

---

**Общество с ограниченной ответственностью  
«ТехноНИКОЛЬ — Строительные Системы»**

---



**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ  
СТО 72746455-4.5.1-2015**

---

**СИСТЕМЫ ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ  
И ТРУБОПРОВОДОВ**

**Техническое описание. Требования к проектированию,  
материалам, изделиям и конструкциям.**

**Издание официальное**

**Москва 2015**

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения и разработки стандартов организации - ГОСТ Р 1.0 – 2012 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения» и ГОСТ Р 1.4 – 2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения».

В настоящем стандарте учтены требования Федерального закона РФ от 27.07.2010 г. N 190-ФЗ «О теплоснабжении».

### Сведения о стандарте

<b>1 РАЗРАБОТАН</b>	ООО «ТехноНИКОЛЬ – Строительные Системы»	
<b>2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ</b>	Приказом ООО «ТехноНИКОЛЬ – Строительные Системы» №056 -СТО от 01.07.2015 г.	
<b>3 ИЗДАН</b>	01.07.2017	С ИЗМЕНЕНИЕМ №1

В настоящем стандарте учтены основные положения ГОСТ Р 1.5 – 2012 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения» и ГОСТ 2.114-2016 «Единая система конструкторской документации. Технические условия». **(Измененная редакция, Изм. №1)**

Стандарт, а также информация о его изменении публикуется в корпоративном пространстве SharePoint по ссылкам:

ТехноНИКОЛЬ > Техническая Дирекция > Стандартизация и Сертификация > СТАНДАРТИЗАЦИЯ > СТАНДАРТЫ ТехноНИКОЛЬ > СТО на системы > Системы тепловой изоляции оборудования и трубопроводов , а также, в пространстве корпоративного портала: <https://portal.tn.ru:4433> в разделе «Информация / Сертификаты».

**(Измененная редакция, Изм. №1)**

© ООО «ТехноНИКОЛЬ — Строительные Системы», 2015

*Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован, распространен и использован другими организациями в своих интересах, без договора с ООО «ТехноНИКОЛЬ – Строительные Системы»*

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Область применения.....	5
2 Нормативные ссылки.....	5
3 Термины и определения.....	6
4 Конструктивные решения систем теплоизоляции.....	7
5 Особенности проектирования систем.....	15
6 Требования к материалам и изделиям теплоизоляционных систем.....	16
7 Основные положения по эксплуатации теплоизоляционных систем.....	20
Приложение А. Пример расчета (методика) толщины тепловой изоляции оборудования и трубопроводов по заданному значению плотности теплового потока (тепловых потерь) ..	22
Приложение Б. Пример расчета (методика) толщины тепловой изоляции оборудования и трубопроводов по заданной температуре на поверхности изоляции (отвечающей требованиям техники безопасности) .....	25
Приложение В. Пример расчета (методика) толщины тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с целью предотвращения конденсации влаги на поверхности изоляции. . . .	27
Приложение Г. Пример расчета (методика) толщины тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, с целью предотвращения замерзания содержащейся в них жидкости . . . .	29
Приложение Д. Пример расчета (методика) толщины тепловой изоляции трубопроводов по заданному снижению (повышению) температуры вещества, транспортируемого трубопроводами (паропроводами) .....	31
Приложение Е. Рекомендуемые толщины теплоизоляционных материалов для изоляции трубопроводов и оборудования.....	34
Приложение Ж. Нормы расходов материалов и комплектующих.....	45
Приложение З. Альбом технических решений .....	80
Библиография .....	178

## **ВВЕДЕНИЕ**

Стандарт организации содержит требования к проектированию, материалам и конструкциям при устройстве систем тепловой изоляции наружной поверхности оборудования, трубопроводов, газоходов и воздухопроводов, а также различных емкостей и резервуаров.

Настоящий стандарт организации разработан в полном соответствии с действующими строительными нормами и правилами, регламентирует применение материалов, разработанных и поставляемых в соответствии с государственными стандартами или техническими условиями, утвержденными в установленном порядке. Положения, содержащиеся в настоящем документе, могут быть в дальнейшем дополнены, изменены или отменены.

Стандарт может быть использован проектирующими и строительными организациями, а также специалистами строительных инспекций.

---

# СТАНДАРТ ТЕХНОКОЛЬ

---

**СИСТЕМЫ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ.  
Техническое описание. Требования к проектированию, материалам,  
изделиям и конструкциям.**

**SYSTEM HEAT INSULATION OF EQUIPMENT AND PIPELINES.  
Technical description. Requirements for the design, materials, products and designs.**

---

Дата введения — 2015-07-01

## 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий стандарт распространяется на системы тепловой изоляции наружной поверхности оборудования, трубопроводов, газоходов и воздухопроводов, расположенных в зданиях, сооружениях и на открытом воздухе с температурой содержащихся в них веществ от минус 180 до плюс 680 °С, в том числе трубопроводов тепловых сетей. **(Измененная редакция, Изм. №1)**

## 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие нормативные документы:  
ГОСТ 21.405-93 СПДС. Правила выполнения рабочей документации тепловой изоляции оборудования и трубопроводов.

ГОСТ 503-81 Лента холоднокатаная из низкоуглеродистой стали. Технические условия.

ГОСТ 618-2014 Фольга алюминиевая для технических целей. Технические условия.

ГОСТ 2697-83 Пергамин кровельный. Технические условия.

ГОСТ 3282-74 Проволока стальная низкоуглеродистая общего назначения.

Технические условия.

ГОСТ 3560-73 Лента стальная упаковочная. Технические условия.

ГОСТ 4986-79 Лента холоднокатаная из коррозионно-стойкой и жаростойкой стали. Технические условия.

ГОСТ 5582-75 Прокат тонколистовой коррозионно-стойкий, жаростойкий и жаропрочный. Технические условия.

ГОСТ ISO 8673-2014 Гайки шестигранные нормальные (тип 1) с мелким шагом резьбы. Классы точности А и В.

ГОСТ 9438-85 Пленка поливинилбутиральная клеящая. Технические условия.

ГОСТ 10292-74 Стеклотекстолит конструкционный. Технические условия.

ГОСТ 10296-79 Изол. Технические условия.

ГОСТ 10354-82 Пленка полиэтиленовая. Технические условия.

ГОСТ 10621-80 Винты самонарезающие с полукруглой головкой для металла и пластмассы. Конструкция и размеры.

ГОСТ 10923-93 Рубероид. Технические условия.

ГОСТ 13726-97 Ленты из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия.

ГОСТ 14918-80 Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий. Технические условия.

ГОСТ 15879-70 Стеклорубероид. Технические условия.

ГОСТ 16398-81 Пленка винилпластовая каландрированная. Технические условия.

ГОСТ 16523-97 Прокат тонколистовой из углеродистой стали качественной и обыкновенного качества общего назначения. Технические условия.

ГОСТ 17314-81 Устройства для крепления тепловой изоляции стальных сосудов и аппаратов. Конструкция и размеры

ГОСТ 18124-2012 Листы асбестоцементные плоские. Технические условия.

ГОСТ 20429-84 Фольгоизол. Технические условия

ГОСТ 21631-76 Листы из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия

ГОСТ 25951-83 Пленка полиэтиленовая термоусадочная. Технические условия.

СП 61.13330.2012 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003.

**Примечание** – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил и/или классификаторов) в информационной системе общего пользования - на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячно издаваемого информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт (документ), на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта (документа) с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт (документ), на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта (документа) с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт (документ), на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт (документ) отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

**(Измененная редакция, Изм. №1)**

### 3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 плотность теплоизоляционного материала,  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>:** Величина, определяемая отношением массы материала ко всему занимаемому им объему, включая поры и пустоты.

**3.2 коэффициент теплопроводности,  $\lambda$ , Вт/(мЧ°С):** Количество теплоты, передаваемое за единицу времени через единицу площади изотермической поверхности при температурном градиенте, равном единице.

**3.3 расчетная теплопроводность:** Коэффициент теплопроводности теплоизоляционного материала в эксплуатационных условиях с учетом его температуры, влажности, монтажного уплотнения и наличия швов в теплоизоляционной конструкции.

**3.4 паропроницаемость, мг/(м × ч × Па):** Способность материала пропускать водяные пары, содержащиеся в воздухе, под действием разности их парциальных давлений на противоположных поверхностях слоя материала.

**3.5 температуростойкость:** Способность материала сохранять механические свойства при повышении или понижении температуры. Характеризуется предельными температурами применения, при которых в материале обнаруживаются неупругие деформации (при повышении температуры) или разрушение структуры (при понижении температуры) под сжимающей нагрузкой.

**3.6 уплотнение теплоизоляционных материалов:** Монтажная характеристика, определяющая плотность теплоизоляционного материала после его установки в проектное положение

в конструкции. Уплотнение материалов характеризуется коэффициентом уплотнения, значение которого определяется отношением объема материала или изделия к его объему в конструкции.

**3.7 теплоизоляционная конструкция:** Конструкция, состоящая из одного или нескольких слоев теплоизоляционного материала (изделия), защитно-покровного слоя и элементов крепления. В состав теплоизоляционной конструкции могут входить пароизоляционный, предохранительный и выравнивающий слои.

**3.8 многослойная теплоизоляционная конструкция:** Конструкция, состоящая из двух и более слоев различных теплоизоляционных материалов.

**3.9 покровный слой:** Элемент конструкции, устанавливаемый по наружной поверхности тепловой изоляции для защиты от механических повреждений и воздействия окружающей среды.

**3.10 пароизоляционный слой:** Элемент теплоизоляционной конструкции оборудования и трубопроводов с температурой ниже температуры окружающей среды, предохраняющий теплоизоляционный слой от проникновения в нее паров воды вследствие разности парциальных давлений пара у холодной поверхности и в окружающей среде.

**3.11 предохранительный слой:** Элемент теплоизоляционной конструкции, входящий, как правило, в состав теплоизоляционной конструкции для оборудования и трубопроводов с температурой поверхности ниже температуры окружающей среды с целью защиты пароизоляционного слоя от механических повреждений.

**3.12 расчетная толщина:** толщина теплоизоляционного материала, установленного в конструкцию, необходимая для обеспечения нормативных требований по плотности теплового потока, температуры на поверхности, предотвращения образования конденсата и др.

**3.13 температурные деформации:** Тепловое расширение или сжатие изолируемой поверхности и элементов конструкции под воздействием изменения температурных условий при монтаже и эксплуатации изолируемого объекта.

## 4 КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ

В состав конструкции систем тепловой изоляции для поверхностей в качестве обязательных элементов должны входить:

- теплоизоляционный слой;
- пароизоляционный слой (для поверхностей с отрицательной температурой);
- покровный слой;
- элементы крепления.

В зависимости от применяемых конструктивных решений в состав конструкции дополнительно могут входить:

- выравнивающий слой;
- предохранительный слой.

Предохранительный слой следует предусматривать при применении металлического покровного слоя для предотвращения повреждения пароизоляционных материалов

Конструктивные решения тепловой изоляции на основе изделий из минеральной ваты определяются параметрами изолируемого объекта, назначением и условиями эксплуатации теплоизоляционных конструкций и видом защитно-покровных материалов и рекомендуются к применению в трубопроводах и оборудовании в соответствии с настоящим стандартом.

### 4.1 Системы теплоизоляции трубопроводов

4.1.1 Система тепловой изоляции трубопроводов представляет собой многослойную конструкцию, состоящую из теплоизоляционного и покровного слоев с элементами крепления (рис 4.1).

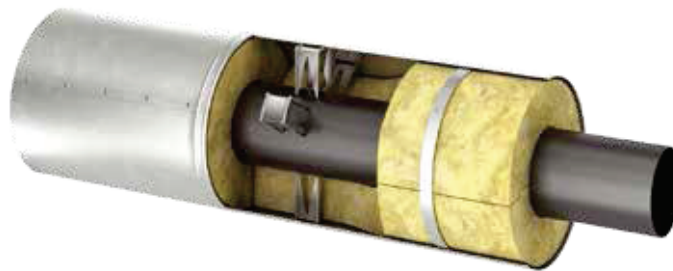


Рисунок 4.1. – Система теплоизоляции трубопроводов ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод

4.1.2 Теплоизоляция трубопроводов холодного водоснабжения, кондиционирования и холодильного оборудования производится с целью предотвращения промерзания труб, образования на них конденсата, появления коррозии, а также от нежелательного нагрева труб. Основными же задачами изоляции горячих трубопроводов является снижение теплопотерь, повышение эффективности использования нагревательного оборудования, защита от ожогов. Кроме того, изоляция труб служит для гашения нежелательных шумовых эффектов, неизбежно возникающих в случаях перепада давления внутри труб.

В качестве теплоизоляции используются цилиндры, маты, прошивные маты или ламельные маты из каменной ваты на основе горных пород базальтовой группы.

4.1.3 В качестве пароизоляции следует применять продукцию (цилиндры или маты) кашированную фольгой. Стыки фольгированной теплоизоляции проклеиваются алюминиевым скотчем, что обеспечивает в конечном итоге надежный пароизоляционный слой. Внутри помещения, при условии отсутствия внешних механических воздействий, фольгированный материал может выполнять функцию также финишного покрытия.

4.1.4 Цилиндры являются наиболее удобной формой при изоляции трубопроводов небольших диаметров от 18 до 324 мм и температурой изолируемой поверхности не более +640 °С (рис 4.2). Цилиндры устанавливаются на трубу вплотную друг к другу с разбежкой горизонтальных швов и закрепляются на трубопроводе бандажами. Допускается монтаж цилиндров в один или несколько слоев. Возможно применение металлических или пластиковых бандажей. Расстояние от края цилиндра до бандаж – 100 мм, а интервал между бандажами – 300 мм для проволоки и 600 мм для пластиковой или металлической ленты. В качестве бандаж возможно использовать проволоку диаметром ~0,7- 0,9 мм из оцинкованной стали при внешнем диаметре цилиндра менее 500 мм, стальная или пластиковая лента 13 x 0,4 мм при внешнем диаметре цилиндра  $\geq 500$  мм, и при изоляции трубопровода с температурой теплоносителя более чем +200 °С, используется только стальная лента. Бандажи закрепляются пряжками. Защитное покрытие может крепиться бандажами или винтами.

**(Измененная редакция, Изм. №1)**



Рисунок 4.2. – Цилиндр ТЕХНО



Отводы трубопроводов изолируют цилиндрами, предварительно разрезанными на сегменты. Угол реза (обычно 30 градусов) и количество частей определяется по месту. Цилиндры соединяются встык по линии реза.

При применении цилиндров на вертикальных участках трубопроводов через каждые 3,6 метра по высоте трубы следует устанавливать разгружающие устройства для предотвращения сползания теплоизоляционного слоя и покрытия.

Изоляцию трубопроводов, расположенных в помещении или температурой теплоносителя ниже +12 °С, рекомендуется производить цилиндрами кашированными алюминиевой фольгой, швы и стыки следует герметизировать алюминиевым скотчем. Такое покрытие может служить финишным и не требует устройства дополнительных пароизоляционных слоев. В помещении так же не требуется устройство дополнительного покровного слоя при условии отсутствия возможности механического повреждения.

При температуре изолируемой поверхности свыше + 200 °С необходимо использовать опорные скобы. Устанавливается три скобы по диаметру в верхней части конструкции и одна снизу, с шагом 500-600 мм (рис 4.3).

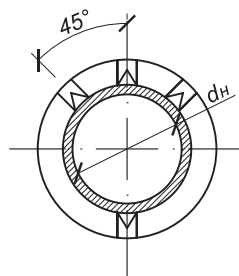


Рисунок 4.3. – Опорные скобы

4.1.5 Маты и прошивные маты из каменной ваты преимущественно применяются для изоляции трубопроводов большого диаметра с температурой на поверхности до +750 °С. Маты наматываются на трубопроводы в один или несколько слоев и фиксируются при помощи хомутов из металлической проволоки или пластиковой ленты. Маты устанавливаются вплотную, избегая нахлестов полотен. Коэффициент уплотнения зависит от вида применяемого материала, его толщины и диаметра трубопровода и может иметь значение в диапазоне от 1,0 до 1,35. При изоляции трубопроводов диаметром более 325 мм каждый слой изделия в нижней части трубопровода рекомендуется укреплять подвесками из проволоки, устанавливая их с шагом 600 мм, которыми прокалывают маты и закрепляют на поверхности изолируемого трубопровода. Стыки матов с обкладкой металлической сеткой сшиваются проволокой или скобами с шагом 100 мм.

В теплоизоляционных конструкциях толщиной до 80 мм на горизонтальных трубопроводах предусмотрена установка опорных скоб высотой, соответствующей толщине изоляции. Скобы изготавливаются из алюминия или оцинкованной стали в зависимости от материала покровного слоя. На горизонтальные трубопроводы диаметром от 108 мм скобы устанавливаются с шагом 600 мм по длине трубопровода.

На трубопроводы наружным диаметром 530 мм и более устанавливается три скобы по диаметру в верхней части конструкции и одна снизу, с шагом 500-600 мм.

В горизонтальных теплоизоляционных конструкциях толщиной свыше 100 мм и диаметром 108 мм и более предусмотрена установка опорных колец из ленты стальной горячекатаной с теплоизоляционными прокладками. Шаг установки колец – 3 м. Опорные кольца для трубопроводов диаметром 530 мм и более изготавливают из 2-4 элементов, которые стягиваются болтами 8 x 50 мм и гайками.

4.1.6 Маты ламельные применяются для изоляции трубопроводов с температурой на поверхности не более +250 °С и диаметром от 219 мм. Маты кашируются фольгой и не требуют дополнительного пароизоляционного слоя при проклейке швов алюминиевым скотчем. С целью крепления

тепловой изоляции из матов ламельных в один слой для трубопроводов наружным диаметром 219-273 мм, кроме проклейки швов, устанавливают три бандаж на мат шириной 1200 мм. Бандаж изготавливают из алюминиевой ленты толщиной 0,5-0,8 мм. Ширина бандаж 20-40 мм. Отступ от края мата 100 мм. Расстояние между бандажми 500 мм. Под металлические бандажми рекомендуется устанавливать подкладки из стеклопластика рулонного или клейкой алюминиевой ленты, для предотвращения повреждения фольги.

При изоляции трубопроводов диаметром более 273 мм крепление матов в один слой осуществляется бандажми и подвесками. Бандажми устанавливаются с отступлением 100 мм от края мата и посередине. Подвески устанавливаются посередине между бандажми. Места проколов должны быть проклеены клейкой алюминиевой лентой. При изоляции в два слоя для крепления внутреннего слоя вместо бандажми можно применить проволочные кольца. При толщине изоляции из матов ламельных в 20 и 30 мм подвески можно не устанавливать.

При расположении трубопроводов с отрицательными температурами на открытом воздухе, по теплоизоляционному слою фольгированных материалов, рекомендуется устанавливать защитное покрытие. При металлическом защитном покрытии следует предусматривать предохранительный слой из волокнистых материалов (полотно холстопршивное, стеклохолст, стеклорогожка и т.д.) или стеклоткани для предотвращения повреждения фольги.

В конструкциях тепловой изоляции с металлическим покровным слоем при толщине тепловой изоляции менее 80 мм под покрытие следует устанавливать опорные скобы с шагом 500 мм. На трубопроводы наружным диаметром 530 мм и более устанавливаются три скобы по диаметру в верхней части конструкции и одна снизу. Опорные скобы трубопроводов с отрицательными температурами должны иметь прокладку из малотеплопроводного материала (текстолита, деревянных брусков и т.п.).

При толщине изоляции 100 мм и более следует применять опорные кольца, которые устанавливаются с шагом 3,6 м по горизонтали. Опорные кольца изготавливаются из ленты стальной горячекатаной 2'30 мм с прокладками из асбестового картона. Опорные кольца устанавливаются на трубопроводы диаметром от 219 мм и более. Опорные кольца для трубопроводов диаметром от 530 мм и выше изготавливаются из 2-4 элементов, которые стягиваются болтами 8 x 50 мм и гайками.

4.1.7 Кроме трубопровода, необходимо изолировать фланцевую и приварную арматуру и фланцевые соединения, на которых они установлены. Для изоляции применяются цилиндры или прошивные маты.

Рекомендуется применение цилиндров в качестве теплоизоляционного слоя в конструкциях тепловой изоляции для фланцевых соединений и фланцевой арматуры с диаметром фланцев, не превышающем диаметр теплоизоляционной конструкции трубопровода и арматуры муфтовой.

При этом длина вкладыша из цилиндра должна быть равна длине фланцевого соединения или арматуры, включая присоединительные фланцы, плюс две длины болта, соединяющего фланцевый разъем, плюс 200 мм для установки на изоляцию трубопровода. При изоляции муфтовой арматуры цилиндры устанавливаются встык с изоляцией трубопровода под общим покрытием. Разъем цилиндра совмещается с осью привода арматуры, под привод в цилиндре делается вырез по его размер. Цилиндр закрепляется двумя бандажми с пряжками. Поверх цилиндра устанавливается съемный кожух.

Прошивные маты на изолируемом объекте крепятся бандажми с пряжками.

Если диаметр арматуры более 500 мм маты дополнительно фиксируются вязальной проволокой. Поверх изоляции необходимо устанавливать съемный металлический кожух. Крепление кожуха может осуществляться замками, приваренными непосредственно к кожуху, или бандажми с замками, устанавливаемыми поверх кожуха.

Ширина прошивных матов, применяемых для изоляции фланцевой арматуры и соединений, должна быть равна длине соединения или арматуры включая присоединительные фланцы плюс две длины болта, соединяющие фланцевый разъем плюс не менее чем 200 мм (для установки

на изоляцию трубопровода). При изоляции приварной арматуры прошивные маты устанавливаются встык с изоляцией трубопровода под съемное покрытие.

## 4.2 Системы теплоизоляции промышленного оборудования

4.2.1 Система тепловой изоляции промышленного оборудования представляет собой многослойную конструкцию, состоящую из теплоизоляционного и покровного слоев с элементами крепления (рис 4.4). **(Измененная редакция, Изм. №1)**

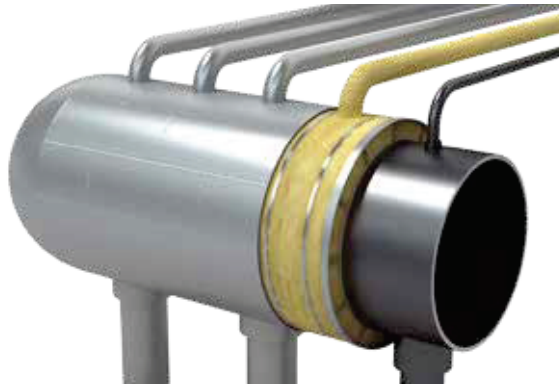


Рисунок 4.4. – Система теплоизоляции промышленного оборудования  
ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование

4.2.2 Задача теплоизоляции в холодных системах – ограничить воздействие на оборудование теплых потоков воздуха из окружающего пространства. Важно предотвратить промерзание, не допустить нагрева внутреннего содержимого, не допустить образования на поверхности конденсата, появления коррозии. Установки с высокими температурами необходимо изолировать для повышения эффективности использования нагревательного оборудования.

В системах с горячими установками требуется сокращение потерь тепла и снижение расхода энергоресурсов. Таким образом теплоизоляция способствует снижению затрат на эксплуатацию объекта. На производственных предприятиях горячие установки изолируют так же для того, чтобы исключить вероятность ожогов от соприкосновения с их поверхностью.

4.2.3 В качестве теплоизоляционного слоя в системах тепловой изоляции промышленного оборудования применяются маты, маты прошивные и маты ламельные. Маты могут устанавливаться в один или два слоя с разбежкой швов с целью минимизации потерь тепла в стыках теплоизоляционных матов. Выбор изоляционного материала и способа его крепления зависит от сложности геометрии и эксплуатационных показателей (температура, вибрация и пр.).

4.2.4 Для горизонтальных аппаратов наружным диаметром от 530 до 1420 мм вкл. (емкостей, теплообменников и др.) преимущественно предусматривается крепление теплоизоляционного слоя на проволочном каркасе. Кольца из проволоки диаметром 2 – 3 мм с шагом 600 мм, устанавливаются по поверхности аппаратов. Стяжки из проволоки диаметром 1,2 мм крепятся пучками по периметру колец на расстоянии 600 мм друг от друга по дуге. Количество стяжек определяется числом теплоизоляционных слоев: 4 стяжки - для однослойной изоляции, 6 стяжек – для двухслойной изоляции. Поверх каркаса устанавливаются бандажи из ленты 0,7 x 20 мм с шагом 600 мм. Опорные кольца устанавливаются у фланцевых соединений аппаратов, у днищ и с интервалом не более 2 метров. Элементы опорных конструкций могут быть приварными или крепиться с помощью болтов. Рекомендуется предусматривать окраску элементов из черной стали для предотвращения коррозии. Крепление элементов покрытия оборудования с положительными температурами осуществляется самонарезающими винтами 4 x 12 мм. В покрытии должны быть предусмотрены температурные швы. Допускается крепление теплоизоляции в один или несколько слоев бандажами и подвесками.

4.2.5 В вертикальных аппаратах наружным диаметром от 530 до 1420 мм (теплообменников, колонн, емкостей) для колец и струн, устанавливаемых по поверхности аппарата, в качестве крепления используются проволока диаметром 2–3 мм, для стяжек проволока диаметром 1,2 мм, для колец, устанавливаемых по внутренним теплоизоляционным слоям в многослойных конструкциях или по наружному слою вместо бандажей. Кольца и бандажи устанавливаются с шагом 600 мм. Разгружающие устройства (кольца, кронштейны) устанавливаются у фланцевых соединений и днищ аппаратов и с шагом 2–3 метра по высоте аппарата. Они могут быть приварными или с креплением элементов конструкций на болтах. Диафрагмы, устанавливаемые на разгружающие устройства, не должны касаться защитного покрытия. Элементы защитного покрытия скрепляются между собой и с элементами опорных конструкций аппаратов самонарезающими винтами, шурупами, болтами и гайками, замками и т.д. в зависимости от его конструкции.

4.2.6 Для горизонтальных аппаратов наружным диаметром от 1020 мм и более может быть предусмотрено комбинированное крепление теплоизоляционного слоя штырями и стяжками. Для крепления используются штыри и стяжки устанавливаются с шагом 600 x 600 мм в заранее приваренные скобы или 300 x 300 мм по поверхности аппаратов, причем с более частым шагом в нижней части аппарата. Бандажи с шагом 600 мм устанавливаются по наружному слою после закрепления штырями и стяжками теплоизоляционных слоев. Устанавливаемые на поверхностях внутренних слоев технической изоляции бандажи заменяются на кольца из проволоки толщиной 2 мм. Дополнительно возможна установка струн из проволоки 2 мм в нижней части аппаратов. Скобы из ленты 3 x 30 мм привариваются на заводе в соответствии с ГОСТ 17314, устанавливающим размеры скоб и шаг их приварки на аппарате. Штыри и стяжки устанавливаются в скобы попеременно. Дополнительное крепление осуществляется бандажами из ленты 0,7 x 20 мм и горизонтальными струнами. Элементы опорных конструкций устанавливаются по такому же принципу, что и для аппаратов меньшего диаметра. Вставные штыри выполняются из проволоки диаметром 4–5 мм. При расчете длины штыря необходимо учитывать толщину теплоизоляционного слоя, ширину скобы и загиб штыря на теплоизоляции. Для однослойной изоляции применяют одинарные штыри, для двухслойной – двойные. При изоляции в три слоя на штырь крепят два слоя изоляции и загибают его с одной стороны, потом крепят третий и загибают штырь с другой его стороны. Величина загиба – 40 или 50 мм. Размеры одинарных и двойных штырей регламентируются ГОСТ 17314.

4.2.7 Для вертикальных аппаратов, наружным диаметром более 1020 мм также может быть предусмотрено комбинированное крепление из штырей и стяжек, которые закрепляются в скобы. Возможно крепление теплоизоляционных слоев аналогично горизонтальным. Либо другой вариант крепления – вместо опорных колец устанавливаются разгружающие устройства у фланцевых соединений и днищ аппаратов, с шагом 3 метра. Струны из проволоки 2 мм по наружному слою предусмотрены с целью фиксации бандажей. Элементы защитного покрытия крепятся, как указано выше.

4.2.8 Для изоляции вертикальных и горизонтальных аппаратов возможно использовать теплоизоляции в один или два слоя креплением на штырях. Крепление теплоизоляционного слоя штырями предусматривается для вертикальных и горизонтальных поверхностей с большим радиусом кривизны и плоских поверхностей (резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов, баки–аккумуляторы горячей воды, резервуары питьевой воды и для технических нужд, в том числе противопожарных, металлические стволы дымовых труб, другое крупногабаритное оборудование). Крепление теплоизоляционного слоя осуществляется с помощью вставных или приварных штырей с дополнительной их перевязкой проволокой диаметром 2 мм или с установкой бандажей. В отдельных случаях на объектах, подвергающихся большим ветровым, снеговым нагрузкам или вибрации дополнительно устанавливается металлическая сетка, которая крепится штырями. Изолируемые поверхности должны иметь приварные опорные и разгружающие конструкции. Защитное покрытие крепится, как указано выше с соблюдением требований СП 61.13330.2012 Тепловая Изоляция Оборудования и Трубопроводов.

Для теплоизоляции днища вертикальных и горизонтальных аппаратов рекомендуется применять минераловатные маты ТЕХНО. В зависимости от диаметра и конфигурации днищ

аппаратов крепление теплоизоляционного слоя может осуществляться с помощью проволочных стяжек и бандажей или струн из проволоки диаметром 2 мм; штырей со стяжками, бандажами или струнами; штырями, бандажами или струнами. Как правило, одним концом бандажи и струны крепятся к проволочному кольцу, привариваемому или завязанному вокруг патрубка, другим – к проволочному или опорному кольцу (разгружающему устройству), которые устанавливаются у днища.

Для люков и фланцевых соединений аппаратов предусматриваются съемные теплоизоляционные конструкции, аналогичные конструкциям для изоляции фланцевых соединений аппаратов. Конструкции могут быть полносборные – в виде полуфутляров или футляров, и комплектные – в виде матрацев и кожухов.

### 4.3 Системы теплоизоляции емкостей и резервуаров

4.3.1 Система тепловой изоляции емкостей и резервуаров представляет собой многослойную конструкцию, состоящую из теплоизоляционного и покровного слоев с элементами крепления (рис 4.5).



Рисунок 4.5. – Система теплоизоляции емкостей и резервуаров ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ  
Емкости и резервуары

4.3.2 При теплоизоляции резервуаров с холодными носителями, самое пристальное внимание необходимо уделять защите конструкции от выпадения конденсата, в особых случаях – обледенения. При изоляции горячих емкостей решаются задачи эффективности нагревательного оборудования, потеря тепла при хранении и защиты персонала от ожогов при контакте с поверхностью.

4.3.3 В качестве теплоизоляционного слоя в системах тепловой изоляции промышленного оборудования применяются маты, маты прошивные и плиты из минеральной ваты. Наиболее эффективный способ изоляции – многослойное утепление. Таким образом обеспечивается достаточная толщина изоляционного слоя и его механическая прочность. В зависимости от вида емкости применяют от двух до четырех слоев. В качестве нижнего слоя применяют маты, в качестве верхнего могут применяться те же маты или более плотные плиты, которые будут воспринимать на себе внешние нагрузки.

4.3.4 Теплоизоляционные плиты крепятся к стенке резервуара путем навешивания их на приварные штыри, шаг установки штырей 300x300 мм, или при помощи струн из проволоки диаметром 2 мм или стяжными бандажами. При креплении плит струнами или бандажами необходимо предусмотреть вертикальные опорные конструкции (планки, уголки и т.д.) с шагом 3,6 – 4,8 м. Возможна дополнительная фиксация плит перевязкой проволокой с креплением за штыри.

4.3.5 Маты и прошивные маты крепятся к стенке резервуара штырями или приварными штифтами. Шаг крепления рассчитывается с учетом типоразмера применяемого материала. Возможна дополнительная фиксация матов перевязкой проволокой. Для предотвращения сползания материала необходимо предусматривать опорные конструкции с шагом 3,6 – 4,8 м.

4.3.6 На крыше резервуара применяются те же теплоизоляционные материалы, что и для изоляции стенок. Теплоизоляционный слой на крыше больше, чем на стенках, т.к. в верхней части резервуар имеет более высокую температуру. Теплоизоляционный материал на крыше укладывается между элементами каркаса и крепится струнами.

4.3.7 В холодных системах необходимо предусмотреть устройство пароизоляционного слоя поверх слоя теплоизоляции (п.6.2). Все швы в слое пароизоляции необходимо герметизировать и устанавливать предохранительный слой из стекловолокнистых материалов между пароизоляцией и покровным слоем.

4.3.8 В качестве покровного слоя применяются листы из алюминия и алюминиевых сплавов толщиной 1 мм или листы из оцинкованной стали, толщиной 0,8 – 1,0 мм, в том числе профилированные. Для крепления металлического покрытия могут быть предусмотрены опорные конструкции из вертикально и горизонтально расположенных стальных уголков или планок. Защитное покрытие при этом крепится винтами.

#### 4.4 Системы теплоизоляции воздуховодов

4.4.1 Система тепловой изоляции воздуховодов представляет собой многослойную конструкцию, состоящую из теплоизоляционного и пароизоляционного слоев с элементами крепления (рис 4.6).

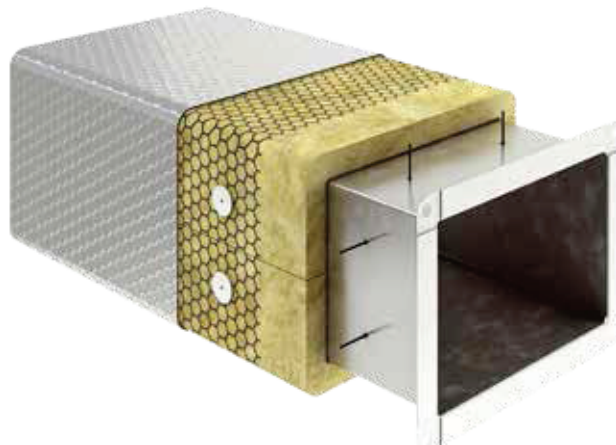


Рисунок 4.6. – Система теплоизоляции воздуховодов ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Воздуховод

4.4.2 Вентканалы и дымовые трубы (дымоходы) с горячим воздухом или газом необходимо теплоизолировать для предотвращения остывания воздуха внутри канала, также теплоизоляция напрямую влияет на тягу в вентиляционном канале. Холодные воздуховоды необходимо защищать от нагревания и выпадения конденсата. Помимо этого, материалы на основе каменной ваты решают задачи шумоизоляции. При применении негорючих материалов, прошедших огневые испытания, можно одновременно решать проблему огнезащиты (см. «Руководство по проектированию и устройству конструктивной огнезащиты строительных конструкций ТехноНИКОЛЬ» [1]).

4.4.3 Для изоляции воздуховодов круглого сечения подойдут ламельные маты, цилиндры фольгированные и маты фольгированные. Для изоляции воздуховодов прямоугольного сечения рекомендуется применение ламельных матов и матов фольгированных.

4.4.4 Крепление теплоизоляции может осуществляться двумя способами: бандажами или на приварные штифты. При изоляции воздуховодов прямоугольного сечения небольших размеров кре-

пление матов производится бандажами из алюминиевой ленты через прокладки или проволокой. На сгибах под бандажи сверху прокладки могут быть установлены накладки из алюминиевого листа для сохранения формы конструкции и предотвращения повреждения фольги на углах конструкции.

Также крепление может осуществляться штифтами с фиксацией мата при помощи прижимных шайб и последующей заделкой мест проколов фольгированного покрытия алюминиевым скотчем. Приварные штифты располагают на поверхности воздуховода с шагом 300-400 мм по длине и ширине. Длина штифта подбирается, исходя из толщины теплоизоляционного слоя и запаса 2-3 мм для фиксации шайбы. Расстояние от края составляет 100-150 мм. Для приварки штифтов рекомендуется применять конденсаторную сварочную установку типа BOHL GS 35.

## 5 ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ

5.1 Проектирование системы утепления должно осуществляться путем привязки к конкретному техническому заданию в соответствии с разработанным для нее Альбомом технических решений. В состав технического задания должно входить:

- наименование объекта с указанием места нахождения;
- стадийность проектирования;
- перечень изолируемого оборудования с указанием геометрических размеров;
- характеристику веществ, содержащихся в изолируемом объекте;
- расположение изолируемого объекта и расчетную температуру окружающего воздуха;
- наличие греющих элементов (трубопроводов-спутников или термоэлектрического кабеля);
- указания о назначении теплоизоляционной конструкции (обеспечение заданного теплового потока, предотвращение конденсации влаги на поверхности, обеспечение заданной температуры на поверхности и т. д.)
- специальные требования к теплоизоляционным конструкциям (если таковые имеются).

5.2 Проектируемая система, ее элементы, материалы и комплектующие изделия должны соответствовать требованиям нормативных документов: стандартов, технических условий, технических свидетельств, региональных и ведомственных норм проектирования, утвержденных в установленном порядке.

5.3 Разработка проекта тепловой изоляции трубопроводов или оборудования должно осуществляться в соответствии с одним из нижеприведенных требований в зависимости от исходных данных

Тепловая изоляция паропроводов может выполняться с целью обеспечения:

- заданной плотности теплового потока;
  - заданного падения температуры пара (для паропроводов перегретого пара);
  - заданного количества образующегося конденсата (для паропроводов насыщенного пара)
- при заданной температуре окружающей среды.

Тепловая изоляция дымовых труб и газоходов рассчитывается с учетом расхода, температурных параметров и влажности газов и температуры окружающей среды.

Тепловая изоляция трубопроводов и оборудования с положительными температурами теплоносителя может выполняться:

- с целью обеспечения заданной или нормативной плотности теплового потока;
- с целью обеспечения допустимой температуры на поверхности изоляции;
- в соответствии с технологическими требованиями (например, предотвращение снижения температуры теплоносителя).

Тепловая изоляция трубопроводов с отрицательными температурами теплоносителя может выполняться:

- в соответствии с технологическими требованиями с целью предотвращения или ограничения испарения теплоносителя;

- с целью предотвращения конденсации влаги на поверхности изолируемого объекта;
- с целью предотвращения повышения температуры хладагента не выше заданного значения;
- по нормам плотности теплового потока.

Тепловая изоляция трубопроводов холодного водоснабжения:

- с целью предотвращения конденсации влаги на поверхности изолируемого объекта, расположенного в помещении;
- с целью предотвращения замерзания воды при остановке ее движения в трубопроводе, расположенном на открытом воздухе.

5.4 Расчет толщин тепловой изоляции оборудования и трубопроводов осуществляется в соответствии с СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

5.5 Проектная документация на систему утепления должна разрабатываться в соответствии с требованиями ГОСТ 21.405. Рабочая документация по тепловой изоляции включает:

- основной комплект рабочих чертежей теплоизоляционных конструкций;
- технологическую монтажную ведомость;
- спецификацию оборудования.

## 6 ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ И ИЗДЕЛИЯМ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ

### 6.1 Теплоизоляционные материалы

В качестве теплоизоляции применяют маты «Мат ТЕХНО 40» (ТУ 5762-006-74182181-2014 с изм.1), прошивные маты «Мат Прошивной ТЕХНО» (ТУ 5762-006-74182181-2014 с изм.1), ламельные маты «Мат Ламельный ТЕХНО» (ТУ 5762-006-74182181-2014 с изм.1), плиты «Плита ТЕХНО Т» (ТУ 5762-004-74182181-2014) и цилиндры «Цилиндр ТЕХНО» (ТУ 5762-021-74182181-2014 с изм.1) из каменной ваты на основе горных пород базальтовой группы. **(Измененная редакция, Изм. №1)**

Материалы могут выпускаться как без обкладочного материала, так и кашированные различными типами обкладок с одной стороны или нескольких сторон. При этом в маркировке добавляется соответствующий индекс. Тип обкладки и соответствующие им индексы указаны в таблице 6.1.

Таблица 6.1 (Измененная редакция, Изм. №1)

Тип обкладочного материала	Обозначение
Фольга алюминиевая армированная	ФА
Фольга алюминиевая не армированная	Ф
Фольга алюминиевая на бумажной основе армированная	ФАБ
Стеклоткань фольгированная	СТФ
Стеклохолст	СХ
Стеклоткань	СТ
Сетка из нержавеющей стальной проволоки	НП
Сетка из стальной гальванизированной проволоки	ГП

**Примечание** – Прошивка матов осуществляется стальной проволокой



Физико-технические свойства теплоизоляционных материалов должны соответствовать требованиям, указанным в таблицах 6.2 – 6.4.

Таблица 6.2 (Измененная редакция, Изм. №1)

Наименование показателя	Значение для матов марок					
	Мат ТЕХНО 40	Мат Прошивной ТЕХНО 50	Мат Прошивной ТЕХНО 80	Мат Прошивной ТЕХНО 100	Мат Ламельный ТЕХНО 35	Мат Ламельный ТЕХНО 50
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	40(±5)	50(±5)	80(±8)	100(±10)	35(±3)	50(±5)
Теплопроводность, Вт/(м·°С) при температуре не более						
10 °С	0,034	0,034	0,033	0,034	0,039	0,038
25 °С	0,037	0,036	0,035	0,037	0,041	0,040
125 °С	0,055	0,055	0,046	0,045	0,061	0,060
300 °С	0,115	0,114	0,086	0,079	—	—
Упругость, %, не менее	90	90	90	90	—	—
Сжимаемость, %, не более	40	40	30	25	15	10
Содержание органических веществ, % по массе, не более	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	2,5
Влажность, % по массе, не более	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Степень горючести	НГ	НГ	НГ	НГ	Г1	Г1
Длина, мм	3500, 4000, 4500	2400, 4800	2400, 4800	2400, 4800	1000–12000	1000–12000
Толщина, мм	30–100	30–100	30–100	30–100	30–100	30–100
Ширина, мм	1200	1200	1200	1200	1200	1200

**Примечание** – Маты с покрытием армированной алюминиевой фольгой относятся к группе Г1 (слабогорючие)

Таблица 6.3 (Измененная редакция, Изм. №1)

Наименование показателя	Значение для плит марок					
	Плита ТЕХНО Т 40	Плита ТЕХНО Т 60	Плита ТЕХНО Т 80	Плита ТЕХНО Т 100	Плита ТЕХНО Т 120	Плита ТЕХНО Т 150
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	40(±4)	60(±6)	80(±8)	100(±10)	120(±15)	150(±15)
Теплопроводность, Вт/(м·°С) при температуре не более						
10 °С	0,034	0,033	0,034	0,033	0,034	0,035
25 °С	0,038	0,037	0,036	0,036	0,038	0,039
125 °С	0,054	0,053	0,052	0,051	0,050	0,051
300 °С	0,116	0,093	0,086	0,081	0,080	0,077

## Окончание таблицы 6.3

Наименование показателя	Значение для плит марок					
	Плита ТЕХНО Т 40	Плита ТЕХНО Т 60	Плита ТЕХНО Т 80	Плита ТЕХНО Т 100	Плита ТЕХНО Т 120	Плита ТЕХНО Т 150
Прочность на сжатие 10% деформации, кПа, не менее	—	—	10	15	20	20
Сжимаемость, %, не более	20	10	—	—	—	—
Содержание органических веществ, % по массе, не более	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0	3,0
Водопоглощение, % по объему, не более	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Влажность, % по массе, не более	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Степень горючести	НГ	НГ	НГ	НГ	НГ	НГ
Длина, мм	1200, 2400	1200, 2400	1200, 2400	1200, 2400	1200, 2400	1200, 2400
Толщина, мм	50, 100	50, 100	50, 100	50, 100	50, 100	50, 100
Ширина, мм	600, 1200	600, 1200	600, 1200	600, 1200	600, 1200	600, 1200

**Примечание** – Плиты с покрытием армированной алюминиевой фольгой относятся к группе Г1 (слабогорючие)

Таблица 6.4 (Измененная редакция, Изм. №1)

Наименование показателя	Значение для цилиндров марок	
	Цилиндр ТЕХНО 80	Цилиндр ТЕХНО 120
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	80(±8)	120(±15)
Степень горючести	НГ	НГ
Теплопроводность, Вт/(м·°С) при температуре не более		
10 °С	0,034	0,034
25 °С	0,036	0,037
125 °С	0,048	0,047
300 °С	0,082	0,076
Содержание органических веществ, % по массе, не более	4,5	3,0
Влажность, % по массе, не более	0,5	0,5
Длина, мм	1000, 1200	1000, 1200
Толщина стенки, мм	20–120	20–120
Внутренний диаметр, мм	18–324	18–324

**Примечание** – Цилиндры с покрытием армированной алюминиевой фольгой относятся к группе Г1 (слабогорючие)

## 6.2 Пароизоляционные материалы

При необходимости устройства пароизоляционного слоя в конструкции применяют теплоизоляционные материалы со сдублированным в производственных условиях слоем фольги, при необходимости устройства дополнительной пароизоляции возможно применять следующие материалы:

- полиэтиленовая пленку (ГОСТ 10354);
- пленку поливинилбутиральную клеящую (ГОСТ 9438);
- пленку полиэтиленовую термоусадочную (ГОСТ 25951);
- изол (ГОСТ 10296);
- рубероид (ГОСТ 10923);
- алюминиевую фольгу (ГОСТ 618).

Так же допускается применение других материалов, обеспечивающих требуемый уровень сопротивления паропроницанию не ниже вышеперечисленных материалов.

## 6.3 Материалы кровельного слоя

В помещении, где изоляционная система не будет воспринимать механических воздействий возможно применение теплоизоляционных материалов, кашированных фольгой. В остальных случаях рекомендуется в качестве кровельного слоя применять следующие материалы:

- листы и ленты из нержавеющей стали (ГОСТ 4986 или ГОСТ 5582);
- листы из алюминия и алюминиевых сплавов (ГОСТ 21631), марки АД0, АД1, АМц, АМг2, В95;
- ленты из алюминия и алюминиевых сплавов (ГОСТ 13726), марки АД0, АД1, АМц, АМг2, В95;
- сталь тонколистовую оцинкованную (ГОСТ 14918);
- сталь тонколистовая кровельная (ОСТ 14-11-196 [5]);
- прокат тонколистовой из углеродистой стали (ГОСТ 16523);
- стеклотекстолит конструкционный (ГОСТ 10292);
- пленку винилпластовую каландрированную КПО (ГОСТ 16398);
- рубероид (ГОСТ 10923), марка РКК-420;
- стеклорубероид (ГОСТ 15879);
- толь кровельный и гидроизоляционный (ГОСТ 10999), марки ТКК-350 и ТКК-400;
- пергамин кровельный (ГОСТ 2697);
- изол (ГОСТ 10296);
- листы асбестоцементные плоские (ГОСТ 18124);
- фольгоизол (ГОСТ 20429).

Выбор вида и типа кровельного слоя следует делать с учетом характера и степени агрессивности окружающей среды и производства.

Допускается применение других материалов, обеспечивающих защиту от механических повреждений и воздействия окружающей среды для теплоизоляционных материалов.

## 6.4 Элементы крепления

В качестве элементов крепления (бандажи, пряжки, болты, винты и пр.) могут применяться следующие материалы:

- проволока вязальная (ГОСТ 3282), марки 0,8-0-Ч (для сшивки обкладок), 1,2-0-Ч (для стяжек и спирального крепления), 2-0-Ч (для изготовления струн, колец и подвесок), 4(5)-0-Ч (для изготовления штырей и струн);
- лента холоднокатаная из низкоуглеродистой стали (ГОСТ 503);
- лента стальная упаковочная (ГОСТ 3560), 0,7 x 20 мм;
- ленты из нержавеющей стали (ГОСТ 4986) шириной 20 мм;
- болты (ГОСТ 7798);

- гайки (ГОСТ ISO 8673);
- самонарезающий винт (ГОСТ 10621), 4 x 12.04.019;
- штыри (ГОСТ 17314).

**(Измененная редакция, Изм. №1)**

## **7 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ**

7.1 Обслуживание трубопроводов и оборудования следует производить в соответствии с проектом и нормативно-технической документацией по промышленной безопасности. Лица, осуществляющие обслуживание, проходят подготовку и аттестацию в установленном порядке. По каждой установке (цеху, производству) составляется перечень трубопроводов и/или оборудования и разрабатывается эксплуатационная документация. На каждой установке следует завести эксплуатационный журнал. Контроль безопасной эксплуатации трубопроводов осуществляется в установленном порядке.

На предприятиях необходимо организовать постоянный и периодический контроль технического состояния трубопроводов и оборудования (осмотры, технические освидетельствования).

Все установки подвергаются техническому освидетельствованию с целью:

- оценки их технического состояния наружным осмотром;
- установления сроков и условий их эксплуатации и определения мер, необходимых для обеспечения расчетного ресурса установки;
- выявления потерь топливно-энергетических ресурсов;
- оценки полноты и порядка ведения технической документации по обслуживанию, эксплуатации и ремонту.

Сроки осмотров в зависимости от конкретных условий и состояния трубопроводов и оборудования устанавливаются в документации. Рекомендуется проводить осмотр не реже одного-двух раз в год.

При наружном осмотре необходимо проверять состояние теплоизоляции и покрытия, а также сварных швов, фланцевых и муфтовых соединений, крепежа и устройств для установки приборов, опор, компенсирующих устройств, дренажных устройств, арматуры и ее уплотнений, реперов для замера остаточной деформации, сварных тройниковых соединений, сгибов, отводов и пр.

При осмотре проверяют, не появилось ли провисание изоляции на трубах и аппаратах или ее отставание на горизонтальных поверхностях; измеряют температуру на поверхности изоляции.

Наружный осмотр оборудования и трубопроводов, проложенных открытым способом, при периодических обследованиях допускается производить без снятия изоляции. В необходимых случаях проводится частичное или полное удаление изоляции.

После истечения проектного срока службы независимо от технического состояния трубопровод или оборудование должны быть подвергнут комплексному обследованию (экспертизе промышленной безопасности) с целью установления возможности и сроков дальнейшей эксплуатации.

7.2 После окончания срока эксплуатации теплоизоляционные изделия ТЕХНО подлежат осмотру и оценке физико-механических свойств.

Оценка технического состояния и возможности продолжения эксплуатации изоляционных изделий должна проводиться по следующим критериям:

- внешний вид изделия;
- линейные размеры;
- плотность;
- теплопроводность;
- водопоглощение.

В случае, когда контролируемые показатели по истечении срока эксплуатации остались неизменными относительно приведенных в настоящем СТО или изменились относительно них не более чем на 15% (кроме линейных размеров), эксплуатирующая организация может принять решение о продлении срока службы изоляционного изделия. После окончания периода продления срока службы проводится повторная оценка технического состояния изделий.

При невозможности дальнейшего выполнения (изменение физико-механических свойств более чем на 15%) изоляцией своих теплозащитных функций изделия подлежат демонтажу.

7.3 Допустимое отклонение от заданных (исходных) величин для принятия решения о возможности продолжения эксплуатации теплоизоляционных изделий ТЕХНО:

Геометрические размеры (толщина, длина, ширина) — не допускается.

Плотность — в сторону уменьшения не более 15%, в сторону увеличения не нормируется.

Теплопроводность — в сторону уменьшения показателя не нормируется, в сторону увеличения не более 15%.

Водопоглощение — увеличение не более 15%, в сторону уменьшения не нормируется.

Прочность на сжатие — изменение не более 15% в сторону уменьшения показателя, в сторону увеличения не нормируется.

7.4 В случае замены изоляционной системы, материалы и оборудование, применяемые на ремонтно-восстановительных работах, должны соответствовать материалам и оборудованию, примененным при первоначальной изоляции трубопроводов и оборудования, применение иных материалов должно быть согласовано с разработчиками проектной и рабочей документации на изоляцию объекта.

Все изменения, вносимые в конструкцию изоляции трубопроводов и оборудования в период ремонта, должны быть согласованы с заводом-производителем изоляционных изделий и с проектной организацией, разработавшей проект по изоляции оборудования или трубопроводов.

При механическом повреждении изоляции место повреждения следует очистить от грязи, пыли, масел и пр. и заменить поврежденный участок с учетом технологии изоляции конкретного трубопровода и оборудования.

## Приложение А

### Пример расчета (методика) толщины тепловой изоляции оборудования и трубопроводов по заданному значению плотности теплового потока (тепловых потерь)

1 Определение толщины изоляции по заданной потере тепла является наиболее распространенным случаем расчета тепловой изоляции. Расчет может производиться, исходя из нормативных плотностей теплового потока, и как завершающий этап более сложного расчета, в результате которого определяются тепловые потери, удовлетворяющие производственно-техническим и технологическим требованиям.

2 Допустимое значение теплового потока (теплотерь) с поверхности трубопровода определяется, как правило, требованиями технологического процесса (технологии производства), общим тепловым балансом предприятия или нормами плотности теплового потока, предъявляемыми в соответствии с СП 61.13330.

3 Расчетная толщина тепловой изоляции по заданной плотности теплового потока для трубопроводов надземной прокладки зависит от расположения изолируемого объекта (на открытом воздухе или в помещении), температуры окружающего воздуха ( $t_o$ ), температуры теплоносителя ( $t_m$ ), наружного диаметра трубопровода ( $d_H$ ), и величины заданного или нормативного теплового потока ( $q_f$ ).

4 Для трубопроводов толщина тепловой изоляции определяется исходя из линейной плотности теплового потока, то есть теплового потока с метра длины трубопровода заданного диаметра при заданной температуре.

5 Расчет по нормам плотности теплового потока

А) Определяем температуру теплоизоляционного слоя для определения значения теплопроводности материала.

Если температура теплоносителя  $t_B > 45$  то температуру теплоизоляционного слоя считаем как

$$t_{из} = (t_B + 45) / 2$$

Иначе температуру теплоизоляционного слоя считаем как

$$t_{из} = (t_B + t_H) / 2$$

где:

$t_B$  – температура теплоносителя, °С;

$t_H$  – среднегодовая температура окружающего воздуха – для трубопроводов, расположенных на открытом воздухе, или температура в помещении при расположении в помещении, °С;

Б) Определяем теплопроводность теплоизоляционного слоя при найденной температуре:  $\lambda_{из}$  – теплопроводность изоляционного слоя из минеральной ваты ТЕХНО, Вт/(м·°С). Определяем интерполяцией на основе данных по теплопроводности при 25, 125 и 300 °С.

В) Определяем  $q_f^H$  – нормированная плотность теплового потока по таблицам.

Определяем плотность теплового потока  $q$  по соответствующей таблице (промежуточные значения следует определять интерполяцией):

– Для объектов, находящихся на открытом воздухе, и числе часов работы более 5000 – по таблице 2 СП 61.13330 – «Нормы плотности теплового потока оборудования и трубопроводов с положительными температурами при расположении на открытом воздухе и числе часов работы более 5000».

– Для объектов, находящихся на открытом воздухе и числе часов работы 5000 и менее – по таблице 3 СП 61.13330 – «Нормы плотности теплового потока оборудования и трубопроводов с положительными температурами при расположении на открытом воздухе и числе часов работы 5000 и менее».

– Для объектов, находящихся в помещении и числе часов работы более 5000 – по таблице 4 СП 61.13330 – «Нормы плотности теплового потока для оборудования и трубопроводов с положительными температурами при расположении в помещении и числе часов работы более 5000»

– Для объектов, находящихся в помещении и числе часов работы 5000 и менее – по таблице 5 СП 61.13330 – «Нормы плотности теплового потока для оборудования и трубопроводов с положительными температурами при расположении в помещении и числе часов работы 5000 и менее»

Г) Далее, исходя из выбора района строительства, делаем коррекцию нормы:

По таблице 13 СП 61.13330 «Коэффициент  $K$ , учитывающий изменение стоимости теплоты в зависимости от района строительства и способа прокладки трубопровода (места установки оборудования)» берем Коэффициент  $K$  и производим расчет :

$$q^{\text{рег}} = q \cdot K$$

где:

$q$  – нормированная линейная (поверхностная для диаметра 1400 и более) плотность теплового потока (на 1 м длины цилиндрического объекта), Вт/м, принимаемая по таблицам.

$K$  – коэффициент, учитывающий изменение стоимости теплоты и теплоизоляционной конструкции в зависимости от района строительства и способа прокладки трубопровода (места установки оборудования).

Далее полученное, скорректированное  $q^{\text{рег}}$  используем в расчетах.

Расчет толщины изоляции:

Для плоских и цилиндрических поверхностей с диаметром 2 м и более используется формула

$$\delta_{\text{из}} = \lambda_{\text{из}} \left[ \frac{K(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{q_{\text{ф}}^{\text{н}}} - R_{\text{н}} \right]$$

где:

– ориентировочные значения  $R_{\text{н}}$ , м<sup>2</sup>·°C/Вт (таблица В.3 по СП 61.13330);

$K$  – коэффициент дополнительных потерь, учитывающий тепловые потери через теплопроводные включения в теплоизоляционных конструкциях, обусловленных наличием в них крепежных деталей и опор. Коэффициент дополнительных тепловых потерь  $K$  через опоры трубопроводов в расчете толщины тепловой изоляции по нормативной плотности теплового потока принимается равным 1;

$\lambda_{\text{из}}$  – теплопроводность изоляционного слоя, Вт/(м·°C);

$t_{\text{в}}$  – температура теплоносителя, °C;

$t_{\text{н}}$  – температура окружающей среды, °C;

$q_{\text{ф}}^{\text{н}}$  – нормированная поверхностная плотность через плоскую теплоизоляционную конструкцию, Вт/м<sup>2</sup>.

Для однослойных цилиндрических поверхностей диаметром менее 2 м используется формула

$$\ln B = 2\pi \cdot \lambda_{\text{из}} \left[ \frac{K(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{q_{\text{л}}^{\text{н}}} - R_{\text{н}}^{\text{л}} \right]$$

где:

– ориентировочные значения  $R_{\text{н}}^{\text{л}}$ , м<sup>2</sup>·°C/Вт (таблица В.3 по СП 61.13330);

$K$  – коэффициент дополнительных потерь, учитывающий тепловые потери через теплопроводные включения в теплоизоляционных конструкциях, обусловленных наличием в них крепежных деталей и опор. Коэффициент дополнительных тепловых потерь  $K$  через опоры трубопроводов в расчете толщины тепловой изоляции по нормативной плотности теплового потока принимается равным 1;

$\lambda_{\text{из}}$  – теплопроводность изоляционного слоя, Вт/(м·°C);

$t_B$  – температура теплоносителя, °С;  
 $t_H$  – температура окружающей среды, °С.

Зная  $B$ , определяем толщину изоляции:

$$\delta_{\text{из}} = \frac{d_n^{\text{ст}}(B-1)}{2}$$

где:

$d_n^{\text{ст}}$  – наружный диаметр трубы, м.



## Приложение Б

### Пример расчета (методика) толщины тепловой изоляции оборудования и трубопроводов по заданной температуре на поверхности изоляции (отвечающей требованиям техники безопасности)

1 Тепловую изоляцию трубопроводов по заданной температуре на поверхности выполняют в случае, когда тепловые потери трубопровода не регламентированы, но, в соответствии с требованиями техники безопасности, необходимо защитить обслуживающий персонал от ожогов или снизить тепловыделения в помещении.

2 В соответствии с нормами СП 61.13330 температура на поверхности

А) для изолируемых поверхностей, расположенных в рабочей или обслуживаемой зонах помещений:

выше 500 °С.....	55
от 150 до 500 °С.....	45
150 °С и ниже .....	40

Б) для изолируемых поверхностей, расположенных на открытом воздухе в рабочей или обслуживаемой зонах:

при металлическом покровном слое .....	55
для других видов покровного слоя.....	60

3 Расчет по температуре на поверхности изоляции

А) Определяем температуру теплоизоляционного слоя для определения значения теплопроводности материала.

$$t_{\text{из}} = (t_{\text{в}} - t_{\text{пов}}) / 2$$

где:

$t_{\text{в}}$  – температура теплоносителя, °С;  
 $t_{\text{пов}}$  – температура на поверхности, °С.

Б) Определяем теплопроводность теплоизоляционного слоя из минеральной ваты ТЕХНО при найденной температуре:  $\lambda_{\text{из}}$  – теплопроводность изоляционного слоя, Вт/(м·°С). Определяем интерполяцией на основе данных по теплопроводности при 25, 125 и 300 °С

В) Определяем коэффициент теплоотдачи от поверхности изоляции в окружающий воздух  $\alpha_{\text{н}}$  согласно таблице В.2 по СП 61.13330.

Для цилиндрических поверхностей:

Находим  $B$  из уравнения:

$$\ln B = \ln \frac{d_{\text{н}}^{\text{СТ}} + 2\delta_{\text{из}}}{d_{\text{н}}^{\text{СТ}}} = 2\pi \cdot \lambda_{\text{из}} \cdot R_{\text{н}}^{\text{L}} \cdot \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{п}}}{t_{\text{п}} - t_{\text{н}}}$$

где:

– ориентировочные значения  $R_{\text{н}}^{\text{L}}$ , м·°С/Вт (Таблица В.3 по СП 61.13330);  
 $\lambda_{\text{из}}$  – теплопроводность изоляционного слоя, найденная ранее;  
 $t_{\text{в}}$  – температура теплоносителя;  
 $t_{\text{н}}$  – температура окружающей среды;  
 $t_{\text{п}}$  – температура на поверхности изоляции.

Определяем требуемую толщину изоляции по формуле

$$\delta_{\text{из}} = \frac{d_{\text{н}}^{\text{СТ}} (B - 1)}{2}$$

где:

$d_{\text{н}}^{\text{СТ}}$  – наружный диаметр трубы, м;  
 $B$  – найдено в п 4.1.

Для изоляции плоских поверхностей используем формулу:

$$\delta_{\text{из}} = \frac{\lambda_{\text{из}} (t_{\text{в}} - t_{\text{п}})}{\alpha_{\text{н}} (t_{\text{п}} - t_{\text{н}})}$$

где:

$\lambda_{\text{из}}$  – теплопроводность изоляционного слоя, найденная ранее;

$t_{\text{в}}$  – температура теплоносителя;

$t_{\text{н}}$  – температура окружающей среды;

$t_{\text{п}}$  – температура на поверхности изоляции;

$\alpha_{\text{н}}$  – коэффициент теплоотдачи от поверхности изоляции в окружающий воздух.

## Приложение В

### Пример расчета (методика) толщины тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с целью предотвращения конденсации влаги на поверхности изоляции

1 Толщину тепловой изоляции с целью предотвращения конденсации влаги из воздуха на поверхности изоляции выполняют для трубопроводов, расположенных в помещении и транспортирующих вещества с температурой ниже температуры окружающего воздуха, в том числе холодную воду. Для трубопроводов, расположенных на открытом воздухе, такой расчет не выполняют.

2 На величину толщины теплоизоляционного слоя для предотвращения конденсации влаги из воздуха на поверхности теплоизоляционной конструкции влияют относительная влажность окружающего воздуха ( $\varphi$ ), температура воздуха в помещении  $t_o$  и вид защитного покрытия.

3 При использовании покрытия с высоким коэффициентом излучения расчетная толщина изоляции существенно ниже

4 Методика расчета:

А) Определяем температуру теплоизоляционного слоя для определения значения теплопроводности материала.

$$t_{из} = (t_{в} + t_{пов}) / 2$$

где:

$t_{в}$  – температура теплоносителя, °С;

$t_{пов}$  – температура на поверхности, °С.

Б) По найденной температуре определяем теплопроводность теплоизоляционного слоя:  $\lambda_{из}$  – теплопроводность изоляционного слоя из минеральной ваты ТЕХНО, Вт/(м·°С). Определяем интерполяцией на основе данных по теплопроводности при 25, 125 и 300 °С

В) Определяем коэффициент теплоотдачи от поверхности изоляции в окружающий воздух  $\alpha_n$ ,  
– для поверхностей с высоким коэффициентом излучения – 7 Вт/(м<sup>2</sup>·°С),  
– для поверхностей с малым коэффициентом излучения – 5 Вт/(м<sup>2</sup>·°С).

Г) Находим температуру на поверхности  $t_n$ , которую необходимо обеспечить, чтобы избежать конденсации:

– Находим температурный перепад  $dt$  °С

Температура окружающей среды $t_n$ , °С	Относительная влажность воздуха, $\varphi\%$					
	40	50	60	70	80	90
10	13,4	10,4	7,8	5,5	3,5	1,6
15	14,2	10,9	9,1	5,7	3,6	1,7
20	14,8	11,3	8,4	5,9	3,7	1,8
25	15,3	11,7	8,7	6,1	3,8	1,9
30	15,9	12,2	9,0	6,3	4,0	2,0

– Находим температуру на поверхности  $t_n$  °С:

$$t_{н} - t_{н} = dt$$

откуда:

$$t_{н} = t_{н} - dt$$

Для цилиндрической поверхности  
Находим  $B$  из уравнения:

$$\ln B = 2\pi \cdot \lambda_{\text{из}} \cdot R_{\text{н}}^L \cdot \frac{t_{\text{п}} - t_{\text{в}}}{t_{\text{н}} - t_{\text{п}}}$$

где:

- ориентировочные значения  $R_{\text{н}}^L$ , м<sup>2</sup>·°С/Вт (таблица В.3 по СП 61.13330);
- $\lambda_{\text{из}}$  – теплопроводность изоляционного слоя;
- $t_{\text{в}}$  – температура теплоносителя;
- $t_{\text{н}}$  – температура окружающей среды;
- $t_{\text{п}}$  – температура на поверхности изоляции.

Если выражение меньше единицы – значит, температурного перепада и так достаточно и изоляции не требуется.

Если выражение больше единицы, то определяют требуемую толщину изоляции по формуле

$$\delta_{\text{из}} = \frac{d_{\text{н}}^{\text{ст}}(B-1)}{2}$$

где:

- $d_{\text{н}}^{\text{ст}}$  – наружный диаметр стенки изолируемого объекта, м;
- $B$  – найдено ранее.

Расчет для плоской поверхности:

Толщина изоляции определяется по формуле:

$$\delta_{\text{из}} = \frac{\lambda_{\text{из}}(t_{\text{п}} - t_{\text{в}})}{\alpha_{\text{н}}(t_{\text{н}} - t_{\text{п}})}$$

где:

- $\lambda_{\text{из}}$  – теплопроводность изоляционного слоя;
- $t_{\text{в}}$  – температура теплоносителя;
- $t_{\text{н}}$  – температура окружающей среды;
- $t_{\text{п}}$  – температура на поверхности изоляции;
- $\alpha_{\text{н}}$  – коэффициент теплоотдачи от поверхности изоляции в окружающий воздух.

Если выражение меньше единицы – значит температурного перепада и так достаточно и изоляции не требуется.

## Приложение Г

### Пример расчета (методика) толщины тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, с целью предотвращения замерзания содержащейся в них жидкости

1 Тепловую изоляцию с целью предотвращения замерзания жидкости при прекращении ее движения предусматривают для трубопроводов, расположенных на открытом воздухе. Как правило, это актуально для трубопроводов малого диаметра, имеющих малый запас аккумулированного тепла.

2 Время, на которое тепловая изоляция может предохранить транспортируемую жидкость от замерзания при остановке ее движения, зависит от температуры жидкости и окружающего воздуха, скорости ветра, внутреннего диаметра, толщины и материала стенки трубопровода; параметров транспортируемой жидкости.

3 К параметрам, влияющим на длительность периода до начала замерзания, относятся: плотность, температура замерзания, удельная теплоемкость, скрытая теплота замерзания.

4 Чем больше диаметр трубопровода и выше температура жидкости, тем меньше вероятность замерзания. Чем больше скорость ветра и ниже температура жидкости (холодной воды) и окружающего воздуха, меньше диаметр трубопровода, тем больше вероятность замерзания жидкости. Уменьшает вероятность замерзания холодной воды применение изолированных неметаллических трубопроводов.

5 Толщину тепловой изоляции рассчитывают по формуле:

$$\ln \frac{d_{из}}{d_H} = 2 \cdot \pi \cdot \lambda_{из} \left\{ \frac{3,6 \cdot K \cdot z}{\frac{2 \cdot (t_m - t_3) \cdot (u_m \rho_m c_m - u_{cm} \rho_{cm} c_{cm})}{t_b + t_3 - 2 \cdot t_0} + \frac{0,25 \cdot u_m \rho_m r_m}{t_3 - t_0}} - \frac{1}{\pi \cdot d_H \cdot \alpha_H} \right\}$$

где:

$u_m$  – объем жидкости на метр длины трубопровода, м<sup>3</sup>;

$\rho_m$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;

$c_m$  – удельная теплоемкость жидкости, кДж/(кг·К);

$u_{cm}$  – объем стенки на метр длины трубопровода, м<sup>3</sup>;

$\rho_{cm}$  – плотность кг/м<sup>3</sup>;

$c_{cm}$  – удельная теплоемкость материала стенки, кДж/(кг·К);

$r_m$  – скрытая теплота замерзания (плавления), кДж/кг;

$z$  – время предполагаемой приостановки движения жидкости, час;

$t_b$  – температура среды внутри изолируемого объекта, °С;

$t_3$  – температура замерзания, °С;

$t_H$  – температура окружающей среды, °С;

$K$  – коэффициент, учитывающий дополнительные потери на опорах трубопроводов (таблица В.1 СП 61.13330).

В частном случае для стального водопровода формула имеет вид:

$$\ln \frac{d_{из}}{d_H} = 2 \cdot \pi \cdot \lambda_{из} \left\{ \frac{3,6 \cdot K \cdot z}{2326 \cdot \frac{t_m \cdot (u_m + 0,9 \cdot u_{cm})}{t_b - 2 \cdot t_0} + \frac{10 \cdot u_m}{t_0}} - \frac{1}{\pi \cdot d_H \cdot \alpha_H} \right\}$$

Температуру окружающего воздуха следует принимать как среднюю наиболее холодной пятидневки с обеспечением 0,98 для региона, где расположен трубопровод.

Полученный результат принимается равным  $B$ , из чего

$$\frac{d_{\text{н}}^{\text{ст}}}{d_{\text{н}}^{\text{из}}} = e^B$$

После этого толщину тепловой изоляции рассчитывают по формуле

$$\delta_{\text{из}} = \frac{d_{\text{н}}^{\text{ст}}}{2} (e^B - 1)$$

## Приложение Д

### **Пример расчета (методика) толщины тепловой изоляции трубопроводов по заданному снижению (повышению) температуры вещества, транспортируемого трубопроводами (паропроводами)**

1 Расчет предназначен для решения проблемы повышения или понижения температуры транспортируемого вещества по трубопроводу. Данный расчет наиболее актуален для технологического оборудования, когда важно сохранение температуры теплоносителя с точностью до градуса.

2 Расчетную температуру окружающего воздуха следует принимать для оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе:

– для поверхностей с положительными температурами - среднюю наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92;

– для поверхностей с отрицательными температурами веществ - среднюю максимальную наиболее жаркого месяца;

– для поверхностей, расположенных в помещении, в соответствии с заданием на проектирование, а при отсутствии данных о температуре окружающего воздуха – 20 °С.

3 Расчетную температуру вещества принимают в соответствии с заданием на проектирование.

4 Теплоемкость  $C, \text{кДж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$  – справочно для расчета:

Ацетон: 2,160

Бензин: 2,05

Бензол (10 °С): 1,42

Бензол (40 °С): 1,77

Вода: 4,18-4,22

Вино: 3,89

Глицерин: 2,66

Гудрон: 2,09

Деготь каменноугольный: 2,09

Керосин: 1,88-2,14

Кислота азотная концентрированная: 3,10

Кислота серная концентрированная: 1,34

Кислота соляная 17%: 1,93

Клей столярный: 4,19

Масло моторное: 1,67-2,01

Масло оливковое или подсолнечное: 1,84

Молоко: 3,93

Нефть: 1,67-2,09

Пиво: 3,85

Ртуть: 0,13

Скипидар: 1,80

Спирт метиловый (метанол): 2,47

Спирт нашатырный: 4,73

Спирт этиловый (этанол): 2,39

Толуол: 1,72

Хлороформ: 1,00

Этиленгликоль: 2,30

5 Расчет необходимой толщины изоляции:

А) Определяем температуру теплоизоляционного слоя для определения значения теплопроводности материала.

Если температура теплоносителя (считаем как среднюю температуру теплоносителя)  $(t_{B1} + t_{B2})/2 > 45$ , то температуру теплоизоляционного слоя считаем как:

$$t_{из} = ((t_{B1} + t_{B2})/2 + 45)/2$$

Иначе температуру теплоизоляционного слоя считаем как:

$$t_{из} = ((t_{B1} + t_{B2})/2 + t_H)/2$$

где:

$t_{B1}$  – температура теплоносителя начальная;

$t_{B2}$  – температура теплоносителя конечная;

$t_H$  – среднегодовая температура окружающего воздуха – для трубопроводов, расположенных на открытом воздухе, или температура в помещении согласно техническому заданию, при расположении в помещении, °С.

Б) По найденной температуре определяем теплопроводность теплоизоляционного слоя:  $\lambda_{из}$  – теплопроводность изоляционного слоя, Вт/(м·°С). Определяем интерполяцией на основе данных по теплопроводности при 25, 125 и 300 °С.

В) Коэффициент  $K$  – он же  $K_{пот}$  используется в расчете как коэффициент дополнительных потерь, учитывающий тепловые потери через теплопроводные включения в теплоизоляционных конструкциях, обусловленных наличием в них крепежных деталей и опор. Коэффициент определяется по таблице В.1 СП 61.13330.2012 - Значения коэффициента дополнительных потерь для трубопроводов.

Г) Расчет толщины изоляции:

Считаем значение

$$\frac{t'_B - t_H}{t''_B - t_H}$$

Если

$$\frac{t'_B - t_H}{t''_B - t_H} \geq 2,$$

то находим значение  $R_1^L$ :

$$R_1^L = \frac{3.6 \cdot K \cdot l}{G \cdot C \cdot \ln \frac{t'_{B1} - t_H}{t''_{B2} - t_H}}$$

где:

$l$  – Длина трубопровода, м;

$t'_B$  – Температура теплоносителя начальная, °С;

$t''_B$  – Температура теплоносителя конечная, °С;

$G$  – расходе вещества, кг/ч;

$C$  – теплоемкость вещества, кДж/(кг·°С);

коэффициент  $K$  – он же  $K_{пот}$ , коэффициент дополнительных потерь по таблице В.1 СП 61.13330.2012.

Если выражение

$$\frac{t'_B - t_H}{t''_B - t_H} < 2$$

(деление на ноль тоже считаем выполнением условия  $< 2$ ), то находим значение  $R_2^L$ :

$$R_2^L = \frac{3.6Kl \left( \frac{t'_B + t''_B}{2} - t_H \right)}{GC(t'_B - t''_B)}$$



где:

- $l$  – длина трубопровода, м;
- $t'_B$  – температура теплоносителя начальная, °С;
- $t''_B$  – температура теплоносителя конечная, °С;
- $G$  – расходе вещества, кг/ч;
- $C$  – теплоемкость вещества, кДж/(кг·°С);

коэффициент  $K$  – он же  $K_{\text{пот}}$ . коэффициент дополнительных потерь по таблице В.1 СП 61.13330.2012.

Для определения требуемой толщины изоляции  $\delta_{\text{из}}$ , м, по найденным значениям  $R_1^L$  и  $R_2^L$  используется формула

$$\ln B_{1,2} = 2\pi\lambda_{\text{из}} (R_{1,2}^L - R_H^L)$$

где:

- ориентировочные значения  $R_H^L$ , м·°С/Вт (таблица В.3 по СП 61.13330.2012);
- $\lambda_{\text{из}}$  – теплопроводность изоляционного слоя из минеральной ваты ТЕХНО, Вт/(м·°С).

Если выражение(справа) меньше единицы – расчет не возможен. При заданных условиях нет необходимости в использовании изоляции.

Зная значение  $B$ , определяем толщину изоляции

$$\delta_{\text{из}1,2} = \frac{d_H^{\text{ст}} (B_{1,2} - 1)}{2}$$

где:

- $d_H^{\text{ст}}$  – наружный диаметр трубы, м.

## Приложение Е

### Рекомендуемые толщины теплоизоляционных материалов для изоляции трубопроводов и оборудования

Расчетные толщины технической изоляции для трубопроводов и оборудования с положительными температурами:

1 Толщина изоляции с целью обеспечения заданной плотности теплового потока с поверхности изолированного объекта

— Изоляция Цилиндрами ТЕХНО 80

Рекомендуемая толщина изоляции для оборудования и трубопроводов с положительными температурами, отвечающая нормативной линейной плотности теплового потока.

**Таблица Е.1**

Условия расчета:

- трубопроводы диаметром от 18 до 273 мм с температурой от +50 до +600 °С;
- расположение трубопровода – на открытом воздухе;
- среднегодовая температура воздуха – 2 °С;
- число работы часов – менее 5000;
- теплоизоляционный материал – Цилиндры ТЕХНО 80;
- покрытие – металл;
- район строительства – европейская часть России.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура теплоносителя, °С											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
Толщина тепловой изоляции, мм												
18	20	30	30	30	30	40	40	40	50	50	60	60
22	20	30	30	30	30	40	40	40	50	50	60	70
25	20	30	30	40	40	40	40	50	50	60	70	70
27–28	20	30	30	30	40	40	40	50	50	60	60	70
32	20	30	30	40	40	40	40	50	60	60	70	80
34–35	20	30	30	40	40	40	50	50	60	60	70	80
38	30	30	40	40	40	50	50	60	60	70	70	80
42	30	40	40	40	50	50	50	60	70	70	80	90
45	30	40	40	40	50	50	60	60	70	70	80	90
48	30	40	40	50	50	50	60	60	70	80	90	90
54	30	40	40	50	50	50	60	60	70	80	80	90
57	30	40	40	50	50	60	60	70	70	80	90	100
60	30	40	40	50	50	60	60	70	70	80	90	100
64	30	40	40	50	50	60	60	70	70	80	90	100
70	30	40	50	50	50	60	60	70	80	80	90	100
76	30	40	50	50	50	60	70	70	80	90	100	100
89	30	40	50	60	60	70	70	80	90	90	100	120
108	40	50	50	60	60	70	80	80	90	100	120	120
114	40	50	60	60	60	70	80	80	90	100	120	120
133	40	50	60	60	60	70	80	80	90	100	120	120
159	40	50	60	70	70	70	80	90	100	120	120	130
169	40	50	60	70	70	70	80	90	100	120	120	130

## Окончание таблицы Е.1

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура теплоносителя, °С											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина тепловой изоляции, мм											
219	40	60	70	70	70	80	90	100	120	120	130	140
273	50	60	70	80	80	90	90	100	120	130	140	150
324	50	60	70	80	80	90	100	120	120	130	140	150

Таблица Е.2

Условия расчета:

- трубопроводы диаметром от 18 до 324 мм с температурой от +50 до +600 °С;
- расположение трубопровода – на открытом воздухе;
- среднегодовая температура воздуха: +5 °С;
- число работы часов – более 5000 часов;
- теплоизоляционный материал – Цилиндры ТЕХНО 80;
- защитное покрытие – металл;
- район строительства – европейская часть России.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура теплоносителя, °С											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина тепловой изоляции, мм											
18	20	30	40	40	40	40	50	50	60	60	70	80
21–22	20	30	40	40	40	40	50	50	60	60	70	
25	30	30	40	40	40	50	50	60	60	70	80	90
27–28	20	30	40	40	40	40	50	50	60	60	70	80
32	30	40	40	40	50	50	50	60	70	70	80	90
34–35	30	40	40	40	50	50	60	60	70	70	80	90
38	30	40	40	50	50	50	60	70	70	80	90	100
42	30	40	50	50	50	60	60	70	80	90	90	100
45	30	40	50	50	60	60	70	70	80	90	100	100
48	40	50	50	50	60	60	70	70	80	90	100	120
54	30	40	50	50	60	60	70	70	80	90	100	120
57	40	50	50	60	60	70	70	80	90	100	120	120
60	30	50	50	60	60	70	70	80	90	90	100	120
64	40	50	50	60	60	70	70	80	90	100	120	120
70	40	50	50	60	60	70	70	80	90	100	120	120
76	40	50	60	60	60	70	80	90	90	100	120	120
89	40	60	60	70	70	80	80	90	100	120	120	130
108	40	60	70	70	80	80	90	100	120	120	130	140
114	40	60	70	70	80	80	90	100	120	120	130	140
133	50	60	70	80	80	90	100	120	120	130	140	150
159	50	60	70	80	90	90	90	100	120	120	140	150
169	50	60	70	80	90	90	100	100	120	130	140	150
219	50	70	80	90	100	100	120	120	130	140	150	160
273	60	80	90	90	100	100	120	120	140	150	160	180
324	60	80	90	100	120	120	120	130	140	160	170	180

Таблица Е.3

Условия расчета:

- трубопроводы диаметром от 18 до 324 мм с температурой от +50 до +600 °С;
- расположение трубопровода – в помещении;
- температура окружающей среды: +20 °С;
- число работы часов – более 5000 часов;
- теплоизоляционный материал – Цилиндры ТЕХНО 80;
- защитное покрытие – металл (предполагается, что цилиндр используется фольгированный).

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура теплоносителя, °С											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина тепловой изоляции, мм											
18	20	30	30	30	30	40	40	40	50	50	60	60
21–22	20	30	30	30	30	40	40	50	50	60	60	70
25	20	30	30	30	40	40	40	50	50	60	70	70
27–28	20	30	30	30	30	40	40	50	50	60	60	70
32	20	30	30	40	40	40	50	50	60	60	70	70
34–35	20	30	40	40	40	40	50	50	60	60	70	70
38	20	30	40	40	40	50	50	60	60	70	70	80
42	20	30	40	40	50	50	50	60	70	70	70	90
45	20	30	40	40	50	50	60	60	70	70	80	90
48	30	30	40	40	50	50	60	60	70	80	80	90
54	30	40	40	40	50	50	60	70	80	80	90	90
57	30	40	40	50	50	60	60	70	80	80	90	100
60	30	40	40	50	50	60	60	70	70	80	90	100
64	30	40	40	50	50	60	60	70	80	80	90	100
70	30	40	40	50	50	60	60	70	80	80	90	100
76	30	40	50	50	60	60	70	70	80	90	100	120
89	30	40	50	60	60	70	70	80	90	100	120	120
108	30	50	50	60	70	70	80	90	100	100	120	130
114	30	50	60	60	70	70	80	90	100	120	120	130
133	40	50	60	60	70	80	80	90	100	120	120	140
159	40	50	60	70	70	80	90	100	120	120	130	150
169	40	50	60	70	80	80	90	100	120	120	130	150
219	40	60	70	80	80	90	100	120	120	130	150	160
273	40	60	70	80	90	100	120	120	130	140	160	170
324	40	60	80	80	90	100	120	120	140	150	160	180

Таблица Е.4

Условия расчета:

- трубопроводы диаметром от 18 до 324 мм с температурой от +50 до +600 °С;
- расположение трубопровода – в помещении;
- температура окружающей среды: +20 °С;
- число работы часов – менее 5000 часов;
- теплоизоляционный материал - Цилиндры ТЕХНО 80;
- защитное покрытие – металл (предполагается, что цилиндр используется фольгированный).

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура теплоносителя, °С											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина тепловой изоляции, мм											
18	20	20	30	30	30	30	30	40	40	50	50	60
21–22	20	20	30	30	30	30	40	40	40	50	50	60
25	20	20	30	30	30	40	40	40	50	50	60	60
27–28	20	20	30	30	30	30	40	40	40	50	50	60
32	20	20	30	30	30	40	40	40	50	50	60	60
34–35	20	30	30	30	30	40	40	50	50	50	60	60
38	20	30	30	30	40	40	40	50	50	60	60	70
42	20	30	30	40	40	40	50	50	60	60	70	70
45	20	30	30	40	40	40	50	50	60	60	70	80
48	20	30	30	40	40	50	50	60	60	60	70	80
54	20	30	30	40	40	50	50	60	60	70	70	80
57	20	30	40	40	40	50	50	60	70	70	80	90
60	20	30	40	40	40	50	50	60	60	70	80	80
64	20	30	40	40	40	50	50	60	70	70	80	90
70	20	30	40	40	50	50	50	60	70	70	80	90
76	20	30	40	40	50	50	60	60	70	80	80	90
89	30	40	40	50	50	60	60	70	80	80	90	100
108	30	40	50	50	60	60	70	70	80	90	100	120
114	30	40	50	50	60	60	70	80	80	90	100	120
133	30	40	50	50	60	70	70	80	90	100	120	120
159	30	40	50	60	60	70	80	80	90	100	120	120
169	30	40	50	60	60	70	80	90	90	100	120	120
219	30	50	60	60	70	80	80	90	100	120	120	140
273	30	50	60	70	70	80	90	100	120	120	130	140
324	40	50	60	70	80	90	100	120	120	130	140	150

2 Толщина изоляции с целью обеспечения заданной плотности теплового потока с поверхности изолированного объекта

— Изоляция Матом Ламельным ТЕХНО 35

Рекомендуемая толщина изоляции для оборудования и трубопроводов с положительными температурами, отвечающая нормативной линейной плотности теплового потока.

Таблица Е.5

Условия расчета:

- трубопроводы диаметром от 219 до 1420 мм с температурой от +50 до +250 °С;
- расположение трубопровода – на открытом воздухе;
- средняя температура воздуха в отопительный период (отопительный период при среднесуточной температуре менее +8 °С): -2 °С;
- число работы часов – менее 5000;
- теплоизоляционный материал – Мат Ламельный ТЕХНО 35;
- покрытие – металл;
- район строительства – европейская часть России.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура теплоносителя, °С				
	50	100	150	200	250
	Толщина тепловой изоляции, мм				
219	60	80	100	110	110
273	60	90	100	110	110
324–325	70	90	100	120	120
377	60	80	100	110	110
426	60	80	100	110	110
457	60	80	100	110	110
530–533	60	90	100	120	120
630	60	90	100	120	120
720	70	90	110	120	120
820	70	90	110	120	120
920	70	90	110	130	130
1020	70	90	110	130	130
1220	70	90	110	130	130
1420	70	90	110	130	130
более 1420 и плоские поверхности	70	100	130	150	170

**Таблица Е.6**

Условия расчета:

- трубопроводы диаметром от 219 до 1420 мм с температурой от +50 до +250 °С;
- расположение трубопровода – на открытом воздухе;
- среднегодовая температура воздуха: +5 °С;
- число работы часов – более 5000;
- теплоизоляционный материал – Мат Ламельный ТЕХНО 35;
- покрытие – металл;
- район строительства – европейская часть России.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура теплоносителя, °С				
	50	100	150	200	250
	Толщина тепловой изоляции, мм				
219	70	90	110	130	130
273	70	100	120	130	130
324–325	70	100	120	140	140
377	60	90	110	130	140
426	70	90	120	130	150
457	70	90	120	130	140
530–533	70	100	120	140	150
630	70	100	120	140	160
720	70	100	120	140	160
820	70	100	130	150	160
920	70	100	130	150	170
1020	70	110	130	150	170
1220	70	110	130	150	170
1420	70	110	130	160	180
более 1420 и плоские поверхности	80	130	160	190	210

**Таблица Е.7**

Условия расчета:

- трубопроводы диаметром от 219 до 1420 мм с температурой от +50 до +250 °С;
- расположение трубопровода – в помещении;
- среднегодовая температура воздуха: +20 °С;
- число работы часов – более 5000;
- теплоизоляционный материал – Мат Ламельный ТЕХНО 35;
- покрытие – металл;
- район строительства – европейская часть России.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура теплоносителя, °С				
	50	100	150	200	250
	Толщина тепловой изоляции, мм				
219	50	70	90	110	120
273	50	80	100	110	130
324–325	50	80	100	120	130
377	50	80	100	120	140
426	50	90	110	120	140

## Окончание таблицы Е.7

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура теплоносителя, °С				
	50	100	150	200	250
	Толщина тепловой изоляции, мм				
457	50	80	100	120	140
530-533	50	90	110	130	150
630	60	90	110	130	150
720	60	90	120	140	150
820	60	90	120	140	160
920	60	100	120	140	160
1020	60	100	120	140	160
1220	60	100	120	150	170
1420	60	100	130	150	170
более 1420 и плоские поверхности	60	110	140	160	190

Таблица Е.8

Условия расчета:

- трубопроводы диаметром от 219 до 1420 мм с температурой от +50 до +250 °С;
- расположение трубопровода – в помещении;
- среднегодовая температура воздуха: +20 °С;
- число работы часов – менее 5000;
- теплоизоляционный материал – Мат Ламельный ТЕХНО 35;
- покрытие – металл;
- район строительства – европейская часть России.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура теплоносителя, °С				
	50	100	150	200	250
	Толщина тепловой изоляции, мм				
219	40	60	80	90	100
273	40	60	80	90	100
324-325	40	70	80	100	100
377	40	60	80	90	100
426	40	70	90	100	120
457	40	70	90	100	110
530-533	40	70	90	110	120
630	50	70	90	110	120
720	50	80	100	110	130
820	50	80	100	110	130
920	50	80	100	120	130
1020	50	80	100	120	130
1220	50	80	100	120	140
1420	50	80	100	120	140
более 1420 и плоские поверхности	60	90	120	150	170

3 Толщина изоляции с целью обеспечения заданной плотности теплового потока с поверхности изолированного объекта

- Изоляция Плитой ТЕХНО Т 80.



**Таблица Е.9**

Условия расчета:

- Объект диаметром более 1420 мм или плоскость с температурой от +50 до +600 °С;
- расположение объекта – на открытом воздухе;
- средняя температура воздуха в отопительный период (отопительный период при среднесуточной температуре менее +8 °С): -2 °С;
- число работы часов – менее 5000;
- теплоизоляционный материал – Плита ТЕХНО Т 80;
- покрытие – металл;
- район строительства – европейская часть России.

	Температура теплоносителя, °С											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина тепловой изоляции, мм											
более 1420 и плоские поверхности	90	110	130	150	160	190	210	230	250	280	300	350

**Таблица Е.10**

Условия расчета:

- Объект диаметром более 1420 мм или плоскость с температурой от +50 до +600 °С;
- расположение объекта – на открытом воздухе;
- среднегодовая температура воздуха: +5 °С;
- число работы часов – более 5000;
- теплоизоляционный материал – Плита ТЕХНО Т 80;
- покрытие – металл;
- район строительства – европейская часть России.

	Температура теплоносителя, °С											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина тепловой изоляции, мм											
более 1420 и плоские поверхности	90	120	140	170	190	220	240	270	270	280	350	360

**Таблица Е.11**

Условия расчета:

- Объект диаметром более 1420 мм или плоскость с температурой от +50 до +600 °С;
- расположение объекта – в помещении;
- температура окружающего воздуха: +20 °С;
- число работы часов – более 5000;
- теплоизоляционный материал – Плита ТЕХНО Т 80;
- покрытие – металл;
- район строительства – европейская часть России.

	Температура теплоносителя, °С											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина тепловой изоляции, мм											
более 1420 и плоские поверхности	60	100	120	150	170	190	220	240	270	300	320	350

**Таблица Е.12**

Условия расчета:

- Объект диаметром более 1420 мм или плоскость с температурой от +50 до +600 °С;
- расположение объекта – в помещении;
- температура окружающего воздуха: +20 °С;
- число работы часов – менее 5000;
- теплоизоляционный материал – Плита ТЕХНО Т 80;
- покрытие – металл;
- район строительства – европейская часть России.

	Температура теплоносителя, °С											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина тепловой изоляции, мм											
более 1420 и плоские поверхности	50	90	110	130	150	170	190	220	240	270	290	310

4 Толщина изоляции с целью обеспечения заданной плотности теплового потока с поверхности изолированного объекта.

- Изоляция Матом Прошивным ТЕХНО 80

**Таблица Е.13**

Условия расчета:

- Объект диаметром более 1420 мм или плоскость с температурой от +50 до +600 °С;
- расположение объекта – на открытом воздухе;
- средняя температура воздуха в отопительный период (отопительный период при среднесуточной температуре менее +8 °С): -2 °С;
- число работы часов – менее 5000;
- теплоизоляционный материал – Мат Прошивной ТЕХНО 80;
- покрытие – металл;
- район строительства – европейская часть России.

	Температура теплоносителя, °С											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина тепловой изоляции, мм											
более 1420 и плоские поверхности	70	100	120	130	150	170	200	220	250	270	300	330

**Таблица Е.14**

Условия расчета:

- Объект диаметром более 1420 мм или плоскость с температурой от +50 до +600 °С;
- расположение объекта – на открытом воздухе;
- среднегодовая температура воздуха: +5 °С;
- число работы часов – более 5000;
- теплоизоляционный материал – Мат Прошивной ТЕХНО 80;
- покрытие – металл;
- район строительства – европейская часть России.

	Температура теплоносителя, °С											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина тепловой изоляции, мм											
более 1420 и плоские поверхности	80	120	140	160	190	210	240	280	290	300	320	350

Таблица Е.15

Условия расчета:

- Объект диаметром более 1420 мм или плоскость с температурой от +50 до +600 °С;
- расположение объекта – в помещении;
- температура окружающего воздуха: +20 °С;
- число работы часов – более 5000;
- теплоизоляционный материал – Мат Прошивной ТЕХНО 80;
- покрытие – металл;
- район строительства – европейская часть России.

	Температура теплоносителя, °С												
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	
	Толщина тепловой изоляции, мм												
более 1420 и плоские поверхности	60	100	120	140	170	190	220	250	280	320	350	390	

Таблица Е.16

Условия расчета:

- Объект диаметром более 1420 мм или плоскость с температурой от +50 до +600 °С;
- расположение объекта – в помещении;
- температура окружающего воздуха: +20 °С;
- число работы часов – менее 5000;
- теплоизоляционный материал – Мат Прошивной ТЕХНО 80;
- покрытие – металл;
- район строительства – европейская часть России.

	Температура теплоносителя, °С												
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	
	Толщина тепловой изоляции, мм												
более 1420 и плоские поверхности	60	90	110	130	150	170	200	220	250	290	320	340	

## Приложение Ж

## Нормы расхода материалов и комплектующих

Таблица Ж.1 – Расход комплектующих материалов на 1 м трубопровода или оборудования при изоляции цилиндрами ТЕХНО

Наружный диаметр трубопровода	Толщина изоляции (Цилиндр ТЕХНО)	Наименование материалов и изделий								
		Изоляция					Покрытие защитное	Крепление покрытия на винты (шаг 150 мм)	Крепление покрытия бандажами (3 шт. на одно изделие L=1,2м)	
		Поверхность изоляции	Объем теплоизоляции	Объем тепло- изоляции	Пряжка	Лента 0,7 × 20	Покрытие (металл)	Винт самонаре- зающий 4 × 12	Лента-бандаж покрытия изоляции	Пряжка для бандажа покрытия
мм	мм	м <sup>2</sup>	м <sup>3</sup>	пог.м	шт.	м	м <sup>2</sup>	шт.	пог. м	шт.
18	20	0,182	0,0024	1	2,5	0,7	0,23	8	0,9	2,5
21	20	0,192	0,0026	1	2,5	0,8	0,24	8	0,9	2,5
25	20	0,204	0,0028	1	2,5	0,8	0,25	8	0,9	2,5
27	20	0,21	0,003	1	2,5	0,8	0,26	8	0,9	2,5
32	20	0,226	0,0033	1	2,5	0,9	0,28	8	1	2,5
34	20	0,232	0,0034	1	2,5	0,9	0,28	8	1	2,5
38	20	0,245	0,0036	1	2,5	0,9	0,3	9	1	2,5
42	20	0,257	0,0039	1	2,5	0,9	0,31	9	1,1	2,5
45	20	0,267	0,0041	1	2,5	1	0,32	9	1,1	2,5
48	20	0,276	0,0043	1	2,5	1	0,33	9	1,1	2,5
54	20	0,295	0,0046	1	2,5	1	0,35	9	1,2	2,5
57	20	0,305	0,0048	1	2,5	1,1	0,36	9	1,2	2,5
60	20	0,314	0,005	1	2,5	1,1	0,37	9	1,2	2,5
64	20	0,327	0,0053	1	2,5	1,1	0,38	9	1,2	2,5
70	20	0,345	0,0057	1	2,5	1,2	0,4	9	1,3	2,5
76	20	0,364	0,006	1	2,5	1,2	0,42	9	1,3	2,5
80	20	0,377	0,0063	1	2,5	1,2	0,43	9	1,4	2,5
89	20	0,405	0,0068	1	2,5	1,3	0,46	9	1,4	2,5
108	20	0,465	0,008	1	2,5	1,5	0,52	10	1,6	2,5
114	20	0,484	0,0084	1	2,5	1,5	0,54	10	1,6	2,5
133	20	0,543	0,0096	1	2,5	1,6	0,61	10	1,8	2,5
140	20	0,565	0,01	1	2,5	1,7	0,63	10	1,8	2,5
159	20	0,625	0,0112	1	2,5	1,9	0,69	11	2	2,5
219	20	0,813	0,015	1	2,5	2,3	0,89	12	2,4	2,5
273	20	0,983	0,0184	1	2,5	2,7	1,06	13	2,9	2,5
324	20	1,143	0,0216	1	2,5	3,1	1,23	14	3,3	2,5
18	30	0,245	0,0045	1	2,5	0,9	0,3	9	1	2,5
21	30	0,254	0,0048	1	2,5	0,9	0,31	9	1,1	2,5
25	30	0,267	0,0052	1	2,5	1	0,32	9	1,1	2,5

## Продолжение таблицы Ж.1

27	30	0,273	0,0054	1	2,5	1	0,33	9	1,1	2,5
32	30	0,289	0,0058	1	2,5	1	0,34	9	1,1	2,5
34	30	0,295	0,006	1	2,5	1	0,35	9	1,2	2,5
38	30	0,308	0,0064	1	2,5	1,1	0,36	9	1,2	2,5
42	30	0,32	0,0068	1	2,5	1,1	0,37	9	1,2	2,5
45	30	0,33	0,0071	1	2,5	1,1	0,38	9	1,2	2,5
48	30	0,339	0,0073	1	2,5	1,1	0,39	9	1,3	2,5
54	30	0,358	0,0079	1	2,5	1,2	0,41	9	1,3	2,5
57	30	0,367	0,0082	1	2,5	1,2	0,42	9	1,3	2,5
60	30	0,377	0,0085	1	2,5	1,2	0,43	9	1,4	2,5
64	30	0,389	0,0089	1	2,5	1,3	0,45	9	1,4	2,5
70	30	0,408	0,0094	1	2,5	1,3	0,47	9	1,4	2,5
76	30	0,427	0,01	1	2,5	1,4	0,49	10	1,5	2,5
80	30	0,44	0,0104	1	2,5	1,4	0,5	10	1,5	2,5
89	30	0,468	0,0112	1	2,5	1,5	0,53	10	1,6	2,5
108	30	0,528	0,013	1	2,5	1,6	0,59	10	1,7	2,5
114	30	0,546	0,0136	1	2,5	1,7	0,61	10	1,8	2,5
133	30	0,606	0,0154	1	2,5	1,8	0,67	11	1,9	2,5
140	30	0,628	0,016	1	2,5	1,9	0,69	11	2	2,5
159	30	0,688	0,0178	1	2,5	2	0,76	11	2,1	2,5
219	30	0,876	0,0235	1	2,5	2,5	0,95	12	2,6	2,5
273	30	1,046	0,0285	1	2,5	2,9	1,13	13	3	2,5
324	30	1,206	0,0333	1	2,5	3,3	1,3	14	3,4	2,5
18	40	0,308	0,0073	1	2,5	1,1	0,36	9	1,2	2,5
21	40	0,317	0,0077	1	2,5	1,1	0,37	9	1,2	2,5
25	40	0,33	0,0082	1	2,5	1,1	0,38	9	1,2	2,5
27	40	0,336	0,0084	1	2,5	1,1	0,39	9	1,3	2,5
32	40	0,352	0,009	1	2,5	1,2	0,41	9	1,3	2,5
34	40	0,358	0,0093	1	2,5	1,2	0,41	9	1,3	2,5
38	40	0,371	0,0098	1	2,5	1,2	0,43	9	1,3	2,5
42	40	0,383	0,0103	1	2,5	1,2	0,44	9	1,4	2,5
45	40	0,393	0,0107	1	2,5	1,3	0,45	9	1,4	2,5
48	40	0,402	0,0111	1	2,5	1,3	0,46	9	1,4	2,5
54	40	0,421	0,0118	1	2,5	1,3	0,48	10	1,5	2,5
57	40	0,43	0,0122	1	2,5	1,4	0,49	10	1,5	2,5
60	40	0,44	0,0126	1	2,5	1,4	0,5	10	1,5	2,5
64	40	0,452	0,0131	1	2,5	1,4	0,51	10	1,5	2,5
70	40	0,471	0,0138	1	2,5	1,5	0,53	10	1,6	2,5
76	40	0,49	0,0146	1	2,5	1,5	0,55	10	1,6	2,5
80	40	0,502	0,0151	1	2,5	1,5	0,56	10	1,7	2,5
89	40	0,531	0,0162	1	2,5	1,6	0,59	10	1,7	2,5
108	40	0,59	0,0186	1	2,5	1,8	0,66	10	1,9	2,5
114	40	0,609	0,0193	1	2,5	1,8	0,68	11	1,9	2,5
133	40	0,669	0,0217	1	2,5	2	0,74	11	2,1	2,5
140	40	0,691	0,0226	1	2,5	2	0,76	11	2,1	2,5
159	40	0,75	0,025	1	2,5	2,2	0,82	11	2,3	2,5

## Продолжение таблицы Ж.1

219	40	0,939	0,0325	1	2,5	2,6	1,02	12	2,8	2,5
273	40	1,108	0,0393	1	2,5	3,1	1,19	13	3,2	2,5
324	40	1,269	0,0457	1	2,5	3,5	1,36	14	3,6	2,5
18	50	0,371	0,0107	1	2,5	1,2	0,43	9	1,3	2,5
21	50	0,38	0,0111	1	2,5	1,2	0,44	9	1,4	2,5
25	50	0,393	0,0118	1	2,5	1,3	0,45	9	1,4	2,5
27	50	0,399	0,0121	1	2,5	1,3	0,46	9	1,4	2,5
32	50	0,414	0,0129	1	2,5	1,3	0,47	9	1,5	2,5
34	50	0,421	0,0132	1	2,5	1,3	0,48	10	1,5	2,5
38	50	0,433	0,0138	1	2,5	1,4	0,49	10	1,5	2,5
42	50	0,446	0,0144	1	2,5	1,4	0,51	10	1,5	2,5
45	50	0,455	0,0149	1	2,5	1,4	0,52	10	1,6	2,5
48	50	0,465	0,0154	1	2,5	1,5	0,52	10	1,6	2,5
54	50	0,484	0,0163	1	2,5	1,5	0,54	10	1,6	2,5
57	50	0,493	0,0168	1	2,5	1,5	0,55	10	1,6	2,5
60	50	0,502	0,0173	1	2,5	1,5	0,56	10	1,7	2,5
64	50	0,515	0,0179	1	2,5	1,6	0,58	10	1,7	2,5
70	50	0,534	0,0188	1	2,5	1,6	0,6	10	1,7	2,5
76	50	0,553	0,0198	1	2,5	1,7	0,62	10	1,8	2,5
80	50	0,565	0,0204	1	2,5	1,7	0,63	10	1,8	2,5
89	50	0,593	0,0218	1	2,5	1,8	0,66	10	1,9	2,5
108	50	0,653	0,0248	1	2,5	1,9	0,72	11	2	2,5
114	50	0,672	0,0257	1	2,5	2	0,74	11	2,1	2,5
133	50	0,732	0,0287	1	2,5	2,1	0,8	11	2,2	2,5
140	50	0,754	0,0298	1	2,5	2,2	0,83	11	2,3	2,5
159	50	0,813	0,0328	1	2,5	2,3	0,89	12	2,4	2,5
219	50	1,002	0,0422	1	2,5	2,8	1,08	13	2,9	2,5
273	50	1,171	0,0507	1	2,5	3,2	1,26	14	3,3	2,5
324	50	1,331	0,0587	1	2,5	3,6	1,43	15	3,7	2,5
18	60	0,433	0,0147	1	2,5	1,4	0,49	10	1,5	2,5
21	60	0,443	0,0153	1	2,5	1,4	0,5	10	1,5	2,5
25	60	0,455	0,016	1	2,5	1,4	0,52	10	1,6	2,5
27	60	0,462	0,0164	1	2,5	1,4	0,52	10	1,6	2,5
32	60	0,477	0,0173	1	2,5	1,5	0,54	10	1,6	2,5
34	60	0,484	0,0177	1	2,5	1,5	0,54	10	1,6	2,5
38	60	0,496	0,0185	1	2,5	1,5	0,56	10	1,7	2,5
42	60	0,509	0,0192	1	2,5	1,6	0,57	10	1,7	2,5
45	60	0,518	0,0198	1	2,5	1,6	0,58	10	1,7	2,5
48	60	0,528	0,0203	1	2,5	1,6	0,59	10	1,7	2,5
54	60	0,546	0,0215	1	2,5	1,7	0,61	10	1,8	2,5
57	60	0,556	0,022	1	2,5	1,7	0,62	10	1,8	2,5
60	60	0,565	0,0226	1	2,5	1,7	0,63	10	1,8	2,5
64	60	0,578	0,0234	1	2,5	1,7	0,64	10	1,9	2,5
70	60	0,597	0,0245	1	2,5	1,8	0,66	10	1,9	2,5
76	60	0,615	0,0256	1	2,5	1,8	0,68	11	2	2,5
80	60	0,628	0,0264	1	2,5	1,9	0,69	11	2	2,5

## Продолжение таблицы Ж.1

89	60	0,656	0,0281	1	2,5	1,9	0,72	11	2,1	2,5
108	60	0,716	0,0317	1	2,5	2,1	0,79	11	2,2	2,5
114	60	0,735	0,0328	1	2,5	2,1	0,81	11	2,3	2,5
133	60	0,794	0,0364	1	2,5	2,3	0,87	12	2,4	2,5
140	60	0,816	0,0377	1	2,5	2,3	0,89	12	2,5	2,5
159	60	0,876	0,0413	1	2,5	2,5	0,95	12	2,6	2,5
219	60	1,064	0,0526	1	2,5	3	1,15	13	3,1	2,5
273	60	1,234	0,0627	1	2,5	3,4	1,32	14	3,5	2,5
324	60	1,394	0,0723	1	2,5	3,8	1,49	15	3,9	2,5
18	70	0,496	0,0193	1	2,5	1,5	0,56	10	1,7	2,5
21	70	0,506	0,02	1	2,5	1,6	0,57	10	1,7	2,5
25	70	0,518	0,0209	1	2,5	1,6	0,58	10	1,7	2,5
27	70	0,524	0,0213	1	2,5	1,6	0,59	10	1,7	2,5
32	70	0,54	0,0224	1	2,5	1,6	0,6	10	1,8	2,5
34	70	0,546	0,0229	1	2,5	1,7	0,61	10	1,8	2,5
38	70	0,559	0,0237	1	2,5	1,7	0,62	10	1,8	2,5
42	70	0,571	0,0246	1	2,5	1,7	0,64	10	1,8	2,5
45	70	0,581	0,0253	1	2,5	1,7	0,65	10	1,9	2,5
48	70	0,59	0,0259	1	2,5	1,8	0,66	10	1,9	2,5
54	70	0,609	0,0273	1	2,5	1,8	0,68	11	1,9	2,5
57	70	0,619	0,0279	1	2,5	1,8	0,68	11	2	2,5
60	70	0,628	0,0286	1	2,5	1,9	0,69	11	2	2,5
64	70	0,641	0,0295	1	2,5	1,9	0,71	11	2	2,5
70	70	0,659	0,0308	1	2,5	1,9	0,73	11	2,1	2,5
76	70	0,678	0,0321	1	2,5	2	0,75	11	2,1	2,5
80	70	0,691	0,033	1	2,5	2	0,76	11	2,1	2,5
89	70	0,719	0,0349	1	2,5	2,1	0,79	11	2,2	2,5
108	70	0,779	0,0391	1	2,5	2,2	0,85	11	2,4	2,5
114	70	0,798	0,0404	1	2,5	2,3	0,87	12	2,4	2,5
133	70	0,857	0,0446	1	2,5	2,4	0,93	12	2,6	2,5
140	70	0,879	0,0462	1	2,5	2,5	0,96	12	2,6	2,5
159	70	0,939	0,0503	1	2,5	2,6	1,02	12	2,8	2,5
219	70	1,127	0,0635	1	2,5	3,1	1,21	13	3,2	2,5
273	70	1,297	0,0754	1	2,5	3,5	1,39	14	3,7	2,5
324	70	1,457	0,0866	1	2,5	3,9	1,56	15	4,1	2,5
18	80	0,559	0,0246	1	2,5	1,7	0,62	10	1,8	2,5
21	80	0,568	0,0254	1	2,5	1,7	0,63	10	1,8	2,5
25	80	0,581	0,0264	1	2,5	1,7	0,65	10	1,9	2,5
27	80	0,587	0,0269	1	2,5	1,8	0,65	10	1,9	2,5
32	80	0,603	0,0281	1	2,5	1,8	0,67	11	1,9	2,5
34	80	0,609	0,0286	1	2,5	1,8	0,68	11	1,9	2,5
38	80	0,622	0,0296	1	2,5	1,8	0,69	11	2	2,5
42	80	0,634	0,0306	1	2,5	1,9	0,7	11	2	2,5
45	80	0,644	0,0314	1	2,5	1,9	0,71	11	2	2,5
48	80	0,653	0,0322	1	2,5	1,9	0,72	11	2	2,5
54	80	0,672	0,0337	1	2,5	2	0,74	11	2,1	2,5



## Продолжение таблицы Ж.1

57	80	0,681	0,0344	1	2,5	2	0,75	11	2,1	2,5
60	80	0,691	0,0352	1	2,5	2	0,76	11	2,1	2,5
64	80	0,703	0,0362	1	2,5	2	0,77	11	2,2	2,5
70	80	0,722	0,0377	1	2,5	2,1	0,79	11	2,2	2,5
76	80	0,741	0,0392	1	2,5	2,1	0,81	11	2,3	2,5
80	80	0,754	0,0402	1	2,5	2,2	0,83	11	2,3	2,5
89	80	0,782	0,0425	1	2,5	2,2	0,85	12	2,4	2,5
108	80	0,842	0,0472	1	2,5	2,4	0,92	12	2,5	2,5
114	80	0,86	0,0487	1	2,5	2,4	0,94	12	2,6	2,5
133	80	0,92	0,0535	1	2,5	2,6	1	12	2,7	2,5
140	80	0,942	0,0553	1	2,5	2,6	1,02	12	2,8	2,5
159	80	1,002	0,06	1	2,5	2,8	1,08	13	2,9	2,5
219	80	1,19	0,0751	1	2,5	3,3	1,28	14	3,4	2,5
273	80	1,36	0,0887	1	2,5	3,7	1,46	15	3,8	2,5
324	80	1,52	0,1015	1	2,5	4,1	1,62	16	4,2	2,5
18	90	0,622	0,0305	1	2,5	1,8	0,69	11	2	2,5
21	90	0,631	0,0314	1	2,5	1,9	0,7	11	2	2,5
25	90	0,644	0,0325	1	2,5	1,9	0,71	11	2	2,5
27	90	0,65	0,0331	1	2,5	1,9	0,72	11	2	2,5
32	90	0,666	0,0345	1	2,5	2	0,73	11	2,1	2,5
34	90	0,672	0,035	1	2,5	2	0,74	11	2,1	2,5
38	90	0,685	0,0362	1	2,5	2	0,75	11	2,1	2,5
42	90	0,697	0,0373	1	2,5	2	0,77	11	2,2	2,5
45	90	0,707	0,0382	1	2,5	2,1	0,78	11	2,2	2,5
48	90	0,716	0,039	1	2,5	2,1	0,79	11	2,2	2,5
54	90	0,735	0,0407	1	2,5	2,1	0,81	11	2,3	2,5
57	90	0,744	0,0415	1	2,5	2,1	0,82	11	2,3	2,5
60	90	0,754	0,0424	1	2,5	2,2	0,83	11	2,3	2,5
64	90	0,766	0,0435	1	2,5	2,2	0,84	11	2,3	2,5
70	90	0,785	0,0452	1	2,5	2,3	0,86	12	2,4	2,5
76	90	0,804	0,0469	1	2,5	2,3	0,88	12	2,4	2,5
80	90	0,816	0,048	1	2,5	2,3	0,89	12	2,5	2,5
89	90	0,845	0,0506	1	2,5	2,4	0,92	12	2,5	2,5
108	90	0,904	0,056	1	2,5	2,6	0,98	12	2,7	2,5
114	90	0,923	0,0577	1	2,5	2,6	1	12	2,7	2,5
133	90	0,983	0,063	1	2,5	2,7	1,06	13	2,9	2,5
140	90	1,005	0,065	1	2,5	2,8	1,09	13	2,9	2,5
159	90	1,064	0,0704	1	2,5	3	1,15	13	3,1	2,5
219	90	1,253	0,0873	1	2,5	3,4	1,34	14	3,5	2,5
273	90	1,422	0,1026	1	2,5	3,8	1,52	15	4	2,5
324	90	1,583	0,117	1	2,5	4,2	1,69	16	4,4	2,5
18	100	0,685	0,0371	1	2,5	2	0,75	11	2,1	2,5
21	100	0,694	0,038	1	2,5	2	0,76	11	2,1	2,5
25	100	0,707	0,0393	1	2,5	2,1	0,78	11	2,2	2,5
27	100	0,713	0,0399	1	2,5	2,1	0,78	11	2,2	2,5
32	100	0,728	0,0414	1	2,5	2,1	0,8	11	2,2	2,5

## Окончание таблицы Ж.1

34	100	0,735	0,0421	1	2,5	2,1	0,81	11	2,3	2,5
38	100	0,747	0,0433	1	2,5	2,2	0,82	11	2,3	2,5
42	100	0,76	0,0446	1	2,5	2,2	0,83	11	2,3	2,5
45	100	0,769	0,0455	1	2,5	2,2	0,84	11	2,3	2,5
48	100	0,779	0,0465	1	2,5	2,2	0,85	11	2,4	2,5
54	100	0,798	0,0484	1	2,5	2,3	0,87	12	2,4	2,5
57	100	0,807	0,0493	1	2,5	2,3	0,88	12	2,4	2,5
60	100	0,816	0,0502	1	2,5	2,3	0,89	12	2,5	2,5
64	100	0,829	0,0515	1	2,5	2,4	0,9	12	2,5	2,5
70	100	0,848	0,0534	1	2,5	2,4	0,92	12	2,5	2,5
76	100	0,867	0,0553	1	2,5	2,5	0,94	12	2,6	2,5
80	100	0,879	0,0565	1	2,5	2,5	0,96	12	2,6	2,5
89	100	0,907	0,0593	1	2,5	2,6	0,99	12	2,7	2,5
108	100	0,967	0,0653	1	2,5	2,7	1,05	13	2,8	2,5
114	100	0,986	0,0672	1	2,5	2,8	1,07	13	2,9	2,5
133	100	1,046	0,0732	1	2,5	2,9	1,13	13	3	2,5
140	100	1,068	0,0754	1	2,5	3	1,15	13	3,1	2,5
159	100	1,127	0,0813	1	2,5	3,1	1,21	13	3,2	2,5
219	100	1,316	0,1002	1	2,5	3,6	1,41	14	3,7	2,5
273	100	1,485	0,1171	1	2,5	4	1,59	15	4,1	2,5
324	100	1,645	0,1331	1	2,5	4,4	1,75	16	4,5	2,5
18	120	0,81	0,052	1	2,5	2,3	0,88	12	2,4	2,5
21	120	0,82	0,0531	1	2,5	2,3	0,89	12	2,5	2,5
25	120	0,832	0,0546	1	2,5	2,4	0,91	12	2,5	2,5
27	120	0,838	0,0554	1	2,5	2,4	0,91	12	2,5	2,5
32	120	0,854	0,0573	1	2,5	2,4	0,93	12	2,5	2,5
34	120	0,86	0,058	1	2,5	2,4	0,94	12	2,6	2,5
38	120	0,873	0,0595	1	2,5	2,5	0,95	12	2,6	2,5
42	120	0,885	0,061	1	2,5	2,5	0,96	12	2,6	2,5
45	120	0,895	0,0622	1	2,5	2,5	0,97	12	2,7	2,5
48	120	0,904	0,0633	1	2,5	2,6	0,98	12	2,7	2,5
54	120	0,923	0,0656	1	2,5	2,6	1	12	2,7	2,5
57	120	0,933	0,0667	1	2,5	2,6	1,01	12	2,7	2,5
60	120	0,942	0,0678	1	2,5	2,6	1,02	12	2,8	2,5
64	120	0,955	0,0693	1	2,5	2,7	1,03	12	2,8	2,5
70	120	0,973	0,0716	1	2,5	2,7	1,05	13	2,8	2,5
76	120	0,992	0,0739	1	2,5	2,8	1,07	13	2,9	2,5
80	120	1,005	0,0754	1	2,5	2,8	1,09	13	2,9	2,5
89	120	1,033	0,0788	1	2,5	2,9	1,12	13	3	2,5
108	120	1,093	0,0859	1	2,5	3	1,18	13	3,1	2,5
114	120	1,112	0,0882	1	2,5	3,1	1,2	13	3,2	2,5
133	120	1,171	0,0953	1	2,5	3,2	1,26	14	3,3	2,5
140	120	1,193	0,098	1	2,5	3,3	1,28	14	3,4	2,5
159	120	1,253	0,1051	1	2,5	3,4	1,34	14	3,5	2,5
219	120	1,441	0,1277	1	2,5	3,9	1,54	15	4	2,5
273	120	1,611	0,1481	1	2,5	4,3	1,72	16	4,4	2,5
324	120	1,771	0,1673	1	2,5	4,7	1,88	17	4,8	2,5



Продолжение таблицы Ж.2

45	280	3	1,9	0,29	0,34	7,5	7,5	15,1	2,02	18	5,2	7,5	—	0,3	—	1,7	0,167	0,115	0,097	6
45	300	3	2,03	0,32	0,39	7,5	7,5	16,1	2,15	18	5,5	7,5	—	0,3	—	1,7	0,177	0,121	0,103	6
45	320	4	2,15	0,37	0,44	10	10	22,7	2,28	19	5,8	10	—	0,3	—	1,7	0,25	0,169	0,109	6
57	40	1	0,43	0,01	0,01	2,5	2,5	1,4	0,49	10	1,5	2,5	3,4	—	—	1,7	0,016	0,017	0,025	4
57	50	1	0,49	0,02	0,02	2,5	2,5	1,5	0,55	10	1,6	2,5	3,4	—	—	1,7	0,018	0,018	0,028	4
57	60	1	0,56	0,02	0,03	2,5	2,5	1,7	0,62	10	1,8	2,5	3,4	—	—	1,7	0,019	0,019	0,031	4
57	70	1	0,62	0,03	0,03	2,5	2,5	1,8	0,68	11	2	2,5	3,4	—	—	1,7	0,021	0,02	0,034	4
57	80	1	0,68	0,03	0,04	2,5	2,5	2	0,75	11	2,1	2,5	3,4	—	—	1,7	0,023	0,021	0,037	4
57	90	1	0,74	0,04	0,05	2,5	2,5	2,1	0,82	11	2,3	2,5	3,4	—	—	1,7	0,024	0,022	0,04	4
57	100	1	0,81	0,05	0,06	2,5	2,5	2,3	0,88	12	2,4	2,5	—	0,3	—	1,7	0,026	0,022	0,043	4
57	110	2	0,87	0,06	0,07	5	5	4,9	0,95	12	2,6	5	—	0,3	—	1,7	0,056	0,047	0,047	4
57	120	2	0,93	0,07	0,08	5	5	5,2	1,01	12	2,7	5	—	0,3	—	1,7	0,059	0,049	0,05	4
57	140	2	1,06	0,09	0,1	5	5	5,9	1,14	13	3,1	5	—	0,3	—	1,7	0,066	0,053	0,056	4
57	160	2	1,18	0,11	0,13	5	5	6,5	1,27	14	3,4	5	—	0,3	—	1,7	0,073	0,057	0,062	4
57	180	2	1,31	0,13	0,16	5	5	7,1	1,4	14	3,7	5	—	0,3	—	1,7	0,079	0,061	0,068	6
57	200	2	1,43	0,16	0,19	5	5	7,8	1,53	15	4	5	—	0,3	—	1,7	0,086	0,065	0,074	6
57	220	3	1,56	0,19	0,23	7,5	7,5	12,6	1,66	16	4,3	7,5	—	0,3	—	1,7	0,139	0,103	0,08	6
57	240	3	1,69	0,22	0,27	7,5	7,5	13,5	1,8	17	4,6	7,5	—	0,3	—	1,7	0,15	0,109	0,087	6
57	260	3	1,81	0,26	0,31	7,5	7,5	14,5	1,93	17	4,9	7,5	—	0,3	—	1,7	0,16	0,114	0,093	6
57	280	3	1,94	0,3	0,36	7,5	7,5	15,4	2,06	18	5,3	7,5	—	0,3	—	1,7	0,17	0,12	0,099	6
57	300	3	2,06	0,34	0,4	7,5	7,5	16,3	2,19	19	5,6	7,5	—	0,3	—	1,7	0,18	0,126	0,105	6
57	320	4	2,19	0,38	0,45	10	10	23	2,32	19	5,9	10	—	0,3	—	1,7	0,254	0,176	0,111	6
57	120	2	0,93	0,07	0,08	5	5	5,2	1,01	12	2,7	5	—	0,3	—	1,7	0,059	0,049	0,05	4
57	130	2	1	0,08	0,09	5	5	5,6	1,08	13	2,9	5	—	0,3	—	1,7	0,062	0,051	0,053	4
57	140	2	1,06	0,09	0,1	5	5	5,9	1,14	13	3,1	5	—	0,3	—	1,7	0,066	0,053	0,056	4
76	40	1	0,49	0,01	0,02	2,5	2,5	1,5	0,55	10	1,6	2,5	3,4	—	—	1,7	0,018	0,02	0,028	4
76	50	1	0,55	0,02	0,02	2,5	2,5	1,7	0,62	10	1,8	2,5	3,4	—	—	1,7	0,019	0,021	0,031	4
76	60	1	0,62	0,03	0,03	2,5	2,5	1,8	0,68	11	2	2,5	3,4	—	—	1,7	0,021	0,021	0,034	4
76	70	1	0,68	0,03	0,04	2,5	2,5	2	0,75	11	2,1	2,5	3,4	—	—	1,7	0,023	0,022	0,037	4
76	80	1	0,74	0,04	0,05	2,5	2,5	2,1	0,81	11	2,3	2,5	3,4	—	—	1,7	0,024	0,023	0,04	4

## Продолжение таблицы Ж.2

76	90	1	0,8	0,05	0,06	2,5	2,5	2,3	0,88	12	2,4	2,5	3,4	—	—	1,7	0,026	0,024	0,043	4
76	100	1	0,87	0,06	0,07	2,5	2,5	2,5	0,94	12	2,6	2,5	—	0,3	—	1,7	0,028	0,025	0,046	4
76	110	2	0,93	0,06	0,08	5	5	5,2	1,01	12	2,7	5	—	0,3	—	1,7	0,059	0,053	0,049	4
76	120	2	0,99	0,07	0,09	5	5	5,5	1,07	13	2,9	5	—	0,3	—	1,7	0,062	0,055	0,053	4
76	140	2	1,12	0,09	0,11	5	5	6,2	1,2	13	3,2	5	—	0,3	—	1,7	0,069	0,059	0,059	4
76	160	2	1,24	0,12	0,14	5	5	6,8	1,33	14	3,5	5	—	0,3	—	1,7	0,076	0,063	0,065	6
76	180	2	1,37	0,14	0,17	5	5	7,4	1,47	15	3,8	5	—	0,3	—	1,7	0,083	0,066	0,071	6
76	200	2	1,49	0,17	0,21	5	5	8,1	1,6	15	4,2	5	—	0,3	—	1,7	0,089	0,07	0,077	6
76	220	3	1,62	0,2	0,25	7,5	7,5	13	1,73	16	4,5	7,5	—	0,3	—	1,7	0,144	0,111	0,083	6
76	240	3	1,75	0,24	0,29	7,5	7,5	14	1,86	17	4,8	7,5	—	0,3	—	1,7	0,155	0,117	0,089	6
76	260	3	1,87	0,27	0,33	7,5	7,5	14,9	1,99	18	5,1	7,5	—	0,3	—	1,7	0,165	0,123	0,096	6
76	280	3	2	0,31	0,38	7,5	7,5	15,8	2,12	18	5,4	7,5	—	0,3	—	1,7	0,175	0,129	0,102	6
76	300	3	2,12	0,35	0,43	7,5	7,5	16,8	2,25	19	5,7	7,5	—	0,3	—	1,7	0,185	0,135	0,108	6
76	320	4	2,25	0,4	0,48	10	10	23,6	2,38	20	6	10	—	0,3	—	1,7	0,26	0,188	0,114	6
89	40	1	0,53	0,02	0,02	2,5	2,5	1,6	0,59	10	1,7	2,5	3,4	—	—	1,7	0,019	0,022	0,03	4
89	50	1	0,59	0,02	0,03	2,5	2,5	1,8	0,66	10	1,9	2,5	3,4	—	—	1,7	0,02	0,023	0,033	4
89	60	1	0,66	0,03	0,03	2,5	2,5	1,9	0,72	11	2,1	2,5	3,4	—	—	1,7	0,022	0,023	0,036	4
89	70	1	0,72	0,03	0,04	2,5	2,5	2,1	0,79	11	2,2	2,5	3,4	—	—	1,7	0,024	0,024	0,039	4
89	80	1	0,78	0,04	0,05	2,5	2,5	2,2	0,85	12	2,4	2,5	3,4	—	—	1,7	0,025	0,025	0,042	4
89	90	1	0,84	0,05	0,06	2,5	2,5	2,4	0,92	12	2,5	2,5	3,4	—	—	1,7	0,027	0,026	0,045	4
89	100	1	0,91	0,06	0,07	2,5	2,5	2,6	0,99	12	2,7	2,5	—	0,3	—	1,7	0,029	0,027	0,048	4
89	110	2	0,97	0,07	0,08	5	5	5,4	1,05	13	2,8	5	—	0,3	—	1,7	0,061	0,057	0,051	4
89	120	2	1,03	0,08	0,09	5	5	5,7	1,12	13	3	5	—	0,3	—	1,7	0,064	0,059	0,055	4
89	140	2	1,16	0,1	0,12	5	5	6,4	1,25	14	3,3	5	—	0,3	—	1,7	0,071	0,063	0,061	4
89	160	2	1,28	0,13	0,15	5	5	7	1,38	14	3,6	5	—	0,3	—	1,7	0,078	0,067	0,067	6
89	180	2	1,41	0,15	0,18	5	5	7,6	1,51	15	3,9	5	—	0,3	—	1,7	0,085	0,07	0,073	6
89	200	2	1,54	0,18	0,22	5	5	8,3	1,64	16	4,3	5	—	0,3	—	1,7	0,092	0,074	0,079	6
89	220	3	1,66	0,21	0,26	7,5	7,5	13,3	1,77	16	4,6	7,5	—	0,3	—	1,7	0,148	0,117	0,085	6
89	240	3	1,79	0,25	0,3	7,5	7,5	14,3	1,9	17	4,9	7,5	—	0,3	—	1,7	0,158	0,123	0,091	6
89	260	3	1,91	0,28	0,34	7,5	7,5	15,2	2,03	18	5,2	7,5	—	0,3	—	1,7	0,168	0,129	0,098	6
89	280	3	2,04	0,32	0,39	7,5	7,5	16,2	2,16	18	5,5	7,5	—	0,3	—	1,7	0,178	0,135	0,104	6

## Продолжение таблицы Ж.2

89	300	3	2,16	0,37	0,44	7,5	17,1	2,29	19	5,8	7,5	—	0,3	—	1,7	0,188	0,141	0,11	6	
89	320	4	2,29	0,41	0,49	10	24	2,42	20	6,1	10	—	0,3	—	1,7	0,265	0,196	0,116	6	
108	40	1	0,59	0,02	0,02	2,5	1,8	0,66	10	1,9	2,5	3,4	—	—	1,7	0,02	0,024	0,033	4	
108	50	1	0,65	0,02	0,03	2,5	1,9	0,72	11	2	2,5	3,4	—	—	1,7	0,022	0,025	0,036	4	
108	60	1	0,72	0,03	0,04	2,5	2,1	0,79	11	2,2	2,5	3,4	—	—	1,7	0,024	0,026	0,039	4	
108	70	1	0,78	0,04	0,05	2,5	2,2	0,85	11	2,4	2,5	3,4	—	—	1,7	0,025	0,027	0,042	4	
108	80	1	0,84	0,05	0,06	2,5	2,4	0,92	12	2,5	2,5	3,4	—	—	1,7	0,027	0,028	0,045	4	
108	90	1	0,9	0,06	0,07	2,5	2,6	0,98	12	2,7	2,5	3,4	—	—	1,7	0,029	0,029	0,048	4	
108	100	1	0,97	0,07	0,08	2,5	2,7	1,05	13	2,8	2,5	—	0,3	—	1,7	0,03	0,03	0,051	4	
108	110	2	1,03	0,08	0,09	5	5,7	1,11	13	3	5	—	0,3	—	1,7	0,064	0,063	0,054	4	
108	120	2	1,09	0,09	0,1	5	6	1,18	13	3,1	5	—	0,3	—	1,7	0,068	0,065	0,057	4	
108	140	2	1,22	0,11	0,13	5	6,7	1,31	14	3,5	5	—	0,3	—	1,7	0,074	0,068	0,064	6	
108	160	2	1,34	0,13	0,16	5	7,3	1,44	15	3,8	5	—	0,3	—	1,7	0,081	0,072	0,07	6	
108	180	2	1,47	0,16	0,2	5	7,9	1,57	15	4,1	5	—	0,3	—	1,7	0,088	0,076	0,076	6	
108	200	2	1,6	0,19	0,23	5	8,6	1,7	16	4,4	5	—	0,3	—	1,7	0,095	0,08	0,082	6	
108	220	3	1,72	0,23	0,27	7,5	13,8	1,83	17	4,7	7,5	—	0,3	—	1,7	0,152	0,126	0,088	6	
108	240	3	1,85	0,26	0,31	7,5	14,7	1,96	17	5	7,5	—	0,3	—	1,7	0,163	0,132	0,094	6	
108	260	3	1,97	0,3	0,36	7,5	15,7	2,09	18	5,3	7,5	—	0,3	—	1,7	0,173	0,138	0,101	6	
108	280	3	2,1	0,34	0,41	7,5	16,6	2,22	19	5,7	7,5	—	0,3	—	1,7	0,183	0,144	0,107	6	
108	300	3	2,22	0,38	0,46	7,5	17,5	2,35	20	6	7,5	—	0,3	—	1,7	0,193	0,15	0,113	6	
108	320	4	2,35	0,43	0,52	10	24,6	2,48	20	6,3	10	—	0,3	—	1,7	0,271	0,208	0,119	6	
133	40	1	0,67	0,02	0,03	2,5	2,5	2	0,74	11	2,1	2,5	3,4	—	1,7	0,022	0,028	0,037	4	
133	50	1	0,73	0,03	0,03	2,5	2,5	2,1	0,8	11	2,2	2,5	3,4	—	1,7	0,024	0,029	0,04	4	
133	60	1	0,79	0,04	0,04	2,5	2,5	2,3	0,87	12	2,4	2,5	3,4	—	1,7	0,026	0,03	0,043	4	
133	70	1	0,86	0,04	0,05	2,5	2,4	0,93	12	2,6	2,5	3,4	—	—	1,7	0,027	0,031	0,046	4	
133	80	1	0,92	0,05	0,06	2,5	2,5	2,6	1	12	2,7	2,5	3,4	—	1,7	0,029	0,032	0,049	4	
133	90	1	0,98	0,06	0,08	2,5	2,5	2,7	1,06	13	2,9	2,5	3,4	—	1,7	0,031	0,033	0,052	4	
133	100	1	1,05	0,07	0,09	2,5	2,5	2,9	1,13	13	3	2,5	—	0,3	—	1,7	0,033	0,034	0,055	4
133	110	2	1,11	0,08	0,1	5	6,1	1,19	13	3,2	5	—	0,3	—	1,7	0,069	0,07	0,058	4	
133	120	2	1,17	0,1	0,11	5	6,4	1,26	14	3,3	5	—	0,3	—	1,7	0,072	0,072	0,061	4	
133	140	2	1,3	0,12	0,14	5	7,1	1,39	14	3,7	5	—	0,3	—	1,7	0,079	0,076	0,067	6	

## Продолжение таблицы Ж.2

133 160	2	1,42	0,15	0,18	5	5	7,7	1,52	15	4	5	—	0,3	—	1,7	0,086	0,08	0,074	6
133 180	2	1,55	0,18	0,21	5	5	8,3	1,65	16	4,3	5	—	0,3	—	1,7	0,092	0,084	0,08	6
133 200	2	1,67	0,21	0,25	5	5	8,9	1,78	16	4,6	5	—	0,3	—	1,7	0,099	0,088	0,086	6
133 220	3	1,8	0,24	0,29	7,5	7,5	14,4	1,91	17	4,9	7,5	—	0,3	—	1,7	0,159	0,138	0,092	6
133 240	3	1,92	0,28	0,34	7,5	7,5	15,3	2,04	18	5,2	7,5	—	0,3	—	1,7	0,169	0,144	0,098	6
133 260	3	2,05	0,32	0,39	7,5	7,5	16,2	2,17	19	5,5	7,5	—	0,3	—	1,7	0,179	0,15	0,104	6
133 280	3	2,18	0,36	0,44	7,5	7,5	17,2	2,3	19	5,9	7,5	—	0,3	—	1,7	0,189	0,155	0,111	6
133 300	3	2,3	0,41	0,49	7,5	7,5	18,1	2,44	20	6,2	7,5	—	0,3	—	1,7	0,2	0,161	0,117	6
133 320	4	2,43	0,46	0,55	10	10	25,4	2,57	21	6,5	10	—	0,3	—	1,7	0,28	0,223	0,123	10
159 40	1	0,75	0,02	0,03	2,5	2,5	2,2	0,82	11	2,3	2,5	3,4	—	—	1,7	0,025	0,032	0,041	4
159 50	1	0,81	0,03	0,04	2,5	2,5	2,3	0,89	12	2,4	2,5	3,4	—	—	1,7	0,026	0,033	0,044	4
159 60	1	0,88	0,04	0,05	2,5	2,5	2,5	0,95	12	2,6	2,5	3,4	—	—	1,7	0,028	0,034	0,047	4
159 70	1	0,94	0,05	0,06	2,5	2,5	2,6	1,02	12	2,8	2,5	3,4	—	—	1,7	0,03	0,035	0,05	4
159 80	1	1	0,06	0,07	2,5	2,5	2,8	1,08	13	2,9	2,5	3,4	—	—	1,7	0,031	0,036	0,053	4
159 90	1	1,06	0,07	0,08	2,5	2,5	3	1,15	13	3,1	2,5	3,4	—	—	1,7	0,033	0,037	0,056	4
159 100	1	1,13	0,08	0,1	2,5	2,5	3,1	1,21	13	3,2	2,5	—	0,3	—	1,7	0,035	0,038	0,059	4
159 110	2	1,19	0,09	0,11	5	5	6,5	1,28	14	3,4	5	—	0,3	—	1,7	0,073	0,078	0,062	4
159 120	2	1,25	0,11	0,13	5	5	6,8	1,34	14	3,5	5	—	0,3	—	1,7	0,076	0,08	0,065	6
159 140	2	1,38	0,13	0,16	5	5	7,5	1,48	15	3,9	5	—	0,3	—	1,7	0,083	0,084	0,071	6
159 160	2	1,5	0,16	0,19	5	5	8,1	1,61	16	4,2	5	—	0,3	—	1,7	0,09	0,088	0,078	6
159 180	2	1,63	0,19	0,23	5	5	8,7	1,74	16	4,5	5	—	0,3	—	1,7	0,097	0,092	0,084	6
159 200	2	1,76	0,23	0,27	5	5	9,4	1,87	17	4,8	5	—	0,3	—	1,7	0,104	0,096	0,09	6
159 220	3	1,88	0,26	0,31	7,5	7,5	15	2	18	5,1	7,5	—	0,3	—	1,7	0,165	0,15	0,096	6
159 240	3	2,01	0,3	0,36	7,5	7,5	15,9	2,13	18	5,4	7,5	—	0,3	—	1,7	0,176	0,156	0,102	6
159 260	3	2,13	0,34	0,41	7,5	7,5	16,9	2,26	19	5,7	7,5	—	0,3	—	1,7	0,186	0,162	0,108	6
159 280	3	2,26	0,39	0,46	7,5	7,5	17,8	2,39	20	6,1	7,5	—	0,3	—	1,7	0,196	0,167	0,115	6
159 300	3	2,38	0,43	0,52	7,5	7,5	18,7	2,52	20	6,4	7,5	—	0,3	—	1,7	0,206	0,173	0,121	6
159 320	4	2,51	0,48	0,58	10	10	26,2	2,65	21	6,7	10	—	0,3	—	1,7	0,289	0,239	0,127	10
219 40	1	0,94	0,03	0,04	2,5	2,5	2,6	1,02	12	2,8	2,5	3,4	—	—	1,7	0,03	0,042	0,05	4
219 50	1	1	0,04	0,05	2,5	2,5	2,8	1,08	13	2,9	2,5	3,4	—	—	1,7	0,031	0,043	0,053	4
219 60	1	1,06	0,05	0,06	2,5	2,5	3	1,15	13	3,1	2,5	3,4	—	—	1,7	0,033	0,043	0,056	4

## Продолжение таблицы Ж.2

219 70	1	1,13	0,06	0,08	2,5	2,5	3,1	1,21	13	3,2	2,5	3,4	—	1,7	0,035	0,044	0,059	4
219 80	1	1,19	0,08	0,09	2,5	2,5	3,3	1,28	14	3,4	2,5	3,4	—	1,7	0,036	0,045	0,062	4
219 90	1	1,25	0,09	0,1	2,5	2,5	3,4	1,34	14	3,5	2,5	3,4	—	1,7	0,038	0,046	0,065	6
219 100	1	1,32	0,1	0,12	2,5	2,5	3,6	1,41	14	3,7	2,5	—	0,3	1,7	0,04	0,047	0,068	6
219 110	2	1,38	0,11	0,14	5	5	7,5	1,48	15	3,9	5	—	0,3	1,7	0,083	0,097	0,071	6
219 120	2	1,44	0,13	0,15	5	5	7,8	1,54	15	4	5	—	0,3	1,7	0,087	0,099	0,075	6
219 140	2	1,57	0,16	0,19	5	5	8,4	1,67	16	4,3	5	—	0,3	1,7	0,093	0,103	0,081	6
219 160	2	1,69	0,19	0,23	5	5	9	1,8	17	4,6	5	—	0,3	1,7	0,1	0,107	0,087	6
219 180	2	1,82	0,23	0,27	5	5	9,7	1,93	17	5	5	—	0,3	1,7	0,107	0,11	0,093	6
219 200	2	1,94	0,26	0,32	5	5	10,3	2,06	18	5,3	5	—	0,3	1,7	0,114	0,114	0,099	6
219 220	3	2,07	0,3	0,36	7,5	7,5	16,4	2,19	19	5,6	7,5	—	0,3	1,7	0,181	0,177	0,105	6
219 240	3	2,19	0,35	0,42	7,5	7,5	17,3	2,32	19	5,9	7,5	—	0,3	1,7	0,191	0,183	0,111	6
219 260	3	2,32	0,39	0,47	7,5	7,5	18,3	2,45	20	6,2	7,5	—	0,3	1,7	0,201	0,189	0,118	6
219 280	3	2,45	0,44	0,53	7,5	7,5	19,2	2,59	21	6,5	7,5	—	0,3	1,7	0,211	0,195	0,124	10
219 300	3	2,57	0,49	0,59	7,5	7,5	20,2	2,72	21	6,8	7,5	—	0,3	1,7	0,222	0,201	0,13	10
219 320	4	2,7	0,54	0,65	10	10	28,1	2,85	22	7,2	10	—	0,3	1,7	0,309	0,276	0,136	10
273 40	1	1,11	0,04	0,05	2,5	2,5	3,1	1,19	13	3,2	2,5	3,4	—	1,7	0,034	0,05	0,058	4
273 50	1	1,17	0,05	0,06	2,5	2,5	3,2	1,26	14	3,3	2,5	3,4	—	1,7	0,036	0,051	0,061	4
273 60	1	1,23	0,06	0,08	2,5	2,5	3,4	1,32	14	3,5	2,5	3,4	—	1,7	0,038	0,052	0,064	6
273 70	1	1,3	0,08	0,09	2,5	2,5	3,5	1,39	14	3,7	2,5	3,4	—	1,7	0,039	0,053	0,067	6
273 80	1	1,36	0,09	0,11	2,5	2,5	3,7	1,46	15	3,8	2,5	3,4	—	1,7	0,041	0,054	0,071	6
273 90	1	1,42	0,1	0,12	2,5	2,5	3,8	1,52	15	4	2,5	3,4	—	1,7	0,043	0,055	0,074	6
273 100	1	1,49	0,12	0,14	2,5	2,5	4	1,59	15	4,1	2,5	—	0,3	1,7	0,044	0,056	0,077	6
273 110	2	1,55	0,13	0,16	5	5	8,3	1,65	16	4,3	5	—	0,3	1,7	0,092	0,113	0,08	6
273 120	2	1,61	0,15	0,18	5	5	8,6	1,72	16	4,4	5	—	0,3	1,7	0,096	0,115	0,083	6
273 140	2	1,74	0,18	0,22	5	5	9,3	1,85	17	4,8	5	—	0,3	1,7	0,103	0,119	0,089	6
273 160	2	1,86	0,22	0,26	5	5	9,9	1,98	18	5,1	5	—	0,3	1,7	0,109	0,123	0,095	6
273 180	2	1,99	0,26	0,31	5	5	10,5	2,11	18	5,4	5	—	0,3	1,7	0,116	0,127	0,101	6
273 200	2	2,11	0,3	0,36	5	5	11,1	2,24	19	5,7	5	—	0,3	1,7	0,123	0,131	0,107	6
273 220	3	2,24	0,34	0,41	7,5	7,5	17,7	2,37	20	6	7,5	—	0,3	1,7	0,195	0,202	0,114	6
273 240	3	2,36	0,39	0,46	7,5	7,5	18,6	2,5	20	6,3	7,5	—	0,3	1,7	0,205	0,208	0,12	6



## Продолжение таблицы Ж.2

273 260 3	2,49	0,44	0,52	7,5	7,5	19,5	2,63	21	6,6	7,5	—	0,3	—	1,7	0,215	0,214	0,126	10
273 280 3	2,62	0,49	0,58	7,5	7,5	20,5	2,76	22	7	7,5	—	0,3	—	1,7	0,225	0,22	0,132	10
273 300 3	2,74	0,54	0,65	7,5	7,5	21,4	2,89	22	7,3	7,5	—	0,3	—	1,7	0,235	0,226	0,138	10
273 320 4	2,87	0,6	0,72	10	10	29,8	3,02	23	7,6	10	—	0,3	—	1,7	0,327	0,309	0,144	10
325 40 1	1,27	0,05	0,06	2,5	2,5	3,5	1,36	14	3,6	2,5	3,4	—	—	1,7	0,039	0,058	0,066	6
325 50 1	1,33	0,06	0,07	2,5	2,5	3,6	1,43	15	3,8	2,5	3,4	—	—	1,7	0,04	0,059	0,069	6
325 60 1	1,4	0,07	0,09	2,5	2,5	3,8	1,49	15	3,9	2,5	3,4	—	—	1,7	0,042	0,06	0,072	6
325 70 1	1,46	0,09	0,1	2,5	2,5	3,9	1,56	15	4,1	2,5	3,4	—	—	1,7	0,044	0,061	0,075	6
325 80 1	1,52	0,1	0,12	2,5	2,5	4,1	1,63	16	4,2	2,5	3,4	—	—	1,7	0,045	0,062	0,079	6
325 90 1	1,59	0,12	0,14	2,5	2,5	4,3	1,69	16	4,4	2,5	3,4	—	—	1,7	0,047	0,063	0,082	6
325 100 1	1,65	0,13	0,16	2,5	2,5	4,4	1,76	16	4,5	2,5	—	0,3	—	1,7	0,049	0,064	0,085	6
325 110 2	1,71	0,15	0,18	5	5	9,1	1,82	17	4,7	5	—	0,3	—	1,7	0,101	0,129	0,088	6
325 120 2	1,77	0,17	0,2	5	5	9,4	1,89	17	4,8	5	—	0,3	—	1,7	0,105	0,131	0,091	6
325 140 2	1,9	0,2	0,25	5	5	10,1	2,02	18	5,2	5	—	0,3	—	1,7	0,111	0,135	0,097	6
325 160 2	2,03	0,24	0,29	5	5	10,7	2,15	18	5,5	5	—	0,3	—	1,7	0,118	0,139	0,103	6
325 180 2	2,15	0,29	0,34	5	5	11,3	2,28	19	5,8	5	—	0,3	—	1,7	0,125	0,143	0,109	6
325 200 2	2,28	0,33	0,4	5	5	12	2,41	20	6,1	5	—	0,3	—	1,7	0,132	0,147	0,115	6
325 220 3	2,4	0,38	0,45	7,5	7,5	18,9	2,54	21	6,4	7,5	—	0,3	—	1,7	0,208	0,226	0,122	10
325 240 3	2,53	0,43	0,51	7,5	7,5	19,8	2,67	21	6,7	7,5	—	0,3	—	1,7	0,218	0,232	0,128	10
325 260 3	2,65	0,48	0,57	7,5	7,5	20,8	2,8	22	7	7,5	—	0,3	—	1,7	0,228	0,238	0,134	10
325 280 3	2,78	0,53	0,64	7,5	7,5	21,7	2,93	23	7,4	7,5	—	0,3	—	1,7	0,238	0,244	0,14	10
325 300 3	2,9	0,59	0,71	7,5	7,5	22,7	3,06	23	7,7	7,5	—	0,3	—	1,7	0,249	0,25	0,146	10
325 320 4	3,03	0,65	0,78	10	10	31,5	3,19	24	8	10	—	0,3	—	1,7	0,345	0,341	0,152	10
377 40 1	1,43	0,05	0,06	2,5	2,5	3,9	1,53	15	4	2,5	3,4	—	—	1,7	0,043	0,066	0,074	6
377 50 1	1,5	0,07	0,08	2,5	2,5	4	1,6	15	4,2	2,5	3,4	—	—	1,7	0,045	0,067	0,077	6
377 60 1	1,56	0,08	0,1	2,5	2,5	4,2	1,66	16	4,3	2,5	3,4	—	—	1,7	0,046	0,068	0,08	6
377 70 1	1,62	0,1	0,12	2,5	2,5	4,3	1,73	16	4,5	2,5	3,4	—	—	1,7	0,048	0,069	0,083	6
377 80 1	1,69	0,11	0,14	2,5	2,5	4,5	1,8	17	4,6	2,5	3,4	—	—	1,7	0,05	0,07	0,087	6
377 90 1	1,75	0,13	0,16	2,5	2,5	4,7	1,86	17	4,8	2,5	3,4	—	—	1,7	0,052	0,071	0,09	6
377 100 1	1,81	0,15	0,18	2,5	2,5	4,8	1,93	17	4,9	2,5	—	0,3	—	1,7	0,053	0,072	0,093	6
377 110 2	1,87	0,17	0,2	5	5	10	1,99	18	5,1	5	—	0,3	—	1,7	0,11	0,145	0,096	6

## Продолжение таблицы Ж.2

377 120 2	1,94	0,19	0,22	5	5	10,3	2,06	18	5,3	5	—	0,3	—	1,7	0,113	0,147	0,099	6
377 140 2	2,06	0,23	0,27	5	5	10,9	2,19	19	5,6	5	—	0,3	—	1,7	0,12	0,151	0,105	6
377 160 2	2,19	0,27	0,32	5	5	11,5	2,32	19	5,9	5	—	0,3	—	1,7	0,127	0,155	0,111	6
377 180 2	2,31	0,31	0,38	5	5	12,1	2,45	20	6,2	5	—	0,3	—	1,7	0,134	0,159	0,117	6
377 200 2	2,44	0,36	0,43	5	5	12,8	2,58	21	6,5	5	—	0,3	—	1,7	0,141	0,163	0,123	10
377 220 3	2,57	0,41	0,49	7,5	7,5	20,1	2,71	21	6,8	7,5	—	0,3	—	1,7	0,221	0,25	0,13	10
377 240 3	2,69	0,46	0,56	7,5	7,5	21,1	2,84	22	7,1	7,5	—	0,3	—	1,7	0,231	0,256	0,136	10
377 260 3	2,82	0,52	0,62	7,5	7,5	22	2,97	23	7,5	7,5	—	0,3	—	1,7	0,241	0,262	0,142	10
377 280 3	2,94	0,58	0,69	7,5	7,5	22,9	3,1	24	7,8	7,5	—	0,3	—	1,7	0,252	0,268	0,148	10
377 300 3	3,07	0,64	0,77	7,5	7,5	23,9	3,23	24	8,1	7,5	—	0,3	—	1,7	0,262	0,274	0,154	10
377 320 4	3,19	0,7	0,84	10	10	33,1	3,36	25	8,4	10	—	0,3	—	1,7	0,363	0,373	0,16	10
426 40 1	1,59	0,06	0,07	2,5	2,5	4,3	1,69	16	4,4	2,5	3,4	—	—	1,7	0,047	0,073	0,082	6
426 50 1	1,65	0,07	0,09	2,5	2,5	4,4	1,76	16	4,5	2,5	3,4	—	—	1,7	0,049	0,074	0,085	6
426 60 1	1,71	0,09	0,11	2,5	2,5	4,6	1,82	17	4,7	2,5	3,4	—	—	1,7	0,051	0,075	0,088	6
426 70 1	1,78	0,11	0,13	2,5	2,5	4,7	1,89	17	4,9	2,5	3,4	—	—	1,7	0,052	0,076	0,091	6
426 80 1	1,84	0,13	0,15	2,5	2,5	4,9	1,96	17	5	2,5	3,4	—	—	1,7	0,054	0,077	0,094	6
426 90 1	1,9	0,15	0,17	2,5	2,5	5	2,02	18	5,2	2,5	3,4	—	—	1,7	0,056	0,078	0,097	6
426 100 1	1,97	0,17	0,2	2,5	2,5	5,2	2,09	18	5,3	2,5	—	0,3	—	1,7	0,057	0,079	0,1	6
426 110 2	2,03	0,19	0,22	5	5	10,7	2,15	18	5,5	5	—	0,3	—	1,7	0,118	0,16	0,103	6
426 120 2	2,09	0,21	0,25	5	5	11	2,22	19	5,6	5	—	0,3	—	1,7	0,122	0,162	0,106	6
426 140 2	2,22	0,25	0,3	5	5	11,7	2,35	19	6	5	—	0,3	—	1,7	0,129	0,166	0,113	6
426 160 2	2,34	0,29	0,35	5	5	12,3	2,48	20	6,3	5	—	0,3	—	1,7	0,135	0,17	0,119	6
426 180 2	2,47	0,34	0,41	5	5	12,9	2,61	21	6,6	5	—	0,3	—	1,7	0,142	0,174	0,125	10
426 200 2	2,59	0,39	0,47	5	5	13,5	2,74	22	6,9	5	—	0,3	—	1,7	0,149	0,178	0,131	10
426 220 3	2,72	0,45	0,54	7,5	7,5	21,3	2,87	22	7,2	7,5	—	0,3	—	1,7	0,234	0,273	0,137	10
426 240 3	2,84	0,5	0,6	7,5	7,5	22,2	3	23	7,5	7,5	—	0,3	—	1,7	0,244	0,279	0,143	10
426 260 3	2,97	0,56	0,67	7,5	7,5	23,1	3,13	24	7,8	7,5	—	0,3	—	1,7	0,254	0,285	0,149	10
426 280 3	3,1	0,62	0,74	7,5	7,5	24,1	3,26	24	8,2	7,5	—	0,3	—	1,7	0,264	0,291	0,156	10
426 300 3	3,22	0,68	0,82	7,5	7,5	25	3,39	25	8,5	7,5	—	0,3	—	1,7	0,274	0,296	0,162	10
426 320 4	3,35	0,75	0,9	10	10	34,6	3,52	26	8,8	10	—	0,3	—	1,7	0,379	0,403	0,168	10
476 40 1	1,75	0,06	0,08	2,5	2,5	4,7	1,86	17	4,8	2,5	3,4	—	—	1,7	0,052	0,081	0,089	6

## Продолжение таблицы Ж.2

476 50	1	1,81	0,08	0,1	2,5	2,5	4,8	1,92	17	4,9	2,5	3,4	—	—	1,7	0,053	0,082	0,093	6
476 60	1	1,87	0,1	0,12	2,5	2,5	5	1,99	18	5,1	2,5	3,4	—	—	1,7	0,055	0,083	0,096	6
476 70	1	1,93	0,12	0,14	2,5	2,5	5,1	2,05	18	5,2	2,5	3,4	—	—	1,7	0,057	0,084	0,099	6
476 80	1	2,00	0,14	0,17	2,5	2,5	5,3	2,12	18	5,4	2,5	3,4	—	—	1,7	0,058	0,085	0,102	6
476 90	1	2,06	0,16	0,19	2,5	2,5	5,4	2,18	19	5,6	2,5	3,4	—	—	1,7	0,06	0,086	0,105	6
476 100	1	2,12	0,18	0,22	2,5	2,5	5,6	2,25	19	5,7	2,5	—	0,3	—	1,7	0,062	0,087	0,108	6
476 110	2	2,19	0,2	0,24	5	5	11,5	2,31	19	5,9	5	—	0,3	—	1,7	0,127	0,176	0,111	6
476 120	2	2,25	0,22	0,27	5	5	11,8	2,38	20	6	5	—	0,3	—	1,7	0,13	0,178	0,114	6
476 140	2	2,37	0,27	0,32	5	5	12,4	2,51	20	6,3	5	—	0,3	—	1,7	0,137	0,182	0,12	6
476 160	2	2,5	0,32	0,38	5	5	13,1	2,64	21	6,7	5	—	0,3	—	1,7	0,144	0,186	0,126	10
476 180	2	2,63	0,37	0,44	5	5	13,7	2,77	22	7	5	—	0,3	—	1,7	0,151	0,19	0,133	10
476 200	2	2,75	0,42	0,51	5	5	14,3	2,9	22	7,3	5	—	0,3	—	1,7	0,157	0,193	0,139	10
476 220	3	2,88	0,48	0,58	7,5	7,5	22,4	3,03	23	7,6	7,5	—	0,3	—	1,7	0,246	0,296	0,145	10
476 240	3	3,00	0,54	0,65	7,5	7,5	23,4	3,16	24	7,9	7,5	—	0,3	—	1,7	0,257	0,302	0,151	10
476 260	3	3,13	0,6	0,72	7,5	7,5	24,3	3,29	25	8,2	7,5	—	0,3	—	1,7	0,267	0,308	0,157	10
476 280	3	3,25	0,66	0,8	7,5	7,5	25,3	3,42	25	8,5	7,5	—	0,3	—	1,7	0,277	0,314	0,163	10
476 300	3	3,38	0,73	0,88	7,5	7,5	26,2	3,56	26	8,9	7,5	—	0,3	—	1,7	0,287	0,32	0,169	10
476 320	4	3,5	0,8	0,96	10	10	36,2	3,69	27	9,2	10	—	0,3	—	1,7	0,396	0,434	0,176	10
530 40	1	1,92	0,07	0,09	2,5	2,5	5,1	2,03	18	5,2	2,5	3,4	—	—	1,7	0,056	0,089	0,098	6
530 50	1	1,98	0,09	0,11	2,5	2,5	5,2	2,1	18	5,4	2,5	3,4	—	—	1,7	0,058	0,09	0,101	6
530 60	1	2,04	0,11	0,13	2,5	2,5	5,4	2,16	19	5,5	2,5	3,4	—	—	1,7	0,06	0,091	0,104	6
530 70	1	2,1	0,13	0,16	2,5	2,5	5,5	2,23	19	5,7	2,5	3,4	—	—	1,7	0,061	0,092	0,107	6
530 80	1	2,17	0,15	0,18	2,5	2,5	5,7	2,29	19	5,8	2,5	3,4	—	—	1,7	0,063	0,093	0,11	6
530 90	1	2,23	0,18	0,21	2,5	2,5	5,9	2,36	20	6	2,5	3,4	—	—	1,7	0,065	0,094	0,113	6
530 100	1	2,29	0,2	0,24	2,5	2,5	6	2,43	20	6,1	2,5	—	—	0,3	1,7	0,066	0,095	0,116	6
530 110	2	2,36	0,22	0,27	5	5	12,4	2,49	20	6,3	5	—	—	0,3	1,7	0,136	0,192	0,119	6
530 120	2	2,42	0,24	0,29	5	5	12,7	2,56	21	6,5	5	—	—	0,3	1,7	0,139	0,194	0,122	10
530 140	2	2,54	0,29	0,35	5	5	13,3	2,69	21	6,8	5	—	—	0,3	1,7	0,146	0,198	0,129	10
530 160	2	2,67	0,35	0,42	5	5	13,9	2,82	22	7,1	5	—	—	0,3	1,7	0,153	0,202	0,135	10
530 180	2	2,79	0,4	0,48	5	5	14,6	2,95	23	7,4	5	—	—	0,3	1,7	0,16	0,206	0,141	10
530 200	2	2,92	0,46	0,55	5	5	15,2	3,08	23	7,7	5	—	—	0,3	1,7	0,167	0,21	0,147	10

Продолжение таблицы Ж.2

530 220	3	3,05	0,52	0,62	7,5	7,5	23,7	3,21	24	8	7,5	-	-	0,3	1,7	0,26	0,321	0,153	10	0,53	1,7
530 240	3	3,17	0,58	0,7	7,5	7,5	24,7	3,34	25	8,3	7,5	-	-	0,3	1,7	0,27	0,327	0,159	10	0,53	1,7
530 260	3	3,3	0,64	0,77	7,5	7,5	25,6	3,47	25	8,7	7,5	-	-	0,3	1,7	0,281	0,333	0,165	10	0,53	1,7
530 280	3	3,42	0,71	0,85	7,5	7,5	26,5	3,6	26	9	7,5	-	-	0,3	1,7	0,291	0,339	0,172	10	0,53	1,7
530 300	3	3,55	0,78	0,94	7,5	7,5	27,5	3,73	27	9,3	7,5	-	-	0,3	1,7	0,301	0,344	0,178	10	0,53	1,7
530 320	4	3,67	0,85	1,02	10	10	37,9	3,86	28	9,6	10	-	-	0,3	1,7	0,415	0,467	0,184	12	0,7	1,7
630 40	1	2,23	0,08	0,1	2,5	2,5	5,9	2,36	20	6	2,5	3,4	-	-	1,7	0,065	0,105	0,113	6	0,17	1,7
630 50	1	2,29	0,11	0,13	2,5	2,5	6	2,43	20	6,1	2,5	3,4	-	-	1,7	0,066	0,106	0,116	6	0,17	1,7
630 60	1	2,36	0,13	0,16	2,5	2,5	6,2	2,49	20	6,3	2,5	3,4	-	-	1,7	0,068	0,107	0,119	6	0,17	1,7
630 70	1	2,42	0,15	0,18	2,5	2,5	6,3	2,56	21	6,5	2,5	3,4	-	-	1,7	0,07	0,108	0,122	10	0,17	1,7
630 80	1	2,48	0,18	0,21	2,5	2,5	6,5	2,62	21	6,6	2,5	3,4	-	-	1,7	0,071	0,109	0,125	10	0,17	1,7
630 90	1	2,54	0,2	0,24	2,5	2,5	6,6	2,69	21	6,8	2,5	3,4	-	-	1,7	0,073	0,11	0,129	10	0,17	1,7
630 100	1	2,61	0,23	0,28	2,5	2,5	6,8	2,75	22	6,9	2,5	-	-	0,3	1,7	0,075	0,111	0,132	10	0,17	1,7
630 110	2	2,67	0,26	0,31	5	5	13,9	2,82	22	7,1	5	-	-	0,3	1,7	0,153	0,223	0,135	10	0,28	1,7
630 120	2	2,73	0,28	0,34	5	5	14,2	2,88	22	7,2	5	-	-	0,3	1,7	0,156	0,225	0,138	10	0,28	1,7
630 140	2	2,86	0,34	0,41	5	5	14,9	3,01	23	7,6	5	-	-	0,3	1,7	0,163	0,229	0,144	10	0,28	1,7
630 160	2	2,98	0,4	0,48	5	5	15,5	3,14	24	7,9	5	-	-	0,3	1,7	0,17	0,233	0,15	10	0,28	1,7
630 180	2	3,11	0,46	0,55	5	5	16,1	3,27	24	8,2	5	-	-	0,3	1,7	0,177	0,237	0,156	10	0,28	1,7
630 200	2	3,23	0,52	0,63	5	5	16,7	3,41	25	8,5	5	-	-	0,3	1,7	0,184	0,241	0,162	10	0,28	1,7
630 220	3	3,36	0,59	0,7	7,5	7,5	26,1	3,54	26	8,8	7,5	-	-	0,3	1,7	0,286	0,367	0,168	10	0,54	1,7
630 240	3	3,49	0,66	0,79	7,5	7,5	27	3,67	27	9,1	7,5	-	-	0,3	1,7	0,296	0,373	0,175	10	0,54	1,7
630 260	3	3,61	0,73	0,87	7,5	7,5	28	3,8	27	9,4	7,5	-	-	0,3	1,7	0,306	0,379	0,181	12	0,54	1,7
630 280	3	3,74	0,8	0,96	7,5	7,5	28,9	3,93	28	9,8	7,5	-	-	0,3	1,7	0,316	0,385	0,187	12	0,58	1,7
630 300	3	3,86	0,88	1,05	7,5	7,5	29,8	4,06	29	10,1	7,5	-	-	0,3	1,7	0,326	0,391	0,193	12	0,58	1,7
630 320	4	3,99	0,95	1,15	10	10	41	4,19	29	10,4	10	-	-	0,3	1,7	0,449	0,529	0,199	12	0,8	1,7
720 40	1	2,51	0,1	0,11	2,5	2,5	6,6	2,65	21	6,7	2,5	3,4	-	-	1,7	0,072	0,119	0,127	10	0,22	1,7
720 50	1	2,57	0,12	0,15	2,5	2,5	6,7	2,72	21	6,9	2,5	3,4	-	-	1,7	0,074	0,12	0,13	10	0,22	1,7
720 60	1	2,64	0,15	0,18	2,5	2,5	6,9	2,78	22	7	2,5	3,4	-	-	1,7	0,076	0,121	0,133	10	0,22	1,7
720 70	1	2,7	0,17	0,21	2,5	2,5	7	2,85	22	7,2	2,5	3,4	-	-	1,7	0,077	0,122	0,136	10	0,22	1,7
720 80	1	2,76	0,2	0,24	2,5	2,5	7,2	2,92	23	7,3	2,5	3,4	-	-	1,7	0,079	0,122	0,139	10	0,22	1,7
720 90	1	2,83	0,23	0,27	2,5	2,5	7,4	2,98	23	7,5	2,5	3,4	-	-	1,7	0,081	0,123	0,142	10	0,22	1,7

## Продолжение таблицы Ж.2

720 100	1	2,89	0,26	0,31	2,5	2,5	7,5	3,05	23	7,6	2,5	—	—	0,3	1,7	0,082	0,124	0,145	10	0,22	1,7
720 110	2	2,95	0,29	0,34	5	5	15,3	3,11	24	7,8	5	—	—	0,3	1,7	0,168	0,251	0,148	10	0,33	1,7
720 120	2	3,01	0,32	0,38	5	5	15,7	3,18	24	8	5	—	—	0,3	1,7	0,172	0,253	0,152	10	0,33	1,7
720 140	2	3,14	0,38	0,45	5	5	16,3	3,31	25	8,3	5	—	—	0,3	1,7	0,179	0,257	0,158	10	0,33	1,7
720 160	2	3,27	0,44	0,53	5	5	16,9	3,44	25	8,6	5	—	—	0,3	1,7	0,185	0,261	0,164	10	0,33	1,7
720 180	2	3,39	0,51	0,61	5	5	17,5	3,57	26	8,9	5	—	—	0,3	1,7	0,192	0,265	0,17	10	0,33	1,7
720 200	2	3,52	0,58	0,69	5	5	18,2	3,7	27	9,2	5	—	—	0,3	1,7	0,199	0,269	0,176	10	0,33	1,7
720 220	3	3,64	0,65	0,78	7,5	7,5	28,2	3,83	27	9,5	7,5	—	—	0,3	1,7	0,309	0,409	0,182	12	0,63	1,7
720 240	3	3,77	0,72	0,87	7,5	7,5	29,1	3,96	28	9,8	7,5	—	—	0,3	1,7	0,319	0,415	0,188	12	0,63	1,7
720 260	3	3,89	0,8	0,96	7,5	7,5	30,1	4,09	29	10,1	7,5	—	—	0,3	1,7	0,329	0,42	0,195	12	0,63	1,7
720 280	3	4,02	0,88	1,06	7,5	7,5	31	4,22	29	10,5	7,5	—	—	0,3	1,7	0,339	0,426	0,201	12	0,63	1,7
720 300	3	4,14	0,96	1,15	7,5	7,5	32	4,35	30	10,8	7,5	—	—	0,3	1,7	0,349	0,432	0,207	12	0,63	1,7
720 320	4	4,27	1,04	1,25	10	10	43,9	4,48	31	11,1	10	—	—	0,3	1,7	0,479	0,584	0,213	12	0,85	1,7
820 40	1	2,83	0,11	0,13	2,5	2,5	7,4	2,98	23	7,5	2,5	3,4	—	—	1,7	0,081	0,134	0,142	10	0,22	1,7
820 50	1	2,89	0,14	0,16	2,5	2,5	7,5	3,05	23	7,6	2,5	3,4	—	—	1,7	0,082	0,135	0,145	10	0,22	1,7
820 60	1	2,95	0,17	0,2	2,5	2,5	7,7	3,11	24	7,8	2,5	3,4	—	—	1,7	0,084	0,136	0,148	10	0,22	1,7
820 70	1	3,01	0,2	0,23	2,5	2,5	7,8	3,18	24	8	2,5	3,4	—	—	1,7	0,086	0,137	0,152	10	0,22	1,7
820 80	1	3,08	0,23	0,27	2,5	2,5	8	3,24	24	8,1	2,5	3,4	—	—	1,7	0,088	0,138	0,155	10	0,22	1,7
820 90	1	3,14	0,26	0,31	2,5	2,5	8,1	3,31	25	8,3	2,5	3,4	—	—	1,7	0,089	0,139	0,158	10	0,22	1,7
820 100	1	3,2	0,29	0,35	2,5	2,5	8,3	3,37	25	8,4	2,5	—	—	0,3	1,7	0,091	0,14	0,161	10	0,22	1,7
820 110	2	3,27	0,32	0,39	5	5	16,9	3,44	25	8,6	5	—	—	0,3	1,7	0,185	0,282	0,164	10	0,33	1,7
820 120	2	3,33	0,35	0,43	5	5	17,2	3,5	26	8,7	5	—	—	0,3	1,7	0,189	0,284	0,167	10	0,33	1,7
820 140	2	3,45	0,42	0,51	5	5	17,8	3,63	26	9	5	—	—	0,3	1,7	0,196	0,288	0,173	10	0,33	1,7
820 160	2	3,58	0,49	0,59	5	5	18,5	3,76	27	9,4	5	—	—	0,3	1,7	0,202	0,291	0,179	10	0,33	1,7
820 180	2	3,71	0,57	0,68	5	5	19,1	3,9	28	9,7	5	—	—	0,3	1,7	0,209	0,295	0,185	12	0,33	1,7
820 200	2	3,83	0,64	0,77	5	5	19,7	4,03	28	10	5	—	—	0,3	1,7	0,216	0,299	0,192	12	0,33	1,7
820 220	3	3,96	0,72	0,86	7,5	7,5	30,5	4,16	29	10,3	7,5	—	—	0,3	1,7	0,334	0,455	0,198	12	0,63	1,7
820 240	3	4,08	0,8	0,96	7,5	7,5	31,5	4,29	30	10,6	7,5	—	—	0,3	1,7	0,344	0,461	0,204	12	0,63	1,7
820 260	3	4,21	0,88	1,06	7,5	7,5	32,4	4,42	31	10,9	7,5	—	—	0,3	1,7	0,354	0,467	0,21	12	0,63	1,7
820 280	3	4,33	0,97	1,16	7,5	7,5	33,4	4,55	31	11,2	7,5	—	—	0,3	1,7	0,365	0,472	0,216	12	0,68	1,7
820 300	3	4,46	1,06	1,27	7,5	7,5	34,3	4,68	32	11,6	7,5	—	—	0,3	1,7	0,375	0,478	0,222	12	0,68	1,7

## Продолжение таблицы Ж.2

820	320	4	4,58	1,15	1,37	10	10	47	4,81	33	11,9	10	—	—	0,3	1,7	0,513	0,646	0,228	12	0,9	1,7
920	40	1	3,14	0,12	0,14	2,5	2,5	8,1	3,31	25	8,3	2,5	3,4	—	—	1,7	0,089	0,149	0,158	10	0,26	1,7
920	50	1	3,2	0,15	0,18	2,5	2,5	8,3	3,37	25	8,4	2,5	3,4	—	—	1,7	0,091	0,15	0,161	10	0,26	1,7
920	60	1	3,27	0,18	0,22	2,5	2,5	8,5	3,44	25	8,6	2,5	3,4	—	—	1,7	0,093	0,151	0,164	10	0,26	1,7
920	70	1	3,33	0,22	0,26	2,5	2,5	8,6	3,5	26	8,7	2,5	3,4	—	—	1,7	0,094	0,152	0,167	10	0,26	1,7
920	80	1	3,39	0,25	0,3	2,5	2,5	8,8	3,57	26	8,9	2,5	3,4	—	—	1,7	0,096	0,153	0,17	10	0,26	1,7
920	90	1	3,45	0,29	0,34	2,5	2,5	8,9	3,63	26	9	2,5	3,4	—	—	1,7	0,098	0,154	0,173	10	0,26	1,7
920	100	1	3,52	0,32	0,38	2,5	2,5	9,1	3,7	27	9,2	2,5	—	—	0,3	1,7	0,099	0,155	0,176	10	0,26	1,7
920	110	2	3,58	0,36	0,43	5	5	18,5	3,76	27	9,4	5	—	—	0,3	1,7	0,202	0,312	0,179	10	0,39	1,7
920	120	2	3,64	0,39	0,47	5	5	18,8	3,83	27	9,5	5	—	—	0,3	1,7	0,206	0,314	0,182	12	0,39	1,7
920	140	2	3,77	0,47	0,56	5	5	19,4	3,96	28	9,8	5	—	—	0,3	1,7	0,213	0,318	0,188	12	0,39	1,7
920	160	2	3,89	0,54	0,65	5	5	20	4,09	29	10,1	5	—	—	0,3	1,7	0,219	0,322	0,195	12	0,39	1,7
920	180	2	4,02	0,62	0,75	5	5	20,7	4,22	29	10,5	5	—	—	0,3	1,7	0,226	0,326	0,201	12	0,39	1,7
920	200	2	4,14	0,7	0,84	5	5	21,3	4,35	30	10,8	5	—	—	0,3	1,7	0,233	0,33	0,207	12	0,39	1,7
920	220	3	4,27	0,79	0,95	7,5	7,5	32,9	4,48	31	11,1	7,5	—	—	0,3	1,7	0,36	0,501	0,213	12	0,74	1,7
920	240	3	4,4	0,87	1,05	7,5	7,5	33,8	4,61	32	11,4	7,5	—	—	0,3	1,7	0,37	0,507	0,219	12	0,74	1,7
920	260	3	4,52	0,96	1,16	7,5	7,5	34,8	4,74	32	11,7	7,5	—	—	0,3	1,7	0,38	0,513	0,225	12	0,74	1,7
920	280	3	4,65	1,06	1,27	7,5	7,5	35,7	4,87	33	12	7,5	—	—	0,3	1,7	0,39	0,519	0,232	12	0,74	1,7
920	300	3	4,77	1,15	1,38	7,5	7,5	36,7	5,01	34	12,3	7,5	—	—	0,3	1,7	0,4	0,524	0,238	12	0,74	1,7
920	320	4	4,9	1,25	1,5	10	10	50,1	5,14	34	12,7	10	—	—	0,3	1,7	0,547	0,707	0,244	16	0,95	1,7
1020	40	1	3,45	0,13	0,16	2,5	2,5	8,9	3,63	26	9	2,5	3,4	—	—	1,7	0,098	0,165	0,173	10	0,26	1,7
1020	50	1	3,52	0,17	0,2	2,5	2,5	9,1	3,7	27	9,2	2,5	3,4	—	—	1,7	0,099	0,166	0,176	10	0,26	1,7
1020	60	1	3,58	0,2	0,24	2,5	2,5	9,2	3,76	27	9,4	2,5	3,4	—	—	1,7	0,101	0,167	0,179	10	0,26	1,7
1020	70	1	3,64	0,24	0,29	2,5	2,5	9,4	3,83	27	9,5	2,5	3,4	—	—	1,7	0,103	0,168	0,182	12	0,26	1,7
1020	80	1	3,71	0,28	0,33	2,5	2,5	9,6	3,9	28	9,7	2,5	3,4	—	—	1,7	0,105	0,169	0,185	12	0,26	1,7
1020	90	1	3,77	0,31	0,38	2,5	2,5	9,7	3,96	28	9,8	2,5	3,4	—	—	1,7	0,106	0,17	0,188	12	0,26	1,7
1020	100	1	3,83	0,35	0,42	2,5	2,5	9,9	4,03	28	10	2,5	—	—	0,3	1,7	0,108	0,171	0,192	12	0,26	1,7
1020	110	2	3,89	0,39	0,47	5	5	20	4,09	29	10,1	5	—	—	0,3	1,7	0,219	0,343	0,195	12	0,39	1,7
1020	120	2	3,96	0,43	0,52	5	5	20,4	4,16	29	10,3	5	—	—	0,3	1,7	0,223	0,345	0,198	12	0,39	1,7
1020	140	2	4,08	0,51	0,61	5	5	21	4,29	30	10,6	5	—	—	0,3	1,7	0,23	0,349	0,204	12	0,39	1,7
1020	160	2	4,21	0,59	0,71	5	5	21,6	4,42	31	10,9	5	—	—	0,3	1,7	0,236	0,353	0,21	12	0,39	1,7

## Окончание таблицы Ж.2

1020180	2	4,33	0,68	0,81	5	5	22,2	4,55	31	11,2	5	—	—	0,3	1,7	0,243	0,357	0,216	12	0,39	1,7
1020200	2	4,46	0,77	0,92	5	5	22,9	4,68	32	11,6	5	—	—	0,3	1,7	0,25	0,361	0,222	12	0,39	1,7
1020220	3	4,58	0,86	1,03	7,5	7,5	35,3	4,81	33	11,9	7,5	—	—	0,3	1,7	0,385	0,547	0,228	12	0,76	1,7
1020240	3	4,71	0,95	1,14	7,5	7,5	36,2	4,94	33	12,2	7,5	—	—	0,3	1,7	0,395	0,553	0,235	12	0,76	1,7
1020260	3	4,84	1,04	1,25	7,5	7,5	37,1	5,07	34	12,5	7,5	—	—	0,3	1,7	0,405	0,559	0,241	16	0,76	1,7
1020280	3	4,96	1,14	1,37	7,5	7,5	38,1	5,2	35	12,8	7,5	—	—	0,3	1,7	0,416	0,565	0,247	16	0,78	1,7
1020300	3	5,09	1,24	1,49	7,5	7,5	39	5,33	35	13,1	7,5	—	—	0,3	1,7	0,426	0,571	0,253	16	0,78	1,7
1020320	4	5,21	1,35	1,62	10	10	53,3	5,46	36	13,4	10	—	—	0,3	1,7	0,581	0,769	0,259	16	0,78	1,7
122040	1	4,08	0,16	0,19	2,5	2,5	10,5	4,29	30	10,6	2,5	3,4	—	—	1,7	0,115	0,195	0,204	12	0,35	1,7
122050	1	4,14	0,2	0,24	2,5	2,5	10,7	4,35	30	10,8	2,5	3,4	—	—	1,7	0,116	0,196	0,207	12	0,35	1,7
122060	1	4,21	0,24	0,29	2,5	2,5	10,8	4,42	31	10,9	2,5	3,4	—	—	1,7	0,118	0,197	0,21	12	0,35	1,7
122070	1	4,27	0,28	0,34	2,5	2,5	11	4,48	31	11,1	2,5	3,4	—	—	1,7	0,12	0,198	0,213	12	0,35	1,7
122080	1	4,33	0,33	0,39	2,5	2,5	11,1	4,55	31	11,2	2,5	3,4	—	—	1,7	0,122	0,199	0,216	12	0,35	1,7
122090	1	4,4	0,37	0,44	2,5	2,5	11,3	4,61	32	11,4	2,5	3,4	—	—	1,7	0,123	0,2	0,219	12	0,35	1,7
1220100	1	4,46	0,41	0,5	2,5	2,5	11,4	4,68	32	11,6	2,5	—	—	0,3	1,7	0,125	0,201	0,222	12	0,35	1,7
1220110	2	4,52	0,46	0,55	5	5	23,2	4,74	32	11,7	5	—	—	0,3	1,7	0,253	0,405	0,225	12	0,53	1,7
1220120	2	4,58	0,5	0,61	5	5	23,5	4,81	33	11,9	5	—	—	0,3	1,7	0,257	0,407	0,228	12	0,53	1,7
1220140	2	4,71	0,6	0,72	5	5	24,1	4,94	33	12,2	5	—	—	0,3	1,7	0,264	0,411	0,235	12	0,53	1,7
1220160	2	4,84	0,69	0,83	5	5	24,8	5,07	34	12,5	5	—	—	0,3	1,7	0,27	0,414	0,241	16	0,53	1,7
1220180	2	4,96	0,79	0,95	5	5	25,4	5,2	35	12,8	5	—	—	0,3	1,7	0,277	0,418	0,247	16	0,53	1,7
1220200	2	5,09	0,89	1,07	5	5	26	5,33	35	13,1	5	—	—	0,3	1,7	0,284	0,422	0,253	16	0,53	1,7
1220220	3	5,21	0,99	1,19	7,5	7,5	40	5,46	36	13,4	7,5	—	—	0,3	1,7	0,436	0,639	0,259	16	0,96	1,7
1220240	3	5,34	1,1	1,32	7,5	7,5	40,9	5,59	37	13,8	7,5	—	—	0,3	1,7	0,446	0,645	0,265	16	0,96	1,7
1220260	3	5,46	1,21	1,45	7,5	7,5	41,8	5,72	38	14,1	7,5	—	—	0,3	1,7	0,456	0,651	0,272	16	0,96	1,7
1220280	3	5,59	1,32	1,58	7,5	7,5	42,8	5,85	38	14,4	7,5	—	—	0,3	1,7	0,467	0,657	0,278	16	0,96	1,7
1220300	3	5,71	1,43	1,72	7,5	7,5	43,7	5,98	39	14,7	7,5	—	—	0,3	1,7	0,477	0,663	0,284	16	0,96	1,7
1220320	4	5,84	1,55	1,86	10	10	59,6	6,12	40	15	10	—	—	0,3	1,7	0,649	0,892	0,29	16	1,15	1,7

**Таблица Ж.3 – Расход комплектующих материалов для изоляции воздуховодов прямоугольного сечения при фиксации теплоизоляционного слоя на приварные штифты с шайбой**

Размеры наружных сечений воздуховода	Толщина изоляции матами ТЕХНО	Наименование материалов и изделий						
		Изоляция				Крепление изоляции на приварные штифты		
		Поверхность изоляции	Объем тепло-изоляции в конструкции	Объем тепло-изоляции для заказа	Скотч алюминиевый (для фольгированных материалов)	Длина штифта	Штифт приварной	Шайба прижимная
мм	мм	м <sup>2</sup>	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	м.п.	мм	шт.	шт.
100 × 150	20	0,66	0,0116	0,0132	1,59	19	14	14
100 × 150	30	0,74	0,0186	0,0222	1,66	28	14	14
100 × 150	40	0,82	0,0264	0,0328	1,73	38	14	14
100 × 150	50	0,9	0,035	0,045	1,79	48	14	14
100 × 150	60	0,98	0,0444	0,0588	1,86	58	14	14
100 × 150	70	1,06	0,0546	0,0742	1,93	68	14	14
100 × 150	80	1,14	0,0656	0,0912	1,99	80	14	14
100 × 150	90	1,22	0,0774	0,1098	2,06	90	14	14
100 × 150	100	1,3	0,09	0,13	2,13	100	14	14
100 × 150	120	1,46	0,1176	0,1752	2,26	114	14	14
150 × 150	20	0,76	0,0136	0,0152	1,68	19	14	14
150 × 150	30	0,84	0,0216	0,0252	1,74	28	14	14
150 × 150	40	0,92	0,0304	0,0368	1,81	38	14	14
150 × 150	50	1	0,04	0,05	1,88	48	14	14
150 × 150	60	1,08	0,0504	0,0648	1,94	58	14	14
150 × 150	70	1,16	0,0616	0,0812	2,01	68	14	14
150 × 150	80	1,24	0,0736	0,0992	2,08	80	14	14
150 × 150	90	1,32	0,0864	0,1188	2,14	90	14	14
150 × 150	100	1,4	0,1	0,14	2,21	100	14	14
150 × 150	120	1,56	0,1296	0,1872	2,34	114	14	14
150 × 250	20	0,96	0,0176	0,0192	1,84	19	14	14
150 × 250	30	1,04	0,0276	0,0312	1,91	28	14	14
150 × 250	40	1,12	0,0384	0,0448	1,98	38	14	14
150 × 250	50	1,2	0,05	0,06	2,04	48	14	14
150 × 250	60	1,28	0,0624	0,0768	2,11	58	14	14
150 × 250	70	1,36	0,0756	0,0952	2,18	68	14	14



## Продолжение таблицы Ж.3

150 × 250	80	1,44	0,0896	0,1152	2,24	80	14	14
150 × 250	90	1,52	0,1044	0,1368	2,31	90	14	14
150 × 250	100	1,6	0,12	0,16	2,38	100	14	14
150 × 250	120	1,76	0,1536	0,2112	2,51	114	14	14
150 × 300	20	1,06	0,0196	0,0212	1,93	19	14	14
150 × 300	30	1,14	0,0306	0,0342	1,99	28	14	14
150 × 300	40	1,22	0,0424	0,0488	2,06	38	14	14
150 × 300	50	1,3	0,055	0,065	2,13	48	14	14
150 × 300	60	1,38	0,0684	0,0828	2,19	58	14	14
150 × 300	70	1,46	0,0826	0,1022	2,26	68	14	14
150 × 300	80	1,54	0,0976	0,1232	2,33	80	14	14
150 × 300	90	1,62	0,1134	0,1458	2,39	90	14	14
150 × 300	100	1,7	0,13	0,17	2,46	100	14	14
150 × 300	120	1,86	0,1656	0,2232	2,59	114	14	14
200 × 200	20	0,96	0,0176	0,0192	1,84	19	14	14
200 × 200	30	1,04	0,0276	0,0312	1,91	28	14	14
200 × 200	40	1,12	0,0384	0,0448	1,98	38	14	14
200 × 200	50	1,2	0,05	0,06	2,04	48	14	14
200 × 200	60	1,28	0,0624	0,0768	2,11	58	14	14
200 × 200	70	1,36	0,0756	0,0952	2,18	68	14	14
200 × 200	80	1,44	0,0896	0,1152	2,24	80	14	14
200 × 200	90	1,52	0,1044	0,1368	2,31	90	14	14
200 × 200	100	1,6	0,12	0,16	2,38	100	14	14
200 × 200	120	1,76	0,1536	0,2112	2,51	114	14	14
250 × 250	20	1,16	0,0216	0,0232	2,01	19	14	14
250 × 250	30	1,24	0,0336	0,0372	2,08	28	14	14
250 × 250	40	1,32	0,0464	0,0528	2,14	38	14	14
250 × 250	50	1,4	0,06	0,07	2,21	48	14	14
250 × 250	60	1,48	0,0744	0,0888	2,28	58	14	14
250 × 250	70	1,56	0,0896	0,1092	2,34	68	14	14
250 × 250	80	1,64	0,1056	0,1312	2,41	80	14	14
250 × 250	90	1,72	0,1224	0,1548	2,48	90	14	14
250 × 250	100	1,8	0,14	0,18	2,54	100	14	14
250 × 250	120	1,96	0,1776	0,2352	2,68	114	14	14
250 × 300	20	1,26	0,0236	0,0252	2,09	19	14	14

## Продолжение таблицы Ж.3

250 × 300	30	1,34	0,0366	0,0402	2,16	28	14	14
250 × 300	40	1,42	0,0504	0,0568	2,23	38	14	14
250 × 300	50	1,5	0,065	0,075	2,29	48	14	14
250 × 300	60	1,58	0,0804	0,0948	2,36	58	14	14
250 × 300	70	1,66	0,0966	0,1162	2,43	68	14	14
250 × 300	80	1,74	0,1136	0,1392	2,49	80	14	14
250 × 300	90	1,82	0,1314	0,1638	2,56	90	14	14
250 × 300	100	1,9	0,15	0,19	2,63	100	14	14
250 × 300	120	2,06	0,1896	0,2472	2,76	114	14	14
250 × 400	20	1,46	0,0276	0,0292	2,26	19	20	20
250 × 400	30	1,54	0,0426	0,0462	2,33	28	20	20
250 × 400	40	1,62	0,0584	0,0648	2,39	38	20	20
250 × 400	50	1,7	0,075	0,085	2,46	48	20	20
250 × 400	60	1,78	0,0924	0,1068	2,53	58	20	20
250 × 400	70	1,86	0,1106	0,1302	2,59	68	20	20
250 × 400	80	1,94	0,1296	0,1552	2,66	80	20	20
250 × 400	90	2,02	0,1494	0,1818	2,73	90	20	20
250 × 400	100	2,1	0,17	0,21	2,79	100	20	20
250 × 400	120	2,26	0,2136	0,2712	2,93	114	20	20
250 × 500	20	1,66	0,0316	0,0332	2,43	19	20	20
250 × 500	30	1,74	0,0486	0,0522	2,49	28	20	20
250 × 500	40	1,82	0,0664	0,0728	2,56	38	20	20
250 × 500	50	1,9	0,085	0,095	2,63	48	20	20
250 × 500	60	1,98	0,1044	0,1188	2,69	58	20	20
250 × 500	70	2,06	0,1246	0,1442	2,76	68	20	20
250 × 500	80	2,14	0,1456	0,1712	2,83	80	20	20
250 × 500	90	2,22	0,1674	0,1998	2,89	90	20	20
250 × 500	100	2,3	0,19	0,23	2,96	100	20	20
250 × 500	120	2,46	0,2376	0,2952	3,09	114	20	20
400 × 400	20	1,76	0,0336	0,0352	2,51	19	27	27
400 × 400	30	1,84	0,0516	0,0552	2,58	28	27	27
400 × 400	40	1,92	0,0704	0,0768	2,64	38	27	27
400 × 400	50	2	0,09	0,1	2,71	48	27	27
400 × 400	60	2,08	0,1104	0,1248	2,78	58	27	27
400 × 400	70	2,16	0,1316	0,1512	2,84	68	27	27

## Продолжение таблицы Ж.3

400 × 400	80	2,24	0,1536	0,1792	2,91	80	27	27
400 × 400	90	2,32	0,1764	0,2088	2,98	90	27	27
400 × 400	100	2,4	0,2	0,24	3,04	100	27	27
400 × 400	120	2,56	0,2496	0,3072	3,18	114	27	27
400 × 500	20	1,96	0,0376	0,0392	2,68	19	27	27
400 × 500	30	2,04	0,0576	0,0612	2,74	28	27	27
400 × 500	40	2,12	0,0784	0,0848	2,81	38	27	27
400 × 500	50	2,2	0,1	0,11	2,88	48	27	27
400 × 500	60	2,28	0,1224	0,1368	2,94	58	27	27
400 × 500	70	2,36	0,1456	0,1652	3,01	68	27	27
400 × 500	80	2,44	0,1696	0,1952	3,08	80	27	27
400 × 500	90	2,52	0,1944	0,2268	3,14	90	27	27
400 × 500	100	2,6	0,22	0,26	3,21	100	27	27
400 × 500	120	2,76	0,2736	0,3312	3,34	114	27	27
400 × 600	20	2,16	0,0416	0,0432	2,84	19	27	27
400 × 600	30	2,24	0,0636	0,0672	2,91	28	27	27
400 × 600	40	2,32	0,0864	0,0928	2,98	38	27	27
400 × 600	50	2,4	0,11	0,12	3,04	48	27	27
400 × 600	60	2,48	0,1344	0,1488	3,11	58	27	27
400 × 600	70	2,56	0,1596	0,1792	3,18	68	27	27
400 × 600	80	2,64	0,1856	0,2112	3,24	80	27	27
400 × 600	90	2,72	0,2124	0,2448	3,31	90	27	27
400 × 600	100	2,8	0,24	0,28	3,38	100	27	27
400 × 600	120	2,96	0,2976	0,3552	3,51	114	27	27
400 × 800	20	2,56	0,0496	0,0512	3,18	19	33	33
400 × 800	30	2,64	0,0756	0,0792	3,24	28	33	33
400 × 800	40	2,72	0,1024	0,1088	3,31	38	33	33
400 × 800	50	2,8	0,13	0,14	3,38	48	33	33
400 × 800	60	2,88	0,1584	0,1728	3,44	58	33	33
400 × 800	70	2,96	0,1876	0,2072	3,51	68	33	33
400 × 800	80	3,04	0,2176	0,2432	3,58	80	33	33
400 × 800	90	3,12	0,2484	0,2808	3,64	90	33	33
400 × 800	100	3,2	0,28	0,32	3,71	100	33	33
400 × 800	120	3,36	0,3456	0,4032	3,84	114	33	33
500 × 500	20	2,16	0,0416	0,0432	2,84	19	27	27

## Продолжение таблицы Ж.3

500 × 500	30	2,24	0,0636	0,0672	2,91	28	27	27
500 × 500	40	2,32	0,0864	0,0928	2,98	38	27	27
500 × 500	50	2,4	0,11	0,12	3,04	48	27	27
500 × 500	60	2,48	0,1344	0,1488	3,11	58	27	27
500 × 500	70	2,56	0,1596	0,1792	3,18	68	27	27
500 × 500	80	2,64	0,1856	0,2112	3,24	80	27	27
500 × 500	90	2,72	0,2124	0,2448	3,31	90	27	27
500 × 500	100	2,8	0,24	0,28	3,38	100	27	27
500 × 500	120	2,96	0,2976	0,3552	3,51	114	27	27
500 × 600	20	2,36	0,0456	0,0472	3,01	19	27	27
500 × 600	30	2,44	0,0696	0,0732	3,08	28	27	27
500 × 600	40	2,52	0,0944	0,1008	3,14	38	27	27
500 × 600	50	2,6	0,12	0,13	3,21	48	27	27
500 × 600	60	2,68	0,1464	0,1608	3,28	58	27	27
500 × 600	70	2,76	0,1736	0,1932	3,34	68	27	27
500 × 600	80	2,84	0,2016	0,2272	3,41	80	27	27
500 × 600	90	2,92	0,2304	0,2628	3,48	90	27	27
500 × 600	100	3	0,26	0,3	3,54	100	27	27
500 × 600	120	3,16	0,3216	0,3792	3,68	114	27	27
500 × 800	20	2,76	0,0536	0,0552	3,34	19	33	33
500 × 800	30	2,84	0,0816	0,0852	3,41	28	33	33
500 × 800	40	2,92	0,1104	0,1168	3,48	38	33	33
500 × 800	50	3	0,14	0,15	3,54	48	33	33
500 × 800	60	3,08	0,1704	0,1848	3,61	58	33	33
500 × 800	70	3,16	0,2016	0,2212	3,68	68	33	33
500 × 800	80	3,24	0,2336	0,2592	3,74	80	33	33
500 × 800	90	3,32	0,2664	0,2988	3,81	90	33	33
500 × 800	100	3,4	0,3	0,34	3,88	100	33	33
500 × 800	120	3,56	0,3696	0,4272	4,01	114	33	33
500 × 1000	20	3,16	0,0616	0,0632	3,68	19	33	33
500 × 1000	30	3,24	0,0936	0,0972	3,74	28	33	33
500 × 1000	40	3,32	0,1264	0,1328	3,81	38	33	33
500 × 1000	50	3,4	0,16	0,17	3,88	48	33	33
500 × 1000	60	3,48	0,1944	0,2088	3,94	58	33	33
500 × 1000	70	3,56	0,2296	0,2492	4,01	68	33	33

## Продолжение таблицы Ж.3

500 × 1000	80	3,64	0,2656	0,2912	4,08	80	33	33
500 × 1000	90	3,72	0,3024	0,3348	4,14	90	33	33
500 × 1000	100	3,8	0,34	0,38	4,21	100	33	33
500 × 1000	120	3,96	0,4176	0,4752	4,34	114	33	33
600 × 600	20	2,56	0,0496	0,0512	3,18	19	27	27
600 × 600	30	2,64	0,0756	0,0792	3,24	28	27	27
600 × 600	40	2,72	0,1024	0,1088	3,31	38	27	27
600 × 600	50	2,8	0,13	0,14	3,38	48	27	27
600 × 600	60	2,88	0,1584	0,1728	3,44	58	27	27
600 × 600	70	2,96	0,1876	0,2072	3,51	68	27	27
600 × 600	80	3,04	0,2176	0,2432	3,58	80	27	27
600 × 600	90	3,12	0,2484	0,2808	3,64	90	27	27
600 × 600	100	3,2	0,28	0,32	3,71	100	27	27
600 × 600	120	3,36	0,3456	0,4032	3,84	114	27	27
600 × 800	20	2,96	0,0576	0,0592	3,51	19	33	33
600 × 800	30	3,04	0,0876	0,0912	3,58	28	33	33
600 × 800	40	3,12	0,1184	0,1248	3,64	38	33	33
600 × 800	50	3,2	0,15	0,16	3,71	48	33	33
600 × 800	60	3,28	0,1824	0,1968	3,78	58	33	33
600 × 800	70	3,36	0,2156	0,2352	3,84	68	33	33
600 × 800	80	3,44	0,2496	0,2752	3,91	80	33	33
600 × 800	90	3,52	0,2844	0,3168	3,98	90	33	33
600 × 800	100	3,6	0,32	0,36	4,04	100	33	33
600 × 800	120	3,76	0,3936	0,4512	4,18	114	33	33
600 × 1000	20	3,36	0,0656	0,0672	3,84	19	33	33
600 × 1000	30	3,44	0,0996	0,1032	3,91	28	33	33
600 × 1000	40	3,52	0,1344	0,1408	3,98	38	33	33
600 × 1000	50	3,6	0,17	0,18	4,04	48	33	33
600 × 1000	60	3,68	0,2064	0,2208	4,11	58	33	33
600 × 1000	70	3,76	0,2436	0,2632	4,18	68	33	33
600 × 1000	80	3,84	0,2816	0,3072	4,24	80	33	33
600 × 1000	90	3,92	0,3204	0,3528	4,31	90	33	33
600 × 1000	100	4	0,36	0,4	4,38	100	33	33
600 × 1000	120	4,16	0,4416	0,4992	4,51	114	33	33
600 × 1250	20	3,86	0,0756	0,0772	4,26	19	40	40

## Продолжение таблицы Ж.3

600 × 1250	30	3,94	0,1146	0,1182	4,33	28	40	40
600 × 1250	40	4,02	0,1544	0,1608	4,39	38	40	40
600 × 1250	50	4,1	0,195	0,205	4,46	48	40	40
600 × 1250	60	4,18	0,2364	0,2508	4,53	58	40	40
600 × 1250	70	4,26	0,2786	0,2982	4,59	68	40	40
600 × 1250	80	4,34	0,3216	0,3472	4,66	80	40	40
600 × 1250	90	4,42	0,3654	0,3978	4,73	90	40	40
600 × 1250	100	4,5	0,41	0,45	4,79	100	40	40
600 × 1250	120	4,66	0,5016	0,5592	4,93	114	40	40
800 × 800	20	3,36	0,0656	0,0672	3,84	19	40	40
800 × 800	30	3,44	0,0996	0,1032	3,91	28	40	40
800 × 800	40	3,52	0,1344	0,1408	3,98	38	40	40
800 × 800	50	3,6	0,17	0,18	4,04	48	40	40
800 × 800	60	3,68	0,2064	0,2208	4,11	58	40	40
800 × 800	70	3,76	0,2436	0,2632	4,18	68	40	40
800 × 800	80	3,84	0,2816	0,3072	4,24	80	40	40
800 × 800	90	3,92	0,3204	0,3528	4,31	90	40	40
800 × 800	100	4	0,36	0,4	4,38	100	40	40
800 × 800	120	4,16	0,4416	0,4992	4,51	114	40	40
800 × 1000	20	3,76	0,0736	0,0752	4,18	19	40	40
800 × 1000	30	3,84	0,1116	0,1152	4,24	28	40	40
800 × 1000	40	3,92	0,1504	0,1568	4,31	38	40	40
800 × 1000	50	4	0,19	0,2	4,38	48	40	40
800 × 1000	60	4,08	0,2304	0,2448	4,44	58	40	40
800 × 1000	70	4,16	0,2716	0,2912	4,51	68	40	40
800 × 1000	80	4,24	0,3136	0,3392	4,58	80	40	40
800 × 1000	90	4,32	0,3564	0,3888	4,64	90	40	40
800 × 1000	100	4,4	0,4	0,44	4,71	100	40	40
800 × 1000	120	4,56	0,4896	0,5472	4,84	114	40	40
800 × 1250	20	4,26	0,0836	0,0852	4,59	19	47	47
800 × 1250	30	4,34	0,1266	0,1302	4,66	28	47	47
800 × 1250	40	4,42	0,1704	0,1768	4,73	38	47	47
800 × 1250	50	4,5	0,215	0,225	4,79	48	47	47
800 × 1250	60	4,58	0,2604	0,2748	4,86	58	47	47
800 × 1250	70	4,66	0,3066	0,3262	4,93	68	47	47

## Продолжение таблицы Ж.3

800 × 1250	80	4,74	0,3536	0,3792	4,99	80	47	47
800 × 1250	90	4,82	0,4014	0,4338	5,06	90	47	47
800 × 1250	100	4,9	0,45	0,49	5,13	100	47	47
800 × 1250	120	5,06	0,5496	0,6072	5,26	114	47	47
800 × 1600	20	4,96	0,0976	0,0992	5,18	19	53	53
800 × 1600	30	5,04	0,1476	0,1512	5,24	28	53	53
800 × 1600	40	5,12	0,1984	0,2048	5,31	38	53	53
800 × 1600	50	5,2	0,25	0,26	5,38	48	53	53
800 × 1600	60	5,28	0,3024	0,3168	5,44	58	53	53
800 × 1600	70	5,36	0,3556	0,3752	5,51	68	53	53
800 × 1600	80	5,44	0,4096	0,4352	5,58	80	53	53
800 × 1600	90	5,52	0,4644	0,4968	5,64	90	53	53
800 × 1600	100	5,6	0,52	0,56	5,71	100	53	53
800 × 1600	120	5,76	0,6336	0,6912	5,84	114	53	53
1000 × 1000	20	4,16	0,0816	0,0832	4,51	19	40	40
1000 × 1000	30	4,24	0,1236	0,1272	4,58	28	40	40
1000 × 1000	40	4,32	0,1664	0,1728	4,64	38	40	40
1000 × 1000	50	4,4	0,21	0,22	4,71	48	40	40
1000 × 1000	60	4,48	0,2544	0,2688	4,78	58	40	40
1000 × 1000	70	4,56	0,2996	0,3192	4,84	68	40	40
1000 × 1000	80	4,64	0,3456	0,3712	4,91	80	40	40
1000 × 1000	90	4,72	0,3924	0,4248	4,98	90	40	40
1000 × 1000	100	4,8	0,44	0,48	5,04	100	40	40
1000 × 1000	120	4,96	0,5376	0,5952	5,18	114	40	40
1000 × 1250	20	4,66	0,0916	0,0932	4,93	19	47	47
1000 × 1250	30	4,74	0,1386	0,1422	4,99	28	47	47
1000 × 1250	40	4,82	0,1864	0,1928	5,06	38	47	47
1000 × 1250	50	4,9	0,235	0,245	5,13	48	47	47
1000 × 1250	60	4,98	0,2844	0,2988	5,19	58	47	47
1000 × 1250	70	5,06	0,3346	0,3542	5,26	68	47	47
1000 × 1250	80	5,14	0,3856	0,4112	5,33	80	47	47
1000 × 1250	90	5,22	0,4374	0,4698	5,39	90	47	47
1000 × 1250	100	5,3	0,49	0,53	5,46	100	47	47
1000 × 1250	120	5,46	0,5976	0,6552	5,59	114	47	47
1000 × 1600	20	5,36	0,1056	0,1072	5,51	19	53	53

## Продолжение таблицы Ж.3

1000 × 1600	30	5,44	0,1596	0,1632	5,58	28	53	53
1000 × 1600	40	5,52	0,2144	0,2208	5,64	38	53	53
1000 × 1600	50	5,6	0,27	0,28	5,71	48	53	53
1000 × 1600	60	5,68	0,3264	0,3408	5,78	58	53	53
1000 × 1600	70	5,76	0,3836	0,4032	5,84	68	53	53
1000 × 1600	80	5,84	0,4416	0,4672	5,91	80	53	53
1000 × 1600	90	5,92	0,5004	0,5328	5,98	90	53	53
1000 × 1600	100	6	0,56	0,6	6,04	100	53	53
1000 × 1600	120	6,16	0,6816	0,7392	6,18	114	53	53
1000 × 2000	20	6,16	0,1216	0,1232	6,18	19	66	66
1000 × 2000	30	6,24	0,1836	0,1872	6,24	28	66	66
1000 × 2000	40	6,32	0,2464	0,2528	6,31	38	66	66
1000 × 2000	50	6,4	0,31	0,32	6,38	48	66	66
1000 × 2000	60	6,48	0,3744	0,3888	6,44	58	66	66
1000 × 2000	70	6,56	0,4396	0,4592	6,51	68	66	66
1000 × 2000	80	6,64	0,5056	0,5312	6,58	80	66	66
1000 × 2000	90	6,72	0,5724	0,6048	6,64	90	66	66
1000 × 2000	100	6,8	0,64	0,68	6,71	100	66	66
1000 × 2000	120	6,96	0,7776	0,8352	6,84	114	66	66
1250 × 1250	20	5,16	0,1016	0,1032	5,34	19	53	53
1250 × 1250	30	5,24	0,1536	0,1572	5,41	28	53	53
1250 × 1250	40	5,32	0,2064	0,2128	5,48	38	53	53
1250 × 1250	50	5,4	0,26	0,27	5,54	48	53	53
1250 × 1250	60	5,48	0,3144	0,3288	5,61	58	53	53
1250 × 1250	70	5,56	0,3696	0,3892	5,68	68	53	53
1250 × 1250	80	5,64	0,4256	0,4512	5,74	80	53	53
1250 × 1250	90	5,72	0,4824	0,5148	5,81	90	53	53
1250 × 1250	100	5,8	0,54	0,58	5,88	100	53	53
1250 × 1250	120	5,96	0,6576	0,7152	6,01	114	53	53
1250 × 1600	20	5,86	0,1156	0,1172	5,93	19	60	60
1250 × 1600	30	5,94	0,1746	0,1782	5,99	28	60	60
1250 × 1600	40	6,02	0,2344	0,2408	6,06	38	60	60
1250 × 1600	50	6,1	0,295	0,305	6,13	48	60	60
1250 × 1600	60	6,18	0,3564	0,3708	6,19	58	60	60
1250 × 1600	70	6,26	0,4186	0,4382	6,26	68	60	60



## Окончание таблицы Ж.3

1250 × 1600	80	6,34	0,4816	0,5072	6,33	80	60	60
1250 × 1600	90	6,42	0,5454	0,5778	6,39	90	60	60
1250 × 1600	100	6,5	0,61	0,65	6,46	100	60	60
1250 × 1600	120	6,66	0,7416	0,7992	6,59	114	60	60
1250 × 2000	20	6,66	0,1316	0,1332	6,59	19	73	73
1250 × 2000	30	6,74	0,1986	0,2022	6,66	28	73	73
1250 × 2000	40	6,82	0,2664	0,2728	6,73	38	73	73
1250 × 2000	50	6,9	0,335	0,345	6,79	48	73	73
1250 × 2000	60	6,98	0,4044	0,4188	6,86	58	73	73
1250 × 2000	70	7,06	0,4746	0,4942	6,93	68	73	73
1250 × 2000	80	7,14	0,5456	0,5712	6,99	80	73	73
1250 × 2000	90	7,22	0,6174	0,6498	7,06	90	73	73
1250 × 2000	100	7,3	0,69	0,73	7,13	100	73	73
1250 × 2000	120	7,46	0,8376	0,8952	7,26	114	73	73
1600 × 1600	20	6,56	0,1296	0,1312	6,51	19	66	66
1600 × 1600	30	6,64	0,1956	0,1992	6,58	28	66	66
1600 × 1600	40	6,72	0,2624	0,2688	6,64	38	66	66
1600 × 1600	50	6,8	0,33	0,34	6,71	48	66	66
1600 × 1600	60	6,88	0,3984	0,4128	6,78	58	66	66
1600 × 1600	70	6,96	0,4676	0,4872	6,84	68	66	66
1600 × 1600	80	7,04	0,5376	0,5632	6,91	80	66	66
1600 × 1600	90	7,12	0,6084	0,6408	6,98	90	66	66
1600 × 1600	100	7,2	0,68	0,72	7,04	100	66	66
1600 × 1600	120	7,36	0,8256	0,8832	7,18	114	66	66
1600 × 2000	20	7,36	0,1456	0,1472	7,18	19	80	80
1600 × 2000	30	7,44	0,2196	0,2232	7,24	28	80	80
1600 × 2000	40	7,52	0,2944	0,3008	7,31	38	80	80
1600 × 2000	50	7,6	0,37	0,38	7,38	48	80	80
1600 × 2000	60	7,68	0,4464	0,4608	7,44	58	80	80
1600 × 2000	70	7,76	0,5236	0,5432	7,51	68	80	80
1600 × 2000	80	7,84	0,6016	0,6272	7,58	80	80	80
1600 × 2000	90	7,92	0,6804	0,7128	7,64	90	80	80
1600 × 2000	100	8	0,76	0,8	7,71	100	80	80
1600 × 2000	120	8,16	0,9216	0,9792	7,84	114	80	80

**Таблица Ж.4 – Расход комплектующих материалов для изоляции воздуховодов круглого сечения при фиксации теплоизоляционного слоя бандажми**

Наружный диаметр воздуховода	Толщина изоляции	Наименование материалов и изделий					
		Изоляция				Крепление	
		Поверхность изоляции на 1 погонный метр	Объем теплоизоляции в конструкции	Объем теплоизоляции для заказа		Скотч алюминиевый	Бандаж с пражкой для изоляции
Мат Ламельный ТЕХНО	Мат ТЕХНО 40 фольгированный						
мм	мм	м <sup>2</sup>	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	м.п.	шт.
100	20	0,44	0,0075	0,0079	0,009	2,6	2,5
100	30	0,5	0,0122	0,0129	0,0147	2,8	2,5
100	40	0,57	0,0176	0,0185	0,0211	3,1	2,5
100	50	0,63	0,0236	0,0247	0,0283	3,3	2,5
100	60	0,69	0,0301	0,0317	0,0362	3,5	2,5
100	70	0,75	0,0374	0,0392	0,0448	3,7	2,5
100	80	0,82	0,0452	0,0475	0,0543	3,9	2,5
100	90	0,88	0,0537	0,0564	0,0644	4,1	2,5
100	100	0,94	0,0628	0,0659	0,0754	4,3	2,5
100	120	1,07	0,0829	0,087	0,0995	4,7	2,5
125	20	0,52	0,0091	0,0096	0,0109	2,9	2,5
125	30	0,58	0,0146	0,0153	0,0175	3,1	2,5
125	40	0,64	0,0207	0,0218	0,0249	3,3	2,5
125	50	0,71	0,0275	0,0288	0,033	3,5	2,5
125	60	0,77	0,0349	0,0366	0,0418	3,7	2,5
125	70	0,83	0,0429	0,045	0,0514	3,9	2,5
125	80	0,89	0,0515	0,0541	0,0618	4,1	2,5
125	90	0,96	0,0608	0,0638	0,0729	4,4	2,5
125	100	1,02	0,0707	0,0742	0,0848	4,6	2,5
125	120	1,15	0,0923	0,0969	0,1108	5	2,5
160	20	0,63	0,0113	0,0119	0,0136	3,3	2,5
160	30	0,69	0,0179	0,0188	0,0215	3,5	2,5
160	40	0,75	0,0251	0,0264	0,0301	3,7	2,5
160	50	0,82	0,033	0,0346	0,0396	3,9	2,5
160	60	0,88	0,0414	0,0435	0,0497	4,1	2,5
160	70	0,94	0,0506	0,0531	0,0607	4,3	2,5
160	80	1	0,0603	0,0633	0,0723	4,5	2,5
160	90	1,07	0,0707	0,0742	0,0848	4,7	2,5
160	100	1,13	0,0816	0,0857	0,098	4,9	2,5
160	120	1,26	0,1055	0,1108	0,1266	5,4	2,5
200	20	0,75	0,0138	0,0145	0,0166	3,7	2,5
200	30	0,82	0,0217	0,0227	0,026	3,9	2,5
200	40	0,88	0,0301	0,0317	0,0362	4,1	2,5

## Продолжение таблицы Ж.4

200	50	0,94	0,0393	0,0412	0,0471	4,3	2,5
200	60	1	0,049	0,0514	0,0588	4,5	2,5
200	70	1,07	0,0593	0,0623	0,0712	4,7	2,5
200	80	1,13	0,0703	0,0739	0,0844	4,9	2,5
200	90	1,19	0,082	0,0861	0,0983	5,1	2,5
200	100	1,26	0,0942	0,0989	0,113	5,4	2,5
200	120	1,38	0,1206	0,1266	0,1447	5,8	2,5
250	20	0,91	0,017	0,0178	0,0203	4,2	2,5
250	30	0,97	0,0264	0,0277	0,0317	4,4	2,5
250	40	1,04	0,0364	0,0382	0,0437	4,6	2,5
250	50	1,1	0,0471	0,0495	0,0565	4,8	2,5
250	60	1,16	0,0584	0,0613	0,0701	5	2,5
250	70	1,22	0,0703	0,0739	0,0844	5,2	2,5
250	80	1,29	0,0829	0,087	0,0995	5,5	2,5
250	90	1,35	0,0961	0,1009	0,1153	5,7	2,5
250	100	1,41	0,1099	0,1154	0,1319	5,9	2,5
250	120	1,54	0,1394	0,1464	0,1673	6,3	2,5
315	20	1,11	0,021	0,0221	0,0252	4,9	2,5
315	30	1,18	0,0325	0,0341	0,039	5,1	2,5
315	40	1,24	0,0446	0,0468	0,0535	5,3	2,5
315	50	1,3	0,0573	0,0602	0,0688	5,5	2,5
315	60	1,37	0,0707	0,0742	0,0848	5,7	2,5
315	70	1,43	0,0846	0,0889	0,1015	5,9	2,5
315	80	1,49	0,0992	0,1042	0,1191	6,1	2,5
315	90	1,55	0,1145	0,1202	0,1373	6,3	2,5
315	100	1,62	0,1303	0,1368	0,1564	6,6	2,5
315	120	1,74	0,1639	0,1721	0,1967	7	2,5
355	20	1,24	0,0236	0,0247	0,0283	5,3	2,5
355	30	1,3	0,0363	0,0381	0,0435	5,5	2,5
355	40	1,37	0,0496	0,0521	0,0595	5,7	2,5
355	50	1,43	0,0636	0,0668	0,0763	5,9	2,5
355	60	1,49	0,0782	0,0821	0,0938	6,1	2,5
355	70	1,55	0,0934	0,0981	0,1121	6,3	2,5
355	80	1,62	0,1093	0,1147	0,1311	6,6	2,5
355	90	1,68	0,1258	0,132	0,1509	6,8	2,5
355	100	1,74	0,1429	0,15	0,1714	7	2,5
355	120	1,87	0,179	0,1879	0,2148	7,4	2,5
400	20	1,38	0,0264	0,0277	0,0317	5,8	2,5
400	30	1,44	0,0405	0,0425	0,0486	6	2,5
400	40	1,51	0,0553	0,058	0,0663	6,2	2,5

## Продолжение таблицы Ж.4

400	50	1,57	0,0707	0,0742	0,0848	6,4	2,5
400	60	1,63	0,0867	0,091	0,104	6,6	2,5
400	70	1,7	0,1033	0,1085	0,124	6,8	2,5
400	80	1,76	0,1206	0,1266	0,1447	7	2,5
400	90	1,82	0,1385	0,1454	0,1662	7,2	2,5
400	100	1,88	0,157	0,1649	0,1884	7,4	2,5
400	120	2,01	0,1959	0,2057	0,2351	7,9	2,5
450	20	1,54	0,0295	0,031	0,0354	6,3	2,5
450	30	1,6	0,0452	0,0475	0,0543	6,5	2,5
450	40	1,66	0,0615	0,0646	0,0739	6,7	2,5
450	50	1,73	0,0785	0,0824	0,0942	6,9	2,5
450	60	1,79	0,0961	0,1009	0,1153	7,1	2,5
450	70	1,85	0,1143	0,12	0,1372	7,3	2,5
450	80	1,92	0,1331	0,1398	0,1598	7,6	2,5
450	90	1,98	0,1526	0,1602	0,1831	7,8	2,5
450	100	2,04	0,1727	0,1813	0,2072	8	2,5
450	120	2,17	0,2148	0,2255	0,2577	8,4	2,5
500	20	1,7	0,0327	0,0343	0,0392	6,8	2,5
500	30	1,76	0,0499	0,0524	0,0599	7	2,5
500	40	1,82	0,0678	0,0712	0,0814	7,2	2,5
500	50	1,88	0,0864	0,0907	0,1036	7,4	2,5
500	60	1,95	0,1055	0,1108	0,1266	7,7	2,5
500	70	2,01	0,1253	0,1316	0,1503	7,9	2,5
500	80	2,07	0,1457	0,153	0,1748	8,1	2,5
500	90	2,14	0,1667	0,1751	0,2001	8,3	2,5
500	100	2,2	0,1884	0,1978	0,2261	8,5	2,5
500	120	2,32	0,2336	0,2453	0,2803	8,9	2,5
560	20	1,88	0,0364	0,0382	0,0437	7,4	2,5
560	30	1,95	0,0556	0,0584	0,0667	7,7	2,5
560	40	2,01	0,0754	0,0791	0,0904	7,9	2,5
560	50	2,07	0,0958	0,1006	0,1149	8,1	2,5
560	60	2,14	0,1168	0,1226	0,1402	8,3	2,5
560	70	2,2	0,1385	0,1454	0,1662	8,5	2,5
560	80	2,26	0,1608	0,1688	0,1929	8,7	2,5
560	90	2,32	0,1837	0,1929	0,2204	8,9	2,5
560	100	2,39	0,2072	0,2176	0,2487	9,1	2,5
560	120	2,51	0,2562	0,269	0,3075	9,5	2,5
630	20	2,1	0,0408	0,0429	0,049	8,2	2,5
630	30	2,17	0,0622	0,0653	0,0746	8,4	2,5
630	40	2,23	0,0842	0,0884	0,101	8,6	2,5

## Продолжение таблицы Ж.4

630	50	2,29	0,1068	0,1121	0,1281	8,8	2,5
630	60	2,36	0,13	0,1365	0,156	9	2,5
630	70	2,42	0,1539	0,1616	0,1846	9,2	2,5
630	80	2,48	0,1784	0,1873	0,214	9,4	2,5
630	90	2,54	0,2035	0,2136	0,2442	9,6	2,5
630	100	2,61	0,2292	0,2407	0,2751	9,9	2,5
630	120	2,73	0,2826	0,2967	0,3391	10,3	2,5
710	20	2,36	0,0458	0,0481	0,055	9	2,5
710	30	2,42	0,0697	0,0732	0,0836	9,2	2,5
710	40	2,48	0,0942	0,0989	0,113	9,4	2,5
710	50	2,54	0,1193	0,1253	0,1432	9,6	2,5
710	60	2,61	0,1451	0,1523	0,1741	9,9	2,5
710	70	2,67	0,1714	0,18	0,2057	10,1	2,5
710	80	2,73	0,1984	0,2084	0,2381	10,3	2,5
710	90	2,79	0,2261	0,2374	0,2713	10,5	2,5
710	100	2,86	0,2543	0,2671	0,3052	10,7	2,5
710	120	2,98	0,3127	0,3284	0,3753	11,1	2,5
800	20	2,64	0,0515	0,0541	0,0618	10	2,5
800	30	2,7	0,0782	0,0821	0,0938	10,2	2,5
800	40	2,76	0,1055	0,1108	0,1266	10,4	2,5
800	50	2,83	0,1335	0,1401	0,1601	10,6	2,5
800	60	2,89	0,162	0,1701	0,1944	10,8	2,5
800	70	2,95	0,1912	0,2008	0,2295	11	2,5
800	80	3,01	0,2211	0,2321	0,2653	11,2	2,5
800	90	3,08	0,2515	0,2641	0,3018	11,4	2,5
800	100	3,14	0,2826	0,2967	0,3391	11,6	2,5
800	120	3,27	0,3467	0,364	0,416	12,1	2,5
900	20	2,95	0,0578	0,0607	0,0693	11	2,5
900	30	3,01	0,0876	0,092	0,1051	11,2	2,5
900	40	3,08	0,1181	0,124	0,1417	11,4	2,5
900	50	3,14	0,1492	0,1566	0,179	11,6	2,5
900	60	3,2	0,1809	0,1899	0,217	11,8	2,5
900	70	3,27	0,2132	0,2239	0,2558	12,1	2,5
900	80	3,33	0,2462	0,2585	0,2954	12,3	2,5
900	90	3,39	0,2798	0,2938	0,3357	12,5	2,5
900	100	3,45	0,314	0,3297	0,3768	12,7	2,5
900	120	3,58	0,3843	0,4036	0,4612	13,1	2,5
1000	20	3,27	0,0641	0,0673	0,0769	12,1	2,5
1000	30	3,33	0,097	0,1019	0,1164	12,3	2,5
1000	40	3,39	0,1306	0,1372	0,1567	12,5	2,5

## Продолжение таблицы Ж.4

1000	50	3,45	0,1649	0,1731	0,1978	12,7	2,5
1000	60	3,52	0,1997	0,2097	0,2396	12,9	2,5
1000	70	3,58	0,2352	0,2469	0,2822	13,1	2,5
1000	80	3,64	0,2713	0,2849	0,3256	13,3	2,5
1000	90	3,71	0,308	0,3234	0,3696	13,5	2,5
1000	100	3,77	0,3454	0,3627	0,4145	13,7	2,5
1000	120	3,89	0,422	0,4431	0,5064	14,1	2,5
1120	20	3,64	0,0716	0,0752	0,0859	13,3	2,5
1120	30	3,71	0,1083	0,1137	0,13	13,5	2,5
1120	40	3,77	0,1457	0,153	0,1748	13,7	2,5
1120	50	3,83	0,1837	0,1929	0,2204	13,9	2,5
1120	60	3,89	0,2223	0,2334	0,2668	14,1	2,5
1120	70	3,96	0,2616	0,2746	0,3139	14,4	2,5
1120	80	4,02	0,3014	0,3165	0,3617	14,6	2,5
1120	90	4,08	0,3419	0,359	0,4103	14,8	2,5
1120	100	4,14	0,3831	0,4022	0,4597	15	2,5
1120	120	4,27	0,4672	0,4906	0,5607	15,4	2,5
1250	20	4,05	0,0798	0,0837	0,0957	14,7	2,5
1250	30	4,11	0,1206	0,1266	0,1447	14,9	2,5
1250	40	4,18	0,162	0,1701	0,1944	15,1	2,5
1250	50	4,24	0,2041	0,2143	0,2449	15,3	2,5
1250	60	4,3	0,2468	0,2591	0,2962	15,5	2,5
1250	70	4,36	0,2901	0,3046	0,3482	15,7	2,5
1250	80	4,43	0,3341	0,3508	0,4009	15,9	2,5
1250	90	4,49	0,3787	0,3976	0,4544	16,1	2,5
1250	100	4,55	0,4239	0,4451	0,5087	16,3	2,5
1250	120	4,68	0,5162	0,542	0,6195	16,8	2,5
1400	20	4,52	0,0892	0,0936	0,107	16,2	2,5
1400	30	4,58	0,1347	0,1414	0,1616	16,4	2,5
1400	40	4,65	0,1809	0,1899	0,217	16,7	2,5
1400	50	4,71	0,2277	0,239	0,2732	16,9	2,5
1400	60	4,77	0,2751	0,2888	0,3301	17,1	2,5
1400	70	4,84	0,3231	0,3393	0,3877	17,3	2,5
1400	80	4,9	0,3718	0,3904	0,4461	17,5	2,5
1400	90	4,96	0,4211	0,4421	0,5053	17,7	2,5
1400	100	5,02	0,471	0,4946	0,5652	17,9	2,5
1400	120	5,15	0,5727	0,6014	0,6873	18,3	2,5
1600	20	5,15	0,1017	0,1068	0,1221	18,3	2,5
1600	30	5,21	0,1535	0,1612	0,1843	18,5	2,5
1600	40	5,28	0,206	0,2163	0,2472	18,8	2,5

## Окончание таблицы Ж.4

1600	50	5,34	0,2591	0,272	0,3109	19	2,5
1600	60	5,4	0,3127	0,3284	0,3753	19,2	2,5
1600	70	5,46	0,3671	0,3854	0,4405	19,4	2,5
1600	80	5,53	0,422	0,4431	0,5064	19,6	2,5
1600	90	5,59	0,4776	0,5015	0,5731	19,8	2,5
1600	100	5,65	0,5338	0,5605	0,6406	20	2,5
1600	120	5,78	0,6481	0,6805	0,7777	20,4	2,5
1800	20	5,78	0,1143	0,12	0,1372	20,4	2,5
1800	30	5,84	0,1724	0,181	0,2069	20,6	2,5
1800	40	5,9	0,2311	0,2427	0,2773	20,8	2,5
1800	50	5,97	0,2905	0,305	0,3485	21,1	2,5
1800	60	6,03	0,3504	0,3679	0,4205	21,3	2,5
1800	70	6,09	0,411	0,4316	0,4932	21,5	2,5
1800	80	6,15	0,4723	0,4959	0,5667	21,7	2,5
1800	90	6,22	0,5341	0,5608	0,6409	21,9	2,5
1800	100	6,28	0,5966	0,6264	0,7159	22,1	2,5
1800	120	6,41	0,7235	0,7596	0,8681	22,5	2,5
2000	20	6,41	0,1269	0,1332	0,1522	22,5	2,5
2000	30	6,47	0,1912	0,2008	0,2295	22,7	2,5
2000	40	6,53	0,2562	0,269	0,3075	22,9	2,5
2000	50	6,59	0,3219	0,3379	0,3862	23,1	2,5
2000	60	6,66	0,3881	0,4075	0,4657	23,4	2,5
2000	70	6,72	0,455	0,4777	0,546	23,6	2,5
2000	80	6,78	0,5225	0,5486	0,627	23,8	2,5
2000	90	6,85	0,5906	0,6202	0,7088	24	2,5
2000	100	6,91	0,6594	0,6924	0,7913	24,2	2,5
2000	120	7,03	0,7988	0,8388	0,9586	24,6	2,5

## **Приложение 3**


### **АЛЬБОМ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ**



*ООО "ТехноНИКОЛЬ-СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ"*

*Система теплоизоляции трубопроводов  
ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод*


*Москва 2014*

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод									
<b>ВЕДОМОСТЬ ЧЕРТЕЖЕЙ</b> <b>ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод</b>									
Лист	Наименование						Шифр		
2-4	Ведомость чертежей								
5	Изоляция горизонтальных трубопроводов с положительными температурами Цилиндрами ТЕХНО						ТИ-01-01		
6	Изоляция горизонтальных трубопроводов Цилиндрами ТЕХНО ФА						ТИ-01-02		
7	Изоляция трубопроводов с отрицательными температурами Цилиндрами ТЕХНО ФА с предохранительным слоем и покрытием на бандаж						ТИ-01-03		
8	Изоляция горизонтальных трубопроводов со спутниками или с электрообогревом Цилиндрами ТЕХНО						ТИ-01-04		
9	Изоляция горизонтальных трубопроводов с наружным диаметром теплоизоляционной конструкции не более 200 мм Матами ТЕХНО						ТИ-01-05		
10	Изоляция вертикальных трубопроводов с наружным диаметром теплоизоляционной конструкции не более 200 мм Матами ТЕХНО						ТИ-01-06		
11	Изоляция горизонтальных трубопроводов наружным диаметром до 219 мм Матами ТЕХНО						ТИ-01-07		
12	Изоляция горизонтальных трубопроводов наружным диаметром 219 мм и более Матами ТЕХНО, Матами Прошивными ТЕХНО в один слой с креплением бандажами и подвесками						ТИ-01-08		
13	Изоляция горизонтальных трубопроводов наружным диаметром 219 мм и более Матами ТЕХНО, Матами Прошивными ТЕХНО в два слоя с креплением бандажами и подвесками						ТИ-01-09		
14	Изоляция вертикальных трубопроводов наружным диаметром 219 мм и более Матами ТЕХНО, Матами Прошивными ТЕХНО в один слой с креплением бандажами и стяжками						ТИ-01-10		
15	Изоляция вертикальных трубопроводов наружным диаметром 219 мм и более Матами ТЕХНО, Матами Прошивными ТЕХНО в два слоя с креплением бандажами и стяжками						ТИ-01-11		
16	Изоляция горизонтальных трубопроводов наружным диаметром 1220 и 1420 мм и более Матами Прошивными ТЕХНО в один слой с креплением на штырях						ТИ-01-12		
17	Изоляция горизонтальных трубопроводов с наружным диаметром 1220 и 1420 мм Матами Прошивными ТЕХНО в два слоя с креплением на штырях						ТИ-01-13		
18	Изоляция горизонтальных трубопроводов с электрообогревом с наружным диаметром 219 мм и более Матами ТЕХНО, Матами Прошивными ТЕХНО, Матами Ламельными ТЕХНО в один слой с креплением бандажами						ТИ-01-14		
19	Изоляция горизонтальных трубопроводов со спутниками с наружным диаметром 219 мм и более Матами Прошивными ТЕХНО в один слой с креплением бандажами						ТИ-01-15		
20	Матрац из Матов ТЕХНО в обкладках						ТИ-01-16		
21	Матрац с крючками из Матов ТЕХНО в обкладках						ТИ-01-17		
						<b>Системы ТехноНИКОЛЬ</b>			
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				
Разраб.						Техническая изоляция	Стадия	Лист	Листов
							Р	2	44
						ТИ-01 ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод Ведомость чертежей			

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ  
Трубопровод

**ВЕДОМОСТЬ ЧЕРТЕЖЕЙ**  
**ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод**


Лист	Наименование	Шифр
22	Крепление металлического покрытия изоляции трубопроводов винтами	ТИ-01-18
23	Изоляция отвода Цилиндрами ТЕХНО с креплением металлического защитного покрытия винтами	ТИ-01-19
24	Изоляция трубопроводов с отрицательными температурами Цилиндрами ТЕХНО ФА, Матами ТЕХНО, Матами Ламельными ТЕХНО с креплением металлического покрытия бандажами	ТИ-01-20
25	Изоляция трубопроводов диаметром до 219 мм Матами ТЕХНО ФА, Матами ТЕХНО	ТИ-01-21
26	Изоляция трубопроводов диаметром 159 мм и более Матами Ламельными ТЕХНО	ТИ-01-22
27	Изоляция горизонтальных трубопроводов с положительными температурами Цилиндра ТЕХНО	ТИ-01-23
28	Изоляция фланцевой соосной арматуры диаметром до 150 мм включительно матрацами из Матов ТЕХНО СТ или Цилиндрами ТЕХНО со съёмным металлическим кожухом	ТИ-01-24
29	Изоляция фланцевой арматуры диаметром от 800 мм до 1400 мм матрацами из Матов ТЕХНО с покрытием металлическим съёмным кожухом	ТИ-01-25
30	Изоляция сильфонной несоосной арматуры диаметром до 100 включительно матрацами из Матов ТЕХНО и съёмным металлическим кожухом	ТИ-01-26
31	Изоляция арматуры съёмной конструкции с теплоизоляционным слоем из Матов ТЕХНО или Матов Прошивных ТЕХНО	ТИ-01-27
32	Полуфутляр с вкладышем из Матов ТЕХНО	ТИ-01-28
33	Изоляция фланцевого соединения полуфутлярами с теплоизоляционным слоем из Матов ТЕХНО или Матов Прошивных ТЕХНО	ТИ-01-29
34	Матрац в стеклоткани и полиэтиленовой пленке для изоляции арматуры и фланцевых соединений трубопроводов с отрицательными температурами	ТИ-01-30
35	Узел прохода трубопровода через стену	ТИ-01-31
36	Узел прохода трубопровода через перекрытие	ТИ-01-32
37	Узел прохода трубопровода через крышу	ТИ-01-33
38	Скоба опорная (изготавливается из алюминия или оцинкованной стали в зависимости от материала металлического покровного слоя)	ТИ-01-34
39	Кольцо опорное (для горизонтальных трубопроводов диаметром от 273 до 476 мм при толщине изоляции 100 мм и более)	ТИ-01-35

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Системы ТехноНИКОЛЬ			
Разраб.						Техническая изоляция	Стадия	Лист	Листов
							Р	3	44
						ТИ-01 ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод Ведомость чертежей			

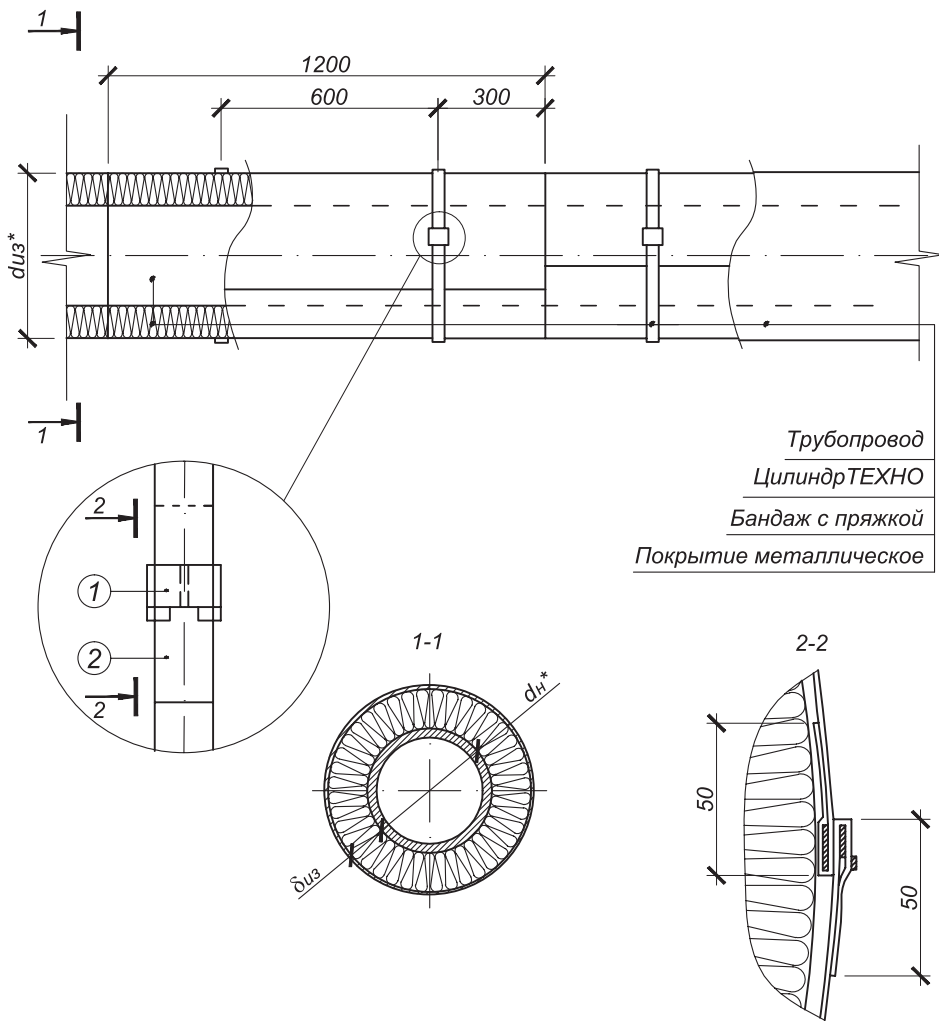
ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ  
Трубопровод

**ВЕДОМОСТЬ ЧЕРТЕЖЕЙ**  
**ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод**

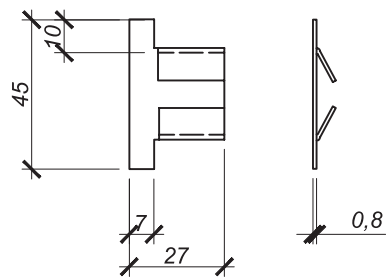
Лист	Наименование	Шифр
40	Элемент опорного кольца (для горизонтальных трубопроводов и аппаратов диаметром от 530 мм и более при толщине изоляции 100 мм и более)	ТИ-01-36
41	Бандаж стяжной (для вертикальных трубопроводов диаметром от 45 до 159 мм)	ТИ-01-37
42	Элемент стяжного бандажа (для вертикальных трубопроводов и аппаратов диаметром от 219 до 1420 мм)	ТИ-01-38
43	Скоба опорная (Лист АД1.Н-1 ГОСТ 21631-76)	ТИ-01-39
44	Перечень материалов, используемых для изоляции трубопроводов и оборудования	ТИ-01-40

						Системы ТехноНИКОЛЬ			
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				
Разраб.						Техническая изоляция	Стадия	Лист	Листов
							Р	4	44
						ТИ-01 ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод Ведомость чертежей			

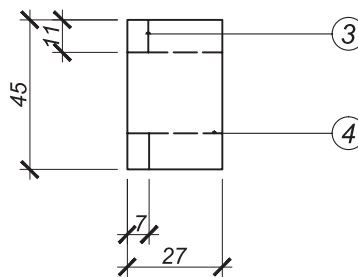
ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-01



Пряжка



Заготовка пряжки

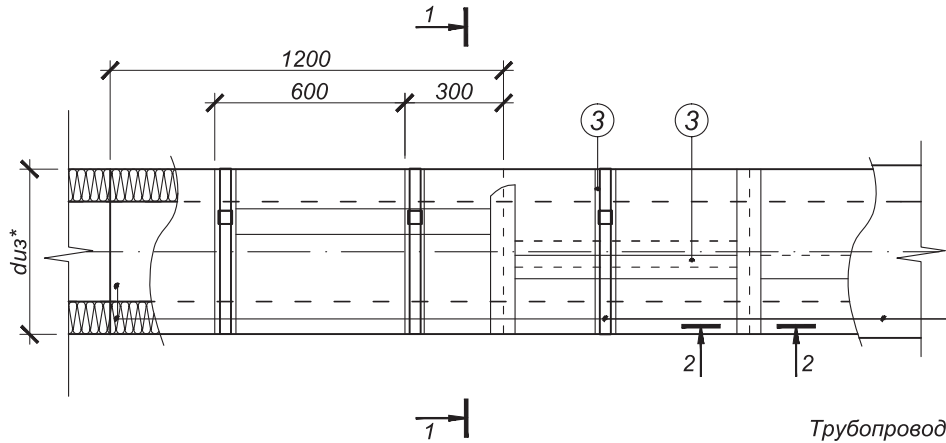


- ① Пряжка
- ② Бандаж

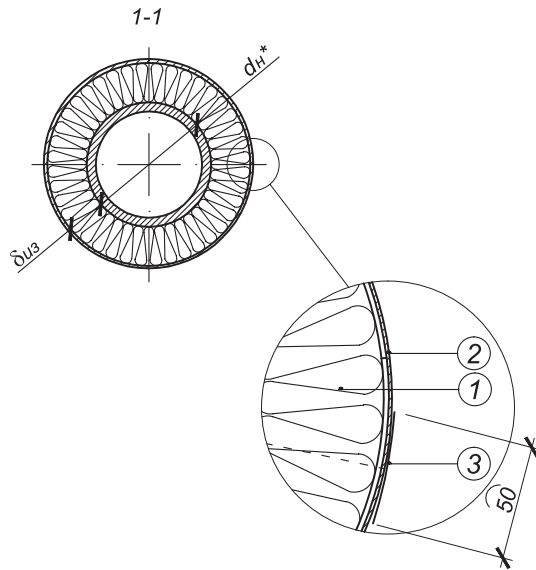
- ③ Линия сгиба
- ④ Линия надреза

Изоляция горизонтальных трубопроводов с положительными температурами Цилиндрами ТЕХНО						Лист 5
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-02



Трубопровод  
Цилиндр ТЕХНО ФА  
Бандаж с пряжкой  
Покрывтие металлическое



- ① Цилиндр ТЕХНО ФА
- ② Алюминиевая фольга
- ③ Алюминиевый скотч

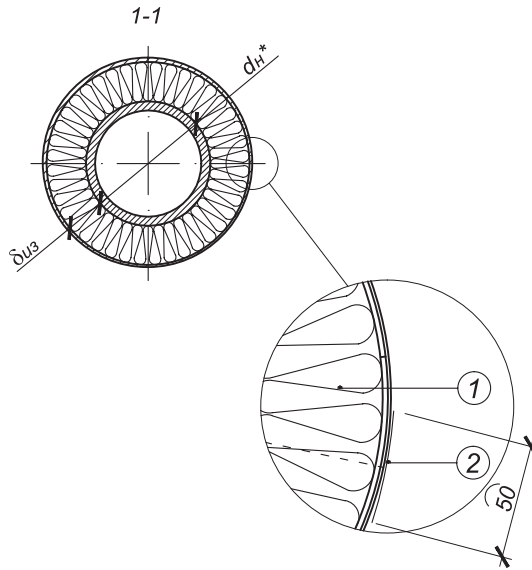
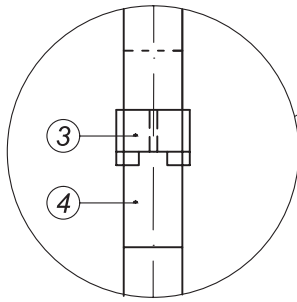
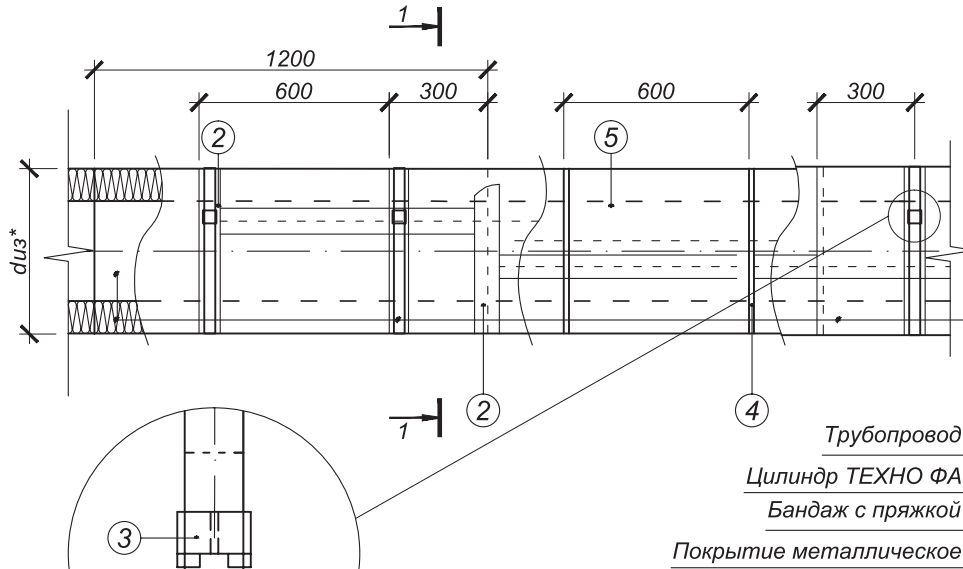
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Изоляция горизонтальных трубопроводов  
Цилиндрами ТЕХНО ФА

Лист

6

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-03

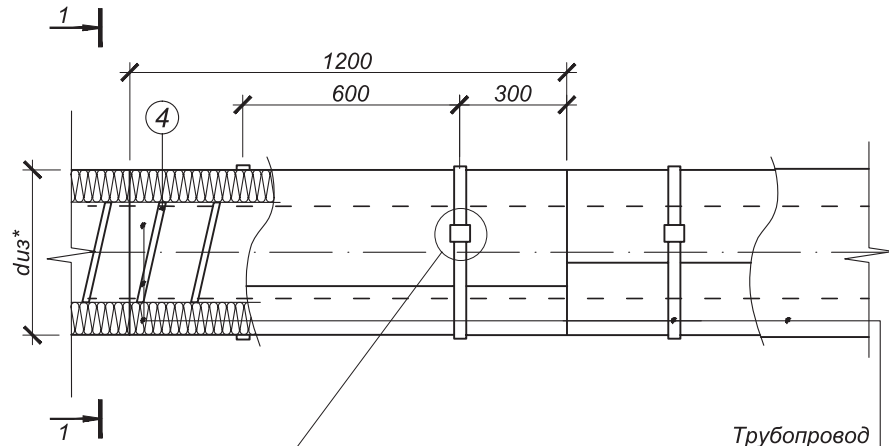


- ① Цилиндр ТЕХНО ФА
- ② Алюминиевый скотч
- ③ Пряжка
- ④ Бандаж
- ⑤ Предохранительный слой (стеклоткань, стеклохолст)

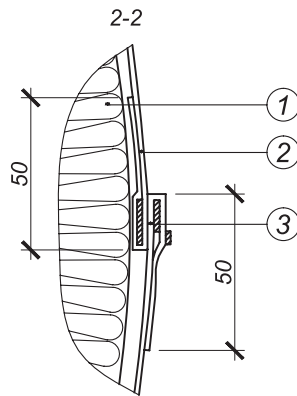
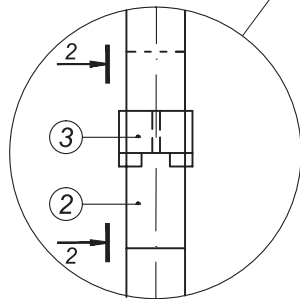
Примечание: Предохранительный слой допускается не устанавливать.

						Изоляция трубопроводов с отрицательными температурами Цилиндрами ТЕХНО ФА с предохранительным слоем и покрытием на бандаж	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		7

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-04



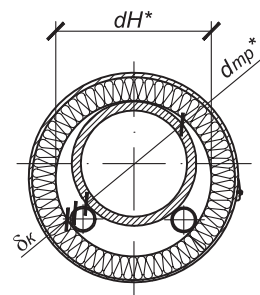
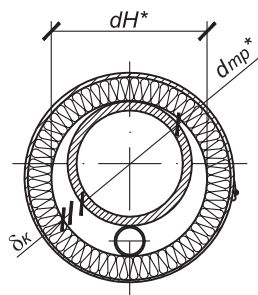
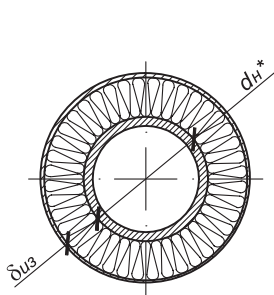
Трубопровод  
Цилиндр ТЕХНО  
Бандаж с пряжкой  
Покрытие металлическое



1-1  
Вариант А

1-1  
Вариант Б

1-1  
Вариант В



- ① Цилиндр ТЕХНО
- ② Пряжка
- ③ Бандаж
- ④ Нагревательный элемент

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

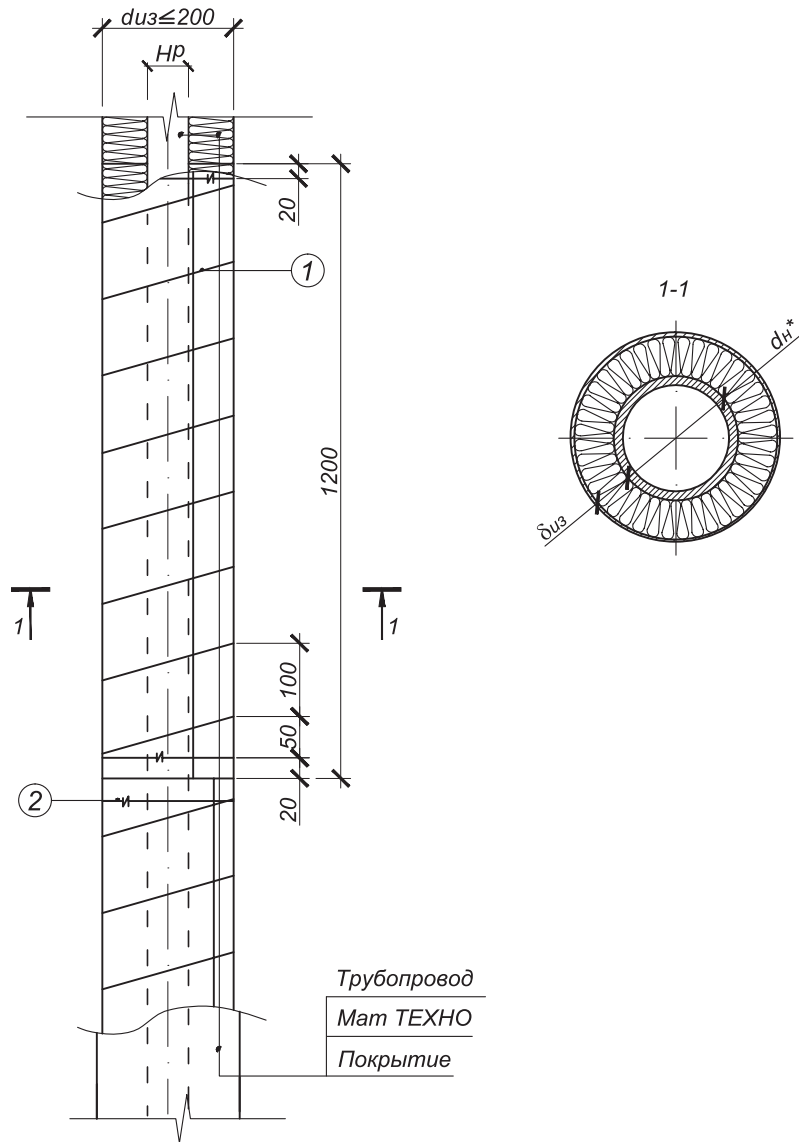
Изоляция горизонтальных трубопроводов  
со спутниками или с электрообогревом  
Цилиндрами ТЕХНО

Лист

8



ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-05



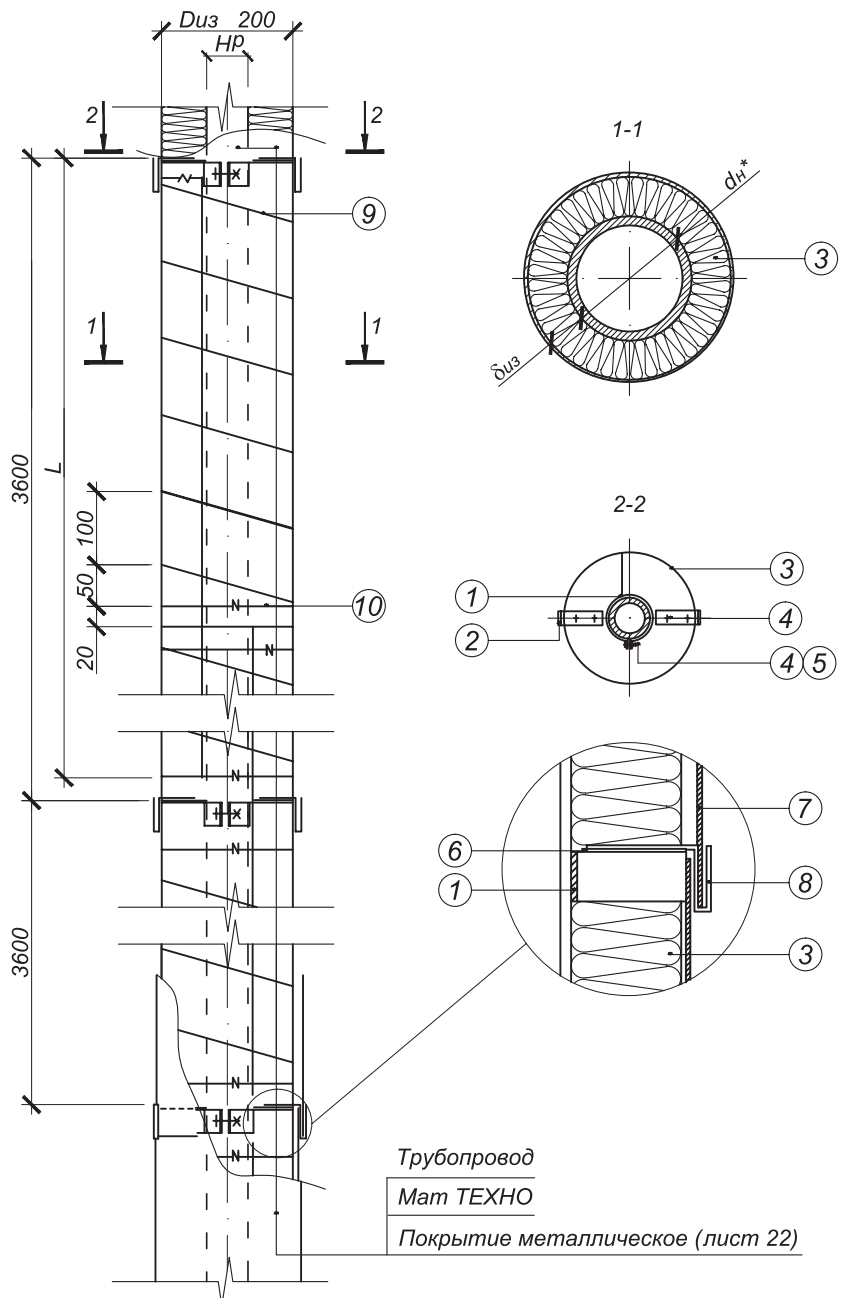
① Спиральное крепление из проволоки диаметром 1,2-2,0 мм

② Кольцо из проволоки диаметром 1,2-2,0 мм

Примечание: ГОСТы см. перечень материалов лист 44.

						Изоляция горизонтальных трубопроводов с диаметром теплоизоляционной конструкции не более 200 мм Матами ТЕХНО	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		9

**ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод**  
Узел ТИ-01-06



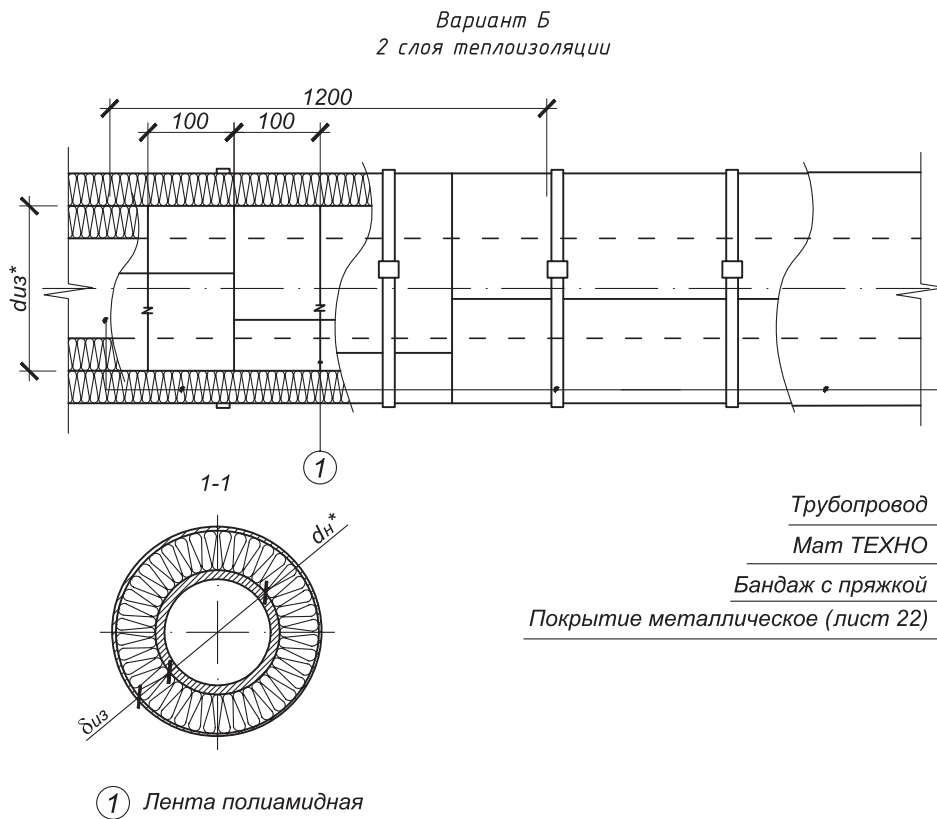
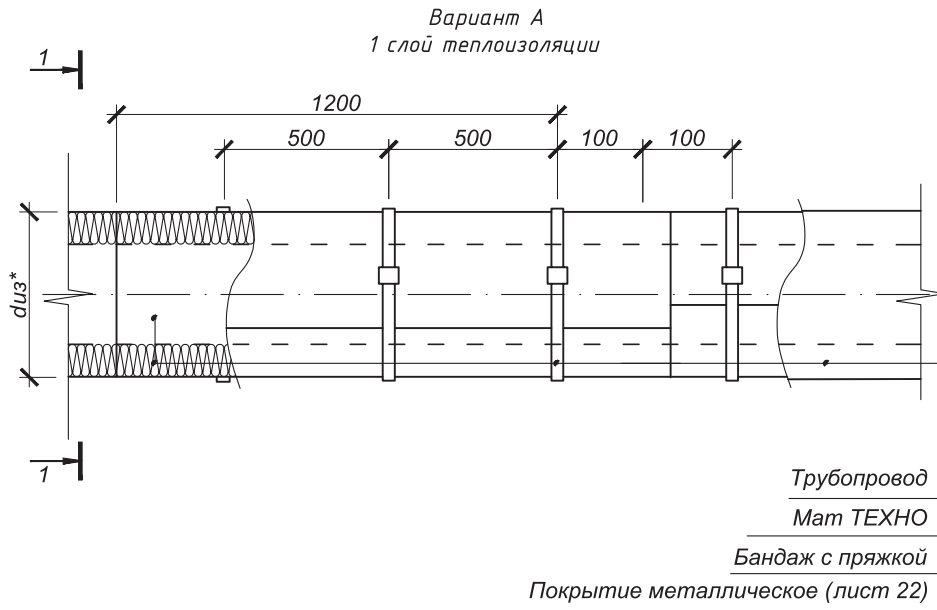
- ① Бандаж стяжной
  - ② Гайка М8.4.019
  - ③ Мат ТЕХНО
  - ④ Винт самонарезающий
  - ⑤ Болт М8х30.36.019
  - ⑥ Элемент диафрагмы
  - ⑦ Покрытие металлическое (лист 22)
  - ⑧ Скоба навесная (лист 43)
  - ⑨ Спиральное крепление из проволоки диаметром 1,2-2,0 мм
  - ⑩ Кольцо из проволоки диаметром 1,2-2,0 мм
- Примечание: ГОСТы см. перечень материалов лист 44.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Изоляция вертикальных трубопроводов с диаметром теплоизоляционной конструкции не более 200 мм Матами ТЕХНО

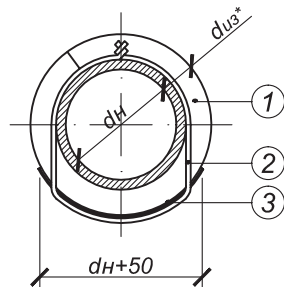
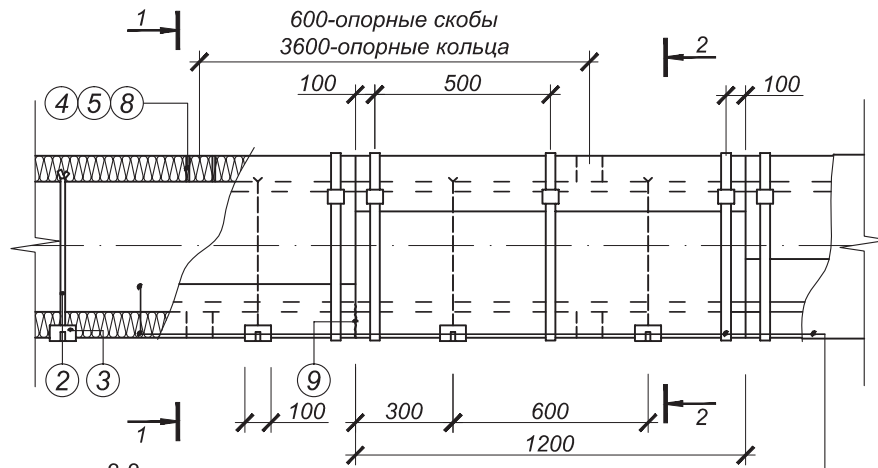
Лист  
10

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-07



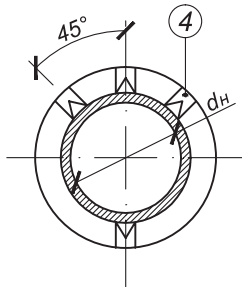
						Изоляция горизонтальных трубопроводов наружным диаметром до 219 мм Матами ТЕХНО	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		11

**ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод**  
**Узел ТИ-01-08**

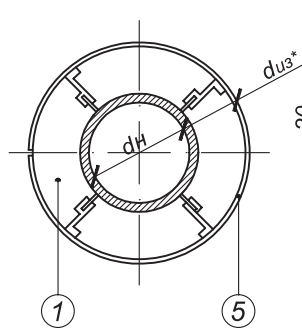


Трубопровод  
 Мат ТЕХНО/Мат Прошивной ТЕХНО  
 Бандаж с пряжкой  
 Покрытие металлическое (лист 22, 23)

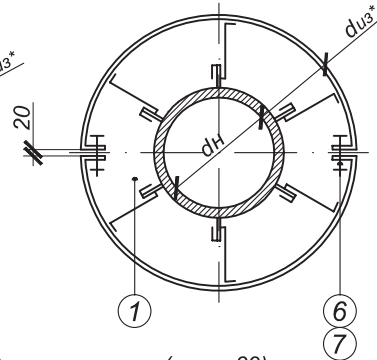
1-1  
**Вариант А**  
 по толщине изоляции  
 не более 80 мм



1-1  
**Вариант Б**  
 для dn от 273 до 476 мм  
 при diz 100 мм и более



1-1  
**Вариант В**  
 для dn 530 мм и более  
 при diz 100 мм и более



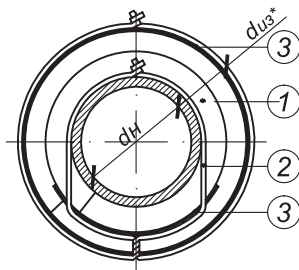
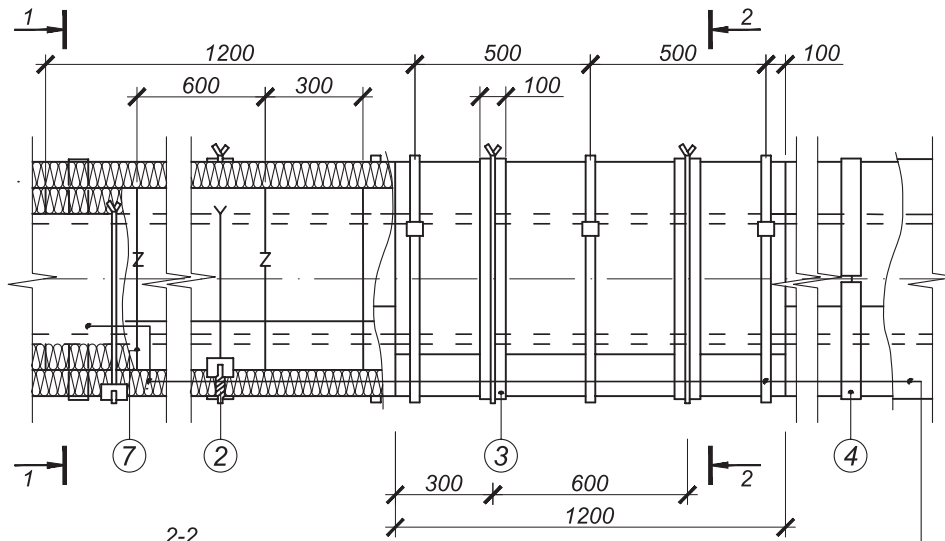
- ① Мат ТЕХНО/ Мат Прошивной ТЕХНО
- ② Подвеска из проволоки 2-0-4
- ③ Подкладка из стеклопластика
- ④ Опорная скоба (лист 38)

- ⑤ Опорное кольцо (лист 39)
- ⑥ Болт М12х50.36.019
- ⑦ Гайка М12.4.019
- ⑧ Элемент опорного кольца (лист 40)
- ⑨ Сшивка (для Матов Прошивных ТЕХНО)

Примечания:  
 1. Изоляция на разрезах условно не показана;  
 2. ГОСТы на материалы и изделия лист 44.

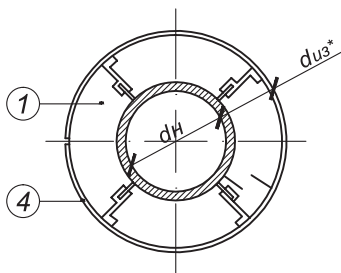
						Изоляция горизонтальных трубопроводов наружным диаметром 219 мм и более Матами ТЕХНО, Матами Прошивными ТЕХНО в один слой с креплением бандажами и подвесками	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		12

**ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод**  
Узел ТИ-01-09

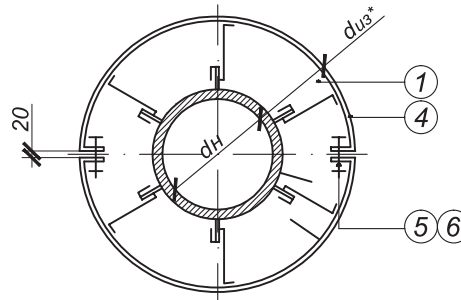


- Трубопровод
- Мат ТЕХНО/Мат Прошивной ТЕХНО
- Бандаж с пряжкой
- Покрытие металлическое (лист 22, 23)

1-1  
Вариант А  
для дн от 273 до 476 мм  
при диз 100 мм и более



1-1  
Вариант Б  
для дн 530 мм и более  
при диз 100 мм и более



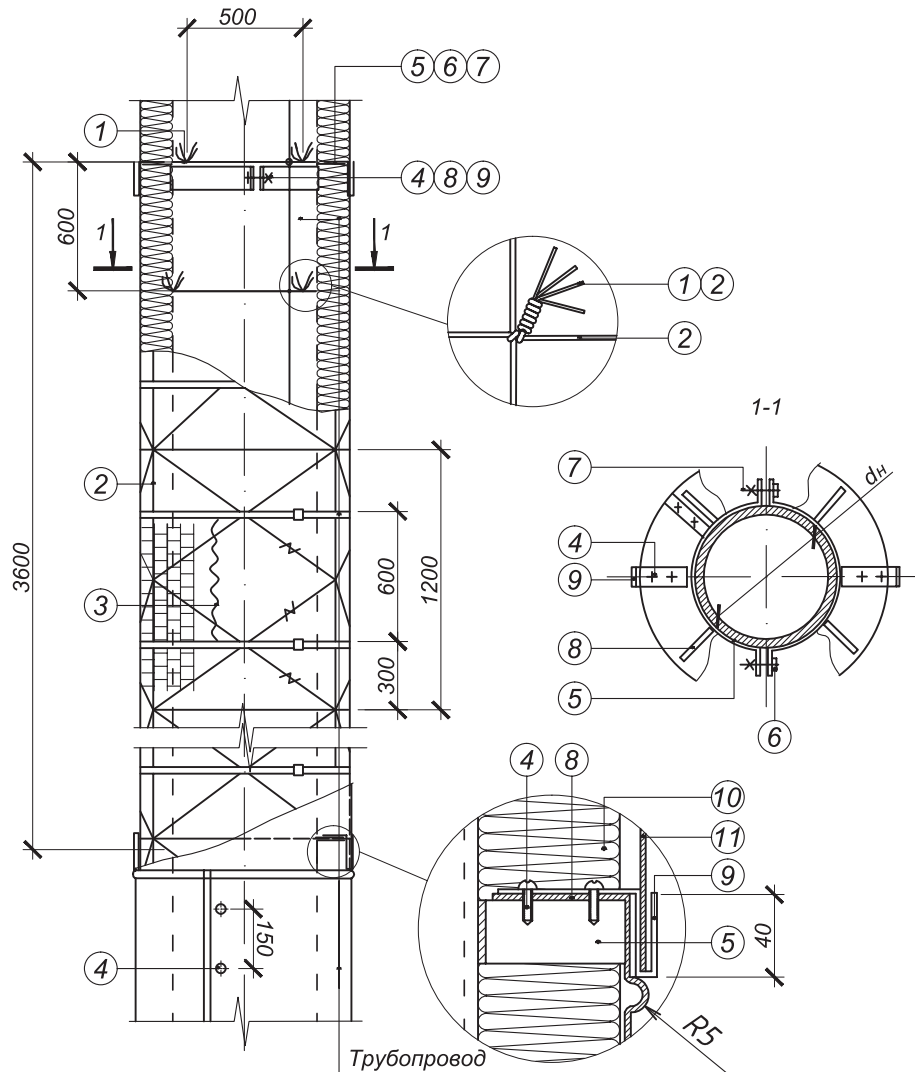
- ① Мат ТЕХНО/  
Мат Прошивной ТЕХНО
- ② Подвеска из проволоки 2-0-4
- ③ Подкладка из стеклопластика

- ④ Опорное кольцо (лист 39)
- ⑤ Болт М12х50.36.019
- ⑥ Гайка М12.4.019
- ⑦ Кольцо из проволоки 2-0-4

Примечания:  
1. Изоляция на разрезах условно не показана;  
2. ГОСТы на материалы и изделия лист 44.

Изоляция горизонтальных трубопроводов наружным диаметром 219 мм и более Матами ТЕХНО, Матами Прошивными ТЕХНО в два слоя с креплением бандажами и подвесками						Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	13

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-10



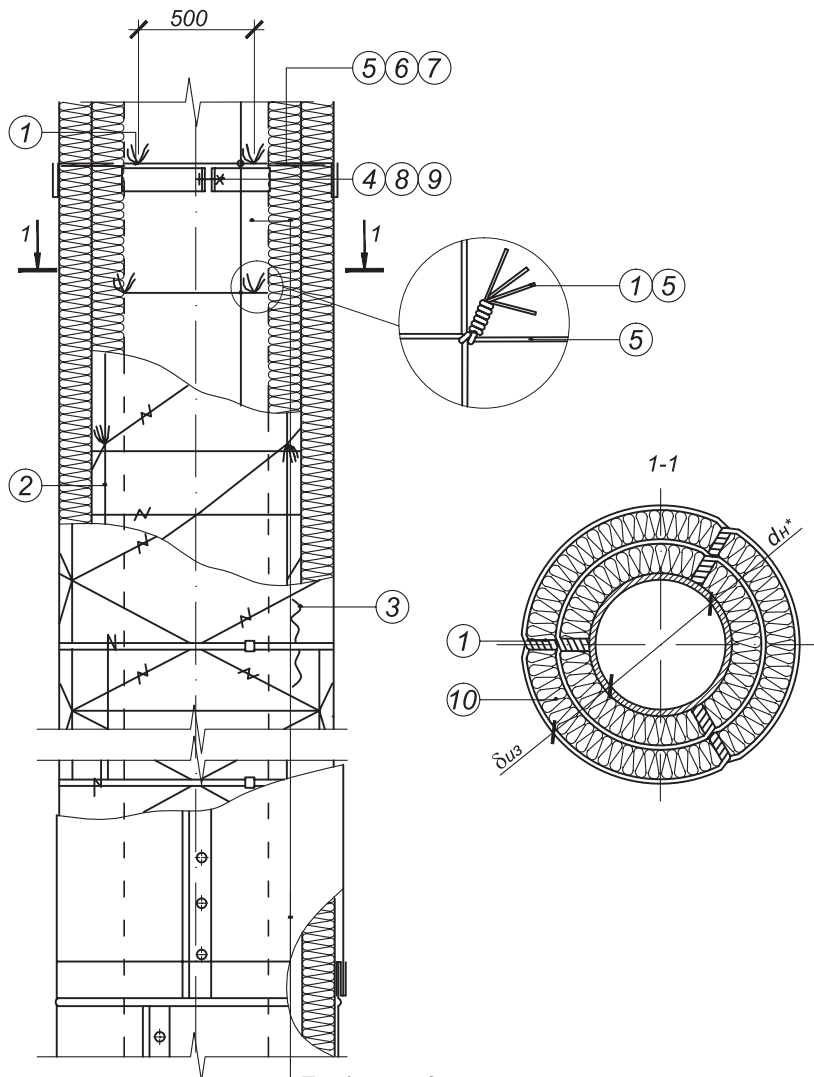
Трубопровод  
Мат ТЕХНО ФА  
Бандаж с пряжкой  
Покрытие металлическое

- ① Стяжка из проволоки 1,2-0-4
- ② Струна из проволоки 2-0-4
- ③ Шивка (для Матов Прошивных ТЕХНО поз.4,5 с dn 530 мм и более изделия лист 43)
- ④ Винт самонарезающий
- ⑤ Элемент стяжного бандажа (лист 42)
- ⑥ Болт M12x50.36.019
- ⑦ Гайка M12.4.019
- ⑧ Элемент диафрагмы
- ⑨ Скоба навесная (лист 43)
- ⑩ Мат ТЕХНО ФА
- ⑪ Покрытие металлическое

Примечания:  
1. Крепления на стяжках (поз. 1,2) с dn 530 мм и более;  
2. ГОСТы на материалы и изделия лист 44.

						Изоляция вертикальных трубопроводов наружным диаметром 219 мм и более Матами ТЕХНО, Матами Прошивными ТЕХНО в один слой с креплением бандажами и стяжками	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		14

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-11

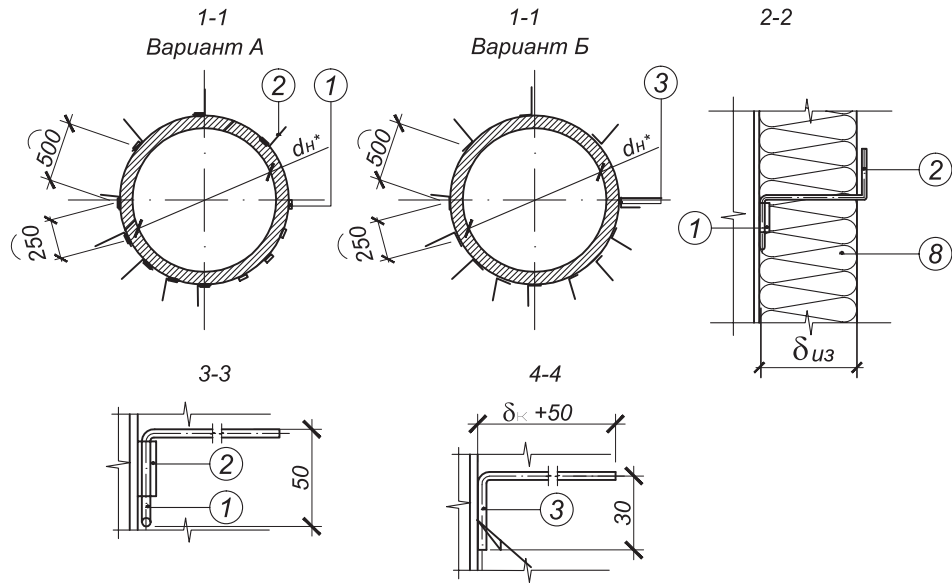
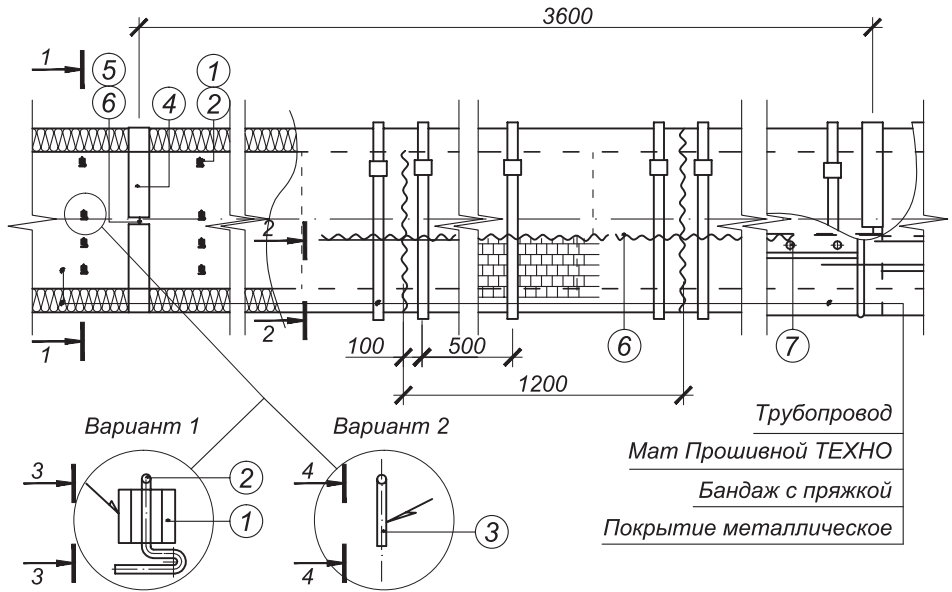


Трубопровод  
Мат ТЕХНО/Мат Прошивной ТЕХНО  
Бандаж с пряжкой  
Покрытие металлическое

- |  |                                 |
|--|---------------------------------|
| ① Стяжка из проволоки 1,2-0-4  | ⑥ Болт М12х50.36.019            |
| ② Струна из проволоки 2-0-4  | ⑦ Гайка М12.4.019               |
| ③ Сшивка (для Матов Прошивных ТЕХНО поз.4,5 с дн 530 мм и более изделия лист 43) | ⑧ Элемент диафрагмы             |
| ④ Винт самонарезающий  | ⑨ Скоба навесная (лист 43)      |
| ⑤ Элемент стяжного бандажа (лист 42)   | ⑩ Мат ТЕХНО/Мат Прошивной ТЕХНО |
|  | ⑪ Покрытие металлическое        |

						Изоляция вертикальных трубопроводов наружным диаметром 219 мм и более Матами ТЕХНО, Матами Прошивными ТЕХНО в два слоя с креплением бандажами и стяжками	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		15

**ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод**  
**Узел ТИ-01-12**



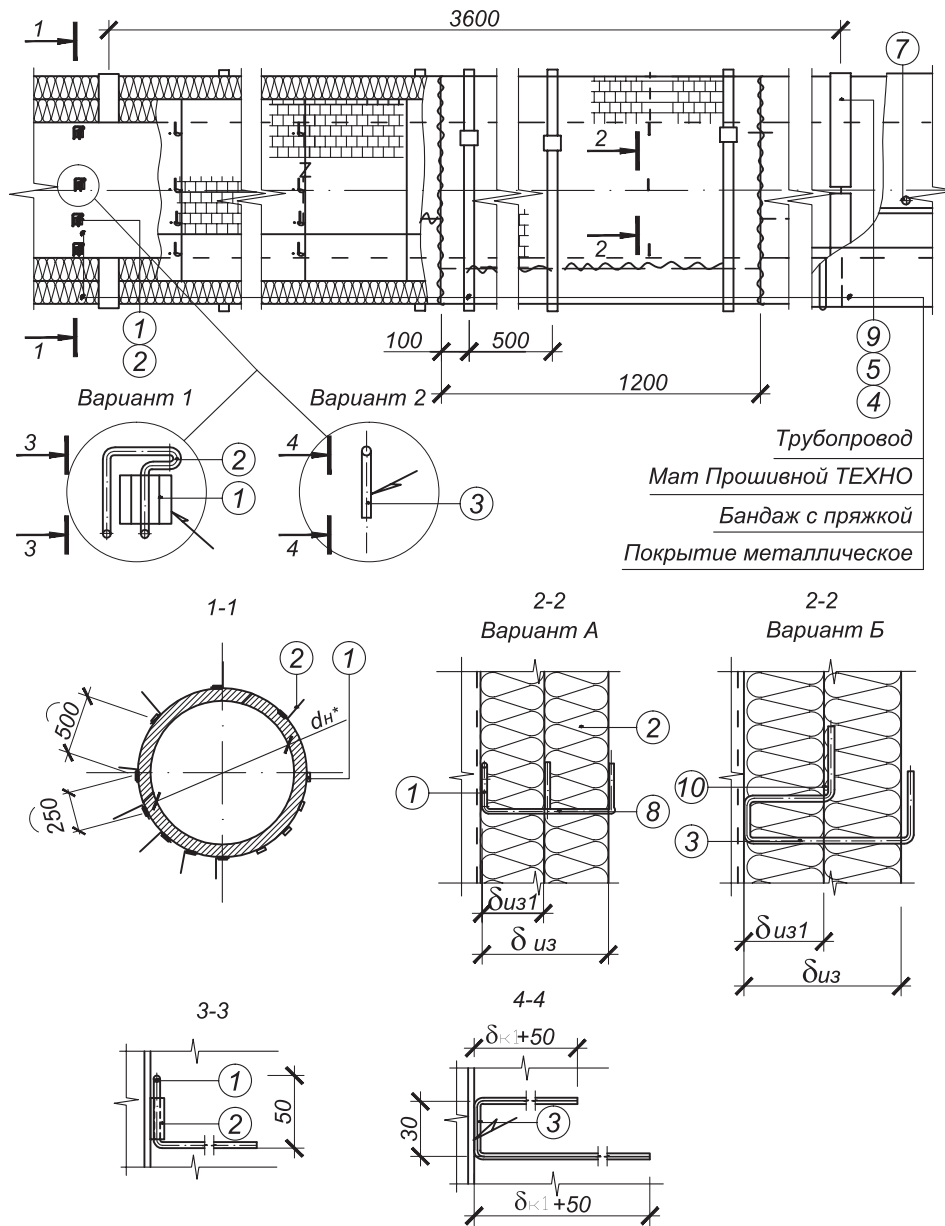
- ① Скоба по ГОСТ 17314
- ② Штырь одинарный по ГОСТ 17314
- ③ Штырь из проволоки 5-0-4
- ④ Элемент опорного кольца (лист 40)
- ⑤ Болт M12x50.36.019
- ⑥ Сшивка из проволоки 0,8-0-4
- ⑦ Винт самонарезной
- ⑧ Мат Прошивной ТЕХНО

Примечания:  
 1. Штырь из проволоки приваривается при монтаже;  
 2. ГОСТы на материалы и изделия лист 44.

						Изоляция горизонтальных трубопроводов наружным диаметром 1220 и 1420 мм и более Матами Прошивными ТЕХНО в один слой с креплением на штырях	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		16



ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-13



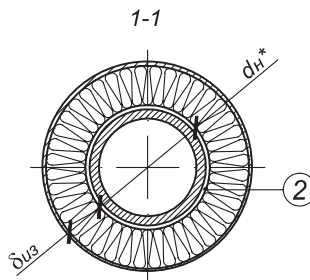
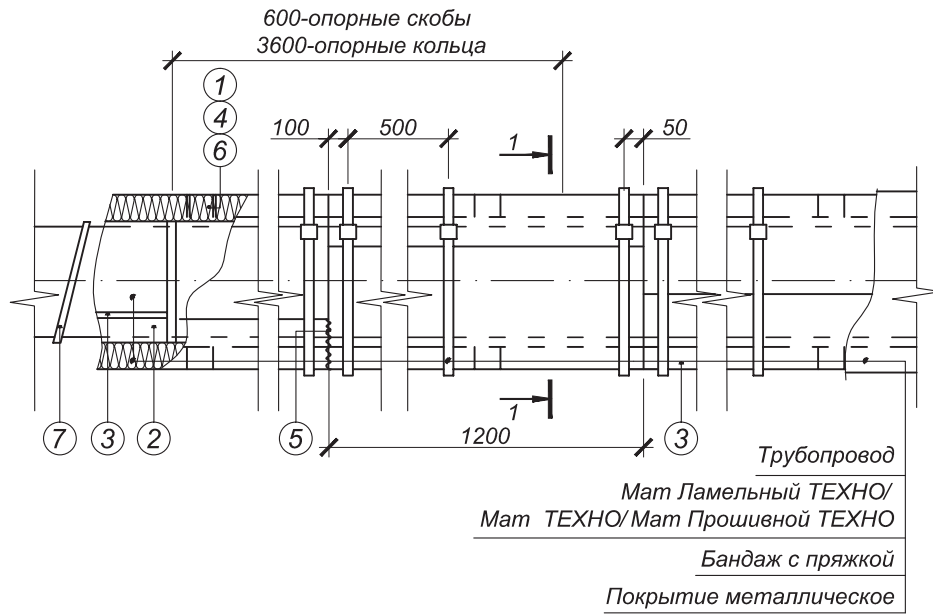
- |                                     |                               |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| ① Скоба по ГОСТ 17314               | ⑥ Сшивка из проволоки 0,8-0-4 |
| ② Штырь одинарный по ГОСТ 17314     | ⑦ Винт самонарезной           |
| ③ Штырь из проволоки 5-0-4          | ⑧ Мат Прошивной ТЕХНО         |
| ④ Элемент опорного кольца (лист 40) | ⑨ Гайка М12.4.019             |
| ⑤ Болт М12х50.36.019                | ⑩ Кольцо из проволоки 2-0-4   |

Примечания:

1. Штырь из проволоки приваривается при монтаже;
2. ГОСТы на материалы и изделия лист 44.

						Изоляция горизонтальных трубопроводов с наружным диаметром 1220 и 1420 мм Матами Прошивными ТЕХНО в два слоя с креплением на штырях	Лист 17
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-14



- ① Опорная скоба (лист 38)
- ② Фольга алюминиевая толщ. 0,1-0,2мм
- ③ Алюминиевый скотч
- ④ Опорное кольцо (лист 39)
- ⑤ Шивка (для Матов ТЕХНО)
- ⑥ Болт М12х50.36.019
- ⑦ Электрообогреватель

						Изоляция горизонтальных трубопроводов с электрообогревом с наружным диаметром 219 мм и более Матами ТЕХНО, Матами Прошивными ТЕХНО, Матами Ламельными ТЕХНО в один слой с креплением бандажами	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		18

**ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод**  
**Узел ТИ-01-15**

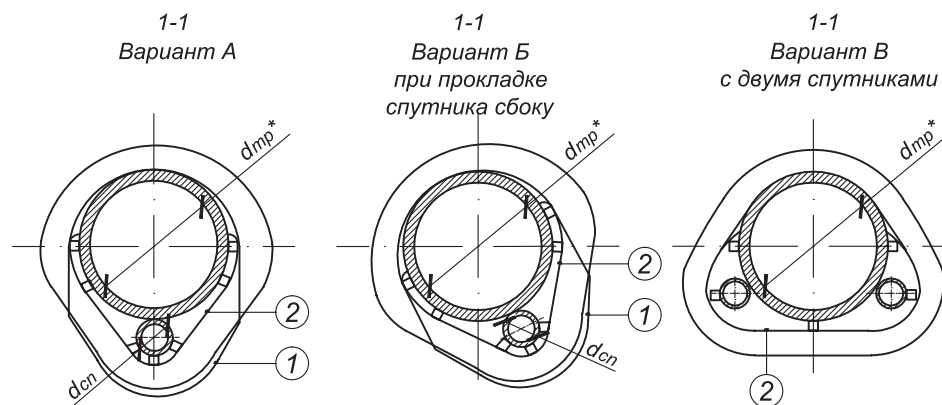
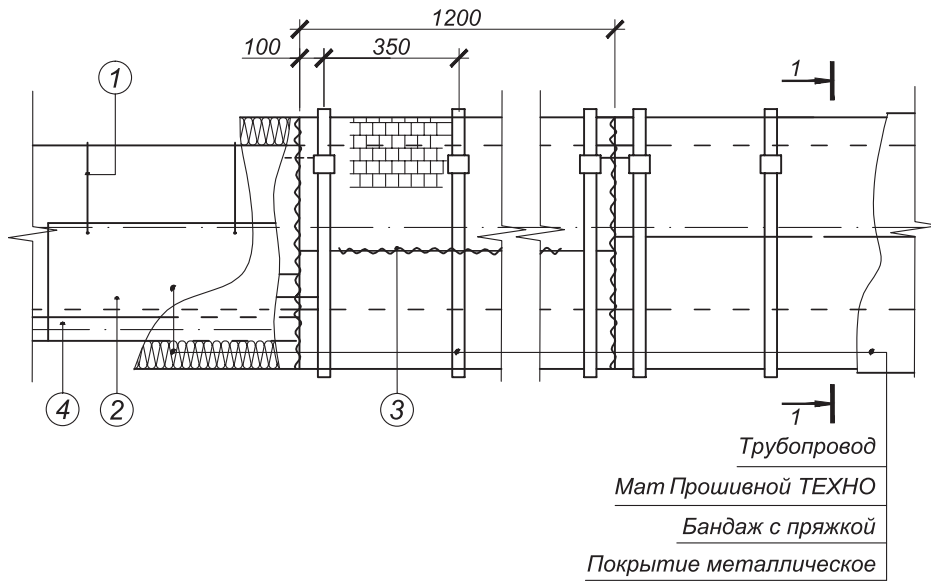
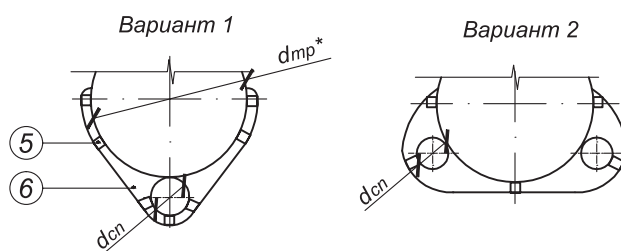


Схема установки подкладок

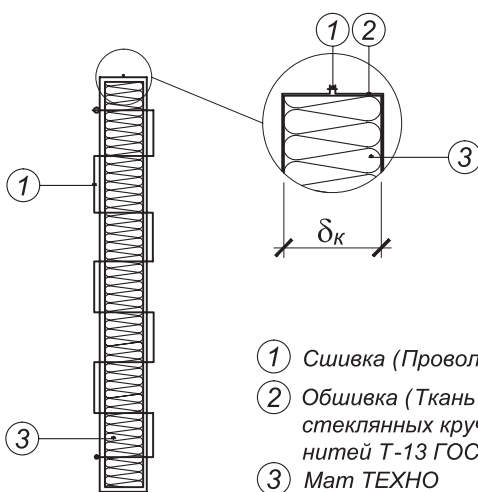
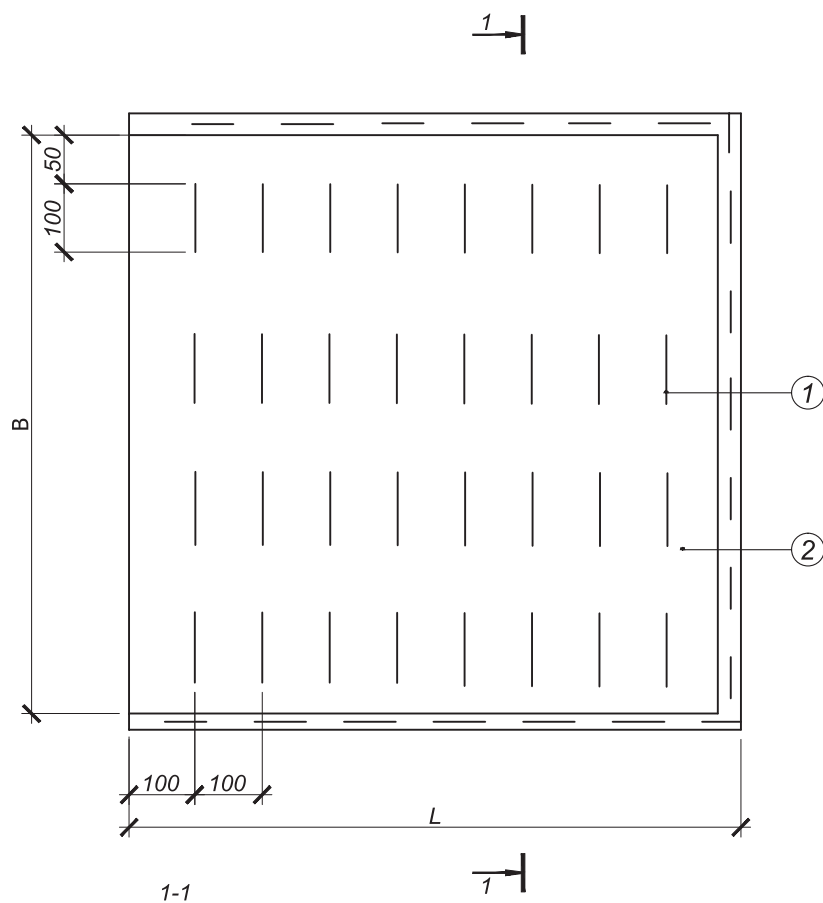


- ① Подвеска из проволоки диаметром 2 мм
- ② Подкладка из листа оцинкованного толщ. 0,5-0,8 мм
- ③ Сшивка из проволоки 0,8-0-4
- ④ Спутник
- ⑤ Ребра жесткости
- ⑥ Лоток

Примечания:  
 1. Изоляция на разрезах условно не показана;  
 2. ГОСТы на материалы и изделия лист 44.

						Изоляция горизонтальных трубопроводов со спутниками с наружным диаметром 219 мм и более Матами Прошивными ТЕХНО в один слой с креплением бандажами	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		19

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-16



- ① Сшивка (Проволока 0,8-0-4)
- ② Обшивка (Ткань конструкционная из стеклянных крученых комплексных нитей Т-13 ГОСТ 19170-2001)
- ③ Мат ТЕХНО

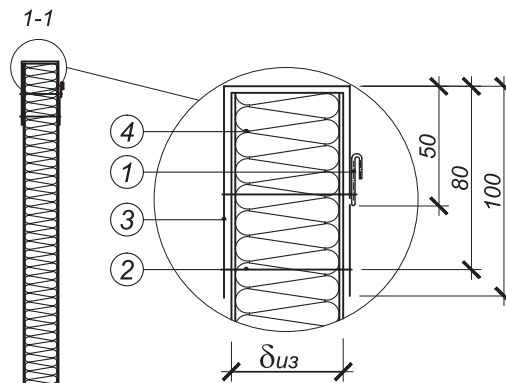
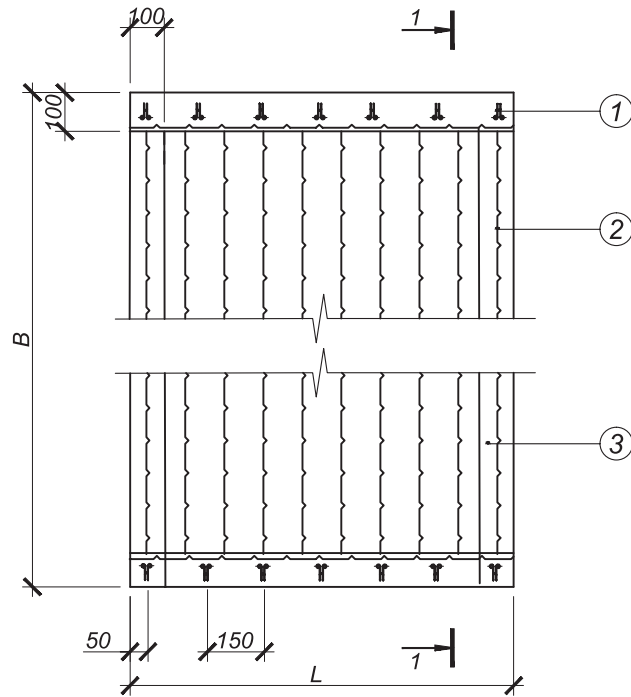
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Матрац из Матов ТЕХНО в обкладках

Лист

20

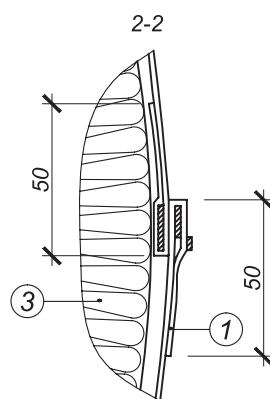
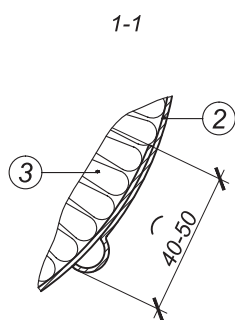
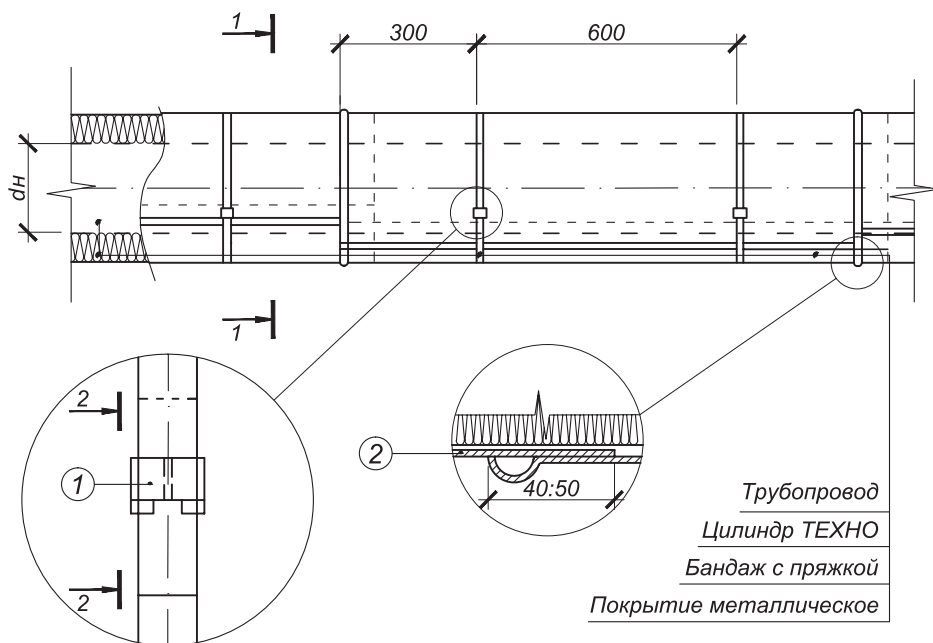
ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-17



- ① Крючок (Проволока 2-0-4)
- ② Сшивка (Проволока 0,8-0-4)
- ③ Обшивка (Ткань конструкционная из стеклянных крученых комплексных нитей Т-13 ГОСТ 19170-2001)
- ④ Мат ТЕХНО

							Лист
						Матрац с крючками из Матов ТЕХНО в обкладках	21
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-18



- ① Бандаж с пряжкой
- ② Покрытие из металла или стеклопластика
- ③ Цилиндр ТЕХНО

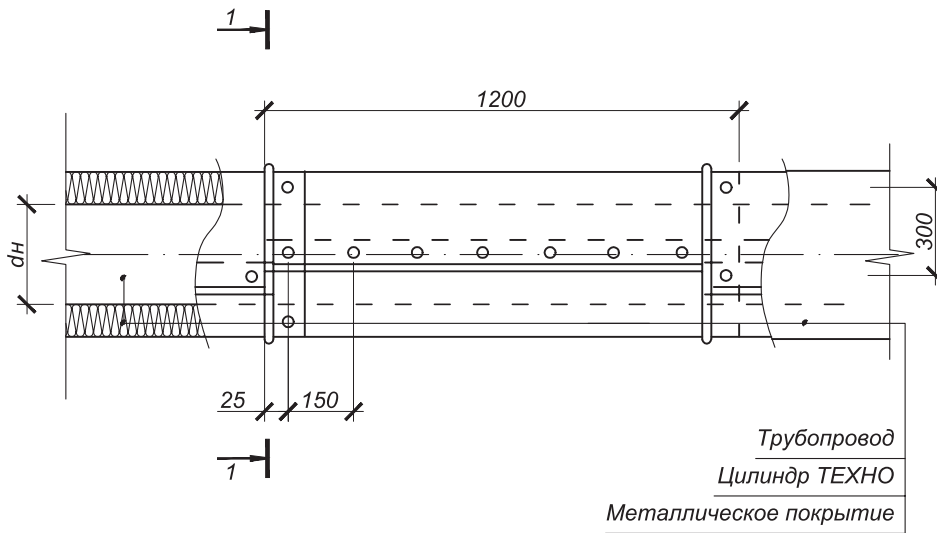
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Крепление покрытия изоляции трубопроводов бандажками

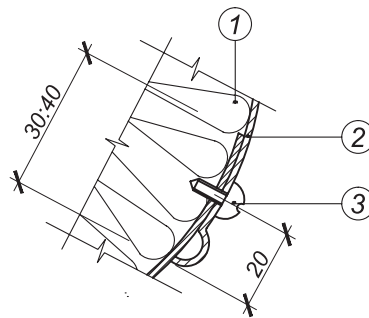
Лист

22

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-19



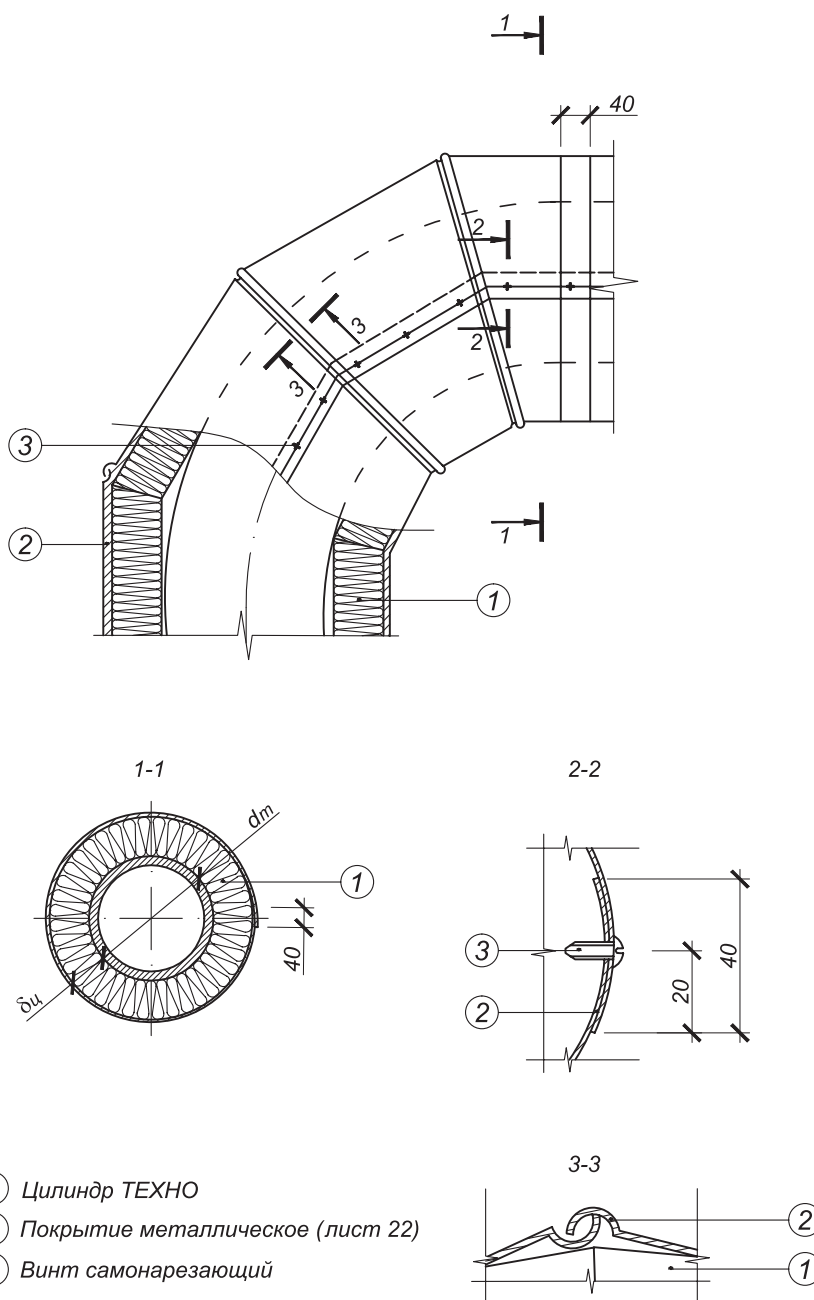
1-1



- ① Цилиндр ТЕХНО
- ② Металлическое покрытие
- ③ Винт самонарезающий  
(Винт 4x12.04.019 ГОСТ 10621-80)

						Крепление металлического покрытия изоляции трубопроводов винтами	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		23

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-20



- ① Цилиндр ТЕХНО
- ② Покрытие металлическое (лист 22)
- ③ Винт самонарезающий

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

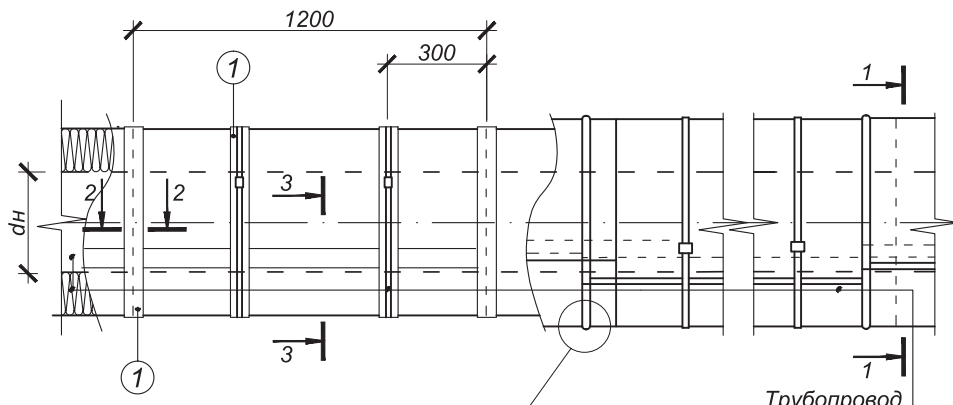
Изоляция отвода Цилиндрами ТЕХНО с креплением  
металлического защитного покрытия винтами

Лист

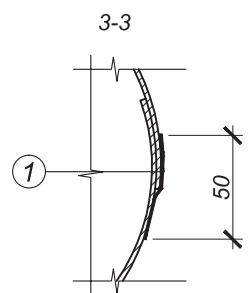
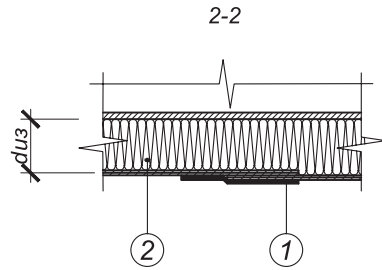
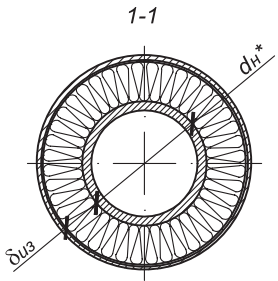
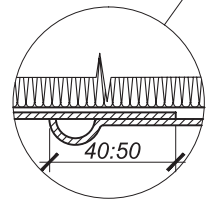
24



ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-21



Трубопровод  
Мат ТЕХНО/  
Цилиндр ТЕХНО ФА  
Бандаж с пряжкой  
Покрытие металлическое



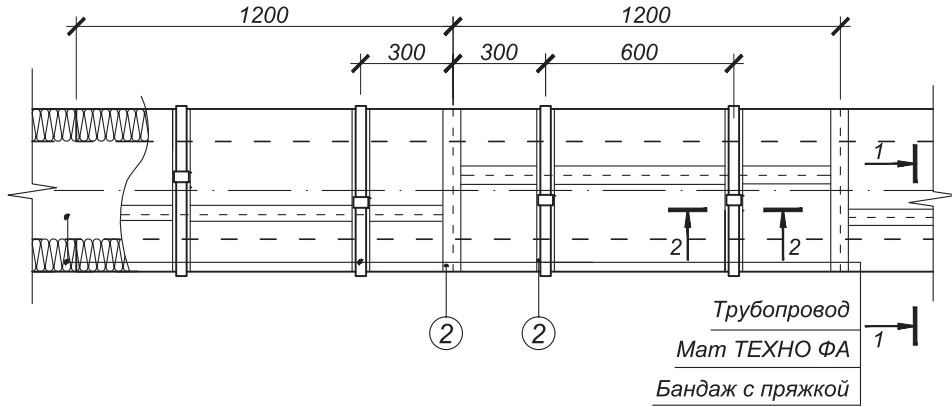
- ① Мат ТЕХНО/  
Мат Ламельный ТЕХНО
- ② Алюминиевый скотч

Примечание: Изоляция на разрезе 3-3 условно не показана.

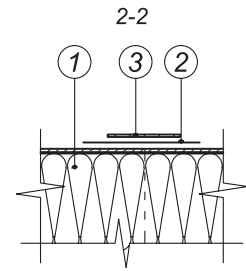
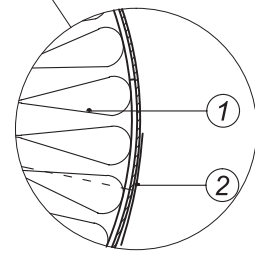
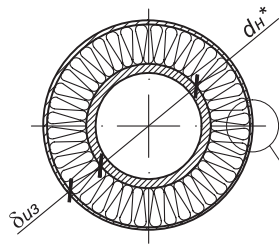
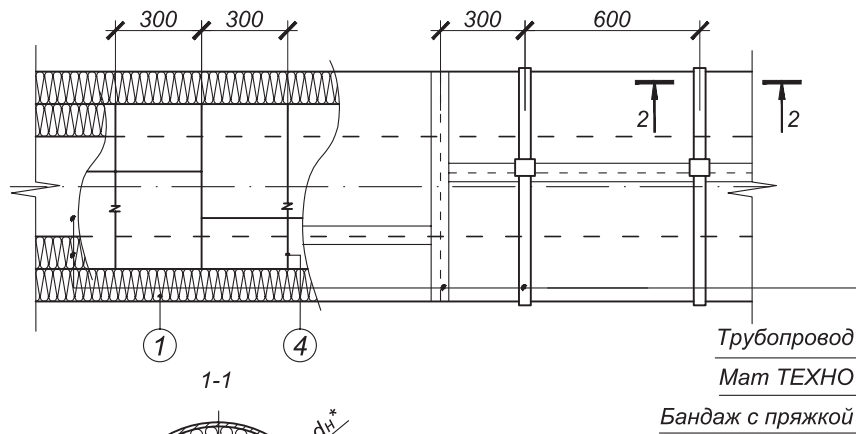
						Изоляция трубопроводов с отрицательными температурами Цилиндрами ТЕХНО ФА, Матами ТЕХНО, Матами Ламельными ТЕХНО с креплением металлического покрытия бандажами	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		25

**ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод**  
Узел ТИ-01-22

*Вариант А*  
1 слой теплоизоляции



*Вариант Б*  
2 слоя теплоизоляции



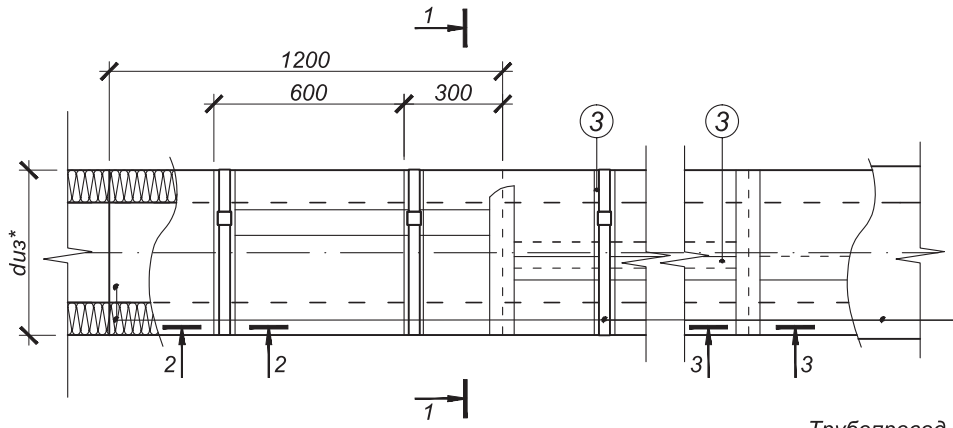
- ① Мат ТЕХНО ФА
- ② Алюминиевый скотч
- ③ Бандаж с пряжкой
- ④ Кольцо из проволоки 2-0-4

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

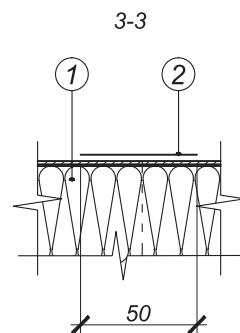
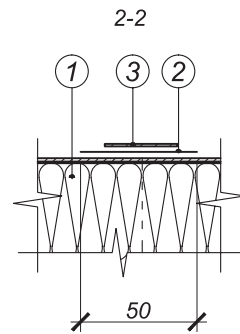
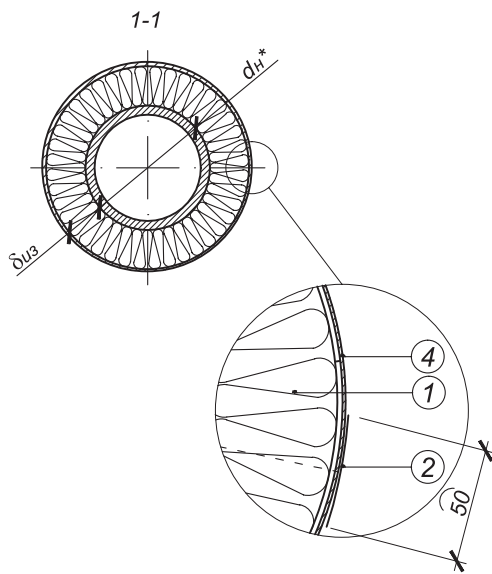
Изоляция трубопроводов  
диаметром до 219 мм Матами ТЕХНО ФА, Матами ТЕХНО

Лист
26

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-23



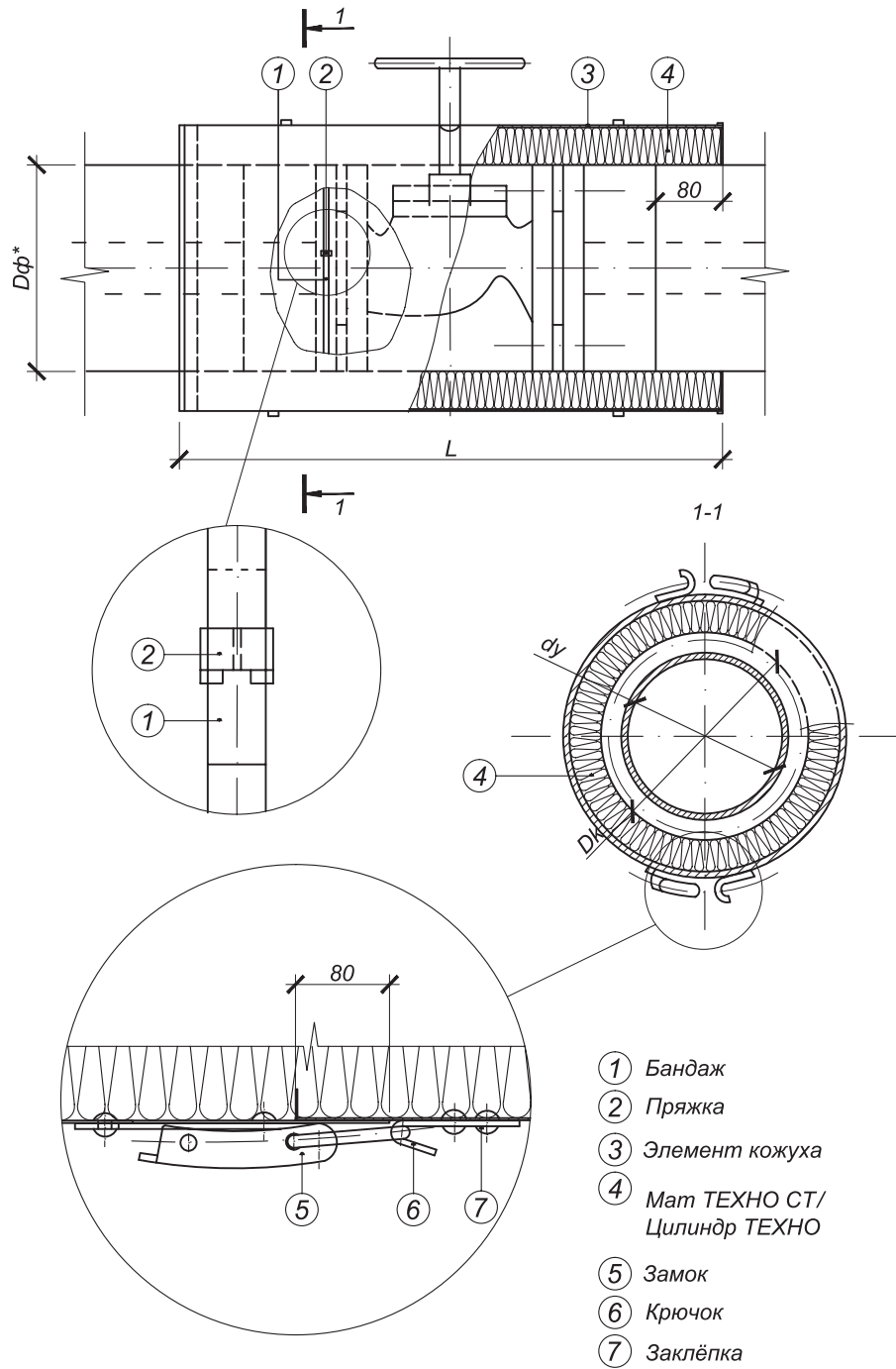
Трубопровод  
Мат Ламельный ТЕХНО  
Бандаж с пряжкой  
Покрытие металлическое



- ① Мат Ламельный ТЕХНО
- ② Алюминиевый скотч
- ③ Бандаж с пряжкой
- ④ Покрытие металлическое

						Изоляция трубопроводов диаметром 159 мм и более Матами Ламельными ТЕХНО	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		27

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-24

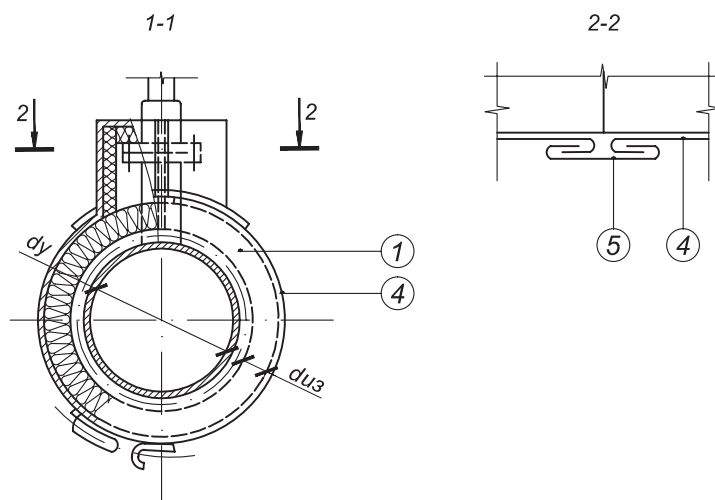
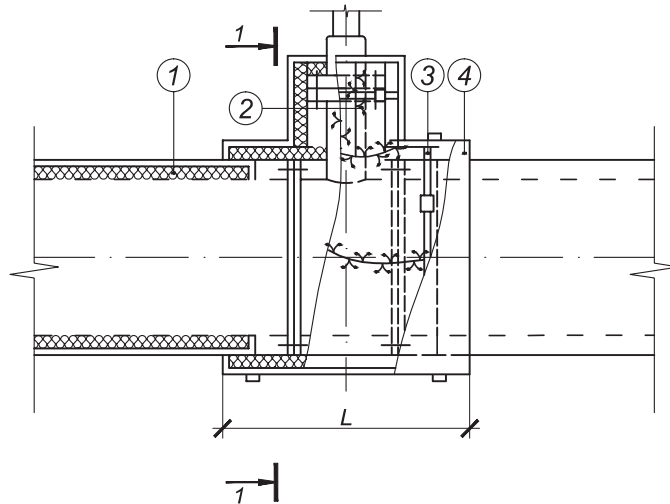


Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Изоляция фланцевой соосной арматуры диаметром до 150 мм  
включительно матрацами из Матов ТЕХНО СТ или Цилиндрами  
ТЕХНО со съёмным металлическим кожухом

Лист
28

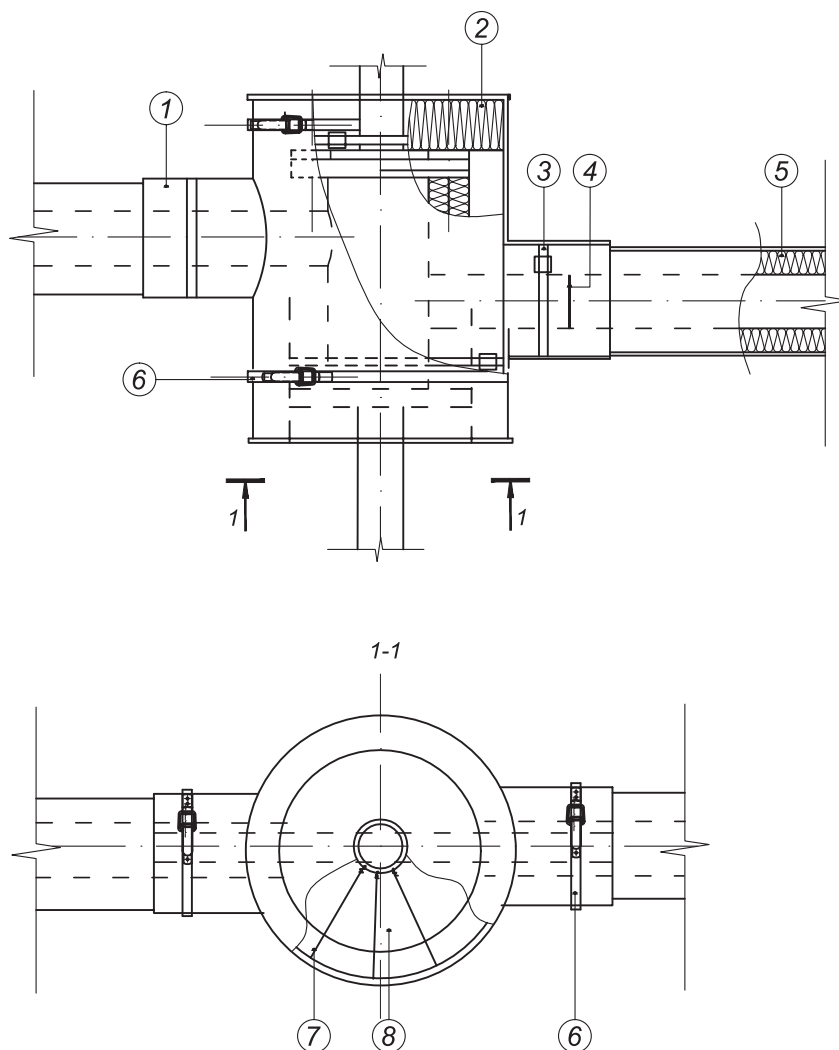
ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-25



- ① Матрац с крючками из Матов ТЕХНО СТ (лист 21)
- ② Сшивка матрацев по крючкам
- ③ Бандаж с пряжкой
- ④ Покрытие
- ⑤ Герметизирующая планка

						Изоляция фланцевой арматуры диаметром от 800 мм до 1400 мм матрацами из Матов ТЕХНО с покрытием металлическим съёмным кожухом	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		29

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-26



- ① Металлический кожух
- ② Матрац с крючками из Матов ТЕХНО СТ (лист 21)
- ③ Бандаж с пряжкой
- ④ Сварной шов
- ⑤ Изоляция трубопровода
- ⑥ Бандаж с замком
- ⑦ Кольцо из проволоки 2-0-4
- ⑧ Струна из проволоки 1,2-0-4

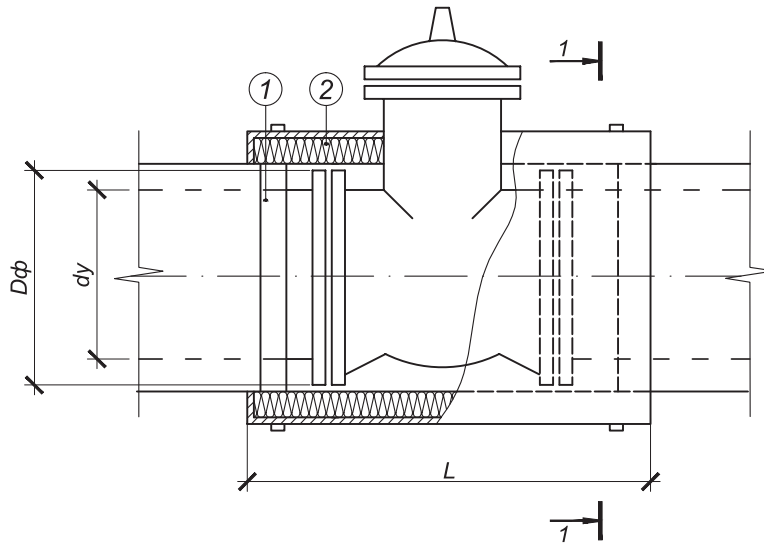
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Изоляция сифонной несоединяемой арматуры диаметром до 100 мм включительно матрацами из Матов ТЕХНО и съёмным металлическим кожухом

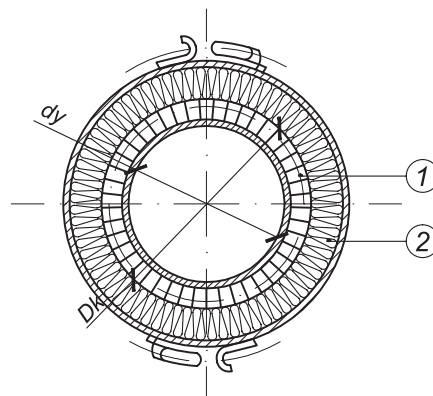
Лист

30

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-27



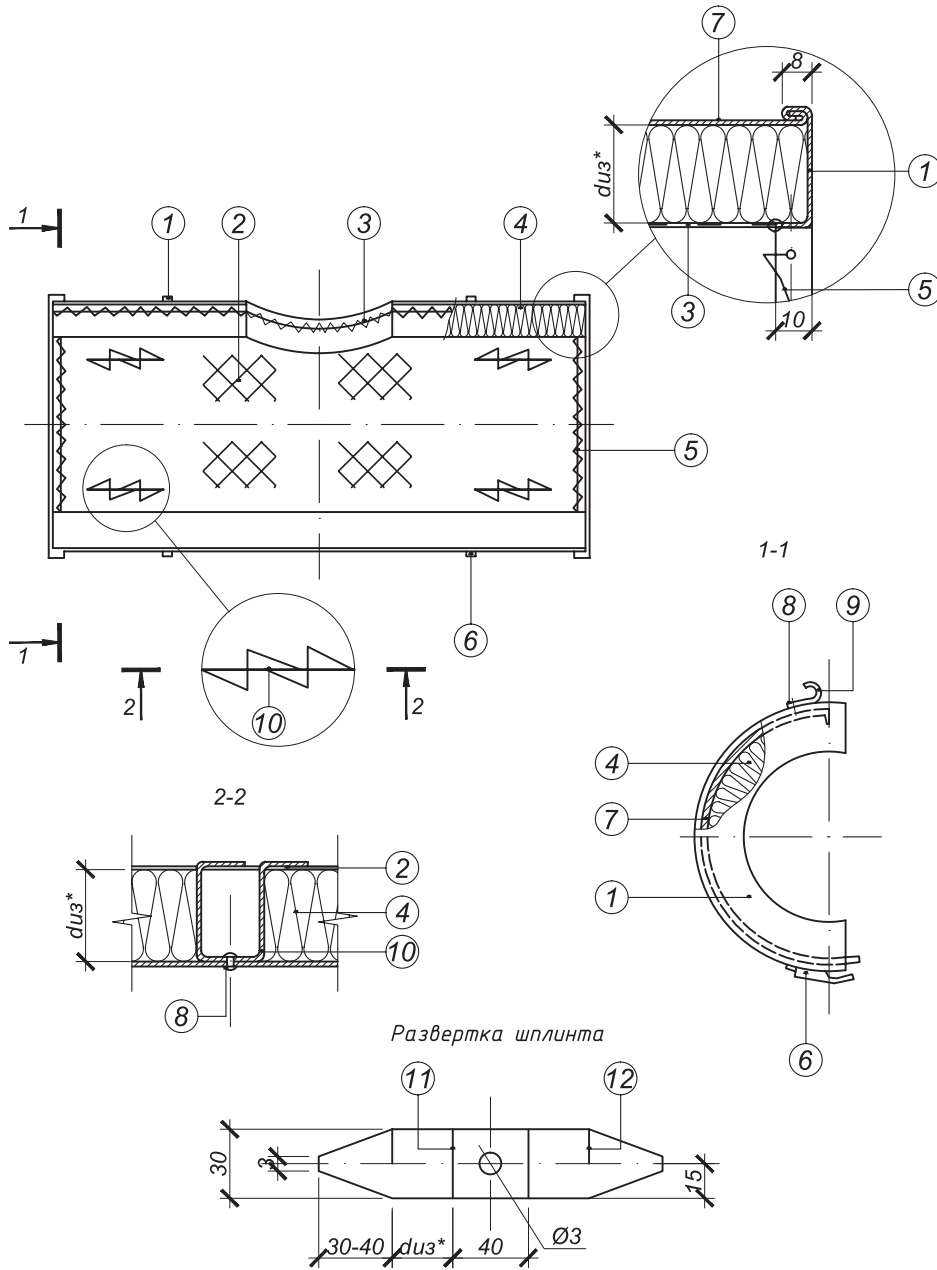
1-1



- ① Отделка торца изоляции трубопровода
- ② Полуфутляр (лист 32)

						Изоляция арматуры съёмной конструкции с теплоизоляционным слоем из Матов ТЕХНО или Матов Прошивных ТЕХНО	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		31

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-28



- ① Стенка торцевая
- ② Стеклоткань
- ③ Разрез по месту
- ④ Мат ТЕХНО
- ⑤ Проволока
- ⑥ Замок
- ⑦ Стенка боковая металлического кожуха
- ⑧ Заклёпка
- ⑨ Крючок
- ⑩ Шплит
- ⑪ Линия сгиба
- ⑫ Линия разреза

Примечание: При изготовлении полуфутляров для изоляции фланцевых соединений вырез не выполняют

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

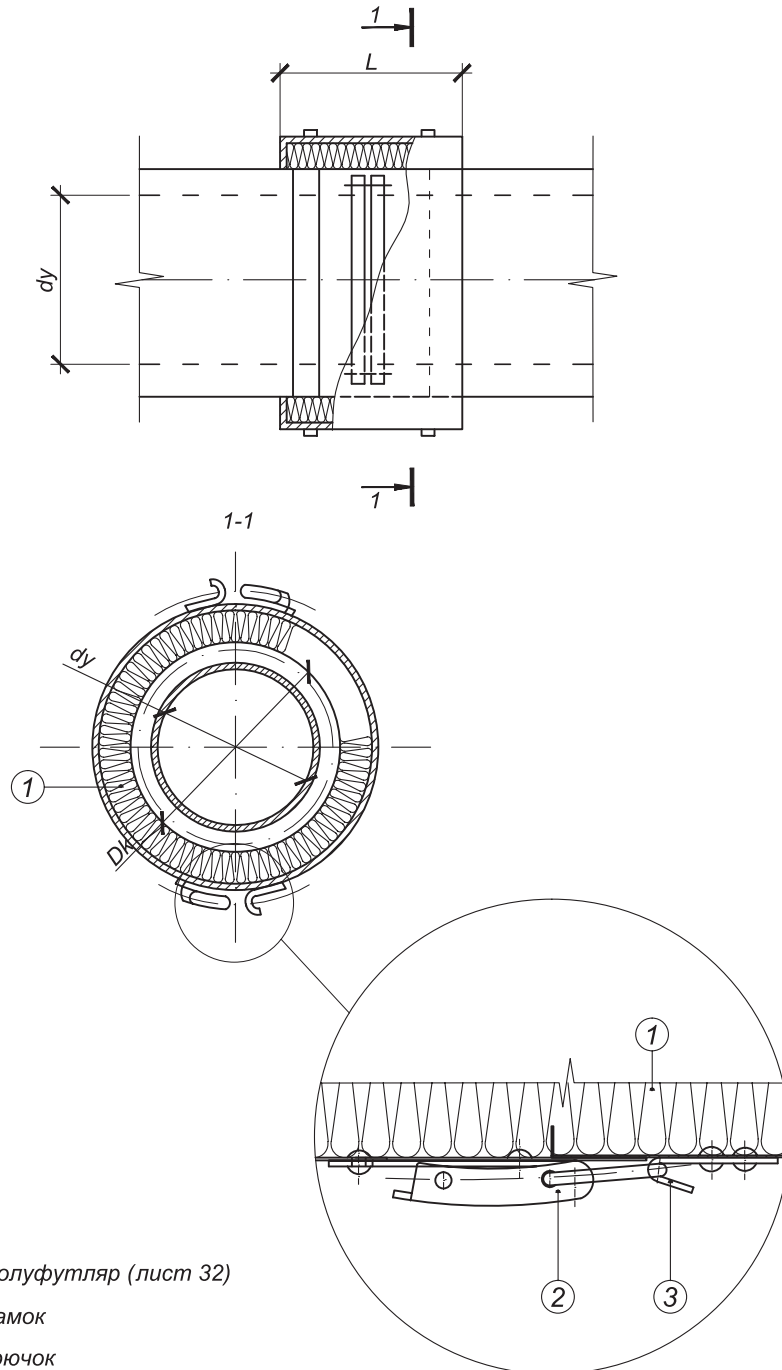
Полуфутляр с вкладышем из Матов ТЕХНО

Лист

32



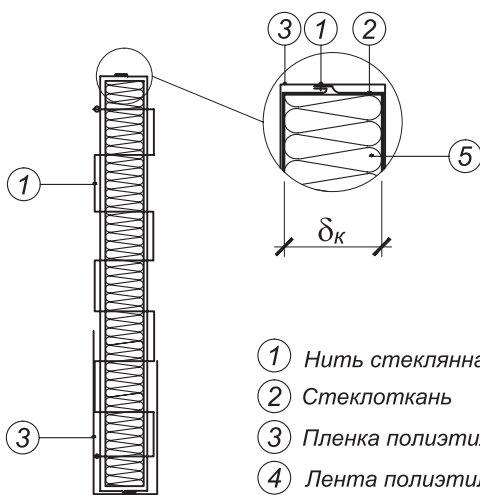
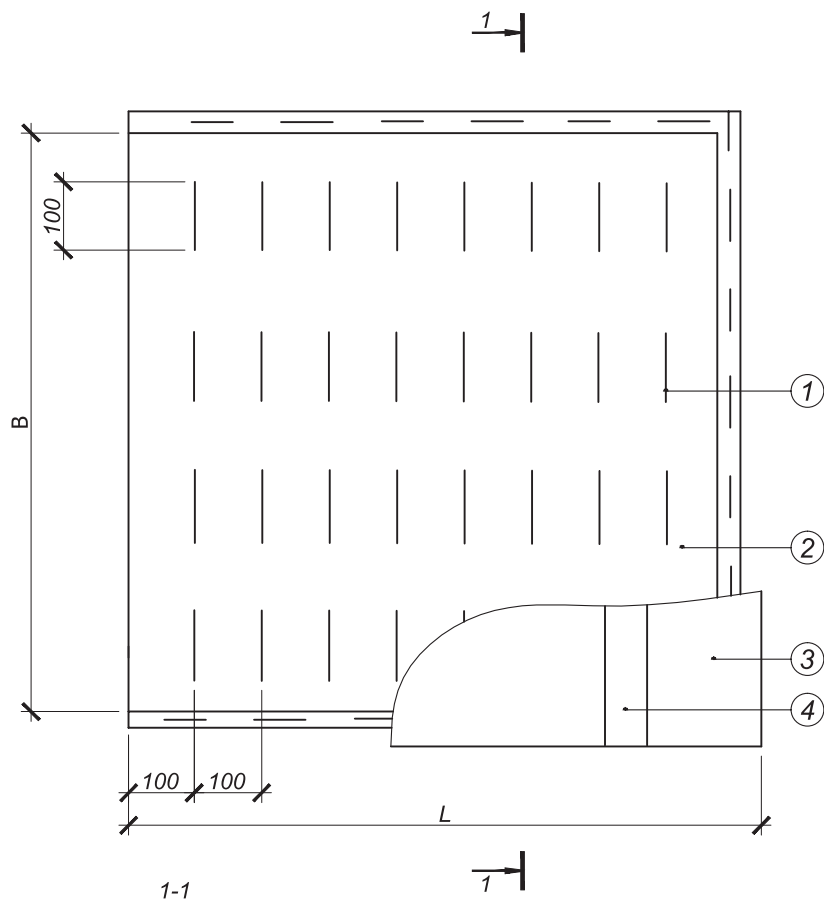
ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-29



- ① Полуфутляр (лист 32)
- ② Замок
- ③ Крючок

						Изоляция фланцевого соединения полуфутлярами с теплоизоляционным слоем из Матов ТЕХНО или Матов Прошивных ТЕХНО	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		33

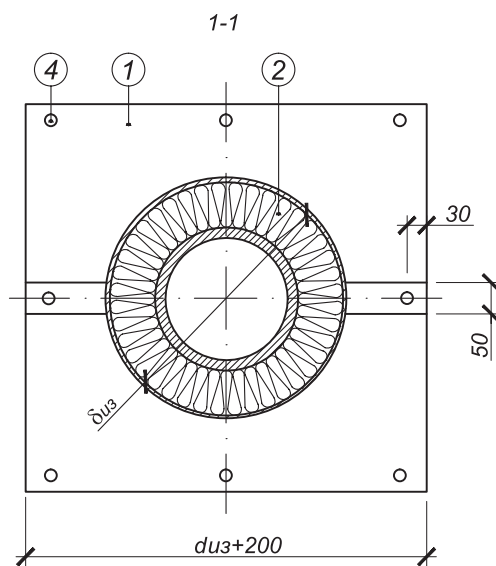
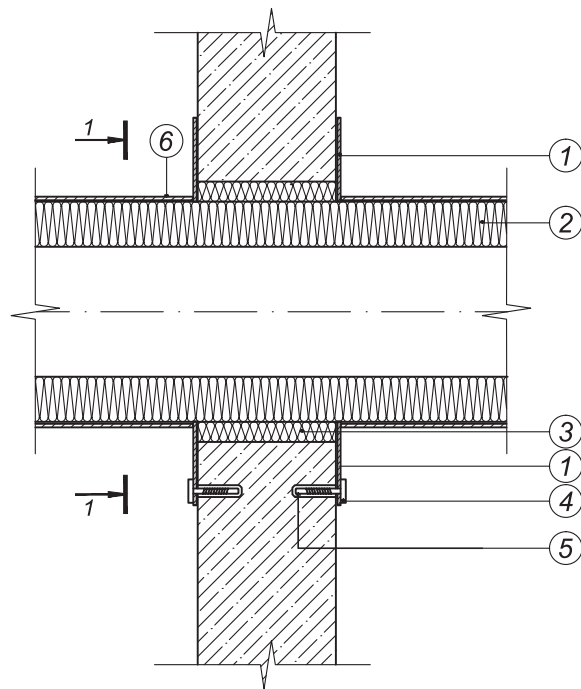
ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-30



- ① Нить стеклянная
- ② Стеклоткань
- ③ Пленка полиэтиленовая
- ④ Лента полиэтиленовая с липким слоем
- ⑤ Мат ТЕХНО

						Матрац в стеклоткани и полиэтиленовой пленке для изоляции арматуры и фланцевых соединений трубопроводов с отрицательными температурами	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		34

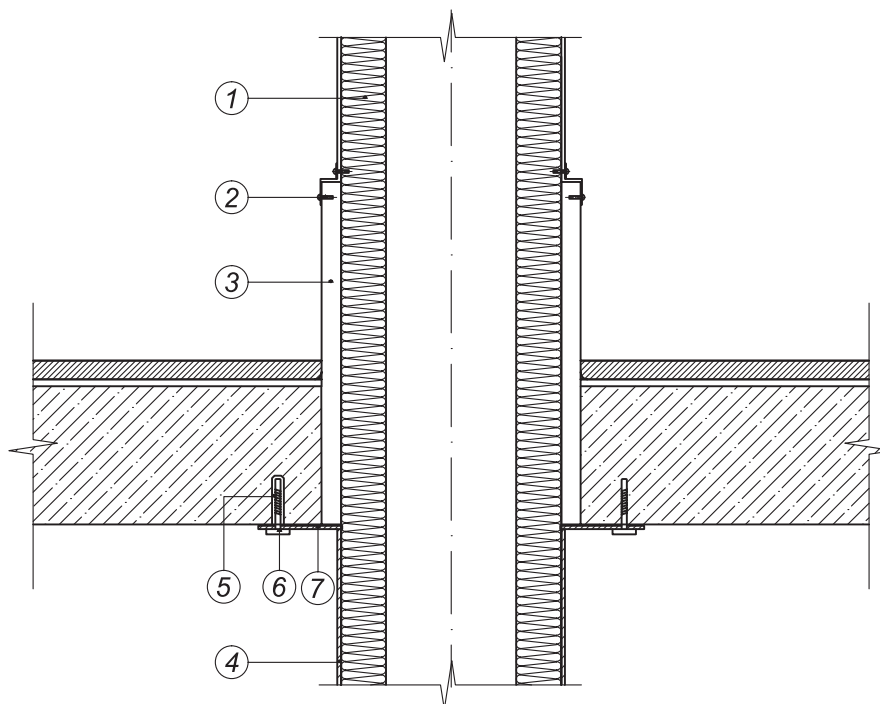
ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-31



- ① Накладка металлическая
- ② Цилиндр ТЕХНО
- ③ Минеральная вата
- ④ Шуруп
- ⑤ Пластиковая гильза
- ⑥ Металлическое покрытие

						Узел прохода трубопровода через стену	Лист 35
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-32



- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| ① Цилиндр ТЕХНО          | ⑤ Пластиковая гильза     |
| ② Винт самонарезающий    | ⑥ Шуруп                  |
| ③ Стальной воротник      | ⑦ Накладка металлическая |
| ④ Покрытие металлическое |                          |

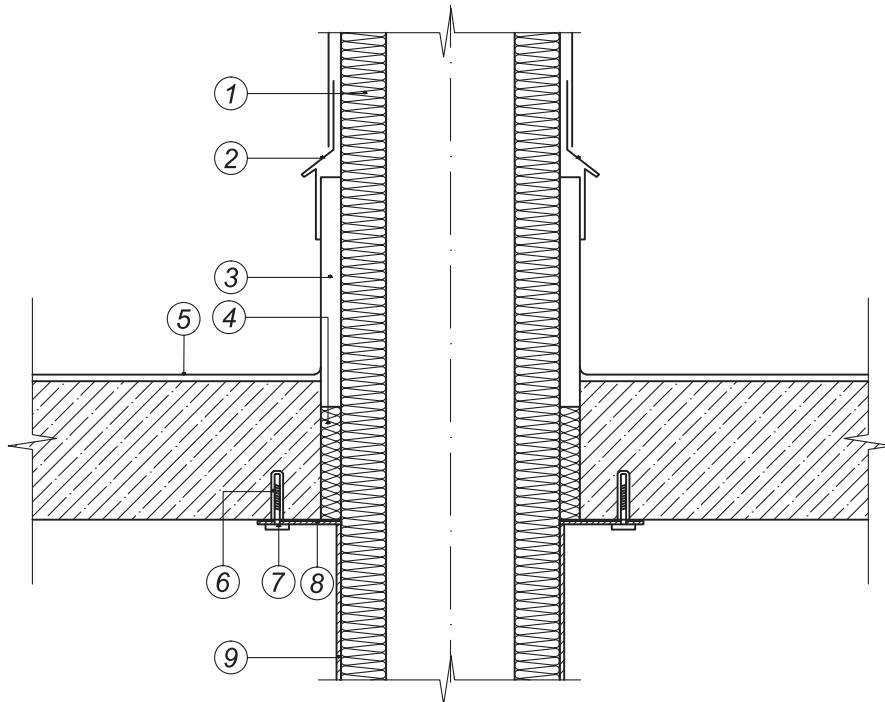
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Узел прохода трубопровода через перекрытие

Лист

36

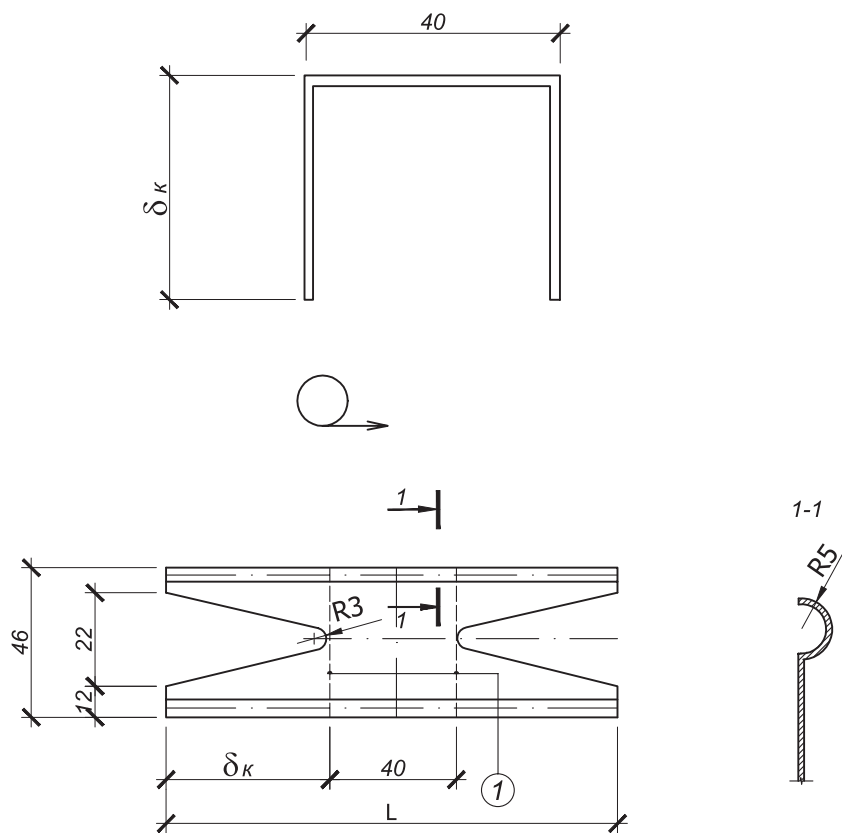
ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-33



- |  |                          |
|--|--------------------------|
| ① Цилиндр ТЕХНО  | ⑤ Кровельное покрытие    |
| ② Конус производится из двух частей материала покрытия | ⑥ Пластиковая гильза     |
| ③ Стальной воротник                                    | ⑦ Шуруп                  |
| ④ Минеральная вата                                     | ⑧ Накладка металлическая |
|  | ⑨ Покрытие металлическое |

										Лист
										37
Изм.	Кол.уч.					Дата	Узел прохода трубопровода через крышу			

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-34



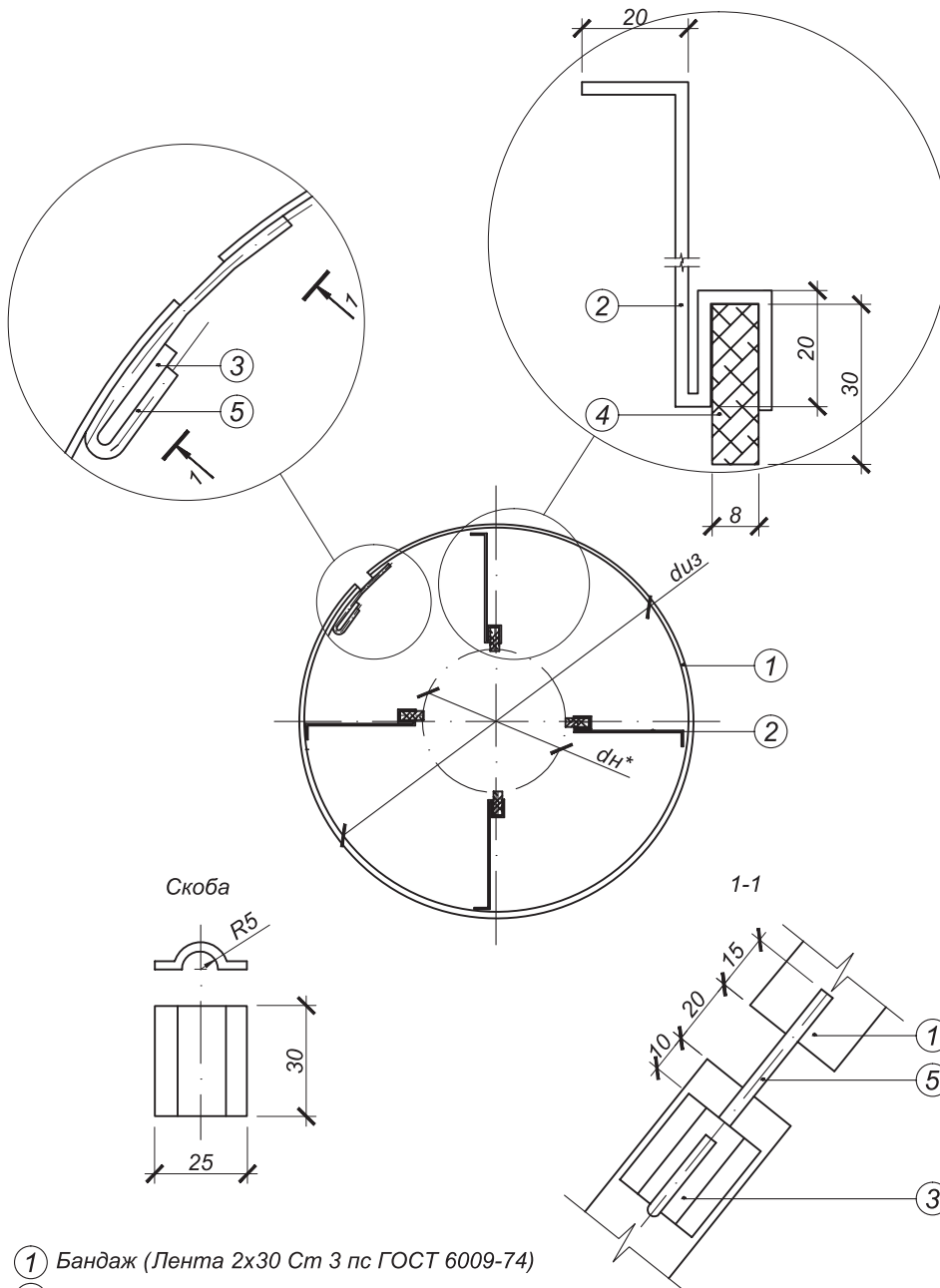
$\delta_k$ , мм	L, мм	Масса, кг
40	120	0,012
50	140	0,013
60	160	0,015
70	180	0,017
80	200	0,018

① Линия сгиба

Примечание: См. лист АД1.Н-1 ГОСТ 21631-76

						Скоба опорная (изготавливается из алюминия или оцинкованной стали в зависимости от материала металлического покровного слоя)	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		38

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-35



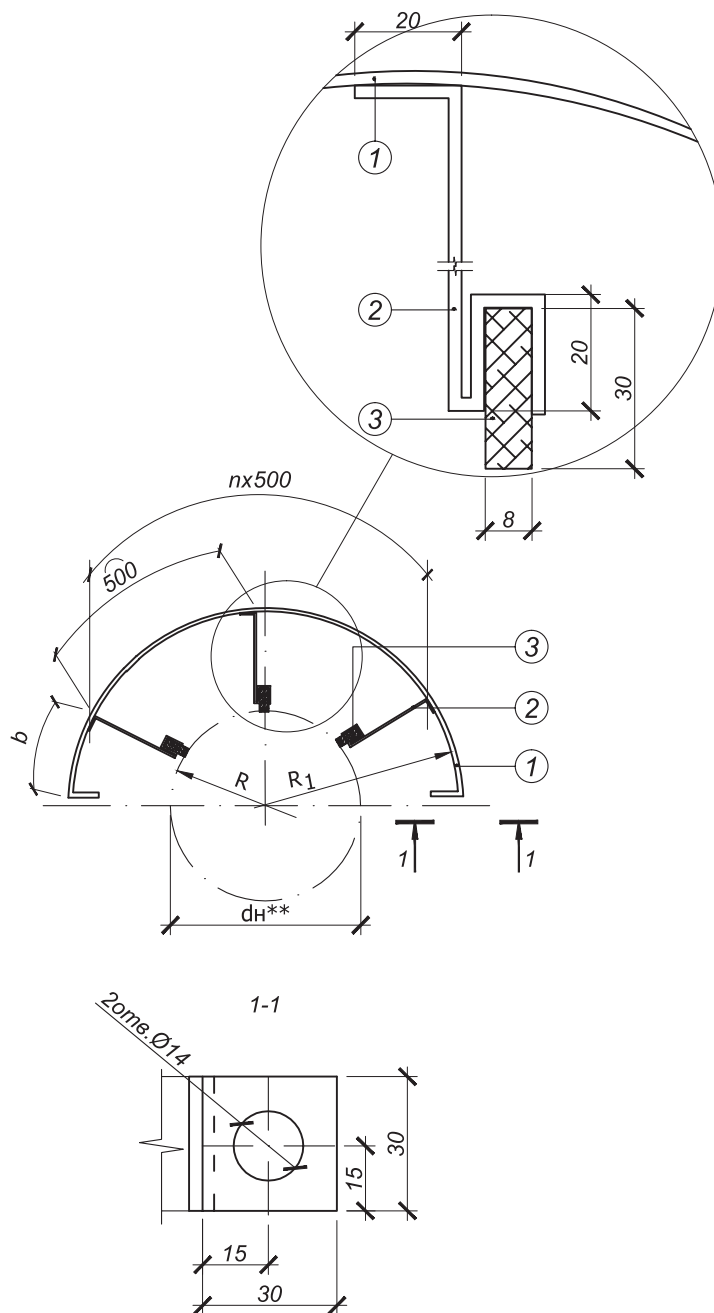
- ① Бандаж (Лента 2x30 Ст 3 пс ГОСТ 6009-74)
- ② Лапка (Лента 2x30 Ст 3 пс ГОСТ 6009-74)
- ③ Скоба (Лента 2x30 Ст 3 пс ГОСТ 6009-74)
- ④ Опора (Картон асбестовый КАОН-3-8 ТУ 2576-05778230-3-99)
- ⑤ Штырь (Проволока 3-0-4 ГОСТ 3282-74)

Примечания:

- 1. Лапки устанавливаются по окружности через 300 мм, но не менее 4 лапок;
- 2. Лапки и скоба по ГОСТ 5264-80-Н2-2.

						Кольцо опорное (для горизонтальных трубопроводов диаметром от 273 до 476 мм при толщине изоляции 100 мм и более)	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		39

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-36



- ① Бандаж (Лента 2x30 Ст 3 по ГОСТ 6009-74)
  - ② Лапка (Лента 2x30 Ст 3 по ГОСТ 6009-74)
  - ③ Опора (Картон асбестовый КАОН-3-8 ТУ 2576-05778230-3-99)
- Примечание: Лапки по ГОСТ 5264-80-Н2-2.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

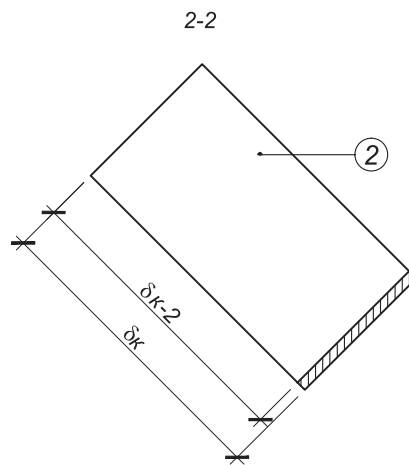
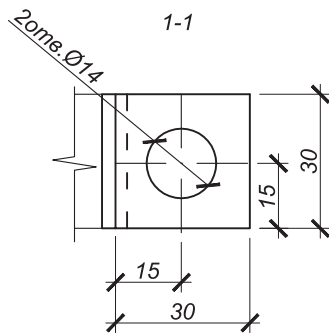
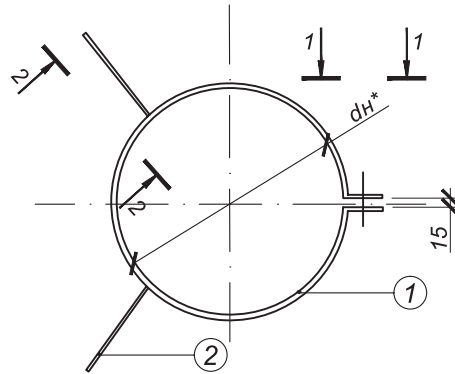
Элемент опорного кольца (для горизонтальных трубопроводов и аппаратов диаметром от 530 мм и более при толщине изоляции 100 мм и более)

Лист

40



ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-37



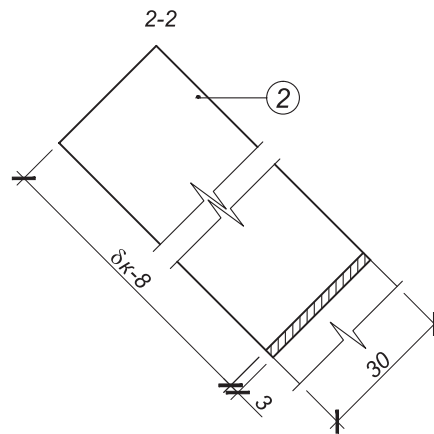
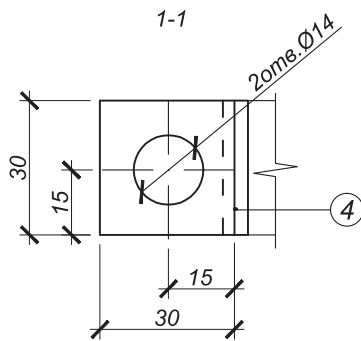
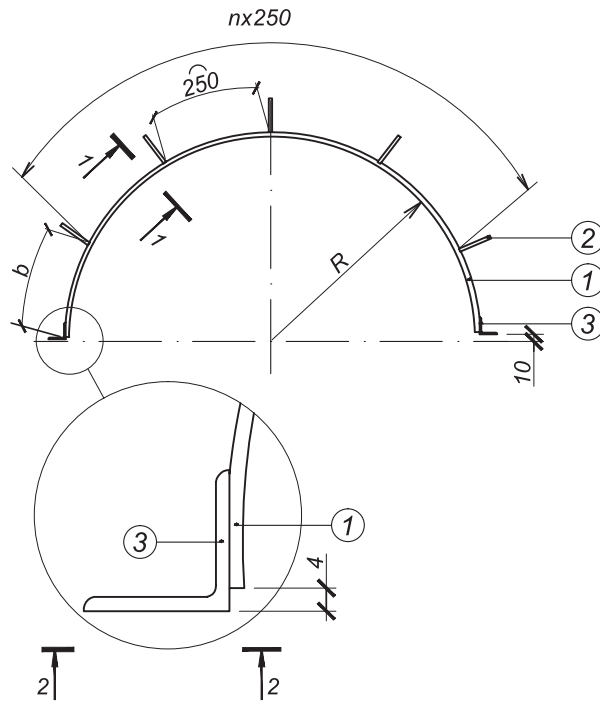
① Бандаж (Лента 2x30 Ст 3 по ГОСТ 6009-74)

② Ребро (Лента 2x30 Ст 3 по ГОСТ 6009-74)

Примечание: Ребро по ГОСТ 5264-80-Н2,2.

						Бандаж стяжной (для вертикальных трубопроводов диаметром от 45 до 159 мм)	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		41

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-38



- ① Бандаж (Лента 2x30 Ст 3 по ГОСТ 6009-74)
- ② Ребро (Лента 2x30 Ст 3 по ГОСТ 6009-74)
- ③ Уголок 30x30x3 ГОСТ 8509-93

Примечание: Ребро по ГОСТ 5264-80-Н2<sub>3</sub>.

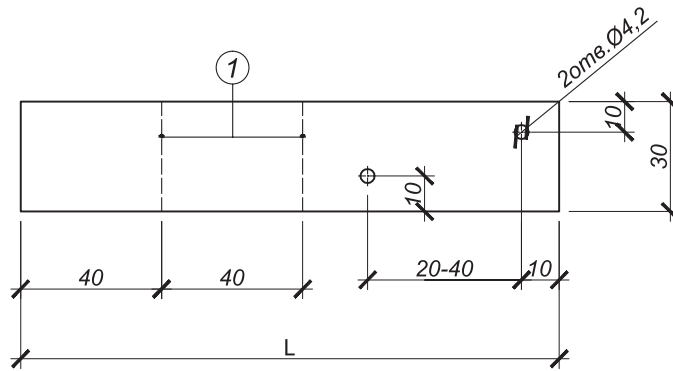
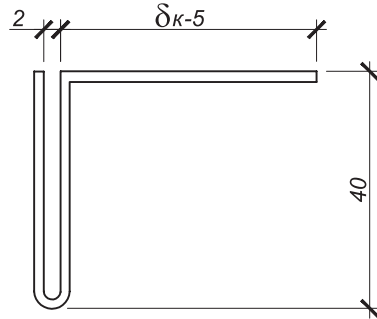
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Элемент стяжного бандажа (для вертикальных трубопроводов и аппаратов диаметром от 219 до 1420 мм)

Лист

42

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-39



$\delta_k, \text{мм}$	$L, \text{мм}$	Масса, кг
40	115	0,009
60	135	0,011
80	155	0,013
100 и более	175	0,015

① Линия сгиба

Примечание: Отверстие в скобе навесной сверлить совместно с диафрагмой

						Скоба опорная (Лист АД1.Н-1 ГОСТ 21631-76)	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		43

**ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Трубопровод  
Узел ТИ-01-40**

1. В качестве защитного слоя предусмотрены:

Материал защитного покрытия	Толщина листа (δ), мм, при диаметре изоляции, мм			
	350 и менее	св. 350 до 600	св. 600 до 1600	св. 1600 и плоские поверхности
Листы и ленты из нержавеющей стали ГОСТ 4986-79, ГОСТ 5582-75	0,35-0,5	0,5	0,5-0,8	0,5-0,8
Листы из тонколистной стали ГОСТ 14918-80	0,35-0,5	0,5-0,8	0,8	1,0
Листы из алюминия и алюминиевых сплавов* Лист АД1.Н-δ ГОСТ 21631-76	0,35-0,5	0,5-0,8	0,8	1,0
Листы из алюминия и алюминиевых сплавов* Лента АД1.Н-δ ГОСТ 13726-97	0,25-0,3	0,3-0,8	0,8	1,0

\*Листы и ленты толщиной 0,3 мм применять гофрированными

2. Бандажи для крепления теплоизоляционного слоя могут быть изготовлены из:

ленты упаковочной 0,7x20 мм ГОСТ 3560-73 (с окраской или лакировкой);

ленты АД1.Н-0,8x40 ГОСТ 13726-97 (резать пополам);

ленты из нержавеющей стали шириной 20 мм ГОСТ 4986-79

3. Применяются пряжки бандажные по ТУ 36.16.22.-64-92 из тонколистовой стали толщиной 0,8 мм для бандажей из упаковочной ленты, из алюминиевых лент (листов) толщиной 0,8 мм для бандажей из алюминия. При применении бандажей из нержавеющей стали пряжки должны быть из той же стали

4. Проклейка швов алюминиевым скотчем и подкладка из алюминиевого скотча (см. лента алюминиевая самоклеющаяся ТУ 1811-054-04696843-98)

5. Проволока стальная низкоуглеродистая общего назначения

Проволока 0,8-0-4 ГОСТ 3282-74 (для сшивки обкладок)

Проволока 1,2-0-4 ГОСТ 3282-74 (для стяжек, для спирального крепления)

Проволока 2-0-4 ГОСТ 3282-74 (для изготовления колец, струн, подвесок)

Проволока 4(5)-0-4 ГОСТ 3282-74 (для изготовления штырей, струн)

6. Подкладка под подвески изготавливается из стеклопластика рулонного ТУ 2296-14-00204961-99 (см. листы 13, 14)

7. Для крепления элементов опорных колец и элементов стяжных бандажей применяются болты по ГОСТ 7798-70 и гайка по ГОСТ 5915-70

8. Для крепления металлического покрытия применяется самонарезающий винт - Винт 4x12.04.019 ГОСТ 10621-80

						Перечень материалов, используемых для изоляции трубопроводов и оборудования	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		44

ООО "ТехноНИКОЛЬ-СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ"


*Система теплоизоляции оборудования  
ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование*

*Москва 2014*

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ  
Оборудование

**ВЕДОМОСТЬ ЧЕРТЕЖЕЙ**  
ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование


Лист	Наименование	Шифр
2-3	Ведомость чертежей	
4	Изоляция горизонтальных аппаратов диаметром до 1020 мм с креплением бандажами и подвесками в конструкции с металлическим покрытием	ТИ-02-01
5	Изоляция вертикальных аппаратов диаметром от 530 до 1420 мм Матами ТЕХНО, Матами Прошивными ТЕХНО с креплением стяжками	ТИ-02-02
6	Изоляция вертикальных аппаратов диаметром более 1020 мм с креплением штырями и стяжками в конструкции с металлическим покрытием	ТИ-02-03
7	Изоляция горизонтальных аппаратов диаметром более 1020 мм с креплением штырями в конструкции с металлическим покрытием	ТИ-02-04
8	Разрезы 1-1, 2-2, Узел 1 к Листу 7	ТИ-02-05
9	Конструкция тепловой изоляции в два слоя с креплением на штырях и стяжках для вертикальных аппаратов	ТИ-02-06
10	Конструкция тепловой изоляции в один слой с креплением на штырях для вертикальных аппаратов	ТИ-02-07
11	Конструкция тепловой изоляции в один слой с креплением на штырях и стяжках для вертикальных аппаратов	ТИ-02-08
12	Изоляция для фланцевого соединения горизонтального аппарата матрами из Матов ТЕХНО и съёмным металлическим кожухом	ТИ-02-09
13	Конструкция металлического покрытия тепловой изоляции горизонтального аппарата	ТИ-02-10
14	Конструкция покрытия тепловой изоляции для вертикальных аппаратов и резервуаров	ТИ-02-11
15	Разрезы 1-1, 2-2, 3-3 к Листу 14	ТИ-02-12
16	Полуфутляр с вкладышем из Матов ТЕХНО	ТИ-02-13
17	Изоляция горизонтальных трубопроводов наружным диаметром 219 мм и более Матами ТЕХНО, Матами Прошивными ТЕХНО в один слой с креплением бандажами и подвесками	ТИ-02-14
18	Изоляция горизонтальных трубопроводов наружным диаметром 219 мм и более Матами ТЕХНО, Матами Прошивными ТЕХНО в два слоя с креплением бандажами и подвесками	ТИ-02-15
19	Скоба опорная (изготавливается из алюминия или оцинкованной стали в зависимости от материала металлического покровного слоя)	ТИ-02-16
20	Кольцо опорное (для горизонтальных трубопроводов диаметром от 273 до 476 мм при толщине изоляции 100 мм и более)	ТИ-02-17

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Системы ТехноНИКОЛЬ			
Разраб.						Техническая изоляция	Стадия	Лист	Листов
							Р	2	25
						ТИ-02 ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование Ведомость чертежей			

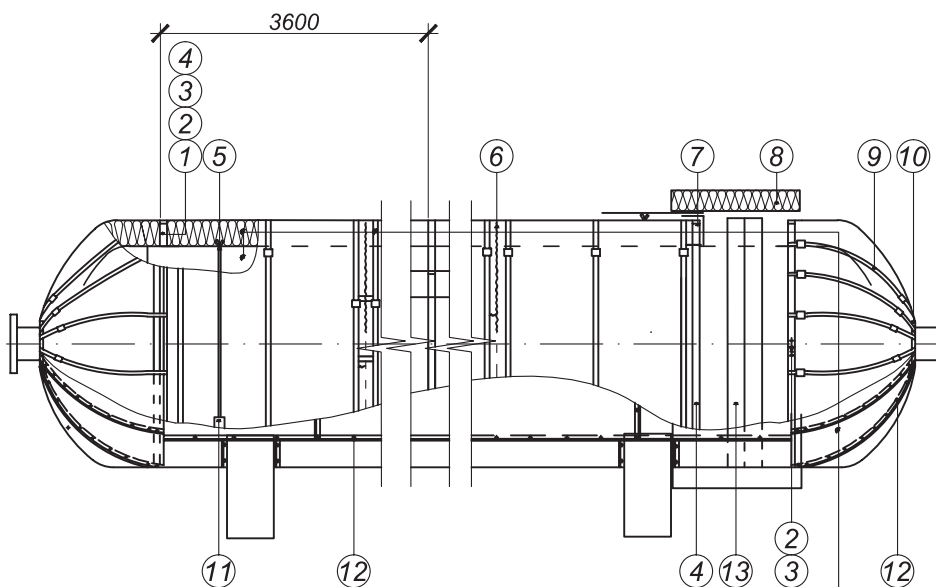
ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ  
Оборудование

**ВЕДОМОСТЬ ЧЕРТЕЖЕЙ**  
**ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование**

Лист	Наименование	Шифр
21	Элемент опорного кольца (для горизонтальных трубопроводов и аппаратов диаметром от 530 мм и более при толщине изоляции 100 мм и более)	ТИ-02-18
22	Бандаж стяжной (для вертикальных трубопроводов диаметром от 45 до 159 мм)	ТИ-02-19
23	Матрац из Матов ТЕХНО в обкладках	ТИ-02-20
24	Матрац с крючками из Матов ТЕХНО в обкладках	ТИ-02-21
25	Перечень материалов, используемых для изоляции трубопроводов и оборудования	ТИ-02-22

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Системы ТехноНИКОЛЬ			
Разраб.						Техническая изоляция	Стадия	Лист	Листов
							Р	3	25
						ТИ-02 ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование Ведомость чертежей			

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование  
Узел ТИ-02-01



Корпус оборудования  
Мат ТЕХНО/Мат Прошивной ТЕХНО  
Бандаж с пряжкой  
Покрытие (Лист 13)

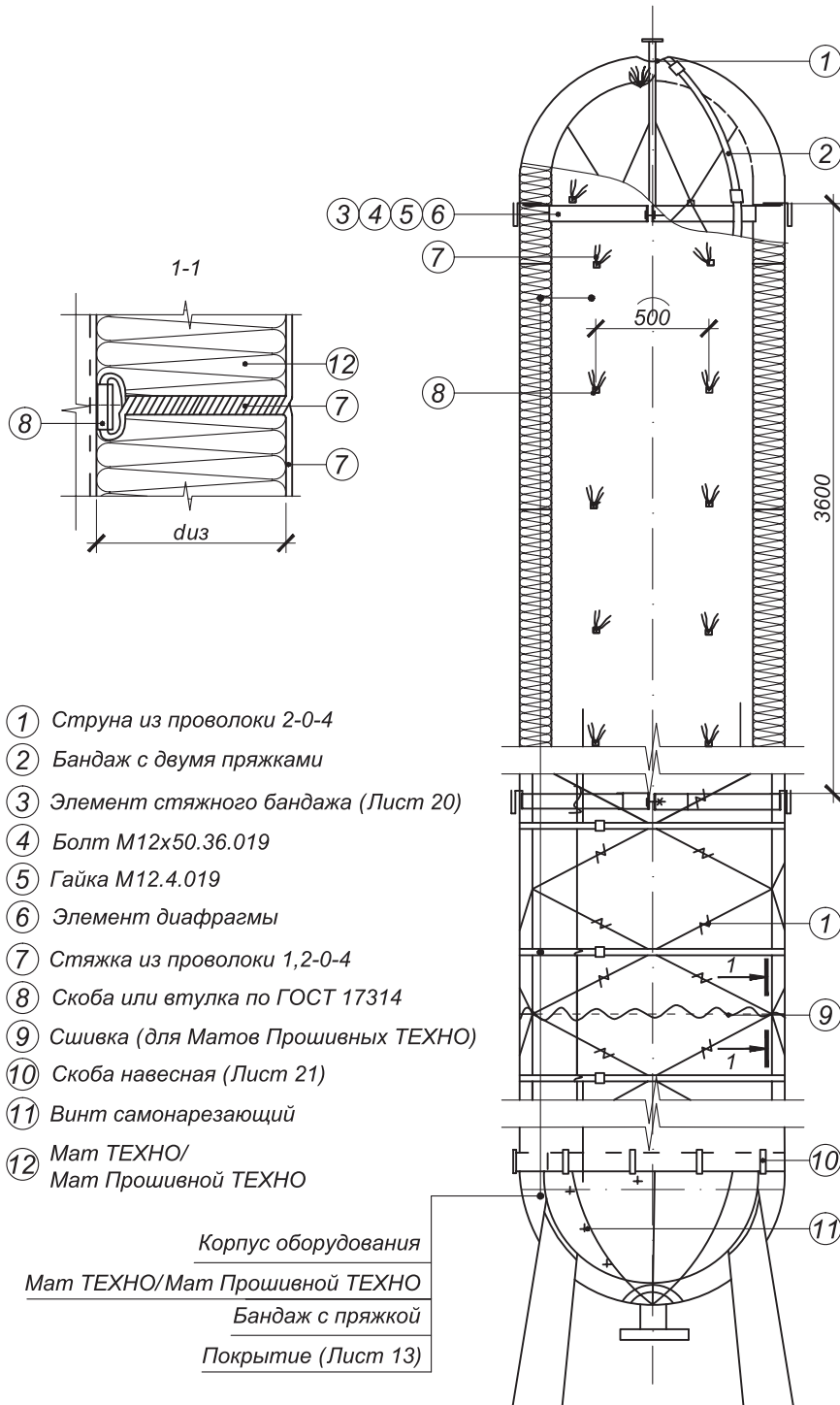
- |                                     |                               |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| ① Гайка М12.4.019                   | ⑧ Полуфутляр (Лист 16)        |
| ② Болт М12х50.36.019                | ⑨ Бандаж с двумя пряжками     |
| ③ Бандаж с пряжкой                  | ⑩ Кольцо из проволоки 2-0-4   |
| ④ Элемент опорного кольца (Лист 23) | ⑪ Подкладка из стеклопластика |
| ⑤ Подвеска из проволоки 2-0-4       | ⑫ Винт самонарезающий         |
| ⑥ Шивка (для Матов Прошивных ТЕХНО) | ⑬ Фланец                      |
| ⑦ Отделка торцов изоляции           |                               |

Примечание: Подробное крепление теплоизоляционного слоя на горизонтальной части аппарата см. Лист 17-18.

						Изоляция горизонтальных аппаратов диаметром до 1020 мм с креплением бандажами и подвесками в конструкции с металлическим покрытием	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		4



ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование  
Узел ТИ-02-02



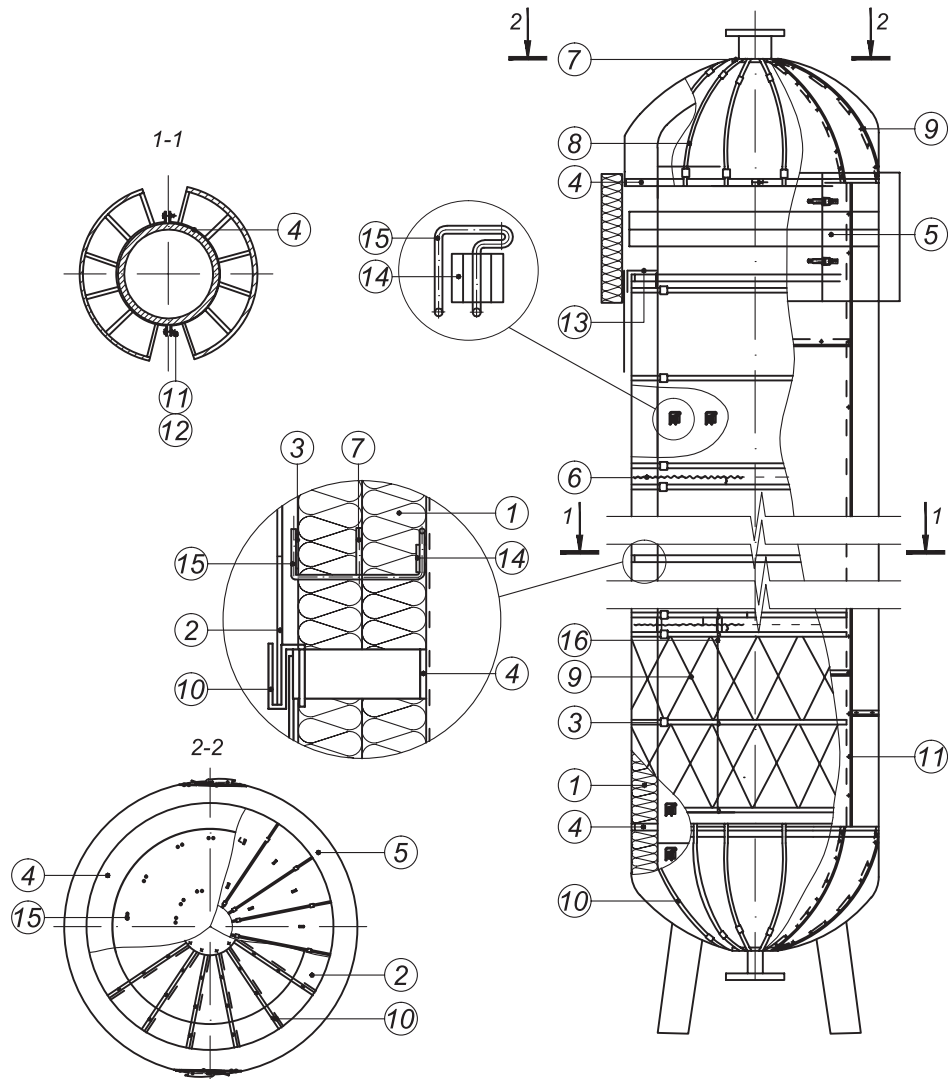
- ① Струна из проволоки 2-0-4
- ② Бандаж с двумя пряжками
- ③ Элемент стяжного бандажа (Лист 20)
- ④ Болт М12х50.36.019
- ⑤ Гайка М12.4.019
- ⑥ Элемент диафрагмы
- ⑦ Стяжка из проволоки 1,2-0-4
- ⑧ Скоба или втулка по ГОСТ 17314
- ⑨ Сшивка (для Матов Прошивных ТЕХНО)
- ⑩ Скоба навесная (Лист 21)
- ⑪ Винт самонарезающий
- ⑫ Мат ТЕХНО/  
Мат Прошивной ТЕХНО

Корпус оборудования  
Мат ТЕХНО/Мат Прошивной ТЕХНО  
Бандаж с пряжкой  
Покрытие (Лист 13)

Примечание: ГОСТы см. перечень материалов Лист 25.

						Изоляция вертикальных аппаратов диаметром от 530 до 1420 мм Матами ТЕХНО, Матами Прошивными ТЕХНО с креплением стяжками	Лист 5
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование  
Узел ТИ-02-03



- |  |  |
|--|--|
| ① Мат ТЕХНО/Мат Прошивной ТЕХНО            | ⑨ Стяжка из проволоки 1,2-0-4 (Лист 6) |
| ② Покрывтие (Лист 14)                      | ⑩ Скоба навесная (Лист 20)             |
| ③ Бандаж с пряжкой                         | ⑪ Болт М12х50.36.019                   |
| ④ Стяжной бандаж (разгружающее устройство) | ⑫ Гайка М12.4.019                      |
| ⑤ Съёмная изоляция фланцевого соединения   | ⑬ Элемент диафрагмы                    |
| ⑥ Шивка (для Матов Прошивных ТЕХНО)        | ⑭ Скоба по ГОСТ 17314                  |
| ⑦ Кольцо из проволоки 2-0-4                | ⑮ Штырь по ГОСТ 17314                  |
| ⑧ Бандаж с двумя пряжками                  | ⑯ Струна из проволоки 2-0-4            |

Примечание: Подробное крепление покровного слоя на вертикальной части аппарата см. Лист 13-14.

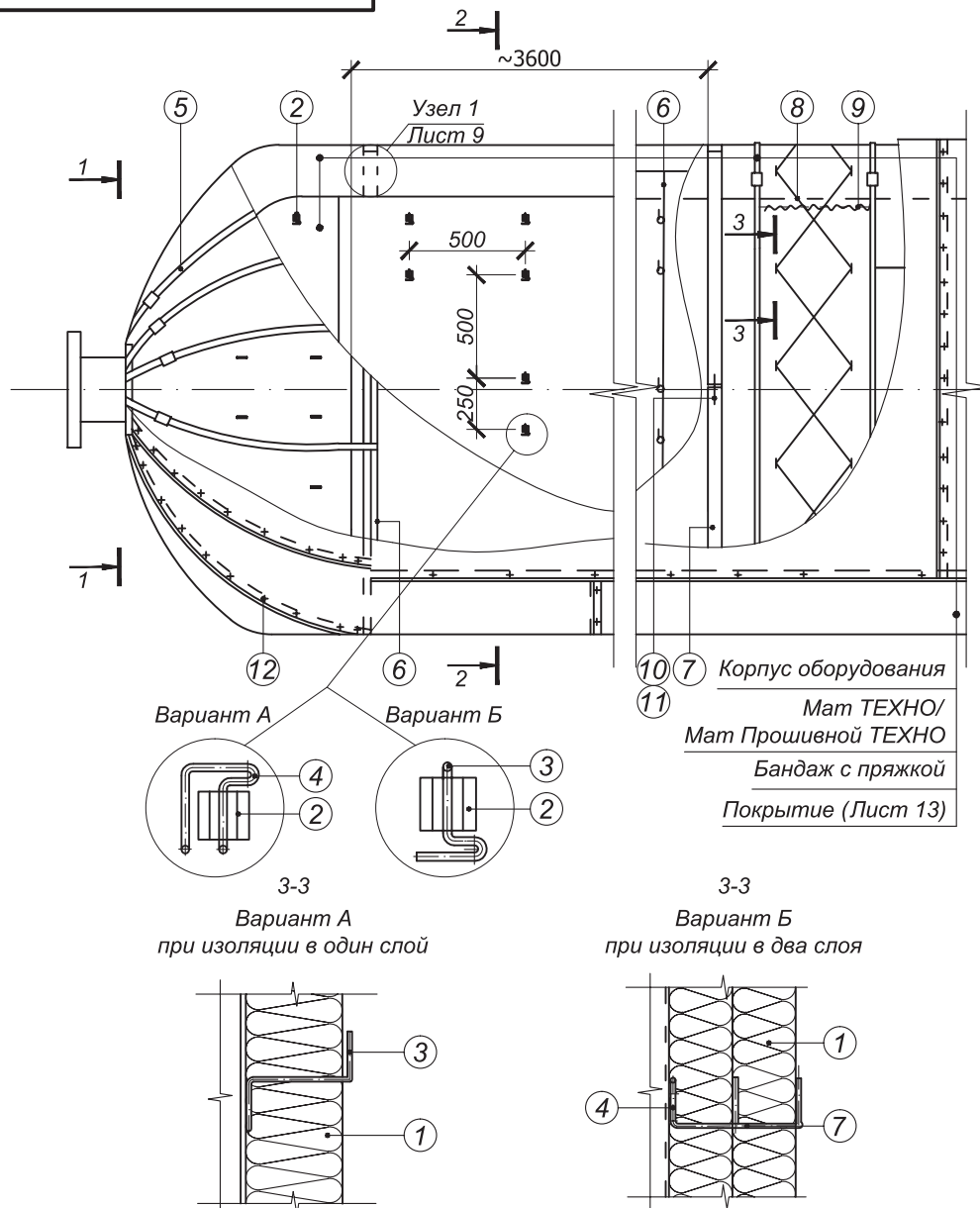
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Изоляция вертикальных аппаратов  
диаметром более 1020 мм с креплением штырями и  
стяжками в конструкции с металлическим покрытием

Лист

6

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование  
Узел ТИ-02-04

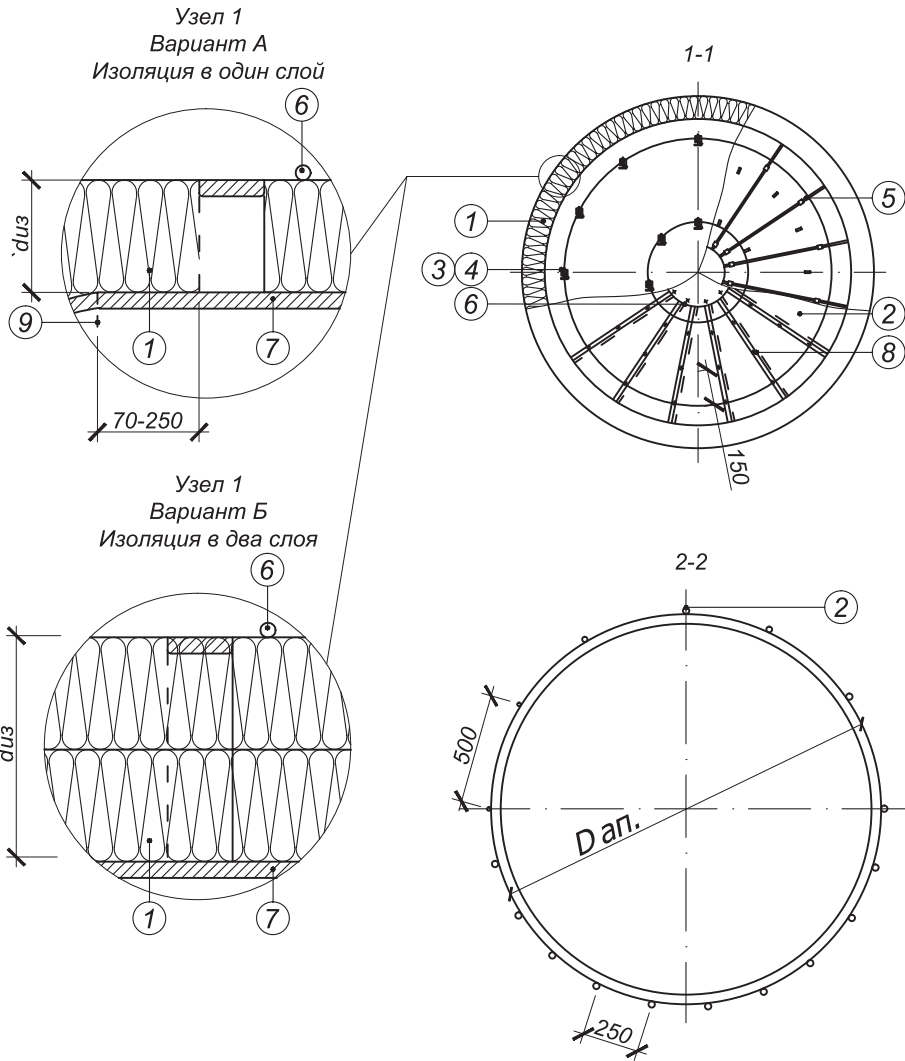


- |                                 |                                      |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| ① Мат ТЕХНО/Мат Прошивной ТЕХНО | ⑦ Элемент опорного кольца (Лист 21)  |
| ② Скоба по ГОСТ 17314           | ⑧ Стяжка из проволоки 1,2-0-4        |
| ③ Штырь одинарный Ш1            | ⑨ Сшивка (для Матов Прошивных ТЕХНО) |
| ④ Штырь двойной Ш2              | ⑩ Болт М12х50.36.019                 |
| ⑤ Бандаж с двумя пряжками       | ⑪ Гайка М12.4.019                    |
| ⑥ Кольцо из проволоки 2-0-4     | ⑫ Винт самонарезающий                |

Примечания:  
1. Разрезы 1-1, 2-2 представлены на Листе 8;  
2. ГОСТы см. перечень материалов Лист 25.

						Изоляция горизонтальных аппаратов диаметром более 1020 мм с креплением штырями в конструкции с металлическим покрытием	Лист 7
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

**ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование**  
**Узел ТИ-02-05**



- ① Мат ТЕХНО/Мат Прошивной ТЕХНО
- ② Скоба по ГОСТ 17314
- ③ Штырь одинарный Ш1
- ④ Штырь двойной Ш2
- ⑤ Бандаж с двумя пряжками
- ⑥ Кольцо из проволоки 2-0-4
- ⑦ Элемент опорного кольца (Лист 20)
- ⑧ Винт самонарезающий
- ⑨ Сварной шов

Примечания:  
 1. На разрезе 2-2 изоляция условно не показана;  
 2. Приварка скобы на заводе изготовителе.

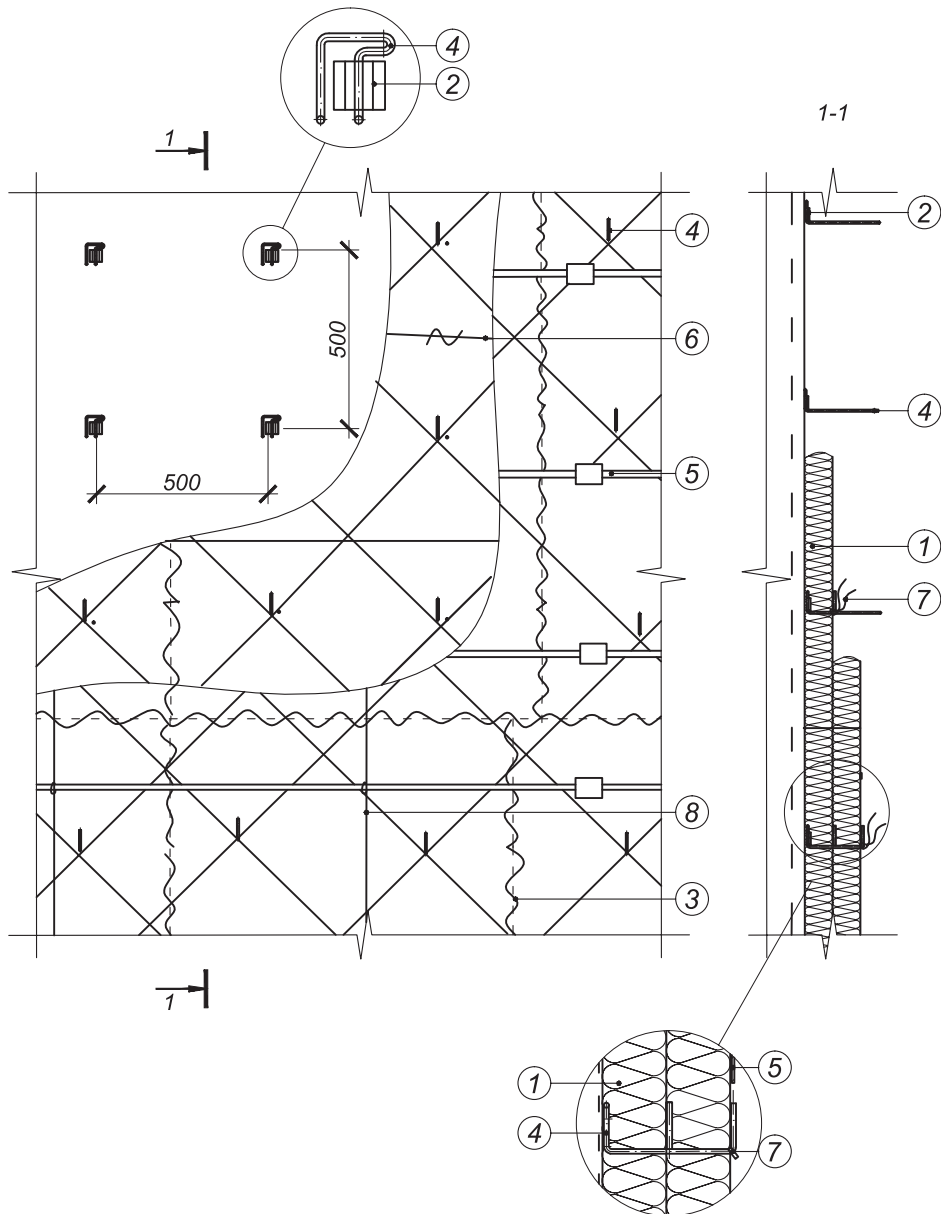
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Разрезы 1-1, 2-2, Узел 1 к Листу 7

Лист

8

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование  
Узел ТИ-02-06



- |                                      |                               |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| ① Мат ТЕХНО/Мат Прошивной ТЕХНО      | ⑤ Бандаж с пряжкой            |
| ② Скоба по ГОСТ 17314                | ⑥ Кольцо из проволоки 2-0-4   |
| ③ Сшивка (для Матов Прошивных ТЕХНО) | ⑦ Стяжка из проволоки 1,2-0-4 |
| ④ Штырь Ш2 по ГОСТ 17314             | ⑧ Струна из проволоки 2-0-4   |

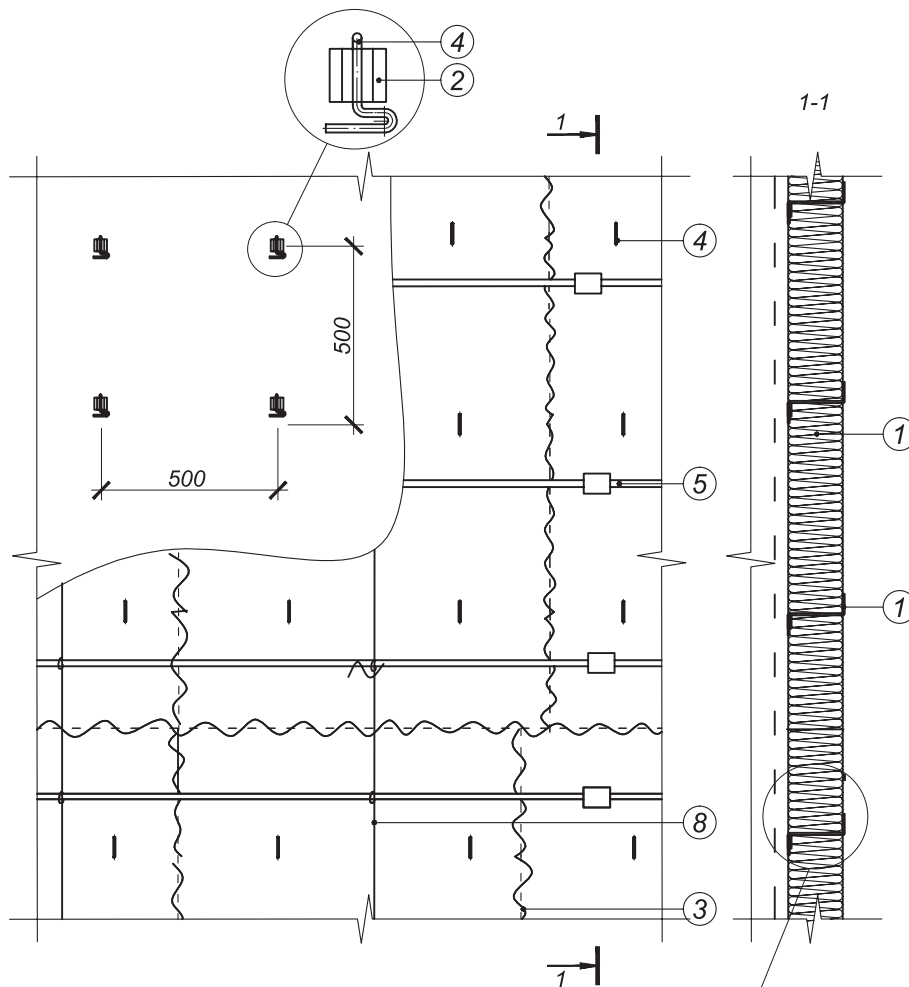
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Конструкция тепловой изоляции в два слоя с креплением на штырях и стяжках для вертикальных аппаратов

Лист

9

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование  
Узел ТИ-02-07



- ① Мат ТЕХНО/Мат Прошивной ТЕХНО
- ② Скоба по ГОСТ 17314
- ③ Сшивка (для Матов Прошивных ТЕХНО)
- ④ Штырь Ш1 по ГОСТ 17314
- ⑤ Бандаж с пряжкой
- ⑥ Кольцо из проволоки 2-0-4
- ⑦ Стяжка из проволоки 1,2-0-4
- ⑧ Струна из проволоки 2-0-4

Примечание: Бандажи, расположенные в промежутках между штырями, могут быть установлены по штырям.

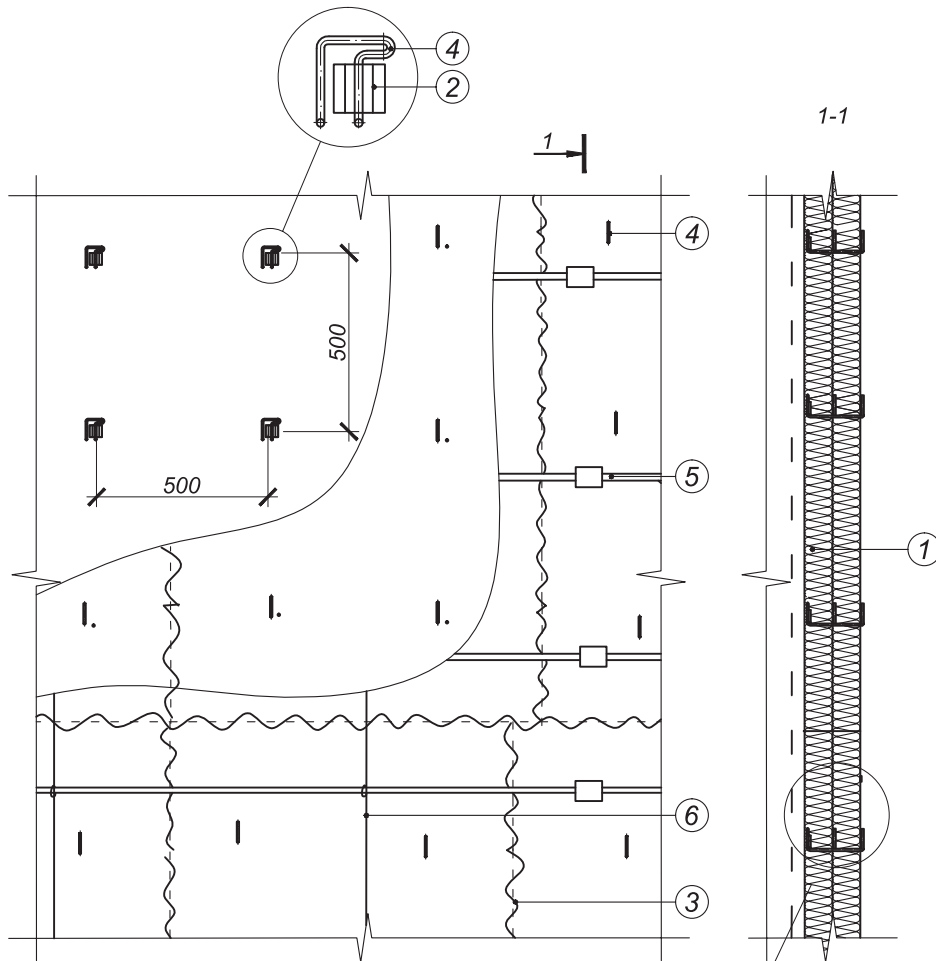
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Конструкция тепловой изоляции в один слой с креплением на штырях для вертикальных аппаратов

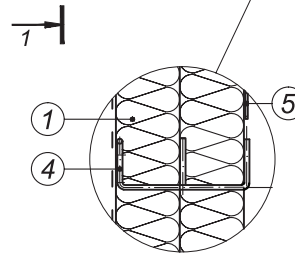
Лист

10

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование  
Узел ТИ-02-08

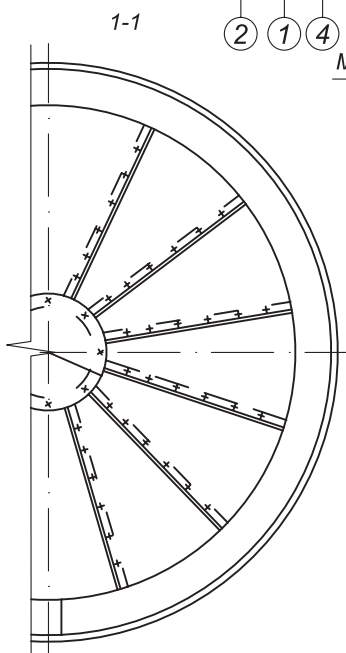
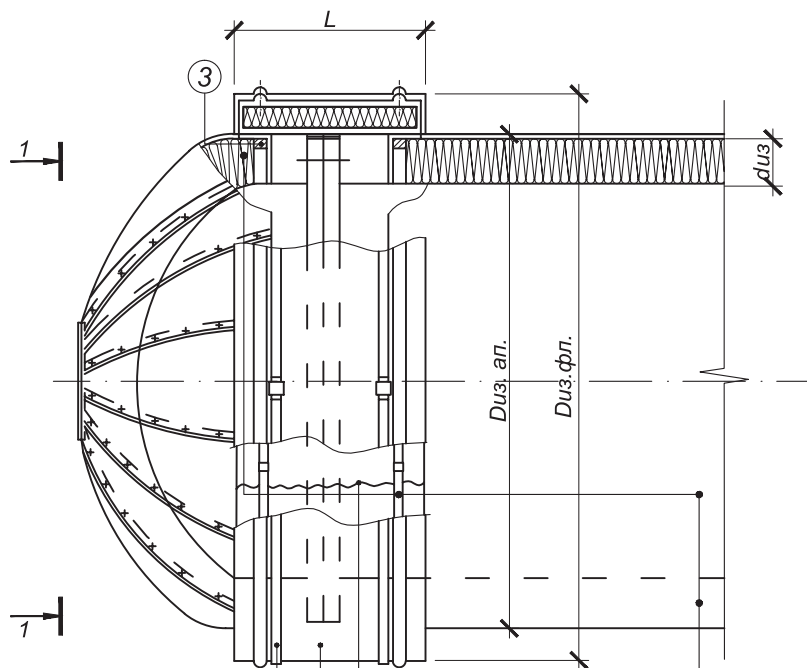


- ① Мат ТЕХНО/Мат Прошивной ТЕХНО
- ② Скоба по ГОСТ 17314
- ③ Сшивка (для Матов Прошивных ТЕХНО)
- ④ Штырь двойной Ш2 по ГОСТ 17314
- ⑤ Бандаж с пряжкой
- ⑥ Струна из проволоки 2-0-4



						Конструкция тепловой изоляции в один слой с креплением на штырях и стяжках для вертикальных аппаратов	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		11

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование  
Узел ТИ-02-09



Мат ТЕХНО СТ (Лист 23-24)  
Бандаж с пряжкой  
Корпус оборудования  
Покрытие

- ① Металлический кожух
- ② Бандаж с замком
- ③ Опорное кольцо
- ④ Сшивка или перевязка по крючкам

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

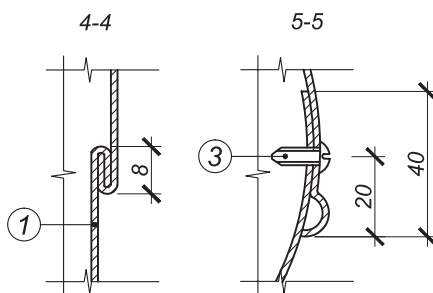
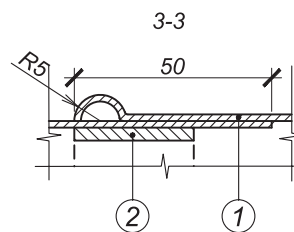
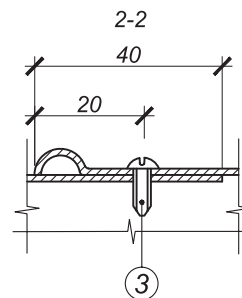
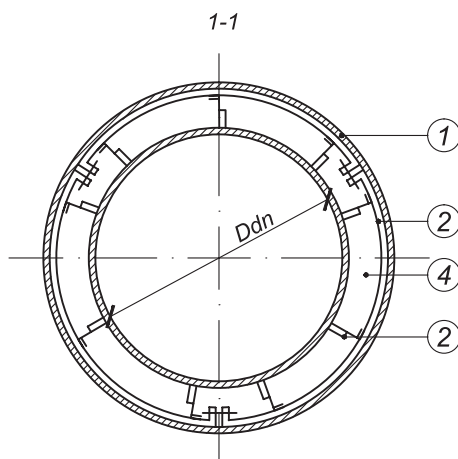
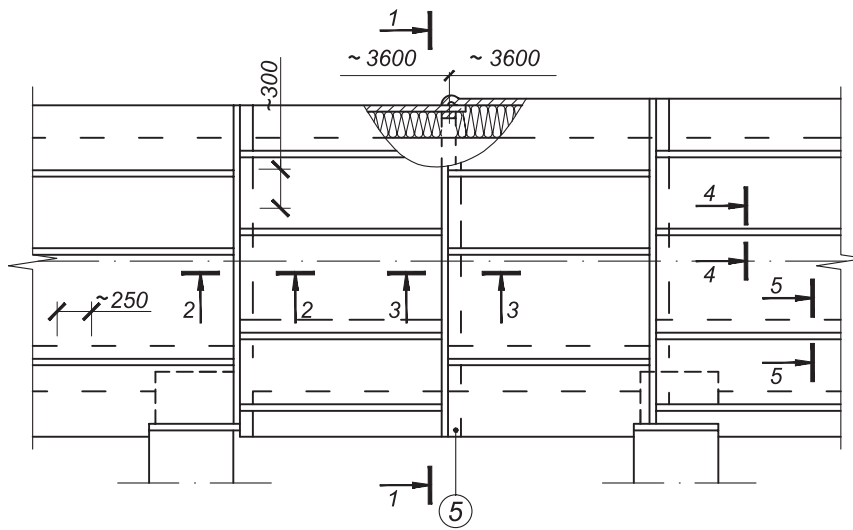
Изоляция для фланцевого соединения  
горизонтального аппарата матрацами из Матов  
ТЕХНО и съёмным металлическим кожухом

Лист

12



ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование  
Узел ТИ-02-10



- ① Покрытие металлическое
- ② Опорное кольцо
- ③ Винт самонарезающий
- ④ Теплоизоляционные изделия на основе МатТЕХНО/ Мат Прошивной ТЕХНО
- ⑤ Температурный шов

Примечание: На разрезе 2-2 изоляция условно не показана.

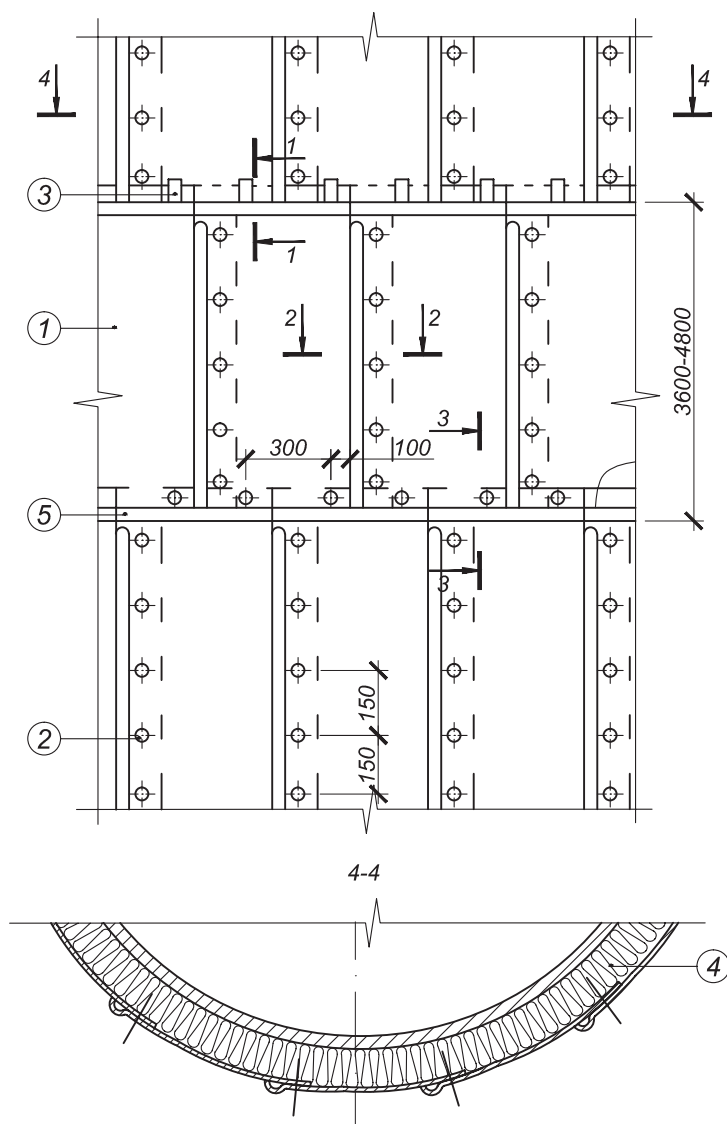
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Конструкция металлического покрытия  
тепловой изоляции горизонтального аппарата

Лист

13

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование  
Узел ТИ-02-11



- ① Металлическое защитное покрытие
- ② Винт самонарезающий
- ③ Скоба опорная
- ④ Теплоизоляционные изделия из Матов ТЕХНО/Матов Прошивных ТЕХНО
- ⑤ Температурный шов

Примечание: Разрезы 1-1, 2-2, 3-3 представлены на Листе 15.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

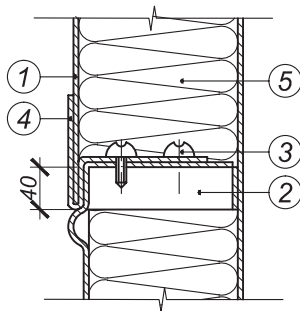
Конструкция покрытия тепловой изоляции для вертикальных аппаратов и резервуаров

Лист

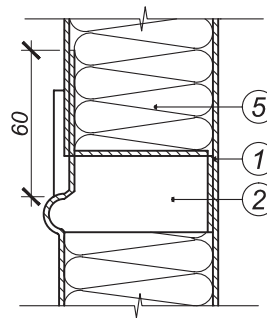
14

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование  
Узел ТИ-02-12

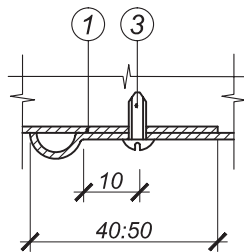
1-1  
Вариант А



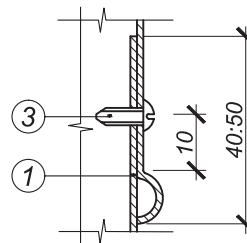
1-1  
Вариант Б



2-2



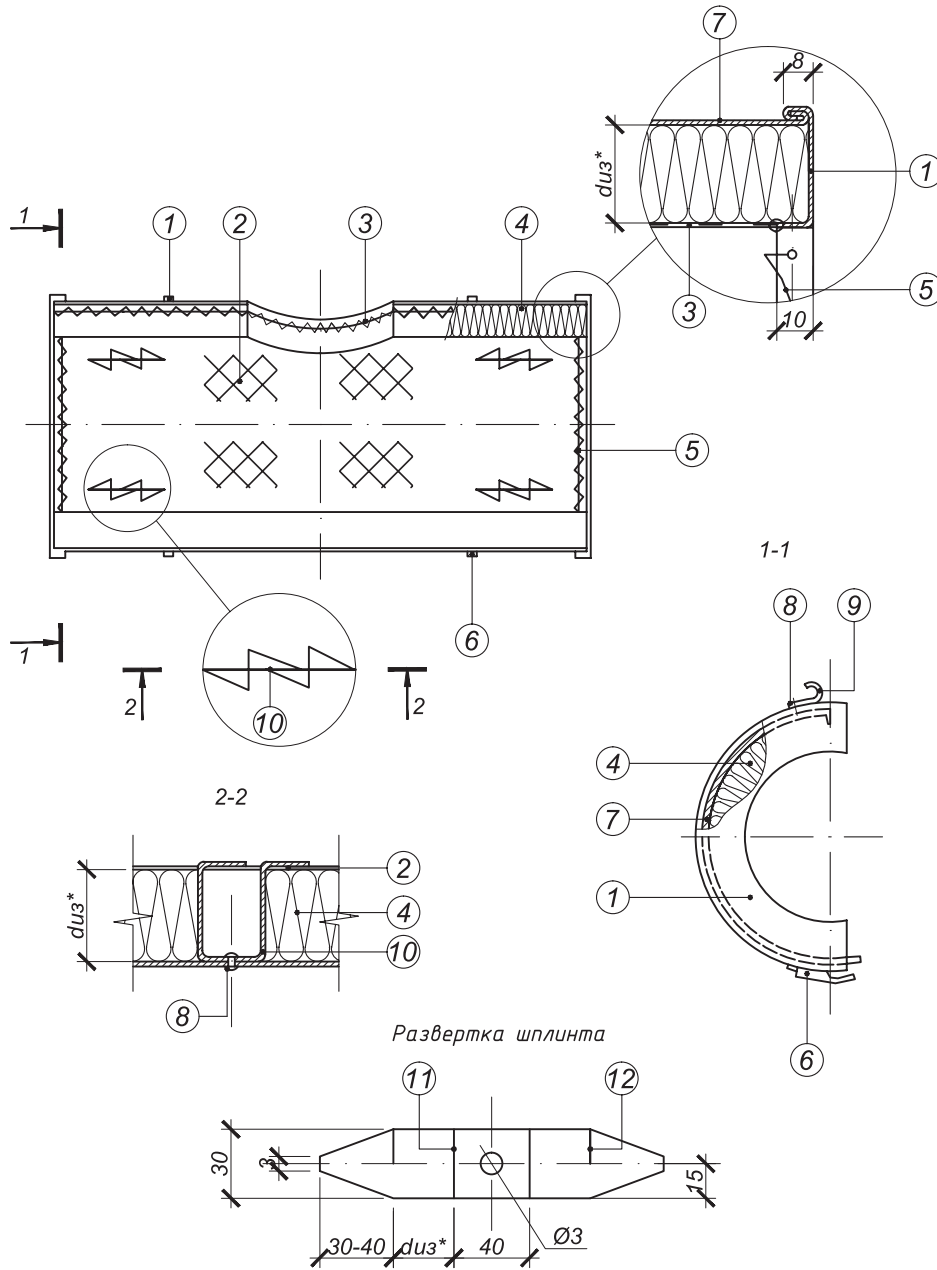
3-3



- ① Металлическое защитное покрытие
- ② Разгружающее устройство
- ③ Винт самонарезающий
- ④ Скоба опорная
- ⑤ Теплоизоляционные изделия из Матов ТЕХНО/Матов Провивных ТЕХНО

						Разрезы 1-1, 2-2, 3-3 к Листу 14	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		15

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование  
Узел ТИ-02-13



- ① Стенка торцевая
- ② Стеклоткань
- ③ Разрез по месту
- ④ Мат ТЕХНО
- ⑤ Проволока
- ⑥ Замок
- ⑦ Стенка боковая металлического кожуха
- ⑧ Заклёпка
- ⑨ Крючок
- ⑩ Шплинт
- ⑪ Линия сгиба
- ⑫ Линия разреза

Примечание: При изготовлении полуфутляров для изоляции фланцевых соединений вырез не выполняют

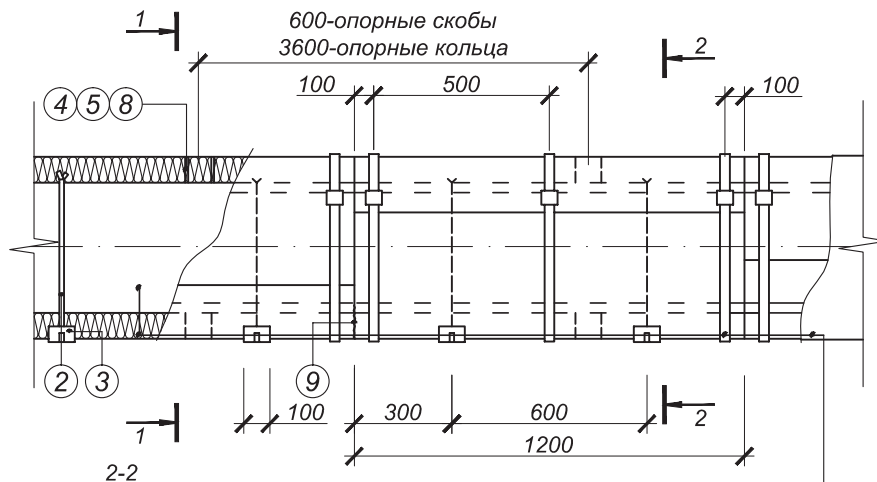
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Полуфутляр с вкладышем из Матов ТЕХНО

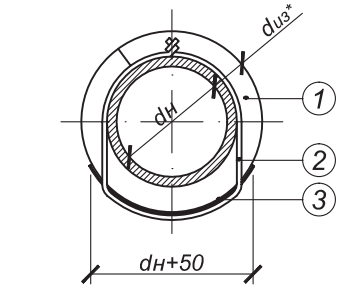
Лист

16

**ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование**  
Узел ТИ-02-14



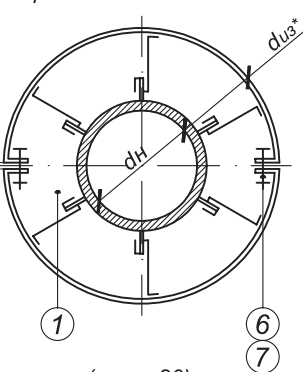
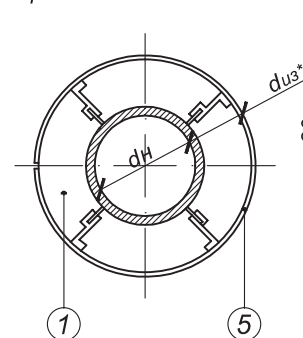
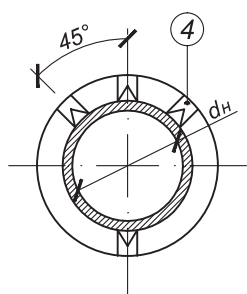
Трубопровод  
Мат ТЕХНО/Мат Прошивной ТЕХНО  
Бандаж с пряжкой  
Покрытие металлическое



1-1  
**Вариант А**  
по толщине изоляции  
не более 80 мм

1-1  
**Вариант Б**  
для dn от 273 до 476 мм  
при dиз 100 мм и более

1-1  
**Вариант В**  
для dn 530 мм и более  
при dиз 100 мм и более



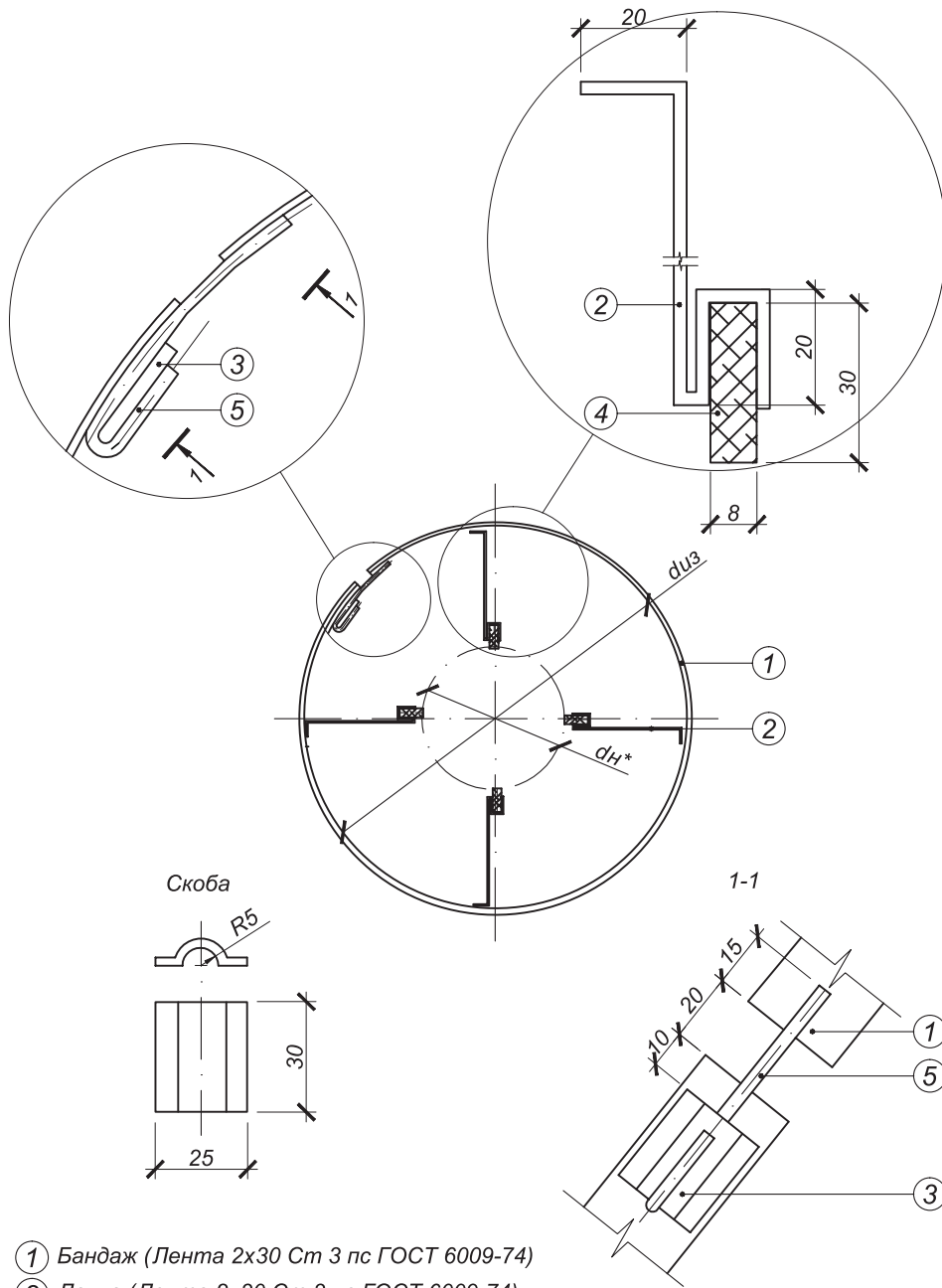
- ① Мат ТЕХНО/  
Мат Прошивной ТЕХНО
- ② Подвеска из проволоки 2-0-4
- ③ Подкладка из стеклопластика
- ④ Опорная скоба (лист 21)

- ⑤ Опорное кольцо (лист 20)
- ⑥ Болт М12х50.36.019
- ⑦ Гайка М12.4.019
- ⑧ Элемент опорного кольца (лист 21)
- ⑨ Сшивка (для Матов Прошивных ТЕХНО)

Примечания:  
1. Изоляция на разрезах условно не показана;  
2. ГОСТы на материалы и изделия лист 25.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Изоляция горизонтальных трубопроводов наружным диаметром 219 мм и более Матами ТЕХНО, Матами Прошивными ТЕХНО в один слой с креплением бандажами и подвесками	Лист
							17

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование  
Узел ТИ-02-17



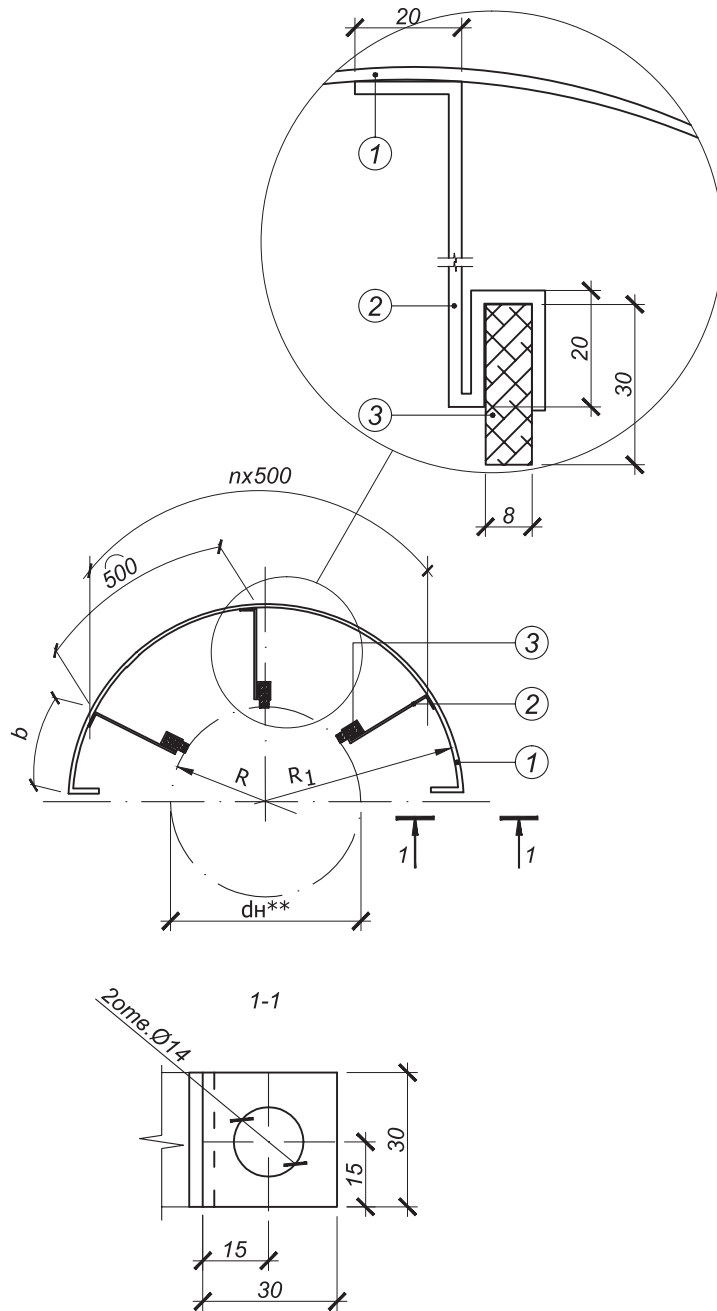
- ① Бандаж (Лента 2x30 Ст 3 пс ГОСТ 6009-74)
- ② Лапка (Лента 2x30 Ст 3 пс ГОСТ 6009-74)
- ③ Скоба (Лента 2x30 Ст 3 пс ГОСТ 6009-74)
- ④ Опора (Картон асбестовый КАОН-3-8 ТУ 2576-05778230-3-99)
- ⑤ Штырь (Проволока 3-0-4 ГОСТ 3282-74)

Примечания:

- 1. Лапки устанавливаются по окружности через 300мм, но не менее 4 лапок;
- 2. Лапки и скоба по ГОСТ 5264-80-Н2-2.

						Кольцо опорное (для горизонтальных трубопроводов диаметром от 273 до 476 мм при толщине изоляции 100 мм и более)	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		20

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование  
Узел ТИ-02-18

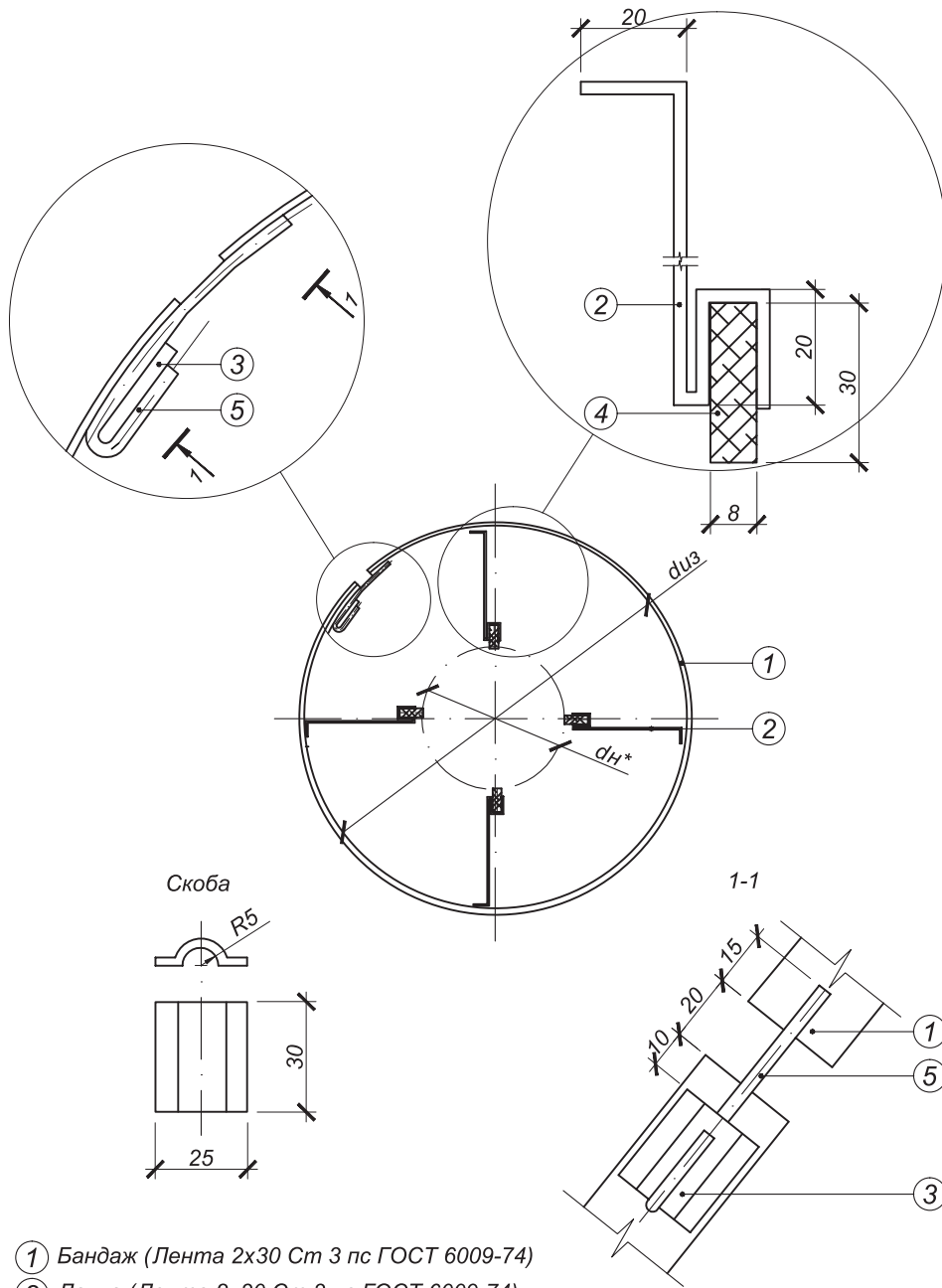


- ① Бандаж (Лента 2x30 Ст 3 по ГОСТ 6009-74)
- ② Лапка (Лента 2x30 Ст 3 по ГОСТ 6009-74)
- ③ Опора (Картон асбестовый КАОН-3-8 ТУ 2576-05778230-3-99)

Примечание: Лапки по ГОСТ 5264-80-Н2А2.

						Элемент опорного кольца (для горизонтальных трубопроводов и аппаратов диаметром от 530 мм и более при толщине изоляции 100 мм и более)	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		21

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование  
Узел ТИ-02-17



- ① Бандаж (Лента 2x30 Ст 3 пс ГОСТ 6009-74)
- ② Лапка (Лента 2x30 Ст 3 пс ГОСТ 6009-74)
- ③ Скоба (Лента 2x30 Ст 3 пс ГОСТ 6009-74)
- ④ Опора (Картон асбестовый КАОН-3-8 ТУ 2576-05778230-3-99)
- ⑤ Штырь (Проволока 3-0-4 ГОСТ 3282-74)

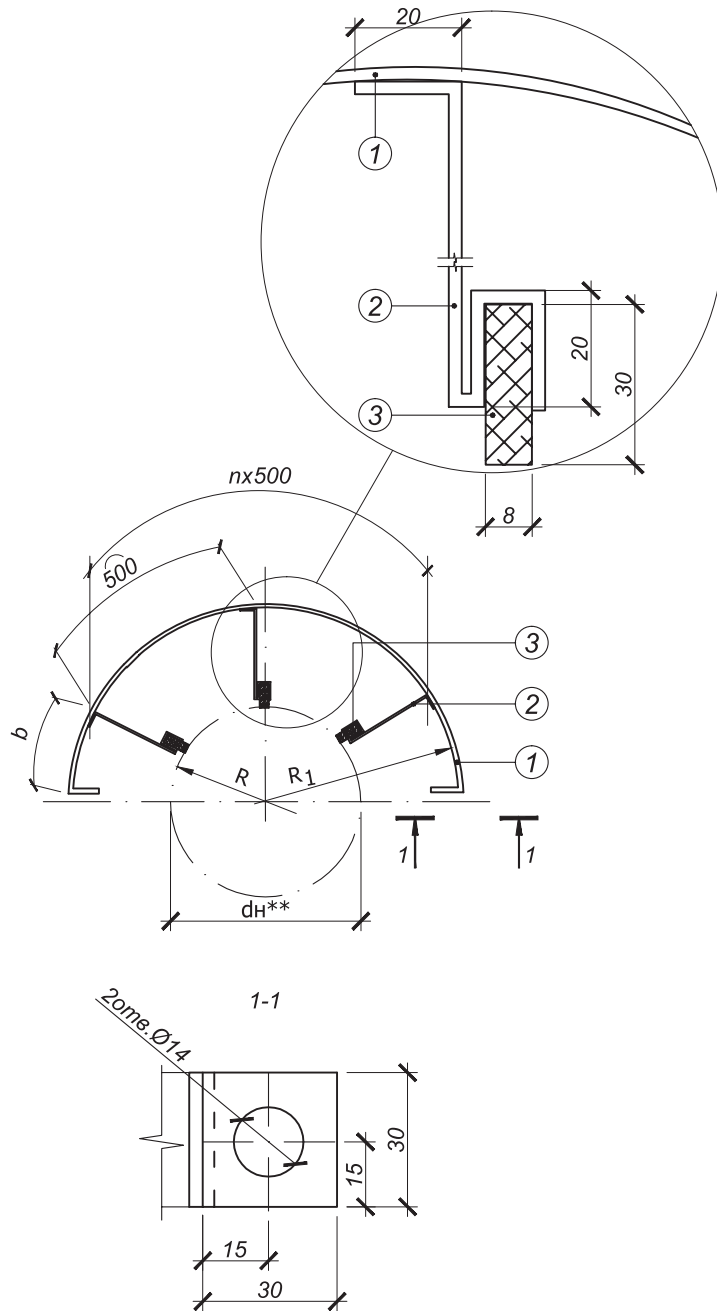
Примечания:

- 1. Лапки устанавливаются по окружности через 300мм, но не менее 4 лапок;
- 2. Лапки и скоба по ГОСТ 5264-80-Н2-2.

						Кольцо опорное (для горизонтальных трубопроводов диаметром от 273 до 476 мм при толщине изоляции 100 мм и более)	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		20



ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование  
Узел ТИ-02-18

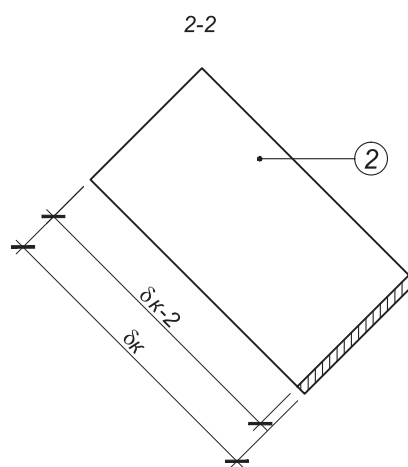
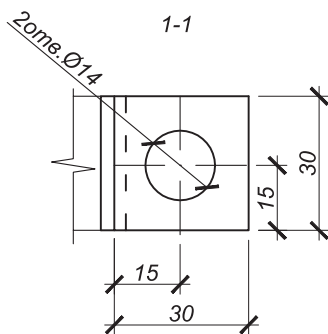
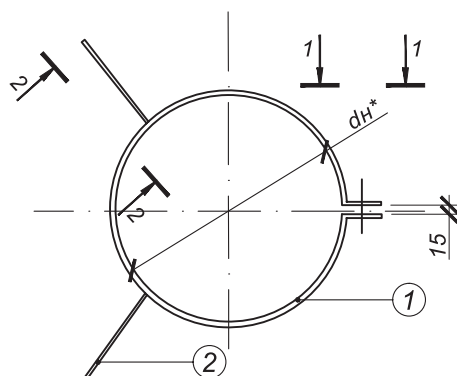


- ① Бандаж (Лента 2x30 Ст 3 по ГОСТ 6009-74)
- ② Лапка (Лента 2x30 Ст 3 по ГОСТ 6009-74)
- ③ Опора (Картон асбестовый КАОН-3-8 ТУ 2576-05778230-3-99)

Примечание: Лапки по ГОСТ 5264-80-Н2А2.

						Элемент опорного кольца (для горизонтальных трубопроводов и аппаратов диаметром от 530 мм и более при толщине изоляции 100 мм и более)	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		21

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование  
Узел ТИ-02-19



① Бандаж (Лента 2x30 Ст 3 пс ГОСТ 6009-74)

② Ребро (Лента 2x30 Ст 3 пс ГОСТ 6009-74)

Примечание: Ребро по ГОСТ 5264-80-Н2а2.

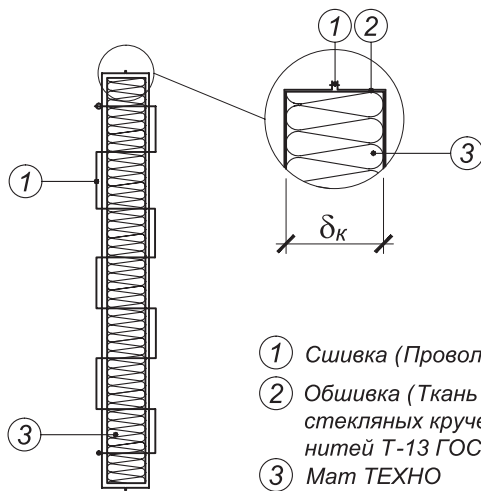
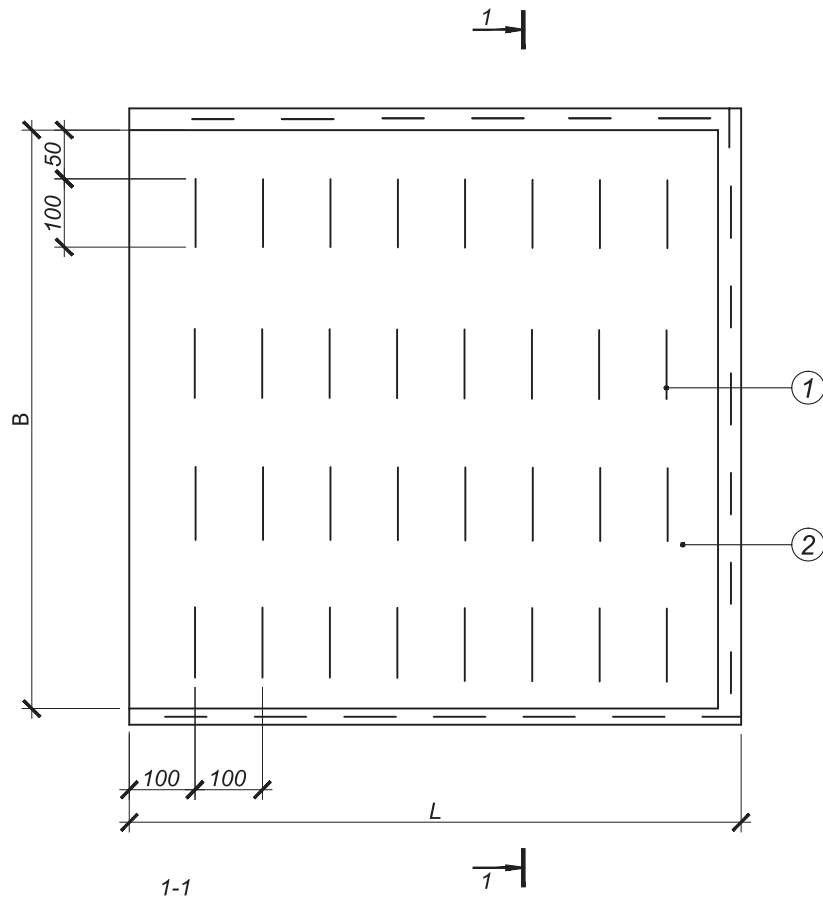
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Бандаж стяжной (для вертикальных трубопроводов  
диаметром от 45 до 159 мм)

Лист

22

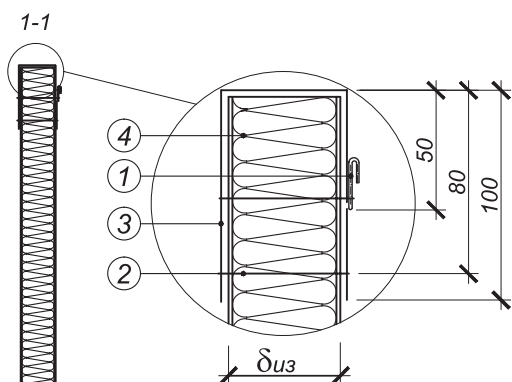
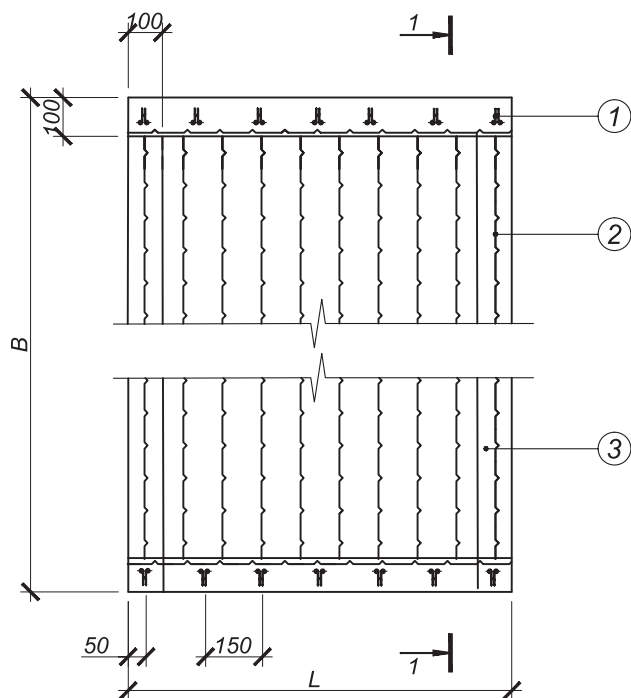
ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование  
Узел ТИ-02-20



- ① Шивка (Проволока 0,8-0-4)
- ② Обшивка (Ткань конструкционная из стеклянных крученых комплексных нитей Т-13 ГОСТ 19170-2001)
- ③ Мат ТЕХНО

										Лист
										23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Матрац из Матов ТЕХНО в обкладках				

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование  
Узел ТИ-02-21



- ① Крючок (Проволока 2-0-4)
- ② Сшивка (Проволока 0,8-0-4)
- ③ Обшивка (Ткань конструкционная из стеклянных крученых комплексных нитей Т-13 ГОСТ 19170-2001)
- ④ Мат ТЕХНО

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Матрац с крючками из Матов ТЕХНО в обкладках

Лист

24

**ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Оборудование**  
**Узел ТИ-02-22**

1. В качестве защитного слоя предусмотрены:

Материал защитного покрытия	Толщина листа ( $\delta$ ), мм, при диаметре изоляции, мм			
	350 и менее	св. 350 до 600	св. 600 до 1600	св. 1600 и плоские поверхности
Листы и ленты из нержавеющей стали ГОСТ 4986-79, ГОСТ 5582-75	0,35-0,5	0,5	0,5-0,8	0,5-0,8
Листы из тонколистной стали ГОСТ 14918-80	0,35-0,5	0,5-0,8	0,8	1,0
Листы из алюминия и алюминиевых сплавов* ЛистАД1.Н- $\delta$ ГОСТ 21631-76	0,35-0,5	0,5-0,8	0,8	1,0
Листы из алюминия и алюминиевых сплавов* ЛентаАД1.Н- $\delta$ ГОСТ 13726-97	0,25-0,3	0,3-0,8	0,8	1,0

\*Листы и ленты толщиной 0,3 мм применять гофрированными

2. Бандажи для крепления теплоизоляционного слоя могут быть изготовлены из:

ленты упаковочной 0,7x20 мм ГОСТ 3560-73 (с окраской или лакировкой);

ленты АД1.Н-0,8x40 ГОСТ 13726-97 (резать пополам);

ленты из нержавеющей стали шириной 20 мм ГОСТ 4986-79

3. Применяются пряжки бандажные по ТУ 36.16.22.-64-92 из тонколистовой стали толщиной 0,8 мм для бандажей из упаковочной ленты, из алюминиевых лент (листов) толщиной 0,8 мм для бандажей из алюминия. При применении бандажей из нержавеющей стали, пряжки должны быть из той же стали

4. Проклейка швов алюминиевым скотчем и подкладка из алюминиевого скотча (см. лента алюминиевая самоклеющаяся ТУ 1811-054-04696843-98)

5. Проволока стальная низкоуглеродистая общего назначения

Проволока 0,8-0-4 ГОСТ 3282-74 (для шивки обкладок)

Проволока 1,2-0-4 ГОСТ 3282-74 (для стяжек, для спирального крепления)

Проволока 2-0-4 ГОСТ 3282-74 (для изготовления колец, струн, подвесок)

Проволока 4(5)-0-4 ГОСТ 3282-74 (для изготовления штырей, струн)

6. Подкладка под подвески изготавливается из стеклопластика рулонного ТУ 2296-14-00204961-99 (см. листы 13,14)

7. Для крепления элементов опорных колец и элементов стяжных бандажей применяются болты по ГОСТ 7798-70 и гайка по ГОСТ 5915-70

8. Для крепления металлического покрытия применяется самонарезающий винт - Винт 4x12.04.019 ГОСТ 10621-80

						Перечень материалов, используемых для изоляции трубопроводов и оборудования	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		25

*ООО "ТехноНИКОЛЬ-СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ"*


*Система теплоизоляции емкостей  
ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Емкости и резервуары*

*Москва 2014*

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ  
Емкости

ВЕДОМОСТЬ ЧЕРТЕЖЕЙ  
ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Емкости


Лист	Наименование	Шифр
2-3	Ведомость чертежей	
4	Изоляция резервуара для хранения нефти и нефтепродуктов Матами ТЕХНО, Матами Прошивными ТЕХНО, Плитами ТЕХНО	ТИ-04-01
5	Разрезы 1-1, 2-2, 3-3 к Листу 4	ТИ-04-02
6	Разрезы 4-4, 7-7 к Листу 18 Разрезы 5-5, 6-6 к Листу 17	ТИ-04-03
7	Изоляция резервуаров с наружным обогревом для нефти и нефтепродуктов Матами ТЕХНО, Матами Прошивными ТЕХНО, плитами ТЕХНО в конструкции с металлическим покрытием	ТИ-04-04
8	Разрезы 1-1, 2-2, 3-3, 4-4 к Листу 7	ТИ-04-05
9	Изоляция резервуара для хранения холодной воды Матами ТЕХНО с металлическим покровным слоем	ТИ-04-06
10	Узел 1 к Листу 9 Конструкция тепловой изоляции цилиндрической стенки резервуара	ТИ-04-07
11	Разрез 1-1, 2-2, 3-3 к Листу 10	ТИ-04-08
12	Разрез 4-4, 5-5, 6-6 к Листу 10	ТИ-04-09
13	Разрез 7-7, 8-8, 9-9 к Листу 10	ТИ-04-10
14	Общая схема теплоизоляции котла	ТИ-04-11
15	Изоляция парового коллектора котельной установки	ТИ-04-12
16	Каркас и изоляция для крыши и стен котла	ТИ-04-13
17	Изоляция парового коллектора пароперегревателя	ТИ-04-14
18	Изоляция угла корпуса котлоагрегата	ТИ-04-15
19	Изоляция низа котла	ТИ-04-16

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Системы ТехноНИКОЛЬ			
Разраб.						Техническая изоляция	Стадия	Лист	Листов
							Р	2	22
						ТИ-04 ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Емкости Ведомость чертежей			

**ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ**  
Емкости

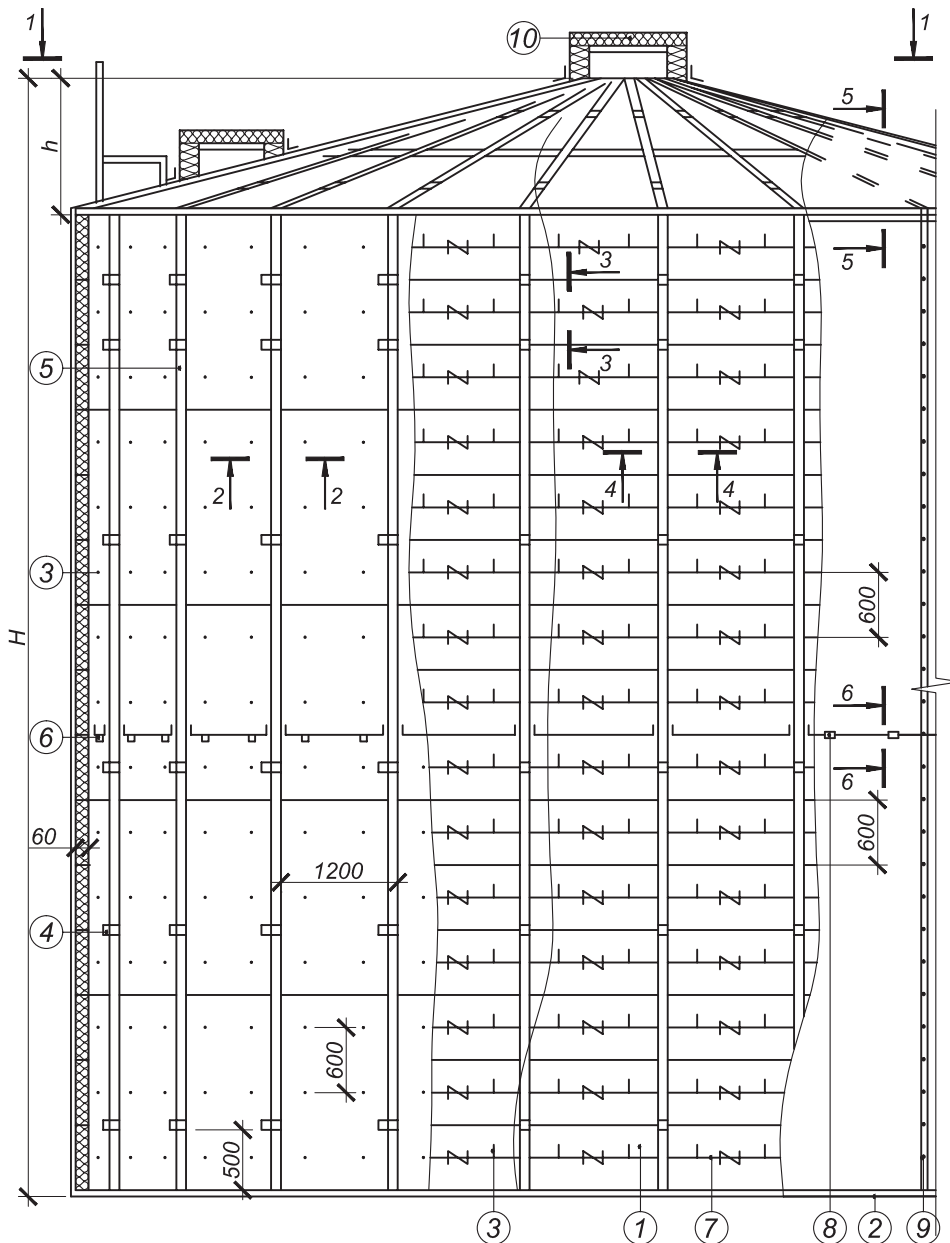
**ВЕДОМОСТЬ ЧЕРТЕЖЕЙ**  
**ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Емкости**

Лист	Наименование	Шифр
20	Изоляция ребер жесткости крупногабаритного оборудования	ТИ-04-17
21	Разрезы 2-2, 3-3, 4-4, 5-5 к Листу 20	ТИ-04-18
22	Крепление изоляции при помощи штифта приварного ТЕХНО	ТИ-04-19

Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Системы ТехноНИКОЛЬ			
Разраб.						Техническая изоляция	Стадия	Лист	Листов
						ТИ-04 ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Емкости Ведомость чертежей	Р	3	22
						 <b>ТЕХНОНИКОЛЬ</b>			



**ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Емкости**  
Узел ТИ-04-01



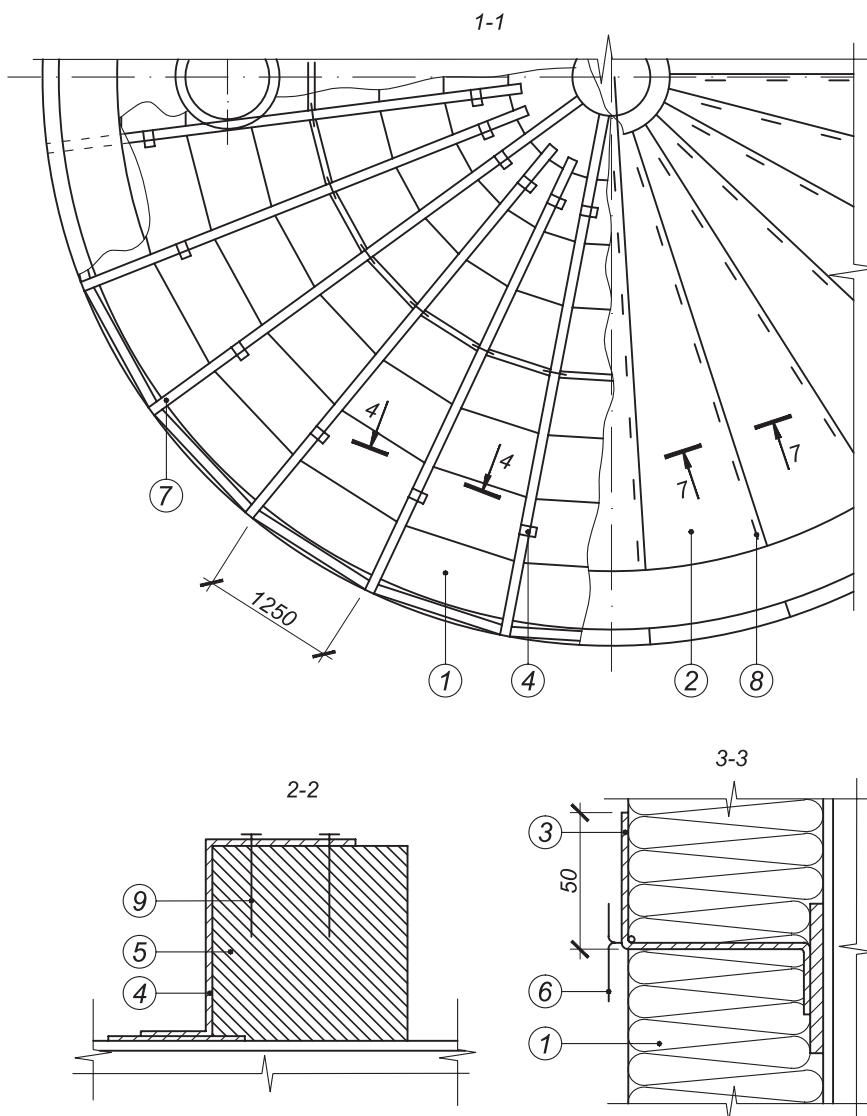
- ① Мат ТЕХНО/Мат Прошивной ТЕХНО, Плита ТЕХНО
- ② Металлическое покрытие
- ③ Штырь
- ④ Скоба
- ⑤ Стойка
- ⑥ Диафрагма
- ⑦ Кольцо
- ⑧ Кляммера 1
- ⑨ Шуруп
- ⑩ Конструкция изоляции люков

Примечания:

- 1. Разрезы 1-1, 2-2, 3-3 представлены на Листе 5;
- 2. Разрезы 4-4, 5-5, 6-6 представлены на Листе 6.

						Изоляция резервуара для хранения нефти и нефтепродуктов Матами ТЕХНО, Матами Прошивными ТЕХНО, Плитами ТЕХНО	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		4

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Емкости  
Узел ТИ-04-02

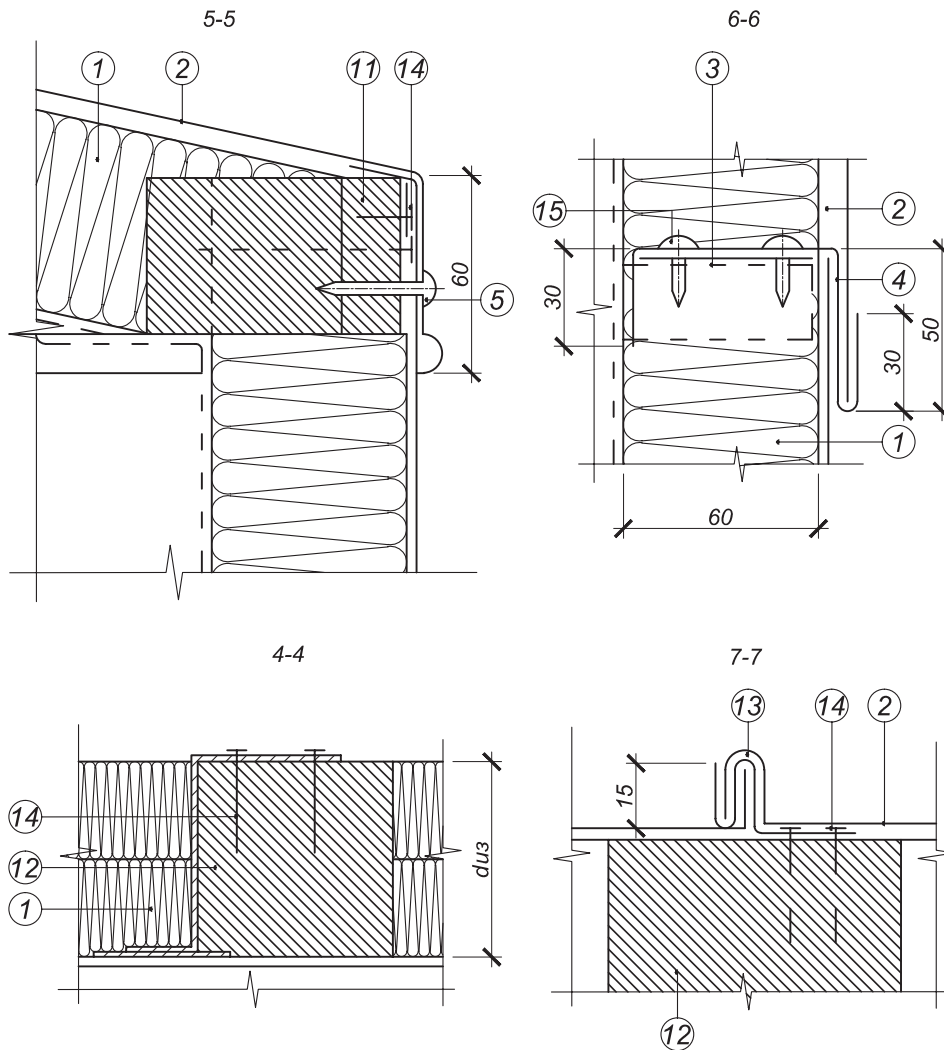


- ① Мат ТЕХНО/Мат Прошивной ТЕХНО, Плита ТЕХНО
- ② Металлическое покрытие
- ③ Штырь
- ④ Скоба
- ⑤ Стойка
- ⑥ Кольцо
- ⑦ Направляющая
- ⑧ Кляммера 2
- ⑨ Гвоздь

Примечание: Разрезы 4-4, 7-7 представлены на Листе 6.

						Разрезы 1-1, 2-2, 3-3 к Листу 4	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		5

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Емкости  
Узел ТИ-04-03



- |   |                       |
|---|-----------------------|
| ① Мат ТЕХНО/Мат Прошивной ТЕХНО,<br>Плита ТЕХНО | ⑥ Опорное кольцо      |
| ② Металлическое покрытие                        | ⑦ Направляющая        |
| ③ Диафрагма                                     | ⑧ Кляммера 2          |
| ④ Кляммера 1                                    | ⑨ Гвоздь              |
| ⑤ Шуруп   | ⑩ Винт самонарезающий |

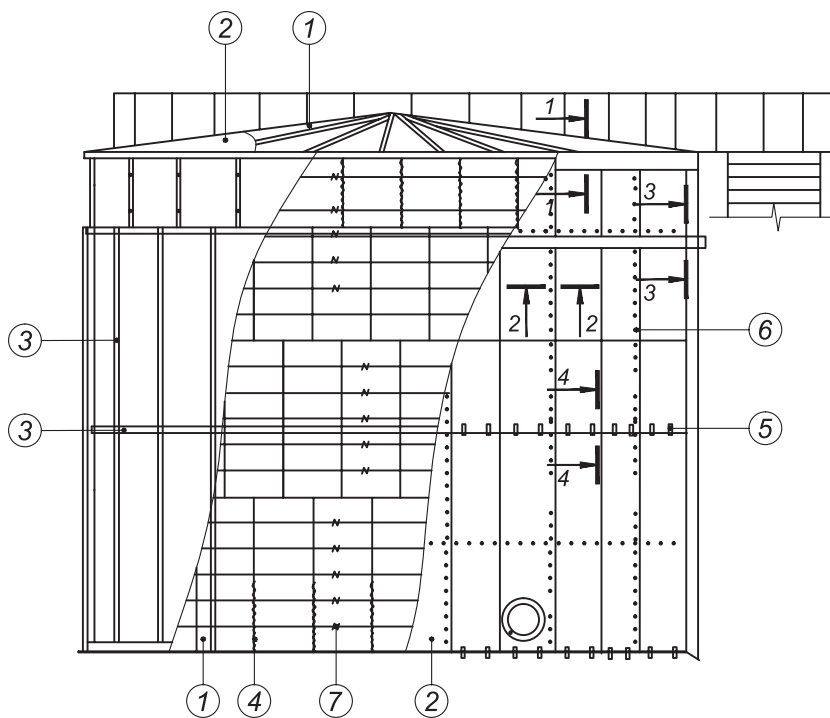
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Разрезы 4-4, 7-7 к Листу 18  
Разрезы 5-5, 6-6 к Листу 17

Лист

6

**ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Емкости**  
**Узел ТИ-04-04**



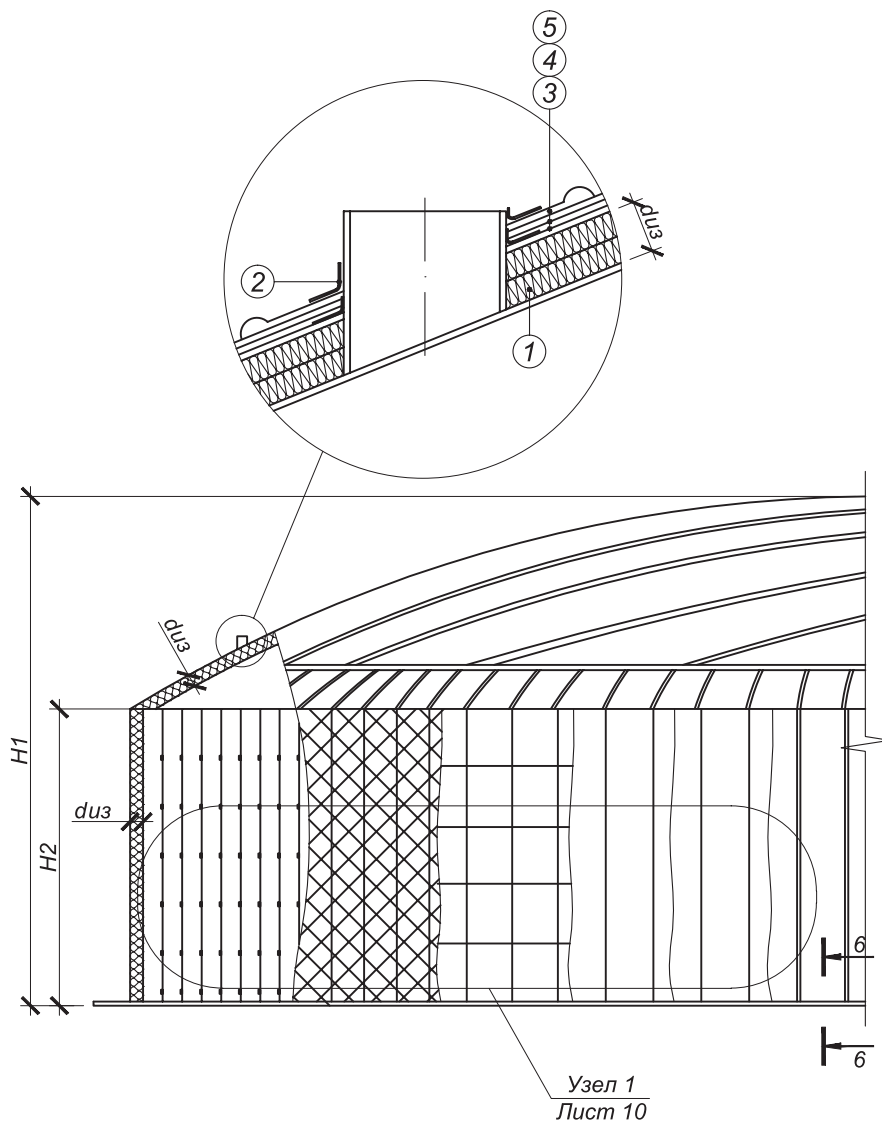
- ① Мат ТЕХНО/Мат Прошивной ТЕХНО/  
Плита ТЕХНО
- ② Покрытие
- ③ Приварной каркас из металлоконструкций  
(кронштейны, уголки, планки со штырями)
- ④ Сшивка
- ⑤ Кляммеры
- ⑥ Заклепка вытяжная
- ⑦ Кольцо из проволоки 2-0-4

Примечание: Разрезы 1-1, 2-2, 3-3, 4-4 представлены на Листе 8.

						Изоляция резервуаров с наружным обогревом для нефти и нефтепродуктов Матами ТЕХНО, Матами Прошивными ТЕХНО, Плитами ТЕХНО в конструкции с металлическим покрытием	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		7



**ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Емкости**  
**Узел ТИ-04-06**



- ① Мат ТЕХНО
- ② Герметизирующая лента
- ③ Пароизоляционный слой
- ④ Предохранительный слой
- ⑤ Покрытие

Примечание: Разрез 6-6 представлен на Листе 12.

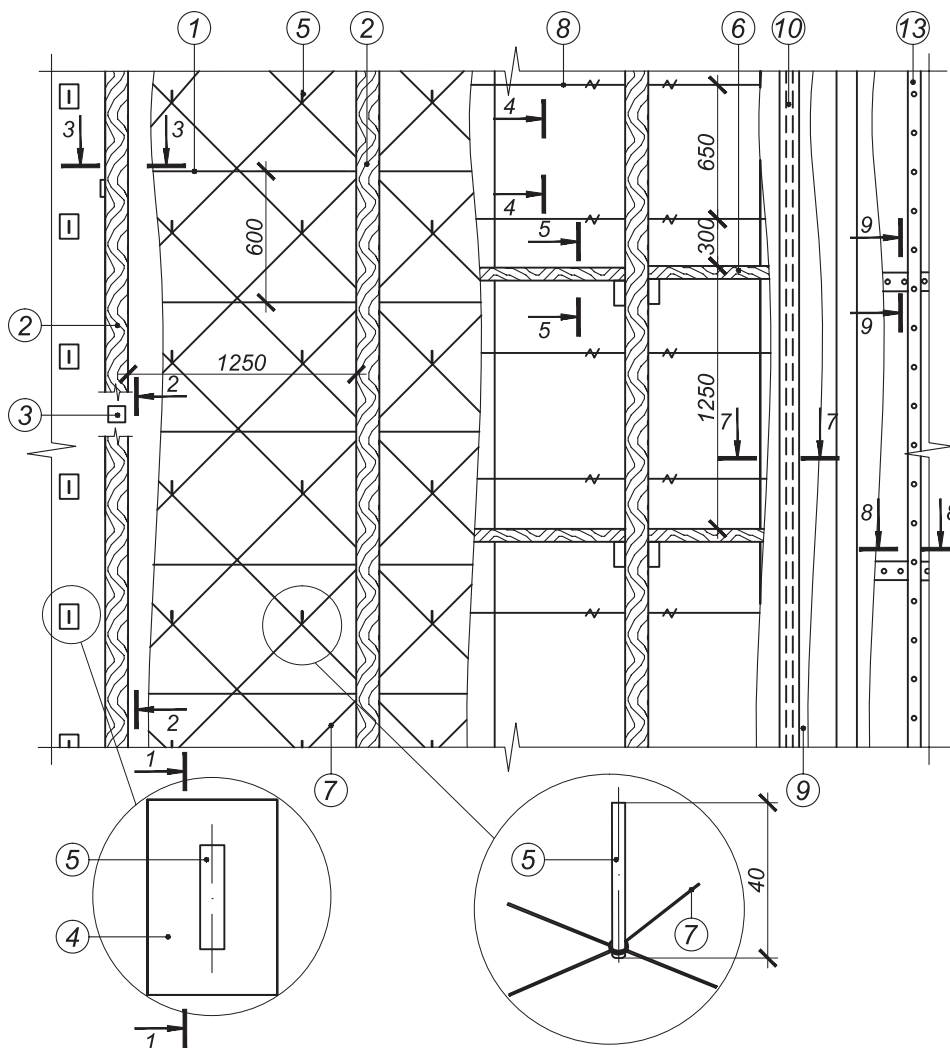
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Изоляция резервуара для хранения холодной воды  
 Матами ТЕХНО с металлическим покрывным слоем

Лист

9

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Емкости  
Узел ТИ-04-07



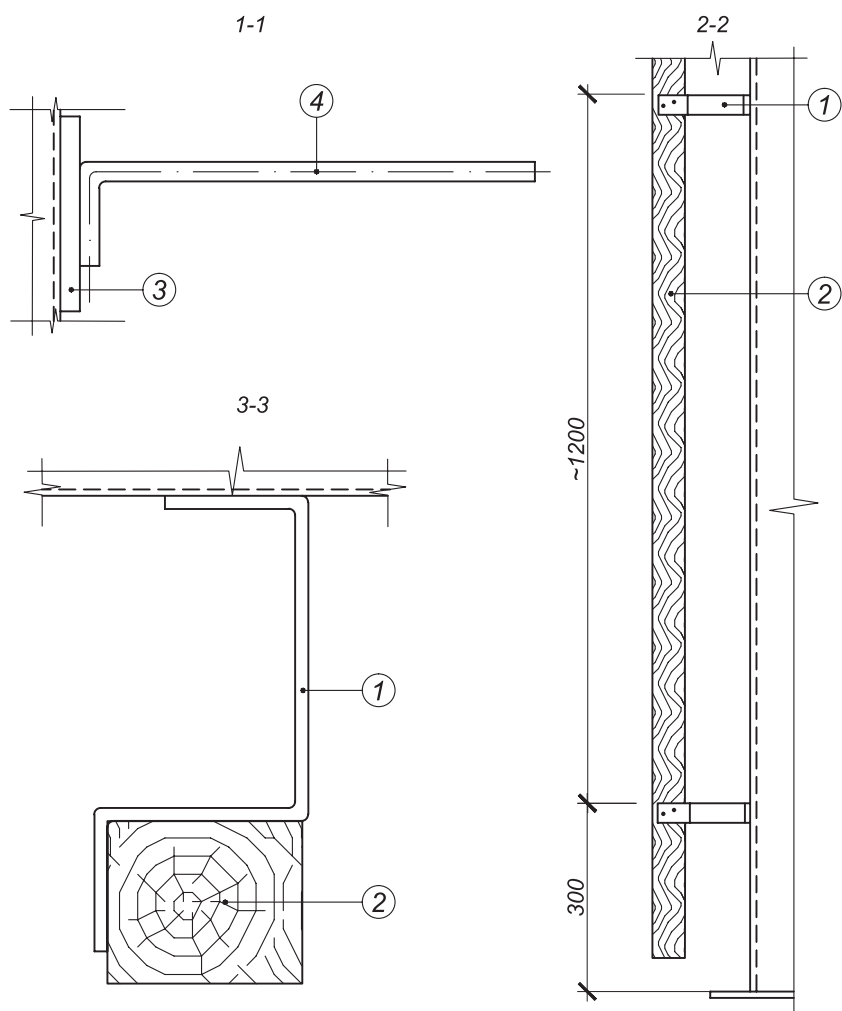
- |                   |                                      |
|-------------------|--------------------------------------|
| ① Мат ТЕХНО       | ⑧ Кольцо                             |
| ② Стойка (брусок) | ⑨ Пароизоляционный слой              |
| ③ Скоба           | ⑩ Герметизирующая лента              |
| ④ Накладка        | ⑪ Предохранительный слой             |
| ⑤ Штырь           | ⑫ Покрытие                           |
| ⑥ Полка (доска)   | ⑬ Герметизирующий профиль            |
| ⑦ Струна          | ⑭ Струна из проволоки диаметром 2 мм |

Примечания:

1. Разрезы 1-1, 2-2, 3-3 представлены на Листе 11;
2. Разрезы 4-4, 5-5, представлены на Листе 12;
3. Разрезы 7-7, 8-8, 9-9 представлены на Листе 13.

						Узел 1 к Листу 9 Конструкция тепловой изоляции цилиндрической стенки резервуара	Лист 10
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

**ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ** Емкости  
Узел ТИ-04-08



- ① Скоба
- ② Стойка (брусок)
- ③ Накладка
- ④ Штырь

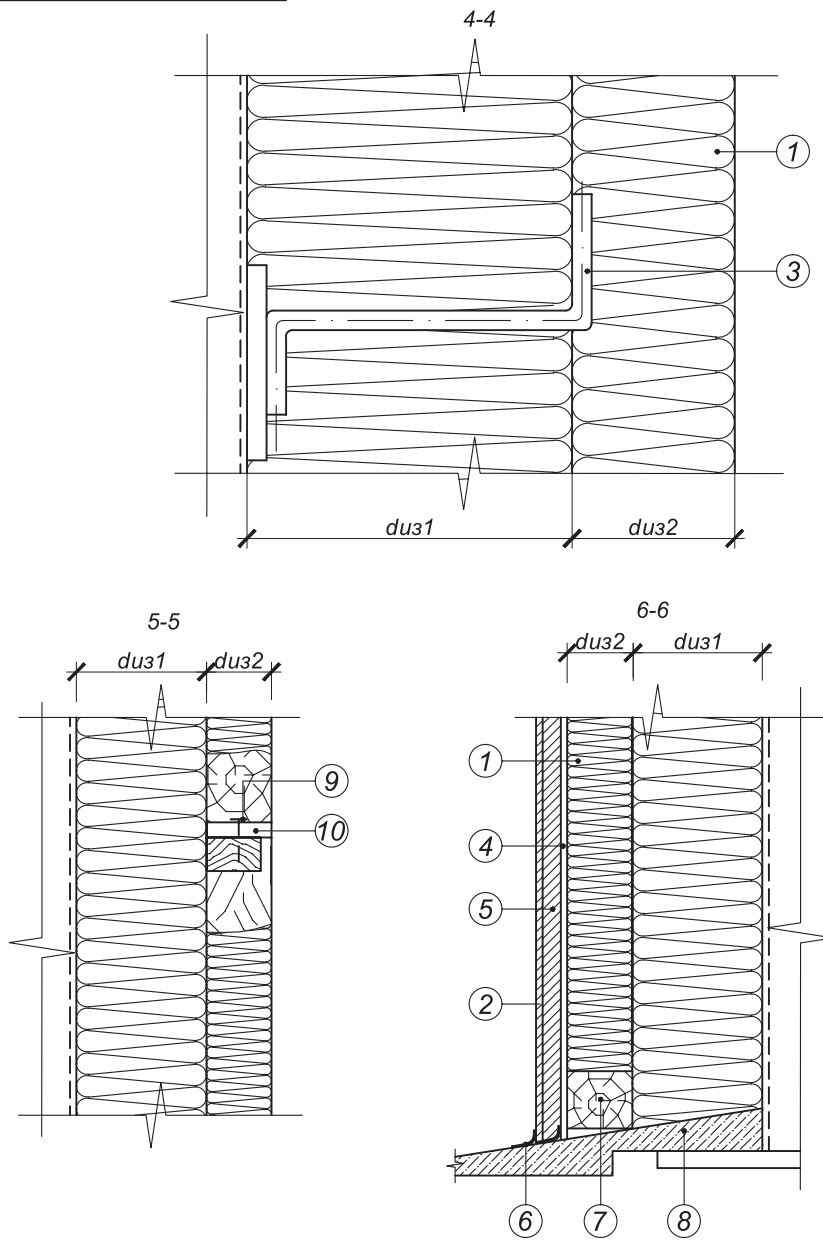
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Разрез 1-1, 2-2, 3-3 к Листу 10

Лист
11



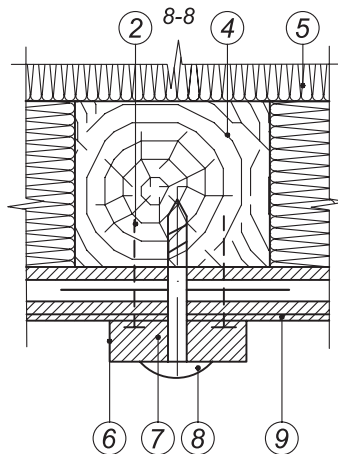
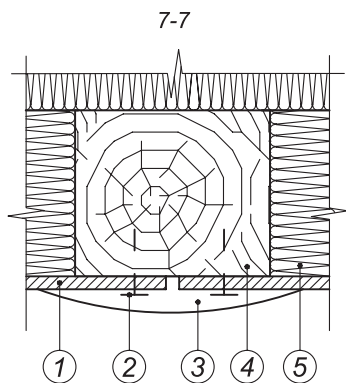
**ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Емкости**  
Узел ТИ-04-09



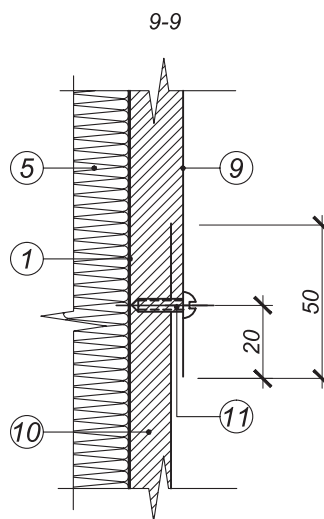
- |                          |                                   |
|--------------------------|-----------------------------------|
| ① Мат ТЕХНО              | ⑥ Герметизирующая лента           |
| ② Защитное покрытие      | ⑦ Брусок                          |
| ③ Накладка               | ⑧ Отмостка                        |
| ④ Пароизоляционный слой  | ⑨ Гвоздь                          |
| ⑤ Предохранительный слой | ⑩ Полка (из доски толщиной 20 мм) |

										Лист
										12
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Разрез 4-4, 5-5, 6-6 к Листу 10				

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Емкости  
Узел ТИ-04-10



- ① Пароизоляционный слой
- ② Гвоздь
- ③ Герметизирующая лента
- ④ Брусок
- ⑤ Мат ТЕХНО
- ⑥ Герметизирующий профиль
- ⑦ Герметик
- ⑧ Шуруп
- ⑨ Покрытие
- ⑩ Предохранительный слой
- ⑪ Винт самонарезающий



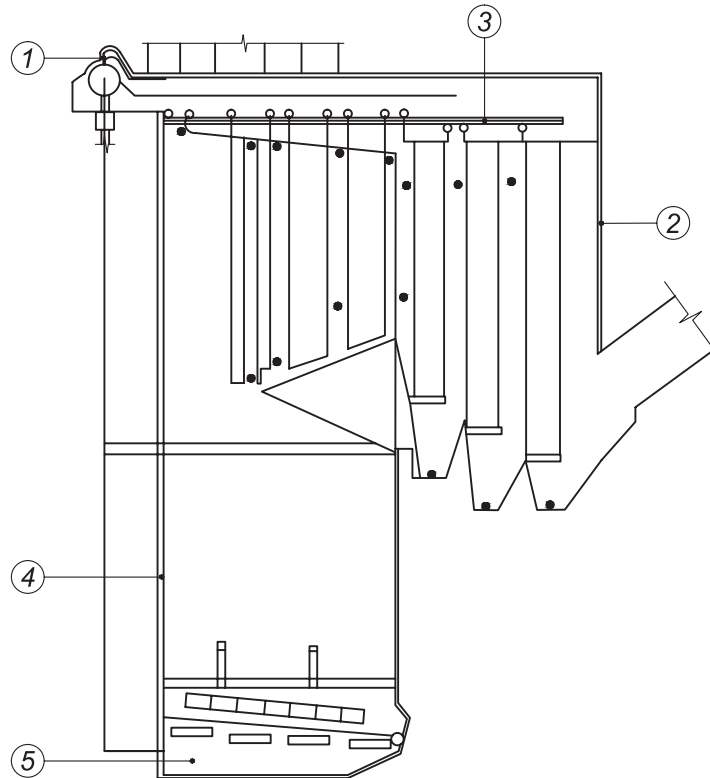
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Разрез 7-7, 8-8, 9-9 к Листу 10

Лист

13

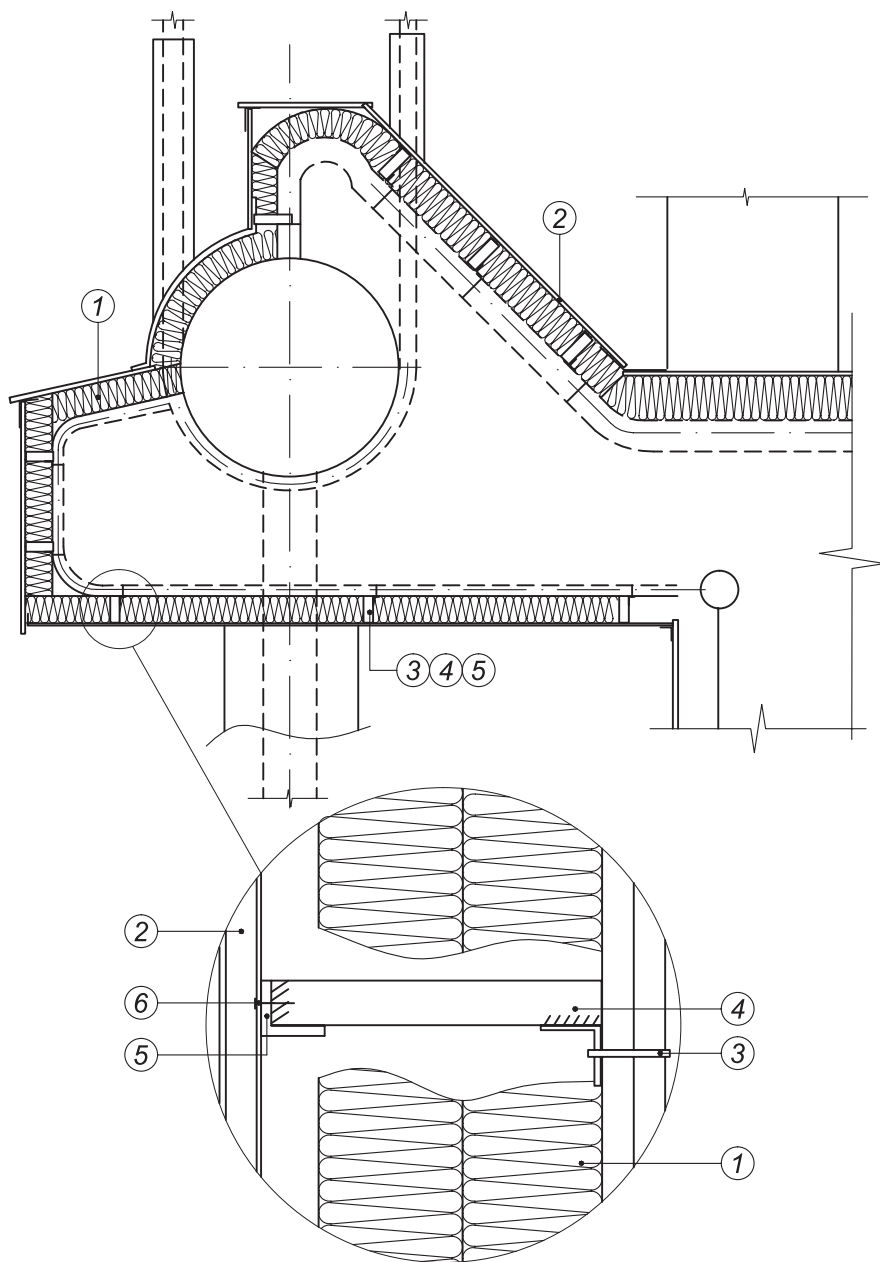
ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Емкости  
Узел ТИ-04-11



- ① Изоляция парового коллектора котельной установки (Лист 15)
- ② Каркас и изоляция для крыши и стен котла (Лист 16)
- ③ Изоляция парового коллектора пароперегревателя (Лист 17)
- ④ Изоляция угла корпуса котлоагрегата (Лист 18)
- ⑤ Изоляция низа котла (Лист 19)

								Лист
								14
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Общая схема теплоизоляции котла		

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Емкости  
Узел ТИ-04-12



- ① Мат Прошивной ТЕХНО
- ② Профилированный листовой металл
- ③ Скоба
- ④ Ребро 30x30x3
- ⑤ Уголок 30x30x3
- ⑥ Шуруп или заклепка

Примечание: Шпильки кронштейна изолировать при необходимости.

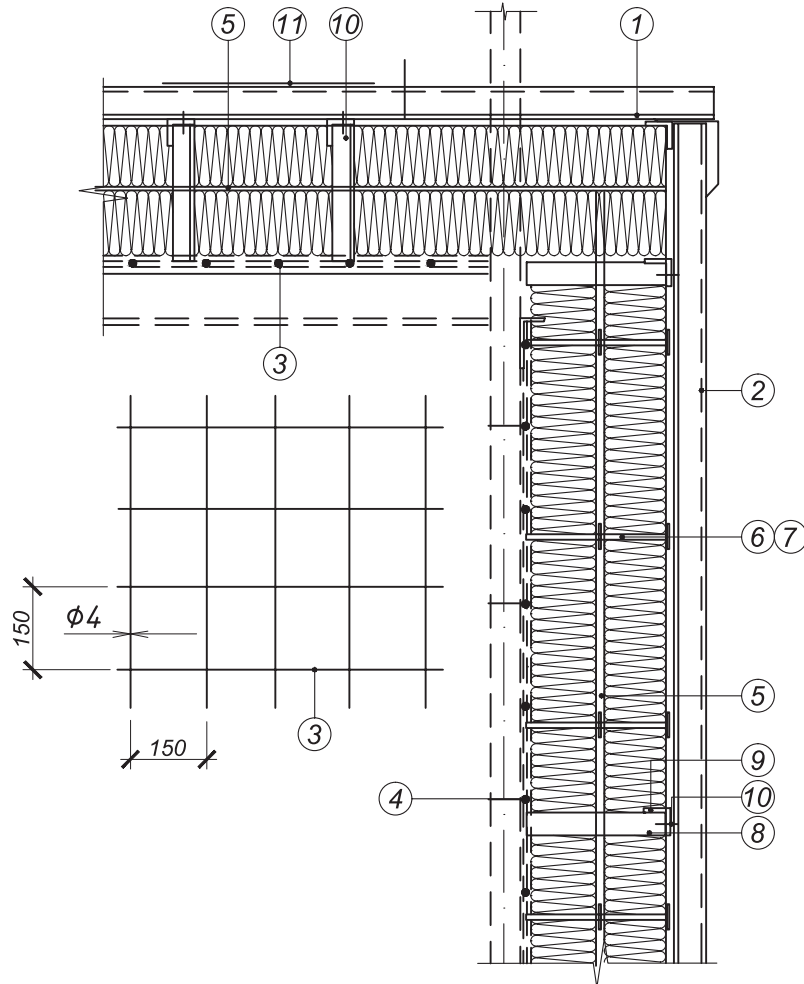
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Изоляция парового коллектора  
котельной установки

Лист

15

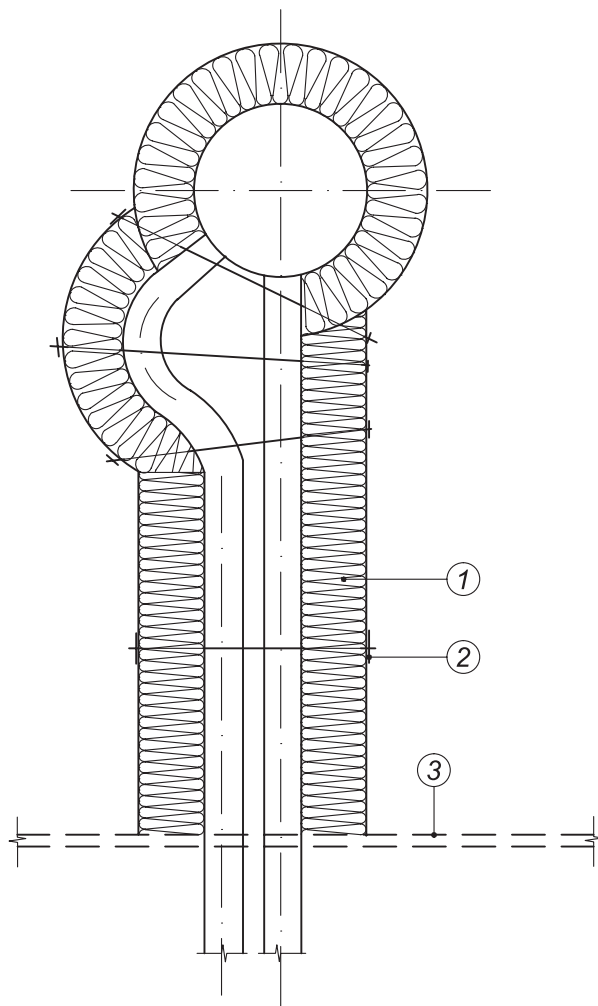
ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Емкости  
Узел ТИ-04-13



- |  |  |
|--|--|
| ① Мат Прошивной ТЕХНО                                    | ⑥ Штырь из стальной проволоки 0,4 мм (6шт./м2) |
| ② Профилированный листовый металл                        | ⑦ Запорная шайба                               |
| ③ Каркас из стальной проволоки 0,4 мм                    | ⑧ Ребро 3x30                                   |
| ④ Проволока для крепления каркаса                        | ⑨ Уголок 30x30x3                               |
| ⑤ Алюминиевая фольга толщ. 0,04 мм между слоями изоляции | ⑩ Шуруп или заклепка                           |
|  | ⑪ Пешеходная плита                             |

							Лист
							16
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Каркас и изоляция для крыши и стен котла	

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Емкости  
Узел ТИ-04-14



- ① Мат Прошивной ТЕХНО
- ② Стяжка
- ③ Крыша котла

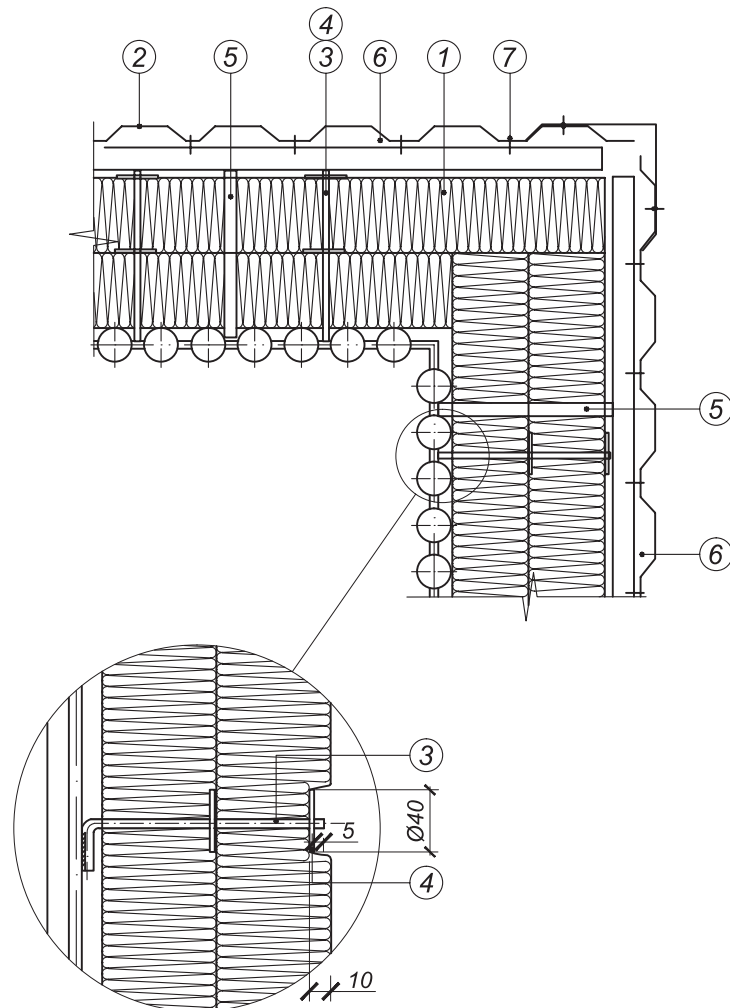
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Изоляция парового коллектора пароперегревателя

Лист

17

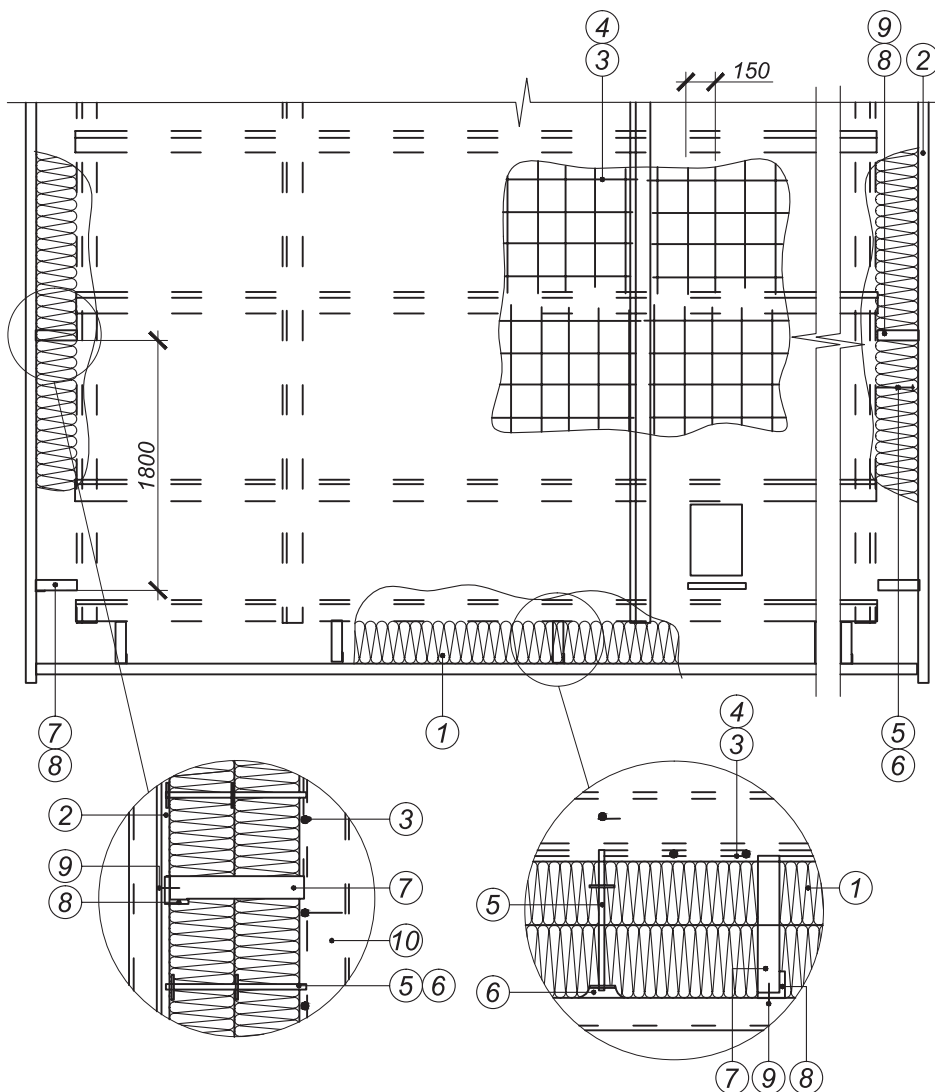
ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Емкости  
Узел ТИ-04-15



- ① Мат Прошивной ТЕХНО
- ② Профилированный листовой металл
- ③ Штырь из стальной проволоки 0,4 мм (6шт./м2)
- ④ Запорная шайба
- ⑤ Ребро 3x30
- ⑥ Уголок 30x30x3
- ⑦ Шуруп или заклепка

						Изоляция угла корпуса котлоагрегата	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		18

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Емкости  
Узел ТИ-04-16



- ① Мат Прошивной ТЕХНО
- ② Профилированный листовой металл
- ③ Каркас из стальной проволоки 0,4 мм
- ④ Проволока для крепления каркаса
- ⑤ Штырь из стальной проволоки 0,4 мм (6шт/м<sup>2</sup>)
- ⑥ Запорная шайба
- ⑦ Ребро 3x30
- ⑧ Уголок 30x30x3
- ⑨ Шуруп или заклепка
- ⑩ Каркас низа котла

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

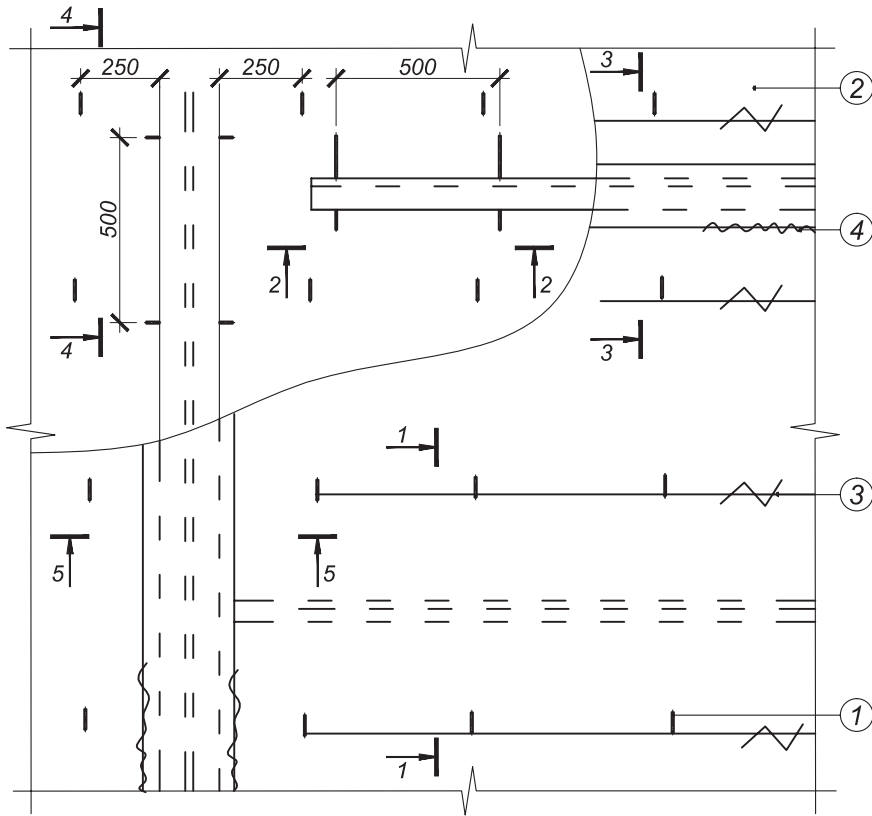
Изоляция низа котла

Лист

19

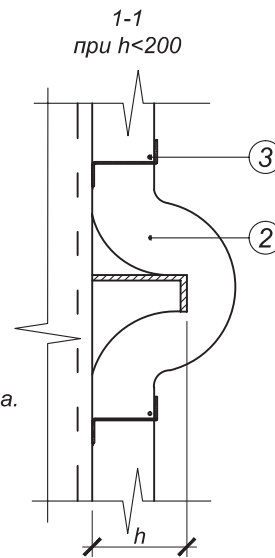


ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Емкости  
Узел ТИ-04-17



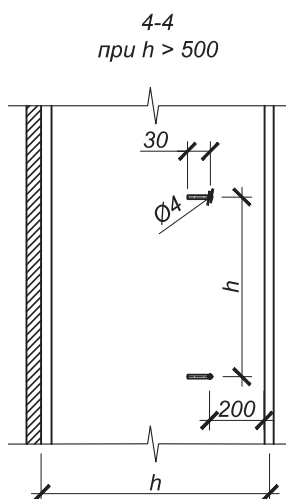
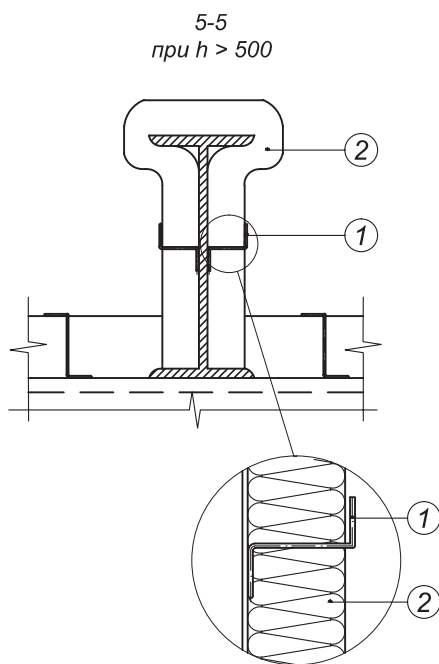
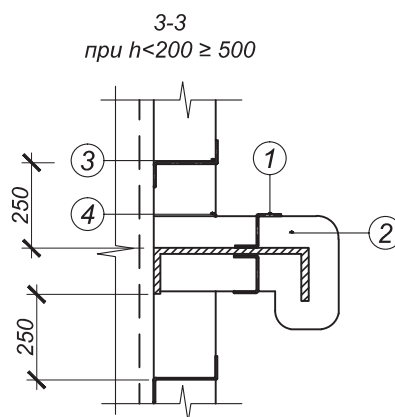
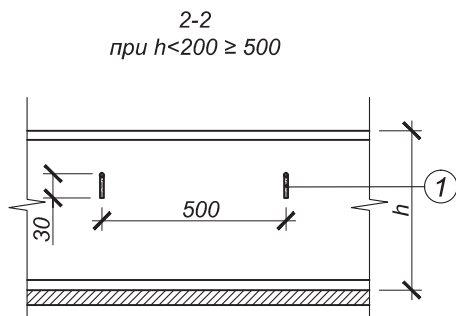
- ① Штырь
- ② Мат ТЕХНО, Мат Прошивной ТЕХНО
- ③ Струна
- ④ Сшивка (для Матов Прошивных ТЕХНО)

Примечания:  
1. Разрезы 2-2, 3-3, 4-4, 5-5 представлены на Листе 21;  
2. Изоляция на разрезах условно не показана.



							Лист
						Изоляция ребер жесткости крупногабаритного оборудования	20
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

**ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Емкости**  
**Узел ТИ-04-18**



- ① Штырь
- ② Мат ТЕХНО, Мат Прошивной ТЕХНО
- ③ Струна
- ④ Сшивка (для Матов Прошивных ТЕХНО)

Примечание: Изоляция на разрезах условно не показана.

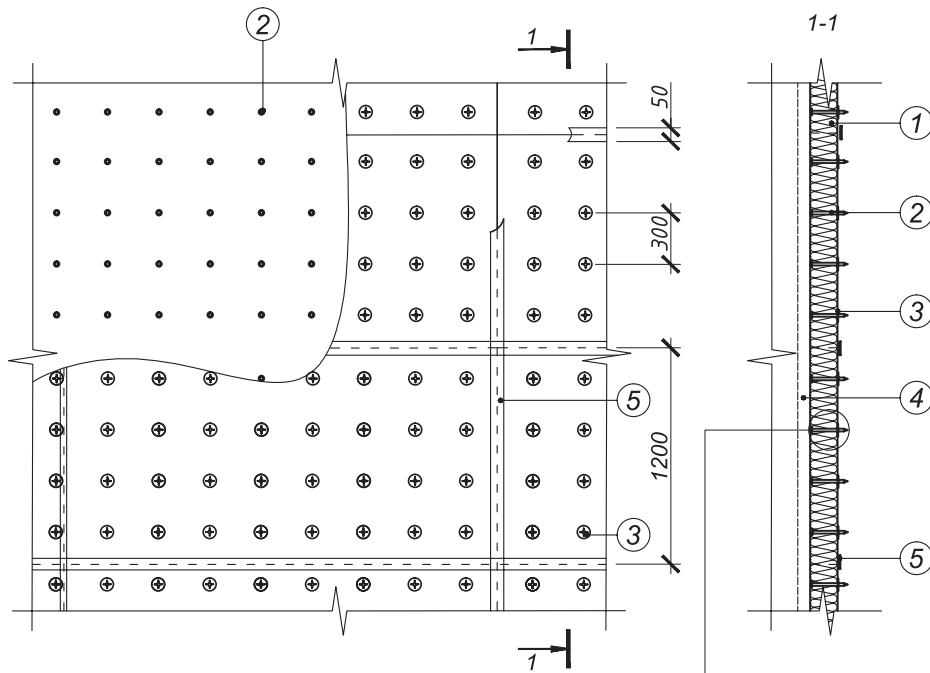
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Разрезы 2-2, 3-3, 4-4, 5-5 к Листу 20

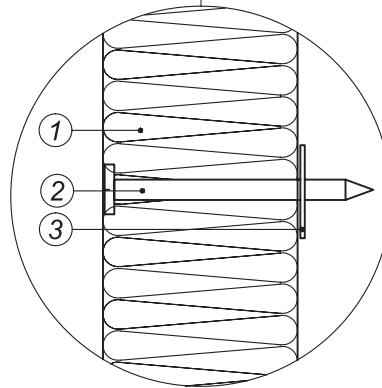
Лист

21

ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Емкости  
Узел ТИ-04-19



- ① Плита ТЕХНО/Мат ТЕХНО/  
Мат Прошивной ТЕХНО
- ② Приварной штифт ТЕРМОCLIP
- ③ Прижимная шайба  
ТЕРМОCLIP
- ④ Изолируемая конструкция
- ⑤ Алюминиевый скотч



						Крепление изоляции при помощи штифта приварного ТЕРМОCLIP	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		22

*ООО "ТехноНИКОЛЬ-СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ"*


*Система теплоизоляции воздуховодов  
ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Воздуховод*

*Москва 2014*

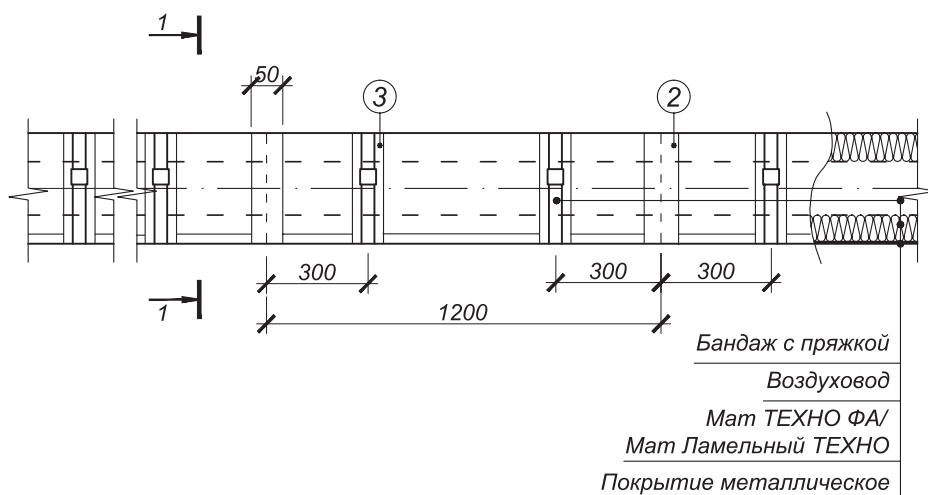
ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ  
Воздуховод

ВЕДОМОСТЬ ЧЕРТЕЖЕЙ  
ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Воздуховод

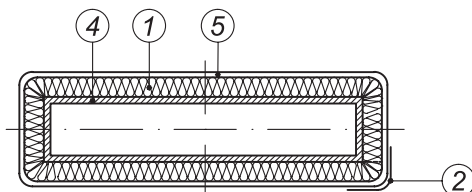
Лист	Наименование	Шифр
2	Ведомость чертежей	
3	Изоляция воздуховодов систем вентиляции и кондиционирования Матами ТЕХНО ФА или Матом Ламельным ТЕХНО (Вариант 1)	ТИ-03-01
4	Изоляция воздуховодов систем вентиляции и кондиционирования Матами ТЕХНО ФА или Матом Ламельным ТЕХНО (Вариант 2)	ТИ-03-02
5	Изоляция горизонтальных газоходов прямоугольного сечения с положительными температурами Матами ТЕХНО, Матами Прошивными ТЕХНО в конструкции с металлическим покрытием	ТИ-03-03
6	Разрезы 2-2, 3-3, 4-4 к Листу 5	ТИ-03-04

						Системы ТехноНИКОЛЬ			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				
Разраб.						Техническая изоляция	Стадия	Лист	Листов
							Р	2	6
						ТИ-03 ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Воздуховод Ведомость чертежей			

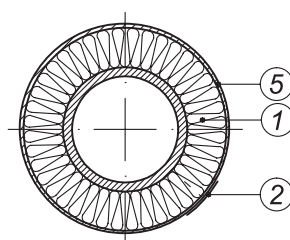
ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Воздуховод  
Узел ТИ-03-01



1-1  
Вариант А



1-1  
Вариант Б



- ① Мат ТЕХНО ФА/ Мат Ламельный ТЕХНО
- ② Проклейка швов алюминиевым скотчем
- ③ Подкладка из алюминиевого скотча
- ④ Воздуховод
- ⑤ Покрытие

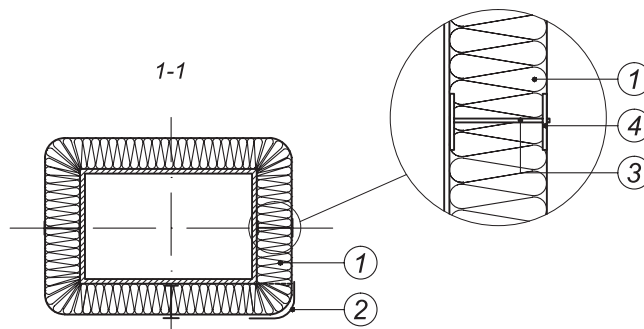
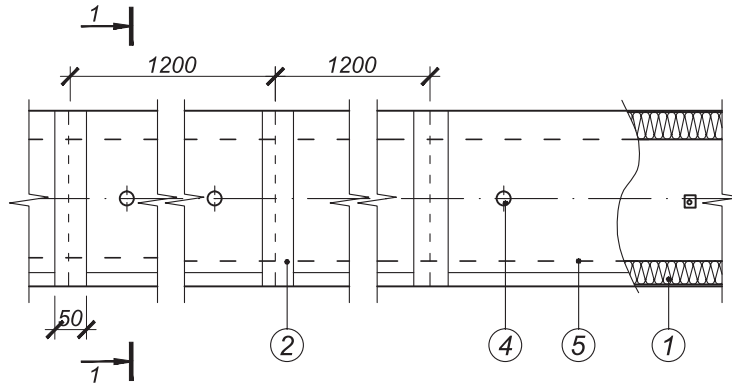
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Изоляция воздуховодов систем вентиляции и кондиционирования Матами ТЕХНО ФА или Матом Ламельным ТЕХНО (Вариант 1)

Лист

3

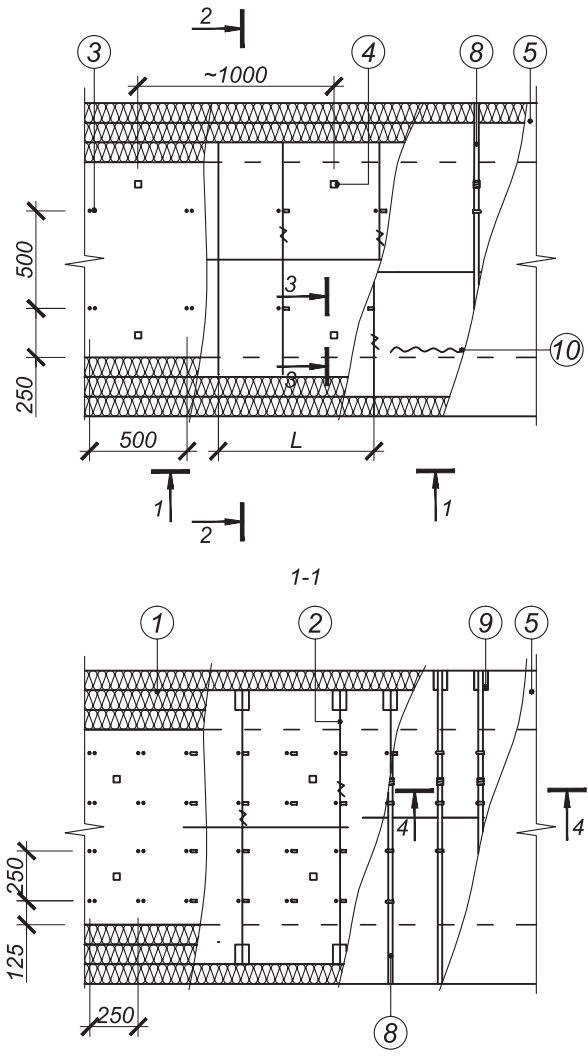
ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Воздуховод  
Узел ТИ-03-02



- ① Мат ТЕХНО ФА/ Мат Ламельный ТЕХНО
- ② Проклейка швов алюминиевым скотчем
- ③ Самоклеющийся штифт (5шт/м<sup>2</sup>)
- ④ Прижимная шайба
- ⑤ Покрытие

						Изоляция воздуховодов систем вентиляции и кондиционирования Матами ТЕХНО ФА или Матом Ламельным ТЕХНО (Вариант 2)	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		4

**ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Воздуховод**  
**Узел ТИ-03-03**



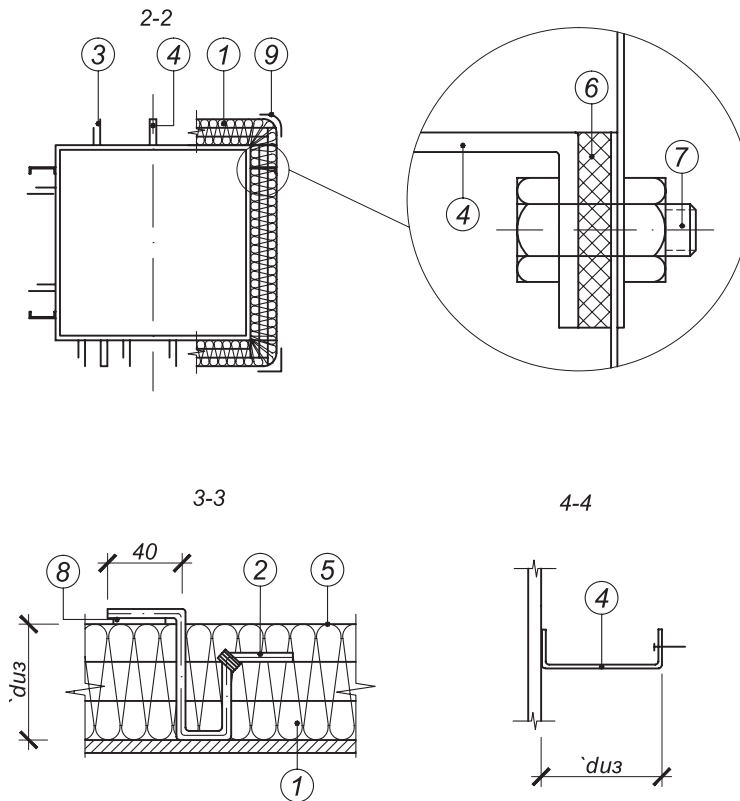
- |  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| ① Мат ТЕХНО/Мат Прошивной ТЕХНО                          | ⑥ Прокладка                          |
| ② Проволочные струны по периметру с перевязкой по штырям | ⑦ Болтовое соединение                |
| ③ Штырь  | ⑧ Бандаж с пряжкой                   |
| ④ Опорная скоба  | ⑨ Подкладка (для Мат ТЕХНО)          |
| ⑤ Покрытие   | ⑩ Сшивка (для Матов Прошивных ТЕХНО) |

Примечание: Разрезы 2-2, 3-3, 4-4 представлены на Листе 6.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Изоляция горизонтальных газопроводов прямоугольного сечения с положительными температурами Матами ТЕХНО, Матами Прошивными ТЕХНО в конструкции с металлическим покрытием	Лист
							5



ТН-ТЕХИЗОЛЯЦИЯ Воздуховод  
Узел ТИ-03-04



- |  |                             |
|--|-----------------------------|
| ① Мат ТЕХНО/Мат Прошивной ТЕХНО                          | ⑥ Прокладка                 |
| ② Проволочные струны по периметру с перевязкой по штырям | ⑦ Болтовое соединение       |
| ③ Штырь  | ⑧ Бандаж с пряжкой          |
| ④ Опорная скоба  | ⑨ Подкладка (для Мат ТЕХНО) |
| ⑤ Покрытие   |                             |

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Разрезы 2-2, 3-3, 4-4 к Листу 5

Лист

6

## **БИБЛИОГРАФИЯ**

[1] Руководство по проектированию и устройству конструктивной огнезащиты строительных конструкций ТехноНИКОЛЬ 2015

[2] Технические условия ТУ 5762-006-74182181-2014 с изм.1 Маты минераловатные теплоизоляционные ТЕХНО

[3] Технические условия ТУ 5762-004-74182181-2014 Плиты технические минераловатные теплоизоляционные ТЕХНО

[4] Технические условия ТУ 5762-016-74182181-2014 с изм.1 Цилиндры минераловатные теплоизоляционные ТЕХНО

[5] ОСТ 14-11-196 Прокат тонколистовой кровельный. Технические условия



УДК 699.86

ОКС 91.120.10

Ключевые слова: техническая изоляция оборудования, тепловая изоляция трубопроводов, конструктивные решения, цилиндры, маты

---

ООО «ТехноНИКОЛЬ - Строительные системы»

Генеральный директор  
должность



В.В. Марков  
инициалы, фамилия

Технический директор  
должность

личная подпись

Е.П. Войлов  
инициалы, фамилия

Руководитель  
разработки

Ведущий технический специалист  
должность

личная подпись

Я.Ю. Кобяков  
инициалы, фамилия

Нормоконтроль

Руководитель НСС  
должность

личная подпись

С.Н. Колдашев  
инициалы, фамилия