

Открытое Акционерное Общество  
«Инжиниринговая компания по теплотехническому строительству  
«ТЕПЛОПРОЕКТ»  
ТОО «IT&M»

УТВЕРЖДАЮ:



Генеральный директор ОАО «Теплопроект»

А.А. Мелех

« 11 » Марта

2014г.

**ИЗДЕЛИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ  
ИЗ ВСПЕНЕННОГО КАУЧУКА «MISOT-FLEX»  
В КОНСТРУКЦИЯХ ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИИ  
ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ**

**Рекомендации по применению  
с альбомом технических решений**

**ТР 12129-ТИ.2014**

Руководитель отдела  
тепловой изоляции

Артамонов А.В.

Москва  
2014

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение .....	4
1. Номенклатура и физико-технические свойства теплоизоляционных изделий «MISOT-FLEX» .....	6
2. Область применения теплоизоляционных изделий «MISOT-FLEX».....	12
3. Рекомендации по применению теплоизоляционных изделий «MISOT-FLEX» в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов .....	13
3.1. Требования к конструкциям с применением изделий «MISOT-FLEX» .....	13
3.2. Изделия «MISOT-FLEX» в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с положительными температурами .....	14
3.3. Изделия «MISOT-FLEX» в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с отрицательными температурами .....	15
4. Конструктивные решения тепловой изоляции с применением теплоизоляционных и покровных материалов «MISOT-FLEX» .....	17
4.1. Тепловая изоляция трубопроводов трубками «MISOT-FLEX».....	17
4.2. Тепловая изоляция трубопроводов листами «MISOT-FLEX».....	17
4.3. Тепловая изоляция отводов трубопроводов.....	18
4.4. Тепловая изоляция тройников.....	18
4.5. Установка покровного слоя на трубопроводы.....	19
4.6. Тепловая изоляция арматуры и фланцевых соединений трубопроводов.....	20
4.7. Тепловая изоляция воздухопроводов в системах вентиляции и кондиционирования воздуха .....	22
4.8. Тепловая изоляция технологических аппаратов.....	22
4.9. Тепловая изоляция резервуаров для хранения холодной воды в системах водоснабжения и пожаротушения.....	24
4.10. Тепловая изоляция резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов.....	25
5. Общие требования к производству теплоизоляционных работ с применением теплоизоляционных и покровных материалов «MISOT-FLEX».....	26
6. Проектирование тепловой изоляции на основе изделий «MISOT-FLEX».....	28
7. Расчет толщины теплоизоляционного слоя на основе изделий «MISOT-FLEX» в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов и оборудования.....	30
7.1. Общие положения .....	30
7.2. Расчет теплового потока через теплоизоляционную конструкцию .....	33
7.3. Расчет тепловой изоляции, отвечающей требованию энергоэффективности .....	36
7.4. Определение толщины теплоизоляционного слоя по заданной или нормированной плотности теплового потока .....	38
7.5. Определение толщины изоляционного слоя по заданной температуре на поверхности изоляции .....	39
7.6. Определение толщины теплоизоляционного слоя с целью предотвращения конденсации влаги на поверхности изоляции .....	40
7.7. Определение времени до начала замерзания холодной воды в трубопроводах при остановке её движения или требуемой толщины теплоизоляционного слоя.....	42
7.8. Определение толщины теплоизоляционного слоя по заданному снижению температуры вещества, транспортируемого трубопроводами .....	43

7.9. Определение толщины теплоизоляционного слоя по заданной величине охлаждения вещества, хранимого в емкости .....	44
7.10. Определение толщины теплоизоляционного слоя трубопроводов подземной канальной прокладки .....	44
7.11. Определение толщины теплоизоляционного слоя для предотвращения конденсации влаги на внутренних поверхностях газоходов и воздухопроводов .....	47
8. Расчет тепловой изоляции из изделий «MISOT-FLEX» в двухслойных конструкциях изоляции трубопроводов с температурой теплоносителя выше их максимальной температуры применения .....	49
Приложение А. Конструкции тепловой изоляции с применением теплоизоляционных изделий и покрытий «MISOT-FLEX» .....	55
Приложение Б. Толщина теплоизоляционного слоя из изделий «MISOT-FLEX», отвечающая нормам плотности теплового потока по СНиП 41-03-2003 .....	96
Приложение В. Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя из изделий «MISOT-FLEX» в конструкциях тепловой изоляции, предназначенных для обеспечения заданной температуры на поверхности изоляции трубопроводов и оборудования .....	101
Приложение Г. Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя из изделий «MISOT-FLEX» в конструкциях тепловой изоляции с целью предотвращения конденсации влаги на поверхности изоляции для трубопроводов, оборудования и систем вентиляции и кондиционирования воздуха .....	103
Приложение Д. Расчетное время, в течение которого тепловая изоляция из изделий «MISOT-FLEX» предохраняет от замерзания холодную воду с начальной температурой 5 и 10°С при аварийной остановке её движения в зимнее время в трубопроводах .....	107
Приложение Е. Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя из изделий «MISOT-FLEX» в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов тепловых сетей двухтрубной канальной прокладки .....	110
Приложение Ж. Примеры расчета толщины теплоизоляционного слоя из изделий «MISOT-FLEX» в конструкциях тепловой изоляции .....	112
А. Пример расчета толщины тепловой изоляции из изделий «MISOT-FLEX» в конструкциях тепловой изоляции, предназначенных для предотвращения конденсации влаги на поверхности изоляции.....	112
Б. Пример расчета толщины изоляции из изделий «MISOT-FLEX» по заданной температуре на поверхности изоляции .....	114
Приложение З. Значения функции $x \cdot \ln x$ (в пределах $x=1 \div 5,0$ ).....	116
Приложение И. Объем теплоизоляционных материалов и поверхность изоляции теплоизоляционных конструкций с применением изделий «MISOT-FLEX»...	117

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящее техническое решение распространяется на конструкции тепловой изоляции с применением теплоизоляционных изделий «MISOT- FLEX» для:

- технологических трубопроводов и оборудования с положительными и отрицательными температурами при расположении в помещениях и на открытом воздухе,
  - систем кондиционирования и вентиляции;
  - трубопроводов тепловых и инженерных сетей;
  - а также для строительства морских платформ, машино- и автомобилестроении.
- и устанавливают требования к проектированию, и выполнению работ по монтажу таких конструкций.

Рекомендации разработаны в соответствии с действующими нормами на проектирование тепловой изоляции, с учетом требований пожарной безопасности и охраны окружающей среды, техническими условиями и другими разрешительными документами на теплоизоляционные изделия «MISOT - FLEX».

Теплоизоляционные изделия из вспененного каучука «MISOT-FLEX» (далее по тексту «изделия»), изготавливаемые предприятием ТОО «IT&M» по СТ 854-1910-05-ТОО-01-2013, являются современными эффективными материалами с высокими теплофизическими и эксплуатационными характеристиками.

Изделия «MISOT - FLEX» характеризуются низким значением коэффициента теплопроводности, закрытой пористостью, водонепроницаемостью и предназначены для тепловой изоляции поверхностей с температурой от минус 70 °С до плюс 150°С.

Теплоизоляционные изделия «MISOT - FLEX» обладают высокой стойкостью к атмосферным воздействиям, влиянию ультрафиолетового излучения, хорошей стойкостью к жирам и маслам, нетоксичны и безопасны для окружающей среды (в процессе эксплуатации не выделяют вредных и неприятно пахнущих веществ).

Для изготовления изделий «MISOT - FLEX» применяют композиции на основе бутадиен-нитрилакрилового синтетического каучука с добавками вспенивающего агента, пластификаторов, ускорителей, наполнителей и антипиренов путем экструзии с последующей вулканизацией и вспениванием в реакторе (печи). Все материалы и сырье, применяемые при производстве изделий, имеют документы, подтверждающие их соответствие требованиям нормативно-технической документации на указанные материалы.

Теплоизоляционные изделия «MISOT-FLEX» выпускаются четырех видов:

- ТВ – трубки;
- RL – лист в виде рулона;
- РТ – лист в виде пластины;
- ТР – ленты.

В виде трубок и лент выпускаются со следующим наименованием:

- СТ - трубка, лента изготовленная из вспененного каучука с закрытыми порами (температура применения от минус 40 °С до плюс 105 °С);
- НТ - трубка, лента изготовленная из вспененного каучука с закрытыми порами (температура применения от минус 40 °С до плюс 150 °С);

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		4

- ЕСО - трубка, лента изготовленная из вспененного каучука с закрытыми порами, без добавления галогенов, ПВХ, бромидов, диоксинов (температура применения от минус 70 °С до плюс 150 °С)

Листы в виде рулонов и листы в виде пластин со следующим наименованием:

- пластины без покрытия ST-RL;
- с самоклеющимся слоем ST-RL/SA;
- с алюминиевым покрытием ST-RL/ALU;
- с самоклеющимся слоем и с алюминиевым покрытием ST-RL/ALU-SA.

Превосходная адгезия изделий, в том числе и к стальным поверхностям, обеспечивает простоту методов монтажа без использования сложных и трудоемких при установке элементов крепления. Это позволяет с минимальными затратами устанавливать изделия в труднодоступных местах и на сложных поверхностях.

При применении настоящих рекомендаций следует соблюдать обязательные требования строительных, санитарных, пожарных, технологических, экологических и других норм безопасности, утвержденных в соответствии с действующим порядком.

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		5

# 1. НОМЕНКЛАТУРА И ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ «MISOT-FLEX»

1.1. «MISOT-FLEX» - гибкий эластичный материал из вспененного синтетического каучука с закрытой ячеистой структурой. Производится методом экструдирования (вспенивания) и в процессе вулканизации образуется закрытая ячеистая структура, которая обуславливает его технические свойства и преимущества.

1.2. Теплоизоляционные изделия «MISOT-FLEX» представляют собой эластичные материалы из вспененного синтетического каучука. Изделия имеют высокую пористость в сочетании с небольшим размером ячеек и оптимальной объемной массой, что позволяет сократить кондуктивную, радиационную и конвективную составляющие эффективной теплопроводности материала. Поэтому изделия характеризуются низким значением коэффициента теплопроводности, значения которого в зависимости от температуры приведены в таблице 1.1.

Технические характеристики теплоизоляционных изделий «MISOT-FLEX».

Таблица 1.1.

Характеристика	СТ	НТ	ЕСО
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	40 – 95		
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С), при: – 20°С 0°С + 20°С	0,034 0,036 0,038		
Диффузия водяного пара, μ, не менее	7000		
К-т паропроницаемости, не более мг/(м.ч.Па)	0,0034		
Прочность при разрыве, МПа	0,06		
Водопоглощение за 24ч. По объему при полном погружении, не более %	2,4		
Удлинение при разрыве, %	49,5		
Температурный диапазон, °С	от – 40 до +105	от – 40 до +150	от – 70 до +150
Звукопоглощение, дБ: 250 Гц 1000 Гц 4000 Гц	10 30 35		
Пожаробезопасность	Г1, не поддерживает горение		

Изделия «MISOT-FLEX» имеют структуру с закрытыми ячейками и поэтому обладают высоким сопротивлением диффузии парообразной и капельной влаги.

1.3.Трубчатая изоляция **СТ, НТ, ЕСО** – выпускается для теплоизоляции труб с наружным диаметром от 6 мм до 170 мм.

В виде трубок выпускаются со следующим наименованием:

- СТ - трубка изготовленная из вспененного каучука с закрытыми порами (температура применения от минус 40 °С до плюс 105 °С);
- НТ - трубка изготовленная из вспененного каучука с закрытыми порами (температура применения от минус 40 °С до плюс 150 °С);
- ЕСО - трубка изготовленная из вспененного каучука с закрытыми порами, без добавления галогенов, ПВХ, бромидов, диоксинов (температура применения от минус 70 °С до плюс 150 °С)

Трубки могут выпускаться в четырех исполнениях:

- ТВ – полая трубка цилиндрической формы без разреза длиной 2м;
- ТВ/С – полая труба цилиндрической формы, разрезанная по направляющей и имеющая самоклеящийся слой на торцевых соединениях длиной 2м;
- ТВ/CLAD - полая труба цилиндрической формы, разрезанная по направляющей и имеющая самоклеящийся слой на торцевых соединениях и наружное покрытие длиной 1м;
- ТВ/М – полая трубка цилиндрической формы в бухте.

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		7

Типоразмеры трубчатой изоляции.

Таблица 1.2.

Медные трубы		Стальные трубы		Толщина стенки, мм					
Ø условный, мм	Ø внешний, мм	Ø условный, мм	Ø внешний, мм	6	9	13	19	25	32
4	6			6x06	9x06				
6	8			6x08	9x08				
8	10	6	10,2	6x10	9x10	13x10	19x10		
10	12			6x12	9x12	13x12	19x12		
10/-	14/15	8	13,5	6x15	9x15	13x15	19x15		
15	18	10	17,2	6x18	9x18	13x18	19x18	25x18	32x18
	20			6x20	9x20	13x20	19x20	25x20	32x20
20	22	15	21,3	6x22	9x22	13x22	19x22	25x22	32x22
	25			6x25	9x25	13x25	19x25	25x25	32x25
25	28	20	26,9	6x28	9x28	13x28	19x28	25x28	32x28
	30			6x30	9x30	13x30	19x30	25x30	32x30
32	35	25	33,7	6x35	9x35	13x35	19x35	25x35	32x35
40	42	32	42,4	6x38	9x42	13x42	19x42	25x42	32x42
	48			6x42	9x48	13x48	19x48	25x48	32x48
50	54		54		9x54	13x54	19x54	25x54	32x54
50	57		57		9x57	13x57	19x57	25x57	32x57
		50	60,3		9x60	13x60	19x60	25x60	32x60
	64		63,5		9x64	13x64	19x64	25x64	32x64
	70				9x70	13x70	19x70	25x70	32x70
65	76,1	65	76,1		9x76	13x76	19x76	25x76	32x76
	80				9x80	13x80	19x80	25x80	32x80
80	88,9	80	88,9		9x89	13x89	19x89	25x89	32x89
			101,6/ 104,3		9x102	13x102	19x102	25x102	32x102
100	108		108		9x108	13x108	19x108	25x108	32x108
100	114	100	114,3		9x114	13x114	19x114	25x114	32x114
			125		9x125	13x125	19x125	25x125	32x125
125	133		133		9x133	13x133	19x133	25x133	32x133
		125	139,7		9x140	13x140	19x140	25x140	32x140
150	159		160		9x160	13x160	19x160	25x160	32x160

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

Лист

8



1.4. Рулонная изоляция «MISOT-FLEX» в зависимости от покрытия и способа крепления разделяется на:

**ST-RL** – листы черного цвета без покрытия и клеевого слоя;

**ST-RL/SA** – листы черного цвета с односторонним клеевым слоем, без покрытия;

**ST-RL/ALU** – листы серебристо-серого цвета с односторонним алюминиевым покрытием и без клеевого слоя;

**ST-RL/ ALU-SA** – листы серебристо-серого цвета с алюминиевым покрытием с одной стороны и клеевым слоем.

Выпускаются следующих размеров: толщина листа 6; 9; 13; 16; 19; 25; 32; 40; 50мм, ширина – 1000мм.

1.5. Аксессуары «MISOT-FLEX»:

- Клей «MISOT-FLEX» – используется для соединения швов изоляции и приклейки изделий к поверхности изоляции. Представляет собой однокомпонентный контактный клей на основе полихлоропренового каучука. Выпускается в упаковках по 1кг, 3,2кг, 15кг.
- Лента из ПВХ – предназначена для соединения элементов покрытия из ПВХ, отделки швов и склеивания материала «MISOT-FLEX». Выпускается шириной 30 и 50мм.
- Лента алюминиевая самоклеящаяся изготавливается из алюминиевой фольги с акриловым клеевым слоем постоянной липкости. Выпускается шириной 50мм.
- Армированная алюминиевая самоклеящаяся лента «MISOT-FLEX» выпускается шириной 50мм. Лента армирована сеткой из стекловолокна и покрыта защитной бумажной пленкой. Применяется для проклейки швов и отделки покрытий.
- Лента изоляционная из каучука «MISOT-FLEX» выпускается шириной 30, 50 и 100мм.

1.6. Теплоизоляционные изделия «MISOT-FLEX» обладают высокой стойкостью к атмосферным воздействиям, влиянию ультрафиолетового излучения, хорошей стойкостью к жирам и маслам, нетоксичны и безопасны для окружающей среды. Изделия не содержат галогенизированных и фторированных углеводородов (CFC и HCFC), что предотвращает вероятность вредного воздействия на озоновый слой Земли.

В процессе эксплуатации изделия «MISOT-FLEX» не выделяют в окружающую среду пыль и волокна, а также вредных и неприятно пахнущих веществ, что позволяет применять их на объектах с повышенными санитарно-гигиеническими требованиями.

1.7. Увлажнение теплоизоляционных материалов приводит к увеличению их теплопроводности и возможному разрушению при циклическом воздействии знакопеременных температур.

В конструкциях низкотемпературной тепловой изоляции на основе открытопористых и волокнистых теплоизоляционных материалов предусматривают наличие пароизоляционный слоя, который ограничивает возможность увлажнения теплоизоляционного материала, однако не всегда обеспечивает необходимую эксплуатационную надежность конструкции.

Изделия, характеризующиеся высоким диффузионным сопротивлением, в процессе эксплуатации в пределах срока службы конструкции не увлажняются и не накапливают влагу, поэтому их теплозащитные свойства практически не изменяются. Коэффициент паропроницаемо-

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		9

сти изделий имеет тот же порядок, что и коэффициент паропроницаемости полиэтиленовой пленки, используемой в качестве пароизоляционного слоя в конструкциях тепловой изоляции.

Стабильность теплозащитных свойств, обусловленная высоким диффузионным сопротивлением, делает теплоизоляционные изделия «MISOT-FLEX» наиболее предпочтительными при использовании в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов холодильных и других низкотемпературных технологических установок, в системах холодного водоснабжения, приточной вентиляции и кондиционирования воздуха.

При применении теплоизоляционных изделий «MISOT-FLEX» для изоляции холодных поверхностей установки пароизоляционного слоя не требуется.

1.8. При эксплуатации изделий на **горячих поверхностях** признаком нарушения исходных параметров теплоизоляционной конструкции является тепловое старение материала. Научные исследования, проведенные в НИИМосстрой по методике ВНИИСтройполимер, подтвердили, что срок службы изделий из вспененного каучука (эластомера) при тепловом старении составляет 20 лет (с коэффициентом запаса 1,5).

При эксплуатации изделий на **холодных поверхностях** признаком нарушения исходных параметров является уменьшение теплозащитных свойств конструкции за счет чрезмерного увлажнения теплоизоляционного слоя.

Критерием долговечности служит продолжительность эксплуатационного периода, в течение которого тепловой поток не превышает нормативного значения. Исследования тепло- и влагообмена в низкотемпературной изоляции, проведенные в НИПИТеплопроект (ОАО «Теплопроект») подтвердили, что расчетная теплопроводность изделий, имеющих закрытую ячеистую структуру имеет незначительное увеличение за срок эксплуатации до 15 лет.

1.9. Пожарная опасность теплоизоляционных конструкций наряду с другими факторами зависит от горючести, воспламеняемости теплоизоляционного материала, токсичности выделяющихся при горении газов, температуростойкости покрытия и его механической прочности в условиях огневого воздействия. Большое значение имеет такая характеристика, как способность конструкции к распространению пламени. При выборе материалов и изделий для теплоизоляционного и покровного слоев теплоизоляционных конструкций следует учитывать поведение теплоизоляционной конструкции в целом в условиях пожара.

Негорючие или трудногорючие волокнистые теплоизоляционные материалы при определенных условиях могут поглощать горючие вещества (нефтепродукты, масла и др.), которые влияют на горючесть конструкции и способны самовоспламениться.

В отличие от волокнистых материалов теплоизоляционные изделия «MISOT-FLEX» в процессе эксплуатации не поглощают веществ, содержащихся в изолируемых оборудовании и трубопроводах, при возможных протечках, так как имеют закрытопористую структуру, упрочненную поверхность и высокий коэффициент сопротивления диффузии.

Изделия «MISOT-FLEX», не поддерживают самостоятельного горения и не распространяют пламя по поверхности (группа горючести Г1), что позволяет использовать их на объектах с повышенными требованиями к пожарной безопасности.

Изделия «MISOT-FLEX» относятся к группе умеренно воспламеняемых материалов (В2) с высокой дымообразующей способностью (Д3).

Изделия «MISOT-FLEX» могут применяться для тепловой изоляции оборудования, трубопроводов, резервуаров и воздухопроводов на взрывоопасных и химически опасных производствах и объектах на открытом воздухе и в помещениях категорий взрывопожарной и пожарной опасности А, Б, В1-В4, Г по НПБ 105-95.

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		10

1.10. Изделия «MISOT-FLEX» не увлажняются в процессе эксплуатации и имеют нейтральный показатель кислотности, что предотвращает коррозию металлических поверхностей оборудования и трубопроводов под изоляцией.

1.11. Теплоизоляционные изделия «MISOT-FLEX», в том числе самоклеящиеся, не требуют применения крепежных изделий в процессе монтажа, не требуют установки пароизоляционного слоя, могут применяться внутри помещений без покровного слоя, что значительно упрощает монтаж и снижает трудозатраты и, следовательно, стоимость монтажа.

Изделия «MISOT-FLEX» с покровным слоем применяются как полносборные конструкции, что также упрощает их монтаж.

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		11

## 2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ «MISOT-FLEX»

2.1. Изделия следует применять с учетом требований пожарной безопасности в соответствии с нормами технологического проектирования соответствующих отраслей промышленности и положений СНиП 41-03-2003 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

2.2. На основании анализа технических характеристик изделий «MISOT-FLEX», приведенных в разделе 1, с учетом допустимой температуры применения, трубки и рулоны «MISOT-FLEX» могут быть использованы в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов промышленных предприятий, а также объектов ЖКХ, включая:

- технологические трубопроводы с положительными и отрицательными температурами всех отраслей промышленности;
- трубопроводы систем отопления, горячего и холодного водоснабжения в жилищном и гражданском строительстве, а также на промышленных предприятиях;
- низкотемпературные трубопроводы и оборудование холодильных установок;
- воздухопроводы и оборудование систем вентиляции и кондиционирования воздуха;
- газопроводы; нефтепроводы, трубопроводы с нефтепродуктами;
- высокотемпературные паропроводы низкого давления до +105°C, солнечные электростанции;
- фланцевые соединения трубопроводов, муфтовую и фланцевую арматуру;
- технологические аппараты и трубопроводы производств с повышенными требованиями к чистоте воздуха в помещениях (микробиология, радиоэлектроника, «чистые комнаты» и т. д.);
- технологические аппараты и трубопроводы производств с повышенными требованиями по безопасности (судостроение, ж/д и метро, аэропорты);
- технологические аппараты предприятий химической, нефтеперерабатывающей, газовой, пищевой, и др. отраслей промышленности с учетом допустимой температуры применения изделий и требований технологического проектирования для конкретных объектов;
- резервуары для хранения холодной воды в системах водоснабжения и пожаротушения;
- резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов, мазута, химических веществ и т.д.

2.3. Изделия «MISOT-FLEX» рекомендуется предусматривать при проектировании тепловой изоляции объектов с технологическими процессами, требующими высокой чистоты, не допускающие загрязнения воздуха в помещениях при монтаже и в условиях эксплуатации.

2.4. В качестве покровного слоя в конструкциях тепловой изоляции из изделий «K-FLEX», могут применяться гибкие покрытия и листы из алюминия и алюминиевых сплавов, листы из нержавеющей или оцинкованной стали и металлопласт.

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		12

### 3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ «MISOT-FLEX» В КОНСТРУКЦИЯХ ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ

#### 3.1 Требования к конструкциям с применением изделий «MISOT - FLEX»

3.1.1. Конструкция тепловой изоляции с применением изделий «MISOT-FLEX» для оборудования и трубопроводов с положительными температурами теплоносителя должна:

- отвечать требованиям энергоэффективности (иметь оптимальное соотношение между стоимостью теплоизоляционной конструкции и стоимостью тепловых потерь через изоляцию в течение расчетного срока эксплуатации) или обеспечивать нормированную плотность теплового потока в соответствии с требованиями СНиП 41-03;
- обеспечивать безопасную для человека температуру наружной поверхности изоляции;
- обеспечивать требуемые параметры технологического режима.

3.1.2. Конструкция тепловой изоляции с применением изделий «MISOT-FLEX» для оборудования и трубопроводов с температурами теплоносителя ниже температуры окружающего воздуха должна:

- обеспечивать предотвращение конденсации влаги на поверхности изоляции;
- обеспечивать требуемые параметры технологического режима.

Конструкция тепловой изоляции с применением изделий «MISOT-FLEX» не должна допускать попадания атмосферной влаги к изолируемой поверхности.

3.1.3. Для изоляции трубопроводов с положительными и отрицательными температурами теплоносителя, воздухопроводов приточных систем вентиляции и кондиционирования воздуха, в первую очередь, рекомендуется применять полносборные конструкции (системы) с применением изделий и покрытий «MISOT - FLEX».

3.1.4. Для изоляции трубопроводов диаметром до 160 мм рекомендуется применять трубки «MISOT- FLEX» марок ST-TB.

Для изоляции трубопроводов диаметром более 160 мм и оборудования следует применять рулоны «MISOT - FLEX» марок ST-RL, ST-RL/SA, ST-RL/ALU, ST-RL/ALU-SA.

3.1.5. Если расчетная толщина изоляции превышает толщину, предусмотренную номенклатурой трубок или рулонов «MISOT - FLEX», следует предусматривать двухслойную изоляцию. В качестве первого теплоизоляционного слоя могут быть использованы трубки в соответствии с действующей номенклатурой или рулоны, в качестве второго слоя рекомендуется использовать рулоны «MISOT - FLEX» с покрытием. Могут быть использованы рулоны без покрытия.

3.1.6. В конструкциях тепловой изоляции трубопроводов и оборудования, расположенных в помещении покровный слой допускается не предусматривать.

3.1.7. В конструкциях тепловой изоляции воздухопроводов, трубопроводов и оборудования, расположенных на чердаках, в подвалах, технических подпольях, тоннелях, венткамерах, непроходных каналах покровный слой не предусматривается.

3.1.8. В конструкциях тепловой изоляции трубопроводов и оборудования, расположенных на открытом воздухе, для защиты от механических повреждений, атмосферных воздействий и ультрафиолетового излучения следует предусматривать установку покрытий. В качестве покровного материала рекомендуется применять:

- гибкий покровный материал;

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		13

- покрытие из алюминиевого листа, оцинкованной или нержавеющей стали.

3.1.9. При применении металлического покрытия в теплоизоляционных конструкциях трубопроводов и оборудования, расположенного на открытом воздухе и предназначенных для снижения температуры поверхности до заданных значений, рекомендуется предусматривать окраску покрытия красками или эмалями, не содержащими алюминиевую пыль.

3.1.10. Конструкции тепловой изоляции трубопроводов тепловых сетей подземной канальной прокладки должны быть герметичными и не допускать попадания влаги к поверхности трубопровода. Изделия «MISOT-FLEX» следует применять с проклейкой швов клеем и самоклеящейся армированной лентой или самоклеящейся лентой из каучука «MISOT-FLEX».

3.1.11. Для крепления теплоизоляционных изделий «MISOT-FLEX» в проектом положении следует использовать клеи и самоклеящиеся ленты «MISOT-FLEX». Проклеиваются горизонтальные швы и швы между смежными изделиями (при необходимости). Дополнительно швы между изделиями могут быть проклеены самоклеящимися лентами «MISOT-FLEX».

3.1.12. Для крепления гибкого покровного материала применяются пластиковые заклепки и бандажи из самоклеящейся алюминиевой ленты «MISOT-FLEX» с шагом 500мм.

3.1.13. Для крепления металлических покрытий применяются винты самонарезающие с шагом 150мм по горизонтали и 250 – 300мм по окружности или бандажи в зависимости от вида конструкции. Бандажи по покрытию устанавливаются с шагом 500мм.

3.1.14. В теплоизоляционных конструкциях с металлическим покровным слоем установку опорных конструкций (скоб или опорных колец) на горизонтальных трубопроводах не предусматривают.

3.1.15. При изоляции вертикальных трубопроводов при установке металлического покрытия в зависимости от толщины изоляции и высоты трубопровода могут быть предусмотрены опорные конструкции (разгружающие устройства), предотвращающие деформацию и сползание покрытия. Разгружающие устройства располагаются с шагом 3 – 4 м по высоте трубопровода.

### **3.2 Изделия «MISOT-FLEX» в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с положительными температурами**

3.2.1. При разработке конструкций тепловой изоляции на основе теплоизоляционных материалов «MISOT-FLEX» для оборудования, трубопроводов и арматуры с положительными температурами теплоносителя (от 20 до 105°С) учитываются следующие факторы:

- месторасположение изолируемого объекта;
- температуру изолируемой поверхности;
- температуру окружающей среды;
- требования пожарной безопасности, в том числе к токсичности продуктов сгорания;
- агрессивность окружающей среды или веществ, содержащихся в изолируемых объектах;
- влияние ультрафиолетового излучения;
- возможность коррозионного воздействия;
- материал поверхности изолируемого объекта;
- допустимые нагрузки на изолируемый трубопровод;
- требования к механической прочности теплоизоляционной конструкции;
- наличие вибрации и ударных воздействий;
- требуемую долговечность теплоизоляционной конструкции;
- санитарно-гигиенические требования;

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		14

- температуру применения теплоизоляционного материала;
- возможность температурных деформаций трубопроводов и оборудования;
- геометрические размеры изолируемого объекта.

3.2.2. При применении изделий «MISOT-FLEX» для изоляции объектов с рабочей температурой выше 105°C рекомендуется устанавливать предохранительный слой из температуростойких изделий в качестве первого (внутреннего) теплоизоляционного слоя.

Толщина предохранительного слоя должна обеспечивать температуру на границе слоев не более 105°C – гарантированную рабочую температуру для изделий «MISOT-FLEX».

3.2.3. При изоляции объектов, расположенных в помещениях, герметизации теплоизоляционного и покровного слоев не требуется, если это не противоречит нормам технологического проектирования.

3.2.4. В многослойных конструкциях тепловой изоляции монтаж второго слоя необходимо производить с перекрытием швов первого слоя. Второй слой рекомендуется изолировать изделиями в виде рулонов.

### **3.3. Изделия «MISOT - FLEX» в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с отрицательными температурами.**

3.3.1. При применении теплоизоляционных материалов «MISOT-FLEX» для конструкций тепловой изоляции оборудования, трубопроводов и арматуры с температурой теплоносителя 19°C и ниже и отрицательной следует руководствоваться требованиями п.3.2.1.

Дополнительно следует учитывать:

- относительную влажность окружающего воздуха;
- паропроницаемость теплоизоляционного материала;
- сопротивление диффузии водяного пара теплоизоляционного материала.

3.3.2. В качестве теплоизоляционного слоя в конструкциях систем вентиляции и кондиционирования воздуха, холодильного и промышленного рекомендуется применять изделия самоклеящиеся рулоны ST-RL/SA или ST-RL/ALU-SA.

3.3.3. При применении изделий «MISOT-FLEX» пароизоляционный слой не устанавливается.

3.3.4. Конструкции тепловой изоляции на основе изделий «MISOT-FLEX» для поверхностей с температурой ниже температуры окружающего воздуха должны быть герметичными.

Торцы теплоизоляционных изделий краевых конструкций и места примыкания к металлическим поверхностям оборудования (люки, патрубки, штуцера, фланцевые соединения) должны быть проклеены самоклеящимися лентами «MISOT - FLEX».

3.3.5. В конструкциях тепловой изоляции трубопроводов в соответствии с действующей номенклатурой рекомендуется применять изделия «MISOT-FLEX» в виде трубок.

Следует предусматривать приклейку концов теплоизоляционных трубок к поверхности трубопровода на ширину клеевого слоя не менее толщины изделия.

Продольные и торцевые швы трубок «MISOT-FLEX» должны быть прочно склеены. Дополнительно следует проклеить все швы лентами «MISOT-FLEX».

3.3.6. В конструкции тепловой изоляции трубопроводов и систем вентиляции и кондиционирования воздуха с применением изделий «MISOT-FLEX» при необходимости применения покровного слоя рекомендуется использовать самоклеящийся гибкий покровный материал.

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		15

Установку самоклеящегося материала следует производить с нахлестом 40 – 50 мм. Дополнительную проклейку швов можно не производить.

Допускается применять гибкий материал без клеевого слоя, при этом крепление рекомендуется производить бандажами из алюминиевой самоклеящейся ленты «MISOT-FLEX».

3.3.7. В конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с металлическим покрытием крепление элементов покрытия следует осуществлять бандажами с пряжками из того же материала, что и покрытие. Применение винтового крепления элементов металлического покрытия не рекомендуется.

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		16



#### 4. КОНСТРУКЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ И ПОКРОВНЫХ МАТЕРИАЛОВ «MISOT-FLEX»

Конструкции тепловой изоляции с применением изделий «MISOT-FLEX» приведены в приложении А.

##### **4.1. Конструкции тепловой изоляции трубопроводов трубками «MISOT-FLEX».**

4.1.1. Для тепловой изоляции трубопроводов наружным диаметром от 6 до 160 мм следует использовать теплоизоляционные материалы «MISOT-FLEX» в виде трубок.

4.1.2. Для крепления теплоизоляционных трубок к поверхности трубопровода следует применять клей «MISOT-FLEX». Клей устойчив к атмосферным воздействиям.

4.1.3. При изоляции несмонтированных трубопроводов (домонтажная изоляция) трубки «MISOT-FLEX», не разрезая, натягивают на трубопровод до места установки. Внутреннюю поверхность на одном конце трубки промазывают клеем «MISOT-FLEX» и приклеивают к поверхности трубы. Торцевые поверхности смежных трубок склеивают между собой, промазывая клеем всю торцевую поверхность.

Расстояние от торца изоляционного слоя до сварного шва должно составлять 300-320мм. После монтажа изолированного трубопровода место стыковки трубопроводов (сварной шов) изолируют вставкой из трубки «MISOT-FLEX». Вставку следует разрезать вдоль трубки, края разреза и торцевые поверхности промазываются клеем. После установки вставки на место края продольного разреза склеиваются между собой. Торцевые поверхности вставки приклеиваются к изоляции трубопровода. (Рис. А1., А2.).

4.1.4. При изоляции смонтированных трубопроводов трубки «MISOT-FLEX» следует разрезать вдоль трубки. Внутреннюю поверхность на концах трубки промазывают клеем «MISOT-FLEX» и приклеивают к поверхности трубы. Поверхности продольного разреза и торцевые поверхности смежных трубок склеивают между собой, клей наносится сплошным слоем на все продольные и торцевые поверхности (рис. А3., А4.).

4.1.5. В двухслойных конструкциях изоляции второй слой из трубок или рулонов «MISOT-FLEX» следует устанавливать со смещением швов относительно швов первого слоя из трубок «MISOT-FLEX». После склеивания продольного шва второго слоя, изоляция второго слоя фиксируется к поверхности первого слоя (рис. А5).

##### **4.2. Тепловая изоляция трубопроводов рулонным материалом «MISOT-FLEX».**

4.2.1. Для тепловой изоляции трубопроводов наружным диаметром более 160 мм следует использовать теплоизоляционные материалы «MISOT-FLEX» в виде рулонов в один или два слоя в зависимости от требуемой толщины теплоизоляционного слоя. Допускается применение трехслойных конструкций (Рис. А6. – А8.).

Теплоизоляционные рулоны нарезаются на листы длиной, равной наружному периметру теплоизоляционного слоя. Ширина листа равна ширине используемого рулона. Листы оборачиваются вокруг трубопровода, торцы листов склеиваются клеем «MISOT-FLEX».

Торцевые поверхности смежных листов склеивают между собой, промазывая клеем всю торцевую поверхность.

4.2.2. В конструкциях двухслойной изоляции из рулонов «MISOT-FLEX» первый слой устанавливается в соответствии с п. 4.2.1, второй слой из рулонов «MISOT-FLEX» следует ус-

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		17

танавливать со смещением швов относительно швов первого слоя изоляции. После склеивания продольного шва второго слоя, склеиваются торцевые швы.

Наружный теплоизоляционный слой следует приклеить к внутреннему слою из рулонов «MISOT-FLEX».

4.2.3. При применении самоклеящихся изделий «MISOT-FLEX» ST-RL/SA элементы наклеиваются на поверхность трубопровода, а стыки проклеивают самоклеящимися лентами из вспененного каучука «MISOT-FLEX».

4.2.4. При применении изделий «MISOT-FLEX» ST-RL/ALU и изделий «MISOT-FLEX» ST-RL/ALU-SA для изоляции трубопроводов с отрицательными температурами швы проклеивают самоклеящейся алюминиевой лентой «MISOT-FLEX».

### **4.3. Тепловая изоляция отводов трубопроводов.**

4.3.1. Изоляция крутоизогнутых отводов трубопроводов наружным диаметром до 45 мм может осуществляться трубками «MISOT-FLEX», при этом изоляция отвода является продолжением изоляции трубы. Трубки с разрезом сбоку одеваются на трубу, и шов склеивается. Трубки режутся под углом 45° и склеиваются клеем «MISOT-FLEX» по линии реза. После высыхания клея готовый изоляционный угол (отвод) из трубок «MISOT-FLEX» разрезается вдоль внутренней стороны (Рис. А13. А).

Количество секций зависит от радиусагиба отвода трубопровода.

При монтаже изоляционного угла на отводе трубопровода клей наносится на оба края разреза и производится склеивание изделия. Края изоляционного угла следует приклеить к трубе и изоляции прямых участков трубопровода.

4.3.2. При изоляции отводов трубопроводов диаметром более 114 мм и с большим радиусомгиба следует применять изоляционные углы, изготовленные из сегментов, нарезанных из трубок «MISOT-FLEX» (Рис. А13. Б.) Количество сегментов и их размеры определяются в зависимости от угла и радиуса отвода трубопровода.

4.3.3. Для изоляции отводов трубопроводов диаметром более 160 мм следует предусматривать секционные детали, изготавливаемые из рулонов «MISOT-FLEX» (Рис. А14).

При монтаже изготовленного секционного отвода края отвода приклеивают к изоляции трубопровода и к изолируемой трубе.

Применение готовых изделий позволяет упростить монтаж изоляции, повысить качество работ и сократить время на их выполнение.

4.3.4. При необходимости места соединения изоляции трубопровода и изоляции отвода и швы готовых отводов после установки на трубопровод проклеиваются самоклеящимися лентами «MISOT-FLEX».

### **4.4. Тепловая изоляция тройников.**

4.4.1. Для изоляции тройников рекомендуется применять теплоизоляционных тройники, изготовленные из трубок «MISOT-FLEX» в условиях производственных баз или мастерских.

Изоляционный тройник для равнопроходного тройника трубопровода изготавливается путем склеивания двух отрезков трубки «MISOT-FLEX» под углом 90° (Рис. А16, А17).

Вырез в середине длинной части (на основной трубе) изоляционного тройника (длина L) производится под углом в 45° с каждой стороны от его средней линии. Глубина выреза – до половины диаметра изоляционной трубки «MISOT-FLEX» (полный угол выреза составит при этом 90°).

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		18

Короткая часть (со стороны врезки) изоляционного тройника (длиной h) с одной стороны обрезается под двойным углом 45°.

Обе части тройника склеиваются клеем «MISOT-FLEX». После высыхания клея производится разрезка готового изоляционного тройника со стороны врезки.

4.4.2. Готовый отвод устанавливается на трубопровод, швы изделия проклеивают клеем «MISOT-FLEX» или скрепляются зажимами в зависимости от способа крепления изоляции трубопровода. Торцевые поверхности отвода приклеиваются к изоляции трубопровода, швы при необходимости проклеивают лентами «MISOT-FLEX».

4.4.3. Если труба, врезающаяся в основной трубопровод, имеет меньший диаметр, сначала следует установить теплоизоляционную трубку на основную трубу, предварительно проделав в изоляционной трубке отверстие диаметром равным диаметру врезаемой трубы. Затем изолируется врезаемый трубопровод меньшего диаметра, при этом в элементе теплоизоляционной трубки, предназначенном для изоляции, вырезается U-образное углубление, края которого приклеиваются к изоляции основной трубы.

4.4.4. При изоляции тройников (врезок) трубопроводов диаметром более 160 мм сначала следует изолировать участок основного трубопровода в месте врезки трубчатыми элементами из рулонов «MISOT-FLEX», затем изолируется участок врезаемой трубы.

#### **4.5. Установка покровного слоя на трубопроводы.**

4.5.1. При установке элементов металлического покрытия и гибкого покрытия на трубопроводы диаметром до 159мм с изоляцией из изделий «MISOT-FLEX» следует руководствоваться рекомендациями раздела 5 (Рис. А9, А10).

4.5.2. При необходимости установки металлического покрытия в конструкциях тепловой изоляции на основе теплоизоляционных материалов «MISOT-FLEX» для трубопроводов его крепление осуществляется:

- бандажами при диаметре изоляции до 600 мм вкл.;
- винтами или заклепками при диаметре теплоизоляционной конструкции более 600 мм.

Шаг установки бандажей – 500 мм, шаг установки винтов и заклепок – 150 мм по продольному шву, 250 – 300 мм по окружности (Рис. А11., А15).

4.5.3. Для фиксации швов гибкого покрытия (например, ПВХ) могут быть применены заклепки. Шаг установки заклепок 150мм. При расположении изолируемого объекта с изоляцией «MISOT-FLEX» на открытом воздухе, швы с заклепками сверху закрываются самоклеящимися лентами.

4.5.4. При применении систем (полнооборных конструкций) с теплоизоляционным слоем из трубок или рулонов «MISOT-FLEX» с покрытиями из стеклоткани, полиэтилена, алюминиевой фольги и др. склеивание швов теплоизоляционного слоя производится клеем «MISOT-FLEX», проклейка швов покрытия осуществляется самоклеящимися лентами.

Ширина нахлестов покрытий смежных конструкций должна быть не менее 30 мм.

4.5.5. При расположении конструкций с гибкими покрытиями на открытом воздухе герметизацию швов покрытия следует производить герметиком или лентой (Рис.А12).

4.5.6. При изоляции трубопроводов, расположенных на открытом воздухе в качестве покрытия от ультрафиолетового излучения допускается использовать полимерную краску.

4.5.7. Разгружающие устройства при металлическом покрытии изоляции вертикальных трубопроводов рекомендуется устанавливать с шагом 3 м по высоте трубопровода.

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		19

#### 4.6. Конструкции тепловой изоляции арматуры и фланцевых соединений трубопроводов

4.6.1. Теплоизоляционные конструкции на основе теплоизоляционных материалов «MISOT-FLEX» для арматуры могут быть несъемными и съемными.

Как правило, несъемные теплоизоляционные конструкции допускается предусматривать для муфтовой и приварной арматуры и арматуры, устанавливаемой на технологических трубопроводах с отрицательной температурой теплоносителя.

Фланцевые соединения трубопроводов и арматуры в процессе эксплуатации подвергаются периодическому обследованию и ремонту, в связи с этим в соответствии со СНиП 41-03-2003 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» конструкции тепловой изоляции должны быть съемными.

Конструкции тепловой изоляции арматуры и фланцевых соединений приведены в приложении А (рис. А18 – А23).

4.6.2. Несъемная конструкция тепловой изоляции муфтовой арматуры является продолжением конструкции изоляции трубопроводов.

Муфтовая арматура устанавливается на трубопроводах малых диаметров, и в качестве тепловой изоляции могут использоваться те же теплоизоляционные трубки «MISOT-FLEX», что и для изоляции трубопровода, на котором установлена арматура.

Разрез в трубке «MISOT-FLEX» делается по центру привода арматуры. Края разреза проклеиваются клеем «MISOT-FLEX», торцевая поверхность трубки приклеивается к изоляции трубопровода. Покровный слой в конструкции изоляции не предусматривается, если не предусматривается покрытие для конструкции изоляции трубопровода, на котором установлена арматура. (Рис. А18, А19).

4.6.3. Несъемная конструкция тепловой изоляции без покровного слоя для фланцевого соединения склеивается из отдельных элементов, изготовленных из теплоизоляционных рулонов «MISOT-FLEX». Если высота фланца превышает толщину изоляции, торцевые поверхности фланцев закрываются кольцами, вырезанными из листового материала «MISOT-FLEX». Кольца устанавливаются на тепловую изоляцию трубопровода, вплотную примыкающую к фланцевому соединению. Поверх колец оборачивают пластину, также вырезанную из материала. Размеры элементов определяются по месту в зависимости от габаритов фланцевого соединения и толщины тепловой изоляции. Места соединения элементов конструкции должны быть тщательно проклеены (Рис. А19).

Несъемная теплоизоляционная конструкция для фланцевой арматуры (Рис. 2.4.) выполняется аналогично.

4.6.4. Если для изолируемого трубопровода предусмотрена установка покровного слоя без металлического покрытия, арматура или фланцевое соединение с несъемной тепловой изоляцией закрывается тем же видом покрытия с элементами крепления, предусмотренными для покрытия трубопровода (бандажи, винты или заклепки, клеевое соединение).

4.6.5. Съемная конструкция тепловой изоляции фланцевого соединения может предусматриваться для трубопроводов с положительными температурами теплоносителя (Рис. А20).

В качестве тепловой изоляции рекомендуется применять полносборные конструкции, изготовленные в виде полуфутляров (или футляров, в зависимости от размера конструкции) с теплоизоляционным вкладышем:

- из листового материала «MISOT-FLEX» с приклейкой его к поверхности полуфутляра (рис. 2.3). Могут быть использованы элементы из самоклеящихся рулонов «MISOT-FLEX»;
- из трубки «MISOT-FLEX» ST-TB - для арматуры с диаметром фланцев не более 160 мм.

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		20

Полнооборная конструкция оснащается замками или бандажами с замками. Допускается применение бандажей с пряжками.

При применении металлического покрытия торцы тепловой изоляции трубопровода у фланцевых соединений должны быть закрыты диафрагмами.

4.6.6. Съемные конструкции для изоляции фланцевых соединений, обратных клапанов и вентилей могут быть изготовлены из полнооборных конструкций из изделий «MISOT-FLEX» с покрытиями из стеклоткани, полипропилена, алюминиевой фольги и т.п. для изоляции трубопроводов. Торцевые поверхности такой конструкции закрываются диафрагмами из алюминиевого листа толщиной 0,5 мм, алюминиевыми торцевыми манжетами или кольцевыми элементами, вырезанными из применяемого вида покрытия (Рис. А20, А21).

Длина полнооборной конструкции рассчитывается с учетом ширины фланцевого соединения, длины болта для соединения фланцев и величины перекрытия конструкции фланцевого соединения и трубопровода.

Для уменьшения потерь тепла пространство между диафрагмами и фланцами рекомендуется заполнить вставкой из материала «MISOT-FLEX» с проклейкой шва самоклеящейся изоляционной лентой «MISOT-FLEX».

4.6.7. При поэлементной сборке тепловой изоляции фланцевого соединения, рекомендуется отдельно изготовить теплоизоляционные элементы, которые затем установить на фланцевое соединение с проклейкой швов самоклеящейся изоляционной лентой «MISOT-FLEX». Затем установить съемный металлический кожух.

При необходимости осмотра фланцевого соединения разъединение осуществляется разрезом по ленте.

Теплоизоляционный элемент может использоваться вновь с заменой самоклеящейся ленты.

4.6.8. Съемная конструкция тепловой изоляции муфтовой арматуры предусматривает установку теплоизоляционного вкладыша из трубки на арматуру в пространство между элементами конструкций изоляции трубопровода.

Вкладыш устанавливается между торцевыми диафрагмами изоляции трубопровода. Проклейка клеем осуществляется только по линии разреза вкладыша. При этом при необходимости ремонта арматуры и замены вкладыша изоляция трубопровода не повреждается.

Поверх изоляции устанавливается съемный металлический кожух, крепление которого осуществляется бандажами с замками или замками, установленными на кожухе (рис. А22, А23).

4.6.9. Для крепления покрытий и герметизации швов гибких покрытий применяются самоклеящиеся ленты или герметики.

4.6.10. Съемная конструкция тепловой изоляции фланцевой арматуры предусматривает установку теплоизоляционного вкладыша из листового теплоизоляционного материала «MISOT-FLEX» на арматуру поверх конструкции изоляции трубопровода. Края вкладыша рекомендуется склеить клеем «MISOT-FLEX» или проклеить самоклеящимися лентами. В пространство между конструкцией изоляции трубопровода и торцевыми диафрагмами конструкции изоляции трубопровода с целью сокращения потерь тепла рекомендуется установить вставку из теплоизоляционного материала «MISOT-FLEX». Шов вставки может быть склеен самоклеящейся изоляционной лентой «MISOT-FLEX».

Крепление металлического кожуха может осуществляться бандажами с замками или замками, расположенными на металлическом кожухе.

Стык между покрытием трубопровода и кожухом арматуры рекомендуется проклеивать самоклеящимися лентами «MISOT-FLEX».

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		21

С целью снижения потерь тепла корпус арматуры можно дополнительно обернуть самоклеящейся теплоизоляционной лентой «MISOT-FLEX», марки, соответствующей марке изделия теплоизоляционного слоя.

#### **4.7. Конструкции тепловой изоляции воздуховодов в системах вентиляции и кондиционирования воздуха.**

4.7.1. Требования к конструкциям тепловой изоляции систем вентиляции и кондиционирования воздуха устанавливаются п. 3.3.

4.7.2. Для изоляции воздуховодов, расположенных в помещении рекомендуется применять рулоны «MISOT -FLEX» ST-RL/SA или ST-RL/ALU-SA.

4.7.3. Конструкции тепловой изоляции на основе теплоизоляционных изделий «MISOT-FLEX» для воздуховодов круглого сечения выполняются в соответствии с разделом 4.1. с учетом требований п. 4.7.3.

4.7.4. Конструкции тепловой изоляции воздуховодов прямоугольного сечения систем вентиляции и кондиционирования воздуха приведены в приложении А (Рис. А24 – А26).

Нарезанные по размеру стенок воздуховода (с учетом толщины изоляции) элементы из рулонного материала «MISOT-FLEX» плотно приклеиваются к изолируемой поверхности. При этом следует предусматривать промазку клеем «MISOT-FLEX» всей поверхности листа и поверхности, подлежащей изоляции. Стыки листов проклеиваются между собой. Места соединения смежных элементов теплоизоляционного слоя на углах воздуховода следует проклеивать самоклеящимися лентами «MISOT-FLEX» той же марки.

При применении в качестве тепловой изоляции самоклеящимися рулонами края соседних листов проклеивают клеем «MISOT-FLEX», а стыки на углах проклеивают самоклеящимися теплоизоляционными лентами «MISOT-FLEX» (Рис. А24).

При изоляции воздуховодов самоклеящимся рулонным материалом «MISOT-FLEX» с алюминиевыми покрытиями торцы соседних изделий проклеивают клеем, а все стыки – самоклеящейся алюминиевой лентой. Рулон рекомендуется разворачивать вокруг воздуховода (Рис. А25).

4.7.3. При расположении воздуховодов на открытом воздухе следует устанавливать гибкие покрытия. Рекомендуется применять самоклеящиеся покрытия (Рис. А26).

При применении покрытий без клеевого слоя, следует применять клеи и предусматривать герметизацию швов покрытия.

Допускается применение других видов покрытий, в том числе металлических с герметизацией швов.

#### **4.8. Конструкции тепловой изоляции технологических аппаратов.**

4.8.1. Теплоизоляционные изделия «MISOT-FLEX» могут быть использованы для изоляции различных видов оборудования в промышленности, включая пищевую, мясомолочную, пивоваренную, производства вин и т.д.

В качестве теплоизоляционного слоя в теплоизоляционных конструкциях вертикальных и горизонтальных цилиндрических емкостей, теплообменников, колонн, газоходов, резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов, резервуаров холодной воды в системах водоснабжения и пожаротушения и т.д. рекомендуется применять самоклеящиеся рулоны «MISOT-FLEX» ST-RL/SA или ST-RL/ALU-SA.

Допускается применение стандартных рулонов без клеевого слоя.

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		22

Конструкции тепловой изоляции технологических аппаратов приведены в приложении А (Рис. А27 – А34).

4.8.2. При изоляции оборудования подготовленный по размеру оборудования теплоизоляционный рулонный материал «MISOT-FLEX» независимо от исполнения плотно приклеивается к изолируемой поверхности.

Клей «MISOT-FLEX» следует наносить на всю поверхность материала с приклеиваемой стороны и на изолируемую поверхность. Стыки листов, нарезанных из рулонов, плотно склеиваются между собой.

При применении в качестве тепловой изоляции самоклеящегося рулонного материала «MISOT-FLEX» для оборудования, расположенного в помещении, края соседних листов склеивают клеем «MISOT-FLEX».

4.8.3. Места соединения отдельных элементов теплоизоляционного слоя в конструкциях изоляции оборудования с температурой ниже температуры окружающего воздуха, рекомендуется проклеивать самоклеящимися теплоизоляционными лентами «MISOT-FLEX».

4.8.4. Элементы из теплоизоляционного материала «MISOT-FLEX» следует располагать так, чтобы места врезок патрубков, люков штуцеров приходились на их стыки.

При расположении оборудования в помещении покровный слой допускается не устанавливать, если это не противоречит санитарным нормам, нормам технологического проектирования и требованиям пожарной безопасности.

4.8.5. Для изоляции днищ аппаратов с большим радиусом кривизны из рулонного теплоизоляционного материала нарезаются сектора, которые наклеивают на изолируемое днище. Для днищ небольших аппаратов и днищ аппаратов с небольшим радиусом кривизны из секторов может быть изготовлен отдельный теплоизоляционный элемент. Края секторов, составляющих теплоизоляционный элемент, должны быть плотно склеены между собой на всю толщину теплоизоляционного материала.

4.8.6. При изоляции вертикальных аппаратов теплоизоляционными изделиями «MISOT-FLEX» в зависимости от конструкции аппарата расположение материала может быть горизонтальное или вертикальное.

При изоляции цилиндрических горизонтальных аппаратов рулонный материал оборачивается вокруг аппарата.

4.8.7. Опорные конструкции для крепления металлического покрытия предусматривают у фланцевых соединений и днищ аппаратов при толщине изоляции больше 60 мм. При меньшей толщине изоляции торцы изоляции закрывают торцевыми диафрагмами. Элементы опорных конструкций в виде колец, уголков, скоб или планок могут быть приварными или крепиться с помощью болтов.

Опорные кольца могут выполняться из ленты 2х30, 3х30, 2х40 или 3х40 мм. Металлические опорные конструкции при тепловой изоляции объектов с положительными температурами поверхности должны иметь малотеплопроводные элементы для снижения температуры на поверхности защитного покрытия, соприкасающегося с ними. Как правило, используются опоры или прокладки из асбестового картона.

При изоляции поверхностей с отрицательными температурами для ликвидации «мостиков холода» могут применяться элементы из стеклотекстолита или древесины.

Металлические элементы опорных конструкций должны иметь антикоррозийное покрытие.

Диафрагмы, устанавливаемые на разгружающие устройства, не должны касаться металлического покрытия.

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		23

4.8.8. Крепление металлического покрытия может осуществляться винтами или заклепками. Шаг установки винтов (заклепок): по горизонтали 150 – 200 мм, по окружности – 300 мм.

Для ускорения монтажа и сокращения количества проколов теплоизоляционного слоя элементы покрытия могут быть соединены лежащими фальцами шириной 8 – 10 мм в крупно-размерные картины.

Для придания конструкции покрытия жесткости элементы покрытия зигуются по торцам и по горизонтали с радиусом зига 5 мм.

4.8.10. Люки и фланцевые соединения аппаратов подлежат периодическому осмотру и поэтому для них применяются съемные теплоизоляционные конструкции.

Теплоизоляционные изделия «MISOT-FLEX» для изоляции фланцевых соединений и люков аппаратов с положительными температурами рекомендуется применять в составе полно-сборных теплоизоляционных конструкций (футляров или полуфутляров).

Вкладыш из теплоизоляционного материала «MISOT-FLEX» должен быть плотно приклеен к металлическому покрытию (кожуху). Крепление полносборной конструкции может осуществляться замками, устанавливаемыми непосредственно на кожухе, или бандажами с замками, устанавливаемыми поверх кожуха.

В зависимости от размера фланцев или люка съемная конструкция может состоять их двух и более частей.

4.8.11. Для изоляции фланцевых соединений аппаратов с отрицательными температурами рекомендуется прокладка мест соединения тепловой изоляции фланцевого соединения с тепловой изоляцией аппарата самоклеящимися лентами с последующей установкой съемного металлического кожуха.

#### ***4.9. Конструкции тепловой изоляции резервуаров для хранения холодной воды.***

4.9.1. В конструкциях тепловой изоляции резервуаров для хранения холодной воды в системах водоснабжения рекомендуется применять теплоизоляционный слой из материалов «MISOT-FLEX» с гибкими покрытиями, а также с металлическими покрытиями (из оцинкованной стали или алюминиевых листов).

Вариант конструкции тепловой изоляции резервуара для хранения холодной воды в системах водоснабжения и пожаротушения с металлическим покрытием приведен в приложении А (Рис. А35 – А38).

4.9.2. Рулоны «MISOT-FLEX» приклеиваются к поверхности резервуара в один или два слоя, в зависимости от расчетной толщины изоляции, между стойками каркаса, необходимого для крепления защитного покрытия (Рис. А35).

В варианте, представленном на рис. 5.1. каркас состоит из деревянных брусков (стоек) которые крепятся к скобам, приваренным к поверхности резервуара. Стойки из бруска шириной 50 мм располагаются с шагом 2050 мм по цилиндрической стенке резервуара.

Элементы деревянного каркаса должны быть обработаны антипиреном и антисептическим составом.

Может быть предусмотрен металлический каркас с прокладками из малотеплопроводного материала для ликвидации «мостиков холода».

4.9.3. Рулоны теплоизоляционного материала 1 слоя приклеиваются к стенке резервуара длинной стороной по высоте резервуара. Рулоны второго слоя располагаются с перекрытием швов первого слоя между брусками вертикально и горизонтально.

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		24



После установки второго слоя место соединения изделий со стойками герметизируются самоклеящимися лентами.

4.9.4. Покрытие, собранное из листов в «картины» размером 2 х 2 метра, крепится шурупами к деревянным стойкам или винтами к металлическому каркасу. Вертикальные стыки элементов покрытия герметизируются самоклеящейся лентой «MISOT-FLEX» или другим герметиком.

По высоте резервуара предусмотрены разгружающие устройства для крепления покрытия с шагом 4 метра по высоте. На приваренные к резервуару кронштейны укладывается диафрагма, к которой винтами или заклепками прикрепляются кляммеры. Листы металлического покрытия опираются на кляммеры (разрез Ж – Ж рис. А38). Указанная конструкция одновременно является температурным швом.

Приварные крепежные элементы должны быть окрашены антикоррозионным составом, совместимым с клеем «MISOT-FLEX» и аналогичным применяемому для антикоррозионной защиты резервуаров (или оборудования). Допускается окраска лаком БТ-577.

4.9.5. Листы металлического покрытия на крыше резервуара скреплены между собой через кляммеру стоячим фальцем.

Кляммеры крепятся к направляющим из брусков, расположенным на крыше. Накладки из профиля на крыше не предусматриваются.

4.9.6. Если расчетная толщина теплоизоляционного слоя не превышает значений толщины изделий в соответствии с номенклатурой для установки в один слой, допускается к применению конструкция из самоклеящихся рулонов с приклеенными гибкими покрытиями и герметизацией швов.

При применении такой конструкции установки разгружающих устройств и деревянного каркаса не требуется.

#### **4.10. Конструкции тепловой изоляции резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов.**

4.10.1. Теплоизоляционные материалы «MISOT-FLEX» могут применяться для тепловой изоляции резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов.

Рекомендуется применение конструкции в соответствии с указаниями п. 4.9.

Конструкция тепловой изоляции отличается от конструкции, приведенной в п.4.9. тем, что в ней не требуется деревянный каркас и герметизация швов покрытия. Для надежного крепления покрытия рекомендуется устройство металлического каркаса из планок и уголков.

Швы теплоизоляционного слоя должны быть герметизированы.

4.6.2 Конструкция места соединения изоляции крыши и стенки резервуара должна не допускать затекания атмосферной влаги в покровный слой.

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		25

## 5. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОИЗВОДСТВУ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ И ПОКРОВНЫХ МАТЕРИАЛОВ «MISOT-FLEX»

При монтаже теплоизоляционных конструкций с применением теплоизоляционных изделий и покрытий «MISOT-FLEX» следует соблюдать следующие требования.

5.1. Теплоизоляционные работы с применением теплоизоляционных изделий и покрытий «MISOT-FLEX» должны выполняться в соответствии с требованиями СНиП III-4-80 и СНиП 12-03-2001 по безопасности труда в строительстве.

5.2. Теплоизоляционные работы на открытом воздухе с применением теплоизоляционных изделий «MISOT-FLEX» следует выполнять при температуре окружающего воздуха не ниже +5°C. При работе на открытом воздухе в зимнее время следует устанавливать тепляки для устройства местного обогрева.

5.3. Поверхность, подлежащая изоляции, должна быть очищена от пыли, грязи, ржавчины, масел и т.д. Для очистки поверхности используют предназначенные для этой цели средства.

Поверхности, на которые производится приклейка изделий «MISOT-FLEX», должна быть обезжирена.

5.4. Антикоррозийное покрытие на поверхность, подлежащую изоляции в соответствии с проектной документацией, наносится до начала теплоизоляционных работ.

5.5. Правила работы с клеем «MISOT-FLEX»:

- Клей наносят на чистую, сухую и обезжиренную поверхность.
- Клей рекомендуется использовать при температуре окружающего воздуха от 5 до 20°C.
- Ориентировочный расход клея «MISOT-FLEX» составляет 0,15 литра на 1 м<sup>2</sup> поверхности. Для разбавления загустевшего клея используется растворитель.
- При склеивании швов теплоизоляционных изделий клей следует равномерно наносить на обе склеиваемые поверхности. Склеиваемые поверхности следует соединять через 3–5 минут. При склеивании швов поверхности следует плотно соединить надавливанием.
- При изоляции холодных поверхностей клей «MISOT-FLEX» следует наносить на изолируемую поверхность и поверхность теплоизоляционных изделий. Расход клея «MISOT-FLEX» в этом случае составляет 0,3 литра на 1 м<sup>2</sup>

5.6. Крепление теплоизоляционных изделий и покрытий «MISOT-FLEX» на изолируемой поверхности следует осуществлять в соответствии с проектной документацией с учетом рекомендаций раздела 4 и приложения А.

5.7. При выполнении теплоизоляционных работ не допускается деформировать и растягивать теплоизоляционные изделия «MISOT-FLEX».

5.8. Открытые торцевые поверхности листовых теплоизоляционных изделий при изоляции воздухопроводов прямоугольного сечения и трубок при изоляции трубопроводов холодной воды и с отрицательными температурами следует проклеивать самоклеящимися лентами «MISOT-FLEX».

5.9. Изоляцию фитингов (отводов, переходов, тройников) рекомендуется производить готовыми изделиями «MISOT-FLEX» в соответствии с действующей номенклатурой или заранее изготовленными в условиях мастерских изделиями из трубок или рулонов, что значительно упрощает монтаж и повышает качество выполнения работ.

5.10. При выполнении теплоизоляционных работ до начала монтажа трубопроводов (домонтажная изоляция) следует оставлять неизолированными края трубопровода длиной не ме-

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		26

нее, чем 250-300 мм, для безопасного производства сварных работ. При производстве сварных работ края изоляции следует закрывать негорючим материалом.

Демонтажную изоляцию рекомендуется выполнять в мастерских или на производственных базах, что особенно удобно в зимнее время.

5.11. При изоляции холодных поверхностей клей «MISOT-FLEX» следует наносить на изолируемую поверхность и поверхность теплоизоляционных изделий.

Швы между теплоизоляционными изделиями проклеивать самоклеящимися лентами «MISOT-FLEX».

5.12. При изоляции вентиляционных коробов прямоугольного сечения рекомендуется сначала выполнять изоляцию нижней поверхности воздуховода. Затем изолируют боковые и верхнюю поверхности.

Монтаж изоляции воздуховодов рулонным материалом «MISOT-FLEX» может выполняться оберткой рулона вокруг воздуховода. При этом края рулона могут быть соединены встык или Г-образным соединением на углу воздуховода. Торцевая незащищенная поверхность изделия закрывается лентами «MISOT-FLEX».

5.13. Элементы покровного слоя из твердых ПВХ-оболочек для горизонтальных участков трубопроводов, тройников и улов должны устанавливаться с перекрытием швов 30-40 мм и иметь отверстия под заклепки вдоль продольного шва.

5.14. При креплении металлического покровного слоя винтами элементы покрытия должны иметь отверстия под крепеж. Для придания жесткости по кромкам элементов покрытия выполняется зиг.

Покрытия из алюминиевых лент или листов, толщиной 0,25 – 0,3 мм применяются в виде гофрированных оболочек.

5.15. Элементы каркаса для крепления металлического покровного слоя теплоизоляционных конструкций крупногабаритного оборудования, изготовленные из дерева, должны быть пропитаны антисептическими составами и антипиренами.

5.16. Для монтажа теплоизоляции необходим следующий набор инструментов:

- нож с лезвием длиной 10–15 см;
- набор пробойников;
- линейка, транспортир, циркуль, кронциркуль;
- кисточка с жесткой щетиной длиной 20–25 мм;
- маркер для разметки изоляции;
- стусло.

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		27

## 6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИИ НА ОСНОВЕ ИЗДЕЛИЙ «MISOT-FLEX»

6.1. Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с теплоизоляционным слоем из изделий «MISOT-FLEX» следует выполнять на основании технического задания на проектирование, которое должно содержать необходимые для проектирования исходные требования:

- перечень изолируемого оборудования, линий трубопроводов с указанием геометрических размеров: для трубопроводов – наружный (или условный) диаметр и длина, для арматуры и фланцевых соединений – диаметр условного прохода, для оборудования (аппаратов) – габаритные размеры или площадь поверхности (в случае сложной конфигурации);
- температуру веществ, содержащихся в изолируемом объекте;
- расположение изолируемого объекта (на открытом воздухе, в помещении, канале, тоннеле) и расчетную температуру окружающего воздуха\*;
- если трубопровод или аппарат имеют наружный обогрев – указание об его виде и температуре греющих поверхностей;
- указание о назначении теплоизоляционной конструкции, а именно:
  - обеспечение экономической эффективности теплоизоляционной конструкции;
  - сохранение заданного (или нормативного) значения теплового потока с поверхности изоляции;
  - предотвращение конденсации влаги на поверхности изоляции;
  - обеспечение заданной температуры на поверхности изоляции;
  - предотвращение замерзания вещества, содержащегося в изолируемом оборудовании или трубопроводе в течение определенного времени;
- специальные требования к теплоизоляционным конструкциям, если таковые имеются (требования экологической или пожарной безопасности, сейсмостойкость, допустимые нагрузки на теплоизоляцию, стойкость к вибрации, и т.п.).

\* - температура окружающего воздуха для объектов, расположенных на открытом воздухе принимается в соответствии со СНиП 23-01 «Строительная климатология».

6.2. К техническому заданию на проектирование тепловой изоляции должны прилагаться чертежи общих видов подлежащего изоляции оборудования и наиболее сложных его узлов.

6.3. Состав и правила оформления рабочей документации по тепловой изоляции определяются ГОСТ 21.405.

Рабочая документация по тепловой изоляции включает:

- основной комплект рабочих чертежей теплоизоляционных конструкций с применением изделий «MISOT-FLEX»;
- техномонтажную ведомость;
- спецификацию оборудования.

В составе рабочей документации могут быть разработаны чертежи полносборных конструкций с теплоизоляционным слоем из изделий «MISOT-FLEX» для изоляции люков, фланцевых соединений трубопроводов и аппаратов, и арматуры, а также других элементов, входящих в состав теплоизоляционной конструкции или привариваемых к изолируемой поверхности.

6.4. Выбор типа теплоизоляционных изделий и материалов покровного слоя «MISOT-FLEX» следует производить в соответствии с указаниями разделов 2, 3.

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		28

6.5. Расчет требуемой толщины теплоизоляционного слоя из изделий «MISOT-FLEX» в конструкциях тепловой изоляции в зависимости от назначения выполняется по методикам и расчетным формулам, приведенным в разделах 7.2 – 7.11.

За проектную толщину теплоизоляционного слоя следует принимать ближайшую к расчетной более высокую толщину изделий. Допускается принимать ближайшую более низкую толщину в случае расчета по температуре на поверхности изоляции и заданной величине теплового потока, если разница между расчетной и номенклатурной толщиной не превышает 3 мм.

6.6. Тепловая изоляция трубопроводов с температурой от 20 до 105°C в зависимости от конкретных условий применения может выполняться с целью обеспечения:

- экономической эффективности теплоизоляционной конструкции (экономичная толщина теплоизоляционного слоя из изделий «MISOT-FLEX»);
- сохранение заданного (или нормативного) значения плотности теплового потока с поверхности изоляции для обеспечения параметров технологического режима;
- обеспечение заданной температуры на поверхности изоляции;
- сохранение температуры вещества в заданных параметрах;

6.7. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов с отрицательными температурами теплоносителя может выполняться:

- с целью предотвращения конденсации на поверхности изолированного объекта, расположенного в помещении;
- в соответствии с технологическими требованиями;
- с целью предотвращения или ограничения испарения хранящихся веществ;
- по нормам потерь холода в соответствии с требованиями СНиП 41-03.

6.8. Тепловая изоляция трубопроводов холодного водоснабжения может выполняться:

- с целью предотвращения конденсации влаги на поверхности трубопровода, расположенного в помещении;
- с целью предотвращения замерзания воды при остановке её движения в трубопроводе, расположенном в неотапливаемом помещении или на открытом воздухе.

6.9. Конструкции тепловой изоляции с применением теплоизоляционных изделий «MISOT-FLEX» разрабатываются в соответствии с рекомендациями раздела 4 и на основе конструкций, приведенных в приложении А.

## 7. РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО СЛОЯ НА ОСНОВЕ ИЗДЕЛИЙ «MISOT-FLEX» В КОНСТРУКЦИЯХ ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ И ОБОРУДОВАНИЯ

### 7.1. Общие положения

#### 7.1.1. Основные обозначения, применяющиеся в формулах данного раздела

Обозначение	Размерность	Наименование показателя
$q$	Вт/м <sup>2</sup>	Поверхностная плотность теплового потока через плоскую теплоизоляционную конструкцию
$q_l$	Вт/м	Линейная плотность теплового потока через цилиндрическую теплоизоляционную конструкцию
$Q$	Вт	Полный тепловой поток с плоской поверхности изоляции
$Q_L$	Вт	Полный тепловой поток с поверхности изоляции трубопровода
$t_m$	°С	Температура вещества внутри изолируемого оборудования
$t_{m1}$	-"-	Начальная температура вещества внутри изолируемого оборудования
$t_{m2}$	-"-	Конечная температура вещества внутри изолируемого оборудования
$t_m^{cp}$	-"-	Средняя температура теплоносителя по трассе трубопровода
$t_3$	-"-	Температура замерзания (твердения) вещества
$t_o$	-"-	Температура окружающей среды
$t_{cp}$	-"-	Средняя температура теплоизоляционного слоя
$t_n$	-"-	Температура на поверхности теплоизоляционной конструкции
$t_p$	-"-	Температура точки росы
$R$	м <sup>2</sup> ·°С/Вт	Полное термическое сопротивление плоской теплоизоляционной конструкции
$R_{вн}$	-"-	Термическое сопротивление теплоотдаче от теплоносителя к внутренней поверхности стенки плоского изолируемого объекта
$R_n$	-"-	Термическое сопротивление теплоотдаче от наружной поверхности плоской теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху
$R_{см}$	-"-	Термическое сопротивление теплопередаче стенки плоского изолируемого объекта
$R_{из}$	-"-	Термическое сопротивление плоского слоя изоляции
$R^l$	м·°С/Вт	Полное термическое сопротивление цилиндрической теплоизоляционной конструкции
$R_{вн}^l$	-"-	Линейное термическое сопротивление теплоотдаче от теплоносителя к внутренней поверхности стенки цилиндрического изолируемого объекта

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------

ТР 12129-ТИ.2014

Лист

30

Обозначение	Размерность	Наименование показателя
$R_n^l$	-"-	Линейное термическое сопротивление теплоотдаче от наружной поверхности цилиндрической теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху
$R_{cm}^l$	-"-	Линейное термическое сопротивление теплопередаче цилиндрической стенки изолируемого объекта
$R_{из}^l$	-"-	Линейное термическое сопротивление цилиндрического теплоизоляционного слоя
$\delta_{из}$	м	Толщина теплоизоляционного слоя
$d_{mp}$	-"-	Наружный диаметр трубопровода
$d_{mp}^{вн}$	-"-	Внутренний диаметр трубопровода
$d_{из}$	-"-	Наружный диаметр теплоизоляционного слоя (теплоизоляционной конструкции)
$L$	-"-	Длина трубопровода
$\lambda_{из}$	Вт/(м·°С)	Коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя
$\alpha_n$	Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	Коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности теплоизоляционной конструкции
$\alpha_в$	Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	Коэффициент теплоотдачи от теплоносителя к внутренней поверхности изолируемого объекта
$\mathcal{E}_{год}$	руб/(м·год)	Годовые эксплуатационные затраты по изоляции 1 м трубопровода
$\rho$	$\frac{1+m}{\tau}$	Коэффициент, определяющий величину годовых эксплуатационных расходов по изоляции в долях от полной стоимости теплоизоляционной конструкции
$\rho_n$	1/год	Нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений
$S_m$	руб/м	Стоимость 1 м теплоизоляционной конструкции
$S_{mn}$	руб/(м·год)	Годовая стоимость потерь тепла с 1 м трубопровода
$m$	$m \leq 0,30$	Коэффициент, определяющий затраты на обслуживание и ремонт изоляции за весь срок ее службы в долях от полной стоимости теплоизоляционной конструкции
$\tau$	год	Срок службы теплоизоляционной конструкции
$T_n$	-"-	Нормативный срок окупаемости теплоизоляционной конструкции
$S_k$	руб/м	Стоимость 1 м теплоизоляционной конструкции с учетом стоимости транспортировки и монтажа
$S_u$	руб/м	Стоимость всех материалов, входящих в теплоизоляционную конструкцию на 1 м длины
$S_{mp}$	-"-	Стоимость транспортировки изделий и материалов на 1 м теплоизоляционной конструкции до объекта
$S_y$	-"-	Стоимость установки 1 м теплоизоляционной конструкции
$S_{mi}$	-"-	Стоимость теплоизоляционных изделий для изоляции 1 м трубопровода

ТР 12129-ТИ.2014

Лист

31

Изм. Кол.уч. Лист № док. Подп. Дата

Обозначение	Размерность	Наименование показателя
$S_{кл}$	-"-	Стоимость клея для монтажа теплоизоляции на 1 м трубопровода
$S_{л}$	-"-	Стоимость ленты для монтажа теплоизоляции на 1 м трубопровода
$S_{оч}$	-"-	Стоимость очистителя для монтажа теплоизоляции на 1 м трубопровода
$S_{покр}$	-"-	Стоимость покрытия для монтажа теплоизоляции на 1 м трубопровода
$b_{тр}$	-"-	Стоимость 1 м изделия в виде трубки
$b_{рул}$	руб/м <sup>2</sup>	Стоимость 1 м <sup>2</sup> изделия в виде рулона
$S_{ти}^i$	руб/м	Стоимость $i$ -го слоя теплоизоляционного изделия для изоляции 1 м трубопровода
$d_{из}^{i-1}$	м	Наружный диаметр предыдущего слоя теплоизоляции
$\delta_{из}^i$	м	Толщина теплоизоляционного изделия $i$ -го слоя
$b_{кл}$	руб/л	Стоимость 1 л клея
$z_{кл}$	л/м <sup>2</sup>	Расход клея на 1 м <sup>2</sup> склеиваемых поверхностей
$b_{л}$	руб/м	Стоимость 1 м ленты
$b_{покр}$	руб/м <sup>2</sup>	Стоимость 1 м <sup>2</sup> покрытия
$K_{тр}$	Безразмерный	Коэффициент, определяющий затраты на доставку в долях от стоимости изделий и материалов на 1 м теплоизоляционной конструкции
$N$	шт.	Количество слоев в теплоизоляционной конструкции, включая покрытие
$T_y$	чел.-ч	Затраты труда рабочих-строителей и машинистов на установку 1 теплоизоляционного слоя на 10 м трубопроводов
$z_n$	руб/мес	Средняя месячная заработная плата рабочих строителей и машинистов, включая отчисления
$b$	руб/Гкал	Стоимость 1 гигакалории тепла
$z$	ч/год	Число часов работы за год трубопроводов систем отопления или тепловых сетей
$P_{II}$	кПа	Парциальное давление водяного пара
$P_H$	-"-	Парциальное давление насыщенного водяного пара
$\varphi$	%	Относительная влажность окружающего воздуха
$K$	Безразмерный	Коэффициент дополнительных потерь, учитывающий потери через теплопроводные включения в теплоизоляционных конструкциях, обусловленных наличием в них крепежных деталей и опор
$G$	кг/ч	Расход вещества, транспортируемого трубопроводом
$\rho$	кг/м <sup>3</sup>	Плотность вещества
$c_m$	кДж/(кг·°С)	Теплоемкость вещества (теплоносителя), находящегося внутри изолируемого объекта



Обозначение	Размерность	Наименование показателя
$c_{cm}$	кДж/(кг·°С)	Теплоемкость стенки изолируемого объекта
$r_m$	кДж/кг	Скрытая теплота замерзания (плавления)
$Z$	ч	Заданное время хранения вещества в емкости или при остановки движения вещества в трубопроводе
$F$	м <sup>2</sup>	Площадь теплоотдающей поверхности изолируемого объекта
$V$	м <sup>3</sup>	Объем вещества в изолируемом объекте
$v_m$	м <sup>3</sup> /м	Приведенный объем вещества к метру длины трубопровода
$v_{cm}$	м <sup>3</sup> /м	Приведенный объем стенки к метру длины трубопровода
$V_m$	м <sup>3</sup>	Объем хранимого вещества в емкости
$V_{cm}$	м <sup>3</sup>	Объем стенки емкости

7.1.2. За проектную толщину теплоизоляционного слоя из изделий «MISOT-FLEX» следует принимать ближайшую к расчетной более высокую толщину изделий при расчетах толщины изоляции:

- с целью предотвращения конденсации влаги из воздуха на поверхности изоляции;
- с целью предотвращения замерзания воды в трубопроводах холодного водоснабжения.

7.1.3. Рекомендуется принимать ближайшую к расчетной более высокую толщину изделий при расчетах толщины изоляции в соответствии с п.7.3 - 7.5, 7.8 - 7.10.

Допускается принимать ближайшую более низкую толщину, если разница между расчетной и номенклатурной толщиной не превышает 3 мм при толщине изоляции более 9 мм.

## 7.2 Расчет теплового потока через теплоизоляционную конструкцию.

7.2.1. Расчет теплового потока с поверхности теплоизоляционной конструкции производится, если необходимо определить тепловые потери (или холодопотери) при имеющейся (заданной) толщине теплоизоляционного слоя из изделий «MISOT-FLEX».

Тепловой поток с 1м<sup>2</sup> плоской теплоизоляционной конструкции рассчитывается по формуле:

$$q = \frac{t_m - t_o}{R_{вн} + R_{cm} + R_{из} + R_n}; \quad (7.2.1)$$

Тепловой поток с 1м длины цилиндрической теплоизоляционной конструкции рассчитывается по формуле:

$$q_l = \frac{t_m - t_o}{R_{вн}^l + R_{cm}^l + R_{из}^l + R_n^l}, \quad (7.2.2)$$

где:

- для плоской поверхности:

$$R_{uz} = \frac{\delta_{uz}}{\lambda_{uz}}; \quad (7.2.3)$$

$$R_H = \frac{1}{\alpha_H}; \quad (7.2.4)$$

$$R_{вн} = \frac{1}{\alpha_{вн}}; \quad (7.2.5)$$

$$R_{cm} = \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}}; \quad (7.2.6)$$

- для цилиндрической поверхности:

$$R_{uz}^l = \frac{1}{2\pi\lambda_{uz}} \cdot \ln \frac{d_{uz}}{d_{mp}}; \quad (7.2.7)$$

$$R_H^l = \frac{1}{\pi d_{uz} \alpha_H}; \quad (7.2.8)$$

$$R_{cm}^l = \frac{1}{2\pi\lambda_{cm}} \cdot \ln \frac{d_{mp}}{d_{вн}}; \quad (7.2.9)$$

$$R_{вн}^l = \frac{1}{\pi d_{mp} \alpha_{вн}}; \quad (7.2.10)$$

Наружный диаметр теплоизоляционной конструкции определяют по формуле:

$$d_{uz} = d_{mp} + 2\delta_{uz}; \quad (7.2.11)$$

*Примечание. Если теплоизоляционная конструкция состоит из двух слоев (трубок и рулонов) разных марок термическое сопротивление изоляции складывается из термических сопротивлений каждого слоя:*

*Для плоской поверхности:  $R_{uz} = \frac{\delta_{1uz}}{\lambda_{1uz}} + \frac{\delta_{2uz}}{\lambda_{2uz}}$ , где  $\delta_{1uz}$  и  $\delta_{2uz}$  – толщина первого и второго слоев из изделий*

*«K-FLEX», соответственно, а  $\lambda_{1uz}$  и  $\lambda_{2uz}$  – коэффициент теплопроводности каждого материала.*

*Для цилиндрической поверхности:  $R_{uz}^l = \frac{1}{2\pi\lambda_{1uz}} \cdot \ln \frac{d_{1uz}}{d_{mp}} + \frac{1}{2\pi\lambda_{2uz}} \cdot \ln \frac{d_{2uz}}{d_{1uz}}$ , где  $d_{1uz}$  и  $d_{2uz}$  – диаметр первого и*

*второго слоев изоляции, соответственно.*

7.2.2. Если стенка изолируемого объекта металлическая, термическим сопротивлением стенки  $R_{cm}$  и  $R_{cm}^l$  (формулы 7.2.6 и 7.2.9) в расчетах пренебрегают.

При расчетах теплового потока по условиям п. 6.6. – 6.8. термическим сопротивлением теплоотдаче от теплоносителя к внутренней поверхности стенки изолируемого объекта (формулы 7.2.5 и 7.2.10) также можно пренебречь.

7.2.3. Полный тепловой поток с поверхности изоляции трубопроводов и оборудования диаметром до 1020 мм вкл. следует определять по формуле:

$$Q_L = q_l \cdot L \cdot K \quad (7.2.12)$$

Полный тепловой поток с поверхности изоляции оборудования и трубопроводов наружным диаметром более 1020 мм следует определять по формуле:

$$Q = F \cdot K \quad (7.2.13)$$

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		34

Коэффициент  $K$ , учитывающий дополнительный поток теплоты через изолированные опоры, фланцевые соединения и арматуру, следует принимать по таблице 7.1.

Таблица 7.1. Значение коэффициента  $K$ .

Способ прокладки трубопроводов	$K$
Надземный на открытом воздухе, в непроходных каналах, тоннелях и помещениях: <ul style="list-style-type: none"> <li>• для стальных трубопроводов на подвижных опорах, условным проходом               <ul style="list-style-type: none"> <li>- до 150 мм</li> <li>- 150 мм и больше</li> </ul> </li> <li>• для стальных трубопроводов на подвесных опорах</li> <li>• для неметаллических трубопроводов на подвижных и подвесных опорах</li> </ul>	      
Оборудование	1,1

7.2.4. Расчетный коэффициент теплопроводности изделий «MISOT-FLEX» для поверхностей с положительной температурой теплоносителя следует принимать по формуле:

$$\lambda_{из} = 0,036 + 0,0001 \cdot t_{cp} \quad (7.2.14.)$$

где  $t_{cp}$  - средняя температура теплоизоляционного слоя, определяемая как среднеарифметическое значение между температурой изолируемой поверхности и температурой поверхности изоляции.  $t_{cp} = (t_m + t_n) / 2$ .

*Примечание.*

*Для поверхностей, расположенных в помещении среднюю температуру теплоизоляционного слоя,  $t_{cp}$ , с достаточной степенью точности может быть определена  $t_{cp} = (t_m + 40) / 2$ , °С; для поверхностей, расположенных на открытом воздухе в зимнее время  $t_{cp} = t_m / 2$ .*

7.2.5 Расчетный коэффициент теплопроводности теплоизоляционных изделий «MISOT-FLEX» для поверхностей с температурой ниже 20°С при определении плотности теплового потока следует принимать по формуле 7.2.14.

7.2.6 Температуру теплоносителя,  $t_m$ , следует принимать, как среднюю за год температуру вещества в изолируемом оборудовании;

Температуру окружающего воздуха,  $t_o$ , следует принимать:

- при расположении в помещении на основании технического задания на проектирование, при его отсутствии – равной 20°С;
- при расположении на открытом воздухе – среднюю за год в соответствии со СНиП 23-01-99 «Строительная климатология» или по данным местной метеостанции для конкретного населенного пункта;

7.2.7 Расчетный коэффициент теплоотдачи,  $\alpha_n$ , от наружной поверхности теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху следует принимать по таблице 7.3:

Таблица 7.3

Температура изолируемой поверхности, °С	Изолируемая поверхность	Вид расчета	Коэффициент теплоотдачи $\alpha_n$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°С) при расположении изолируемых поверхностей			
			в помещениях и тоннелях с покрытиями		на открытом воздухе с покрытиями	
			Алюминиевая фольга, металлические покрытия	Стеклоткань, ПВХ и т.п. или без покрытия	Алюминиевая фольга, металлические покрытия	Стеклоткань, ПВХ и т.п. или без покрытия
Выше 20	Горизонтальные трубопроводы	По заданной температуре на поверхности покровного слоя	6	10	6	10
		Остальные виды расчетов	6	11	29	29
	Плоская поверхность, вертикальные трубопроводы	По заданной температуре на поверхности покровного слоя	6	11	6	11
		Остальные виды расчетов	7	12	35	35
19 и ниже	Все виды изолируемых объектов	Предотвращение конденсации влаги из окружающего воздуха на поверхности изоляции	5	7	-	-
		Остальные виды расчетов	6	11	29	29

**Примечания.**

1. Для трубопроводов, прокладываемых в каналах, коэффициент теплоотдачи от поверхности изоляции к воздуху в канале допускается принимать  $\alpha_n = 8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С})$ .
2. Коэффициент теплоотдачи от воздуха к стенке канала допускается принимать равным  $8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С})$ .
3. При применении покрытий из нержавеющей и тонколистовой оцинкованной стали, листов и лент из алюминия и алюминиевых сплавов, алюминиевой фольги, а также других материалов, окрашенных алюминиевой краской, следует принимать коэффициент теплоотдачи по графам 4 и 6.

**7.3. Расчет тепловой изоляции, отвечающей требованию энергоэффективности.**

7.3.1. В соответствии с требованиями п.4.2 СНиП 41-03-2003 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» конструкции тепловой изоляции должны отвечать требованиям энергоэффективности, т.е. иметь оптимальное соотношение между стоимостью теплоизоляционной конструкции и стоимостью тепловых потерь через изоляцию в течение расчетного срока эксплуатации.

Расчет теплоизоляционной конструкции в соответствии с требованием энергоэффективности производится при необходимости определения толщины тепловой изоляции по минимуму затрат в зависимости от марки применяемого материала, вида покрытия, срока эксплуатации теплоизоляционной конструкции и стоимости тепловой энергии.

7.3.2. Расчет энергоэффективной толщины изоляции производится из условия:

$$\mathcal{E}_{\text{зод}} = (p + p_n) S_{\kappa} + S_{\text{mn}} = \text{минимум}; \quad (7.3.1)$$

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		36

Коэффициент, определяющий величину годовых эксплуатационных расходов определяется по формуле:

$$p = \frac{1+m}{\tau}; \quad (7.3.2)$$

Нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений определяется по формуле:

$$p_n = \frac{1}{T_n}; \quad (7.3.3)$$

7.3.3. Для конструкций тепловой изоляции трубопроводов.

7.3.3.1. Стоимость теплоизоляционной конструкции  $S_k$  определяется по формуле:

$$S_k = S_u + S_{mp} + S_y; \quad (7.3.4)$$

7.3.3.2. Стоимость изделий и материалов для теплоизоляционной конструкции 1 м трубопроводов  $S_u$  определяется по формуле:

$$S_u = S_{mi} + S_{кл} + S_{л} + S_{оч} + S_{покp}; \quad (7.3.5)$$

7.3.3.3. Стоимость теплоизоляционных изделий определяется с учетом коэффициента расхода материалов 1,1:

Стоимость теплоизоляционных изделий при однослойной изоляции определяется:

Для трубопроводов, изолируемых изделиями в виде трубок

$$S_{mi} = 1,1 \cdot b_{mp}; \quad (7.3.6)$$

Для трубопроводов, изолируемых изделиями в виде рулонов

$$S_{mi} = 1,1 \cdot \pi \cdot (d_{mp} + 2\delta_{из}) \cdot b_{рул}; \quad (7.3.7)$$

Стоимость последующих слоев  $S_{mi}^i$  при многослойной изоляции определяется по формуле:

$$S_{mi}^i = 1,1 \cdot \pi \cdot (d_{из}^{i-1} + 2\delta_{из}^i) b_{рул}; \quad (7.3.8)$$

7.3.3.4 Стоимость клея, ленты, очистителя и покрытия определяется, соответственно, по формулам 7.3.9 – 7.3.12:

$$S_{кл} = z_{кл} \cdot b_{кл} \left\{ \delta_{из} + \frac{\pi}{4} [(d_{mp} + 2\delta_{из})^2 - (d_{mp})^2] \right\}; \quad (7.3.9)$$

$$S_{л} = 1,1 \cdot b_{л} \cdot [1 + \pi(d_{mp} + 2\delta_{из})]; \quad (7.3.10)$$

$$S_{оч} = 0,15 \cdot S_{кл}; \quad (7.3.11)$$

$$S_{покp} = K_p \cdot b_{покp} \cdot \pi \cdot (d_{mp} + 2\delta_{из}) \quad (7.3.12)$$

$K_p$  – коэффициент расхода покровных материалов по ГСЭН 2001, сборник 26.

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		37

*Примечание. При определении расхода клея,  $z_{кл}$ , в конструкциях тепловой изоляции из изделий «MISOT-FLEX» в конструкциях с покровным слоем следует учитывать расход клея на проклейку швов покрытия.*

7.3.3.5 Стоимость транспортировки  $S_{mp}$  определяется по формуле:

$$S_{mp} = K_{mp} S_u; \quad (7.3.13)$$

7.3.3.6 Затраты на установку теплоизоляционной конструкции  $S_y$  определяются по формуле:

$$S_y = N \cdot \frac{T_y \cdot Z_n}{1760}; \quad (7.3.14)$$

7.3.3.7 Годовая стоимость потерь тепла с 1 м изолированного трубопровода  $S_{mn}$  определяется по формуле:

$$S_{mn} = \frac{3,6 \cdot b \cdot z \cdot Q_L \cdot 10^{-6}}{4,184}; \quad (7.3.15)$$

7.3.4 Тепловой поток (тепловые потери за год) с поверхности изоляции и расчетные параметры определяют в соответствии с требованиями п. 7.2.

7.3.5 Коэффициент теплопроводности изделий следует определять по формуле 7.2.14., коэффициент теплоотдачи - по таблице 7.3.

#### **7.4. Определение толщины теплоизоляционного слоя по заданной или нормированной плотности теплового потока.**

7.4.1. Толщину теплоизоляционного слоя,  $\delta_{из}$ , из теплоизоляционных изделий «MISOT-FLEX» по заданной или нормированной плотности теплового потока для цилиндрического оборудования наружным диаметром более 1420мм или плоской поверхности, следует определять по формуле:

$$\delta_{из} = \lambda_{из} \left( \frac{t_m - t_o}{q} - \frac{1}{\alpha_n} \right) \quad (7.4.1)$$

7.4.2. Толщину теплоизоляционного слоя  $\delta_{из}$ , по заданной или нормированной плотности теплового потока с поверхности изоляции для трубопроводов и оборудования наружным диаметром до 1420 мм вкл. следует определять по формулам:

$$\ln \frac{d_{из}}{d_{mp}} = 2\pi\lambda_{из} \cdot \left( \frac{t_m - t_o}{q_l} - \frac{1}{\pi d_{из} \alpha_n} \right) \quad (7.4.2)$$

$$\delta_{из} = \frac{d_{mp}}{2} \cdot \left( \frac{d_{из}}{d_{mp}} - 1 \right) \quad (7.4.3)$$

*Примечание. Поскольку  $d_{из}$  неизвестно, для реализации расчета целесообразно использовать метод последовательных приближений, суть которого заключается в следующем. Задаваясь начальным значением толщины изоляции  $\delta_{0из}$ , м, определяемой точностью расчета, производят с помощью последовательных шагов 1, 2, 3, ... i*

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		38

для толщины изоляции  $\delta_1=\delta_{01}$ ;  $\delta_2=\delta_{02}$ ;  $\delta_3=\delta_{03}$ ;...  $\delta_i=\delta_{0i}$  вычисление линейной плотности тепловых потоков  $q_{1i}$ ;  $q_{2i}$ ;  $q_{3i}$  ...  $q_{ii}$  по уравнению (7.2.2).

На каждом шаге вычислений  $i$  производится сравнение  $q_{ii}$  с заданным значением плотности теплового потока  $q_{il}$ . При выполнении условия  $q_{ii} - q_l^3 \leq 0$  вычисления заканчиваются, а найденная величина  $\delta_{из} = \delta_{0i}$  является искомой.

7.4.3. Расчетные параметры следует принимать в соответствии с пп. 7.2.4 – 7.2.7.

Нормы плотности теплового потока следует принимать в соответствии с рекомендациями СНиП 41-03-2003 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

Заданную плотность теплового потока определяют, исходя из условий технологического процесса или общего баланса тепла всего объекта.

7.4.4. При расчетах толщины тепловой изоляции теплоизоляционную конструкцию, состоящую из трубок или рулонов одной марки, установленных в несколько слоев, рассматривают, как однослойную конструкцию.

7.4.5. При расчете толщины двухслойной изоляционной конструкции из теплоизоляционных изделий с разным коэффициентом теплопроводности, а также при применении предохранительного слоя из температуростойких волокнистых материалов рекомендуется:

- определить ориентировочную толщину теплоизоляционного слоя по заданной плотности теплового потока;
- подобрать трубку ближайшего типоразмера;
- подобрать толщину листового материала;
- произвести уточняющий расчет теплового потока при подобранных толщинах изделий.

При необходимости, скорректировать толщину второго слоя и повторить расчет плотности теплового потока.

7.4.6. Толщина теплоизоляционного слоя из изделий «MISOT-FLEX», отвечающая нормам плотности теплового потока по СНиП 41-03-2003 приведена в приложении Б.

## 7.5. Определение толщины изоляционного слоя по заданной температуре на поверхности изоляции.

7.5.1. Расчет толщины изоляции по заданной температуре на поверхности изоляции следует производить в случаях, когда тепловой поток с поверхности изоляции не регламентирован, а изоляция необходима как средство, обеспечивающее нормальную температуру воздуха в рабочих помещениях и предохраняющее обслуживающий персонал от ожогов.

7.5.2. Толщину теплоизоляционного слоя следует определять:

- для плоской и цилиндрической поверхности диаметром более 2 м по формуле:

$$\delta_{из} = \frac{\lambda_{из}(t_m - t_n)}{\alpha_n(t_n - t_o)}, \quad (7.5.1)$$

- для цилиндрической поверхности диаметром менее 2 м по формуле:

$$\frac{d_{из}}{d_{mp}} \ln \frac{d_{из}}{d_{mp}} = \frac{2 \cdot \lambda_{из} \cdot (t_m - t_n)}{\alpha_n \cdot d_{mp} \cdot (t_n - t_o)}, \quad (7.5.2)$$

После определения комплекса  $d_{из}/d_{mp}$  толщина изоляции  $\delta_{из}$  определяется по формуле (7.4.3).

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		39

7.5.3. Температура на поверхности изоляции из изделий «MISOT-FLEX»,  $t_n$ , принимается согласно заданию или:

а) для изолируемых поверхностей, расположенных в рабочей или обслуживаемой зоне помещений:

35°C - при температуре изолируемой поверхности 100 и ниже;

45°C - при температуре изолируемой поверхности более 100°C;

б) для изолируемых поверхностей, расположенных на открытом воздухе 55°C:

55°C – при металлическом покрытии;

60°C – при неметаллическом покровном слое.

7.5.4 Температуру окружающего воздуха следует принимать для изолируемых поверхностей:

- расположенных на открытом воздухе – среднюю максимальную наиболее жаркого месяца в соответствии со СНиП 23-01-99 «Строительная климатология» или по данным местной метеостанции для конкретного населенного пункта;

- расположенных в помещениях – в соответствии с заданием или, если не указано в задании, + 20°C.

7.5.5 Коэффициент теплопроводности изделий «MISOT-FLEX» следует определять по формуле 7.2.14., коэффициент теплоотдачи,  $\alpha_n$ , от наружной поверхности теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху - по таблице 7.3.

7.5.6 Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя из изделий «MISOT-FLEX» в конструкциях тепловой изоляции, предназначенных для обеспечения заданной температуры на поверхности изоляции трубопроводов и оборудования, расположенных на открытом воздухе и в помещениях объектов приведена в рекомендуемом приложении В.

## 7.6. Определение толщины теплоизоляционного слоя с целью предотвращения конденсации влаги на поверхности изоляции.

7.6.1. Толщину тепловой изоляции с целью предотвращения конденсации влаги из воздуха на поверхности изоляции следует выполнять для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении и транспортирующих вещества с температурой ниже температуры окружающего воздуха.

Для оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе, такой расчет не выполняют.

7.6.2. Расчетную толщину теплоизоляционного слоя для трубопроводов и оборудования, наружным диаметром до 2 м следует определять по формуле:

$$\frac{d_{из}}{d_{мп}} \ln \frac{d_{из}}{d_{мп}} = \frac{2 \cdot \lambda_{из}}{\alpha_n \cdot d_{мп}} \cdot \left( \frac{t_o - t_m}{t_o - t_n} - 1 \right), \quad (7.6.1)$$

после определения комплекса  $\frac{d_{из}}{d_{мп}}$  толщину изоляции определяют по формуле (7.4.3).

7.6.3. Расчетную толщину тепловой изоляции для плоских и цилиндрических поверхностей диаметром 2 м и более определяют по формуле:

$$\delta_{из} = \frac{\lambda_{из}}{\alpha_n} \cdot \left( \frac{t_o - t_m}{t_o - t_n} - 1 \right) \quad (7.6.2)$$

7.6.4. При расчетах толщины теплоизоляционного слоя следует принимать:

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		40



- температуру и относительную влажность воздуха – в соответствии с заданием;
- расчетный коэффициент теплопроводности следует принимать по таблице 1.1;
- коэффициент теплоотдачи,  $\alpha_e$  следует принимать по таблице 7.3.

7.6.5. Температура на поверхности изоляции,  $t_n$ , должна быть выше «точки росы» (чтобы не было конденсации влаги из воздуха на поверхности изоляции).

Для соблюдения этого условия допустимый перепад температур ( $t_o - t_n$ ) при температуре ( $t_o$ ) и относительной влажности окружающего воздуха ( $\varphi$ ) в помещении должен быть меньше перепада температур между окружающим воздухом и «точкой росы».

$$(t_o - t_n) \leq (t_o - t_p)$$

Допустимый перепад температур ( $t_o - t_n$ ) рекомендуется принимать по таблице 7.4.

Таблица 7.4. Расчетный перепад между температурой поверхности изоляции и температурой воздуха в помещении ( $t_o - t_n$ ) при расчетной относительной влажности окружающего воздуха.

Температура воздуха, $t_o$ , °С	Относительная влажность воздуха, $\Phi$ , %				
	50	60	70	80	90
	Расчетный перепад, ( $t_o - t_n$ ), °С				
4	8,7	6,5	4,8	3,0	1,4
6	9,0	6,8	5,0	3,1	1,4
8	9,4	7,1	5,0	3,1	1,4
10	9,8	7,2	5,1	3,2	1,4
16	10,2	7,6	5,3	3,3	1,5
18	10,4	7,7	5,4	3,3	1,5
20	10,5	7,8	5,4	3,4	1,5
22	10,7	7,9	5,5	3,4	1,5
24	10,9	8,0	5,6	3,5	1,6
26	11,0	8,2	5,7	3,5	1,6
28	11,2	8,3	5,8	3,6	1,6
30	11,4	8,4	5,9	3,6	1,6

При необходимости точного определения температуру точки росы  $t_p$  можно определить по формуле:

$$t_p = \frac{233,77 \cdot \ln P_{II} + 115,72}{16,57 - 0,997 \cdot \ln P_{II}}; \quad (7.6.3)$$

Парциальное давление водяного пара  $P_{II}$  определяют по формуле:

$$P_{II} = \frac{\varphi \cdot P_H}{100}; \quad (7.6.4)$$

где  $P_H$  - парциальное давление насыщенного водяного пара, которое определяют по формуле:

$$P_H = \exp \frac{16,57 \cdot t_o - 115,72}{223,77 + 0,997 \cdot t_o} \quad (7.6.5)$$

7.6.6. Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя в конструкциях тепловой изоляции на основе теплоизоляционных изделий «MISOT-FLEX» без покровного слоя или с покровным слоем для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещениях с темпера-

турой окружающего воздуха 20°C и относительной влажности воздуха 60 и 75% приведена в приложении Г.

## 7.7. Определение времени до начала замерзания холодной воды в трубопроводах при остановке её движения или требуемой толщины теплоизоляционного слоя

7.7.1. Тепловую изоляцию с целью предотвращения замерзания холодной воды при прекращении её движения предусматривают для трубопроводов, расположенных на открытом воздухе или неотапливаемом помещении.

Как правило, расчет производят для трубопроводов наружным диаметром до 159 мм вкл., имеющих малый запас аккумулированного тепла. Чем больше диаметр трубопровода и выше температура воды перед её остановкой, тем меньше вероятность замерзания.

Уменьшает вероятность замерзания холодной воды применение изолированных неметаллических трубопроводов.

7.7.2. Исходными данными при определении запаса времени, на которое тепловая изоляция из изделий «MISOT-FLEX» может предохранить транспортируемую жидкость от замерзания при остановке её движения, являются:

- температура воды, определяющая её расчетные параметры (плотность, удельную теплоёмкость, температуру замерзания, скрытую теплоту замерзания);
- температура окружающего воздуха,
- скорость ветра, влияющая на коэффициент теплоотдачи от поверхности изоляции к окружающему воздуху;
- внутренний диаметр, толщина и материал стенки трубопровода;
- марка и толщина изделий «MISOT-FLEX», применяемых для изоляции трубопроводов холодной воды.

7.7.3. Время (в часах) до начала замерзания воды в трубопроводе при имеющейся толщине изоляции, определяют по формуле (7.7.1):

$$Z = \frac{1}{3,6 \cdot K} \cdot \left( \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{uz}} \ln \frac{d_{uz}}{d_{mp}} + \frac{1}{\pi \cdot d_{uz} \cdot \alpha_n} \right) \cdot \left[ \frac{2 \cdot (t_m - t_3) \cdot (v_m \rho_m c_m + v_{cm} \rho_{cm} c_{cm})}{t_m + t_3 - 2 \cdot t_o} + \frac{0,25 \cdot v_m \rho_m r_m}{t_3 - t_o} \right]$$

В частном случае для стального водопровода формула имеет вид:

$$Z = \frac{2326}{K} \cdot \left( \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{uz}} \ln \frac{d_{uz}}{d_{mp}} + \frac{1}{\pi \cdot d_{uz} \cdot \alpha_n} \right) \cdot \left[ \frac{t_m \cdot (v_m + 0,9 \cdot v_{cm})}{t_m - 2 \cdot t_o} + \frac{10 \cdot v_m}{t_o} \right] \quad (7.7.2)$$

7.7.4. Толщину теплоизоляции из изделий «MISOT-FLEX» следует определять по формуле (7.7.3):

$$\ln \frac{d_{uz}}{d_{mp}} = 2\pi\lambda_{uz} \cdot \left\{ \frac{3,6 \cdot K \cdot Z}{\frac{2 \cdot (t_m - t_3) \cdot (v_m \rho_m c_m + v_{cm} \rho_{cm} c_{cm})}{t_m + t_3 - 2 \cdot t_o} + \frac{0,25 \cdot v_m \rho_m r_m}{t_3 - t_o}} - \frac{1}{\pi \cdot d_{uz} \cdot \alpha_n} \right\} \quad (7.7.3)$$

или для частного случая стального трубопровода:

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		42

$$\ln \frac{d_{uz}}{d_{mp}} = 2\pi\lambda_{uz} \left\{ \frac{3,6 \cdot K \cdot Z}{2326 \cdot \frac{t_m \cdot (v_m + 0,9 \cdot v_{cm})}{t_m - 2 \cdot t_0} + \frac{10 \cdot v_m}{t_0}} - \frac{1}{\pi \cdot d_{uz} \cdot \alpha_n} \right\} \quad (7.7.4)$$

7.7.5 Температуру окружающего воздуха следует принимать – среднюю наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,98 для региона, где расположен трубопровод.

7.7.6 Коэффициент  $K$ , учитывающий дополнительные потери на опорах, следует принимать по таблице 7.1.

7.7.7 Коэффициент теплопроводности изделий следует определять по формуле 7.2.14.

Наружный коэффициент теплоотдачи от поверхности изоляции к окружающему воздуху рекомендуется принимать 29 Вт/(м<sup>2</sup>·°C).

7.7.8 Расчетное время, в течение которого тепловая изоляция на основе теплоизоляционных материалов «MISOT-FLEX» позволит предохранить от замерзания холодную воду с начальной температурой 5 и 10°C при аварийной остановке её движения в зимнее время в трубопроводах, расположенных в регионах со средней температурой наиболее холодной пятидневки не ниже минус 30°C, приведена в приложении Д.

При расчетах толщины изоляции трубопроводов коэффициент  $K$ , учитывающий дополнительные потери на опорах, принят - 1,2 (стальные трубопроводы с условным проходом до 150 мм на подвижных опорах).

## 7.8 Определение толщины теплоизоляционного слоя по заданному снижению (повышению) температуры вещества, транспортируемого трубопроводами.

7.8.1. Расчет производят для трубопроводов, транспортирующих жидкие среды с целью предотвращения снижения температуры среды ниже допустимого значения, необходимого исходя из требований технологического процесса.

Расчет производят по следующим формулам:

при  $\frac{t_{m1} - t_o}{t_{m2} - t_o} \geq 2$

$$\ln \frac{d_{uz}}{d_{mp}} = 2\pi\lambda_{uz} \cdot \left( \frac{3,6 \cdot L \cdot K}{G_m \cdot c_m \cdot \ln \frac{t_{m1} - t_o}{t_{m2} - t_o}} - \frac{1}{\alpha_n \cdot \pi \cdot d_{uz}} \right) \quad (7.8.1)$$

при  $\frac{t_{m1} - t_o}{t_{m2} - t_o} < 2$

$$\ln \frac{d_{uz}}{d_{mp}} = 2\pi\lambda_{uz} \cdot \left[ \frac{3,6 \cdot L \cdot K (t_m^{cp} - t_o)}{G_w \cdot c_w \cdot (t_{m1} - t_{m2})} - \frac{1}{\alpha_n \cdot \pi \cdot d_{uz}} \right] \quad (7.8.2)$$

7.8.2. Расчетную температуру окружающего воздуха, коэффициент теплоотдачи и коэффициент дополнительных потерь через опоры следует принимать в соответствии с указаниями п. 10.7.

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		43

## 7.9. Определение толщины теплоизоляционного слоя по заданной величине охлаждения вещества, хранимого в емкости.

7.9.1 Расчет производится с целью определения необходимой толщины изоляции из изделий «MISOT-FLEX», необходимой для поддержания температуры вещества, хранящегося в емкости, в течение заданного времени.

Расчет толщины теплоизоляционного слоя следует производить по формуле:

$$\delta_{из} = \lambda_{из} \cdot \left[ \frac{3,96 \cdot (t_m^{cp} - t_e) \cdot F \cdot Z}{(t_{m1} - t_{m2}) \cdot (V_m \rho_m c_m + V_{cm} \rho_{cm} c_{cm})} - \frac{1}{\alpha_n} \right] \quad (7.9.1),$$

7.9.2 Коэффициент теплопроводности следует определять исходя из средней температуры хранящихся веществ и температуры на поверхности изоляции.

Температуру окружающего воздуха следует принимать:

- при расположении на открытом воздухе - среднюю наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,98;
- при расположении в помещении - в соответствии с техническим заданием.

7.9.3 Коэффициент теплоотдачи от покрытия изоляции к окружающему воздуху рекомендуется принимать в соответствии с таблицей 7.3.

## 7.10 Определение толщины теплоизоляционного слоя трубопроводов подземной канальной прокладки

7.10.1. В соответствии с требованиями СНиП 41-03-2003 для трубопроводов тепловых сетей двух трубной подземной канальной прокладки регламентируется суммарная линейная плотность теплового потока с поверхности изоляции двух трубопроводов. В связи с этим определение толщины тепловой изоляции производится методом последовательных приближений, при котором задается толщина тепловой изоляции трубопроводов и определяется суммарная плотность теплового потока с поверхности двух трубопроводов. Производится сравнение с нормативными значениями, приведенными в таблицах 8 и 9 СНиП41-03.

Предусматривается, что оба трубопровода прокладываются на одной глубине. Толщина тепловой изоляции одинакова для подающего и обратного трубопроводов.

7.10.2. При расчетах тепловой изоляции трубопроводов подземной двухтрубной канальной прокладки тепловых сетей следует принимать:

- а) расчетную среднегодовую температуру теплоносителя подающего и обратного трубопроводов – по таблице 7.5;
- б) расчетную температуру наружной среды  $t_o$  при глубине заложения до верха канала 0,7 м и менее:
  - при круглогодичной работе тепловой сети - среднегодовую температуру наружного воздуха;
  - при работе только в отопительный период - среднюю за отопительный период;
- в) при глубине заложения верха канала более 0,7 м - среднюю за год температуру грунта на глубине заложения оси трубопроводов;
- г) расчетный коэффициент теплоотдачи  $\alpha_n = 35 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  (при глубине заложения верха канала 0,7 м и менее);

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		44

д) коэффициенты теплоотдачи от поверхности теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху в канале,  $\alpha_{нк1}$ ,  $\alpha_{нк2}$ , и коэффициент теплоотдачи от воздуха к стенке канала,  $\alpha_k$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°С) могут быть приняты равными 8 Вт/(м<sup>2</sup>·°С).

Таблица 7.5. Среднегодовые температуры теплоносителя в водяных тепловых сетях

Температурные режимы водяных тепловых сетей, °С	Трубопровод	
	Подающий	Обратный
	Расчетная температура теплоносителя, $t_m$ , °С	
95-70	65	50
150-70	90	50

7.10.3. Суммарная линейная плотность теплового потока с поверхности изоляции трубопроводов определяется по формуле

$$\Sigma q_l = q_{l1} + q_{l2} \quad (7.10.1),$$

Линейную плотность теплового потока по заданной толщине теплоизоляционных конструкций следует определять:

- подающего трубопровода:

$$q_{l1} = \frac{(t_{m1} - t_{zp}) \cdot K}{r_1}, \quad (7.10.2),$$

- для обратного трубопровода:

$$q_{l2} = \frac{(t_{m2} - t_{zp}) \cdot K}{r_2}, \quad (7.10.3),$$

Полное термическое сопротивление, м<sup>2</sup>·°С/Вт, теплоизоляционных конструкций подающего и обратного трубопроводов ( $r_1$  и  $r_2$ ), соответственно, определяются по формулам:

$$r_1 = \frac{1}{2\pi\lambda_{уз1}} \ln \frac{d_{уз1}}{d_{н1}} + \frac{1}{\alpha_{нк1}\pi \cdot d_{уз1}} + r_k + \psi_{к1} \cdot r_k, \quad (7.10.4)$$

$$r_2 = \frac{1}{2\pi\lambda_{уз2}} \ln \frac{d_{уз2}}{d_{н2}} + \frac{1}{\alpha_{нк2}\pi \cdot d_{уз2}} + r_k + \psi_{к2} \cdot r_k, \quad (7.10.5)$$

Линейное термическое сопротивление канала,  $r_k$ , следует определять по формуле:

$$r_k = 1/[\alpha_k \cdot 2 \cdot (h+b)] + r_{zp}, \quad (7.10.6)$$

Термическое сопротивление грунта при двухтрубной канальной прокладке определяется по формуле:

$$r_{zp} = \frac{1}{2\pi \cdot \lambda_{gp}} \cdot \ln \left[ \frac{2H}{d_k} + \sqrt{\left( \frac{2H}{d_k} \right)^2 - 1} \right], \quad (7.10.7).$$

При  $H/d_k \geq 1,25$  термическое сопротивление грунта определяют по формуле:

$$r_{zp} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{zp}} \cdot \ln \frac{4 \cdot H}{d_k}, \quad (7.10.8)$$

эквивалентный диаметр канала,  $d_k$  определяется по формуле:

$$d_k = \frac{2 \cdot (h \cdot b)}{b + h}, \quad (7.10.9)$$

Коэффициент теплопроводности грунта принимается по таблице 7.6.

Таблица 7.6. Рекомендуемая расчетная теплопроводность грунта в зависимости от его вида и влагосодержания.

Вид грунта	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Влагосодержание, % по массе	Теплопроводность, Вт/(м·°С)	Вид грунта	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Влагосодержание, % по массе	Теплопроводность, Вт/(м·°С)	
Песок	1480	4	0,86	Суглинок	1600	8	1,45	
	1600	5	1,11		"	15	1,78	
	"	15	1,92		2000	5	1,75	
	"	23,8	1,92		"	10	2,56	
Суглинок	1100	8	0,71		"	11,5	2,68	
	"	15	0,9		-	-	-	
	1200	8	0,83		-	-	-	
	"	15	1,04		-	-	-	
	1300	8	0,98		Глинистые	1300	8	0,72
	"	15	1,2			"	18	1,08
	1400	8	1,12	"		40	1,66	
	"	15	1,36	1500		8	1,0	
	"	20	1,63	"		18	1,46	
	1500	8	1,27	"		40	2,0	
	"	15	1,56	1600		8	1,13	
	"	20	1,86	"		27	1,93	

Коэффициенты, определяющие дополнительное термическое сопротивление подающего и обратного трубопроводов в канале,  $\psi_{\kappa 1}$  и  $\psi_{\kappa 2}$ , определяют по формулам:

$$\psi_{\kappa 1} = \frac{(t_{m2} - t_{zp}) \cdot \left( \frac{1}{2\pi\lambda_{uz1}} \ln \frac{d_{uz1}}{d_{н1}} + \frac{1}{\alpha_{нк1}\pi \cdot d_{uz1}} \right) - (t_{m1} - t_{m2}) \cdot r_{\kappa}}{(t_{m1} - t_{zp}) \cdot \left( \frac{1}{2\pi\lambda_{uz2}} \ln \frac{d_{uz2}}{d_{н2}} + \frac{1}{\alpha_{нк2}\pi \cdot d_{uz2}} \right) + (t_{m1} - t_{m2}) \cdot r_{\kappa}}, \quad (7.10.10)$$

$$\psi_{\kappa 2} = \frac{(t_{m1} - t_{zp}) \cdot \left( \frac{1}{2\pi\lambda_{u32}} \ln \frac{d_{u32}}{d_{n2}} + \frac{1}{\alpha_{нк2} \pi \cdot d_{u32}} \right) + (t_{m1} - t_{m2}) \cdot r_{\kappa}}{(t_{m2} - t_{zp}) \cdot \left( \frac{1}{2\pi\lambda_{u31}} \ln \frac{d_{u31}}{d_{n1}} + \frac{1}{\alpha_{нк1} \pi \cdot d_{u31}} \right) - (t_{m1} - t_{m2}) \cdot r_{\kappa}}, \quad (7.10.11)$$

Температуру воздуха в канале,  $t_{\kappa}$ , следует определять по формуле:

$$t_{\kappa} = \frac{\frac{t_{m1}}{r_{u31} + r_{n1}} + \frac{t_{m2}}{r_{u32} + r_{n2}} + \frac{t_{zp}}{r_{\kappa}}}{\frac{1}{r_{u31} + r_{n1}} + \frac{1}{r_{u32} + r_{n2}} + \frac{1}{r_{\kappa}}}, \quad (7.10.12)$$

где:

а)  $r_{u31}$  и  $r_{u32}$  - термическое сопротивление теплоизоляционных конструкций подающего и обратного трубопроводов, м<sup>0</sup>С/Вт:

$$r_{u31} = \frac{1}{2\pi\lambda_{u31}} \ln \frac{d_{u31}}{d_{n1}}, \quad (7.10.13); \quad r_{u32} = \frac{1}{2\pi\lambda_{u32}} \ln \frac{d_{u32}}{d_{n2}}, \quad (7.10.14)$$

б)  $r_{n1}$   $r_{n2}$  - термическое сопротивление теплоотдачи от поверхности теплоизоляционной конструкции подающего и обратного трубопроводов к воздуху в канале, м<sup>0</sup>С/Вт:

$$r_{n1} = \frac{1}{\pi \cdot \alpha_{нк1} \cdot d_{u31}}, \quad (7.10.15); \quad r_{n2} = \frac{1}{\pi \cdot \alpha_{нк2} \cdot d_{u32}}, \quad (7.10.16);$$

Вместо температуры грунта  $t_{zp}$  в формулы (7.10.11) и (7.10.12) следует подставлять температуру окружающего воздуха  $t_o$ .

7.10.4. Толщина тепловой изоляции для изделий «MISOT-FLEX» в конструкциях подземной канальной прокладки трубопроводов приведены в приложении Е.

## 7.11 Определение толщины теплоизоляционного слоя для предотвращения конденсации влаги на внутренних поверхностях газоходов и воздухопроводов

7.11.1 Расчет толщины теплоизоляционного слоя из изделий «MISOT-FLEX», проводят для газоходов или воздухопроводов, транспортирующих газообразные вещества, с температурой выше температуры окружающей среды и содержащие водяные пары.

7.11.2 Расчет производят для объектов с температурой транспортируемых веществ, значительно превышающих точку росы.

Расчетную температуру на внутренней поверхности, ( $t_{гр}^{вн}$ ), следует задавать выше температуры «точки росы».

7.11.3 Толщину теплоизоляционного слоя определяют:

для газоходов (воздуховодов) с плоскими стенками и цилиндрических газоходов диаметром 2 м и более по формуле

$$\delta_{из} = \lambda_{из} \left[ \frac{t_{вн} - t_0}{\alpha_{вн} \cdot (t_0 - t_{вн})} - \frac{1}{\alpha_n} \right], \quad (7.11.1)$$

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		47

для цилиндрических газоходов (воздуховодов) диаметром менее 2 м по формуле

$$\ln \frac{d_{из}}{d_{мп}} = 2\lambda_{из} \left[ \frac{t_{вн} - t_o}{\alpha_в \pi \cdot d_{мп}^{вн} (t_m - t_{вн})} - \frac{1}{\alpha_n \cdot d_{из}} \right], \quad (7.11.2)$$

7.11.4 Для газоходов и воздуховодов прямоугольного сечения вместо наружного ( $d_{мп}$ ) и внутреннего ( $d_{мп}^{вн}$ ) диаметра трубопровода следует подставлять значение эквивалентного наружного ( $d_{экв}$ ) и внутреннего ( $d_{экв}^{вн}$ ) диаметров, определяемых по формуле (7.10.9).

Коэффициент теплоотдачи от пара к стенке паропровода следует определять по обобщенным критериальным формулам, приведенным в справочной литературе по теплопередаче, учитывающим скорость движения, размеры объекта и теплофизические свойства вещества.

Для определения коэффициента теплоотдачи от воздуха к внутренней поверхности изолируемого воздуховода при турбулентном режиме с достаточной степенью точности применима формула

$$\alpha_в = 0,018 \left( \frac{w_m d_{экв}}{\nu_m} \right)^{0,8} \cdot \frac{\lambda_m}{d_{экв}}. \quad (7.11.3)$$

7.11.5 Температуру окружающего воздуха следует принимать как среднюю наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,98 в соответствии со СНиП 23-01 или по данным местной метеостанции для конкретного населенного пункта.

7.11.6 Коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху рекомендуется принимать равным 29 Вт/(м<sup>2</sup>·°С).

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		48



## 8. РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ИЗ ИЗДЕЛИЙ «MISOT-FLEX» В ДВУХСЛОЙНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ С ТЕМПЕРАТУРОЙ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ВЫШЕ ИХ МАКСИМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИМЕНЕНИЯ

8.1. Изделия «MISOT-FLEX» в сочетании с промежуточным слоем из теплоизоляционных материалов с температурой применения более 105°C могут быть применены для изоляции трубопроводов с постоянной рабочей температурой более 105°C.

8.2. Толщина внутреннего предохранительного слоя рассчитывается так, чтобы температура на границе раздела между внутренним слоем из температуростойкого материала и наружным слоем из изделий «MISOT-FLEX» (междуслойная температура) не превышала 105°C.

Толщина каждого слоя рассчитывается отдельно.

8.3. Тепловой поток с поверхности двухслойной изоляционной конструкции для трубопроводов рассчитывается по формуле:

$$q_l = \frac{t_m - t_o}{\frac{1}{2\pi \cdot \lambda_{u31}} \ln \frac{d_{u31}}{d_n} + \frac{1}{2\pi \cdot \lambda_{u32}} \ln \frac{d_{u32}}{d_{u31}} + \frac{1}{\alpha_n \cdot \pi \cdot d_{u32}}}, \quad (8.1.)$$

где:  $d_{mp}$  – наружный диаметр изолируемого трубопровода, м;

$d_{u31}$  – диаметр внутреннего слоя изоляции (из волокнистого материала), м;

$d_{u32}$  – диаметр наружного слоя изоляции (из изделий «MISOT-FLEX»), м;

$t_m$  – температура теплоносителя, °C;

$t_o$  – температура окружающего воздуха, °C,

$\lambda_{u31}$  – коэффициент теплопроводности внутреннего слоя, Вт/(м·°C);

$\lambda_{u32}$  – коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя из изделий «MISOT-FLEX»), Вт/(м·°C);

$q_l$  – нормированная или заданная линейная плотность теплового потока (с 1 метра длины), Вт/м,

$\alpha_n$  – коэффициент теплоотдачи от поверхности изоляции в окружающий воздух, Вт/(м<sup>2</sup>·°C).

Термическое сопротивление теплоотдачи от теплоносителя к стенке в расчете не учитывается.

8.4. Междуслойную температуру при известной толщине наружного слоя из изделий «MISOT-FLEX» определяют по формуле:

$$t_{1,2} = t_o + \frac{q_l}{\pi} \cdot \left( \frac{1}{d_{u32} \alpha_n} + \frac{\ln \frac{d_{u32}}{d_{u31}}}{2\lambda_{u32}} \right) \quad (8.2)$$

или по формуле:

$$t_{1,2} = t_m - \frac{q_l}{\pi} \cdot \frac{\ln \frac{d_{u31}}{d_{mp}}}{2 \cdot \lambda_{u31}} \quad (8.3.)$$

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		49

Температура на поверхности изоляции может быть определена по формуле:

$$t_n = t_m - \frac{q_l}{\pi} \cdot \left( \frac{\ln \frac{d_{u31}}{d_{mp}}}{2 \cdot \lambda_{u31}} + \frac{\ln \frac{d_{u32}}{d_{u31}}}{2 \cdot \lambda_{u32}} \right) = t_o + \frac{q_l}{\alpha_n \cdot \pi \cdot d_{u32}} \quad (8.4)$$

8.5. Толщина внутреннего (первого) слоя тепловой изоляции рассчитывается по формулам:

$$\ln \frac{d_{u31}}{d_n} = 2 \cdot \pi \cdot \lambda_{u31} \cdot \frac{t_m - t_{1,2}}{q_l} \quad (8.5),$$

затем по формуле (7.4.3) определяется толщина первого слоя изоляции.

Коэффициент теплопроводности первого слоя определяется при средней температуре первого слоя:  $t_{cpl} = 0,5 \cdot (t_m + t_{1,2})$ .

Толщина второго (наружного) слоя определяется по формуле (7.4.2.) и (7.4.3.).

При этом вместо значения температуры теплоносителя ( $t_m$ ) подставляют значение междуслонной температуры ( $t_{1,2}$ ), а вместо ( $d_{mp}$ ) - значение ( $d_{u31}$ ).

8.6. Порядок расчета двухслойной изоляции с наружным слоем из изделий «MISOT-FLEX».

1. Определяется требуемая плотность теплового потока при заданной температуре теплоносителя (нормируемая по СНиП 41-03-2003 или заданная по технологическим требованиям).

2. Задается междуслонная температура – не более 105°C.

3. Для заданной междуслонной температуры по формуле (8.5.) определяется толщина первого слоя изоляции из температуростойкого материала.

4. Выбирается наиболее близкий по номенклатуре типоразмер рулонных изделий «MISOT-FLEX» (или трубок) и, исходя из этого, корректируется толщина первого слоя изоляции.

5. По формулам 7.4.2 и 7.4.3 определяется требуемая толщина тепловой изоляции из изделий «MISOT-FLEX» и определяется типоразмер изделий.

6. Для выбранного типоразмера изделий из изделий «MISOT-FLEX» и толщины внутреннего слоя из температуростойкого материала производится проверочный расчет значения междуслонной температуры.

Если она превышает заданную, производят повторный расчет с уточнением необходимой толщины тепловой изоляции.

8.7. Для трубопроводов, проложенных на открытом воздухе, необходимо также проверить значение междуслонной температуры при выбранной конструкции для средней максимальной температуры самого жаркого месяца.

Для этого определяют тепловой поток по формуле (8.1) и междуслонную температуру по формулам (8.2.) или (8.3.).

**8.8. Пример расчета требуемой толщины тепловой изоляции из изделий «MISOT-FLEX»**

1. Исходные данные.

Определить требуемую толщину тепловой изоляции из изделий «MISOT-FLEX» в конструкции тепловой изоляции трубопровода наружным диаметром 76 мм с температурой тепло-

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		50

носителя 150°C при числе часов работы более 5000. Трубопровод расположен в помещении с температурой 20°C.

В соответствии с таблицей 2 СНиП 41-03-2003 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» плотность теплового потока принимается  $q_l = 41$  Вт/м.

2. Выбор теплоизоляционного материала для предохранительного слоя.

В качестве внутреннего слоя тепловой изоляции из выпускаемых на территории России и поставляемых из-за рубежа материалов, могут быть использованы следующие:

- полотно стекловолнистое холстопрощивное марки ПСХ-Т;
- полотно стекловолнистое иглопробивное марки ИПС-Т;
- цилиндры из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем URSA®;
- цилиндры из минеральной ваты на синтетическом связующем производства ЗАО «Минеральная Вата»;
- плиты мягкие из базальтового волокна;
- материал базальтовый огнезащитный МБОР без обкладок.

Для внутреннего слоя принимается материал базальтовый огнезащитный МБОР без обкладок по ТУ 5769-003-48588528-00 (выпускается материал толщиной 5 и 10 мм).

3. Принимаем междуслойную температуру  $t_{cp1} = 105^\circ\text{C}$ .

4. Определение необходимой толщины предохранительного слоя из материала МБОР.

Коэффициент теплопроводности материала МБОР определяется при средней температуре теплоизоляционного слоя по формуле:

$$\lambda_{из1} = 0,033 + 0,00012 \cdot (t_{cp1} - 25),$$

$$\text{где } t_{cp1} = 0,5 \cdot (t_m + t_{1,2}) = 0,5 \cdot (150 + 105) = 128^\circ\text{C}.$$

$$\text{тогда } \lambda_{из1} = 0,033 + 0,00012 \cdot (128 - 25) = 0,0468 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}.$$

Толщина внутреннего слоя определяется по формулам 8.5. и 7.4.3.

$$\ln \frac{d_{из1}}{d_n} = 2 \cdot \pi \cdot \lambda_{из1} \cdot \frac{t_m - t_{1,2}}{q_l} = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,0468 \cdot \frac{(150 - 105)}{41} = 0,1434$$

по таблицам натуральных логарифмов определяется отношение  $\frac{d_{из1}}{d_n} = 1,1055$

отсюда

$$\delta_{из1} = \frac{d_n}{2} \cdot \left( \frac{d_{из1}}{d_n} - 1 \right) = \frac{0,076}{2} (1,1055 - 1) = 0,004 \text{ , м}$$

Принимаем толщину первого теплоизоляционного слоя 5 мм.

Наружный диаметр первого слоя тепловой изоляции:  $76 + 2 \cdot 5 = 86$  мм.

5. Толщина наружного слоя из изделий «MISOT-FLEX» определяется по формулам 7.4.2. и 7.4.3 с учетом того, что  $d_{из1} = 0,086$  м.

Расчетная теплопроводность изделий «MISOT-FLEX» при средней температуре теплоизоляционного слоя:

$$\lambda_{из2} = 0,038 + 0,0001 \cdot t_{cp2},$$

$$\text{где } t_{cp2} = 0,5 \cdot (t_{1,2} + t_n) = 0,5 \cdot (130 + 40) = 85^\circ\text{C}.$$

*Примечание. Температура поверхности изоляции принимается ориентировочно 40°C и уточняется после определения толщины наружного теплоизоляционного слоя и всей конструкции в целом.*

$$\lambda_{из2} = 0,038 + 0,0001 \cdot t_{cp2} = 0,038 + 0,0001 \cdot 85 = 0,0465 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}.$$

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		51

Толщину теплоизоляционного слоя из изделий «MISOT-FLEX» определяют по формуле:

$$\ln \frac{d_{uz2}}{d_{uz1}} = 2 \cdot \pi \cdot \lambda_{uz2} \cdot \left( \frac{t_{1,2} - t_0}{q_l} - \frac{1}{\pi \cdot d_{uz2} \alpha_n} \right) = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,0465 \cdot \left( \frac{130 - 20}{41} - \frac{1}{3,14 \cdot 0,166 \cdot 10} \right) = 0,727$$

*Примечание. Наружный диаметр теплоизоляционной конструкции неизвестен и принимается ориентировочно 0,175 м. На точность расчета это влияет не значительно. Толщина изоляции и наружный диаметр конструкции уточняются в процессе расчета.*

По таблицам натуральных логарифмов определяется отношение  $\frac{d_{uz2}}{d_{uz1}} = 2,068$

отсюда

$$\delta_{uz2} = \frac{d_{uz1}}{2} \cdot \left( \frac{d_{uz2}}{d_{uz1}} - 1 \right) = \frac{0,086}{2} (2,068 - 1) = 0,046 \text{ м}$$

Так как изделия марки «MISOT-FLEX» ни в виде трубок, ни в виде рулонов не выпускаются толщиной 46 мм, необходимая толщина может быть набрана из двух слоев рулонного материала толщиной 40 и 6 мм.

### ВАРИАНТ А.

1. Предварительно принимаем следующую теплоизоляционную конструкцию:

- первый (внутренний) слой тепловой изоляции из изделия МБОР толщиной 5 мм
- второй слой и третий слой из рулонов «MISOT-FLEX» общей толщиной 46 мм.

Для заданной конструкции определяем плотность теплового потока и междуслойную температуру при температуре воздуха в помещении 20°C.

2. Плотность теплового потока определяют по формуле 8.1. без учета термического сопротивления теплоотдачи от теплоносителя к стенке трубопровода.

$$q_l = \frac{150 - 20}{\frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,0468} \ln \frac{0,086}{0,076} + \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,0465} \ln \frac{0,178}{0,086} + \frac{1}{10 \cdot 3,14 \cdot 0,178}} = 42,1 \text{ Вт/м}$$

Плотность теплового потока превышает нормативное значение по СНиП 41-03-2003 и превышает норму на 1%.

3. Междуслойная температура определяется при плотности теплового потока 42,1 Вт/м по формуле 8.3.

$$t_{1,2} = 150 - \frac{42,1}{3,14} \cdot \frac{\ln \frac{0,086}{0,076}}{2 \cdot 0,0468} = 132,3^\circ \text{C}$$

или по формуле 8.4:

$$t_{1,2} = 20 + \frac{42,1}{3,14} \cdot \left( \frac{1}{0,178 \cdot 10} + \frac{\ln \frac{0,178}{0,086}}{2 \cdot 0,0465} \right) = 20 + 69,8 = 132,4^\circ \text{C}$$

Так как значение междуслойной температуры незначительно отличается от принятой, расчет можно считать законченным.

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		52

## ВАРИАНТ Б.

1. Однако, может быть выбран и другой вариант, при котором возможно применение одного слоя рулонного материала «MISOT-FLEX»: в качестве первого внутреннего слоя принять изделия МБОР толщиной 10 мм.

2. Тогда предполагаемая междуслойная температура, определяемая при плотности теплового потока 41 Вт/м по формуле 8.3, будет:

$$t_{1,2} = 150 - \frac{41}{3,14} \cdot \frac{\ln \frac{0,096}{0,076}}{2 \cdot 0,0468} = 117,4^\circ\text{C}$$

3 Уточняем коэффициент теплопроводности материала МБОР:

$$\lambda_{из1} = 0,033 + 0,00012 \cdot (t_{cp1} - 25),$$

где  $t_{cp1} = 0,5 \cdot (t_m + t_{1,2}) = 0,5 \cdot (150 + 118) = 134^\circ\text{C}$ .

тогда  $\lambda_{из1} = 0,033 + 0,00012 \cdot (134 - 25) = 0,0461 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$

$$t_{1,2} = 150 - \frac{41}{3,14} \cdot \frac{\ln \frac{0,096}{0,076}}{2 \cdot 0,0461} = 117^\circ\text{C}$$

4 Толщину теплоизоляционного слоя из изделий «MISOT-FLEX» определяем по формуле 8.4.

Расчетная теплопроводность изделий «MISOT-FLEX» при средней температуре теплоизоляционного слоя:

$$\lambda_{из2} = 0,038 + 0,0001 \cdot t_{cp2},$$

где  $t_{cp2} = 0,5 \cdot (t_{1,2} + t_n) = 0,5 \cdot (117 + 40) = 78,5^\circ\text{C}$ .

$$\lambda_{из2} = 0,038 + 0,0001 \cdot t_{cp2} = 0,038 + 0,0001 \cdot 78,5 = 0,0459 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}.$$

Толщину теплоизоляционного слоя из изделий «MISOT-FLEX» определяют по формуле:

$$\ln \frac{d_{из2}}{d_{из1}} = 2 \cdot \pi \cdot \lambda_{из2} \cdot \left( \frac{t_{1,2} - t_0}{q_l} - \frac{1}{\pi \cdot d_{из2} \cdot \alpha_n} \right) = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,0459 \cdot \left( \frac{117 - 20}{41} - \frac{1}{3,14 \cdot 0,176 \cdot 10} \right) = 0,63$$

*Примечание. Наружный диаметр теплоизоляционной конструкции неизвестен и принимается ориентировочно 0,176 м. На точность расчета это влияет не значительно. Толщина изоляции и наружный диаметр конструкции уточняются в процессе расчета.*

По таблицам натуральных логарифмов определяется отношение  $\frac{d_{из2}}{d_{из1}} = 1,88$

отсюда

$$\delta_{из2} = \frac{d_{из1}}{2} \cdot \left( \frac{d_{из2}}{d_{из1}} - 1 \right) = \frac{0,096}{2} (1,88 - 1) = 0,042 \text{ , м}$$

5. Предварительно принимаем следующую теплоизоляционную конструкцию:

- первый (внутренний) слой тепловой изоляции из изделия МБОР толщиной 10 мм

- второй слой и третий слой из рулонов «MISOT-FLEX» общей толщиной 40 мм.

Для заданной конструкции определяем плотность теплового потока и междуслойную температуру при температуре воздуха в помещении 20°C.

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		53

6. Плотность теплового потока определяют по формуле 8.1. без учета термического сопротивления теплоотдачи от теплоносителя к стенке трубопровода.

$$q_l = \frac{150 - 20}{\frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,0461} \ln \frac{0,096}{0,076} + \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,0459} \ln \frac{0,176}{0,096} + \frac{1}{10 \cdot 3,14 \cdot 0,176}} = 42,1 \text{ Вт/м}$$

Плотность теплового потока превышает нормативное значение по СНиП 41-03-2003 на 1%.

7. Междуслойная температура определяется при плотности теплового потока 42,1 Вт/м по формуле 11.3.

$$t_{1,2} = 150 - \frac{42,1}{3,14} \cdot \frac{\ln \frac{0,096}{0,076}}{2 \cdot 0,0461} = 150 - 34 = 116^\circ \text{C}$$

что незначительно отличается от заданного значения.

Расчет можно считать законченным.

### **ВЫВОД :**

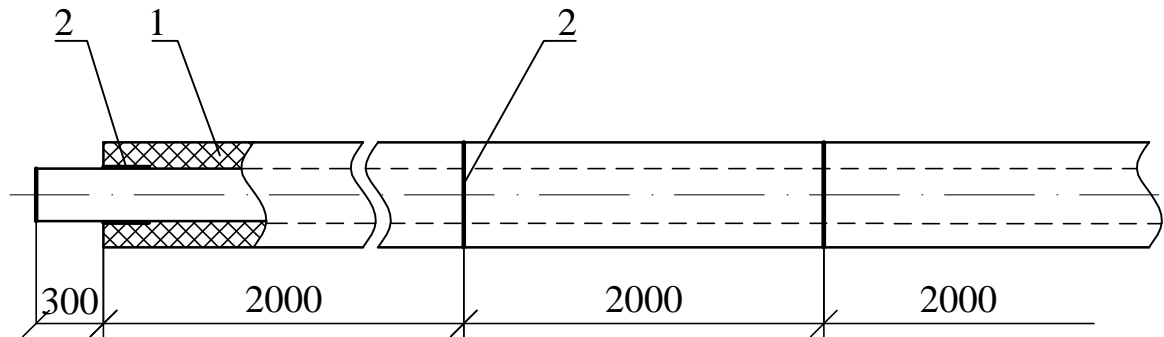
Варианты конструкций А и Б равнозначны по теплотехническим параметрам, в тоже время **вариант Б** является предпочтительным, как по стоимости материалов, так и по стоимости монтажа (Монтируется два слоя изоляции вместо трех).

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		54

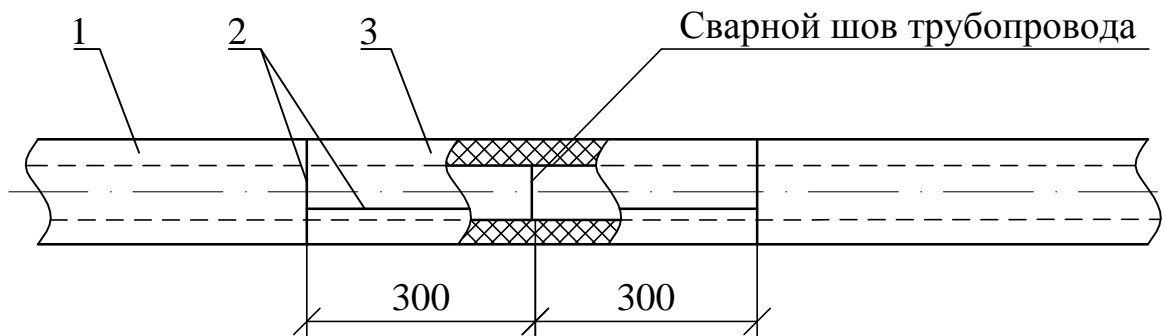
**ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ  
С ПРИМЕНЕНИЕМ ИЗДЕЛИЙ И ПОКРЫТИЙ  
«MISOT-FLEX»  
(стр. 55-95)**

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		55

Рис. А1. Тепловая изоляция несмонтированного трубопровода с положительными температурами изоляционными трубками "MISOT-FLEX"



Изоляция сварного шва трубопровода вставкой из изоляционной трубки "MISOT-FLEX"



1. Изоляционная трубка ST-TB
2. Клей "MISOT-FLEX"
3. Вставка из трубки ST-TB

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

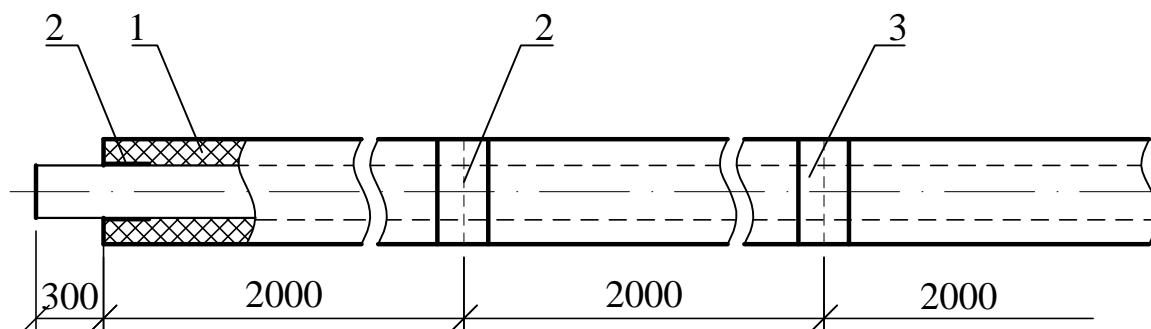
ТР 12129-ТИ.2014

Лист

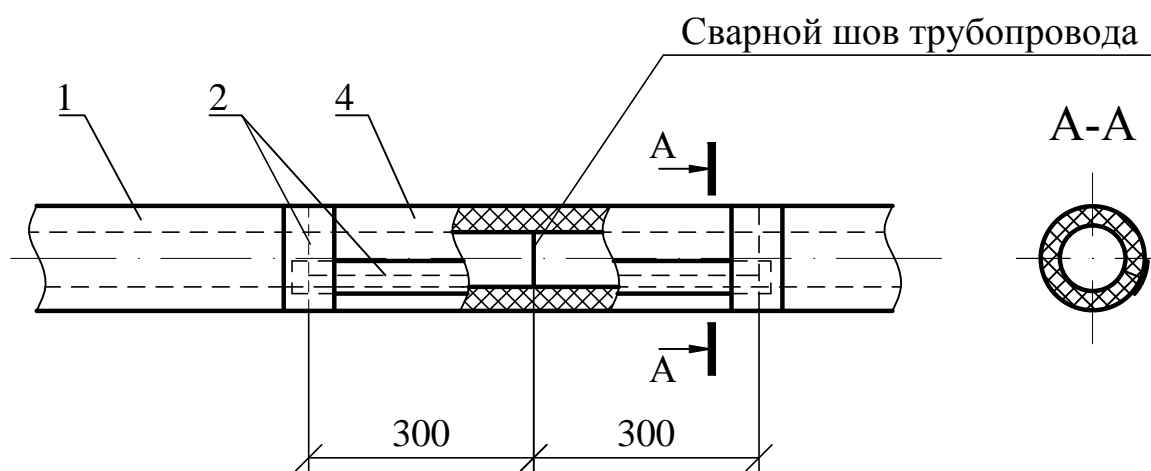
56



Рис. А2. Тепловая изоляция несмонтированного трубопровода с положительными температурами изоляционными трубками "MISOT-FLEX" (вариант с проклейкой швов)



Изоляция сварного шва трубопровода вставкой из изоляционной трубки "MISOT-FLEX"



1. Изоляционная трубка ST-TB
2. Клей "MISOT-FLEX"
3. Самоклеящаяся армированная лента "MISOT-FLEX"
4. Вставка из трубки ST-TB

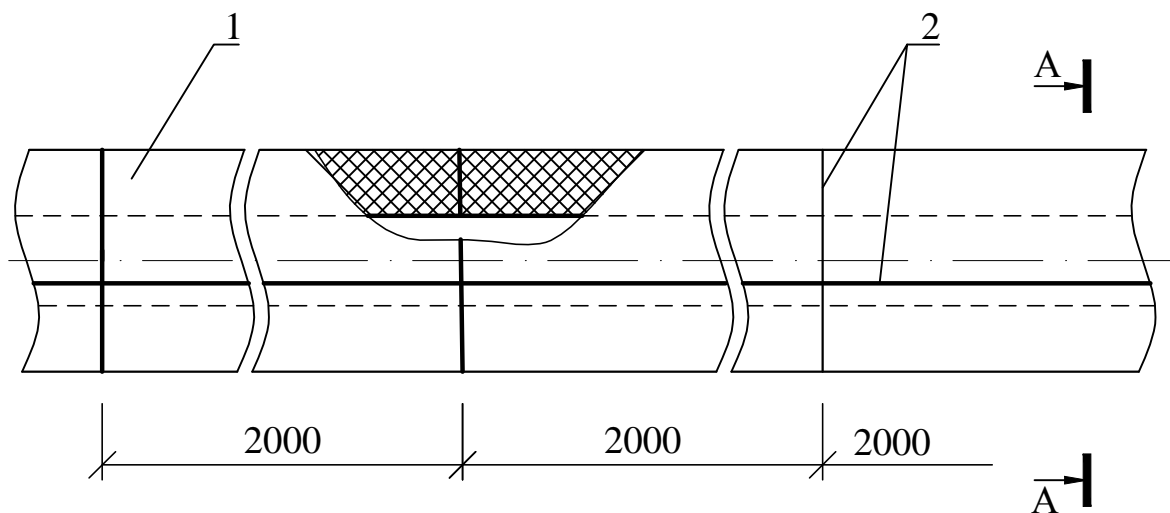
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

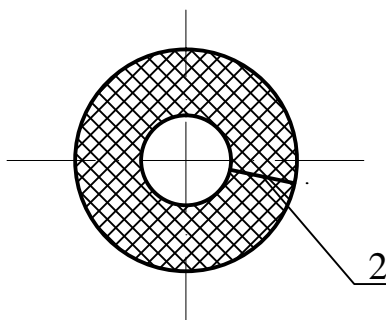
Лист

57

Рис. А3. Тепловая изоляция смонтированного трубопровода с положительными температурами трубками "MISOT-FLEX" с продольным разрезом



A - A



1. Изоляционная трубка ST-ТВ
2. Клей "MISOT-FLEX" (соединение швов)

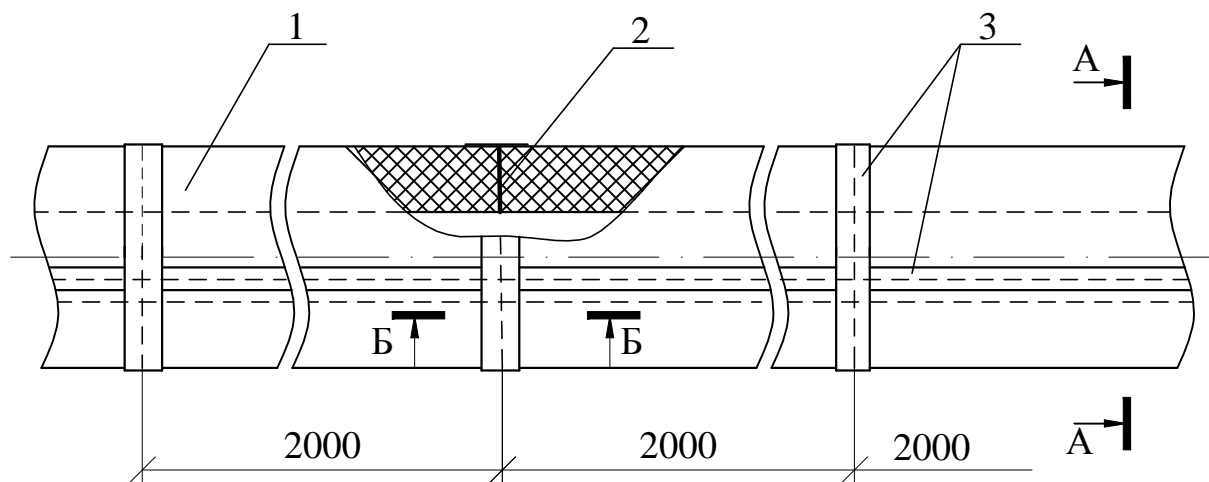
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

Лист

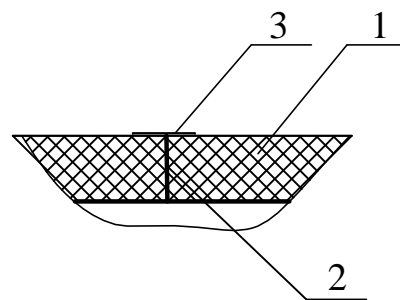
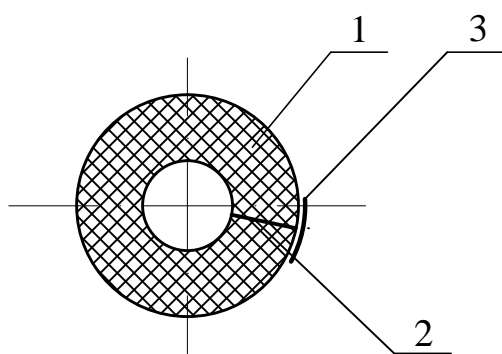
58

Рис. А4. Тепловая изоляция трубопроводов трубками "MISOT-FLEX" с проклейкой швов самоклеящейся армированной лентой "MISOT-FLEX"



А - А

Б - Б



1. Изоляционная трубка ST-ТВ
2. Клей "MISOT-FLEX"
3. Самоклеящаяся армированная лента "MISOT-FLEX"

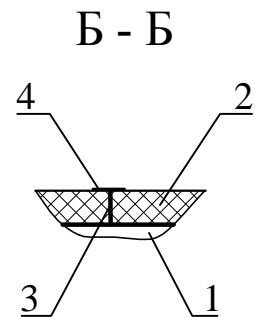
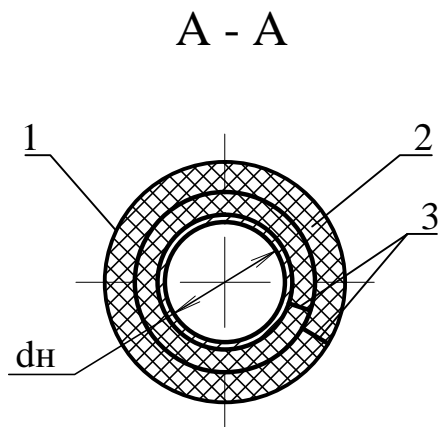
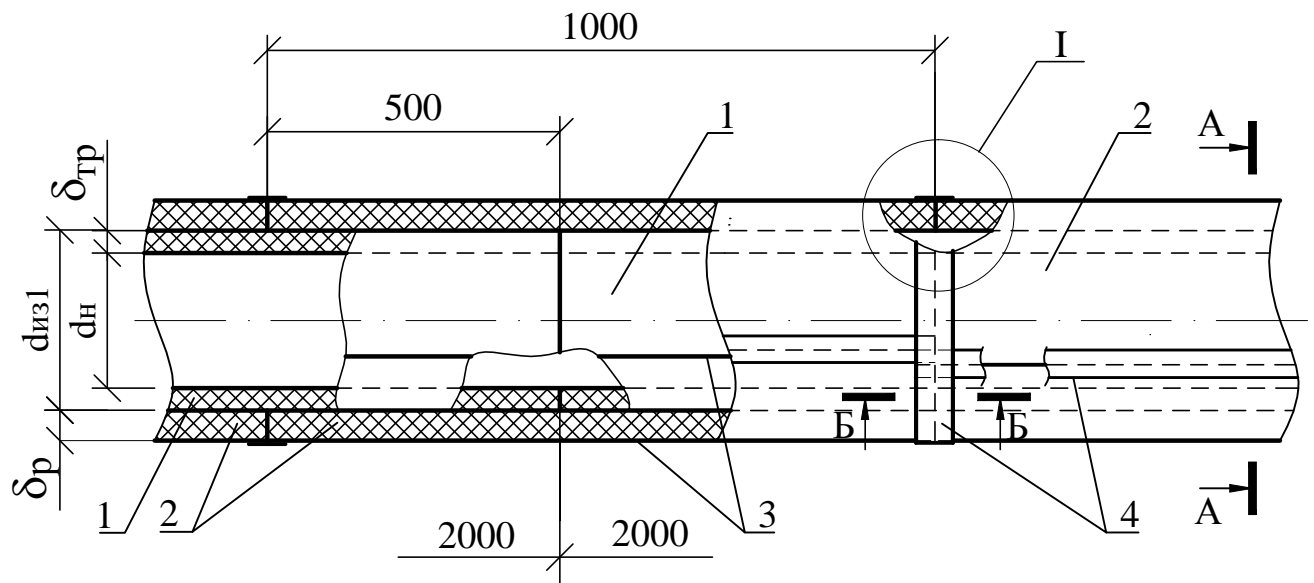
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

Лист

59

Рис. А5. Тепловая изоляция трубопроводов в два слоя - трубками и рулонами "MISOT-FLEX" в качестве наружного слоя



$d_n$  - наружный диаметр трубопровода  
 $d_{из1}$  - наружный диаметр первого слоя  
 $\delta_{тр}$  - толщина трубки "MISOT-FLEX"  
 $\delta_r$  - толщина рулонов "MISOT-FLEX"

1. Изоляционная трубка "MISOT-FLEX" ST-TB
2. Самоклеящиеся рулоны "MISOT-FLEX"  
ST-RL/SA, ST-RL/ALU-SA
3. Клей "MISOT-FLEX" (клеевое соединение швов изделий)
4. Самоклеящаяся лента "MISOT-FLEX"

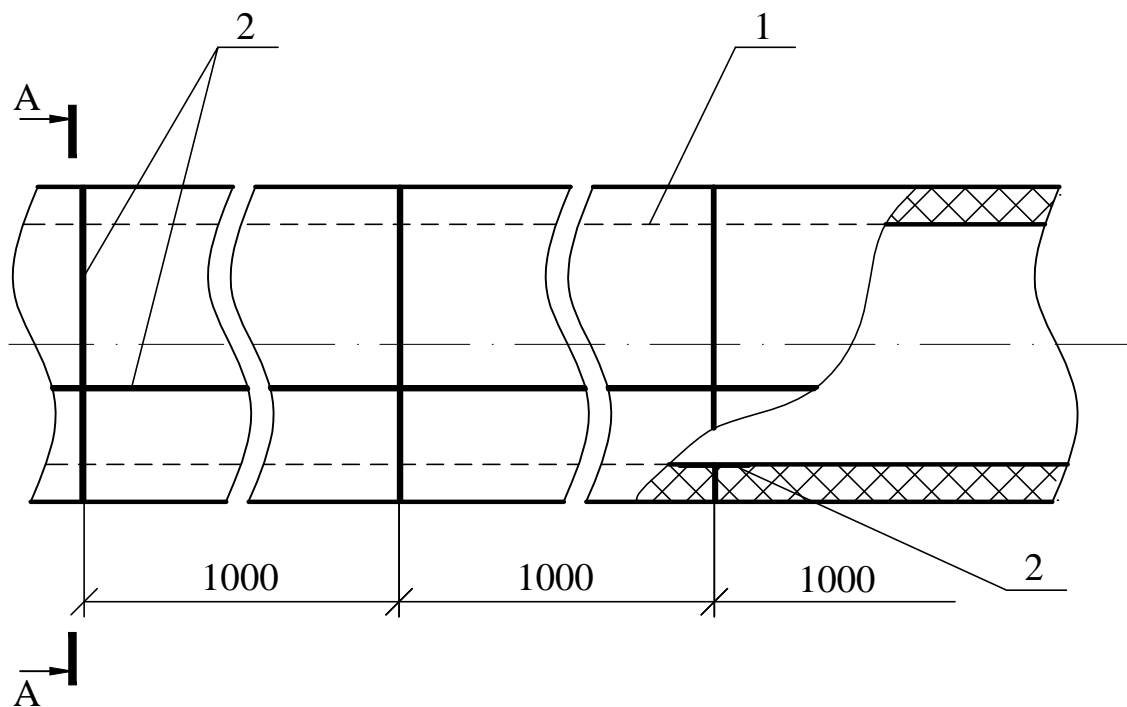
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

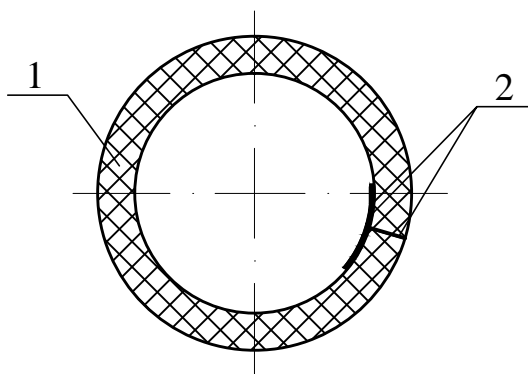
Лист

60

Рис. А6. Тепловая изоляция трубопроводов с положительными температурами рулонным материалом "MISOT-FLEX"



A - A



1. Рулонный материал "MISOT-FLEX"
2. Клей "MISOT-FLEX"

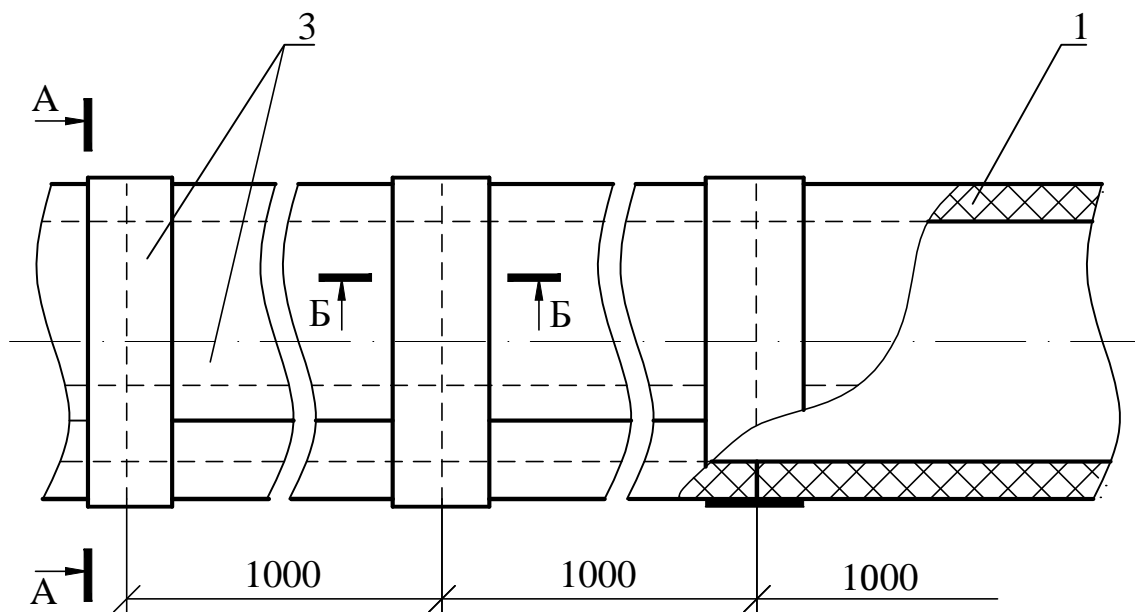
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

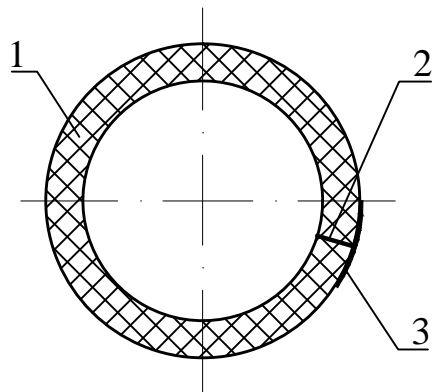
Лист

61

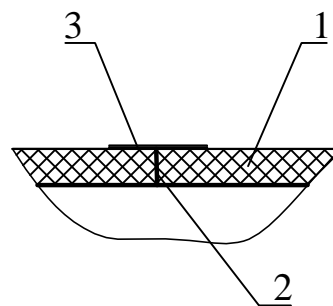
Рис.А7. Тепловая изоляция трубопроводов с отрицательными температурами самоклеящимися рулонами "MISOT-FLEX"



А - А



Б - Б



1. Самоклеящиеся рулоны "MISOT-FLEX"  
ST-RL/SA, ST-RL/ALU-SA
2. Клей "MISOT-FLEX" (клеевое соединение швов)
3. Самоклеящаяся армированная лента "MISOT-FLEX"

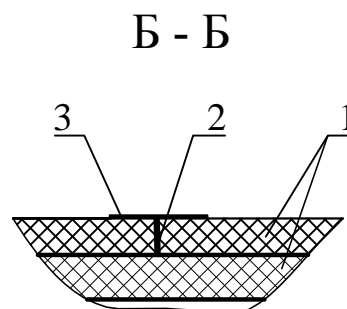
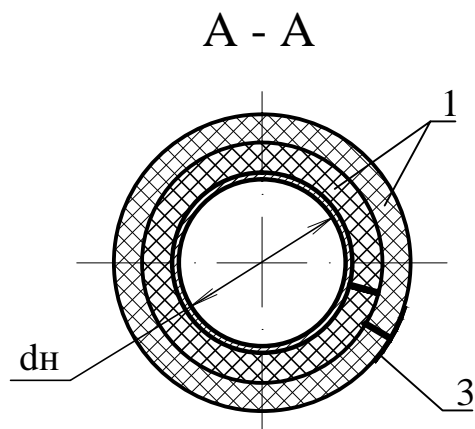
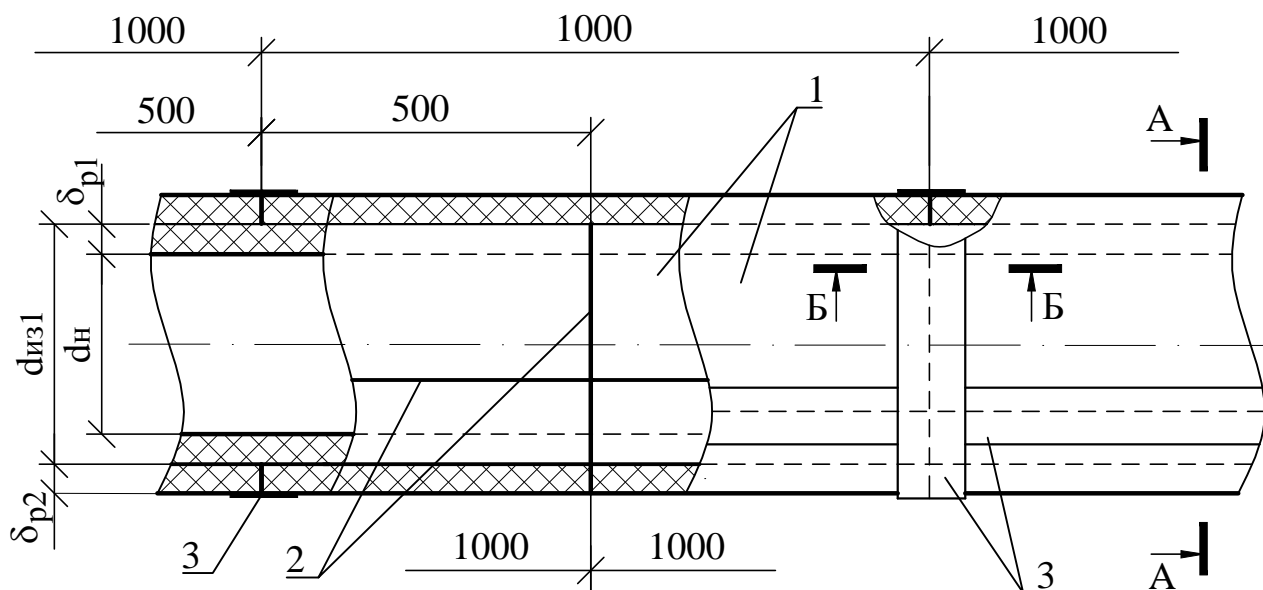
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

Лист

62

Рис. А8. Тепловая изоляция трубопроводов с отрицательными температурами самоклеющимися рулонами "MISOT-FLEX" в два слоя



$d_n$  - наружный диаметр трубопровода  
 $d_{из1}$  - наружный диаметр изоляции по первому слою  
 $\delta_{р1}$  - толщина рулонов "MISOT-FLEX" первого слоя  
 $\delta_{р2}$  - толщина рулонов "MISOT-FLEX" второго слоя

1. Самоклеящиеся рулоны ST-RL/SA, ST-RL/ALU-SA
2. Клей "MISOT-FLEX" (клеевое соединение швов изделий)"
3. Самоклеящаяся армированная лента "MISOT-FLEX"

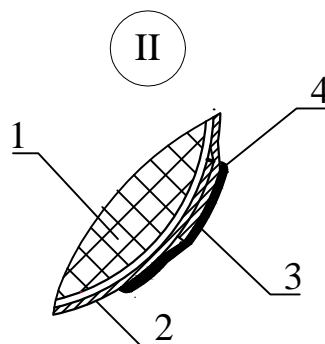
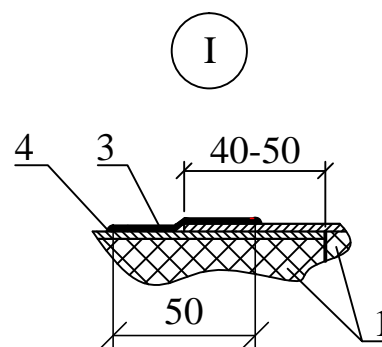
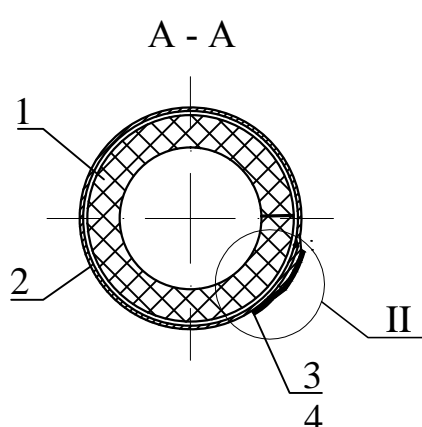
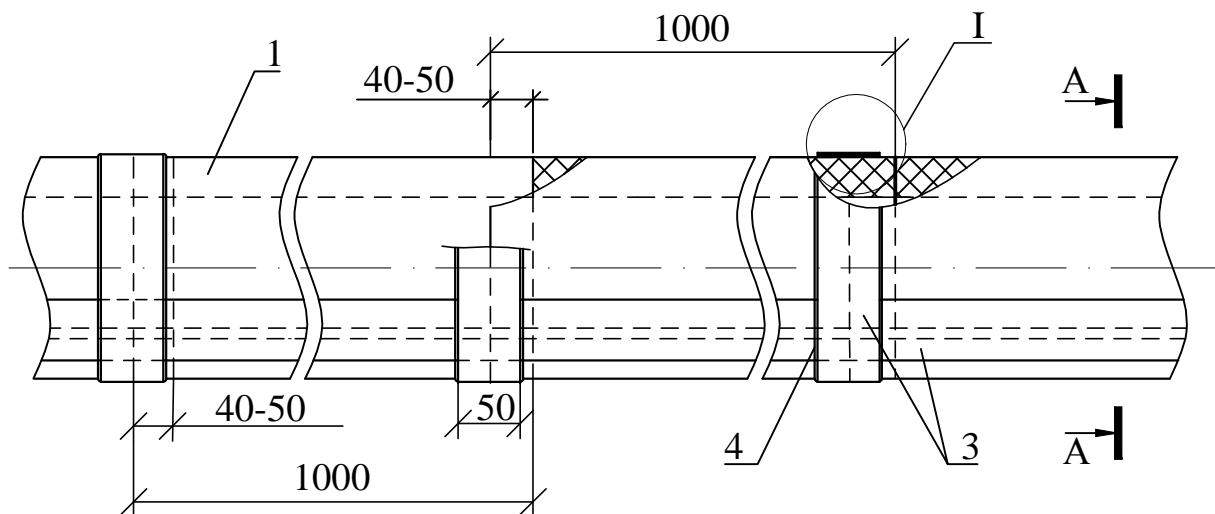
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

Лист

63

Рис. А9. Тепловая изоляция трубопроводов изделиями "MISOT-FLEX" в конструкции с гибким покрытием при расположении на открытом воздухе



1. Теплоизоляционный слой из изделий "MISOT-FLEX"
2. Покрытие гибкое
3. Лента алюминиевая "MISOT-FLEX"
4. Герметик

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

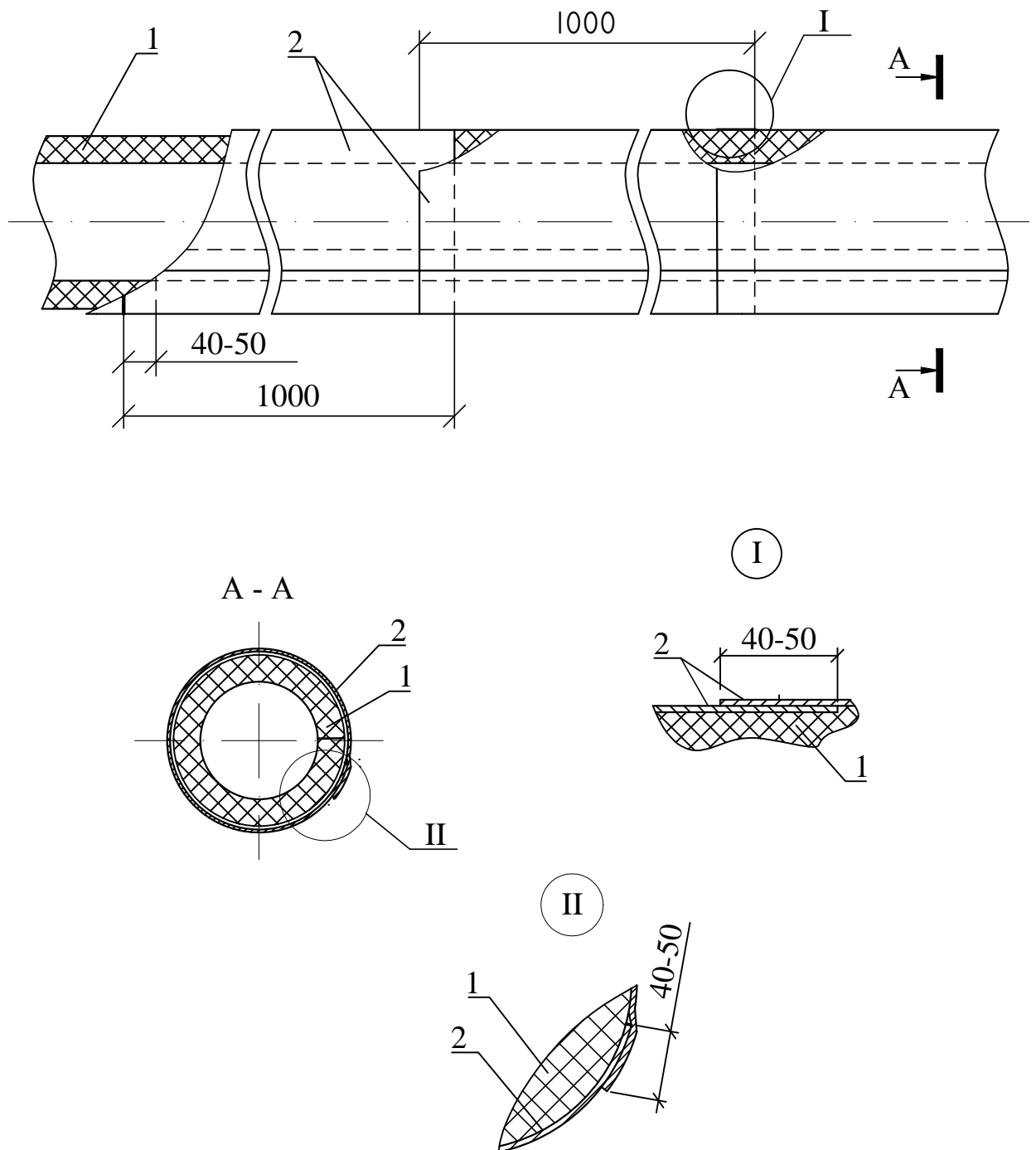
ТР 12129-ТИ.2014

Лист

64



Рис. А10. Тепловая изоляция трубопроводов изделиями "MISOT-FLEX" в конструкции с самоклеящимися гибкими покрытиями



1. Теплоизоляционный слой из изделий "MISOT-FLEX"
2. Покрытие гибкое самоклеящееся

Примечание. При расположении на открытом воздухе швы следует проклеивать лентами "MISOT-FLEX" и герметиком (см. рис.А9).

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

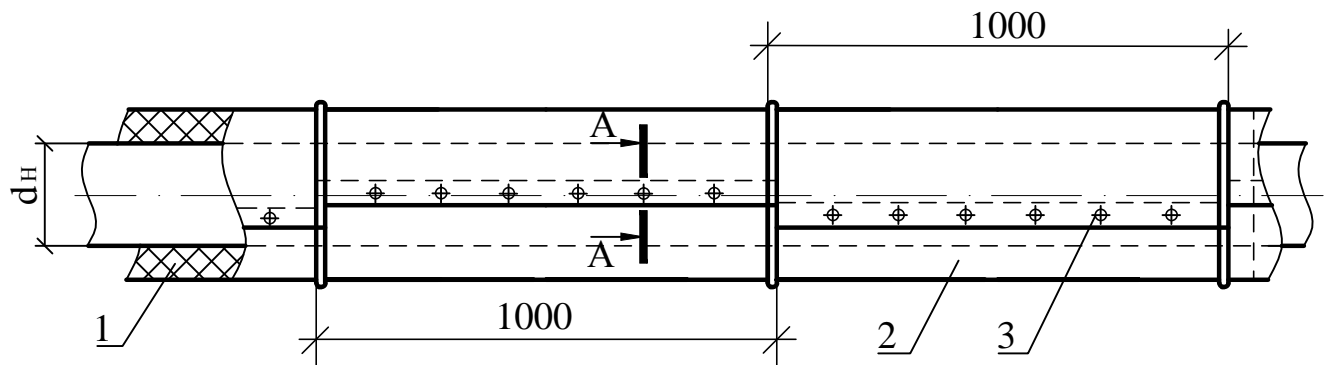
ТР 12129-ТИ.2014

Лист

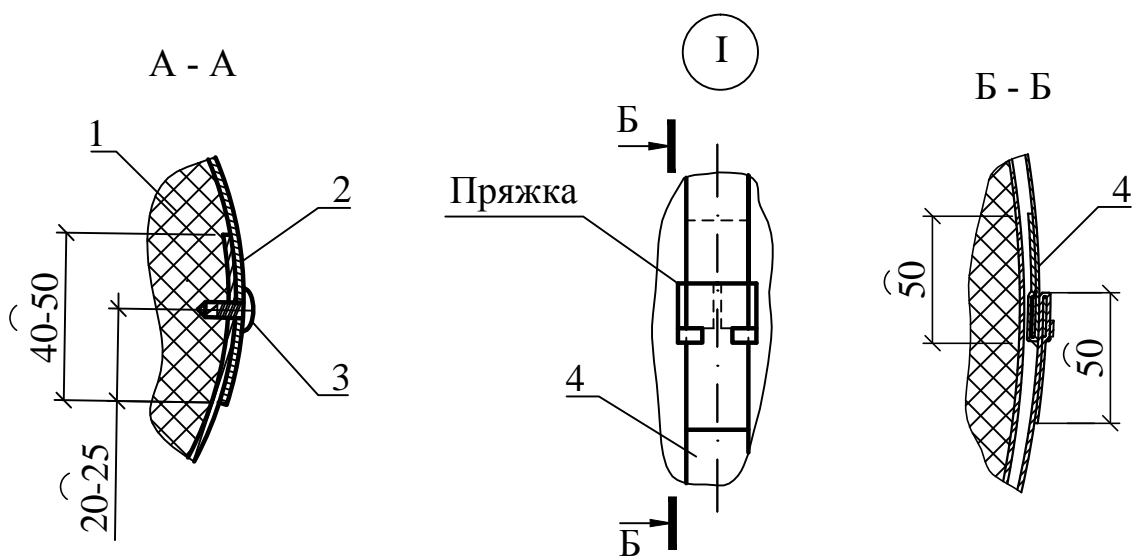
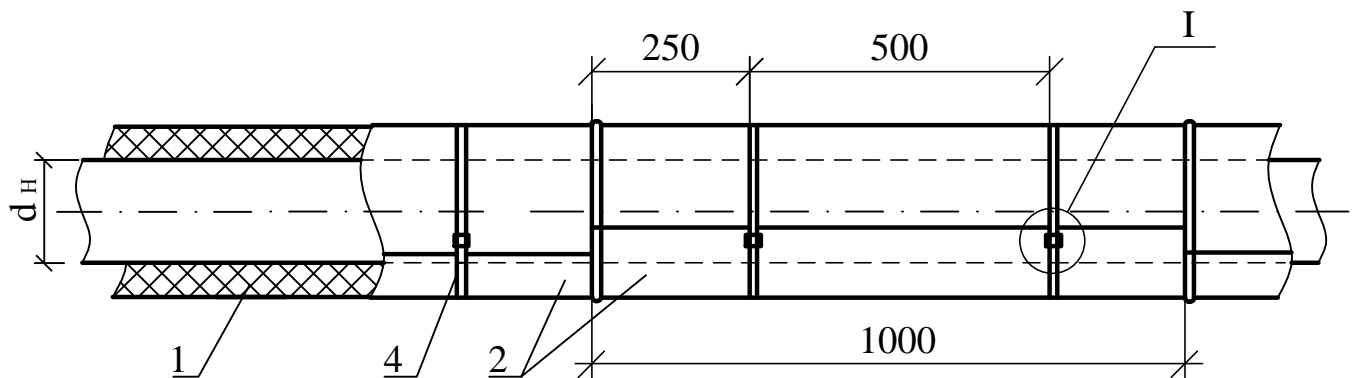
65

Рис. А11. Конструкция металлического покрытия по теплоизоляционному слою из изделий "MISOT-FLEX"

А. Крепление саморезами



Б. Крепление бандажами



1. Теплоизоляционный слой из изделий "MISOT-FLEX"
2. Элементы металлического покрытия
3. Винты-саморезы
4. Бандаж с пряжкой

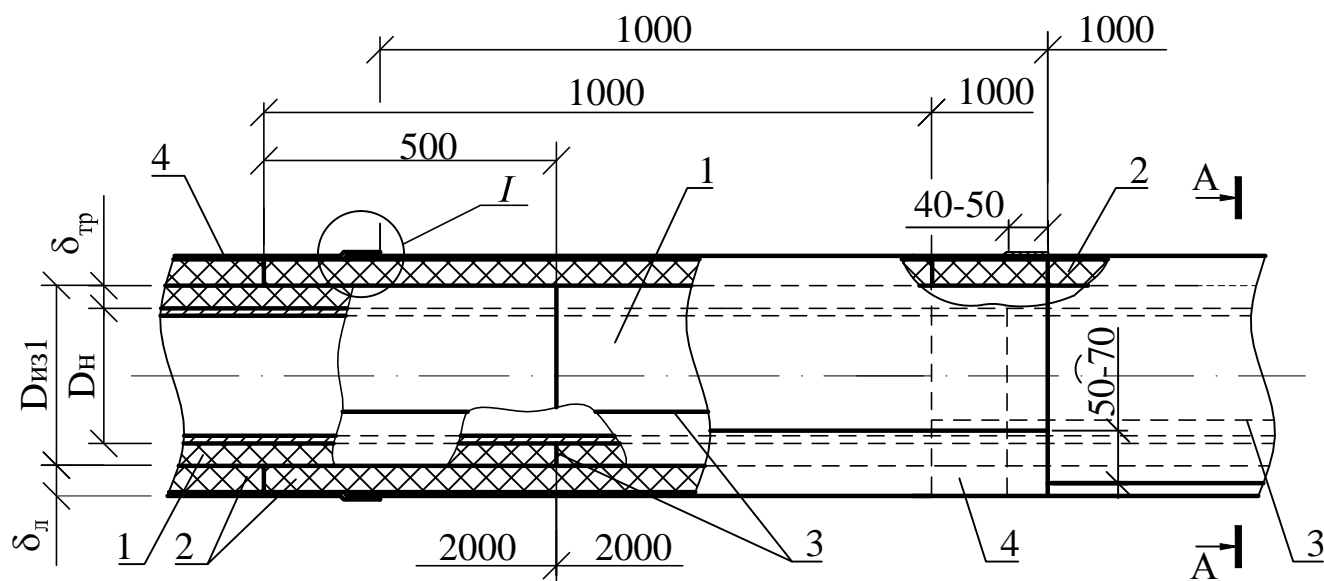
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

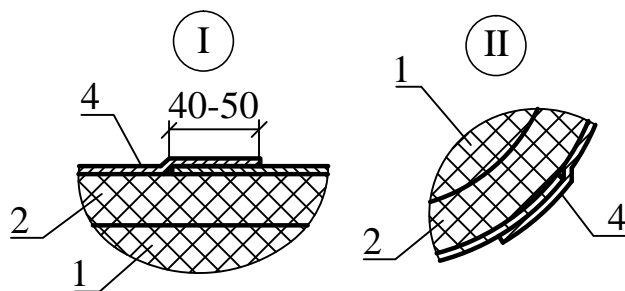
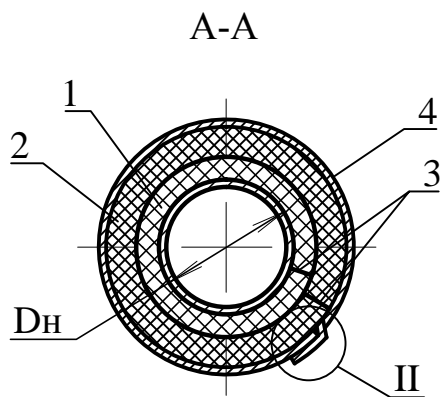
Лист

66

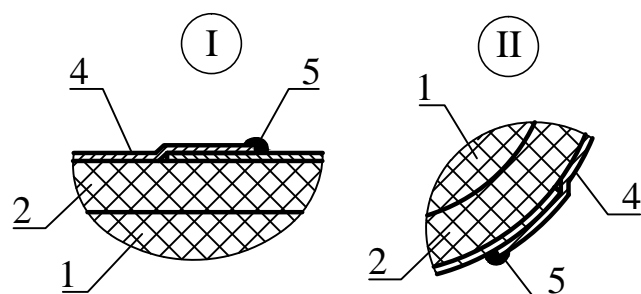
Рис. А12. Тепловая изоляция трубопровода изделиями "MISOT-FLEX" в два слоя с гибким покрытием



А. Внутри зданий и сооружений.



Б. На открытом воздухе.



$D_n$  - наружный диаметр трубопровода  
 $D_{из1}$  - наружный диаметр первого слоя  
 $\delta_{тр}$  - толщина трубки Энергофлекс  
 $\delta_{л}$  - толщина листа Энергофлекс

1. Трубки "MISOT-FLEX" при  $D_n \leq 160$ мм
1. Рулоны "MISOT-FLEX" при  $D_n > 160$ мм
2. Рулоны "MISOT-FLEX"
3. Клей "MISOT-FLEX"
4. Гибкое самоклеящееся покрытие.
5. Герметик силиконовый

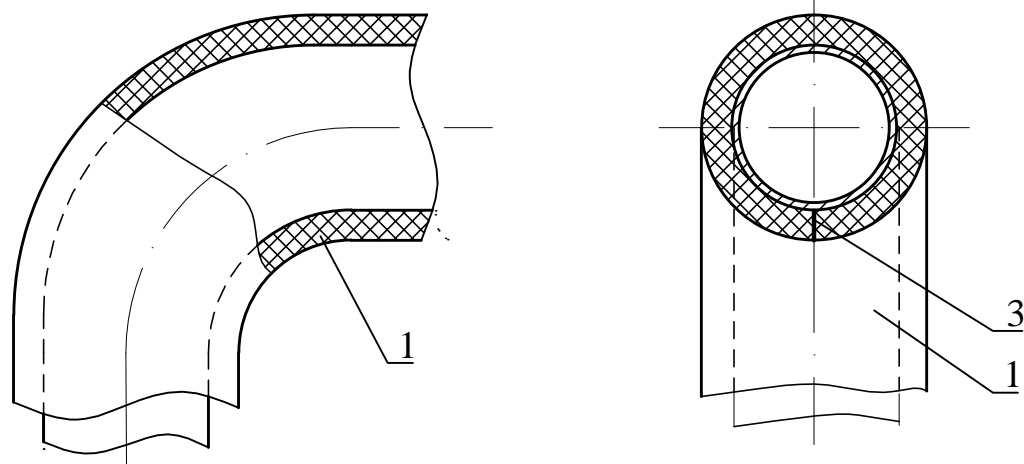
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------

ТР 12129-ТИ.2014

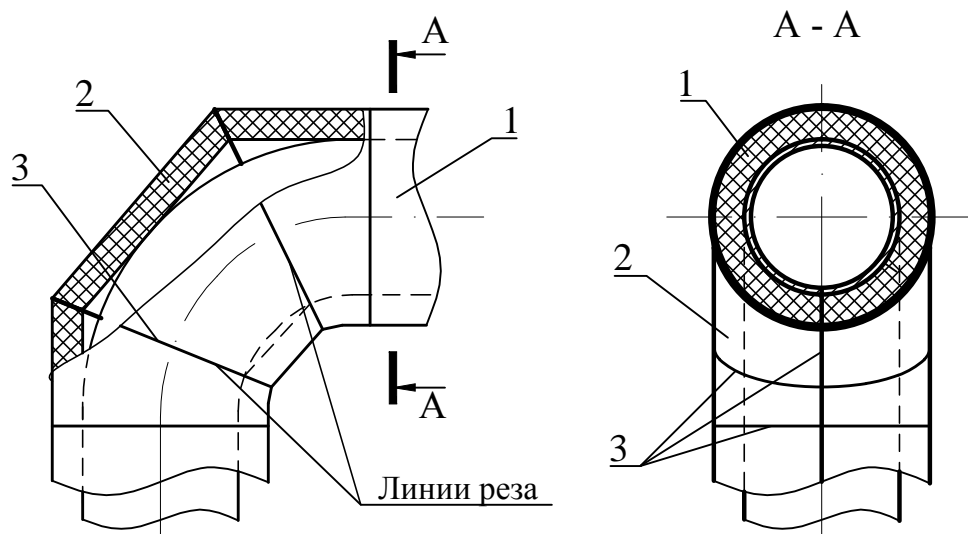
Лист

67

А. Изоляция отвода несмонтированного трубопровода



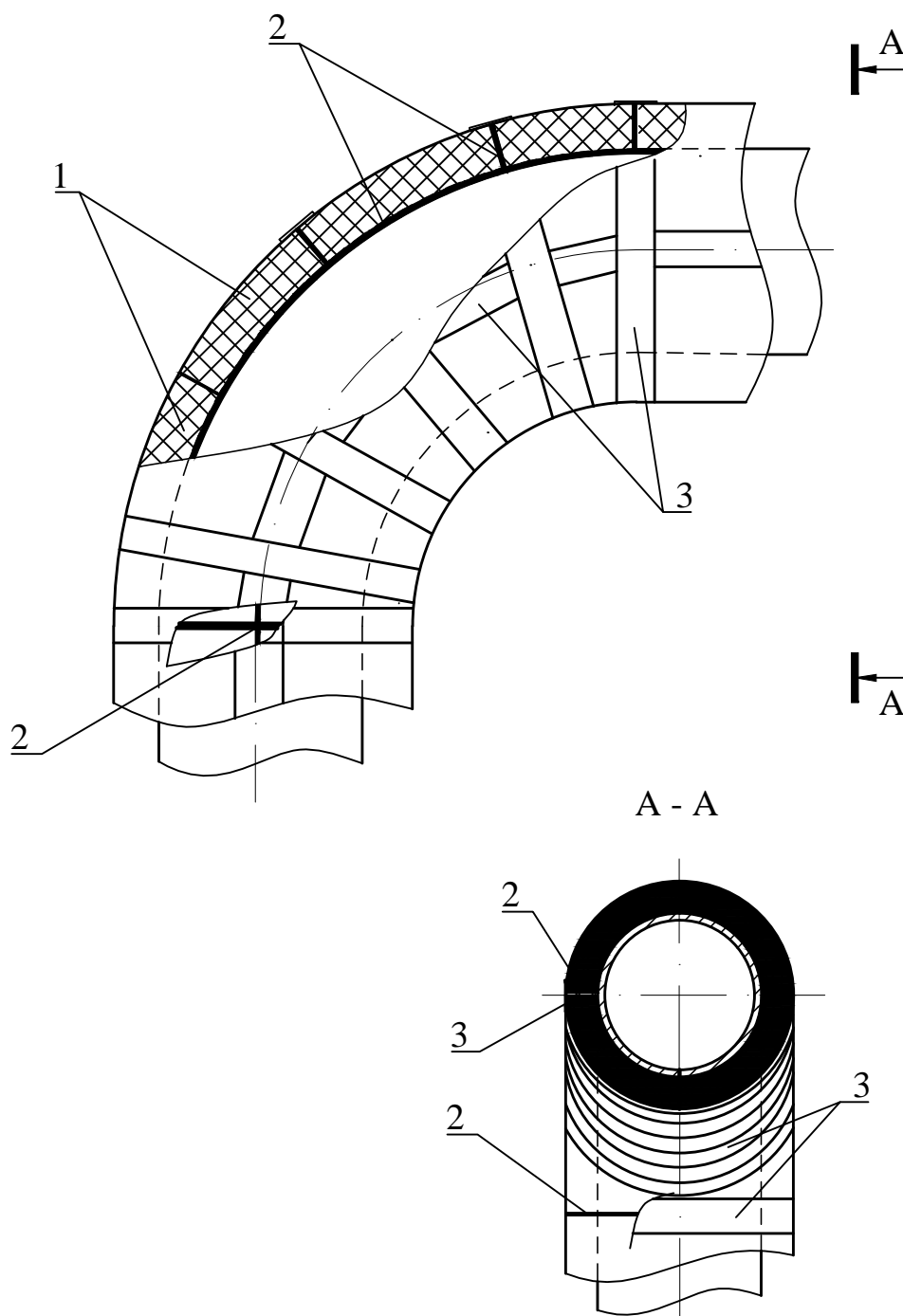
Б. Изоляция отвода смонтированного трубопровода



- 1. Трубка изоляционная "MISOT-FLEX".
- 2. Сегменты из трубки "MISOT-FLEX".
- 3. Клей "MISOT-FLEX".

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Рис. А14. Тепловая изоляция отвода трубопровода из рулонного материала "MISOT-FLEX" с проклейкой швов самоклеящимися лентами "MISOT-FLEX"



1. Сегменты из рулонов "MISOT-FLEX"
2. Клей "MISOT-FLEX"
3. Самоклеящаяся армированная лента "MISOT-FLEX"

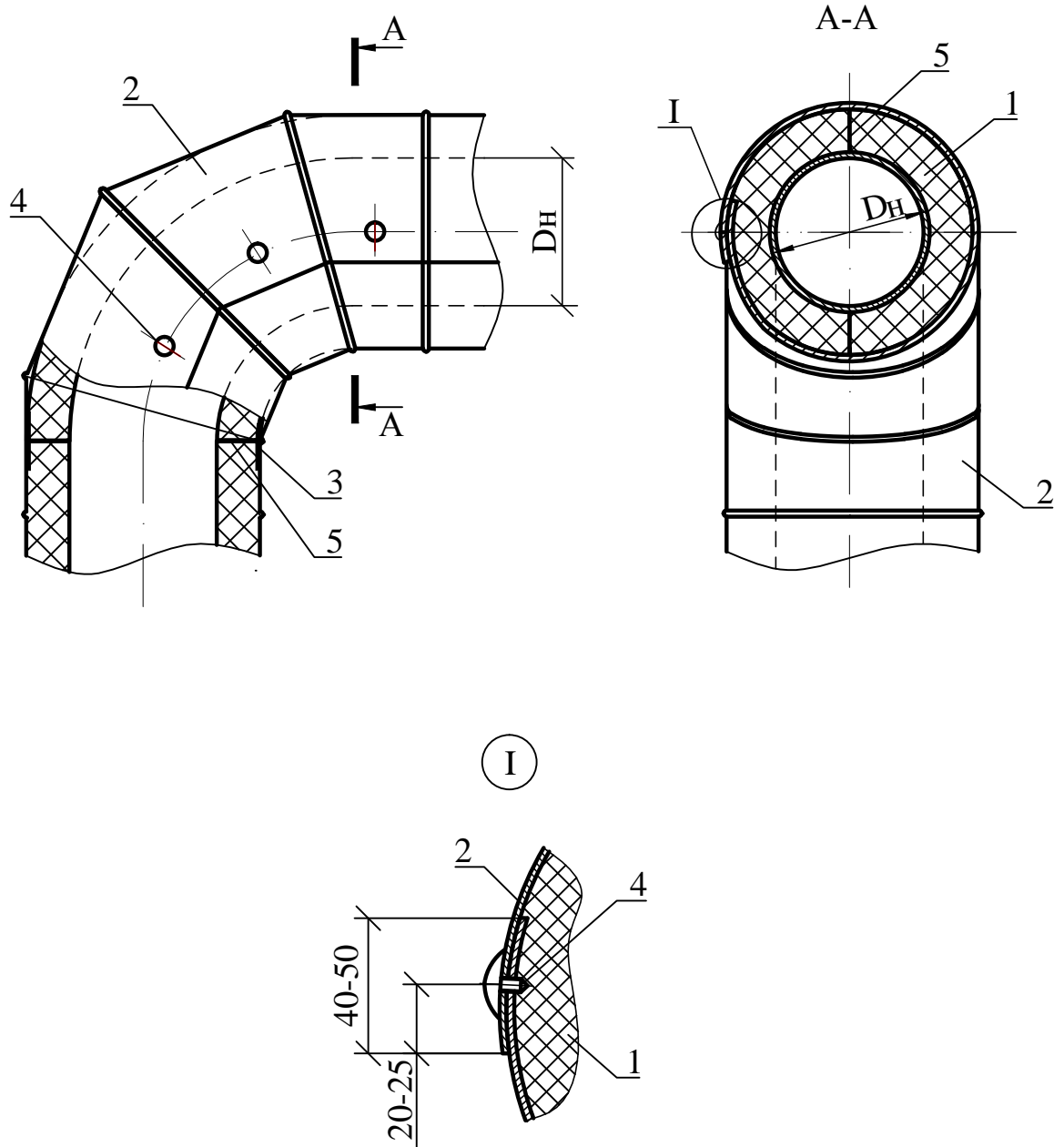
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

Лист

69

Рис. А15. Тепловая изоляция отвода трубопровода из рулонного материала "MISOT-FLEX" с металлическим покрытием



- 1. Трубки "MISOT-FLEX" при  $D_n \leq 160$ мм
- 1. Рулоны "MISOT-FLEX" при  $D_n > 160$ мм
- 2. Элементы металлического покрытия
- 3. Лента армированная "MISOT-FLEX"
- 4. Винты-саморезы
- 5. Клей "MISOT-FLEX"

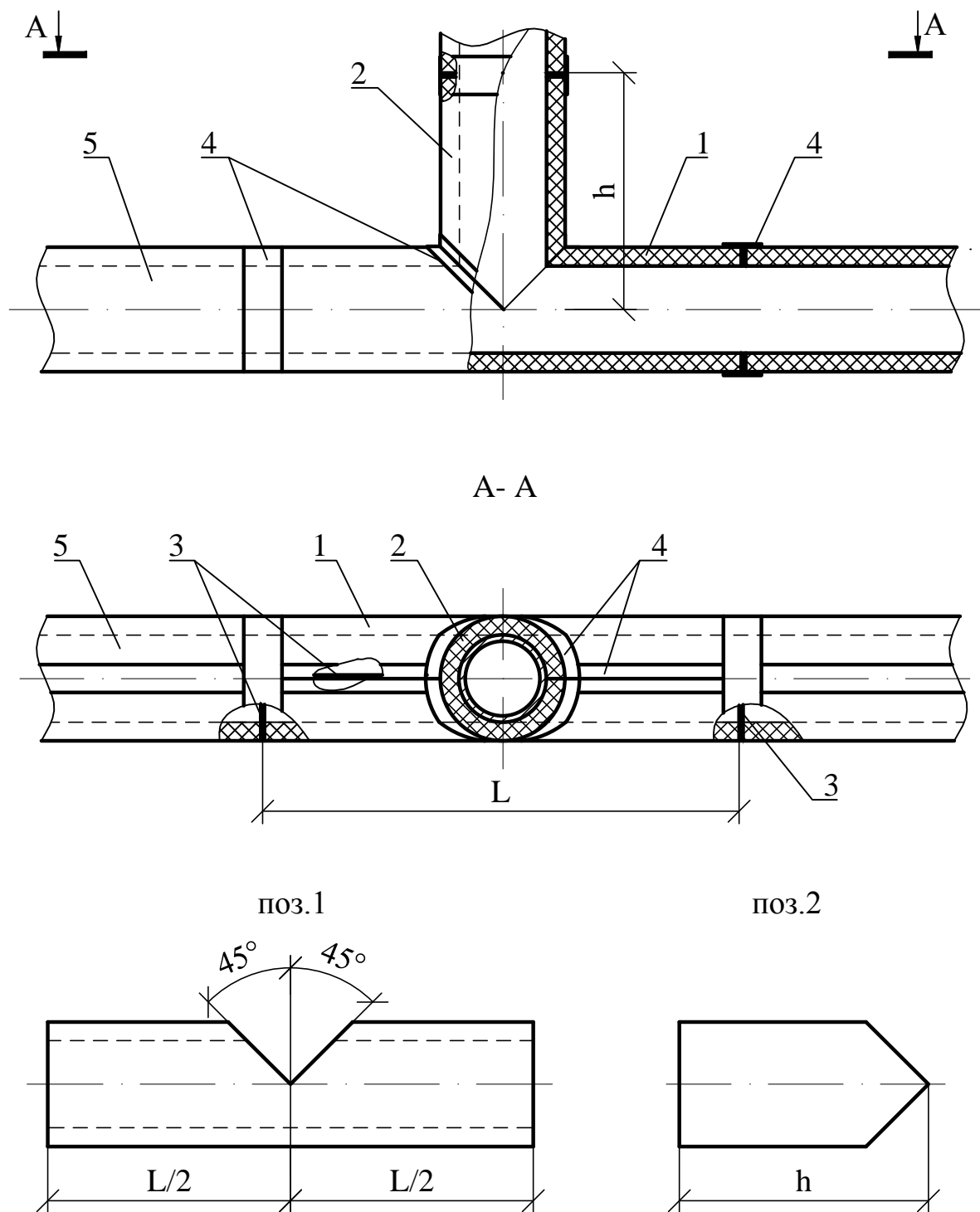
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

Лист

70

Рис. А16. Тепловая изоляция равнопроходного тройника  
 изоляционными трубками "MISOT-FLEX".



1. Элемент изоляции тройника из трубки "MISOT-FLEX" длиной  $L$ .
2. Элемент изоляции тройника из трубки "MISOT-FLEX" длиной  $h$ .
3. Клей "MISOT-FLEX" (клеевое соединение швов)
4. Самоклеящаяся лента "MISOT-FLEX"
5. Изоляция трубопровода.

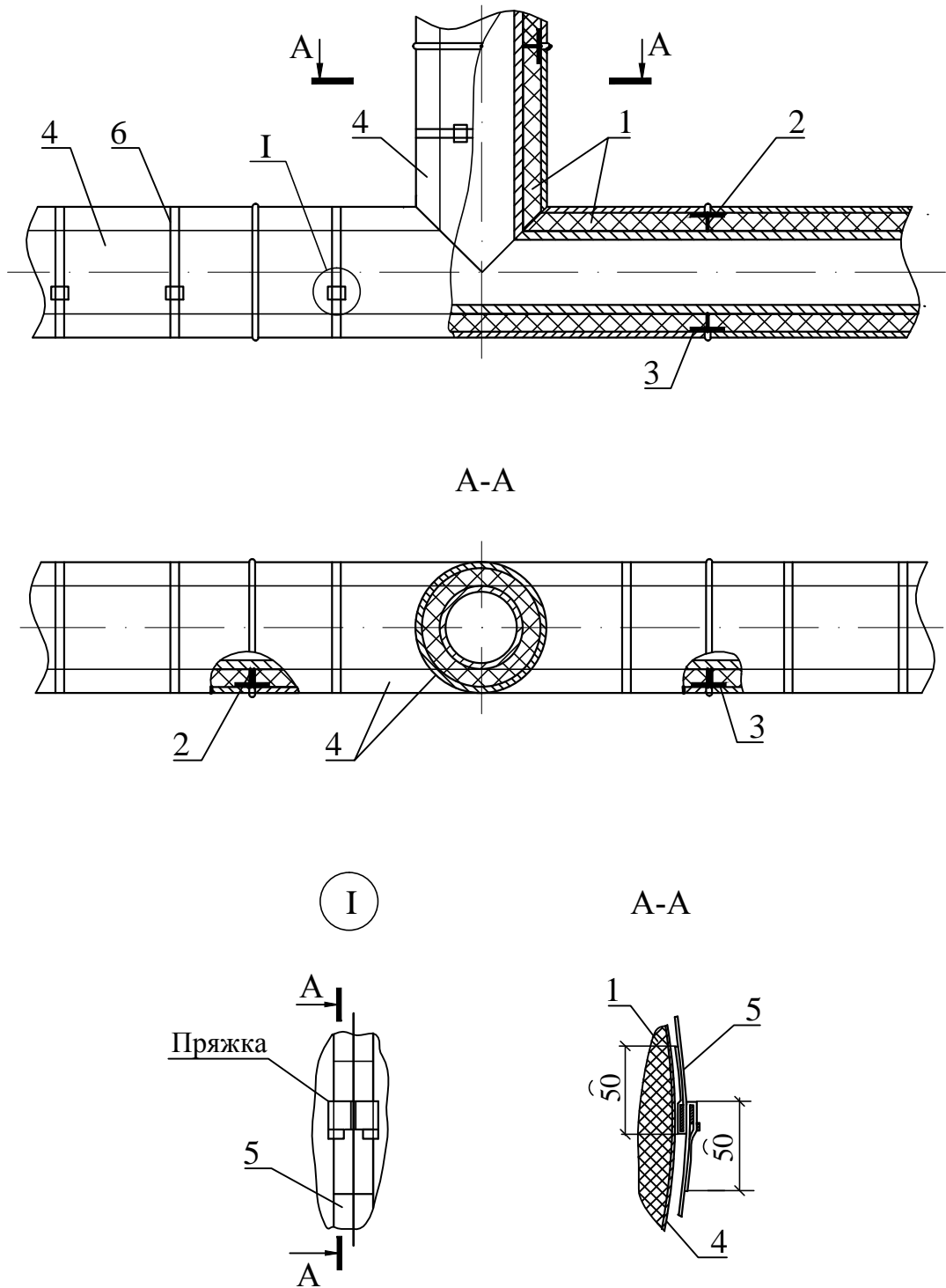
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

Лист

71

Рис. А17. Тепловая изоляция равнопроходного тройника изделиями "MISOT-FLEX" с металлическим покрытием.



1. Рулонный материал "MISOT-FLEX"
2. Клей "MISOT-FLEX"
3. Лента армированная самоклеящаяся "MISOT-FLEX"
4. Покрытие металлическое
5. Бандаж

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

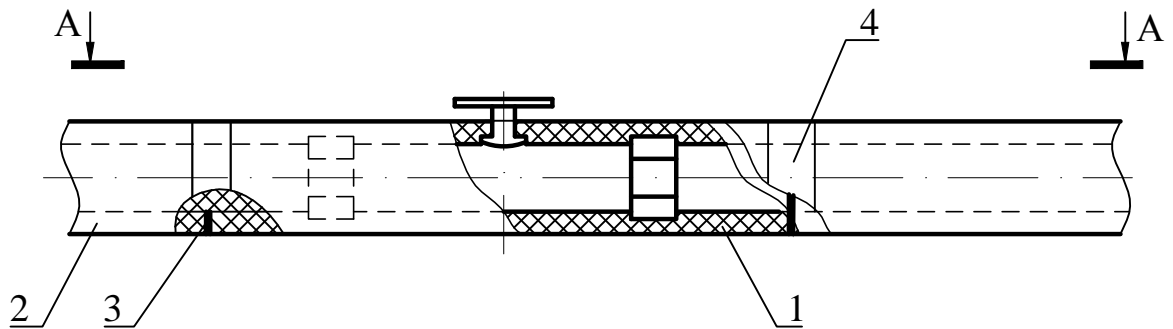
ТР 12129-ТИ.2014

Лист

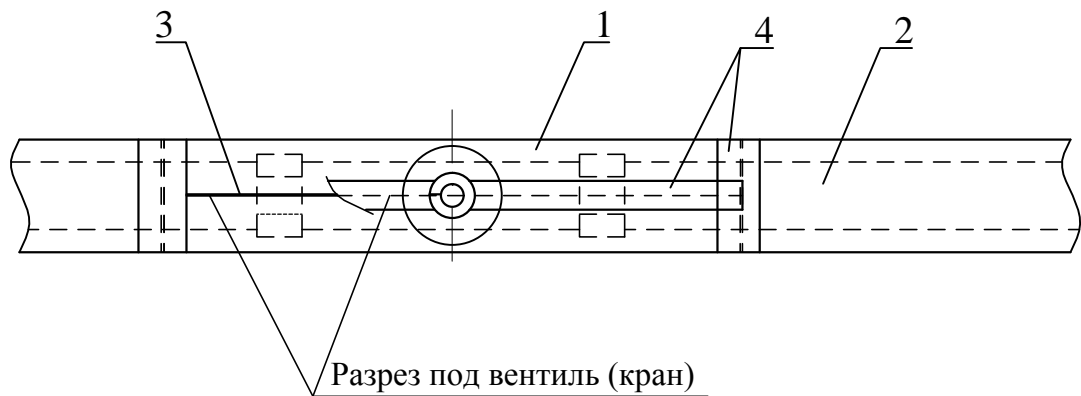
72



Рис. А18. Тепловая изоляция муфтовой и приварной арматуры с условным проходом 100 мм и менее трубками "MISOT-FLEX"



A - A



1. Вставка из трубки "MISOT-FLEX" с разрезом под вентиль
2. Изоляция трубопровода трубками "MISOT-FLEX"
3. Клей "MISOT-FLEX" (проклейка швов)
4. Лента самоклеящаяся "MISOT-FLEX"

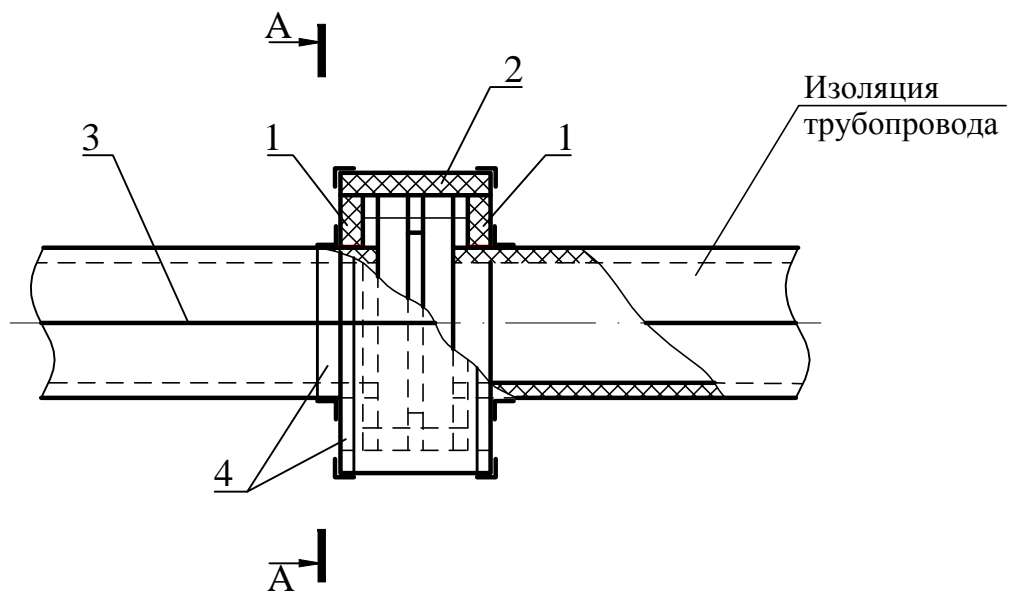
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

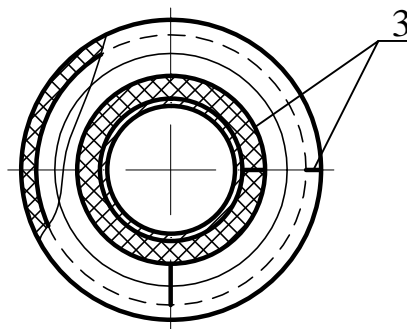
Лист

73

Рис. А19. Несъемная тепловая изоляция фланцевого соединения  
рулонным изоляционным материалом "MISOT-FLEX".



A- A



1. Кольцо из рулонного материала "MISOT-FLEX"
2. Полоса из рулонного материала "MISOT-FLEX"
3. Клеевое соединение элементов изоляции фланцевого соединения и трубопровода (клей "MISOT-FLEX").
4. Лента самоклеящаяся "MISOT-FLEX"

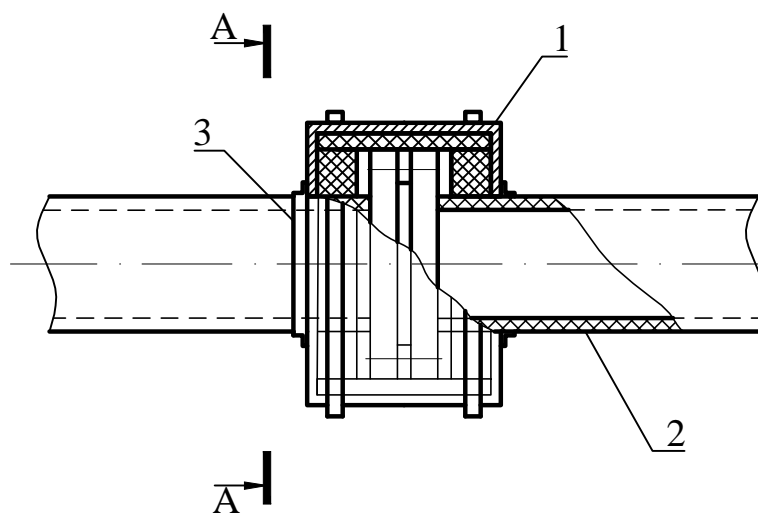
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

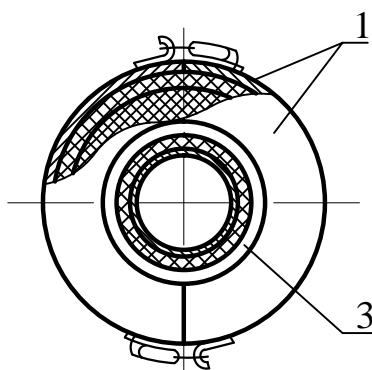
Лист

74

Рис. А20. Съемная полносборная тепловая изоляция фланцевого соединения с рулонным изоляционным материалом "MISOT-FLEX".



A-A



1. Конструкция теплоизоляционная полносборная с теплоизоляционным слоем из рулонов "MISOT-FLEX" и металлическим кожухом с замками
2. Рулонный материал "MISOT-FLEX"
3. Лента алюминиевая самоклеящаяся "MISOT-FLEX"

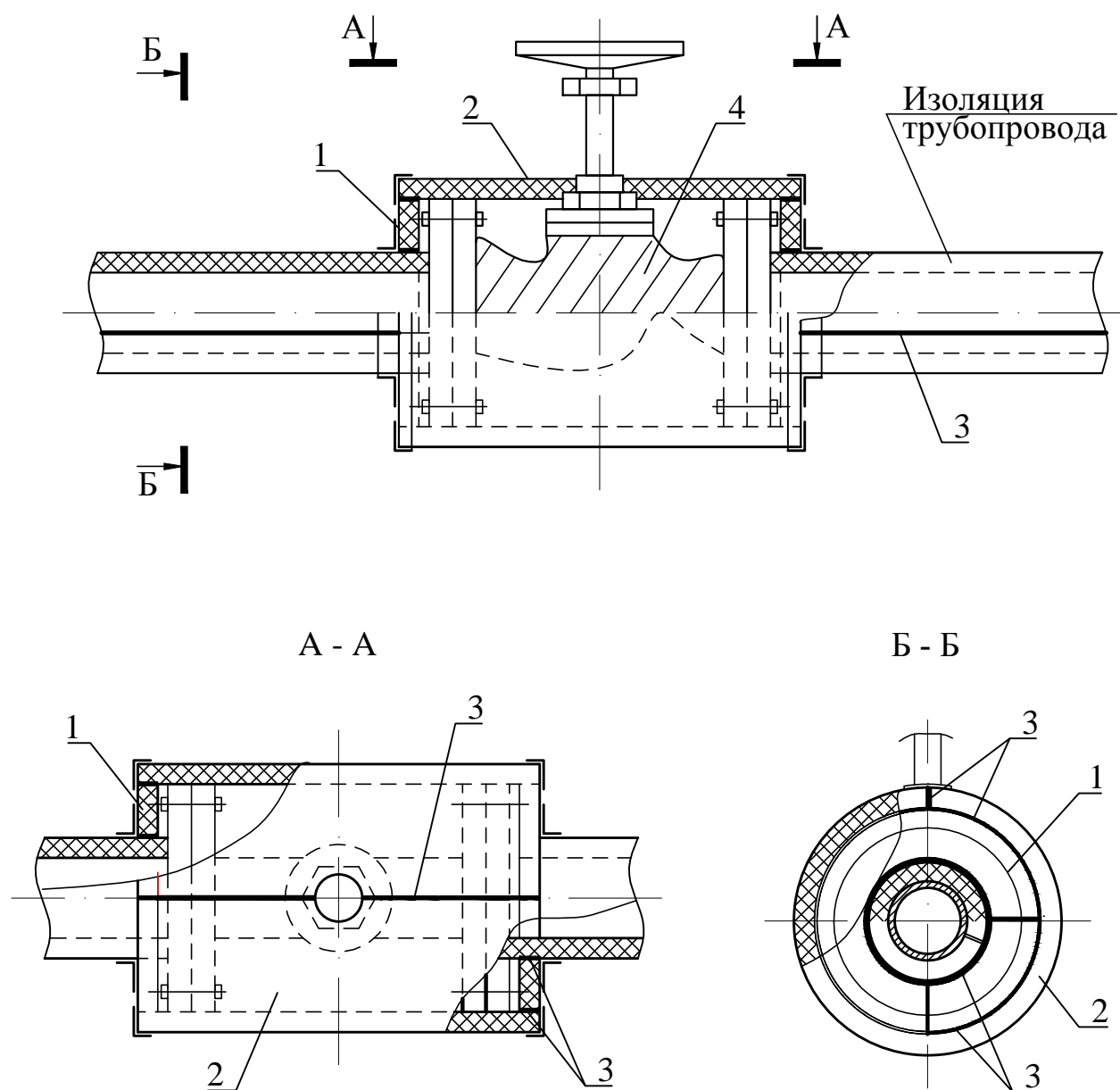
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

Лист

75

Рис. А21. Несъемная тепловая изоляция фланцевой арматуры листовым изоляционным материалом "MISOT-FLEX".



1. Кольцо из рулонного материала "MISOT-FLEX"
2. Прямоугольный элемент изоляции корпуса арматуры из рулонного материала "MISOT-FLEX"
3. Клеевое соединение (Клей "MISOT-FLEX")
4. Лента теплоизоляционная самоклеящаяся "MISOT-FLEX "

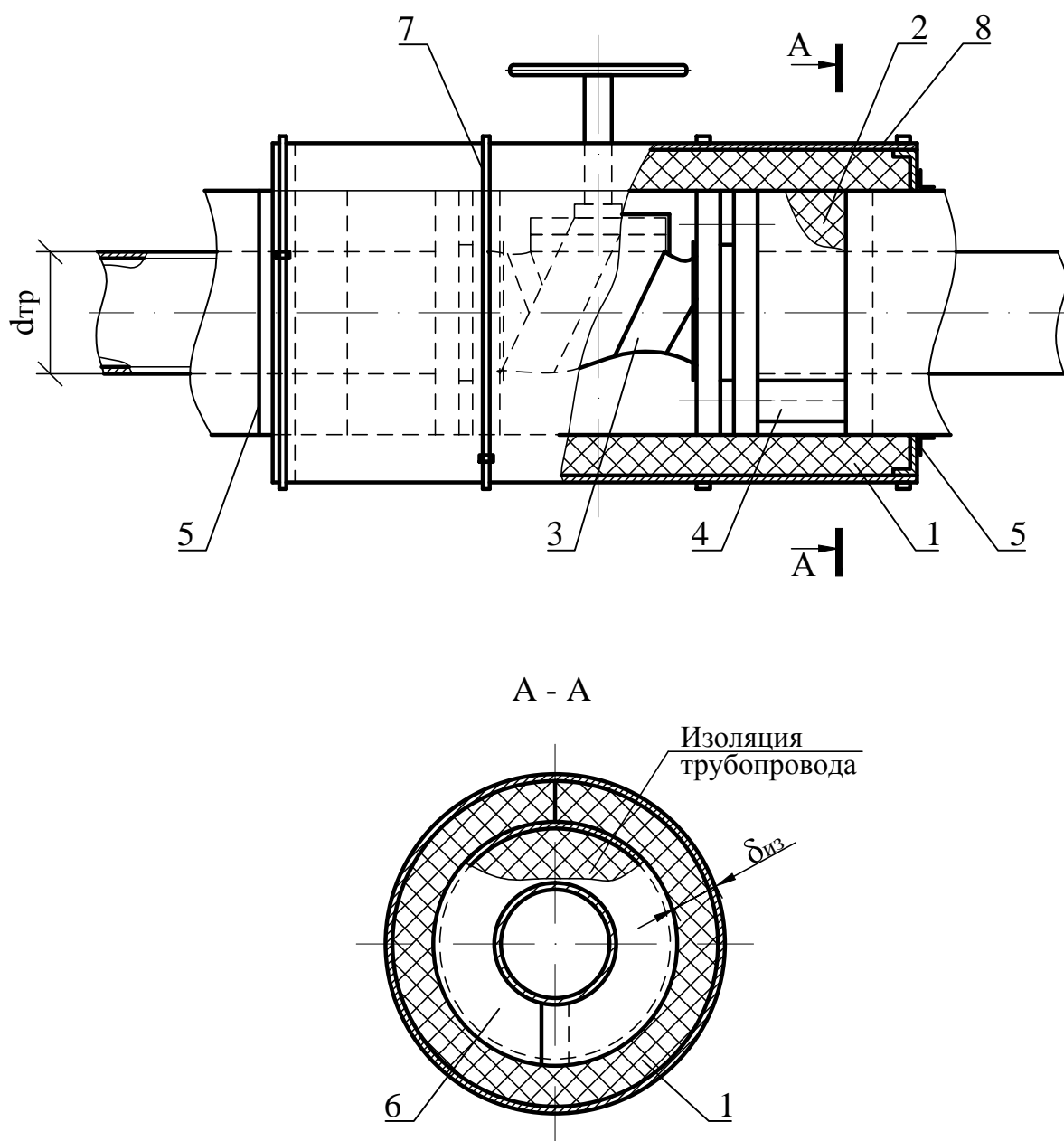
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

Лист

76

Рис. А22. Тепловая изоляция фланцевой соосной арматуры полносборной конструкцией с вкладышем из рулонов "MISOT-FLEX" с металлическим кожухом



1. Вкладыш из рулонного материала "MISOT-FLEX"
2. Вставка из изделий "MISOT-FLEX"
3. Обертка самоклеющейся изоляционной лентой "MISOT-FLEX"
4. Проклейка шва вставки самоклеющейся лентой "MISOT-FLEX"
5. Алюминиевая самоклеящаяся лента "MISOT-FLEX"
6. Отделка торца изоляции трубопровода (диафрагма).
7. Бандаж с пряжкой.
8. Кожух из алюминиевого листа.

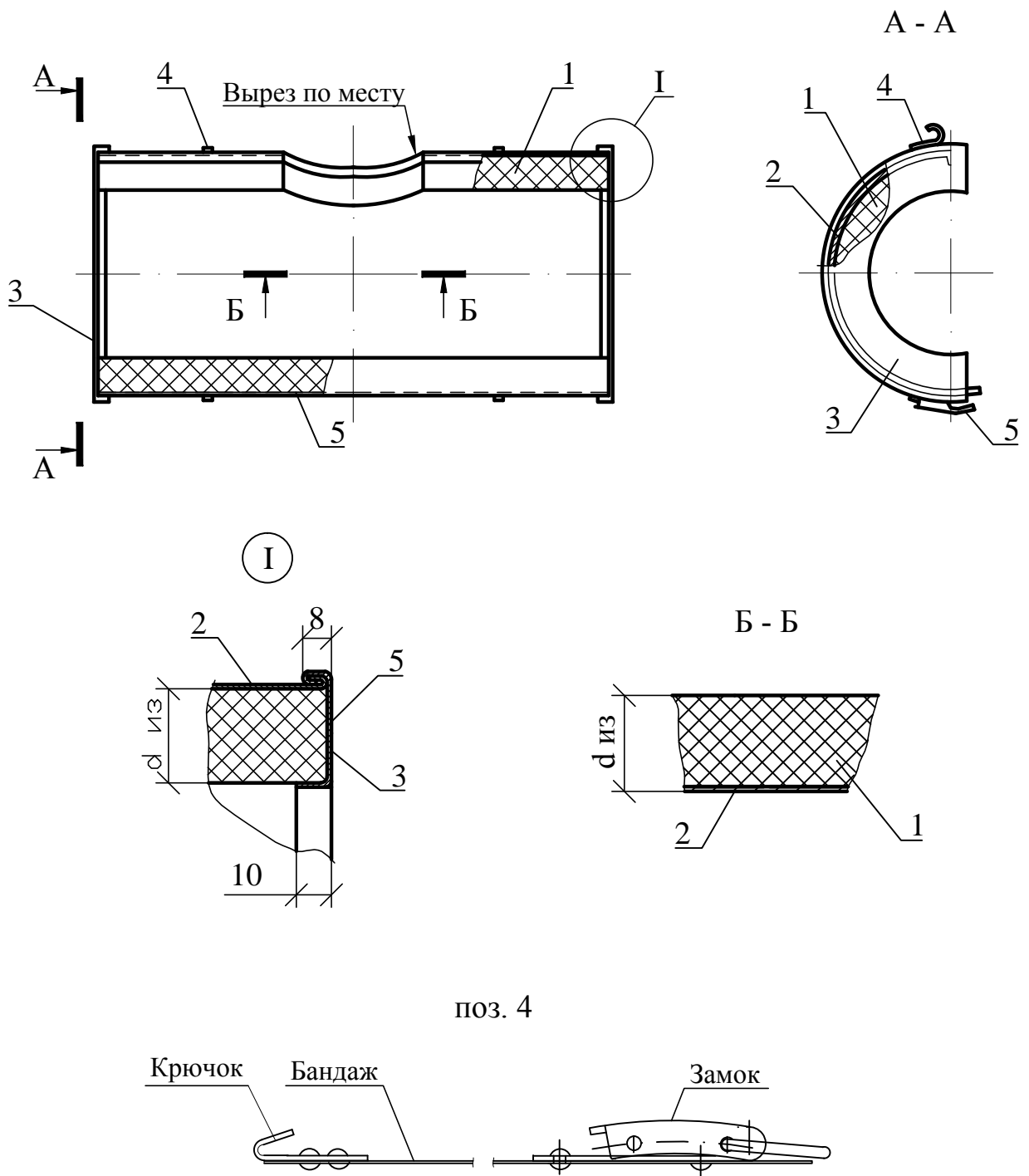
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

Лист

77

Рис. А23. Конструкция теплоизоляционная полносборная (полуфутляр) с вкладышем из рулонных изделий "MISOT-FLEX" с металлическим кожухом



1. Теплоизоляционные вкладыш из самоклеящегося рулона "MISOT-FLEX"
2. Стенка боковая металлического кожуха
3. Стенка торцевая
4. Бандаж с замком и крючком
5. Клей "MISOT-FLEX".

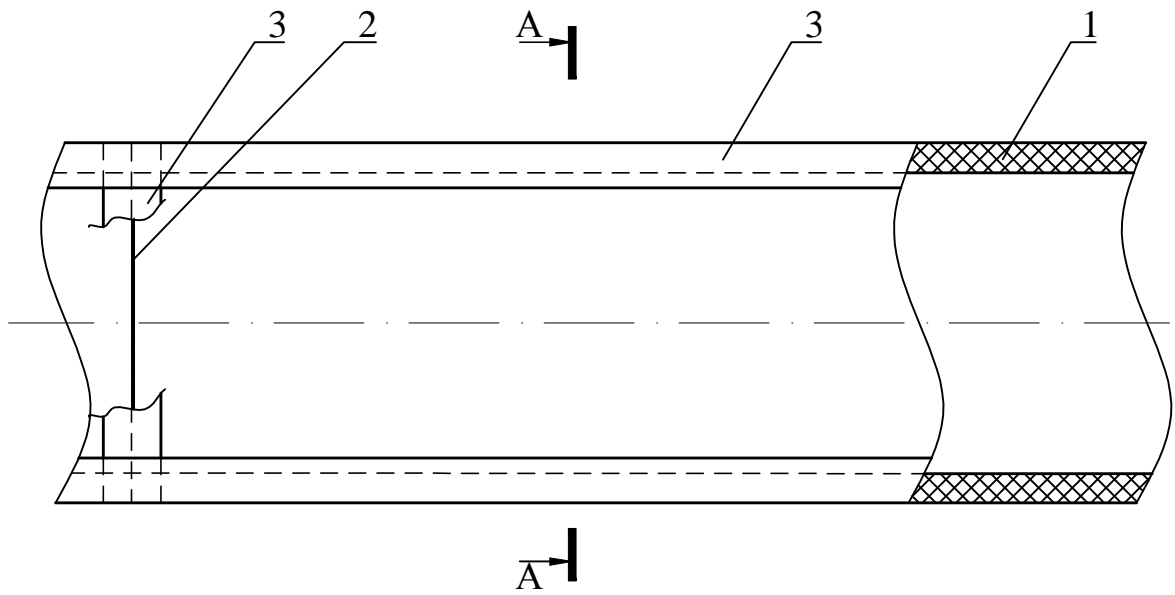
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

Лист

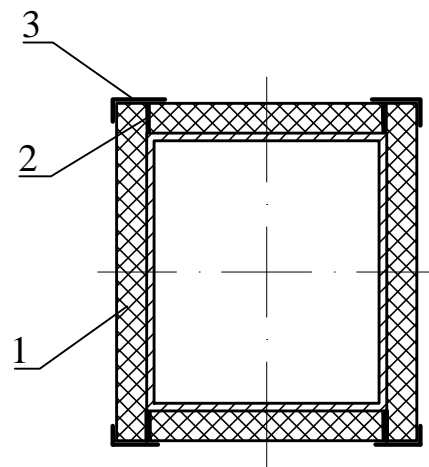
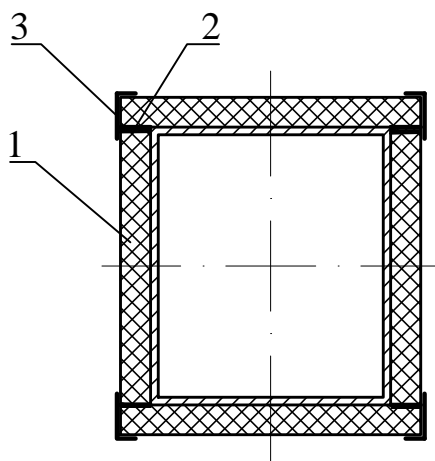
78

Рис. А24. Изоляция воздуховодов систем вентиляции и кондиционирования самоклеющимся рулонным материалом "MISOT-FLEX"



А - А

А - А (вариант)



1. Рулонный материал "MISOT-FLEX" ST-RL/SA
2. Клей "MISOT-FLEX"
3. Самоклеящая лента "MISOT-FLEX"

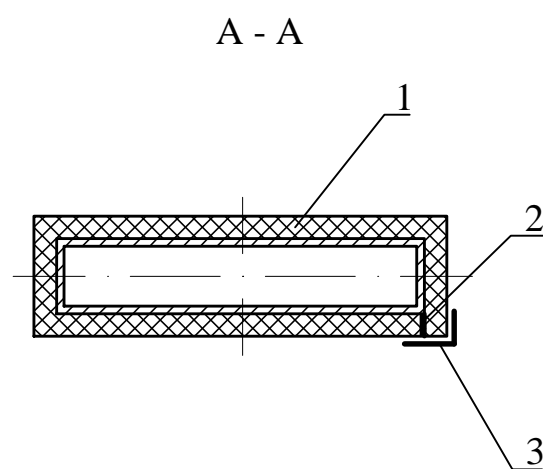
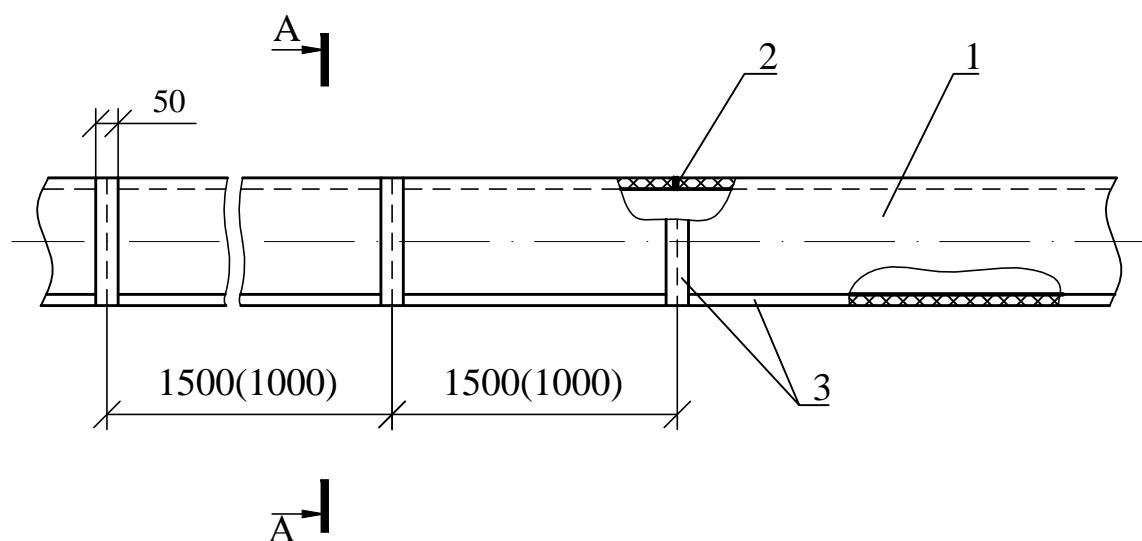
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

Лист

79

Рис. А25. Изоляция воздуховодов систем вентиляции и кондиционирования воздуха самоклеющимся рулонным материалом "MISOT-FLEX"



1. Рулонный материал "MISOT-FLEX" ST-RL/ALU-SA
2. Клей "MISOT-FLEX"
3. Самоклеящая алюминиевая лента "MISOT-FLEX"

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

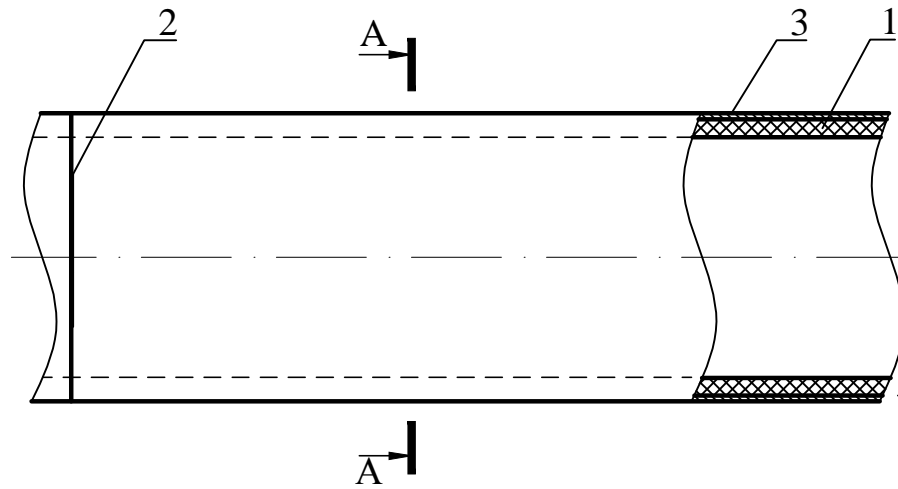
ТР 12129-ТИ.2014

Лист

80

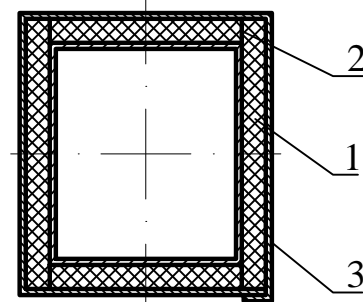
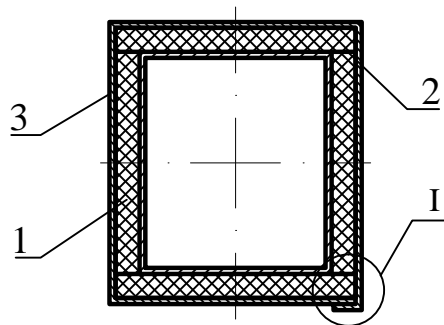


Рис. А26. Изоляция воздуховодов систем вентиляции и кондиционирования воздуха самоклеющимся рулонным материалом "MISOT-FLEX" с гибким покрытием



А-А

А-А (вариант)

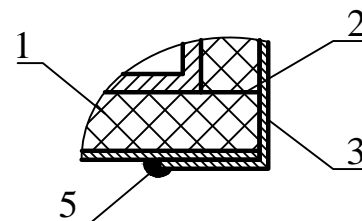
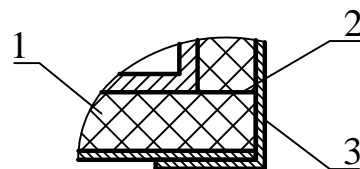


И

И

А. Внутри зданий и сооружений.

Б. На открытом воздухе.



1. Рулонный материал "MISOT-FLEX" ST-RL/ALU-SA
2. Клей "MISOT-FLEX"
3. Самоклеящая алюминиевая лента "MISOT-FLEX"

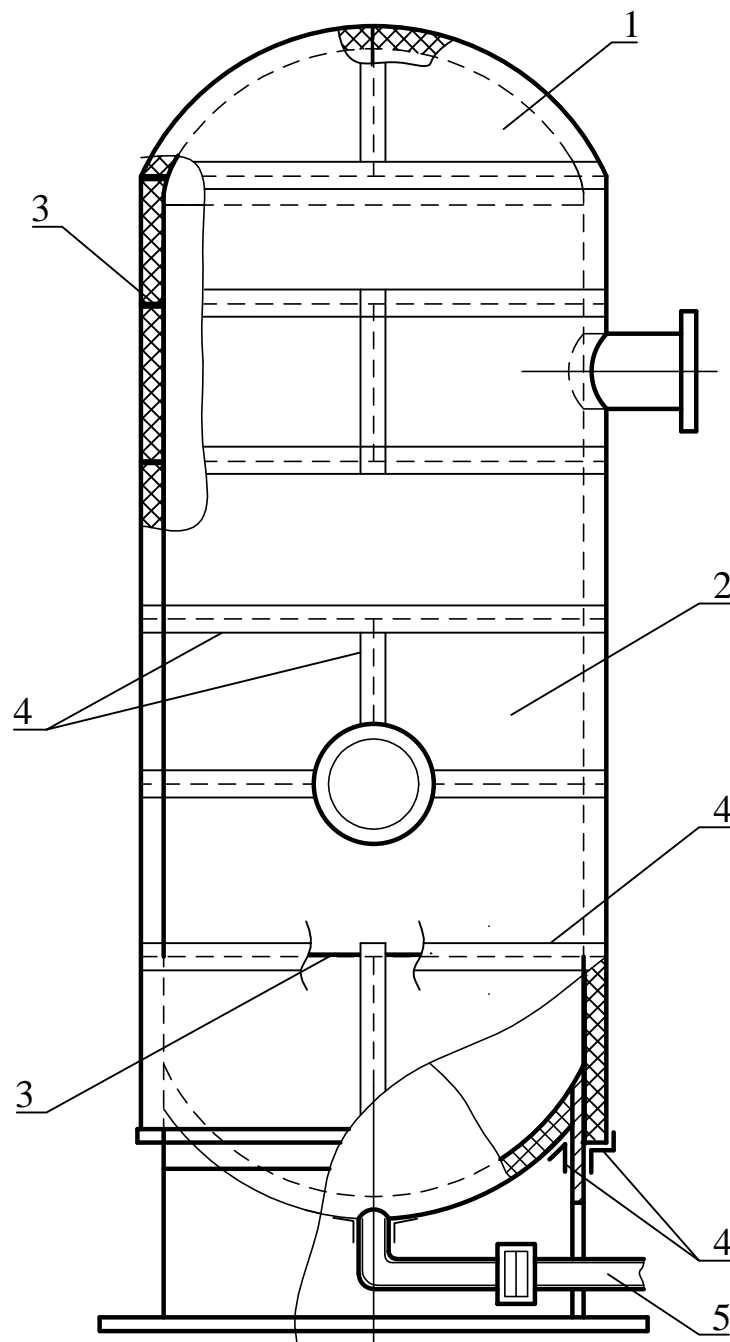
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

Лист

81

Рис. А27. Конструкция тепловой изоляции вертикального аппарата  
рулонным материалом "MISOT-FLEX"



1. Сегмент из рулонного самоклеящегося материала "MISOT-FLEX"
2. Листы из самоклеящегося рулонного материала "MISOT-FLEX"
3. Клей "MISOT-FLEX"
4. Самоклеящаяся армированная лента "MISOT-FLEX"
5. Изоляция патрубка и фланцевого соединения изделиями "MISOT-FLEX"

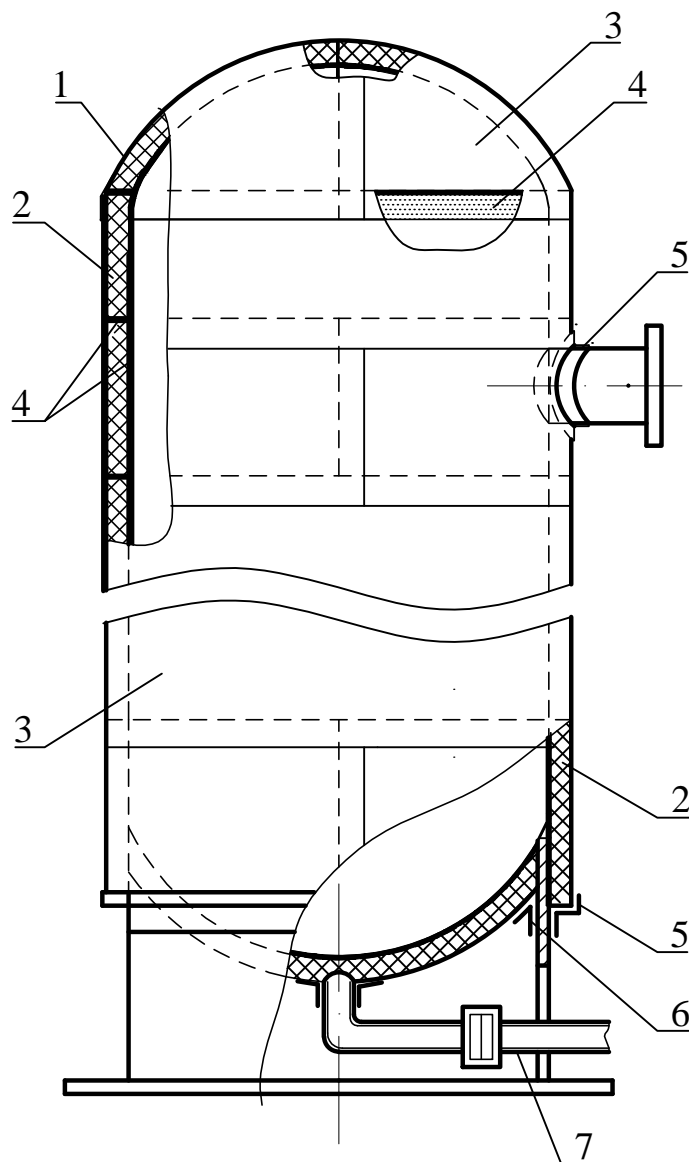
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

Лист

82

Рис. А28. Конструкция тепловой изоляции вертикального аппарата  
рулонным материалом "MISOT-FLEX" с гибкими покрытиями



1. Сегмент из рулонного материала "MISOT-FLEX"
2. Рулонный материал "MISOT-FLEX"
3. Покрытие гибкое
4. Клей "MISOT-FLEX"
6. Ленты самоклеящиеся "MISOT-FLEX"
7. Изоляция патрубка и фланцевого соединения изделиями "MISOT-FLEX"

Примечание. При расположении на открытом воздухе швы покрытия следует проклеивать герметиком (в зависимости от вида покрытия)

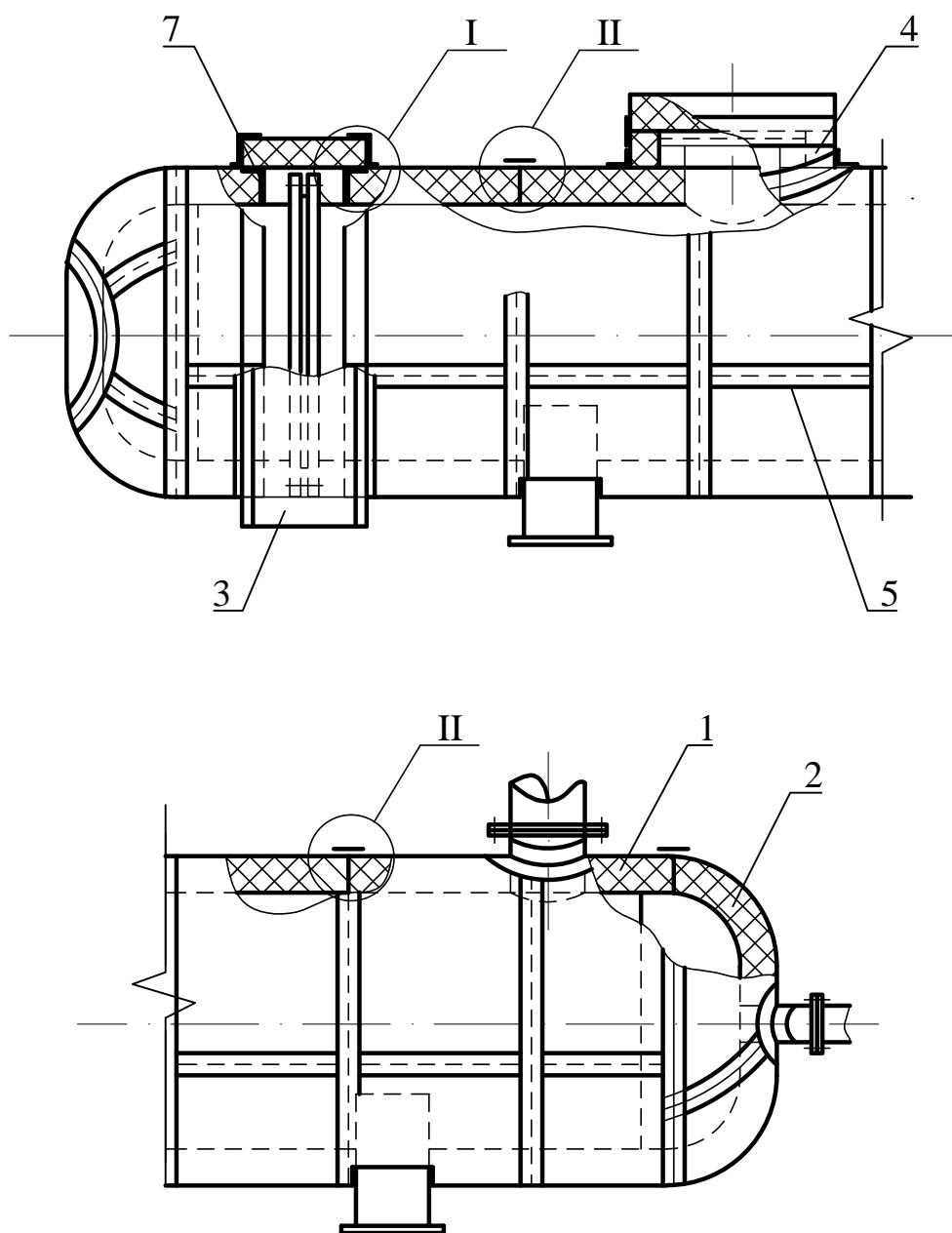
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

Лист

83

Рис. А29. Тепловая изоляция горизонтального аппарата рулонами самоклеящимися "MISOT-FLEX" с алюминиевым покрытием



1. Элементы из рулонов самоклеящихся "MISOT-FLEX"
2. Сегменты изоляции днища из рулона "MISOT-FLEX" самоклеящегося
3. Изоляция фланцевого соединения.
4. Изоляция люка
5. Самоклеящаяся алюминиевая лента "MISOT-FLEX"
6. Клей "MISOT-FLEX"
7. Диафрагма (отдела торца изоляции)

Узлы I и II на рис. А30

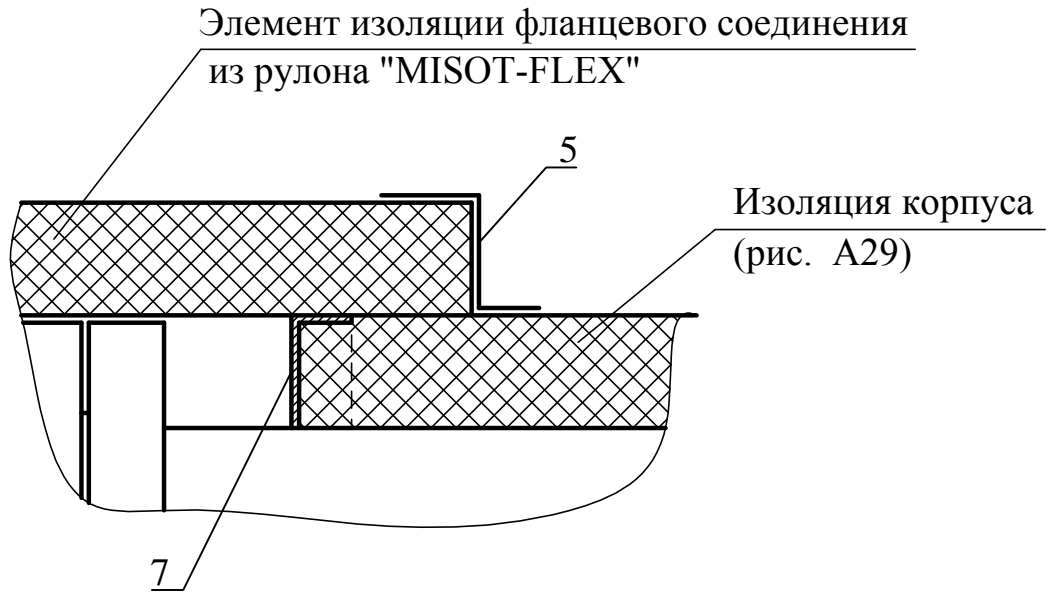
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

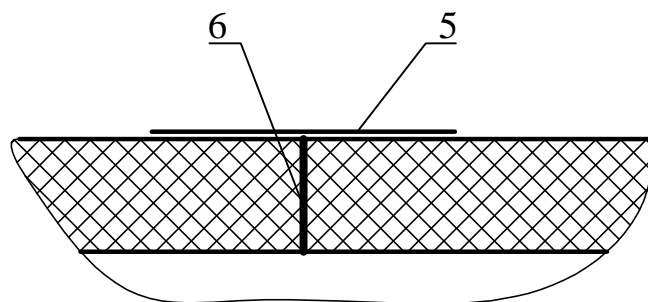
Лист

84

Узел I. Изоляция фланцевого соединения  
горизонтального аппарата.



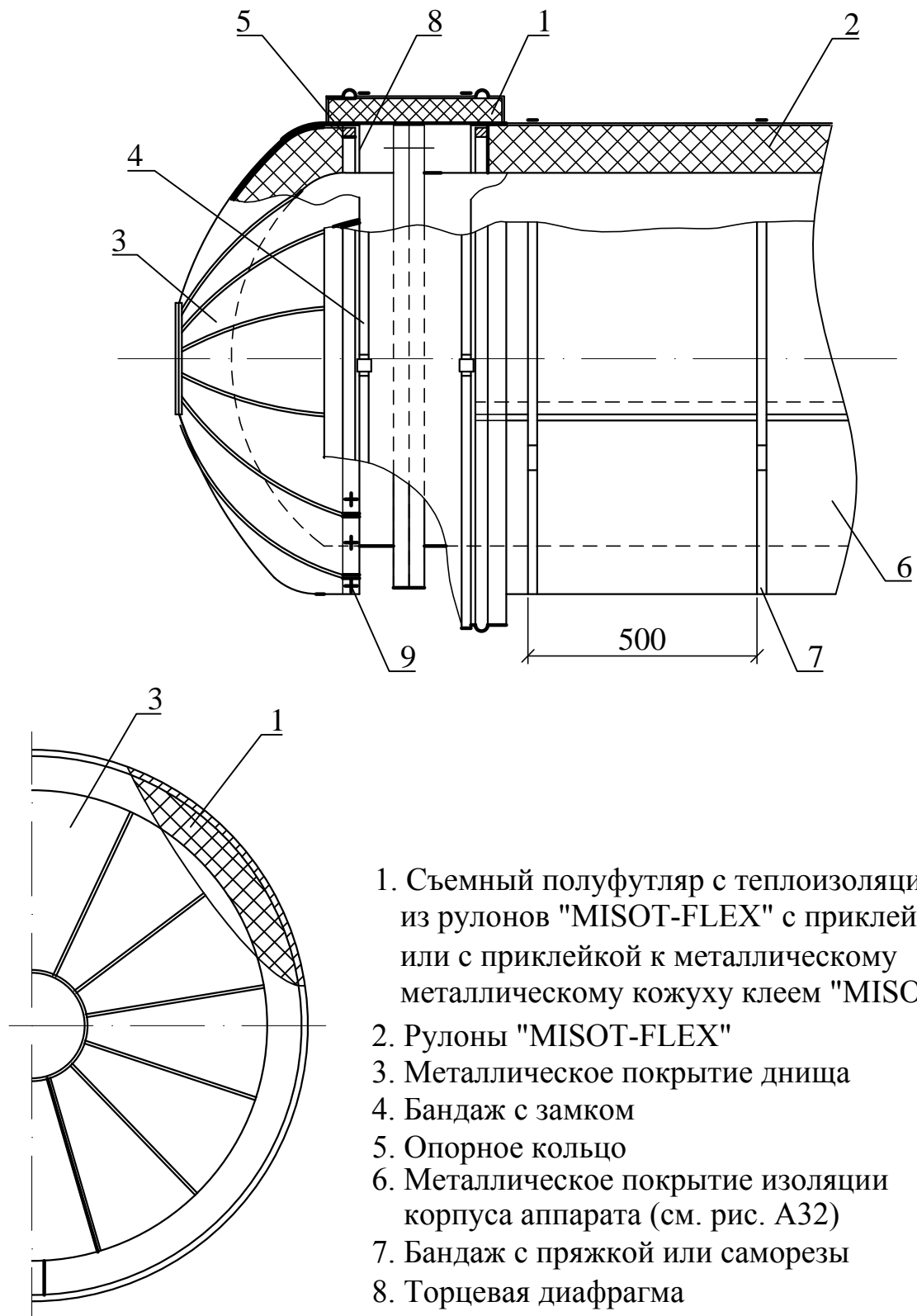
Узел II. Стык смежных рулонов на корпусе  
горизонтального аппарата.



Позиции 5, 6 и 7 указаны на рис. А29

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Рис. А31. Тепловая изоляция горизонтального аппарата рулонами "MISOT-FLEX" в конструкции с металлическим покровным слоем и съемным полуфутляром с креплением бандажами для изоляции фланцевого соединения



1. Съемный полуфутляр с теплоизоляцией из рулонов "MISOT-FLEX" с приклейкой к или с приклейкой к металлическому металлическому кожуху клеем "MISOT-FLEX"
2. Рулоны "MISOT-FLEX"
3. Металлическое покрытие днища
4. Бандаж с замком
5. Опорное кольцо
6. Металлическое покрытие изоляции корпуса аппарата (см. рис. А32)
7. Бандаж с пряжкой или саморезы
8. Торцевая диафрагма
9. Винт

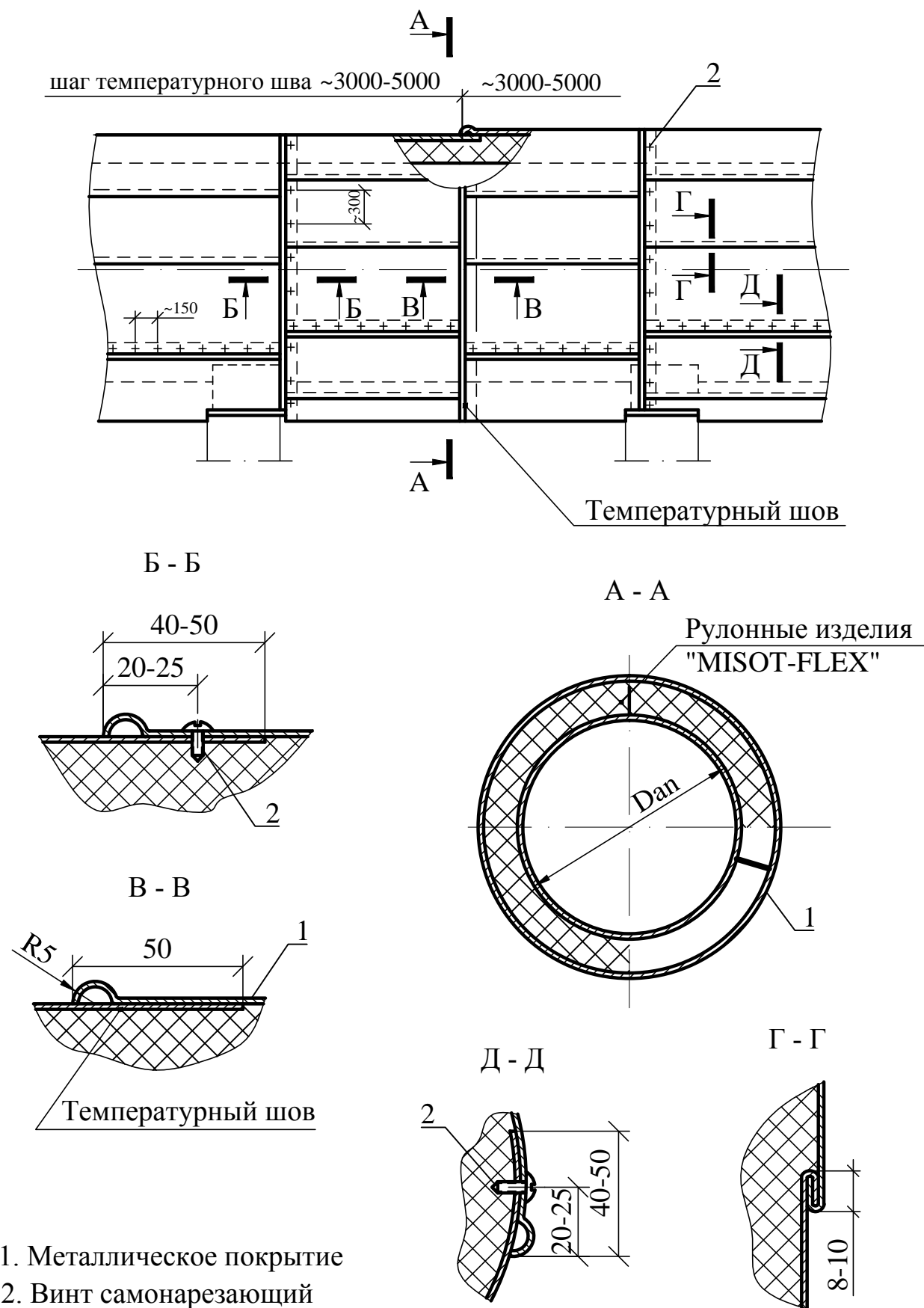
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

Лист

86

Рис. А32 . Конструкция металлического покрытия по теплоизоляционному слою из изделий "MISOT-FLEX" для горизонтального аппарата



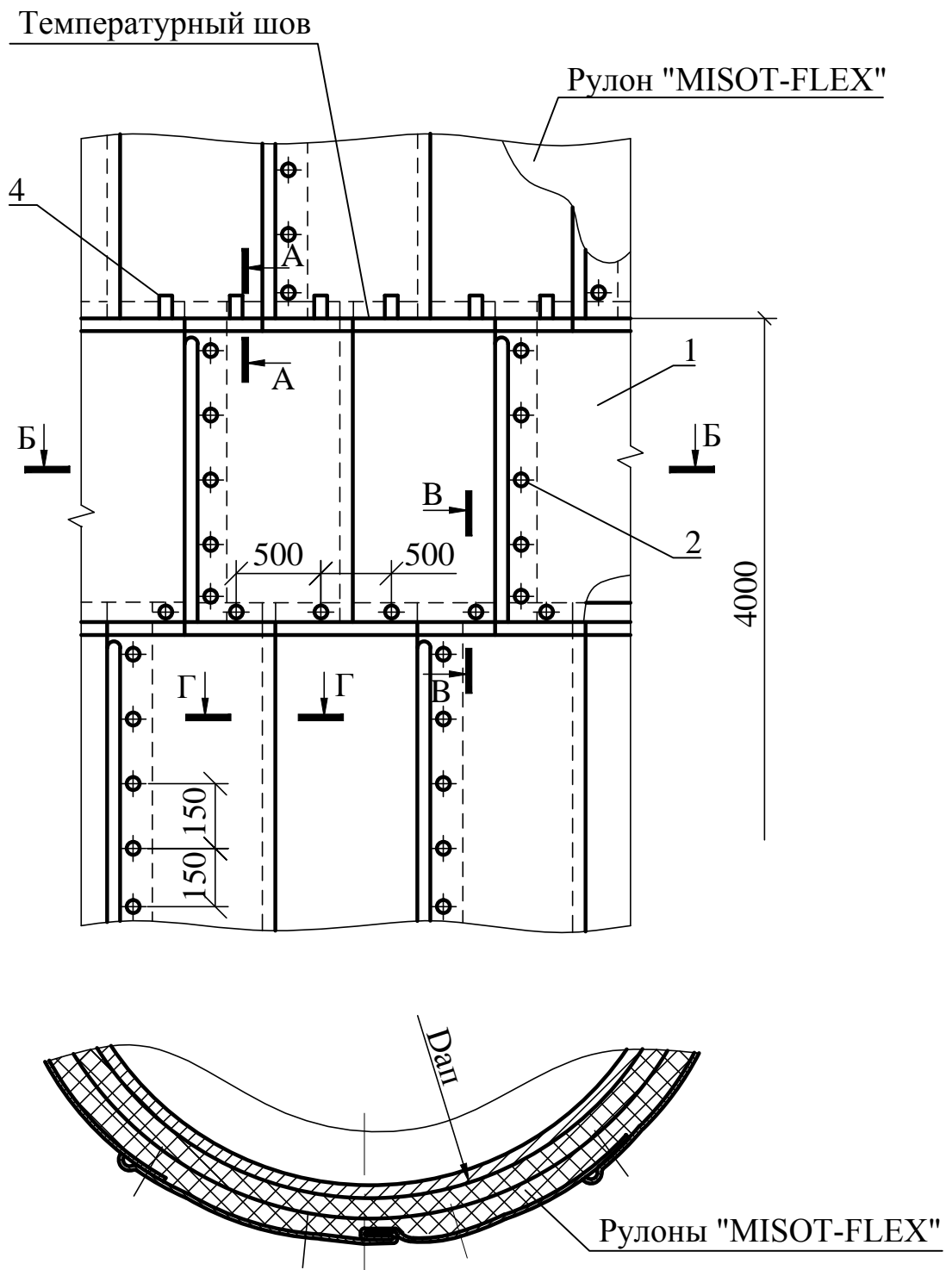
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

Лист

87

Рис. А33 . Конструкция металлического покрытия по теплоизоляционному слою из изделий "MISOT-FLEX" для вертикальных аппаратов и резервуаров



1. Металлическое покрытие
2. Винт самонарезающий
3. Разгружающее устройство
4. Кляммера

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

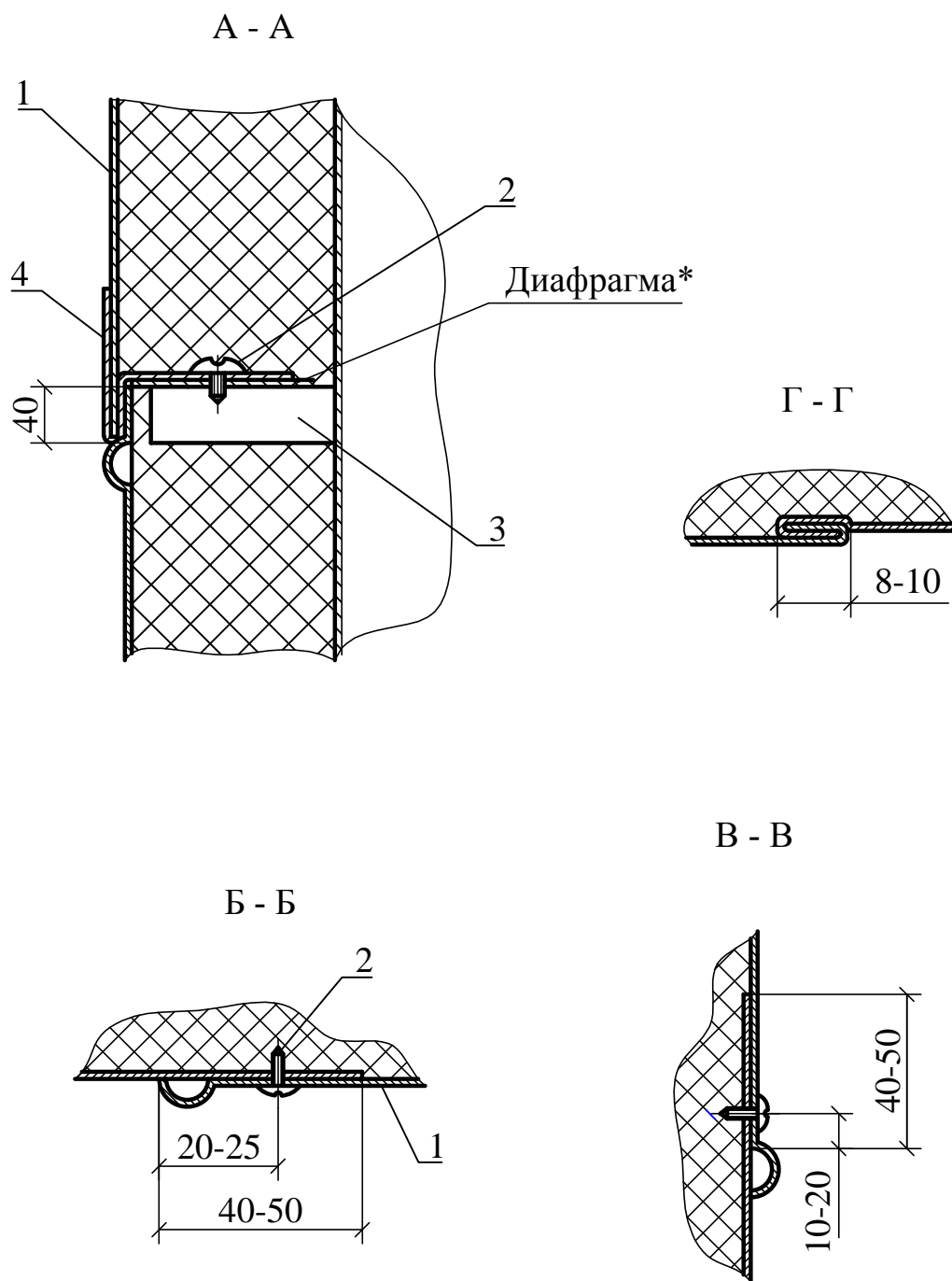
ТР 12129-ТИ.2014

Лист

88



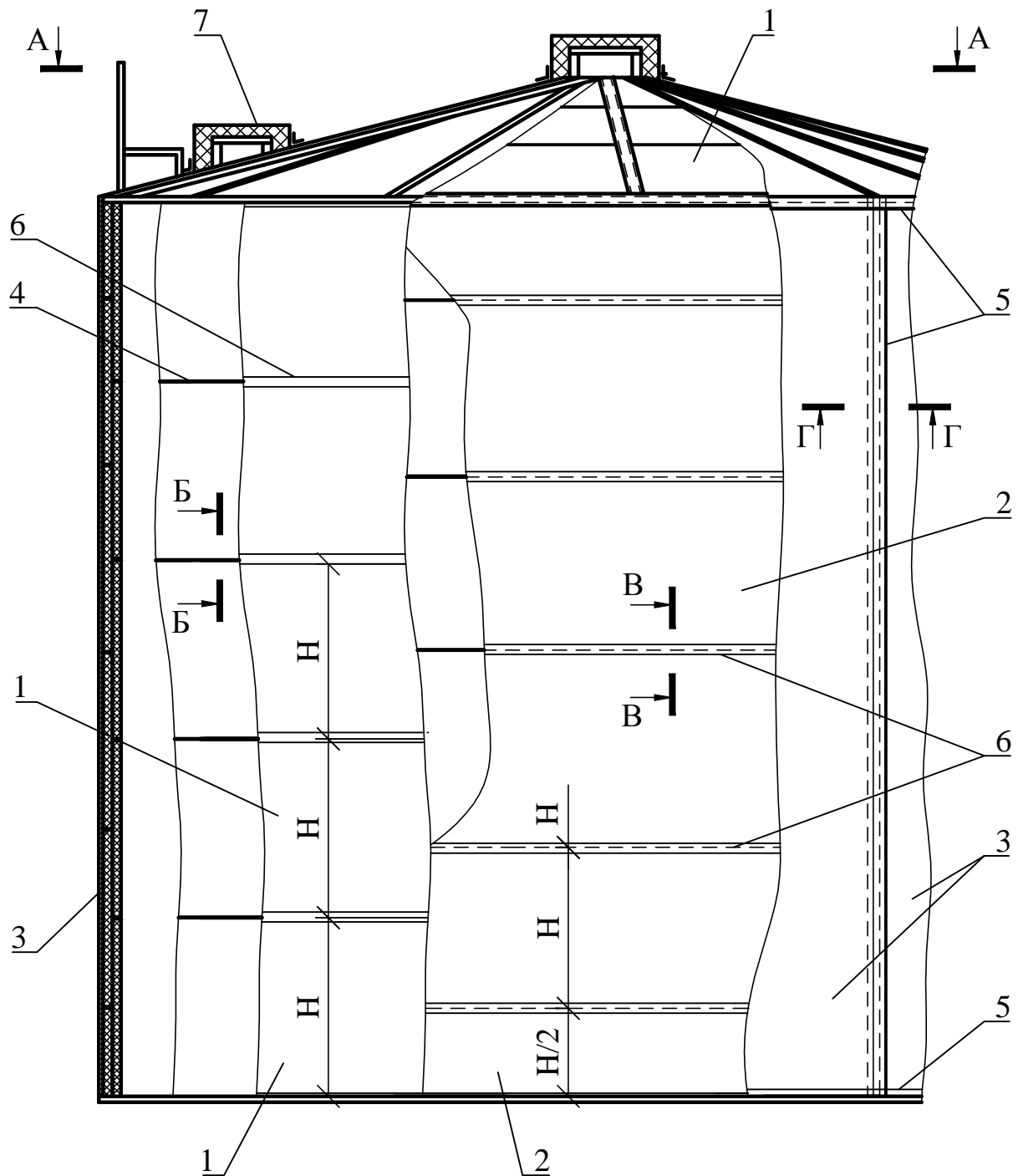
Сопряжение элементов металлического покрытия



\* - материал диафрагмы (металл, текстолит) в зависимости от температуры изолируемой поверхности

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Рис. А35. Тепловая изоляция резервуара холодной воды рулонами "MISOT-FLEX" с гибким покрытием



H - ширина рулона

1. Рулоны самоклеящиеся "MISOT-FLEX" ST-RL/SA 1-го слоя.
2. Рулоны самоклеящиеся "MISOT-FLEX" ST-RL/SA 2-го слоя.
3. Гибкое самоклеящееся покрытие.
4. Клей "MISOT-FLEX"
5. Самоклеящаяся алюминиевая лента "MISOT-FLEX"
6. Самоклеящаяся армированная лента "MISOT-FLEX"
7. Конструкция изоляции люков

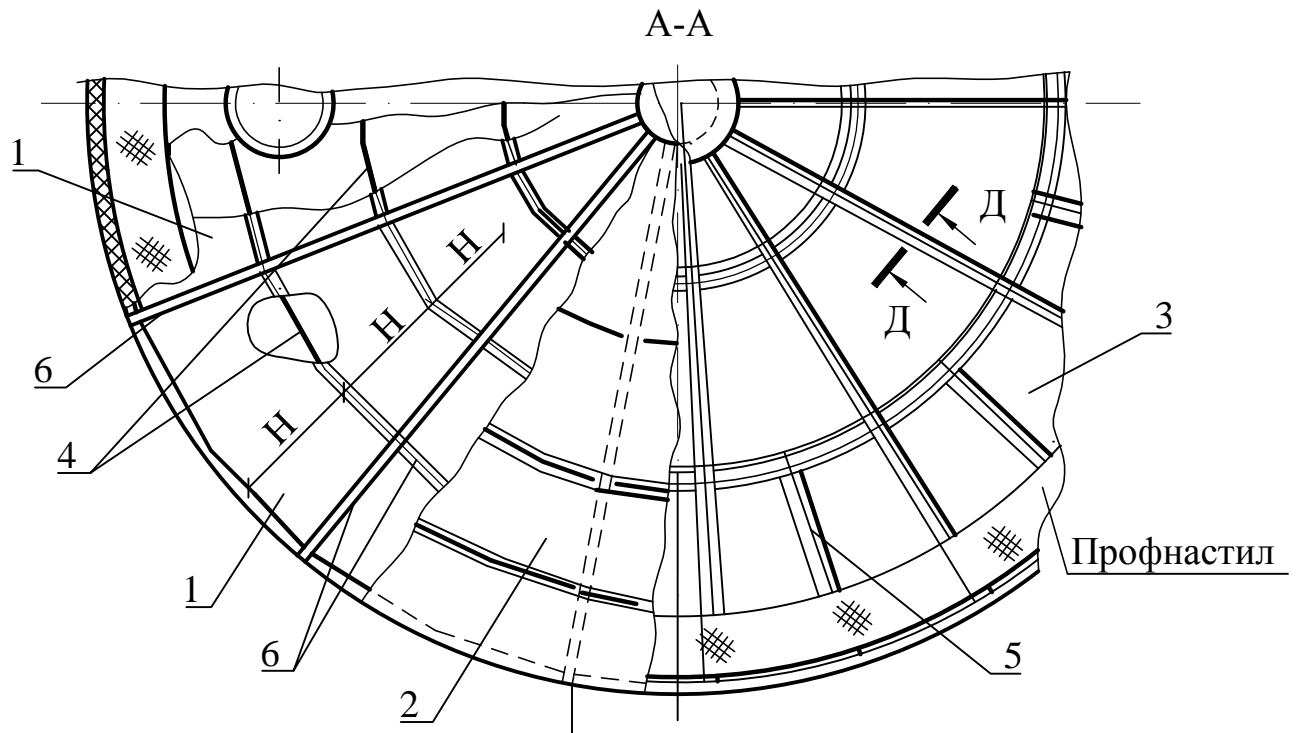
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

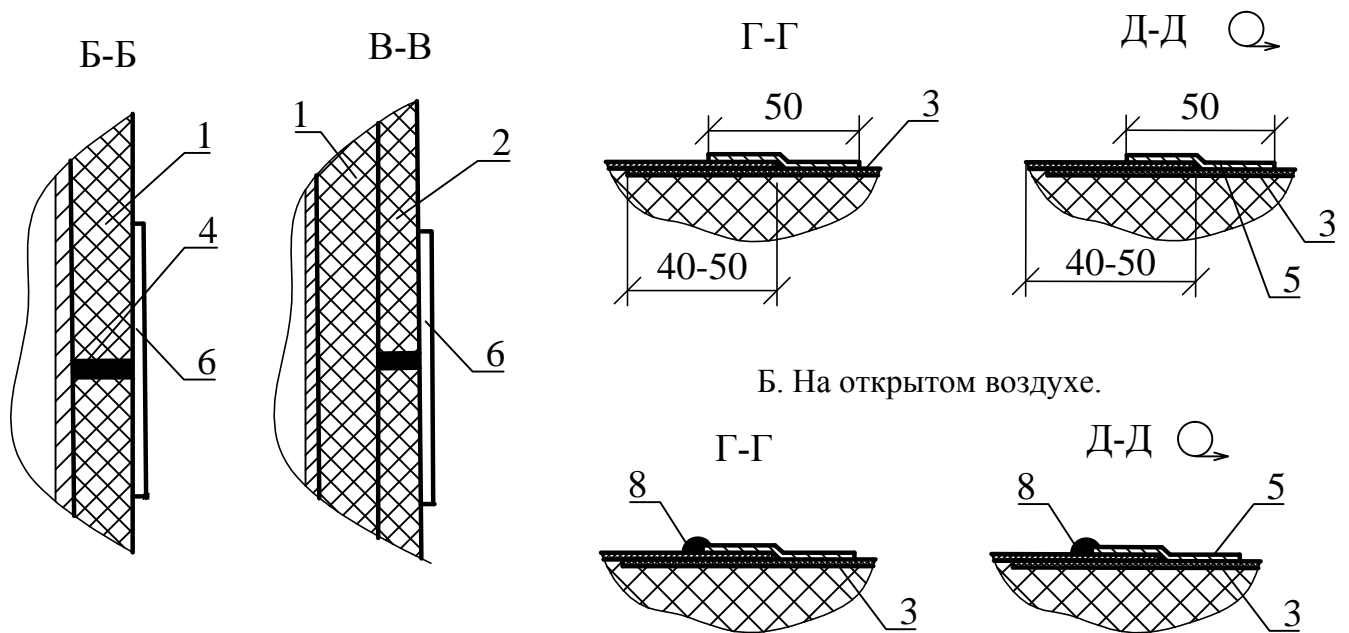
Лист

90

Рис. А36. Тепловая изоляция резервуара холодной воды рулонами "MISOT-FLEX" с гибким покрытием



А. Внутри зданий и сооружений.



Б. На открытом воздухе.

1. Рулоны самоклеящиеся "MISOT-FLEX" ST-RL/SA 1-го слоя.
2. Рулоны самоклеящиеся "MISOT-FLEX" ST-RL/SA 2-го слоя.
3. Гибкое самоклеящееся покрытие.
4. Клей "MISOT-FLEX"
5. Самоклеящаяся алюминиевая лента "MISOT-FLEX"
6. Самоклеящаяся армированная лента "MISOT-FLEX"
7. Конструкция изоляции люков
8. Герметик силиконовый

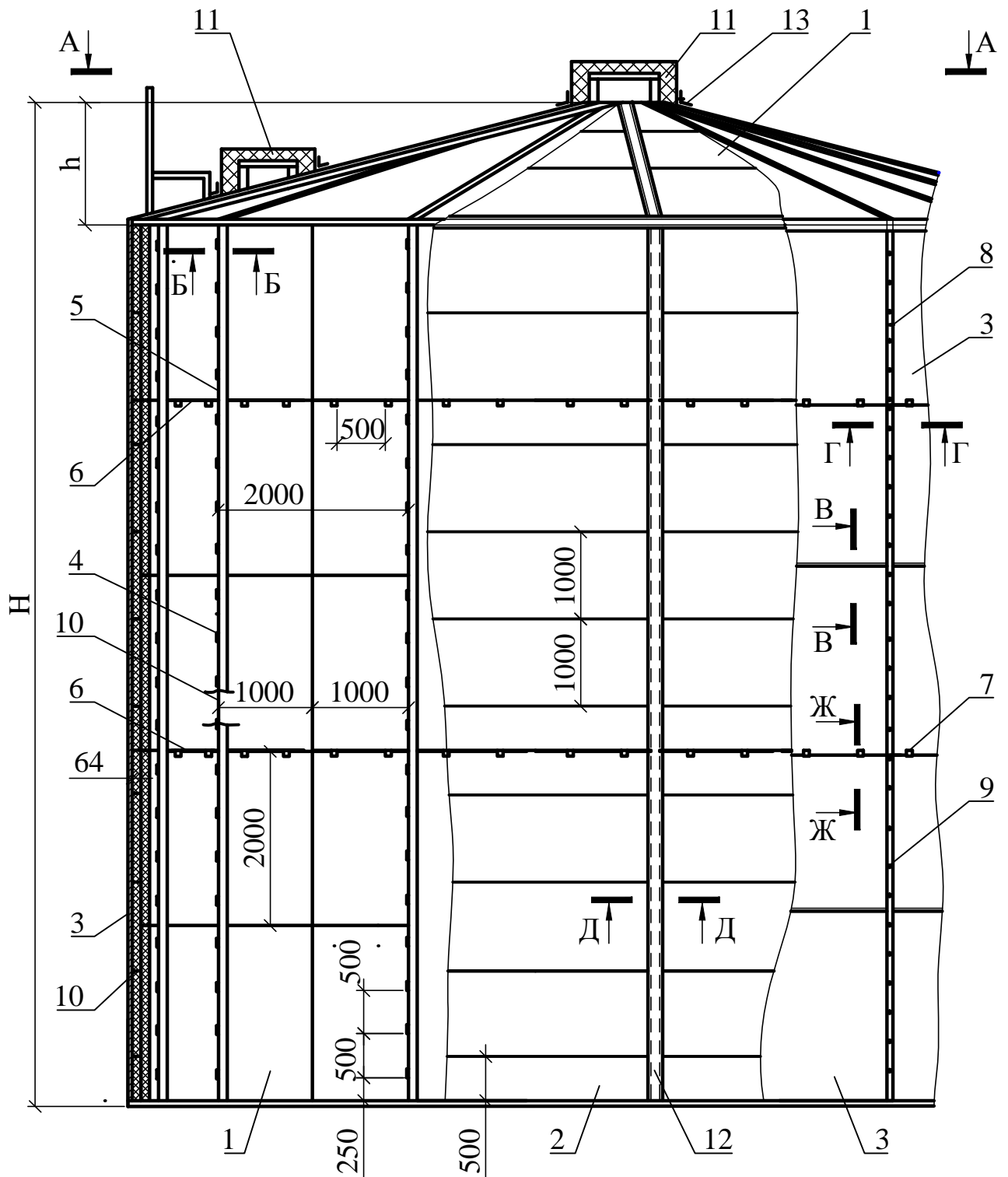
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

Лист

91

Рис. А37. Конструкция тепловой изоляции резервуаров с теплоизоляционным слоем из рулонов "MISOT-FLEX" и металлическим покрытием



1. Рулоны "MISOT-FLEX" самоклеящиеся первого слоя
2. Рулоны "MISOT-FLEX" самоклеящиеся второго слоя.
3. Металлическое покрытие.
4. Скоба.
5. Стойка
6. Диафрагма.
7. Кляммера1.
8. Накладка-профиль.
9. Шуруп.
10. Клей "MISOT-FLEX"
11. Конструкция изоляции люков
12. Самоклеящаяся лента "MISOT-FLEX"
13. Самоклеящаяся алюминиевая лента "MISOT-FLEX"

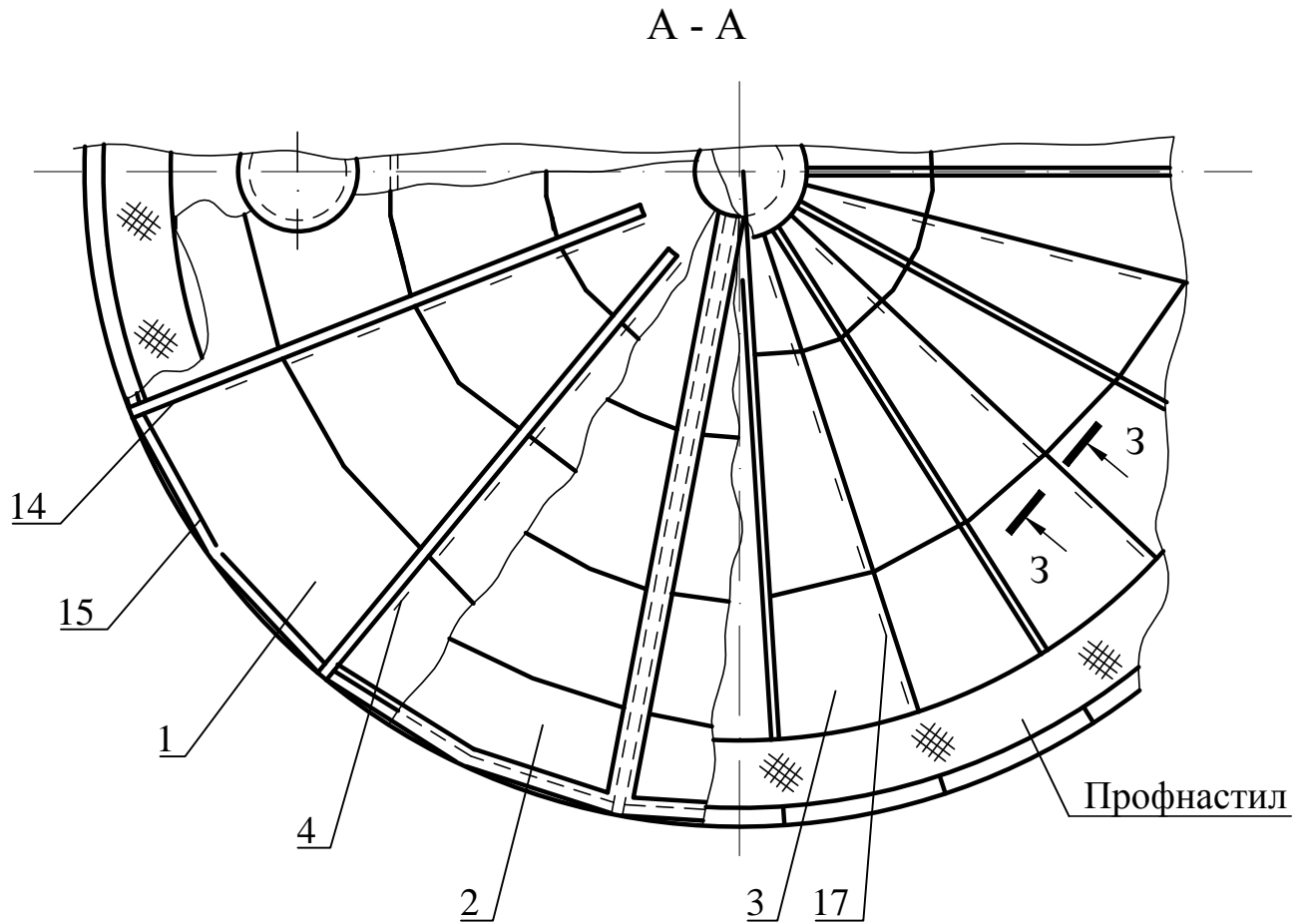
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

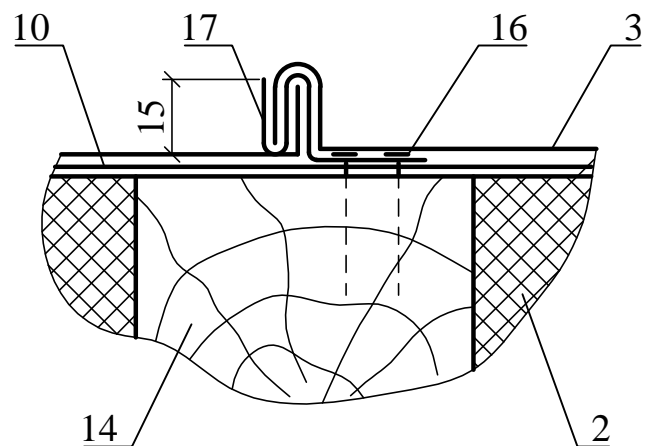
Лист

92

Рис. А38. Разрезы А-А и 3-3 к рис. А37



3 - 3



- 14. Направляющая
  - 15. Опорное кольцо из досок,
  - 16. Гвоздь.
  - 17. Кляммера 2
- Остальные позиции на рис. А37

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

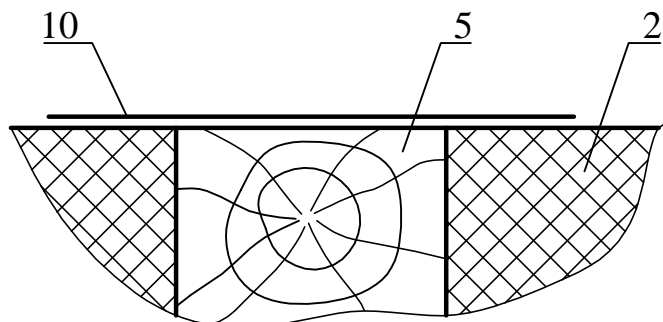
ТР 12129-ТИ.2014

Лист

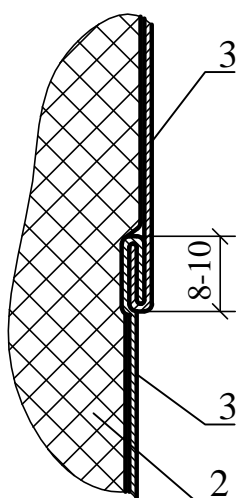
93

Рис. А39. Разрезы Б - Б, В - В и Д-Д к рис. А37

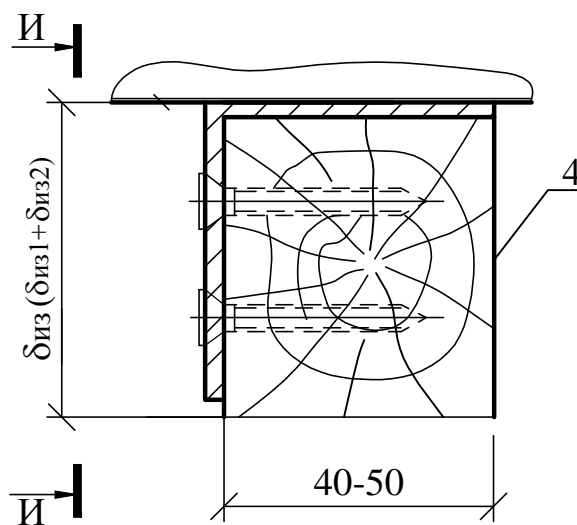
Д - Д



В - В



Б - Б



Примечание: обозначения элементов конструкции на рис. А37

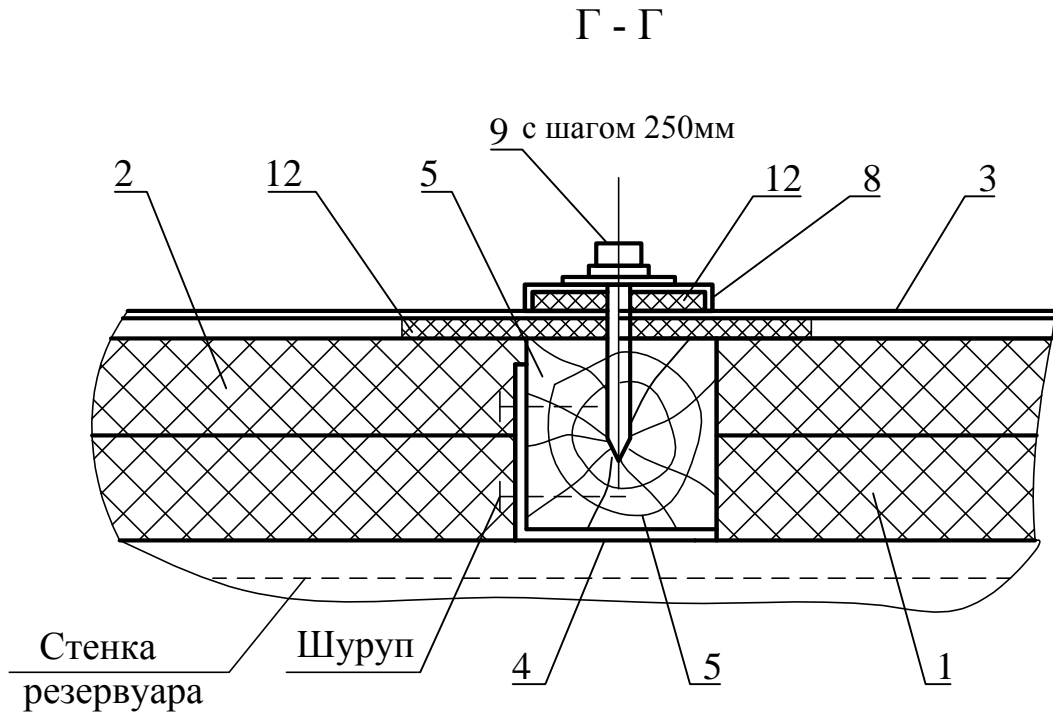
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

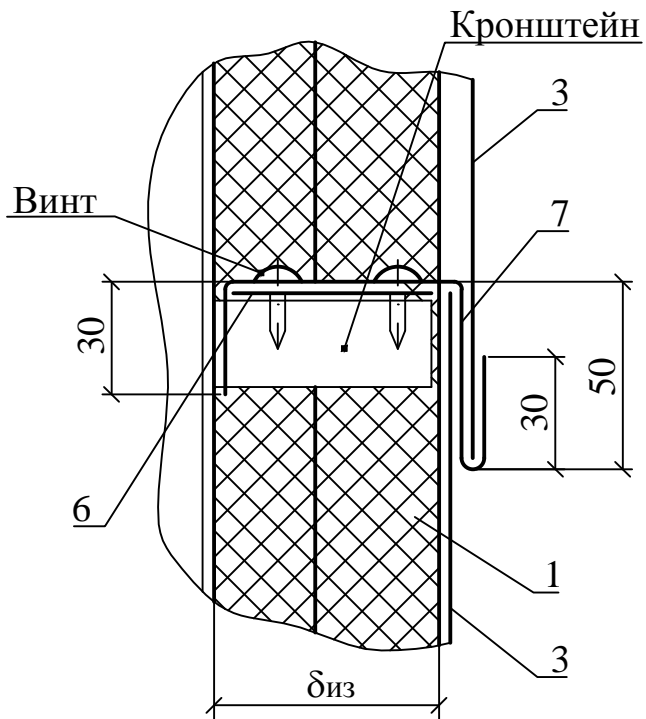
Лист

94

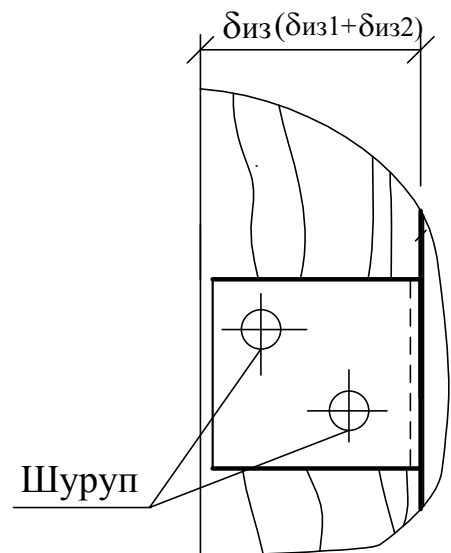
Рис. А40. Разрезы Г - Г, Ж - Ж, И - И к рис. А37



Ж - Ж



И - И



Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

Лист

95

**ТОЛЩИНА ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ИЗ ИЗДЕЛИЙ «MISOT-FLEX», ОТВЕЧАЮЩАЯ НОРМАМ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛООВОГО ПОТОКА В КОНСТРУКЦИЯХ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ**

1. В таблицах Б1 и Б2 приведена рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя из теплоизоляционных изделий «MISOT-FLEX» в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении.

В таблицах Б3 и Б4 приведена рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя из теплоизоляционных изделий «MISOT-FLEX» в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе.

2. Расчет произведен по формулам, приведенным в разделе 7.4.

3. Нормы плотности теплового потока приняты по таблицам 4 и 5 СНиП 41-03-2003 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

4. Температура воздуха принята:

- в помещении 20°C;

- на открытом воздухе 3,8°C (среднегодовая для г. Москвы)

5. Расчетный коэффициент теплопроводности изделий «MISOT-FLEX» принят по формуле 7.2.14.

6. Рекомендуемая толщина тепловой изоляции из изделий «MISOT-FLEX» принята в соответствии с действующей номенклатурой не отличается более чем на 3 мм в сторону уменьшения от расчетного значения в соответствии с указаниями п.6.5.

7. В таблицах Б1 – Б4 при двухслойной изоляции в качестве первого слоя при изоляции трубопроводов наружным диаметром до 159мм вкл. приняты трубы «MISOT-FLEX», в качестве второго слоя – рулоны.

При изоляции трубопроводов наружным диаметром более 159мм, в качестве первого и второго слоя приняты рулоны «MISOT-FLEX».

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		96



**Таблица Б1.** Толщина тепловой изоляции из изделий «MISOT-FLEX», отвечающая нормам плотности теплового потока в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении. Число часов работы в год более 5000.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура теплоносителя, °С					
	50	60	70	80	90	100
	Толщина изделий «MISOT-FLEX», мм					
15	19	25	25	25	25	32
18	19	25	25	25	25	32
21	25	25	25	32	32	32
28	25	25	32	32	32	25+13
35	25	25	32	32	32	25+13
42	25	32	32	32	25+13	25+13
48	25	32	32	32	25+13	25+13
54	25	32	32	32	25+13	32+10
57	25	32	32	25+13	25+13	32+10
60	32	32	25+13	25+13	32+10	32+13
76	32	32	25+13	32+10	32+13	32+13
89	32	25+10	32+10	32+10	32+13	32+19
108	32	25+13	32+10	32+13	32+19	32+19
114	25+13	32+10	32+13	32+19	32+19	32+25
125	25+13	32+10	32+13	32+19	32+19	32+25
133	25+13	32+10	32+13	32+19	32+19	32+25
140	25+13	32+13	32+13	32+19	32+25	32+25
159	25+13	32+13	32+13	32+19	32+25	32+25
219	32+10	32+13	32+19	32+25	32+32	32+32
273	32+10	32+19	32+25	32+25	32+32	32+40
325	32+10	32+19	32+25	32+32	32+32	32+40
377	32+10	32+19	32+25	32+32	32+40	32+40
426	32+13	32+19	32+32	32+32	32+40	32+40
473	32+13	32+19	32+32	32+32	32+40	32+40
530	32+13	32+25	32+32	32+32	32+40	40+40
630	32+19	32+25	32+32	32+40	32+40	40+40
720	32+19	32+25	32+32	32+40	32+40	40+40
820	32+19	32+25	32+32	32+40	40+40	50+32
920	32+19	32+25	32+32	32+40	40+40	50+32
1020	32+19	32+25	32+32	32+40	40+40	50+32
1420	32+19	32+32	32+32	32+40	50+32	50+32
Более 1420	32+19	32+32	32+32	32+40	50+32	50+32

**Таблица Б2.** Толщина тепловой изоляции из изделий «MISOT-FLEX», отвечающая нормам плотности теплового потока в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении. Число часов работы в год 5000 и менее.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура теплоносителя, °С					
	50	60	70	80	90	100
	Толщина изделий «MISOT-FLEX», мм					
15	19	19	19	19	19	19
18	19	19	19	19	19	19
21	19	25	25	25	25	25
28	25	25	25	26	27	28
35	25	25	26	27	29	32
42	25	25	28	32	32	32
48	25	25	28	32	32	32
54	25	25	27	32	32	32
57	25	25	32	32	32	32
60	25	25	32	32	25+10	25+13
76	25	32	32	32	25+10	25+13
89	25	32	32	32	25+10	25+13
108	25	32	32	25+13	32+10	32+10
114	32	32	25+13	32+10	32+10	32+13
125	32	32	25+13	32+10	32+10	32+13
133	32	32	25+13	32+10	32+10	32+13
140	32	25+13	32+10	32+10	32+13	25+25
159	32	25+13	32+10	32+10	32+13	25+25
219	32	25+13	32+10	32+13	25+25	25+25
273	32	25+13	32+10	32+13	25+25	32+25
325	25+10	32+10	32+13	25+25	25+25	32+25
377	25+13	32+10	32+13	25+25	32+25	32+25
426	25+13	32+10	32+13	25+25	32+25	32+25
473	25+13	32+10	25+25	25+25	32+25	32+25
530	25+13	32+10	25+25	32+25	32+25	32+32
630	25+13	32+13	25+25	32+25	32+25	32+32
720	25+13	32+13	25+25	32+25	32+32	32+32
820	25+13	32+13	25+25	32+25	32+32	32+32
920	32+10	32+13	25+25	32+25	32+32	32+32
1020	32+10	32+13	32+25	32+25	32+32	32+32
1420	32+10	25+25	32+32	32+32	32+32	32+40
Более 1420	32+10	25+25	32+32	32+32	32+40	32+40

**Таблица Б3.** Толщина тепловой изоляции из изделий «MISOT-FLEX», отвечающая нормам плотности теплового потока в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе. Число часов работы в год более 5000.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура теплоносителя, °С								
	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	Толщина изделий «MISOT-FLEX», мм								
15	13	19	19	25	25	25	32	32	32
18	13	19	19	25	25	25	32	32	32
21	19	19	24	25	32	32	32	32	25+13
28	19	25	32	32	32	32	25+10	25+10	25+13
35	19	25	32	32	32	25+13	32+10	32+10	25+19
42	25	30	32	25+10	25+13	32+10	32+10	32+13	32+19
48	25	33	32	25+10	25+13	32+10	32+10	32+13	32+19
54	25	29	32	25+10	25+13	32+10	32+10	32+13	32+19
57	25	32	32	25+10	25+13	32+10	32+10	32+13	32+19
60	25	32	25+10	25+13	25+13	32+10	25+25	32+19	32+19
76	25	32	25+10	25+13	32+13	25+25	25+25	32+19	32+25
89	25	32	40	32+13	32+13	25+25	25+25	32+25	32+25
108	32	40	40	32+13	25+25	25+25	25+32	32+25	32+32
114	32	40	40	32+13	25+25	25+32	25+32	32+32	32+32
125	32	40	32+13	32+13	25+25	25+32	25+32	32+32	32+32
133	32	40	32+13	32+13	25+25	25+32	25+32	32+32	32+32
140	32	40	32+13	25+25	25+32	25+32	32+32	32+32	32+40
159	32	40	32+13	25+25	25+32	25+32	32+32	32+32	32+40
219	32	32+13	25+25	25+32	25+32	32+32	32+40	32+40	32+40
273	40	32+13	25+25	25+32	32+32	32+32	32+40	32+40	40+40
325	40	32+13	25+25	25+32	32+32	32+32	32+40	32+40	40+40
377	40	32+13	25+25	25+32	32+32	32+32	32+40	32+40	40+40
426	40	32+13	25+25	25+32	32+32	32+32	32+40	32+40	40+40
473	40	32+13	25+25	25+32	32+32	32+32	32+40	32+40	40+40
530	40	32+13	25+25	25+32	32+32	32+40	32+40	40+40	50+32
630	40	32+13	25+32	25+32	32+32	32+40	32+40	40+40	50+32
720	40	32+13	25+32	25+32	32+32	32+40	32+40	40+40	-
820	40	25+25	25+32	32+32	32+40	32+40	40+40	40+40	-
920	40	25+25	32+32	32+32	32+40	32+40	40+40	50+32	-
1020	40	25+25	32+32	32+32	32+40	32+40	40+40	50+32	-
1420	40	25+25	32+32	32+32	32+40	40+40	50+32	-	-
Более 1420	40	25+25	32+32	32+40	40+40	40+40	-	-	-

**Таблица Б4.** Толщина тепловой изоляции из изделий «MISOT-FLEX», отвечающая нормам плотности теплового потока в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе. Число часов работы в год 5000 и менее.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура теплоносителя, °С								
	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	Толщина изделий «MISOT-FLEX», мм								
15	19	19	19	19	19	25	25	25	32
18	19	19	18	19	19	25	25	25	32
21	19	19	21	25	25	25	32	32	32
28	19	19	23	25	25	32	32	32	32
35	19	24	26	25	32	32	32	32	25+10
42	19	25	28	32	32	32	25+10	25+10	32+10
48	19	25	28	32	32	32	25+10	25+13	32+10
54	19	25	26	32	32	32	25+10	25+13	32+10
57	19	25	27	32	32	32	25+10	25+13	32+10
60	19	25	29	32	32	25+10	25+13	25+13	32+10
76	25	25	31	32	25+13	25+13	25+13	25+19	32+10
89	25	25	32	32	25+13	25+13	25+19	25+19	32+13
108	25	32	34	40	40	25+19	25+19	25+25	25+25
114	25	32	36	40	40	25+19	25+25	25+25	25+25
125	25	32	35	40	40	25+19	25+25	25+25	25+25
133	25	32	35	40	40	25+19	25+25	25+25	25+25
140	25	32	40	40	25+19	25+19	25+25	25+25	25+32
159	25	32	40	40	25+19	25+25	25+25	25+32	25+32
219	32	40	40	25+19	25+25	25+25	25+32	25+32	25+32
273	32	40	40	25+19	25+25	25+25	25+32	32+32	32+32
325	32	40	40	25+19	25+25	25+25	25+32	32+32	32+32
377	32	40	40	25+19	25+25	25+25	25+32	32+32	32+32
426	32	40	40	25+19	25+25	25+25	25+32	32+32	32+32
473	32	40	40	25+19	25+25	25+32	25+32	32+32	32+32
530	32	40	40	25+19	25+25	25+32	25+32	32+32	32+40
630	32	40	40	25+19	25+25	25+32	25+32	32+32	32+40
720	32	40	25+19	25+25	25+25	25+32	32+32	32+32	32+40
820	32	40	25+19	25+25	25+32	25+32	32+32	32+32	32+40
920	32	40	25+19	25+25	25+32	25+32	32+32	32+32	32+40
1020	32	40	25+19	25+25	25+32	25+32	32+32	32+32	32+40
1420	32	40	25+19	25+25	25+32	32+32	32+32	32+40	32+40
Более 1420	32	40	25+19	25+25	25+32	32+32	32+40	32+40	40+40

**ТОЛЩИНА ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ИЗ ИЗДЕЛИЙ «MISOT-FLEX», ОТВЕЧАЮЩАЯ ЗАДАННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ НА ПОВЕРХНОСТИ ИЗОЛЯЦИИ, В ТОМ ЧИСЛЕ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ.**

В таблицах В1 – В4 приведена рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя из теплоизоляционных изделий марок «MISOT-FLEX» в конструкциях тепловой изоляции, отвечающих заданной температуре на поверхности теплоизоляционной конструкции, для трубопроводов и оборудования, расположенных в помещении с температурой окружающего воздуха 20°C и на открытом воздухе со средней максимальной температурой самого жаркого месяца не более 25°C.

Заданная температура на поверхности изоляции принята по условиям п.7.5., а расчетная теплопроводность по формуле 7.2.14.

**Таблица В1.** Толщина теплоизоляционного слоя из изделий «MISOT-FLEX», отвечающая заданной температуре на поверхности изоляции, в конструкциях с металлическим покрытием.

Наружный диаметр трубовода, мм	Расположение изолируемого объекта									
	в помещении						на открытом воздухе			
	Температура теплоносителя, °С									
	50	60	70	80	90	95	70	80	90	95
	Толщина теплоизоляционного слоя из «MISOT-FLEX», мм									
10	6	9	9	13	13	19	6	6	6	6
12	6	9	9	13	19	19	6	6	6	9
15 - 21	6	9	13	13	19	19	6	6	6	9
25 – 35	6	9	13	19	19	19	6	6	9	9
42	6	9	13	19	19	25	6	6	9	9
48 - 64	9	9	13	19	19	25	9	9	9	9
54	9	9	13	19	19	25	9	9	9	9
70 - 114	9	13	13	19	25	25	9	9	9	9
125	13	13	13	19	25	25	13	13	13	13
133 - 159	13	13	16	19	25	25	13	13	13	13
219	13	13	16	19	25	25	6	6	9	13
273	13	13	16	19	25	25	6	6	9	13
325	13	13	16	19	25	25	6	6	9	13
377	13	13	16	19	25	25	6	6	9	13
426	13	13	16	19	25	25	6	6	9	13
473	13	13	16	19	25	25	6	6	9	13
530	13	13	16	19	25	25	6	6	9	13
630	13	13	16	19	25	25	6	6	9	13
720	13	13	16	19	25	25	6	6	9	13
820	13	13	16	19	25	32	6	6	9	13
920	13	16	16	19	25	32	6	6	9	13
1020	13	16	16	19	25	32	6	6	9	13
Более 1020	13	16	16	25	25	32	6	6	9	13

**Таблица В2.** Толщина теплоизоляционного слоя из изделий «MISOT-FLEX», отвечающая заданной температуре на поверхности изоляции в конструкциях **без покрытия или с неметаллическими покрытиями.**

Наружный диаметр грубопровода, мм	Расположение изолируемого объекта									
	в помещении						на открытом воздухе			
	50	60	70	80	90	95	70	80	90	95
	Толщина теплоизоляционного слоя из «MISOT-FLEX», мм									
10	6	6	9	9	9	9	6	6	6	6
12	6	6	9	9	9	13	6	6	6	6
15	6	6	9	9	9	13	6	6	6	6
18	6	6	9	9	13	13	6	6	6	6
22	6	6	9	9	13	13	6	6	6	6
25	6	6	9	13	13	13	6	6	6	6
28	6	6	9	13	13	13	6	6	6	6
35	6	6	9	13	13	13	6	6	6	6
42	6	6	9	13	13	13	6	6	6	6
48	9	9	9	13	13	13	9	9	9	9
54	9	9	9	13	13	13	9	9	9	9
60	9	9	9	13	13	13	9	9	9	9
64	9	9	9	13	13	13	9	9	9	9
70	9	9	9	13	13	13	9	9	9	9
76	9	9	9	13	13	19	9	9	9	9
80	9	9	9	13	13	19	9	9	9	9
89	9	9	9	13	13	19	9	9	9	9
102	9	9	9	13	13	19	9	9	9	9
108	9	9	9	13	13	19	9	9	9	9
114	9	9	9	13	13	19	9	9	9	9
125	13	13	13	13	13	19	13	13	13	13
133	13	13	13	13	13	19	13	13	13	13
140	13	13	13	13	13	19	13	13	13	13
159	13	13	13	13	13	19	13	13	13	13
219	6	9	13	13	16	16	6	6	6	6
273	6	9	13	13	16	16	6	6	6	6
325	6	9	13	13	16	16	6	6	6	6
377	6	9	13	13	16	16	6	6	6	6
426	6	9	13	13	16	16	6	6	6	6
473	6	9	13	13	16	19	6	6	6	6
530	6	9	13	13	16	19	6	6	6	6
630	6	9	13	13	16	19	6	6	6	6
720	6	9	13	13	16	19	6	6	6	6
820	6	9	13	13	16	19	6	6	6	6
920	6	9	13	13	16	19	6	6	6	6
1020	6	9	13	13	16	19	6	6	6	6
Более 1020	6	9	13	13	16	19	6	6	6	6

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

**ТОЛЩИНА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ «MISOT-FLEX», ПРЕДОТ-  
ВРАЩАЮЩАЯ КОНДЕНСАЦИЮ ВЛАГИ ИЗ ВОЗДУХА НА ПОВЕРХНОСТИ ИЗОЛЯ-  
ЦИИ, В КОНСТРУКЦИЯХ ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИИ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУ-  
БОПРОВОДОВ, ТРУБОПРОВОДОВ ХОЛОДНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОЗДУХО-  
ВОДОВ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА, РАСПО-  
ЛОЖЕННЫХ В ПОМЕЩЕНИИ.**

1. Расчет проведен для изолируемых поверхностей, расположенных в помещении с температурой окружающего воздуха 20°C с относительной влажностью воздуха 60, 70 и 80%.
2. Расчетный коэффициент теплопроводности принимался в соответствии с формулой 7.2.14.
3. При других исходных данных следует провести расчет в соответствии с рекомендациями раздела 7.6.
4. Изделия в конструкциях тепловой изоляции, предназначенных для предотвращения конденсации влаги на поверхности изоляции, рекомендуется устанавливать без покрытия, т.к. установка покрытий с малым коэффициентом излучения приводит к увеличению толщины изоляции (см. таблицу Г2).

**Таблица Г1.** Рекомендуемая толщина теплоизоляционного материала «MISOT-FLEX», предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на поверхности изоляции в конструкции **без покрытия или с неметаллическими покрытиями**, для трубопроводов и воздуховодов систем вентиляции и кондиционирования воздуха, расположенных в помещении.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура теплоносителя, °С						
	≥ 10	5	0	-10	-20	-30	-40
Толщина тепловой изоляции из изделий «MISOT-FLEX», мм							
<b>Относительная влажность воздуха 60%</b>							
10 – 12	6	6	6	9	13	19	19
15	6	6	6	13	13	19	19
18 – 21	6	6	6	13	19	19	25
25 – 35	6	6	9	13	19	19	25
42	6	6	9	13	19	25	25
48 – 70	9	9	9	13	19	25	25
76 – 89	9	9	9	13	19	25	13+13
102 – 140	6	6	9	13	19	25	32
159 – 219	6	6	9	16	19	25	32
273 – 377	6	6	9	16	13+9	25	32
426 – 920	6	6	9	16	13+9	32	32
1020	6	6	9	16	25	32	32
Более 1020	6	6	9	16	25	32	40
<b>Относительная влажность воздуха 70%</b>							
10	6	9	9	13	19	13+9	19+6

12	6	9	9	19	19	13+9	19+6
15	6	9	13	19	19	13+9	13+13
18	6	9	13	19	19	25	32
21 – 25	6	9	13	19	25	25	32
28	6	9	13	19	25	13+13	32
32 – 35	6	9	13	19	25	32	32
42	6	9	13	19	25	32	25+9
48 – 54	9	9	13	19	25	32	25+9
57 – 64	9	9	13	19	25	32	25+13
70 – 80	9	9	13	19	13+13	32	25+13
89	9	9	13	25	13+13	32	25+16
102 – 114	9	9	13	25	32	32	25+16
125 – 159	9	9	13	25	32	25+16	25+16
169 – 194	9	13	13	25	32	40	32+13
219	9	13	13	25	32	40	50
273 – 1020	9	13	16	25	32	40	50
Более 1020	9	13	16	25	32	50	50
<b>Относительная влажность воздуха 80%</b>							
10	9	13	19	13+9	19+6	19+13	-
12	9	13	19	13+9	19+9	19+13	-
15	9	13	19	13+9	32	19+16	-
18	9	13	19	25	32	25+9	32+9
21	9	13	19	25	32	25+13	32+9
25 – 28	9	13	19	25	32	25+13	32+13
32	9	16	19	13+13	25+9	32+9	32+13
35	9	19	19	32	25+9	32+9	32+16
42	9	19	19	32	25+9	32+9	32+19
48 – 60	9	19	25	32	25+13	32+13	32+19
64	9	19	25	32	25+13	32+16	32+25
70 – 80	9	19	25	32	32+9	32+16	32+25
89 – 102	13	19	25	32	32+9	32+19	32+25
108 – 133	13	19	25	32	32+9	32+19	32+32
140 – 159	13	19	25	32+9	32+13	32+25	32+32
169 – 194	13	19	25	40	50	32+25	32+32
219	13	19	25	40	50	32+25	50+16
273 – 325	13	19	25	40	50	40+19	50+19
377 – 630	13	19	25	40	50	40+25	50+25
720	13	19	25	40	40+13	40+25	50+25
820 – 1020	13	19	25	40	40+13	40+25	40+40
Более 1020	13	19	25	40	40+16	50+19	50+40

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12129-ТИ.2014

Лист

104



**Таблица Г2.** Рекомендуемая толщина теплоизоляционного материала «MISOT-FLEX», предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на поверхности изоляции в конструкции с металлическими покрытиями, для трубопроводов и воздуховодов систем вентиляции и кондиционирования воздуха, расположенных в помещении.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура теплоносителя, °С						
	≥ 10	5	0	-10	-20	-30	-40
	Толщина тепловой изоляции из изделий «MISOT-FLEX», мм						
<b>Относительная влажность воздуха 60%</b>							
10 – 12	6	6	9	13	19	19	13+9
15	6	6	9	13	19	13+9	13+9
18 – 21	6	6	6	13	19	25	25
25	6	6	9	13	19	25	32
28 – 35	6	6	9	19	19	25	32
42	6	6	13	19	25	25	32
48 – 67	9	9	13	19	25	32	32
70 – 89	9	9	13	19	25	32	25+9
102 – 159	9	9	13	19	25	32	25+13
169 – 219	9	13	13	19	25	32	40
273 – 325	9	13	13	19	32	40	40
377 – 1020	9	13	13	19	32	40	50
Более 1020	9	13	13	19	32	40	50
<b>Относительная влажность воздуха 70%</b>							
10	6	9	13	19	13+9	19+9	19+13
12	6	9	13	19	19+6	19+9	19+13
15	6	9	13	19	19+6	19+9	19+16
18	6	9	13	19	25	32	25+9
21	6	13	13	19	25	25	32+6
25 – 28	6	13	13	25	32	25+9	32+6
35	6	13	19	25	32	25+9	32+9
42	6	13	19	25	32	32+6	32+9
48 – 60	9	13	19	25	32	32+6	32+13
64 – 70	9	13	19	25	32	32+9	32+16
76 – 80	9	13	19	25	25+9	32+9	32+16
89	9	13	19	25	25+9	32+9	32+19
102 – 114	9	13	19	32	25+9	32+13	32+19
125 – 159	9	13	19	32	32+6	32+13	32+25
169 – 219	9	13	19	32	40	50	32+25
273	9	13	19	32	40	50	40+19
325	9	13	19	32	40	50	32+32
377 – 530	9	13	19	32	32+13	40+13	32+32
630 – 720	9	13	19	32	32+13	40+16	32+32
820 – 920	9	13	25	32	32+13	40+16	40+25
1020	9	13	25	32	32+13	40+16	50+19
Более 1020	9	13	25	32	32+16	40+19	40+32

Относительная влажность воздуха 80%							
10	9	19	19	13+13	19+13	19+13	-
12	9	19	19	13+13	19+16	19+25	-
15	13	19	19	19+9	19+16	19+25	-
18	13	19	25	32	32+6	32+13	32+25
21	13	19	25	32	32+9	32+16	32+25
25	13	19	25	32	25+19	-	-
28	13	19	25	32	32+9	32+19	32+25
35	13	19	25	25+9	32+13	32+19	32+32
42	13	19	25	25+9	32+13	32+25	32+32
48	13	19	25	32+6	32+16	32+25	32+32
54	13	19	25	32+6	25+16	32+25	32+40
57 – 64	13	19	32	32+6	25+19	32+32	32+40
67 – 70	13	19	32	32+9	32+19	32+32	32+40
76 – 80	13	25	32	32+9	32+19	32+32	32+40
89 – 102	13	25	32	32+9	32+25	25+40	32+50
108 – 114	13	25	32	32+9	32+25	32+40	32+50
125 – 159	13	25	32	32+13	32+25	32+40	32+50
169	13	25	32	50	40+19	32+40	50+40
194 – 273	16	25	32	50	32+32	40+40	50+40
325	16	25	32	50	32+32	40+40	50+50
377	16	25	32	50	50+19	40+40	50+50
426	16	25	32	50	50+19	50+40	50+50
473 – 530	16	25	40	40+13	50+19	50+40	50+50
630 – 820	16	25	40	40+13	50+25	50+40	-
920 – 1020	16	25	40	40+16	50+25	50+40	-
Более 1020	16	25	40	32+25	40+40	50+50	-

**РАСЧЕТНОЕ ВРЕМЯ, В ТЕЧЕНИЕ КОТОРОГО ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ ИЗ ИЗДЕЛИЙ «MISOT-FLEX» ПРЕДОХРАНЯЕТ ОТ ЗАМЕРЗАНИЯ ХОЛОДНУЮ ВОДУ С НАЧАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ 5 И 10°С ПРИ АВАРИЙНОЙ ОСТАНОВКЕ ЕЁ ДВИЖЕНИЯ В ТРУБОПРОВОДАХ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ**

1. В таблицах Д1 – Д2 приведено время до начала замерзания холодной воды в стальных трубопроводах с изоляцией изделиями «MISOT-FLEX» при аварийной остановке движения в зимнее время.

2. Расчет произведен для следующих исходных условий:

- начальная температура воды в трубопроводе 5 и 10°С;
- температура окружающего воздуха минус 20 и минус 30°С.

Коэффициент теплопроводности принимался по формуле 7.2.14.

3. Принят теплоизоляционный слой из трубок «MISOT-FLEX» толщиной 9 – 32 мм и двухслойная изоляция с внутренним слоем из трубок толщиной 32 мм и наружным слоем из рулонов «MISOT-FLEX» толщиной 10 мм.

4. В таблице Д1 приведено время до начала замерзания при начальной температуре воды 5°С.

5. В таблице Д2 приведено время до начала замерзания при начальной температуре воды 10°С.

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		107

**Таблица Д1.** Время, в течение которого, изоляция из изделий «MISOT-FLEX» предотвращает замерзание воды с начальной температурой 5°C при остановке её движения при температуре окружающего воздуха, указанной в п. 2.

Наружный диаметр, мм	Толщина теплоизоляционного слоя из изделий «MISOT-FLEX», мм					
	9	13	19	25	32	42
	Время до начала замерзания, час					
<b>Температура наружного воздуха минус 30°C</b>						
15	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7
18	0,5	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2
21	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1	1,2
25	0,7	0,9	1,2	1,4	1,6	1,8
28	0,7	0,9	1,2	1,4	1,6	1,8
32	1,0	1,2	1,6	1,9	2,2	2,5
35	0,9	1,2	1,6	1,8	2,1	2,5
42	1,3	1,6	2,1	2,6	3,0	3,5
45	1,7	2,2	2,9	3,6	4,2	4,9
48	1,7	2,2	2,9	3,5	4,1	4,9
54	2,2	3,0	3,9	4,8	5,6	6,7
57	2,2	2,9	3,9	4,7	5,6	6,6
60	2,1	2,8	3,8	4,6	5,5	6,6
64	2,1	2,8	3,7	4,5	5,4	6,5
70	3,0	4,0	5,4	6,6	7,9	9,5
76	2,9	3,9	5,2	6,4	7,7	9,3
89	3,7	5,0	6,8	8,4	10,1	12,3
108	4,8	6,5	8,8	11,0	13,3	16,4
114	4,6	6,3	8,6	10,7	13,1	16,0
133	-	8,3	11,4	14,3	17,5	21,6
159	-	10,1	14,0	17,6	21,6	26,9
<b>Температура наружного воздуха минус 20°C</b>						
15	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
18	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
21	0,7	0,9	1,2	1,4	1,6	1,8
25	1,1	1,4	1,8	2,1	2,4	2,7
28	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,7
32	1,4	1,8	2,3	2,8	3,2	3,7
35	1,4	1,8	2,3	2,7	3,2	3,7
42	1,9	2,4	3,2	3,8	4,5	5,3
45	2,6	3,3	4,4	5,3	6,2	7,3
48	2,5	3,3	4,3	5,2	6,1	7,2
54	3,3	4,4	5,9	7,1	8,4	10,0
57	3,3	4,3	5,7	7,0	8,3	9,9
60	3,2	4,2	5,6	6,9	8,1	9,7
64	3,1	4,1	5,5	6,7	8,0	9,6
70	4,5	6,0	8,0	9,8	11,7	14,1
76	4,3	5,8	7,7	9,5	11,4	13,8
89	5,5	7,4	10,1	12,4	15,0	18,2
108	7,1	9,6	13,1	16,4	19,8	24,4
114	6,9	9,4	12,8	16,0	19,4	23,9
133	-	12,4	17,0	21,3	26,0	32,1
159	-	15,1	20,8	26,2	32,1	40,0

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------

ТР 12129-ТИ.2014

Лист  
108

**Таблица Д2.** Время, в течение которого, изоляция из изделий «MISOT-FLEX» предотвращает замерзание воды с начальной температурой 10°C при остановке её движения при температуре окружающего воздуха, указанной в п. 2.

Наружный диаметр, мм	Толщина теплоизоляционного слоя из изделий «MISOT-FLEX», мм					
	9	13	19	25	32	42
Время до начала замерзания, час						
Температура наружного воздуха минус 30°C						
15	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8
18	0,6	0,8	1,0	1,1	1,3	1,4
21	0,6	0,8	1,0	1,2	1,3	1,5
25	0,9	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2
28	0,9	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3
35	1,2	1,5	1,9	2,3	2,7	3,1
42	1,5	2,0	2,6	3,1	3,7	4,3
45	2,0	2,6	3,5	4,2	4,9	5,8
48	2,0	2,6	3,4	4,2	4,9	5,8
54	2,6	3,4	4,6	5,5	6,5	7,8
57	2,6	3,4	4,5	5,5	6,5	7,8
60	2,5	3,4	4,5	5,5	6,5	7,8
64	2,5	3,4	4,5	5,5	6,5	7,8
70	3,5	4,7	6,2	7,7	9,1	11,0
76	3,4	4,6	6,2	7,6	9,1	11,0
89	4,3	5,8	7,9	9,8	11,8	14,3
108	5,5	7,5	10,2	12,8	15,5	19,0
114	5,5	7,4	10,1	12,6	15,3	18,9
133	7,1	9,6	13,2	16,5	20,2	25,0
159	8,6	11,7	16,2	20,3	25,0	31,0
Температура наружного воздуха минус 20°C						
15	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2
18	0,9	1,1	1,4	1,6	1,8	2,1
21	0,9	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2
25	1,3	1,6	2,1	2,4	2,8	3,2
28	1,3	1,7	2,1	2,5	2,9	3,3
35	1,7	2,2	2,8	3,3	3,9	4,5
42	2,2	2,9	3,8	4,6	5,4	6,3
45	2,9	3,9	5,1	6,1	7,2	8,5
48	2,9	3,8	5,0	6,1	7,1	8,5
54	3,8	5,1	6,7	8,1	9,6	11,4
57	3,8	5,0	6,6	8,1	9,6	11,4
60	3,7	5,0	6,6	8,0	9,5	11,4
64	3,7	4,9	6,6	8,0	9,5	11,4
70	5,1	6,8	9,2	11,2	13,4	16,2
76	5,0	6,7	9,0	11,1	13,3	16,1
89	6,3	8,5	11,6	14,3	17,3	21,0
108	8,1	11,0	15,0	18,7	22,7	27,9
114	8,0	10,8	14,8	18,5	22,5	27,6
133	10,3	14,1	19,4	24,3	29,6	36,6
159	12,5	17,2	23,7	29,9	36,6	45,6
219	16,7	23,0	32,0	40,6	50,2	63,1
273	21,1	29,1	40,7	51,8	64,3	81,3

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------

ТР 12129-ТИ.2014

Лист  
109

**РЕКОМЕНДУЕМАЯ ТОЛЩИНА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО СЛОЯ ИЗ ИЗДЕЛИЙ «MISOT-FLEX» В КОНСТРУКЦИЯХ ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ДВУХТРУБНОЙ КАНАЛЬНОЙ ПРОКЛАДКИ**

1. Расчет произведен по методике, изложенной в разделе 7.10.
2. Расчет выполнен для трубопроводов, расположенных на глубине 0,7 м в грунте средней влажности с расчетной теплопроводностью 1,8 Вт/(м·°С), в лотковых одноячейковых каналах (марки МКЛ) с размерами, приведенными в таблице Е1.

Таблица Е1. Размеры каналов марки МКЛ

Диаметр условного прохода трубопровода, мм	Внутренние размеры канала, м	
	высота	ширина
50 – 100	0,55	0,97
125 – 200	0,705	1,32
250 - 400	0,905	1,92
500 – 600	1,105	2,41
700 – 800	1,38	2,77
900 – 1000	1,58	3,19
1000 - 1200	1,785	3,60
1200 – 1400	2,08	4,16

3. При определении толщины теплоизоляционного слоя из изделий «MISOT-FLEX» для изоляции трубопроводов подземной двухтрубной канальной прокладки при числе часов работы 5000 и менее (отопительный период) за расчетную температуру окружающего воздуха принималась средняя температура отопительного периода -3,1°С (г. Москва).

При определении толщины теплоизоляционного слоя из изделий «MISOT-FLEX» для изоляции трубопроводов подземной двухтрубной канальной прокладки при числе часов работы более 5000 (круглогодичная работа) за расчетную температуру окружающего воздуха принималась среднегодовая температура 3,8°С (г. Москва).

4. Коэффициент теплопроводности грунта принят 1,8 Вт/(м·°С).

5. Коэффициент дополнительных потерь на опорах и арматуре принят:

- для трубопроводов наружным диаметром 133 мм и менее – 1,2;
- для трубопроводов наружным диаметром 159 мм и более – 1,15.

6. Коэффициент теплоотдачи от поверхности изоляции к воздуху в канале и от воздуха к поверхности канала - 8 Вт/(м<sup>2</sup>·°С).

7. Коэффициент теплоотдачи от поверхности грунта к окружающему воздуху принят равным 35 Вт/(м·°С).

8. Толщины изоляции подающего и обратного трубопровода приняты одинаковыми.

9. При большей глубине заложения канала при толщине изоляции, указанной в таблице Е2, тепловой поток с поверхности изоляции подающего и обратного трубопроводов уменьшаются, что обеспечивает дополнительную экономию энергоресурсов.

При изменении условий прокладки расчетные толщины тепловой изоляции из матов подлежат корректировке.

**Таблица Е2.** Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя из изделий «MISOT-FLEX», отвечающая нормам плотности теплового потока, для конструкций тепловой изоляции двухтрубных водяных тепловых сетей при подземной канальной прокладке в Европейском регионе России.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Число часов работы в год			
	Более 5000		5000 и менее	
	Средняя температура теплоносителя в трубопроводе, (прямой/обратный), °С			
	65/50	90/50	65/50	90/50
	Расчетная толщина теплоизоляционного слоя, мм			
45	32+9	32+9	25+13	32+9
57	32+9	32+13	25+13	32+9
76	32+13	32+13	32+9	32+13
89	32+13	32+19	32+9	32+13
108	2x25	25+32	19+25	2x25
133	2x25	25+32	2x25	2x25
159	2x25	25+32	2x25	25+32
219	50	25+32	50	25+32
273	25+32	32+32	50	32+32
325	25+32	32+32	50	32+32
377	25+32	32+32	50	32+32
426	25+32	32+32	50	32+32
476	25+32	50+19	25+32	32+32
530	25+32	50+19	25+32	32+32
630	25+32	50+19	50	32+32
720	25+32	50+19	50	32+32
820	25+32	32+32	50	32+32
920	25+32	50+19	50	32+32
1020	25+32	32+32	50	32+32
1220	50	32+32	50	32+25
1420	50	32+32	50	32+25

**ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО СЛОЯ ИЗ ИЗДЕЛИЙ «MISOT-FLEX» В КОНСТРУКЦИЯХ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ**

**А. Пример расчета толщины тепловой изоляции из изделий «MISOT-FLEX» в конструкциях тепловой изоляции, предназначенных для предотвращения конденсации влаги на поверхности изоляции.**

**Пример 1.** Определить толщину тепловой изоляции из изделий «MISOT-FLEX» ST-TB для трубопровода наружным диаметром 76 мм с температурой вещества минус 22°C.

Трубопровод расположен в помещении с температурой 20°C и относительной влажностью воздуха 60%.

*Рекомендуемая конструкция.*

Для трубопровода с отрицательной температурой вещества рекомендуется конструкция тепловой изоляции из изделий «MISOT-FLEX» ST-TB без покрытия.

*Исходные данные.*

а) По таблице 7.3. принимаем значение коэффициента теплоотдачи от поверхности изоляции к окружающему воздуху 7 Вт/(м<sup>2</sup>·°C).

б) Допустимый перепад температур ( $t_o - t_n$ ) принимаем по таблице 7.4: ( $t_o - t_n$ )=7,8°C. Тогда температура на поверхности изоляции будет  $t_n=12,2$ °C.

в) Расчетный коэффициент теплопроводности принимаем по формуле 7.2.14  $\lambda_{из} = 0,0355$  Вт/(м·°C) при средней температуре теплоизоляционного слоя примерно минус 5°C:

$$t_m = -22^\circ\text{C}; t_n = 12,2^\circ\text{C}, \Delta t = 34,2^\circ\text{C} \quad t_{cp} = t_m - \Delta t/2 = -22 - 17,1 = -4,9^\circ\text{C}$$

*Расчет толщины изоляции*

Расчет производится по формуле (7.6.1) раздела 7.

$$\frac{d_{из}}{d_{мп}} \ln \frac{d_{из}}{d_{мп}} = \frac{2 \cdot \lambda_{из}}{\alpha_n \cdot d_{мп}} \cdot \left( \frac{t_o - t_m}{t_o - t_n} - 1 \right) = \frac{2 \cdot 0,0355}{5 \cdot 0,076} \cdot \left( \frac{20 - (-22)}{7,8} - 1 \right) = 0,5852$$

по приложению 3 значений функции  $x \ln x$  находим значение комплекса  $d_{из}/d_{мп} = 1,484$ .

По формуле (7.4.3) определяем требуемую толщину теплоизоляционного слоя из изделий «MISOT-FLEX»:

$$\delta_{из} = \frac{d_{мп}}{2} \cdot \left( \frac{d_{из}}{d_{мп}} - 1 \right) = \frac{0,076}{2} \cdot (1,484 - 1) = 0,0184 \text{ (м)}$$

Ближайшая к расчетной толщина трубок «MISOT-FLEX» ST-TB внутренним диаметром 76 мм – 19 мм.

*Принятая конструкция.*

Для изоляции трубопровода диаметром 76 мм принимается конструкция из трубок «MISOT-FLEX» ST-TB внутренним диаметром 76 мм толщиной 19 мм.

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
							112
Изм	Кол. уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата		



**Пример 2.** Определить толщину тепловой изоляции из изделий «MISOT-FLEX» для венткоробов прямоугольного сечения шириной 1,5 м, высотой 0,6 м с температурой внутреннего воздуха минус 20°C. Короб проходит в венткамере с температурой 4°C и относительной влажностью воздуха 60%.

*Рекомендуемая конструкция.*

Рулоны «MISOT-FLEX» ST-RL/SA (самоклеящиеся) без покрытия.

*Исходные данные.*

а) В соответствии с табл. 7.3 принимаем значение коэффициента теплоотдачи от поверхности изоляции к окружающему воздуху 7 Вт/(м<sup>2</sup>·°C).

б) Допустимый перепад температур ( $t_o - t_n$ ) принимаем по таблице 10.4: ( $t_o - t_n$ )=6,5°C.

Температура на поверхности изоляции  $t$  минус 2,6°C. Тогда средняя температура теплоизоляционного слоя  $t_n = t_o - \Delta t = 4 - 6,5 = -2,5$ °C.

Средняя температура изоляции:  $t_{cp} = (t_r + t_n)/2 = [-20 + (-2,5)]/2 = -11,3$ °C.

в) Расчетный коэффициент теплопроводности принимаем по формуле 7.2.14. с интерполяцией  $\lambda_{из} = 0,0349$  Вт/(м·°C) при средней температуре теплоизоляционного слоя -11,3°C:

*Расчет толщины изоляции*

Расчет производится по формуле (7.6.2) раздела 7.

$$\delta_{из} = \frac{\lambda_{из}}{\alpha_n} \cdot \left( \frac{t_o - t_m}{t_o - t_n} - 1 \right) = \frac{0,0359}{7} \left( \frac{4 - (-20)}{6,5} - 1 \right) = 0,014 \text{ м}$$

*Принятая конструкция.*

В соответствии с номенклатурой изделий в качестве теплоизоляционного слоя принимаем самоклеящиеся рулоны «MISOT-FLEX» ST-RL/SA толщиной 19 мм (ближайшее большее к расчетной толщине значение в соответствии с номенклатурой).

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
							113
Изм	Кол. уч.	Лист	№док	Подп.	Дата		

## Б. Пример расчета толщины изоляции из изделий «MISOT-FLEX» по заданной температуре на поверхности изоляции.

**Пример 1.** Определить толщину тепловой изоляции из изделий «MISOT-FLEX» для трубопровода горячего водоснабжения наружным диаметром 76 мм с температурой воды 75°C, расположенного в помещении с температурой +5°C. Конструкция тепловой изоляции без покровного слоя.

*Рекомендуемая конструкция.*

Для трубопровода диаметром 76 мм в качестве тепловой изоляции рекомендуется применить трубки «MISOT-FLEX» без покрытия.

*Исходные данные.*

а) Температура на поверхности изоляции из трубок «MISOT-FLEX»,  $t_n$ , принимается в соответствии с требованиями п. 7.5.3:

для изолируемых поверхностей, расположенных в рабочей или обслуживаемой зоне помещений  $t_n = 35^\circ\text{C}$ .

б) По формуле 7.2.14. определяем требуемый коэффициент теплопроводности изделий «MISOT-FLEX» в конструкции.

$\lambda_{из} = 0,038 + 0,0001 \cdot t_{cp}$ , где  $t_{cp}$  – средняя температура теплоизоляционного слоя, °C.

При температуре на поверхности 35°C расчетный коэффициент теплопроводности равен  $\lambda_{из} = 0,038 + 0,0001 \cdot (75 + 35) / 2 = 0,0435 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ .

в) Расчетный коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху принимается в соответствии с указаниями п.7.5.5:  $\alpha_n = 10 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ .

*Расчет толщины изоляции*

Расчет производится по методике, приведенной в разделе 7.5. Для цилиндрической поверхности диаметром менее 2 м расчет производится по формуле (7.5.2):

$$\frac{d_{из}}{d_{мп}} \ln \frac{d_{из}}{d_{мп}} = \frac{2 \cdot \lambda_{из} \cdot (t_m - t_n)}{\alpha_n \cdot d_{мп} \cdot (t_n - t_o)} = \frac{2 \cdot 0,0435 \cdot (75 - 35)}{10 \cdot 0,076 \cdot (35 - 5)} = 0,1526$$

по приложению 3 значений функции  $\ln x$  находим значение комплекса  $d_{из}/d_{мп} = 1,143$ .

Толщину изоляции  $\delta_{из}$  определяем по формуле (7.4.3):

$$\delta_{из} = \frac{d_{мп}}{2} \cdot \left( \frac{d_{из}}{d_{мп}} - 1 \right) = \frac{0,076}{2} \cdot (1,143 - 1) = 0,0054 \text{ м}$$

Расчетная толщина тепловой изоляции из трубок «MISOT-FLEX» ST-TB – 5,4 мм.

*Принятая конструкция.*

В соответствии с номенклатурой трубок «MISOT-FLEX» ST-TB в качестве теплоизоляционного слоя принимаем трубки толщиной 9 мм (толщина трубок, ближайшая к расчетному значению).

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
							114
Изм	Кол. уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата		

**Пример 2.** Определить толщину тепловой изоляции из изделий «MISOT-FLEX» для аппарата диаметром 2200 мм с температурой поверхности 75°C, расположенного в помещении с температурой +20°C. Конструкция тепловой изоляции без покровного слоя.

*Рекомендуемая конструкция.*

Для аппарата диаметром 2200 мм в качестве тепловой изоляции рекомендуется применить рулонные изделия «MISOT-FLEX».

*Исходные данные.*

а) Температура на поверхности изоляции из изделий «MISOT-FLEX»,  $t_n$ , принимается в соответствии с требованиями п. 7.5.3:

для изолируемых поверхностей, расположенных в рабочей или обслуживаемой зоне помещений  $t_n = 35^\circ\text{C}$ .

б) По формуле 7.2.14. определяем требуемый коэффициент теплопроводности изделий «MISOT-FLEX» в конструкции.

$\lambda_{из} = 0,038 + 0,0001 \cdot t_{cp}$ , где  $t_{cp}$  – средняя температура теплоизоляционного слоя, °C.

При температуре на поверхности 35°C расчетный коэффициент теплопроводности равен  $\lambda_{из} = 0,038 + 0,0001 \cdot (75 + 35) / 2 = 0,0435 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ .

в) Расчетный коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху принимается в соответствии с указаниями п.10.5.5:  $\alpha_n = 10 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ .

*Расчет толщины изоляции*

Расчет производится по методике, приведенной в разделе 7.5. Для цилиндрической поверхности диаметром более 2 м расчет производится по формуле (7.5.1):

$$\delta_{из} = \frac{\lambda_{из} (t_m - t_n)}{\alpha_n (t_n - t_o)} = \frac{0,0435 \cdot (75 - 35)}{10 \cdot (35 - 20)} = 0,012 \text{ м}$$

Расчетная толщина тепловой изоляции из рулонов «MISOT-FLEX» – 12 мм.

*Принятая конструкция.*

В соответствии с номенклатурой рулонных изделий «MISOT-FLEX» в качестве теплоизоляционного слоя принимаем листы «MISOT-FLEX» толщиной 13 мм.

						ТР 12129-ТИ.2014	Лист
							115
Изм	Кол. уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата		

ЗНАЧЕНИЯ ФУНКЦИИ  $x \cdot \ln x$  ( в пределах  $x=1 \div 5,0$ )

Таблица 31. Значения функции  $x \cdot \ln x$  ( в пределах  $x=1 \div 4,5$ )

x	$x \cdot \ln x$	x	$x \cdot \ln x$	x	$x \cdot \ln x$	x	$x \cdot \ln x$
1,000	0,0000	1,185	0,2011	1,45	0,5388	1,80	1,0580
1,005	0,0050	1,190	0,2070	1,46	0,5525	1,81	1,0739
1,010	0,0100	1,195	0,2129	1,47	0,5663	1,82	1,0899
1,015	0,0151	1,200	0,2188	1,48	0,5802	1,83	1,1059
1,020	0,0202	1,205	0,2247	1,49	0,5942	1,84	1,1220
1,025	0,0253	1,210	0,2307	1,50	0,6082	1,85	1,1381
1,030	0,0304	1,215	0,2366	1,51	0,6223	1,86	1,1543
1,035	0,0356	1,220	0,2426	1,52	0,6364	1,87	1,1705
1,040	0,0408	1,225	0,2486	1,53	0,6507	1,88	1,1868
1,045	0,0460	1,230	0,2546	1,54	0,6649	1,89	1,2031
1,050	0,0512	1,235	0,2607	1,55	0,6793	1,90	1,2195
1,550	0,6793	1,240	0,2667	1,56	0,6937	1,91	1,2360
1,060	0,0618	1,245	0,2728	1,57	0,7082	1,92	1,2525
1,065	0,0671	1,250	0,2789	1,58	0,7227	1,93	1,2690
1,070	0,0724	1,255	0,2851	1,59	0,7373	1,94	1,2856
1,075	0,0777	1,260	0,2912	1,60	0,7520	1,95	1,3023
1,080	0,0831	1,265	0,2974	1,61	0,7667	1,96	1,3190
1,850	1,1381	1,270	0,3036	1,62	0,7815	1,97	1,3357
1,090	0,0939	1,280	0,3160	1,63	0,7964	1,98	1,3525
1,095	0,0994	1,285	0,3222	1,64	0,8113	1,99	1,3694
1,100	0,1048	1,290	0,3285	1,65	0,8263	2,00	1,3863
1,105	0,1103	1,295	0,3348	1,66	0,8413	2,01	1,4033
1,110	0,1158	1,30	0,3411	1,67	0,8564	2,02	1,4203
1,115	0,1214	1,31	0,3537	1,68	0,8716	2,03	1,4373
1,120	0,1269	1,32	0,3665	1,69	0,8868	2,04	1,4544
1,125	0,1325	1,33	0,3793	1,70	0,9021	2,04	1,4544
1,130	0,1381	1,34	0,3922	1,71	0,9174	2,06	1,4888
1,135	0,1437	1,35	0,4051	1,72	0,9328	1,07	0,0724
1,140	0,1494	1,36	0,4182	1,73	0,9483	2,08	1,5233
1,145	0,1550	1,37	0,4313	1,74	0,9638	2,09	1,5407
1,150	0,1607	1,38	0,4445	1,75	0,9793	2,10	1,5581
1,155	0,1664	1,39	0,4577	1,76	0,9950	2,11	1,5755
1,160	0,1722	1,40	0,4711	1,77	1,0106	2,12	1,5930
1,165	0,1779	1,41	0,4845	1,78	1,0264	2,13	1,6105
1,170	0,1837	1,42	0,4979	1,79	1,0422	2,14	1,6281
1,175	0,1895	1,43	0,5115	1,78	1,0264	2,15	1,6458
1,180	0,1953	1,44	0,5251	1,79	1,0422	2,16	1,6634

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------

**ОБЪЕМ И ПОВЕРХНОСТЬ ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИИ НА 10м ДЛИНЫ ТРУБОПРОВОДА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО СЛОЯ**

**Таблица И1.** Объем теплоизоляционного слоя из теплоизоляционных изделий «MISOT-FLEX» в конструкции в зависимости от толщины

Наружный диаметр, мм	Толщина теплоизоляционного слоя в конструкции, мм								
	6	9	13	16	19	25	32	40	50
	Объем теплоизоляционного слоя в конструкции на 10 метров трубопровода, м <sup>3</sup>								
6	0,0023	0,0042	0,0078	0,0111	0,0149	0,0243	0,0382	0,0578	0,0880
8	0,0026	0,0048	0,0086	0,0121	0,0161	0,0259	0,0402	0,0603	0,0911
10	0,0030	0,0054	0,0094	0,0131	0,0173	0,0275	0,0422	0,0628	0,0942
15	0,0040	0,0068	0,0114	0,0156	0,0203	0,0314	0,0472	0,0691	0,1021
18	0,0045	0,0076	0,0127	0,0171	0,0221	0,0338	0,0503	0,0729	0,1068
35	0,0077	0,0124	0,0196	0,0256	0,0322	0,0471	0,0674	0,0942	0,1335
42	0,0090	0,0144	0,0225	0,0292	0,0364	0,0526	0,0744	0,1030	0,1445
48	0,0102	0,0161	0,0249	0,0322	0,0400	0,0573	0,0804	0,1106	0,1539
60	0,0124	0,0195	0,0298	0,0382	0,0472	0,0668	0,0925	0,1257	0,1728
76	0,0155	0,0240	0,0363	0,0462	0,0567	0,0793	0,1086	0,1458	0,1979
89	0,0179	0,0277	0,0417	0,0528	0,0645	0,0895	0,1216	0,1621	0,2183
108	0,0215	0,0331	0,0494	0,0623	0,0758	0,1045	0,1407	0,1860	0,2482
114	0,0226	0,0348	0,0519	0,0653	0,0794	0,1092	0,1468	0,1935	0,2576
125	0,0247	0,0379	0,0564	0,0709	0,0860	0,1178	0,1578	0,2073	0,2749
133	0,0262	0,0401	0,0596	0,0749	0,0907	0,1241	0,1659	0,2174	0,2875
159	0,0311	0,0475	0,0702	0,0880	0,1062	0,1445	0,1920	0,2501	0,3283
219	0,0424	0,0645	0,0948	0,1181	0,1421	0,1916	0,2523	0,3255	0,4225
273	0,0526	0,0797	0,1168	0,1453	0,1743	0,2340	0,3066	0,3933	0,5074
325	0,0624	0,0944	0,1380	0,1714	0,2053	0,2749	0,3589	0,4587	0,5890
377	0,0722	0,1091	0,1593	0,1975	0,2364	0,3157	0,4112	0,5240	0,6707
426	0,0814	0,1230	0,1793	0,2222	0,2656	0,3542	0,4604	0,5856	0,7477
476	0,0909	0,1371	0,1997	0,2473	0,2955	0,3935	0,5107	0,6484	0,8262
530	0,1010	0,1524	0,2218	0,2744	0,3277	0,4359	0,5650	0,7163	0,9111
630	0,1199	0,1807	0,2626	0,3247	0,3874	0,5144	0,6655	0,8419	1,0681
720	0,1368	0,2061	0,2994	0,3700	0,4411	0,5851	0,7560	0,9550	1,2095
820	0,1557	0,2344	0,3402	0,4202	0,5008	0,6637	0,8565	1,0807	1,3666
920	0,1745	0,2627	0,3810	0,4705	0,5605	0,7422	0,9571	1,2064	1,5237
1020	0,1934	0,2909	0,4219	0,5208	0,6202	0,8207	1,0576	1,3320	1,6808
1220	0,2311	0,3475	0,5036	0,6213	0,7396	0,9778	1,2586	1,5834	1,9949
1420	0,2688	0,4040	0,5852	0,7218	0,8589	1,1349	1,4597	1,8347	2,3091

**Таблица И2.** Поверхность теплоизоляционной конструкции с применением изделий «MISOT-FLEX» на 10 метров длины трубопровода в зависимости от толщины.

Наружный диаметр, мм	Толщина теплоизоляционного слоя в конструкции, мм								
	6	9	13	16	19	25	32	40	50
	Объем теплоизоляционного слоя в конструкции на 10 метров трубопровода, м <sup>3</sup>								
6	0,57	0,75	1,01	1,19	1,38	1,76	2,20	2,70	3,33
8	0,63	0,82	1,07	1,26	1,45	1,82	2,26	2,76	3,39
10	0,69	0,88	1,13	1,32	1,51	1,88	2,32	2,83	3,46
15	0,85	1,04	1,29	1,48	1,67	2,04	2,48	2,98	3,61
18	0,94	1,13	1,38	1,57	1,76	2,14	2,58	3,08	3,71
35	1,48	1,67	1,92	2,10	2,29	2,67	3,11	3,61	4,24
42	1,70	1,88	2,14	2,32	2,51	2,89	3,33	3,83	4,46
48	1,88	2,07	2,32	2,51	2,70	3,08	3,52	4,02	4,65
60	2,26	2,45	2,70	2,89	3,08	3,46	3,90	4,40	5,03
76	2,76	2,95	3,20	3,39	3,58	3,96	4,40	4,90	5,53
89	3,17	3,36	3,61	3,80	3,99	4,37	4,81	5,31	5,94
108	3,77	3,96	4,21	4,40	4,59	4,96	5,40	5,91	6,53
114	3,96	4,15	4,40	4,59	4,78	5,15	5,59	6,09	6,72
125	4,30	4,49	4,74	4,93	5,12	5,50	5,94	6,44	7,07
133	4,56	4,74	5,00	5,18	5,37	5,75	6,19	6,69	7,32
159	5,37	5,56	5,81	6,00	6,19	6,57	7,01	7,51	8,14
219	7,26	7,45	7,70	7,89	8,07	8,45	8,89	9,39	10,02
273	8,95	9,14	9,39	9,58	9,77	10,15	10,59	11,09	11,72
325	10,59	10,78	11,03	11,22	11,40	11,78	12,22	12,72	13,35
377	12,22	12,41	12,66	12,85	13,04	13,41	13,85	14,36	14,99
426	13,76	13,95	14,20	14,39	14,58	14,95	15,39	15,90	16,52
476	15,33	15,52	15,77	15,96	16,15	16,52	16,96	17,47	18,10
530	17,03	17,22	17,47	17,66	17,84	18,22	18,66	19,16	19,79
630	20,17	20,36	20,61	20,80	20,99	21,36	21,80	22,31	22,93
720	23,00	23,18	23,44	23,62	23,81	24,19	24,63	25,13	25,76
820	26,14	26,33	26,58	26,77	26,95	27,33	27,77	28,27	28,90
920	29,28	29,47	29,72	29,91	30,10	30,47	30,91	31,42	32,04
1020	32,42	32,61	32,86	33,05	33,24	33,62	34,05	34,56	35,19
1220	38,70	38,89	39,14	39,33	39,52	39,90	40,34	40,84	41,47
1420	44,99	45,18	45,43	45,62	45,80	46,18	46,62	47,12	47,75