК-М01	400	400	426	560	630	9,0	3074	150	787	
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-426х9,0/600-400-ОДК-М03				600					848	
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-426х9,0/630-400-ОДК-М03	500	420	530	630	700	8,0	3084	150	899	
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-530х8,0/710-420-ОДК-М02				710					1055	
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-630х8,0/800-440-ОДК-М02	600	440	630	800	878	8,0	3118	150	1244	
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-720х8,0/900-440-ОДК-М02				900					1605	
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-720х8,0/900-440-ОДК-М02	700	440	720	900	982	9,0	3106	150	1860	
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-820х9,0/1000-480-ОДК-М02				1000					2150	
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-820х9,0/1100-480-ОДК-М02	800	480	820	1100	1186	9,0	3086	150	2226	
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-920х10,0/1100-520-ОДК-М02				1100					2543	
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-920х10,0/1200-520-ОДК-М02	900	520	920	1200	1288	10,0	3146	150	2650	
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-1020х12,0/1200-520-ОДК-М02				1200					3239	
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-1020х12,0/1200-520-ОДК-М02	1000	520	1020	1200	1294	12,0	3180	150	3239	
2СКУ.ППУ/ПЭ.І-25-1220х12,0/1425-520-ОДК-М02				1425					3239	

Приложение Е.7 – Сильфонное компенсационное устройство. Тип ППУ/ПЭ.П



- 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

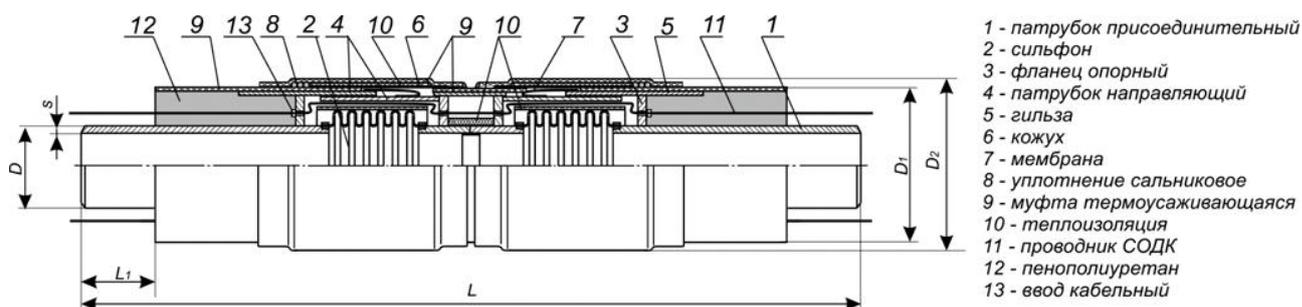
Таблица Е.7

Условное обозначение	PN, МПа	DN, мм	Осевой ход 2L ₁ , мм	Размеры в миллиметрах						Масса, кг
				D	D ₁	D ₂	s	L	L ₁	
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-57x4,0/125-40-ОДК-М01	1,6	50	40	57	131	152	4,0	1385	150	15
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-57x4,0/140-40-ОДК-М03					147	172				16
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-76x4,0/140-80-ОДК-М01					167	192				18
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-76x4,0/160-80-ОДК-М03		80	80	76	167	188	4,0	1405	150	19
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-89x4,0/160-90-ОДК-М01					187	213				21
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-89x4,0/180-90-ОДК-М03					208	239				22
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-108x4,0/180-120-ОДК-М01		100	120	108	208	239	5,0	1465	150	29
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-108x4,0/200-120-ОДК-М03					233	256				31
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-133x5,0/225-130-ОДК-М01					259	290				40
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-133x5,0/250-130-ОДК-М03		125	130	133	259	282	6,0	1385	150	43
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-159x6,0/250-150-ОДК-М01					285	310				54
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-159x6,0/280-150-ОДК-М03					326	351				56
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-219x8,0/315-160-ОДК-М01		200	160	219	326	351	8,0	1445	150	88
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-219x8,0/355-160-ОДК-М03					363	391				92
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-273x8,0/400-180-ОДК-М01					413	442				154
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-273x8,0/450-180-ОДК-М03		250	180	273	453	482	8,0	1630	150	164
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-325x8,0/450-190-ОДК-М01					463	492				186
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-325x8,0/500-190-ОДК-М03					510	541				198
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-377x9,0/500-190-ОДК-М01		350	190	377	510	541	9,0	1605	150	231
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-377x9,0/560-190-ОДК-М03					567	600				247
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-426x9,0/560-200-ОДК-М01					608	642				278
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-426x9,0/600-200-ОДК-М03		400	200	426	639	674	8,0	1630	150	290
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-426x9,0/630-200-ОДК-М03					716	755				300
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-530x8,0/710-210-ОДК-М02					814	856				427
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-630x8,0/800-220-ОДК-М02		700	220	720	912	957	9,0	1695	150	528
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-720x8,0/900-220-ОДК-М02					1015	1063				633
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-820x9,0/1000-240-ОДК-М02					1119	1166				776
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-820x9,0/1100-240-ОДК-М02		900	260	920	1219	1266	10,0	1820	150	803
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-920x10,0/1100-260-ОДК-М02					1224	1271				937
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-920x10,0/1200-260-ОДК-М02					1224	1271				959
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-1020x12,0/1200-260-ОДК-М02		1000	260	1020	1224	1271	12,0	1820	150	1123
СКУ.ППУ/ПЭ.И-16-1220x12,0/1425-260-ОДК-М02					1445	1493				1351

Продолжение таблицы Е.7

Условное обозначение	PN, МПа	DN, мм	Осевой ход 2λ _с , мм	Размеры в миллиметрах						Масса, кг
				D	D ₁	D ₂	s	L	L ₁	
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-57x4,0/125-40-ОДК-М01	2,5	50	40	57	131	152	4,0	1385	150	15
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-57x4,0/140-40-ОДК-М03					147	172				16
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-76x4,0/140-80-ОДК-М01					167	168				18
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-76x4,0/160-80-ОДК-М03		65	80	76	192	188	4,0	1405	150	19
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-89x4,0/160-90-ОДК-М01					187	213				21
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-89x4,0/180-90-ОДК-М03					208	209				22
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-108x4,0/180-120-ОДК-М01		100	120	108	233	239	5,0	1465	150	29
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-108x4,0/200-120-ОДК-М03					259	290				31
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-133x5,0/225-130-ОДК-М01					285	282				40
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-133x5,0/250-130-ОДК-М03		125	130	133	310	310	6,0	1425	150	43
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-159x6,0/250-150-ОДК-М01					326	351				54
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-159x6,0/280-150-ОДК-М03					363	391				56
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-219x8,0/315-160-ОДК-М01		200	160	219	413	442	8,0	1445	150	88
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-219x8,0/355-160-ОДК-М03					453	482				92
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-273x8,0/400-180-ОДК-М01					463	492				154
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-273x8,0/450-180-ОДК-М03		250	180	273	510	541	9,0	1630	210	164
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-325x8,0/450-190-ОДК-М01					567	600				186
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-325x8,0/500-190-ОДК-М03					608	642				198
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-377x9,0/500-190-ОДК-М01		300	190	377	639	674	9,0	1605	210	231
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-377x9,0/560-190-ОДК-М03					716	755				247
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-426x9,0/560-200-ОДК-М01					720	755				278
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-426x9,0/600-200-ОДК-М03		400	200	426	814	856	8,0	1675	210	290
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-426x9,0/630-200-ОДК-М03					814	856				300
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-530x8,0/710-210-ОДК-М02					912	957				427
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-630x8,0/800-220-ОДК-М02		600	220	720	1015	1063	9,0	1700	210	528
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-720x8,0/900-220-ОДК-М02					1119	1166				633
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-820x9,0/1000-240-ОДК-М02					1219	1266				776
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-820x9,0/1100-240-ОДК-М02		800	240	820	1224	1271	10,0	1750	210	803
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-920x10,0/1100-260-ОДК-М02					1224	1271				937
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-920x10,0/1200-260-ОДК-М02					1245	1293				959
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-1020x12,0/1200-260-ОДК-М02		900	260	920	1224	1271	12,0	1820	210	1123
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-1020x12,0/1425-260-ОДК-М02					1224	1271				1123
СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-1220x12,0/1425-260-ОДК-М02		1200	1200	1220	1445	1493	12,0	1820	210	1351

Двухсильфонное компенсационное устройство. Тип ППУ/ПЭ.П



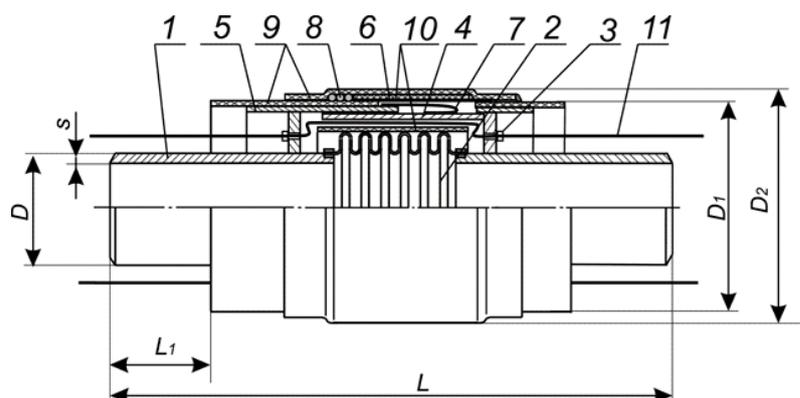
Продолжение таблицы Е.7

Условное обозначение	PN, МПа	DN, мм	Осевой ход $2\lambda, мм$	Размеры в миллиметрах						Масса, кг			
				D	D ₁	D ₂	s	L	L ₁				
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-57x4,0/125-80-ОДК-М01	1,6	50	80	57	131	152	4,0	1830	150	23			
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-57x4,0/140-80-ОДК-М03					147	172				23			
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-76x4,0/140-160-ОДК-М01					65	160				76	167	192	27
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-76x4,0/160-160-ОДК-М03											188	213	29
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-89x4,0/160-180-ОДК-М01		80	180	89	187	209	4,0	1870	150	35			
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-89x4,0/180-180-ОДК-М03										213	239	37	
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-108x4,0/180-240-ОДК-М01		100	240	108	208	239	5,0	1990	150	47			
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-108x4,0/200-240-ОДК-М03										233	256	49	
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-133x5,0/225-260-ОДК-М01		125	260	133	259	290	5,0	1930	150	64			
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-133x5,0/250-260-ОДК-М03										282	310	67	
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-159x6,0/250-300-ОДК-М01		150	300	159	285	310	6,0	2010	150	85			
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-159x6,0/280-300-ОДК-М03										326	351	88	
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-219x8,0/315-320-ОДК-М01		200	320	219	363	391	8,0	2050	150	136			
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-219x8,0/355-320-ОДК-М03										413	442	140	
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-273x8,0/400-360-ОДК-М01		250	360	273	453	482	8,0	2320	150	249			
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-273x8,0/450-360-ОДК-М03										463	492	261	
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-325x8,0/450-380-ОДК-М01		300	380	325	510	541	9,0	2360	150	301			
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-325x8,0/500-380-ОДК-М03										567	600	316	
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-377x9,0/500-380-ОДК-М01		350	380	377	567	600	9,0	2330	150	375			
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-377x9,0/560-380-ОДК-М03										608	642	394	
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-426x9,0/560-400-ОДК-М01		400	400	426	639	674	9,0	2380	150	458			
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-426x9,0/600-400-ОДК-М03										716	755	474	
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-426x9,0/630-400-ОДК-М03		500	420	530	814	856	8,0	2572	150	487			
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-530x8,0/710-420-ОДК-М02										630	755	745	
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-630x8,0/800-440-ОДК-М02		600	440	630	912	957	9,0	2672	150	925			
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-720x8,0/900-440-ОДК-М02										1015	1063	1121	
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-820x9,0/1000-480-ОДК-М02		800	480	820	1119	1166	10,0	2812	150	1368			
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-820x9,0/1100-480-ОДК-М02										1219	1266	1461	
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-920x10,0/1100-520-ОДК-М02		900	520	920	1224	1271	12,0	2812	150	1643			
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-920x10,0/1200-520-ОДК-М02										1220	1445	1739	
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-1020x12,0/1200-520-ОДК-М02		1000	520	1020	1224	1271	12,0	2812	150	1941			
2СКУ.ППУ/ПЭ.П.16-1220x12,0/1425-520-ОДК-М02		1200								1220	1445	1493	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.ИИ-25-57x4,0/125-80-ОДК-М01	2,5	50	80	57	131	152	4,0	1830	150	23
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-57x4,0/140-80-ОДК-М03					147	172				23
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-76x4,0/140-160-ОДК-М01		65	160	76	167	192				27
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-76x4,0/160-160-ОДК-М03					188	29				
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-89x4,0/160-180-ОДК-М01		80	180	89	187	213				35
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-89x4,0/180-180-ОДК-М03					209	37				
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-108x4,0/180-240-ОДК-М01		100	240	108	208	239	47			
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-108x4,0/200-240-ОДК-М03					233	256	49			
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-133x5,0/225-260-ОДК-М01		125	260	133	259	290	64			
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-133x5,0/250-260-ОДК-М03					282	67				
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-159x6,0/250-300-ОДК-М01		150	300	159	285	310	85			
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-159x6,0/280-300-ОДК-М03					326	351	88			
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-219x8,0/315-320-ОДК-М01		200	320	219	363	391	136			
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-219x8,0/355-320-ОДК-М03					413	442	140			
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-273x8,0/400-360-ОДК-М01		250	360	273	453	482	249			
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-273x8,0/450-360-ОДК-М03					463	492	261			
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-325x8,0/450-380-ОДК-М01		300	380	325	510	541	301			
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-325x8,0/500-380-ОДК-М03					567	600	316			
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-377x9,0/500-380-ОДК-М01		350	377	377	608	642	375			
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-377x9,0/560-380-ОДК-М03					639	674	394			
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-426x9,0/560-400-ОДК-М01		400	400	426	716	755	458			
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-426x9,0/600-400-ОДК-М03					767	806	474			
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-426x9,0/630-400-ОДК-М03		500	420	530	814	856	487			
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-530x8,0/710-420-ОДК-М02					891	933	745			
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-630x8,0/800-440-ОДК-М02		600	440	630	912	957	925			
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-720x8,0/900-440-ОДК-М02					1015	1063	1121			
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-820x9,0/1000-480-ОДК-М02		800	480	820	1119	1166	1368			
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-820x9,0/1100-480-ОДК-М02					1219	1266	1461			
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-920x10,0/1100-520-ОДК-М02		900	520	920	1224	1271	1643			
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-920x10,0/1200-520-ОДК-М02					1271	1318	1739			
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-1020x12,0/1200-520-ОДК-М02	1000	1200	1020	1224	1271	1941				
2СКУ.ППУ/ПЭ.ИИ-25-1220x12,0/1425-520-ОДК-М02	1200		1220	1445	1493	2338				

Приложение Е.8 – Сильфонное компенсационное устройство. Тип ТГИ.П



- 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

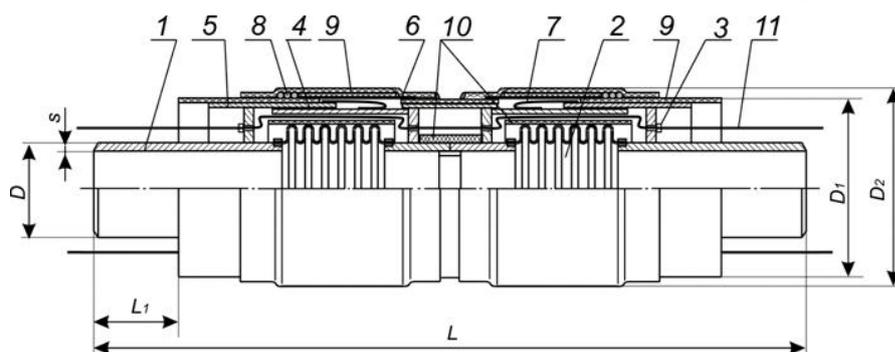
Таблица Е.8

Условное обозначение	PN, МПа	DN, мм	Осевой ход 2L _с , мм	Размеры в миллиметрах						Масса, кг
				D	D ₁	D ₂	s	L	L ₁	
СКУ.ТГИ.П-16-57x4,0/125-40-ОДК-М01	1,6	50	40	57	131	152	4,0	985	150	12
СКУ.ТГИ.П-16-57x4,0/140-40-ОДК-М03					147	172				12
СКУ.ТГИ.П-16-76x4,0/140-80-ОДК-М01		65	80	76	167	192	4,0	1005	150	14
СКУ.ТГИ.П-16-76x4,0/160-80-ОДК-М03					188	213				15
СКУ.ТГИ.П-16-89x4,0/160-90-ОДК-М01		80	90	89	187	209	4,0	1065	150	16
СКУ.ТГИ.П-16-89x4,0/180-90-ОДК-М03					208	239				17
СКУ.ТГИ.П-16-108x4,0/180-120-ОДК-М01		100	120	108	233	256	5,0	1085	150	22
СКУ.ТГИ.П-16-108x4,0/200-120-ОДК-М03					259	282				24
СКУ.ТГИ.П-16-133x5,0/225-130-ОДК-М01		125	130	133	285	310	6,0	1125	150	35
СКУ.ТГИ.П-16-133x5,0/250-130-ОДК-М03					326	351				38
СКУ.ТГИ.П-16-159x6,0/250-150-ОДК-М01		150	150	159	363	391	8,0	1395	150	48
СКУ.ТГИ.П-16-159x6,0/280-150-ОДК-М03					413	442				49
СКУ.ТГИ.П-16-219x8,0/315-160-ОДК-М01		200	160	219	453	482	8,0	1415	150	77
СКУ.ТГИ.П-16-219x8,0/355-160-ОДК-М03					463	492				81
СКУ.ТГИ.П-16-273x8,0/400-180-ОДК-М01		250	180	273	510	541	9,0	1435	210	144
СКУ.ТГИ.П-16-273x8,0/450-180-ОДК-М03					567	600				153
СКУ.ТГИ.П-16-325x8,0/450-190-ОДК-М01		300	190	325	608	642	8,0	1475	210	174
СКУ.ТГИ.П-16-325x8,0/500-190-ОДК-М03					639	674				185
СКУ.ТГИ.П-16-377x9,0/500-190-ОДК-М01		350	190	377	716	755	8,0	1495	210	216
СКУ.ТГИ.П-16-377x9,0/560-190-ОДК-М03					814	856				231
СКУ.ТГИ.П-16-426x9,0/560-200-ОДК-М01		400	200	426	912	957	9,0	1535	210	260
СКУ.ТГИ.П-16-426x9,0/600-200-ОДК-М03					1015	1063				271
СКУ.ТГИ.П-16-426x9,0/630-200-ОДК-М03		500	210	530	1119	1166	10,0	1590	210	281
СКУ.ТГИ.П-16-530x8,0/710-210-ОДК-М02					1219	1266				399
СКУ.ТГИ.П-16-630x8,0/800-220-ОДК-М02		600	220	630	1020	1224	12,0	1590	210	494
СКУ.ТГИ.П-16-720x8,0/900-220-ОДК-М02					1224	1271				592
СКУ.ТГИ.П-16-820x9,0/1000-240-ОДК-М02		700	240	820	1220	1445	12,0	1590	210	726
СКУ.ТГИ.П-16-820x9,0/1100-240-ОДК-М02					1445	1493				751
СКУ.ТГИ.П-16-920x10,0/1100-260-ОДК-М02		800	260	920						876
СКУ.ТГИ.П-16-920x10,0/1200-260-ОДК-М02										897
СКУ.ТГИ.П-16-1020x12,0/1200-260-ОДК-М02		1000								1050
СКУ.ТГИ.П-16-1220x12,0/1425-260-ОДК-М02		1200								1263

Продолжение таблицы Е.8

Условное обозначение	PN, МПа	DN, мм	Осевой ход $2\lambda_3$, мм	Размеры в миллиметрах						Масса, кг
				D	D ₁	D ₂	s	L	L ₁	
СКУ.ТГИ.ИИ-25-57х4,0/125-40-ОДК-М01	2,5	50	40	57	131	152	4,0	985	150	12
СКУ.ТГИ.ИИ-25-57х4,0/140-40-ОДК-М03					147	172				12
СКУ.ТГИ.ИИ-25-76х4,0/140-80-ОДК-М01					167	168				14
СКУ.ТГИ.ИИ-25-76х4,0/160-80-ОДК-М03		65	80	76	192	188	4,0	1005	150	15
СКУ.ТГИ.ИИ-25-89х4,0/160-90-ОДК-М01					187	213				16
СКУ.ТГИ.ИИ-25-89х4,0/180-90-ОДК-М03					208	209				17
СКУ.ТГИ.ИИ-25-108х4,0/180-120-ОДК-М01		100	120	108	233	256	5,0	1085	150	22
СКУ.ТГИ.ИИ-25-108х4,0/200-120-ОДК-М03					259	239				24
СКУ.ТГИ.ИИ-25-133х5,0/225-130-ОДК-М01					282	290				35
СКУ.ТГИ.ИИ-25-133х5,0/250-130-ОДК-М03		150	150	159	285	310	6,0	1125	150	38
СКУ.ТГИ.ИИ-25-159х6,0/250-150-ОДК-М01					326	351				48
СКУ.ТГИ.ИИ-25-159х6,0/280-150-ОДК-М03					363	391				49
СКУ.ТГИ.ИИ-25-219х8,0/315-160-ОДК-М01		200	160	219	413	442	8,0	1140	150	77
СКУ.ТГИ.ИИ-25-219х8,0/355-160-ОДК-М03					453	482				81
СКУ.ТГИ.ИИ-25-273х8,0/400-180-ОДК-М01					463	492				144
СКУ.ТГИ.ИИ-25-273х8,0/450-180-ОДК-М03		250	180	273	510	541	9,0	1415	210	153
СКУ.ТГИ.ИИ-25-325х8,0/450-190-ОДК-М01					567	600				174
СКУ.ТГИ.ИИ-25-325х8,0/500-190-ОДК-М03					608	642				185
СКУ.ТГИ.ИИ-25-377х9,0/500-190-ОДК-М01		350	190	377	639	674	9,0	1435	210	216
СКУ.ТГИ.ИИ-25-377х9,0/560-190-ОДК-М03					716	755				231
СКУ.ТГИ.ИИ-25-426х9,0/560-200-ОДК-М01					760	814				260
СКУ.ТГИ.ИИ-25-426х9,0/600-200-ОДК-М03		400	200	426	814	856	8,0	1495	210	271
СКУ.ТГИ.ИИ-25-426х9,0/630-200-ОДК-М03					856	912				281
СКУ.ТГИ.ИИ-25-530х8,0/710-210-ОДК-М02					912	957				399
СКУ.ТГИ.ИИ-25-630х8,0/800-220-ОДК-М02		500	210	530	1015	1063	9,0	1535	210	494
СКУ.ТГИ.ИИ-25-630х8,0/800-220-ОДК-М02					1119	1166				592
СКУ.ТГИ.ИИ-25-720х8,0/900-220-ОДК-М02					1219	1266				726
СКУ.ТГИ.ИИ-25-820х9,0/1000-240-ОДК-М02		800	240	820	1224	1271	10,0	1590	210	751
СКУ.ТГИ.ИИ-25-820х9,0/1100-240-ОДК-М02					1271	1319				876
СКУ.ТГИ.ИИ-25-920х10,0/1100-260-ОДК-М02					1319	1367				897
СКУ.ТГИ.ИИ-25-920х10,0/1200-260-ОДК-М02		900	260	920	1445	1493	12,0	1590	210	1050
СКУ.ТГИ.ИИ-25-1020х12,0/1200-260-ОДК-М02					1493	1541				1263
СКУ.ТГИ.ИИ-25-1220х12,0/1425-260-ОДК-М02					1541	1589				

Двухсильфонное компенсационное устройство. Тип ТГИ.П



- 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 $2\lambda_1$, мм	Размеры в миллиметрах						Масса, кг	
				D	D ₁	D ₂	s	L	L ₁		
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-57x4,0/125-80-ОДК-М01	1,6	50	80	57	131	152	4,0	1330	150	19	
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-57x4,0/140-80-ОДК-М03					147	172					21
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-76x4,0/140-160-ОДК-М01					76	168					26
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-76x4,0/160-160-ОДК-М03						192					29
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-89x4,0/160-180-ОДК-М01		80	180	89	188	213	1367	150	31		
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-89x4,0/180-180-ОДК-М03					213	34					
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-108x4,0/180-240-ОДК-М01		100	240	108	209	239	1470	150	56		
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-108x4,0/200-240-ОДК-М03					239	62					
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-133x5,0/225-260-ОДК-М01		125	260	133	256	290	1497	150	86		
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-133x5,0/250-260-ОДК-М03					290	95					
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-159x6,0/250-300-ОДК-М01		150	300	159	282	310	1575	150	104		
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-159x6,0/280-300-ОДК-М03					310	114					
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-219x8,0/315-320-ОДК-М01		200	320	219	351	391	1596	150	133		
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-219x8,0/355-320-ОДК-М03					391	146					
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-273x8,0/400-360-ОДК-М01		250	360	273	442	482	1986	150	288		
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-273x8,0/450-360-ОДК-М03					482	317					
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-325x8,0/450-380-ОДК-М01		300	380	325	492	541	2024	150	355		
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-325x8,0/500-380-ОДК-М03					541	391					
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-377x9,0/500-380-ОДК-М01		350	380	377	541	600	2054	150	415		
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-377x9,0/560-380-ОДК-М03					600	457					
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-426x9,0/560-400-ОДК-М01		400	400	426	642	674	2095	150	510		
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-426x9,0/600-400-ОДК-М03					674	538					
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-426x9,0/630-400-ОДК-М03		500	420	530	674	755	2221	150	561		
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-530x8,0/710-420-ОДК-М02					755	814					
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-630x8,0/800-440-ОДК-М02		600	440	630	856	957	2262	150	952		
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-720x8,0/900-440-ОДК-М02					957	1088					
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-720x8,0/900-440-ОДК-М02		700	440	720	957	1063	2269	150	1088		
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-820x9,0/1000-480-ОДК-М02					1063	1311					
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-820x9,0/1100-480-ОДК-М02		800	480	820	1119	1166	2344	150	1442		
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-920x10,0/1100-520-ОДК-М02					1166	1595					
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-920x10,0/1200-520-ОДК-М02		900	520	920	1266	1271	2457	150	1755		
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-1020x12,0/1200-520-ОДК-М02					1271	1927					
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-1020x12,0/1200-520-ОДК-М02	1000	520	1020	1271	1493	2457	150	1927			
2СКУ.ТГИ.ИІ-16-1220x12,0/1425-520-ОДК-М02				1493	2309						

Продолжение таблицы 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	
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-57x4,0/125-80-ОДК-М01	2,5	50	80	57	131	152	4,0	1330	150	19
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-57x4,0/140-80-ОДК-М03					147	172				21
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-76x4,0/140-160-ОДК-М01					167	168				26
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-76x4,0/160-160-ОДК-М03		65	160	76	192	188	5,0	1367	150	29
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-89x4,0/160-180-ОДК-М01					187	213				31
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-89x4,0/180-180-ОДК-М03					209	209				34
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-108x4,0/180-240-ОДК-М01		100	240	108	208	239	6,0	1470	150	56
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-108x4,0/200-240-ОДК-М03					233	256				62
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-133x5,0/225-260-ОДК-М01					259	290				86
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-133x5,0/250-260-ОДК-М03		125	260	133	282	282	7,0	1497	150	95
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-159x6,0/250-300-ОДК-М01					326	351				104
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-159x6,0/280-300-ОДК-М03					363	391				114
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-219x8,0/315-320-ОДК-М01		150	300	159	413	442	8,0	1596	150	133
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-219x8,0/355-320-ОДК-М03					453	482				146
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-273x8,0/400-360-ОДК-М01					463	492				288
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-273x8,0/450-360-ОДК-М03		200	320	219	510	541	9,0	2054	210	317
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-325x8,0/450-380-ОДК-М01					567	600				355
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-325x8,0/500-380-ОДК-М03					608	642				391
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-377x9,0/500-380-ОДК-М01		250	360	273	639	674	10,0	2095	210	510
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-377x9,0/560-380-ОДК-М03					716	755				538
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-426x9,0/560-400-ОДК-М01					767	806				561
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-426x9,0/600-400-ОДК-М03		300	380	377	814	856	11,0	2221	210	814
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-426x9,0/630-400-ОДК-М03					856	897				952
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-530x8,0/710-420-ОДК-М02					900	941				1088
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-630x8,0/800-440-ОДК-М02		350	440	426	1015	1063	12,0	2344	210	1311
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-720x8,0/900-440-ОДК-М02					1119	1166				1442
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-820x9,0/1000-480-ОДК-М02					1219	1266				1595
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-820x9,0/1100-480-ОДК-М02		400	400	426	1224	1271	13,0	2457	210	1755
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-920x10,0/1100-520-ОДК-М02					1271	1318				1927
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-920x10,0/1200-520-ОДК-М02					1318	1365				2309
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-1020x12,0/1200-520-ОДК-М02		1000	520	1020	1445	1493	14,0	2457	210	1927
2СКУ.ТГИ.ИИ-25-1220x12,0/1425-520-ОДК-М02					1493	1540				2309

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. ИАНШ.300260.029ТУ, ИАНШ.300260.033ТУ, ИАНШ.300260.035ТУ – технические условия предприятия ОАО «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. Слепченко. 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 В.Л 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.

АО «НПП «Компенсатор»



198096, Санкт-Петербург, ул. Корабельная, д. 6, корп. 7, лит. ЕС
Тел.: +7 (812) 346-88-78, 346-88-98; факс: +7 (812) 784-97-30;
mail@kompensator.ru; www.kompensator.ru