

ИЗДЕЛИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ИЗ ВСПЕНЕННОГО
КАУЧУКА K-FLEX МАРОК ENERGO, ENERGO PLUS
В КОНСТРУКЦИЯХ ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИИ
ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ

Рекомендации по применению с альбомом технических решений

ТР 12130 - ТИ.2015

Открытое Акционерное Общество
«Инжиниринговая компания по теплотехническому строительству «ТЕПЛОПРОЕКТ»

ООО «К-ФЛЕКС»

Москва
2016



СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Номенклатура и физико-технические свойства теплоизоляционных изделий направления K-FLEX INDUSTRIAL	4
2. Область применения теплоизоляционных изделий K-FLEX ENERGO	10
3. Рекомендации по применению теплоизоляционных изделий K-FLEX ENERGO в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов	11
3.1. Требования к конструкциям с применением изделий K-FLEX ENERGO	11
3.2. Изделия K-FLEX ENERGO в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с положительными температурами	12
3.3. Изделия K-FLEX ENERGO в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с отрицательными температурами	13
4. Конструкции с применением теплоизоляционных и покровных материалов K-FLEX ENERGO	13
4.1. Тепловая изоляция трубопроводов трубками K-FLEX ENERGO	13
4.2. Тепловая изоляция трубопроводов рулонным материалом K-FLEX ENERGO	14
4.3. Тепловая изоляция отводов трубопроводов	14
4.4. Тепловая изоляция тройников	15
4.5. Установка покровного слоя на трубопроводы	15
4.6. Конструкции тепловой изоляции арматуры и фланцевых соединений трубопроводов	16
4.7. Конструкции тепловой изоляции технологических аппаратов	18
4.8. Конструкции тепловой изоляции резервуаров для хранения холодной воды	20
4.9. Конструкции тепловой изоляции резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов	21
5. Общие требования к производству теплоизоляционных работ с применением теплоизоляционных и покровных материалов K-FLEX PREMIUM, K-FLEX ULTRA	21
6. Проектирование тепловой изоляции на основе изделий K-FLEX ENERGO	22
7. Расчет толщины теплоизоляционного слоя на основе изделий K-FLEX ENERGO в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов и оборудования	24
7.1. Общие положения	24
7.2. Расчет теплового потока через теплоизоляционную конструкцию	28
7.3. Расчет тепловой изоляции, отвечающей требованию энергоэффективности	31
7.4. Определение толщины теплоизоляционного слоя по заданной или нормированной плотности теплового потока	33
7.5. Определение толщины изоляционного слоя по заданной температуре на поверхности изоляции	34
7.6. Определение толщины теплоизоляционного слоя с целью предотвращения конденсации влаги на поверхности изоляции	35
7.7. Определение времени до начала замерзания холодной воды в трубопроводах при остановке её движения или требуемой толщины теплоизоляционного слоя	36
7.8. Определение толщины теплоизоляционного слоя по заданному снижению температуры вещества, транспортируемого трубопроводами	37

СОДЕРЖАНИЕ

7.9. Определение толщины теплоизоляционного слоя по заданной величине охлаждения вещества, хранимого в емкости	38
7.10. Определение толщины теплоизоляционного слоя трубопроводов подземной канальной прокладки	38
7.11. Определение толщины теплоизоляционного слоя для предотвращения конденсации влаги на внутренних поверхностях газоходов и воздухопроводов	41
8. Расчет тепловой изоляции из изделий K-FLEX ENERGO в двухслойных конструкциях изоляции трубопроводов с температурой теплоносителя выше их максимальной температуры применения	43
Приложение А	
Схемы технических решений с применением теплоизоляционных изделий K-FLEX ENERGO	48
Приложение Б	
Толщина тепловой изоляции из изделий K-FLEX ENERGO PLUS, отвечающая нормам плотности теплового потока в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов	107
Приложение В	
Толщина тепловой изоляции из изделий K-FLEX, отвечающая заданной температуре на поверхности изоляции, в том числе для трубопроводов горячего водоснабжения	112
Приложение Г	
Толщина теплоизоляционных изделий K-FLEX, предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на поверхности изоляции, в конструкциях тепловой изоляции для технологических трубопроводов, трубопроводов холодного водоснабжения и воздухопроводов систем вентиляции и кондиционирования воздуха, расположенных в помещении	119
Приложение Д	
Расчетное время, в течение которого тепловая изоляция из изделий K-FLEX ENERGO предохраняет от замерзания холодную воду с начальной температурой 5 и 10 °С при аварийной остановке её движения в трубопроводах в зимнее время	128
Приложение Е	
Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя из изделий K-FLEX, ENERGO PLUS в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов тепловых сетей двухтрубной канальной прокладки	132
Приложение Ж	
Объем и площадь поверхности тепловой изоляции на 10 м длины трубопровода в зависимости от толщины теплоизоляционного слоя	134

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие технические решения распространяются на изделия теплоизоляционные из вспененного каучука направления K-FLEX INDUSTRIAL с закрытыми порами марок ENERGO (Энерго), ENERGO PLUS (Энерго плюс) (далее «теплоизоляционные материалы» или «изделия»), изготавливаемые ООО «К-ФЛЕКС» из композиции на основе синтетического каучука с различными добавками путем экструзии.

Изделия могут быть использованы в конструкциях промышленной изоляции в качестве теплоизоляционного слоя, не контактирующего с водой или другим теплоносителем, используемым в оборудовании промышленных объектов, а также ЖКХ, включая:

- технологические трубопроводы с положительными и отрицательными температурами всех отраслей промышленности;
- трубопроводы тепловых сетей при надземной (на открытом воздухе, в подвалах, помещениях) и подземной (в каналах, тоннелях, коллекторах) прокладках;
- трубопроводы систем отопления, горячего и холодного водоснабжения в жилищном и гражданском строительстве, а также на промышленных предприятиях;
- нефтепроводы, газопроводы, трубопроводы с нефтепродуктами;
- низкотемпературные трубопроводы и оборудование холодильных установок;
- фланцевые соединения трубопроводов, муфтовую и фланцевую арматуру;
- резервуары, аккумуляторные баки для хранения воды в системах водоснабжения и пожаротушения;
- резервуары для хранения мазута, химических веществ, для водоподготовки;
- технологические аппараты предприятий химической, нефтеперерабатывающей, газовой и др. областей промышленности с учетом допустимой температуры применения изделий и требований технологического проектирования для конкретных объектов.

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 K-FLEX ENERGO.

Теплоизоляционные материалы из вспененного каучука, изготавливаемые предприятием ООО «К-ФЛЕКС» по ТУ 5768-004-75218277-13, являются современными эффективными материалами с высокими теплофизическими и эксплуатационными характеристиками.

Изделия предназначены для использования в промышленной изоляции при температуре изолируемых поверхностей от -200 °С до + 150 °С (до +180 °С при кратковременном воздействии (24 часа)). Прокладка на открытом воздухе возможна при условии применения покрытий, обеспечивающих защиту поверхности изделий от атмосферных воздействий.

Теплоизоляционные материалы направления K-FLEX INDUSTRIAL обладают стабильной адгезией к различным поверхностям, надежностью в эксплуатации, обеспечивают простоту методов монтажа без использования сложных и трудоемких при установке элементов крепления.

В процессе эксплуатации изделия 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.

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

1. НОМЕНКЛАТУРА И ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ НАПРАВЛЕНИЯ K-FLEX INDUSTRIAL

1.1. K-FLEX ENERGO* – теплоизоляционные изделия, имеющие 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 K-FLEX ENERGO

Таблица 1.1

Характеристика	ENERGO	ENERGO PLUS
Плотность, кг/м ³	65 ± 15	70 ± 25
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С), при:		
-40 °С	0,032	0,034
-20 °С	0,034	0,036
0 °С	0,036	0,038
+20 °С	0,037	0,039
+40 °С	0,039	0,040
+60 °С	-	0,043
Фактор сопротивления диффузии водяного пара, μ, не менее,	16 000	4 000
Коэффициент паропроницаемости, не более мг/(м·ч·Па)	0,0034	0,0063
Водопоглощение за 24 ч по объему при полном погружении, не более, %	2,4	3,3
Относительное удлинение при разрыве, %	49,5	42,5
Максимальная рабочая температура, °С	105	150

1.2. В зависимости от назначения, диапазона температур изолируемых поверхностей и цвета теплоизоляционные изделия K-FLEX делят на марки:

- ENERGO – могут применяться для изоляции поверхностей с температурами от - 200 °С до +105 °С; цвет – черный;
- ENERGO PLUS – могут применяться для изоляции поверхностей с температурами до +180 °С при кратковременном воздействии (24 часа) и от - 200 °С до + 150°С без ограничения времени воздействия; цвет – черный.

Изделия всех марок могут применяться при температуре окружающего воздуха в диапазоне от -60 °С до +80 °С.

Изделия марок ENERGO, ENERGO PLUS могут применяться для тепловой изоляции оборудования, трубопроводов, резервуаров и воздухопроводов на взрывоопасных и химически опасных

* В K-FLEX ENERGO входят материалы марок ENERGO и ENERGO PLUS.

производствах и объектах на открытом воздухе и в помещениях категорий взрывопожарной и пожарной опасности А, Б, В1–В4, Г по НПБ 105-03.

1.3. Изделия могут иметь виды:

- Tube – полая трубка цилиндрической формы;
- Roll – лист в виде рулона;
- Plate – лист в виде пластины;
- Tape – лист, имеющий с одной стороны покрытие из стеклосетки, клеевого слоя и антиадгезионной пленки, в виде рулона.

1.4. Изделия могут иметь покрытия:

- PREMIUM – полипропилен, алюминиевая фольга, прозрачное полимерное покрытие;
- ULTRA – полимерный лист.

Покрытия PREMIUM, ULTRA могут применяться в качестве покровного слоя в конструкциях тепловой изоляции оборудования, трубопроводов, резервуаров 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 105-03.

1.5. Покрытие ULTRA может иметь цвета:

- Black – черный;
- Grey – серый.

По согласованию с потребителем возможно изготовление покрытия ULTRA другого цвета.

1.6. Типоразмеры изделий K-FLEX ENERGO приведены в таблицах 1.2–1.6.

Типоразмеры трубчатой изоляции

Таблица 1.2

$D_{вн}$, мм	Фактическое значение, мм	Допустимое отклонение, мм
10	10,5	+2,5
12	13	+2,5
14	15,5	+3
15	16	+3
16	17	+3
17	18,5	+3
18	19	+3
20	21	+3
22	23	+3
25	26	+3
27	28,5	+4
28	29	+4
30	31	+4
32	33	+4
34	35,5	+4

$D_{\text{вн}}$, мм	Фактическое значение, мм	Допустимое отклонение, мм
35	36	+4
38	39	+4
40	41	+4
42	43,5	+4
45	46	+4
48	49,5	+4
50	51	+4,5
54	55,5	+4,5
57	58,5	+5
60	61,5	+5
64	65,5	+5
67	68	+5,5
70	71,5	+5,5
76	78	+5,5
80	81,5	+6
85	88,5	+6
89	90,5	+6
92	93,5	+6,5
102	105,5	+6,5
105	106,5	+6,5
108	109,5	+7
114	116	+8
125	127	+8,5
133	135	+8,5
140	142	+8,5
160	162	+8,5
168	170	+8,5

Толщина трубчатой изоляции

Таблица 1.3

Номинальное значение, мм	Внутренний диаметр, мм	Фактическое значение, мм	Допустимое отклонение, мм
19	От 10 до 22	16,5	+1,5
	От 25 до 28	17,5	+1,5
	От 30 до 48	18,0	+2,0
	От 54 до 89	18,0	+2,5
	От 102 до 168	20,0	+3,0
25	От 6 до 42	23,0	+2,0
	45	24,0	+3,0
	48	25,0	+3,0
	От 54 до 168	26,0	+3,0
32	От 18 до 22	28,5	+3,0
	28	29,5	+3,0
	35	30,0	+3,0
	От 42 до 168	31,0	+3,0
40	От 18 до 22	37,0	+3,0
	28	37,0	+6,0
	35	37,0	+6,0
	От 42 до 168	37,0	+6,0
50	От 18 до 22	47,0	+6,0
	28	47,0	+6,0
	35	47,0	+6,0
	От 42 до 168	47,0	+6,0

Изделия имеют длину 2000 мм с предельным отклонением $\pm 1,5\%$. При внутреннем диаметре трубок более 50 мм в упаковке допускается наличие не более 1 составной трубки с длиной частей 1000 мм и предельными отклонениями +10%.

По согласованию с потребителем допускается изготовление трубок с другими размерами.

Размеры рулонов и пластин ENERGO

Таблица 1.4

Толщина, мм		Ширина, мм	
Номинальное значение, мм	Допустимые отклонения, мм	Номинальное значение, мм	Допустимые отклонения, мм
10	+1,5	1000	±2,0%
	-1,5	1500	
13	+1,5	1000	
	-1,0	1500	
16	+1,5	1000	
	-1,0	1500	
19	+1,5	1000	
	-1,5	1500	
25	+1,5	1000	
	-1,5	1500	
32	+2,0	1000	
	-1,0	1500	
40	+3,0	1000	
	-1,0	1500	
50	+5,0	1000	
	-1,0	1500	

Размеры рулонов и пластин ENERGO PLUS

Таблица 1.5

Толщина, мм		Ширина, мм	
Номинальное значение, мм	Допустимые отклонения, мм	Номинальное значение, мм	Допустимые отклонения, мм
13	+1,5	1000	±2,0%
	-1,0	1500	
16	+1,5	1000	
	-1,0	1500	
19	+1,5	1000	
	-1,5	1500	
25	+1,5	1000	
	-1,5	1500	
32	+2,0	1000	
	-1,0	1500	
40	+3,0	1000	
	-1,0	1500	
50	+5,0	1000	
	-1,0	1500	

Рулоны и пластины ENERGO, ENERGO PLUS имеют длину от 1 до 20 м с интервалом 1 м и допустимыми отклонениями +5%; -1,5%.

По согласованию с потребителем допускается изготавливать рулоны и пластины иных размеров.

Размеры лент K-FLEX ENERGO И K-FLEX ENERGO PLUS

Таблица 1.6

Толщина, мм		Ширина, мм		Длина, м	
Номинальное значение, мм	Допустимые отклонения, мм	Номинальное значение, мм	Допустимые отклонения, мм	Номинальное значение, мм	Допустимые отклонения, мм
3	+1,0 -0,5	50	±1,0	15	+5%; -1,5%

1.7. Условное обозначение изделий должно состоять из обозначения вида изделия, слова K-FLEX, наименования марки изделия, обозначения исполнения изделия, размера по толщине в миллиметрах, размера по внутреннему диаметру в миллиметрах (для трубок) или размера по ширине в миллиметрах (для рулонов, пластин и лент), размера по длине в метрах, обозначения вида покрытия. При производстве изделий в определенном исполнении и/или с покрытиями определенного цвета допускается вводить в условное обозначение изделий соответствующие символы.

X X XxX-X X X X X

						Обозначение вида изделия
						K-FLEX
						Размеры изделия (толщина в мм x внутренний диаметр или ширина в мм – длина в м)
						Марка изделия
						Обозначение исполнения (при наличии)
						Обозначение покрытия (при наличии)
						Обозначение цвета покрытия (при наличии)

Пример записи условного обозначения изделия теплоизоляционного из вспененного каучука K-FLEX марки ENERGO в виде трубки с толщиной стенки 9 мм, внутренним диаметром 28 мм, длиной 2 м при заказе и в другой документации: Tube K-FLEX 09x28-2 ENERGO.

То же для изделия в виде рулона толщиной 32 мм, шириной 1000 мм, длиной 6 м с полимерным покрытием серого цвета: Roll K-FLEX 32x1000-6 ENERGO ULTRA grey.

1.8. 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 пароизоляционного 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 паропроницаемости 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 K-FLEX направления K-FLEX INDUSTRIAL 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 K-FLEX INDUSTRIAL для изоляции холодных поверхностей установка пароизоляционного слоя не требуется.

1.9. В соответствии с проведенными исследованиями материалов направления K-FLEX INDUSTRIAL на комплексное воздействие климатических факторов ФГУП ВНИИЖГ РОСПОТРЕБНАДЗОРА выдано заключение: срок службы материалов K-FLEX с закрытыми порами марок ENERGO, ENERGO PLUS составляет не менее 48 лет.

2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ K-FLEX ENERGO

2.1. Изделия следует применять с учетом требований пожарной безопасности в соответствии с нормами технологического проектирования соответствующих отраслей промышленности и положений СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

2.2. На основании анализа технических характеристик изделий K-FLEX ENERGO, приведенных в разделе 1, и с учетом допустимой температуры применения трубки и рулоны K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS 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;
- газопроводы, нефтепроводы, трубопроводы с нефтепродуктами;
- высокотемпературные паропроводы низкого давления до +150 °С, 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 других 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. Использование изделий K-FLEX ENERGO рекомендуется предусматривать при проектировании тепловой изоляции объектов с технологическими процессами, требующими высокой чистоты, не допускающими загрязнения воздуха в помещениях при монтаже и в условиях эксплуатации.

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

3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ K-FLEX ENERGO В КОНСТРУКЦИЯХ ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ

3.1. Требования к конструкциям с применением изделий K-FLEX ENERGO

3.1.1. Конструкция тепловой изоляции с применением изделий K-FLEX ENERGO 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 СП 61.13330.2012;
- обеспечивать безопасную для человека температуру наружной поверхности изоляции;
- обеспечивать требуемые параметры технологического режима.

3.1.2. Конструкция тепловой изоляции с применением изделий K-FLEX ENERGO 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 K-FLEX ENERGO не должна допускать попадания атмосферной влаги на изолируемую поверхность.

3.1.3. Для изоляции трубопроводов с положительными и отрицательными температурами теплоносителя в первую очередь рекомендуется применять полносборные конструкции (системы) с использованием изделий и покрытий K-FLEX ENERGO.

3.1.4. Для изоляции трубопроводов диаметром до 169 мм рекомендуется применять полые трубки (Tube) марок K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS.

Для изоляции трубопроводов диаметром более 169 мм и оборудования следует применять рулоны (Roll) марок K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS.

3.1.5. Если расчетная толщина изоляции превышает толщину, определенную номенклатурой трубок или рулонов K-FLEX ENERGO, 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 выбрать рулоны с покрытием. Также 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 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, швы которых следует проклеивать герметиком марки K-MASTIC 55. В качестве покровного материала рекомендуется применять:

- гибкий покровный материал марок PREMIUM, ULTRA;
- покрытие из алюминиевого листа, оцинкованной или нержавеющей стали.

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

3.1.10. Конструкции тепловой изоляции трубопроводов тепловых сетей подземной канальной прокладки должны быть герметичными и не допускать попадания влаги на поверхность трубопровода. Изделия K-FLEX ENERGO следует применять с проклейкой швов клеем K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки «K-425» (далее – клей K-FLEX) и самоклеящейся лентой из каучука K-FLEX ENERGO или K-FLEX ENERGO PLUS в соответствии с маркой применяемого материала.

3.1.11. Для крепления теплоизоляционных изделий K-FLEX ENERGO в проектном положении следует использовать клеи и самоклеящиеся ленты K-FLEX ENERGO. Проклеивать следует горизонтальные швы и швы между смежными изделиями (при необходимости). Дополнительно швы между изделиями могут быть проклеены самоклеящимися лентами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS.

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

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

3.1.14. При изоляции вертикальных трубопроводов в процессе установки 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 K-FLEX ENERGO в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с положительными температурами

3.2.1. При разработке конструкций тепловой изоляции на основе теплоизоляционных материалов K-FLEX ENERGO для оборудования, трубопроводов и арматуры с положительными температурами теплоносителя (от +20 до +150 °С) учитываются следующие факторы:

- месторасположение изолируемого объекта;
- температура изолируемой поверхности;
- температура 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;
- требуемая долговечность теплоизоляционной конструкции;
- санитарно-гигиенические требования;
- температура применения теплоизоляционного материала;
- возможность температурных деформаций трубопроводов и оборудования;
- геометрические размеры изолируемого объекта.

3.2.2. При применении изделий K-FLEX ENERGO для изоляции объектов с рабочей температурой выше +150 °С рекомендуется устанавливать предохранительный слой из температуростойких изделий в качестве первого (внутреннего) теплоизоляционного слоя.

Толщина предохранительного слоя должна обеспечивать на границе слоев гарантированную рабочую температуру для изделий K-FLEX ENERGO – не более +150 °С.

3.2.3. При изоляции объектов, расположенных в помещениях, герметизации теплоизоляционно-го 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 K-FLEX ENERGO в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с отрицательными температурами

3.3.1. При применении теплоизоляционных материалов K-FLEX ENERGO для конструкций тепловой изоляции оборудования, трубопроводов и арматуры с температурой теплоносителя от +19 °С и ниже и отрицательной температурой 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. При применении изделий K-FLEX ENERGO пароизоляционный слой не устанавливается.

3.3.3. Для поверхностей с температурой ниже температуры окружающего воздуха конструкции тепловой изоляции на основе изделий K-FLEX ENERGO 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 K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS.

3.3.4. В соответствии с действующей номенклатурой в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов рекомендуется применять изделия K-FLEX ENERGO в виде трубок.

При приклейке концов теплоизоляционных трубок к поверхности трубопровода ширина клеевого слоя должна быть не менее толщины изделия.

Продольные и торцевые швы трубок K-FLEX ENERGO должны быть прочно склеены. Дополнительно все швы следует проклеить лентами K-FLEX.

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

4. КОНСТРУКЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ И ПОКРОВНЫХ МАТЕРИАЛОВ K-FLEX ENERGO

Конструкции тепловой изоляции с применением изделий K-FLEX ENERGO приведены в приложении А.

4.1. Конструкции тепловой изоляции трубопроводов трубками K-FLEX ENERGO

4.1.1. Для тепловой изоляции трубопроводов наружным диаметром от 18 до 169 мм следует использовать теплоизоляционные материалы K-FLEX ENERGO в виде трубок.

4.1.2. Для крепления теплоизоляционных трубок к поверхности трубопровода следует применять клей K-FLEX (см. п. 3.1.10).

4.1.3. При изоляции не смонтированных трубопроводов (домонтажная изоляция) трубки K-FLEX ENERGO, не разрезанные по направляющей, натягивают на трубопровод до места установки. Внутреннюю поверхность на одном конце трубки промазывают клеем K-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 300–320 мм. После монтажа изолированного трубопровода место стыковки трубопроводов (сварной шов) изолируют вставкой из трубки K-FLEX ENERGO. Вставку разрезают вдоль трубки, края разреза и торцевые поверхности промазывают клеем. После установки вставки на место края продольного разреза склеивают между собой. Торцевые поверхности вставки приклеивают к изоляции трубопровода (приложение А, рис. 1, 2).

4.1.4. При изоляции смонтированных трубопроводов трубки K-FLEX ENERGO следует разрезать вдоль. Внутреннюю поверхность на концах трубки промазывают клеем K-FLEX и приклеивают к поверхности трубы. Поверхности продольного разреза и торцевые поверхности смежных трубок склеивают между собой, при этом клей наносят сплошным слоем на все продольные и торцевые поверхности (приложение А, рис. 3, 4).

4.1.5. В двухслойных конструкциях изоляции второй слой из трубок или рулонов K-FLEX ENERGO следует устанавливать со смещением швов относительно швов первого слоя из трубок K-FLEX ENERGO. После склеивания продольного шва второго слоя изоляция второго слоя фиксируется к поверхности первого слоя (приложение А, рис. 5).

4.2. Тепловая изоляция трубопроводов рулонным материалом K-FLEX ENERGO

4.2.1. Для тепловой изоляции трубопроводов наружным диаметром более 169 мм следует использовать теплоизоляционные материалы K-FLEX ENERGO в виде рулонов в один или два слоя (в зависимости от требуемой толщины теплоизоляционного слоя). Допускается применение трехслойных конструкций (приложение А, рис. 5).

Теплоизоляционные рулоны нарезают на листы длиной, равной наружному периметру теплоизоляционного слоя. Ширина листа должна быть равна ширине используемого рулона. Листы оборачивают вокруг трубопровода, торцы листов склеивают клеем K-FLEX.

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

4.2.2. В конструкциях двухслойной изоляции из рулонов K-FLEX ENERGO первый слой устанавливают в соответствии с п. 4.2.1, второй слой из рулонов K-FLEX ENERGO следует устанавливать со смещением швов относительно швов первого слоя изоляции. После склеивания продольного шва второго слоя склеивают торцевые швы.

Наружный теплоизоляционный слой следует приклеить к внутреннему слою из рулонов K-FLEX ENERGO.

4.3. Тепловая изоляция отводов трубопроводов

4.3.1. Изоляция крутоизогнутых отводов трубопроводов наружным диаметром до 45 мм может осуществляться трубками K-FLEX ENERGO, при этом изоляция отвода является продолжением изоляции трубы. Трубки с разрезом сбоку надевают на трубу, и шов склеивают. Трубки режут под углом 45° и склеивают клеем K-FLEX по линии реза. После высыхания клея готовый изоляционный угол (отвод) из трубок K-FLEX ENERGO разрезают вдоль внутренней стороны (приложение А, рис. 11–15).

Количество секций зависит от радиусагиба отвода трубопровода.

При монтаже изоляционного угла на отводе трубопровода клей наносят на оба края разреза и производят 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 радиусом изгиба следует применять изоляционные углы, изготовленные из сегментов, нарезанных из трубок K-FLEX ENERGO (приложение А, рис. 12). 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 K-FLEX ENERGO (приложение А, рис. 14).

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, изоляции отвода и швы готовых отводов после установки на трубопровод проклеивают самоклеящимися лентами K-FLEX ENERGO.

4.4. Тепловая изоляция тройников

4.4.1. Для изоляции тройников рекомендуется применять теплоизоляционные тройники, изготовленные из трубок K-FLEX ENERGO в условиях производственных баз или мастерских.

Изоляционный тройник для равнопроходного тройника трубопровода изготавливают путем склеивания двух отрезков трубки K-FLEX ENERGO под углом 90° (приложение А, рис. 18–20).

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

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

Обе части тройника склеивают клеем K-FLEX. После высыхания клея производят разрезку готового изоляционного тройника со стороны врезки.

4.4.2. Готовый отвод устанавливают на трубопровод, швы изделия проклеивают клеем K-FLEX. Торцевые поверхности отвода приклеивают к изоляции трубопровода, швы при необходимости проклеивают лентами K-FLEX ENERGO.

4.4.3. Если труба, врезаемая 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 изолируют врезаемый трубопровод меньшего диаметра, при этом в элементе теплоизоляционной трубки, предназначенном для изоляции, вырезают U-образное углубление, края которого приклеивают к изоляции основной трубы.

4.4.4. При изоляции тройников (врезок) трубопроводов диаметром более 169 мм сначала следует изолировать трубчатыми элементами из рулонов K-FLEX ENERGO участок основного трубопровода в месте врезки, затем изолируют 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 159 мм с изоляцией из изделий K-FLEX ENERGO следует руководствоваться рекомендациями раздела 5 (приложение А, рис. 9).

При малых диаметрах зиги по краям покровного листа не применяют.

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

- бандажами при диаметре изоляции до 600 мм включительно;
- 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 и 250–300 мм по окружности (приложение А, рис. 10).

4.5.3. Для фиксации швов гибкого покрытия (например, PREMIUM) могут быть применены заклепки. Шаг установки заклепок – 150 мм. При расположении изолируемого объекта с изоляцией K-FLEX ENERGO на открытом воздухе швы с заклепками сверху закрывают самоклеящимися лентами K-FLEX ENERGO.

4.5.4. При применении систем K-FLEX PREMIUM, K-FLEX ULTRA с теплоизоляционным слоем из трубок или рулонов K-FLEX ENERGO склеивание швов теплоизоляционного слоя производят клеем K-FLEX.

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

4.5.5. При расположении конструкций с гибкими покрытиями PREMIUM, ULTRA на открытом воздухе герметизацию швов покрытия следует производить герметиком марки K-MASTIC 55.

4.5.6. При изоляции трубопроводов, расположенных на открытом воздухе, в качестве покрытия для защиты от ультрафиолетового излучения допускается использовать краску K-FINISH.

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

4.6. Конструкции тепловой изоляции арматуры и фланцевых соединений трубопроводов

4.6.1. Теплоизоляционные конструкции на основе теплоизоляционных материалов K-FLEX ENERGO 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 с СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» конструкции тепловой изоляции должны быть съемными.

Конструкции тепловой изоляции арматуры и фланцевых соединений приведены в приложении А (рис. 21–31, 56–57).

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

Муфтовая арматура устанавливается на трубопроводах малых диаметров. В качестве тепловой изоляции могут использоваться те же теплоизоляционные трубки K-FLEX ENERGO, что и для изоляции трубопровода, на котором установлена арматура.

Разрез в трубке K-FLEX ENERGO делают по центру привода арматуры. Края разреза проклеивают клеем K-FLEX, торцевую поверхность трубки приклеивают к изоляции трубопровода. Если покрытие для конструкции изоляции трубопровода, на котором установлена арматура, не предусматривается, покровный слой в конструкции изоляции также не предусматривается. (приложение А, рис. 21–23).

4.6.3. Несъемную конструкцию тепловой изоляции без покровного слоя для фланцевого соединения склеивают из отдельных элементов, изготовленных из теплоизоляционных рулонов K-FLEX ENERGO. Если высота фланца превышает толщину изоляции, торцевые поверхности фланцев закрывают кольцами, вырезанными из листового материала K-FLEX ENERGO. Кольца устанавливают 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 (приложение А, рис. 24–26).

Аналогично выполняют несъемную теплоизоляционную конструкцию для фланцевой арматуры (приложение А, рис. 27–29).

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

4.6.5. Для трубопроводов с положительными температурами теплоносителя может предусматриваться съемная конструкция тепловой изоляции фланцевого соединения (приложение А, рис. 30, 31, 57, 58).

4.6.6. В качестве тепловой изоляции рекомендуется применять быстросъемные чехлы K-FLEX JACKET и полносборные конструкции.

4.6.7. Теплоизоляционные чехлы K-FLEX JACKET позволяют проводить периодический осмотр, техническое обслуживание, ремонт или замену любой трубной арматуры, фасонных элементов, технологического и прочего оборудования.

4.6.8. Чехлы K-FLEX JACKET состоят из следующих элементов:

- покрытие: специальная техническая ткань с дополнительным гидрофобным барьером;
- наполнение:
- вспененный синтетический каучук – температура применения до +150 °С;
- минеральная вата – температура применения до +500 °С.

4.6.9. Полносборные конструкции, изготовленные в виде полуфутляров (или футляров, в зависимости от размера конструкции) с теплоизоляционным вкладышем, состоят из следующих элементов:

- листовый материал K-FLEX ENERGO с приклейкой его к поверхности полуфутляра (приложение А, рис. 31);
- трубка K-FLEX ENERGO – для арматуры с диаметром фланцев не более 169 мм.

Полносборная конструкция оснащена 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.

4.6.10. Съемные конструкции для изоляции фланцевых соединений, обратных клапанов и вентилей могут быть изготовлены из полносборных конструкций из изделий K-FLEX ENERGO с покрытиями из стеклоткани, полипропилена, алюминиевой фольги и подобных материалов для изоляции трубопроводов. Торцевые поверхности такой конструкции закрывают диафрагмами из алюминиевого листа толщиной 0,5 мм, алюминиевыми торцевыми манжетами или кольцевыми элементами, вырезанными из применяемого вида покрытия (приложение А, рис. 30, 31).

Длину полносборной конструкции рассчитывают 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 K-FLEX ENERGO с проклейкой шва самоклеящейся изоляционной лентой K-FLEX ENERGO.

4.6.11. При поэлементной сборке тепловой изоляции фланцевого соединения рекомендуется отдельно изготовить теплоизоляционные элементы и установить их на фланцевое соединение с проклейкой швов самоклеящейся изоляционной лентой K-FLEX ENERGO. Затем установить съемный металлический кожух.

При необходимости осмотра фланцевого соединения разъединение следует осуществлять разрезом по ленте.

Теплоизоляционный элемент может использоваться вновь с заменой самоклеящейся ленты.

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

Вкладыш устанавливают между торцевыми диафрагмами изоляции трубопровода. Проклейку клеем осуществляют только по линии разреза вкладыша, при этом при необходимости ремонта арматуры и замены вкладыша изоляция трубопровода не повреждается.

Поверх изоляции устанавливают съёмный металлический кожух, крепление которого осуществляют бандажами с замками или замками, установленными на кожухе (приложение А, рис. 31).

4.6.13. Для крепления покрытий и герметизации швов гибких покрытий применяют самоклеящиеся ленты K-FLEX ENERGO или герметики.

4.6.14. Съёмная конструкция тепловой изоляции фланцевой арматуры предусматривает установку теплоизоляционного вкладыша из листового теплоизоляционного материала K-FLEX ENERGO на арматуру поверх конструкции изоляции трубопровода. Края вкладыша рекомендуется склеить клеем K-FLEX или проклеить самоклеящимися лентами K-FLEX ENERGO. С целью сокращения потерь тепла в пространство между конструкцией изоляции трубопровода и ее торцевыми диафрагмами рекомендуется установить вставку из теплоизоляционного материала K-FLEX ENERGO. Шов вставки может быть склеен самоклеящейся изоляционной лентой K-FLEX ENERGO.

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 K-FLEX ENERGO.

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

4.7. Конструкции тепловой изоляции технологических аппаратов

4.7.1. Теплоизоляционные изделия K-FLEX ENERGO могут быть использованы для изоляции различных видов оборудования в промышленности, включая пищевую, мясомолочную, пивоваренную, производство вин и т. д.

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. в качестве теплоизоляционного слоя рекомендуется использовать рулоны K-FLEX ENERGO с применением основы с клеевым слоем K-FLEX.

Допускается применение стандартных рулонов без клеевого слоя.

Конструкции тепловой изоляции технологических аппаратов приведены в приложении А (рис. 32–37).

4.7.2. При изоляции оборудования подготовленный по размеру оборудования теплоизоляционный рулонный материал K-FLEX ENERGO независимо от исполнения плотно приклеивают к изолируемой поверхности.

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

4.7.3. В конструкциях изоляции оборудования с температурой ниже температуры окружающего воздуха места соединения отдельных элементов теплоизоляционного слоя рекомендуется проклеивать самоклеящимися теплоизоляционными лентами K-FLEX ENERGO.

4.7.4. Элементы из теплоизоляционного материала K-FLEX ENERGO следует располагать так, чтобы места врезок патрубков, люков, штуцеров приходились на их стыки.

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

4.7.5. Для изоляции днищ аппаратов с большим радиусом кривизны из рулонного теплоизоляционного материала нарезают 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.

4.7.6. При изоляции вертикальных аппаратов теплоизоляционными изделиями K-FLEX ENERGO расположение материала может быть горизонтальным или вертикальным (в зависимости от конструкции аппарата).

При изоляции цилиндрических горизонтальных аппаратов рулонный материал следует оборачивать вокруг аппарата.

4.7.7. У фланцевых соединений и днищ аппаратов при толщине изоляции больше 60 мм предусматривают опорные конструкции для крепления металлического покрытия. При меньшей толщине изоляции ее торцы 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 2 x 30, 3 x 30, 2 x 40 или 3 x 40 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, в таких случаях 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.

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

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

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

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

Изделия K-FLEX ENERGO для изоляции фланцевых соединений и люков аппаратов с положительными температурами рекомендуется применять в составе полносборных теплоизоляционных конструкций (футляров или полуфутляров).

Вкладыш из теплоизоляционного материала K-FLEX ENERGO должен быть плотно приклеен к металлическому покрытию (кожуху). Крепление полносборной конструкции можно осуществлять замками, устанавливаемыми непосредственно на кожух, или бандажами с замками, устанавливаемыми поверх кожуха.

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

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

4.8. Конструкции тепловой изоляции резервуаров для хранения холодной воды

4.8.1. В конструкциях тепловой изоляции резервуаров для хранения холодной воды в системах водоснабжения рекомендуется применять теплоизоляционный слой из материалов K-FLEX ENERGO 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. 38–40).

4.8.2. Рулоны K-FLEX ENERGO приклеивают к поверхности резервуара в один или два слоя (в зависимости от расчетной толщины изоляции) между стойками каркаса, необходимого для крепления защитного покрытия (приложение А, рис. 40).

В варианте, представленном на рис. 40, каркас состоит из деревянных брусков (стоек), которые крепятся к скобам, приваренным к поверхности резервуара. Стойки из бруска шириной 50 мм располагаются по цилиндрической стенке резервуара с шагом 2050 мм.

Элементы деревянного каркаса должны быть обработаны антипиреном и антисептическим составом.

Для ликвидации «мостиков холода» может быть предусмотрен металлический каркас с прокладками из малотеплопроводного материала.

4.8.3. Рулоны теплоизоляционного материала первого слоя приклеивают к стенке резервуара длинной стороной по высоте резервуара. Рулоны второго слоя располагают между брусками вертикально и горизонтально с перекрытием швов первого слоя.

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

4.8.4. Покрытие, собранное из листов в «картины» размером 2 x 2 м, крепят шурупами к деревянным стойкам или винтами к металлическому каркасу. Вертикальные стыки элементов покрытия герметизируют самоклеящейся лентой K-FLEX ENERGO или другим герметиком.

Для крепления покрытия по высоте резервуара предусмотрены разгружающие устройства с шагом 4 м.

На приваренные к резервуару кронштейны укладывают диафрагму, к которой винтами или заклепками прикрепляют кляммеры. Листы металлического покрытия должны опираться на кляммеры (разрез Ж–Ж, рис. 40). Указанная конструкция одновременно является температурным швом.

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

4.8.5. Листы металлического покрытия на крыше резервуара скрепляют между собой стоячим фальцем через кляммеры.

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

4.8.6. Если расчетная толщина теплоизоляционного слоя не превышает значений толщины изделий в соответствии с номенклатурой для установки в один слой, допускается к применению конструкция из рулонов, прикрепленных клеем K-FLEX, с приклеенными гибкими покрытиями и герметизацией швов (приложение А, рис. 38).

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

4.9. Конструкции тепловой изоляции резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов

4.9.1. Теплоизоляционные материалы K-FLEX ENERGO могут применяться для тепловой изоляции резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов. Применение конструкции рекомендуется в соответствии с указаниями п. 4.8.

Конструкция тепловой изоляции отличается от приведенной в п. 4.8 тем, что в ней не требуется установки деревянного каркаса и герметизация швов покрытия. Для надежного крепления покрытия рекомендуется устройство металлического каркаса из планок и уголков.

Швы теплоизоляционного слоя должны быть герметизированы.

4.9.2. Конструкция места соединения изоляции крыши и стенки резервуара должна обеспечить защиту от затекания атмосферной влаги в покровный слой.

5. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОИЗВОДСТВУ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ И ПОКРОВНЫХ МАТЕРИАЛОВ K-FLEX PREMIUM, K-FLEX ULTRA

5.1. Теплоизоляционные работы с применением теплоизоляционных изделий и покрытий K-FLEX PREMIUM, K-FLEX ULTRA необходимо выполнять в соответствии с требованиями СНиП 12-03-2001 по безопасности труда в строительстве.

5.2. Теплоизоляционные работы на открытом воздухе с применением теплоизоляционных изделий K-FLEX ENERGO следует производить при температуре окружающего воздуха не ниже +5 °С. При работе на открытом воздухе в зимнее время нужно устанавливать тепляки для устройства местного обогрева.

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

Поверхность, на которую производится приклейка изделий K-FLEX ENERGO, в обязательном порядке должна быть обезжирена.

5.4. На поверхность, подлежащую изоляции в соответствии с проектной документацией, антикоррозийное покрытие наносят до начала теплоизоляционных работ.

5.5. Правила работы с клеем K-FLEX.

Клей наносят на чистую, сухую, обезжиренную поверхность.

Клей K-FLEX ENERGO, K-425 рекомендуется использовать при температуре окружающего воздуха от +5 до +25 °С.

Клей K-467 рекомендуется использовать при температуре окружающего воздуха от –15 до +25 °С (см. п. 5.2).

Расход клея K-FLEX составляет 0,15 л на 1 м² поверхности. Для разбавления загустевшего клея используют растворитель.

При склеивании швов теплоизоляционных изделий клей следует равномерно наносить на обе склеиваемые поверхности и соединять их через 3–5 минут. При склеивании швов поверхности следует плотно соединить надавливанием.

5.6. Крепление теплоизоляционных изделий и покрытий K-FLEX PREMIUM, K-FLEX ULTRA на изолируемой поверхности следует осуществлять в соответствии с проектной документацией с учетом рекомендаций раздела 4 и схем приложения А.

5.7. При выполнении теплоизоляционных работ деформировать и растягивать теплоизоляционные изделия K-FLEX ENERGO не допускается.

5.8. При изоляции трубопроводов холодной воды и с отрицательными температурами открытые торцевые поверхности листовых и трубчатых теплоизоляционных изделий следует проклеивать самоклеящимися лентами K-FLEX ENERGO.

5.9. Изоляцию фитингов (отводов, переходов, тройников) рекомендуется производить готовыми изделиями K-FLEX ENERGO 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. Для безопасного производства сварных работ при выполнении теплоизоляции до начала монтажа трубопроводов (домонтажная изоляция) следует оставлять не изолированными края трубопровода длиной не менее 250–300 мм. При производстве сварных работ края изоляции следует закрывать негорючим материалом. Домонтажную изоляцию рекомендуется выполнять в мастерских или на производственных базах, что особенно удобно в зимнее время.

5.11. При изоляции холодных поверхностей клей K-FLEX следует наносить на изолируемую поверхность и поверхность теплоизоляционных изделий. Швы между теплоизоляционными изделиями проклеивать самоклеящимися лентами K-FLEX ENERGO.

5.12. Для горизонтальных участков трубопроводов, тройников и улов элементы покровного слоя K-FLEX PREMIUM, K-FLEX ULTRA должны устанавливаться с перекрытием швов 30–40 мм.

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

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

5.14. Для крепления металлического покровного слоя теплоизоляционных конструкций крупно-размерного оборудования элементы каркаса, изготовленные из дерева, должны быть пропитаны антисептическими составами и антипиренами.

5.15. Для монтажа теплоизоляции необходим следующий набор инструментов:

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

6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИИ НА ОСНОВЕ ИЗДЕЛИЙ K-FLEX ENERGO

6.1. Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с теплоизоляционным слоем из изделий K-FLEX ENERGO следует выполнять на основании технического задания на проектирование, которое должно содержать необходимые 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 его вида и температуры греющих поверхностей;
- указание о назначении теплоизоляционной конструкции, а именно:

*Температура окружающего воздуха для объектов, расположенных на открытом воздухе, принимается в соответствии с СП 131.13330.2012 «Строительная климатология».

- 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.).

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 определены ГОСТ 21.405.

Рабочая документация по тепловой изоляции включает:

- основной комплект рабочих чертежей теплоизоляционных конструкций с применением изделий K-FLEX ENERGO;
- техномонтажную ведомость;
- спецификацию оборудования.

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

6.4. Выбор типа теплоизоляционных изделий K-FLEX ENERGO и материалов покровного слоя K-FLEX PREMIUM, K-FLEX ULTRA следует производить в соответствии с указаниями разделов 2, 3.

6.5. Расчет требуемой толщины теплоизоляционного слоя из изделий K-FLEX ENERGO в конструкциях тепловой изоляции выполняется в зависимости от назначения 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. В случае расчета по температуре на поверхности изоляции и заданной величине теплового потока допускается принимать ближайшую более низкую толщину, если разница между расчетной и номенклатурной толщиной не превышает 3 мм.

6.6. Тепловая изоляция трубопроводов с температурой от +20 до +150 °С в зависимости от конкретных условий применения может выполняться с целью:

- обеспечения экономической эффективности теплоизоляционной конструкции (экономичная толщина теплоизоляционного слоя из изделий K-FLEX ENERGO);
- сохранения заданного (или нормативного) значения плотности теплового потока с поверхности изоляции для обеспечения параметров технологического режима;
- поддержания заданной температуры на поверхности изоляции;
- сохранения 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;
- с целью предотвращения или ограничения испарения хранящихся веществ;
- в соответствии с технологическими требованиями;
- по нормам потерь холода в соответствии с требованиями СП 61.13330.2012.

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 ее движения в трубопроводе, расположенном в неотапливаемом помещении или на открытом воздухе.

6.9. Конструкции тепловой изоляции с применением теплоизоляционных изделий K-FLEX ENERGO разрабатывают в соответствии с рекомендациями раздела 4 и на основе конструкций, приведенных в приложении А.

7. РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО СЛОЯ НА ОСНОВЕ ИЗДЕЛИЙ K-FLEX ENERGO В КОНСТРУКЦИЯХ ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ И ОБОРУДОВАНИЯ

7.1. Общие положения

7.1.1. Основные обозначения, используемые в формулах данного раздела, указаны в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Обозначение	Размерность	Наименование показателя
q	Вт/м ²	Поверхностная плотность теплового потока через плоскую теплоизоляционную конструкцию
q_1	Вт/м	Линейная плотность теплового потока через цилиндрическую теплоизоляционную конструкцию
Q	Вт	Полный тепловой поток с плоской поверхности изоляции
Q_1	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 ² ·°С/Вт	Полное термическое сопротивление плоской теплоизоляционной конструкции
$R_{вн}$	-"-	Термическое сопротивление теплоотдаче от теплоносителя к внутренней поверхности стенки плоского изолируемого объекта

Обозначение	Размерность	Наименование показателя
R_n	-"	Термическое сопротивление теплоотдаче от наружной поверхности плоской теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху
R_{cm}	-"	Термическое сопротивление теплопередаче стенки плоского изолируемого объекта
R_{uz}	-"	Термическое сопротивление плоского слоя изоляции
R^l	м ^{°C} /Вт	Полное термическое сопротивление цилиндрической теплоизоляционной конструкции
$R^l_{вн}$	-"	Линейное термическое сопротивление теплоотдаче от теплоносителя к внутренней поверхности стенки цилиндрического изолируемого объекта
R^l_n	-"	Линейное термическое сопротивление теплоотдаче от наружной поверхности цилиндрической теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху
R^l_{cm}	-"	Линейное термическое сопротивление теплопередаче цилиндрической стенки изолируемого объекта
R^l_{uz}	-"	Линейное термическое сопротивление цилиндрического теплоизоляционного слоя
δ_{uz}	м	Толщина теплоизоляционного слоя
d_{mp}	-"	Наружный диаметр трубопровода
$d^{вн}_{mp}$	-"	Внутренний диаметр трубопровода
d_{uz}	-"	Наружный диаметр теплоизоляционного слоя (теплоизоляционной конструкции)
L	-"	Длина трубопровода
λ_{uz}	Вт/(м ^{°C})	Коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя
α_n	Вт/(м ² ·°C)	Коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности теплоизоляционной конструкции
α_v	Вт/(м ² ·°C)	Коэффициент теплоотдачи от теплоносителя к внутренней поверхности изолируемого объекта
$\Xi_{год}$	руб./(м·год)	Годовые эксплуатационные затраты по изоляции 1 м трубопровода
ρ	$\frac{1+m}{\tau}$	Коэффициент, определяющий величину годовых эксплуатационных расходов по изоляции в долях от полной стоимости теплоизоляционной конструкции
ρ_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

Обозначение	Размерность	Наименование показателя
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
τ	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
$S_{тр}$	-"	Стоимость транспортировки изделий и материалов на 1 м теплоизоляционной конструкции до объекта
S_y	-"	Стоимость установки 1 м теплоизоляционной конструкции
$S_{ти}$	-"	Стоимость теплоизоляционных изделий для изоляции 1 м трубопровода
$S_{кл}$	-"	Стоимость клея для монтажа теплоизоляции на 1 м трубопровода
S_l	-"	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 ²	Стоимость 1 м ² 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
$d_{из}^i$	м	Толщина теплоизоляционного изделия i-го слоя
$b_{кл}$	руб./л	Стоимость 1 л клея
$z_{кл}$	л/м ²	Расход клея на 1 м ² склеиваемых поверхностей
b_l	руб./м	Стоимость 1 м ленты
$b_{покр}$	руб./м ²	Стоимость 1 м ² 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

Обозначение	Размерность	Наименование показателя
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_p	кПа	Парциальное давление водяного пара
P_H	"-"	Парциальное давление насыщенного водяного пара
φ	%	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
ρ	кг/м ³	Плотность вещества
c_m	кДж/(кг·°C)	Теплоемкость вещества (теплоносителя), находящегося внутри изолируемого объекта
c_{cm}	кДж/(кг·°C)	Теплоемкость стенки изолируемого объекта
r_m	кДж/кг	Скрытая теплота замерзания (плавления)
Z	ч	Заданное время хранения вещества в емкости или при остановке движения вещества в трубопроводе
F	м ²	Площадь теплоотдающей поверхности изолируемого объекта
V	м ³	Объем вещества в изолируемом объекте
v_m	м ³ /м	Приведенный объем вещества к метру длины трубопровода
v_{cm}	м ³ /м	Приведенный объем стенки к метру длины трубопровода
V_m	м ³	Объем хранимого вещества в емкости
V_{cm}	м ³	Объем стенки емкости

7.1.2. За проектную толщину теплоизоляционного слоя из изделий K-FLEX ENERGO 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. При расчетах толщины изоляции в соответствии с п. 7.3–7.5, 7.8–7.10 рекомендуется принимать ближайшую к расчетной более высокую толщину изделий

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

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 K-FLEX ENERGO.

Тепловой поток с 1 м² плоской теплоизоляционной конструкции рассчитывается по формуле:

$$q = \frac{t_m - t_o}{R_{вн} + R_{см} + R_{уз} + R_{н}}; \quad (7.2.1)$$

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

$$q_l = \frac{t_m - t_o}{R_{вн}^l + R_{см}^l + R_{уз}^l + R_{н}^l}, \quad (7.2.2)$$

где:

• для плоской поверхности:

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

$$R_{н} = \frac{1}{\alpha_{н}}; \quad (7.2.4)$$

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

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

• для цилиндрической поверхности:

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

$$R_{н}^l = \frac{1}{\pi d_{уз} \alpha_{н}}; \quad (7.2.8)$$

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

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

Наружный диаметр теплоизоляционной конструкции определяют по формуле:

$$d_{уз} = d_{мп} + 2\delta_{уз}; \quad (7.2.11)$$

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: $R_{из} = \frac{\delta_{1из}}{\lambda_{1из}} + \frac{\delta_{2из}}{\lambda_{2из}}$ где $\delta_{1из}$ и $\delta_{2из}$ – толщина первого и второго слоев изделий K-FLEX ENERGO соответственно, а $\lambda_{1из}$ и $\lambda_{2из}$ – коэффициент теплопроводности каждого материала.

Для цилиндрической поверхности: $R_{из}^l = \frac{1}{2\pi\lambda_{1из}} \cdot \ln \frac{d_{1из}}{d_{мп}} + \frac{1}{2\pi\lambda_{2из}} \cdot \ln \frac{d_{2из}}{d_{1из}}$, где $d_{1из}$ и $d_{2из}$ – диаметр первого и второго слоев изоляции соответственно.

7.2.2. Если стенка изолируемого объекта металлическая, термическим сопротивлением стенки $R_{см}$ и $R'_{см}$ (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 включительно 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:

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

Коэффициент K , учитывающий дополнительный поток теплоты через изолированные опоры, фланцевые соединения и арматуру, следует принимать по таблице 7.2.

Значение коэффициента K

Таблица 7.2

Способ прокладки трубопроводов	K
Надземный на открытом воздухе, в непроходных каналах, тоннелях и помещениях: для стальных трубопроводов на подвижных опорах, условным проходом до 150 мм	1,2
для стальных трубопроводов на подвижных опорах, условным проходом 150 мм и больше	1,15
для стальных трубопроводов на подвесных опорах	1,05
для неметаллических трубопроводов на подвижных и подвесных опорах	1,7
Оборудование	1,1

7.2.4. Расчетный коэффициент теплопроводности для материала марки ENERGO 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: $t_{cp} = (t_m + t_n) / 2$.

Для материала марки ENERGO PLUS расчетный коэффициент теплопроводности приведен в п. 8.8 в примере расчета.

Для материала марки ENERGO PLUS расчетный коэффициент теплопроводности приведен в п. 8.8 в примере расчета.

Примечание. Для поверхностей, расположенных в помещении, средняя температура теплоизоляционного слоя, t_{cp} может быть определена с достаточной степенью точности:

$$t_{cp} = (t_m + 40) / 2, \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Для поверхностей, расположенных на открытом воздухе, в зимнее время: $t_{cp} = t_m / 2$.

7.2.5. Расчетный коэффициент теплопроводности теплоизоляционных изделий K-FLEX ENERGO 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 – как среднюю за год в соответствии с СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» или по данным местной метеостанции для конкретного населенного пункта.

7.2.7. Расчетный коэффициент теплоотдачи, α_n , от наружной поверхности теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху следует принимать по таблице 7.3.

Значение коэффициента теплоотдачи

Таблица 7.3

Температура изолируемой поверхности, °С	Изолируемая поверхность	Вид расчета	Коэффициент теплоотдачи, Вт/(м ² ·°С) при расположении изолируемых поверхностей			
			в помещениях и тоннелях с покрытиями		на открытом воздухе с покрытиями	
			PREMIUM	ULTRA или без покрытия	PREMIUM	ULTRA
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

Температура изолируемой поверхности, °С	Изолируемая поверхность	Вид расчета	Коэффициент теплоотдачи, Вт/(м ² •°С) при расположении изолируемых поверхностей			
			в помещениях и тоннелях с покрытиями		на открытом воздухе с покрытиями	
			PREMIUM	ULTRA или без покрытия	PREMIUM	ULTRA
+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 $\alpha_{\text{пр}} = 8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С})$.

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 таблицы 7.3.

7.3. Расчет тепловой изоляции, отвечающей требованию энергоэффективности

7.3.1. В соответствии с требованиями п. 4.2 СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» конструкции тепловой изоляции должны отвечать требованию энергоэффективности: 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 производят 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:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (p + p_n) S_k + S_{\text{ин}} = \text{минимум}; \quad (7.3.1)$$

Коэффициент, определяющий величину годовых эксплуатационных расходов, вычисляется 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 справедливы следующие положения.

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

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

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

$$S_u = S_{ми} + S_{кл} + S_l + S_{оч} + S_{покр} ; \quad (7.3.5)$$

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

Стоимость теплоизоляционных изделий при однослойной изоляции определяется:

• для трубопроводов, изолируемых изделиями в виде трубок:

$$S_{ми} = 1,1 \cdot b_{тр} ; \quad (7.3.6)$$

• для трубопроводов, изолируемых изделиями в виде рулонов:

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

• стоимость последующих слоев $S_{ми}^i$ при многослойной изоляции определяется по формуле:

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

7.3.3.4. Стоимость клея, ленты, очистителя и покрытия определяется соответственно по следующим формулам:

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

$$S_l = 1,1 \cdot b_l \cdot [1 + \pi(d_{тр} + 2\delta_{из})] ; \quad (7.3.10)$$

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

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

K_p – коэффициент расхода покровных материалов по ГЭСН-2001, сборник 26.

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

7.3.3.5. Стоимость транспортировки, $S_{тр}$, определяется по формуле:

$$S_{тр} = K_{тр} \cdot S_u \quad (7.3.13)$$

7.3.3.6. Затраты на установку теплоизоляционной конструкции, S_y , определяются по формуле:

$$S_y = N \cdot \frac{T_y \cdot 3_n}{1760} \quad (7.3.14)$$

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, δ_{uz} , из теплоизоляционных изделий K-FLEX ENERGO по заданной или нормированной плотности теплового потока для цилиндрического оборудования наружным диаметром более 1420 мм или плоской поверхности следует определять по формуле:

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

7.4.2. Толщину теплоизоляционного слоя, δ_{uz} , по заданной или нормированной плотности теплового потока с поверхности изоляции для трубопроводов и оборудования наружным диаметром до 1420 мм включительно следует определять по формулам:

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

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

Примечание. Поскольку d_{uz} неизвестно, для реализации расчета целесообразно использовать метод последовательных приближений, суть которого заключается в следующем. Задаваясь начальным значением толщины изоляции δ_{0uz} , м, определяемой точностью расчета, с помощью последовательных шагов 1, 2, 3, ... i для толщины изоляции $\delta_1 = \delta_{01}$; $\delta_2 = \delta_{02}$; $\delta_3 = \delta_{03}$; ... $\delta_i = \delta_{0i}$ производят 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_{ir} . При выполнении условия $q_{ii} - q_{ir} \leq 0$ вычисления заканчиваются, а найденная величина $\delta_{uz} = \delta_{0i}$ является искомой.

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

Нормы плотности теплового потока следует принимать в соответствии с рекомендациями СП 61.13330.2012 «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 следует скорректировать толщину второго слоя и повторить расчет плотности теплового потока.

7.4.6. Толщина теплоизоляционного слоя при изоляции изделиями K-FLEX ENERGO PLUS, отвечающая нормам плотности теплового потока, приведена в приложение 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:

$$\delta_{\text{из}} = \frac{\lambda_{\text{из}}(t_m - t_n)}{\alpha_n(t_n - t_0)} \quad (7.5.1)$$

- для цилиндрической поверхности диаметром менее 2 м – по формуле:

$$\frac{d_{\text{из}}}{d_{\text{тр}}} \ln \frac{d_{\text{из}}}{d_{\text{тр}}} = \frac{2 \cdot \lambda_{\text{из}}(t_m - t_n)}{\alpha_n \cdot d_{\text{тр}}(t_n - t_0)} \quad (7.5.2)$$

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

7.5.3. Температура на поверхности изоляции из изделий K-FLEX ENERGO, t_n , принимается согласно заданию или в соответствии с санитарными нормами и требованиями СП 61.13330.2012.

Температура поверхностей не должна превышать установленных отметок. Для изолированных трубопроводов, расположенных в помещении и содержащих вещества с температурой:

- выше 500 °С – 55 °С;
- от 150 до 500 °С – 45 °С;
- 150 °С и ниже – 40 °С;
- вспышки паров ниже 45 °С – 35 °С.

Для изолируемых поверхностей, расположенных на открытом воздухе в рабочей или обслуживаемой зоне:

- при металлическом покровном слое – 55 °С;
- для других видов покровного слоя – 60 °С.

Температура на поверхности тепловой изоляции трубопроводов, расположенных за пределами рабочей или обслуживаемой зоны, не должна превышать температурных пределов применения материалов покровного слоя, но не выше 75 °С.

7.5.4. Температуру окружающего воздуха следует принимать для изолируемых поверхностей: расположенных на открытом воздухе – среднюю максимальную наиболее жаркого месяца в соответствии с СП 131.13330.2012 «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 °С.

7.5.5. Коэффициент теплопроводности изделий K-FLEX ENERGO, $\lambda_{\text{из}}$, следует определять по формуле (7.2.14), коэффициент теплоотдачи, α_n , от наружной поверхности теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху – по таблице 7.3.

7.5.6. Толщина теплоизоляционного слоя при изоляции изделиями K-FLEX ENERGO, отвечающая заданной температуре на поверхности изоляции, приведена в приложение 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:

- температуру и относительную влажность воздуха – в соответствии с заданием;
- расчетный коэффициент теплопроводности – по таблице 1.1;
- коэффициент теплоотдачи, α_n , – 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 (φ) 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.

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

Таблица 7.4

Температура воздуха, t_o , °С	Относительная влажность воздуха, Φ , %				
	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:

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

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

$$P_H = \exp \frac{16,57 \cdot t_o - 115,72}{233,77 + 0,997 \cdot t_o} \quad (7.6.5)$$

7.6.6. Толщина теплоизоляционного слоя при изоляции изделиями K-FLEX ENERGO, предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на поверхности изоляции, приведена в приложение Г.

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

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

Как правило, расчет производят для трубопроводов наружным диаметром до 159 мм включительно, имеющих малый запас аккумулированного тепла. Чем больше диаметр трубопровода и выше температура воды перед ее 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 K-FLEX ENERGO может предохранить транспортируемую жидкость от замерзания при остановке ее движения, являются:

- температура воды, определяющая ее расчетные параметры (плотность, удельную теплоемкость, 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 K-FLEX ENERGO, 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:

$$Z = \frac{1}{3,6K} \left(\frac{1}{2\pi\lambda_{из}} \ln \frac{d_{из}}{d_{тр}} + \frac{1}{\pi d_{из}\alpha_{н}} \right) \left[\frac{2(t_m - t_3)(v_m \rho_m c_m + v_{см} \rho_{см} c_{см})}{t_m - t_3 - 2t_0} + \frac{0,25v_m \rho_m \gamma_m}{t_3 - t_0} \right] \quad (7.7.1)$$

В частном случае для стального водопровода формула имеет вид:

$$Z = \frac{2326}{K} \left(\frac{1}{2\pi\lambda_{из}} \ln \frac{d_{из}}{d_{тр}} + \frac{1}{\pi d_{из}\alpha_{н}} \right) \left[\frac{t_m(v_m + 0,9v_{см})}{t_m - 2t_0} + \frac{10v_m}{t_0} \right] \quad (7.7.2)$$

7.7.4. Толщину теплоизоляции из изделий K-FLEX ENERGO следует определять по формуле:

$$\ln \frac{d_{из}}{d_{тр}} = 2\pi\lambda_{из} \left\{ \frac{3,6K \cdot Z}{\frac{2(t_m - t_3)(v_m \rho_m c_m + v_{см} \rho_{см} c_{см})}{t_m + t_3 - 2t_0} + \frac{0,25v_m \rho_m \gamma_m}{t_3 - t_0}} - \frac{1}{\pi d_{из}\alpha_{н}} \right\} \quad (7.7.3)$$

Для частного случая стального трубопровода – по следующей формуле:

$$\ln \frac{d_{из}}{d_{тр}} = 2\pi\lambda_{из} \left\{ \frac{3,6K \cdot Z}{2326 \cdot \frac{t_m(v_m + 0,9v_{см})}{t_m - 2t_0} + \frac{10v_m}{t_0}} - \frac{1}{\pi d_{из}\alpha_{н}} \right\} \quad (7.7.4)$$

7.7.5. Температуру окружающего воздуха следует принимать как 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 7.2.

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/(м² · °С).

7.7.8. Расчетное время, в течение которого тепловая изоляция из изделий K-FLEX ENERGO предохраняет от замерзания холодную воду при аварийной остановке, приведено в приложение Д.

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

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

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

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

7.8.2. Расчетную температуру окружающего воздуха, коэффициент теплоотдачи и коэффициент дополнительных потерь через опоры следует принимать в соответствии с указаниями п. 7.7.

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 K-FLEX ENERGO, необходимой для поддержания в течение заданного времени температуры вещества, хранящегося в емкости.

Расчет толщины теплоизоляционного слоя следует производить по формуле:

$$\delta_{из} = \lambda_{из} \cdot \left[\frac{3,96 \cdot (t_m^{cp} - t_o) \cdot F \cdot Z}{(t_{m1} - t_{m2}) \cdot (v_m \rho_m c_m + v_{cm} \rho_{cm} c_{cm})} - \frac{1}{\alpha_n} \right] \quad (7.8.3)$$

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 СП 61.13330.2012 для трубопроводов тепловых сетей двухтрубной 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 СП 61.13330.2012.

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:

- расчетную среднегодовую температуру теплоносителя подающего и обратного трубопроводов – по таблице 7.5;
- 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;
- при глубине заложения верха канала более 0,7 м – среднюю за год температуру грунта на глубине заложения оси трубопроводов;
 - расчетный коэффициент теплоотдачи $\alpha_n = 35 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ (при глубине заложения верха канала 0,7 м и менее);
 - коэффициенты теплоотдачи от поверхности теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху в канале, $\alpha_{\text{нк1}}$, $\alpha_{\text{нк2}}$ и коэффициент теплоотдачи от воздуха к стенке канала, α , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ могут быть приняты равными $8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$.

Среднегодовые температуры теплоносителя в водяных тепловых сетях

Таблица 7.5

Температурные режимы водяных тепловых сетей, °C	Трубопровод	
	Подающий	Обратный
	Расчетная температура теплоносителя, t_r , °C	
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:

- для подающего трубопровода:

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

- для обратного трубопровода:

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

Полное термическое сопротивление, $\text{м}^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, теплоизоляционных конструкций подающего и обратного трубопроводов (r_1 и r_2) соответственно определяются по формулам:

$$r_1 = \frac{1}{2\pi\lambda_{\text{из1}}} \ln \frac{d_{\text{из1}}}{d_{\text{н1}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{нк1}} \pi \cdot d_{\text{из1}}} + r_k + \psi_{\text{к1}} \cdot r_k \quad (7.10.4)$$

$$r_2 = \frac{1}{2\pi\lambda_{\text{из2}}} \ln \frac{d_{\text{из2}}}{d_{\text{н2}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{нк2}} \pi \cdot d_{\text{из2}}} + r_k + \psi_{\text{к2}} \cdot r_k \quad (7.10.5)$$

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

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

Термическое сопротивление грунта при двухтрубной канальной прокладке определяется по формуле:

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

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:

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

Коэффициент теплопроводности грунта принимается по таблице 7.6.

**Рекомендуемая расчетная теплопроводность грунта
в зависимости от его вида и влагосодержания**

Таблица 7.6

Вид грунта	Средняя плотность, кг/м ³	Влагосодержание, % по массе	Теплопроводность, Вт/(м·°С)	Вид грунта	Средняя плотность, кг/м ³	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, ψ_{k1} и ψ_{k2} , определяют по формулам:

$$\psi_{k1} = \frac{(t_{m2} - t_{gp}) \cdot \left(\frac{1}{2\pi\lambda_{из1}} \ln \frac{d_{из1}}{d_{н1}} + \frac{1}{\alpha_{нк1}\pi d_{из1}} \right) - (t_{m1} - t_{m2}) \cdot r_k}{(t_{m1} - t_{gp}) \cdot \left(\frac{1}{2\pi\lambda_{из2}} \ln \frac{d_{из2}}{d_{н2}} + \frac{1}{\alpha_{нк2}\pi d_{из2}} \right) - (t_{m1} - t_{m2}) \cdot r_k} \quad (7.10.10)$$

$$\psi_{k2} = \frac{(t_{m1} - t_{gp}) \cdot \left(\frac{1}{2\pi\lambda_{из2}} \ln \frac{d_{из2}}{d_{н2}} + \frac{1}{\alpha_{нк2}\pi d_{из2}} \right) - (t_{m1} - t_{m2}) \cdot r_k}{(t_{m2} - t_{gp}) \cdot \left(\frac{1}{2\pi\lambda_{из1}} \ln \frac{d_{из1}}{d_{н1}} + \frac{1}{\alpha_{нк1}\pi d_{из1}} \right) - (t_{m1} - t_{m2}) \cdot r_k} \quad (7.10.11)$$

Температуру воздуха в канале, t_k , следует определять по формуле:

$$t_k = \frac{\frac{t_{m1}}{r_{из1} + r_{н1}} + \frac{t_{m2}}{r_{из2} + r_{н2}} + \frac{t_{gp}}{r_k}}{\frac{1}{r_{из1} + r_{н1}} + \frac{1}{r_{из2} + r_{н2}} + \frac{1}{r_k}} \quad (7.10.12)$$

где:

$r_{из1}$ и $r_{из2}$ – термическое сопротивление теплоизоляционных конструкций подающего и обратного трубопроводов соответственно, м⁰С/Вт:

$$r_{из1} = \frac{1}{2\pi\lambda_{из1}} \ln \frac{d_{из1}}{d_{н1}} \quad (7.10.13)$$

$$r_{из2} = \frac{1}{2\pi\lambda_{из2}} \ln \frac{d_{из2}}{d_{н2}} \quad (7.10.14)$$

$r_{н1}$ $r_{н2}$ – термическое сопротивление теплоотдачи к воздуху в канале от поверхности теплоизоляционной конструкции подающего и обратного трубопроводов соответственно, м⁰С/Вт:

$$r_{н1} = \frac{1}{\pi \cdot \alpha_{нк1} \cdot d_{из1}} \quad (7.10.15)$$

$$r_{н2} = \frac{1}{\pi \cdot \alpha_{нк2} \cdot d_{из2}} \quad (7.10.16)$$

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

7.10.4. Рекомендуемые толщины теплоизоляционного слоя из изделий K-FLEX ENERGO PLUS, в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов тепловых сетей двухтрубной канальной прокладки, приведены в приложение Е.

7.11. Определение толщины теплоизоляционного слоя для предотвращения конденсации влаги на внутренних поверхностях газоходов и воздуховодов.

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

7.11.2. Расчет производят для объектов с температурой транспортируемых веществ, незначительно превышающей точку росы.

Расчетную температуру на внутренней поверхности, ($t_{\text{тр}}^{\text{вн}}$), 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:

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

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

$$\ln \frac{d_{\text{из}}}{d_{\text{тр}}} = 2\lambda_{\text{из}} \cdot \left[\frac{t_{\text{вн}} - t_0}{\alpha_{\text{в}} \cdot \pi \cdot d_{\text{тр}}^{\text{вн}} (t_m - t_{\text{вн}})} - \frac{1}{\alpha_{\text{н}} \cdot d_{\text{из}}} \right] \quad (7.11.2)$$

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

Коэффициент теплоотдачи от пара к стенке паропровода следует определять по приведенным в справочной литературе по теплопередаче обобщенным критериальным формулам, 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:

$$\alpha_6 = 0,018 \cdot \left(\frac{w_m d_{\text{экв}}}{v_m} \right)^{0,8} \cdot \frac{\lambda_m}{d_{\text{экв}}} \quad (7.11.3)$$

7.11.5. Температуру окружающего воздуха следует принимать как среднюю наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,98 в соответствии с СП 131.13330.2012 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/(м²·°С).

8. РАСЧЕТ ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИИ ИЗ ИЗДЕЛИЙ K-FLEX ENERGO В ДВУХСЛОЙНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ С ТЕМПЕРАТУРОЙ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ВЫШЕ ИХ МАКСИМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИМЕНЕНИЯ

8.1. Изделия марки ENERGO PLUS в сочетании с промежуточным слоем из теплоизоляционных материалов с температурой применения более +150 °С могут быть использованы для изоляции трубопроводов с постоянной рабочей температурой более +150 °С.

8.2. Толщина внутреннего предохранительного слоя рассчитывается так, чтобы температура на границе раздела между внутренним слоем из температуростойкого материала и наружным слоем из изделий марки ENERGO PLUS (межслойная температура) не превышала +130 °С.

Толщина каждого слоя рассчитывается отдельно.

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

$$q_l = \frac{t_m - t_o}{\frac{1}{2\pi \cdot \lambda_{из1}} \ln \frac{d_{из1}}{d_n} + \frac{1}{2\pi \cdot \lambda_{из2}} \ln \frac{d_{из2}}{d_{из1}} + \frac{1}{\alpha_n \cdot \pi \cdot d_{из2}}} \quad (8.1)$$

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

$d_{из1}$ – диаметр внутреннего слоя изоляции (из волокнистого материала), м;

$d_{из2}$ – диаметр наружного слоя изоляции марки ENERGO PLUS, м;

t_m – температура теплоносителя, °С;

t_o – температура окружающего воздуха, °С;

$\lambda_{из1}$ – коэффициент теплопроводности внутреннего слоя, Вт/(м·°С);

$\lambda_{из2}$ – коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя марки ENERGO PLUS, Вт/(м·°С);

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

α_n – коэффициент теплоотдачи от поверхности изоляции в окружающий воздух, Вт/(м²·°С).

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

8.4. Межслойную температуру при известной толщине наружного слоя из изделий марки ENERGO PLUS определяют по одной из двух формул:

$$t_{1,2} = t_o + \frac{q_l}{\pi} \cdot \left(\frac{1}{d_{из2} \alpha_n} + \frac{\ln \frac{d_{из2}}{d_{из1}}}{2\lambda_{из2}} \right) \quad (8.2)$$

$$t_{1,2} = t_m - \frac{q_l}{\pi} \cdot \frac{\ln \frac{d_{из1}}{d_{мп}}}{2 \cdot \lambda_{из1}} \quad (8.3)$$

Температура на поверхности изоляции может быть определена по формуле:

$$t_n = t_m - \frac{q_l}{\pi} \cdot \left(\frac{\ln \frac{d_{из1}}{d_{мп}}}{2 \cdot \lambda_{из1}} + \frac{\ln \frac{d_{из2}}{d_{из1}}}{2 \cdot \lambda_{из2}} \right) = t_o + \frac{q_l}{\alpha_n \cdot \pi \cdot d_{из2}} \quad (8.4)$$

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

$$\ln \frac{d_{из1}}{d_n} = 2 \cdot \pi \cdot \lambda_{из1} \cdot \frac{t_m - t_{1,2}}{q_l} \quad (8.5)$$

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

Коэффициент теплопроводности первого слоя определяется при средней температуре первого слоя: $t_{cp1} = 0,5 \cdot (t_r + t_{1,2})$.

Толщина второго (наружного) слоя определяется по формулам (7.4.2) и (7.4.3). При этом вместо значения температуры теплоносителя (t_r) подставляют значение межслойной температуры ($t_{1,2}$), а вместо ($d_{тр}$) – значение ($d_{из1}$).

8.6. Порядок расчета двухслойной изоляции с наружным слоем из изделий марки ENERGO PLUS.

1. Определить требуемую плотность теплового потока при заданной температуре теплоносителя (нормируемую по СП 61.13330.2012 или заданную по технологическим требованиям).

2. Задать межслойную температуру – не более 130 °С.

3. Для заданной межслойной температуры по формуле (8.5) определить толщину первого слоя изоляции из температуростойкого материала.

4. Выбрать наиболее близкий по номенклатуре типоразмер рулонных изделий марки ENERGO PLUS (или трубок) и исходя из этого скорректировать толщину первого слоя изоляции.

5. По формулам (7.4.2) и (7.4.3) определить требуемую толщину тепловой изоляции марки ENERGO PLUS и определить типоразмер изделий.

6. Для выбранного типоразмера изделий марки ENERGO PLUS и толщины внутреннего слоя из температуростойкого материала произвести проверочный расчет значения межслойной температуры. Если она превышает заданную, произвести повторный расчет с уточнением необходимой толщины тепловой изоляции.

8.7. Для трубопроводов, проложенных на открытом воздухе, необходимо также проверить значение межслойной температуры при выбранной конструкции для средней максимальной температуры самого жаркого месяца. Для этого следует определить тепловой поток по формуле (8.1) и межслойную температуру по формулам (8.2) или (8.3).

8.8. Пример расчета требуемой толщины тепловой изоляции из изделий марки ENERGO PLUS

1. Исходные данные.

Определить требуемую толщину тепловой изоляции марки ENERGO PLUS в конструкции тепловой изоляции трубопровода наружным диаметром 76 мм с температурой теплоносителя +200 °С при числе часов работы более 5000. Трубопровод расположен в помещении с температурой +20 °С.

В соответствии с таблицей 4 СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» плотность теплового потока принимается $q_l = 56$ Вт/м.

2. Выбор теплоизоляционного материала для предохранительного слоя.

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

- полотно стекловолнистое холстопршивное 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 20 и 25 мм).

3. Принимаем межслойную температуру $t_{1,2} = +130$ °С.

4. Определение необходимой толщины предохранительного слоя из материала МБОР.

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

$$\lambda_{из1} = 0,033 + 0,00012 \cdot (t_{ср1} - 25),$$

$$\text{где } t_{ср1} = 0,5 \cdot (t_{\tau} + t_{1,2}) = 0,5 \cdot (200 + 130) = 165 \text{ °С.}$$

$$\text{Тогда } \lambda_{из1} = 0,033 + 0,00012 \cdot (165 - 25) = 0,0498 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°С).}$$

Толщина внутреннего слоя определяется по формулам (8.5) и (7.4.3).

$$\ln \frac{d_{из1}}{d_H} = 2 \cdot \pi \cdot \lambda_{из1} \cdot \frac{t_m - t_{1,2}}{q_1} = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,0498 \cdot \frac{(200 - 130)}{56} = 0,391$$

По таблицам натуральных логарифмов определяется отношение $\frac{d_{из1}}{d_H} = 1,479$.

$$\text{Отсюда: } \delta_{из1} = \frac{d_H}{2} \left(\frac{d_{из1}}{d_H} - 1 \right) = \frac{0,076}{2} (1,479) = 0,018 \text{ м}$$

Принимаем толщину первого теплоизоляционного слоя 20 мм.

Наружный диаметр первого слоя тепловой изоляции: $76 + 2 \cdot 20 = 116$ мм.

5. Толщина наружного слоя марки ENERGO PLUS определяется по формулам (7.4.2) и (7.4.3) с учетом того, что $d_{из1} = 0,116$ м.

Расчетный коэффициент теплопроводности материала марки ENERGO PLUS при средней температуре теплоизоляционного слоя:

$$\lambda_{из2} = 0,038 + 0,0001 \cdot t_{ср2'}$$

$$\text{где } t_{ср2'} = 0,5 \cdot (t_{1,2} + t_{\pi}) = 0,5 \cdot (130 + 45) = 87,5 \text{ °С.}$$

Примечание. Температура поверхности изоляции принимается ориентировочно +45 °С и уточняется после определения толщины наружного теплоизоляционного слоя и всей конструкции в целом.

$$\lambda_{из2} = 0,038 + 0,0001 \cdot t_{ср2'} = 0,038 + 0,0001 \cdot 87,5 = 0,0468 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°С).}$$

Толщину теплоизоляционного слоя марки ENERGO PLUS определяют по формуле:

$$\ln \frac{d_{из2}}{d_{из1}} = 2 \cdot \pi \cdot \lambda_{из2} \cdot \left(\frac{t_{1,2} - t_0}{q_1} - \frac{1}{\pi \cdot d_{из2} \cdot \alpha_H} \right) = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,0468 \cdot \left(\frac{(130 - 20)}{56} - \frac{1}{3,14 \cdot 0,196 \cdot 10} \right) = 0,53$$

Примечание. Наружный диаметр теплоизоляционной конструкции неизвестен и принимается ориентировочно 0,196 м. На точность расчета это влияет незначительно. Толщина изоляции и наружный диаметр конструкции уточняются в процессе расчета.

По таблицам натуральных логарифмов определяется отношение $\frac{d_{из2}}{d_{из1}} = 1,7$.

$$\text{Отсюда: } \delta_{из2} = \frac{d_{из1}}{2} \left(\frac{d_{из2}}{d_{из1}} - 1 \right) = \frac{0,116}{2} (1,7 - 1) = 0,041, \text{ м}$$

Так как изделия марки ENERGO PLUS не выпускаются толщиной 41 мм ни в виде трубок, ни в виде рулонов, необходимая толщина может быть набрана из двух слоев рулонного материала толщиной 16 и 25 мм.

ВАРИАНТ А

1. Предварительно принимаем следующую теплоизоляционную конструкцию:

- первый (внутренний) слой тепловой изоляции из изделия МБОР толщиной 20 мм;
- второй и третий слои из рулонов ENERGO PLUS общей толщиной 41 мм.

Для заданной конструкции определяем плотность теплового потока и межслойную температуру при температуре воздуха в помещении +20 °С.

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

$$q_1 = \frac{200 - 20}{\frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,0498} \cdot \ln \frac{0,116}{0,076} + \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,0468} \cdot \ln \frac{0,198}{0,116} + \frac{1}{10 \cdot 3,14 \cdot 0,198}} = 54,1 \text{ Вт/м}$$

Плотность теплового потока не превышает нормативного значения по СП 61.13330.2012.

3. Межслойная температура определяется при плотности теплового потока 54,1 Вт/м по формуле (8.3)

$$t_{1,2} = 200 - \frac{54,1}{3,14} \cdot \frac{\ln \frac{0,116}{0,076}}{2 \cdot 0,0498} = 126,85 \text{ °С}$$

или по формуле (8.4):

$$t_{1,2} = 20 + \frac{54,1}{3,14} \cdot \left(\frac{1}{0,198 \cdot 10} + \frac{\ln \frac{0,198}{0,116}}{2 \cdot 0,0468} \right) = 20 + 106,9 = 126,9 \text{ °С}$$

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

ВАРИАНТ Б

1. Может быть выбран и другой вариант, при котором возможно применение одного слоя рулонного материала марки ENERGO PLUS. В качестве первого внутреннего слоя можно принять изделия МБОР толщиной 25 мм.

2. При указанных выше данных предполагаемая межслойная температура, определяемая при плотности теплового потока 56 Вт/м по формуле (8.3), будет такова:

$$t_{1,2} = 200 - \frac{56}{3,14} \cdot \frac{\ln \frac{0,126}{0,076}}{2 \cdot 0,0498} = 109,48 \text{ °С}$$

3. Уточняем коэффициент теплопроводности материала МБОР:

$$\lambda_{\text{из1}} = 0,033 + 0,00012 \cdot (t_{\text{ср1}} - 25),$$

$$\text{где } t_{\text{ср1}} = 0,5 \cdot (t_{\text{г}} + t_{1,2}) = 0,5 \cdot (200 + 110) = 155 \text{ °С.}$$

$$\text{Тогда } \lambda_{\text{из1}} = 0,033 + 0,00012 \cdot (155 - 25) = 0,0486 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°С)}$$

$$t_{1,2} = 200 - \frac{56}{3,14} \cdot \frac{\ln \frac{0,126}{0,076}}{2 \cdot 0,0486} = 107,24 \text{ °С}$$

4. Толщину теплоизоляционного слоя марки ENERGO PLUS определяем по формуле (8.4).

Расчетный коэффициент теплопроводности материала марки ENERGO PLUS при средней температуре теплоизоляционного слоя:

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

$$\text{где } t_{cp2} = 0,5 \cdot (t_{1,2} + t_n) = 0,5 \cdot (108 + 45) = 76,5 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

$$\lambda_{из2} = 0,038 + 0,0001 \cdot t_{cp2} = 0,038 + 0,0001 \cdot 76,5 = 0,046 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}.$$

Толщину теплоизоляционного слоя марки ENERGO PLUS определяют по формуле:

$$\ln \frac{d_{из2}}{d_{из1}} = 2 \cdot \pi \cdot \lambda_{из2} \cdot \left(\frac{t_{1,2} - t_0}{q_1} - \frac{1}{\pi \cdot d_{из2} \cdot \alpha_n} \right) = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,046 \cdot \left(\frac{(108 - 20)}{56} - \frac{1}{3,14 \cdot 0,190 \cdot 10} \right) = 0,404$$

Примечание. Наружный диаметр теплоизоляционной конструкции неизвестен и принимается ориентировочно 0,190 м. На точность расчета это влияет незначительно. Толщина изоляции и наружный диаметр конструкции уточняются в процессе расчета.

По таблицам натуральных логарифмов определяется отношение $\frac{d_{из2}}{d_{из1}} = 1,5$.

$$\text{Отсюда: } \delta_{из2} = \frac{d_{из1}}{2} \left(\frac{d_{из2}}{d_{из1}} - 1 \right) = \frac{0,126}{2} (1,5 - 1) = 0,032 \text{ м}$$

5. Предварительно принимаем следующую теплоизоляционную конструкцию:

- первый (внутренний) слой тепловой изоляции из изделия МБОР толщиной 25 мм;
- второй и третий слои из рулонов марки ENERGO PLUS общей толщиной 32 мм.

Для заданной конструкции определяем плотность теплового потока и межслойную температуру при температуре воздуха в помещении +20 °С.

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

$$q_1 = \frac{200 - 20}{\frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,0486} \cdot \ln \frac{0,126}{0,076} + \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,046} \cdot \ln \frac{0,190}{0,126} + \frac{1}{10 \cdot 3,14 \cdot 0,190}} = 55,385 \text{ Вт/м}$$

Плотность теплового потока соответствует нормативному значению по СП 61.13330.2012.

7. Межслойную температуру определяем при плотности теплового потока 55,385 Вт/м по формуле (11.3).

$$t_{1,2} = 200 - \frac{55,385}{3,14} \cdot \frac{\ln \frac{0,126}{0,076}}{2 \cdot 0,0486} = 200 - 91,74 = 108,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Результат вычислений незначительно отличается от заданного значения, поэтому расчет можно считать законченным.

Вывод. Варианты конструкций А и Б равнозначны по теплотехническим параметрам. В то же время вариант Б является предпочтительным как по стоимости материалов, так и по стоимости монтажа (монтируется два слоя изоляции вместо трех).

Схемы технических решений с применением теплоизоляционных изделий K-FLEX ENERGO

1. Тепловая изоляция без проклейки швов самоклеящейся лентой

1.1 Тепловая изоляция несмонтированного трубопровода с положительными температурами изоляционными трубками K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS при расположении в помещении

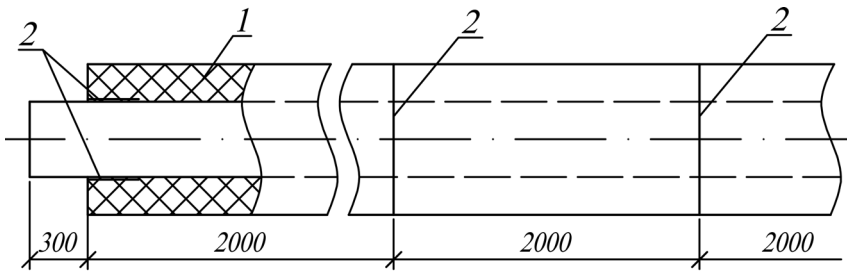


Рис. 1.1

1.2 Изоляция сварного шва трубопровода вставкой из изоляционной трубки K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS при расположении в помещении

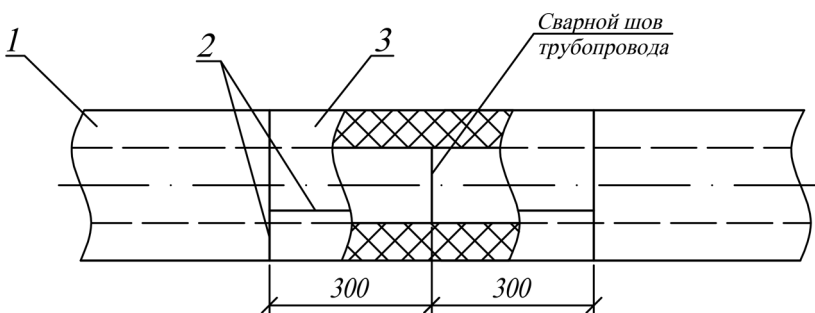


Рис. 1.2

1. Изоляционная трубка K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS
2. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425)
3. Вставка из трубки K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS

2. Тепловая изоляция с проклейкой швов самоклеящейся лентой

2.1 Тепловая изоляция несмонтированного трубопровода с положительными температурами изоляционными трубками K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с проклейкой швов самоклеящейся лентой при расположении в помещении

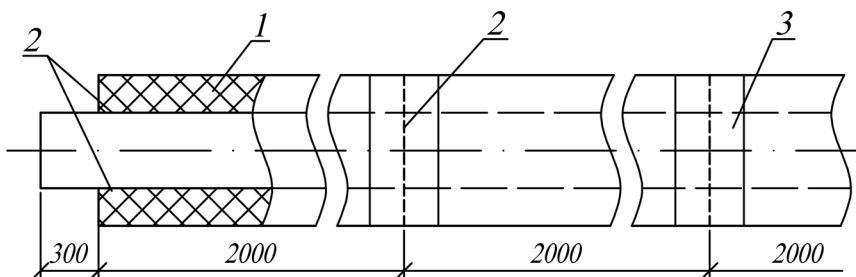


Рис. 2.1

2.2 Изоляция сварного шва трубопровода вставкой из изоляционной трубки K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с проклейкой швов самоклеящейся лентой при расположении в помещении

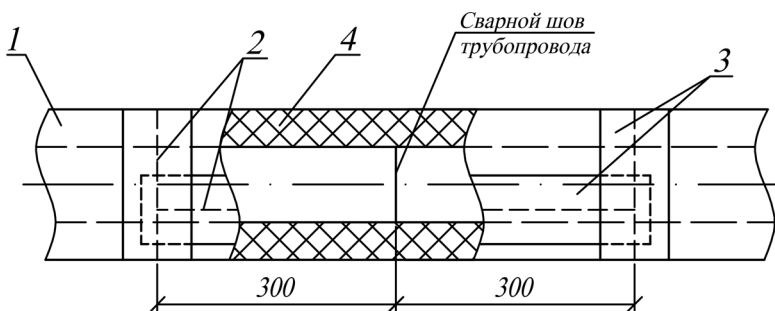


Рис. 2.2

1. Изоляционная трубка K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS
2. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425)
3. Вставка из трубки K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS
4. Вставка из трубки K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS

3. Тепловая изоляция смонтированного трубопровода с положительными температурами изоляционными трубками K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS при расположении в помещении

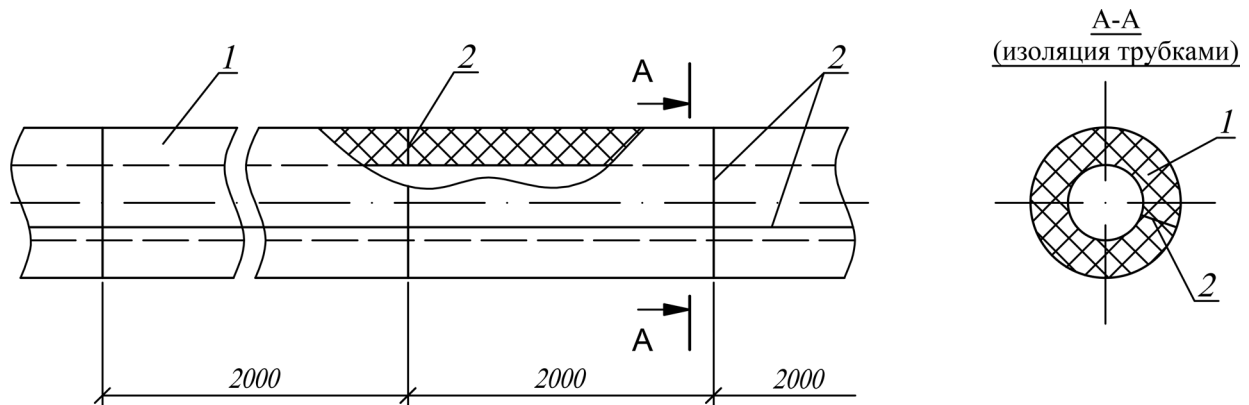
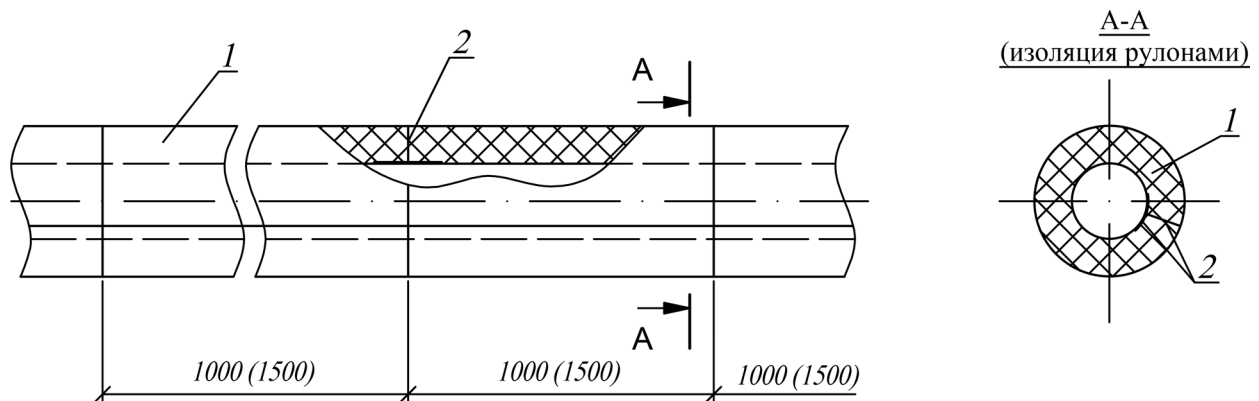


Рис.3.1 Изоляция трубками

1. Изоляционная трубка K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS
2. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425)



1. Изоляционный рулон K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS
2. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425)

4. Тепловая изоляция смонтированных трубопроводов трубками (рулонами) K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с проклейкой швов самоклеящейся лентой при расположении в помещении

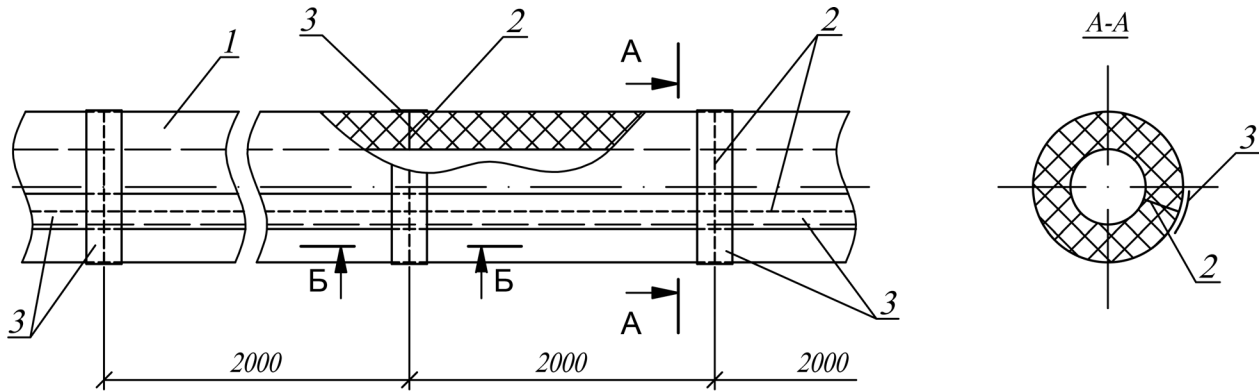
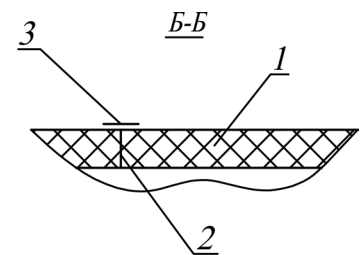
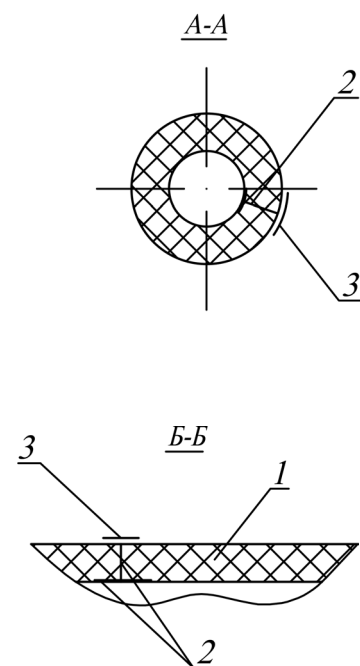


Рис.4.1 Изоляция трубками

1. Изоляционная трубка K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS
2. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425)
3. Самоклеящаяся лента K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS



1. Изоляционный рулон K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS
2. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425)
3. Самоклеящаяся лента K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS



5. Тепловая изоляция трубопроводов с положительными температурами в два слоя трубками и рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS в качестве наружного слоя при расположении в помещении

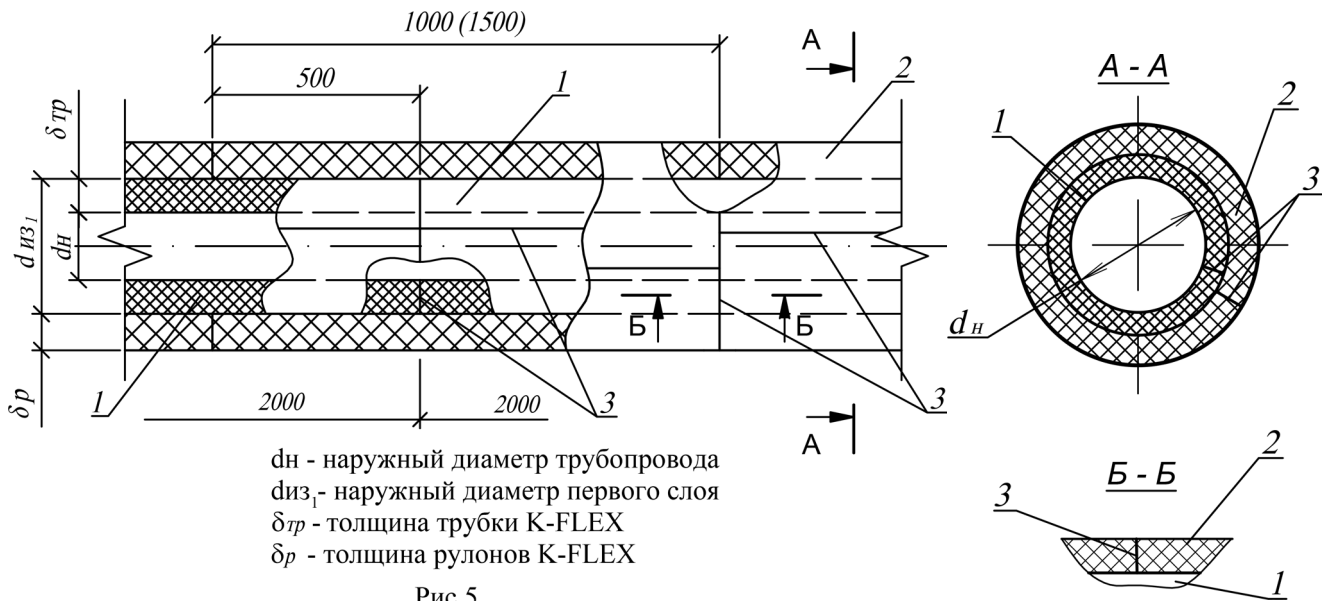


Рис.5

1. Изоляционная трубка K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS
2. Рулоны K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS
3. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425)

6. Тепловая изоляция трубопроводов с положительными температурами в два слоя трубками и рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS в качестве наружного слоя с проклейкой швов самоклеящейся лентой при расположении в помещении

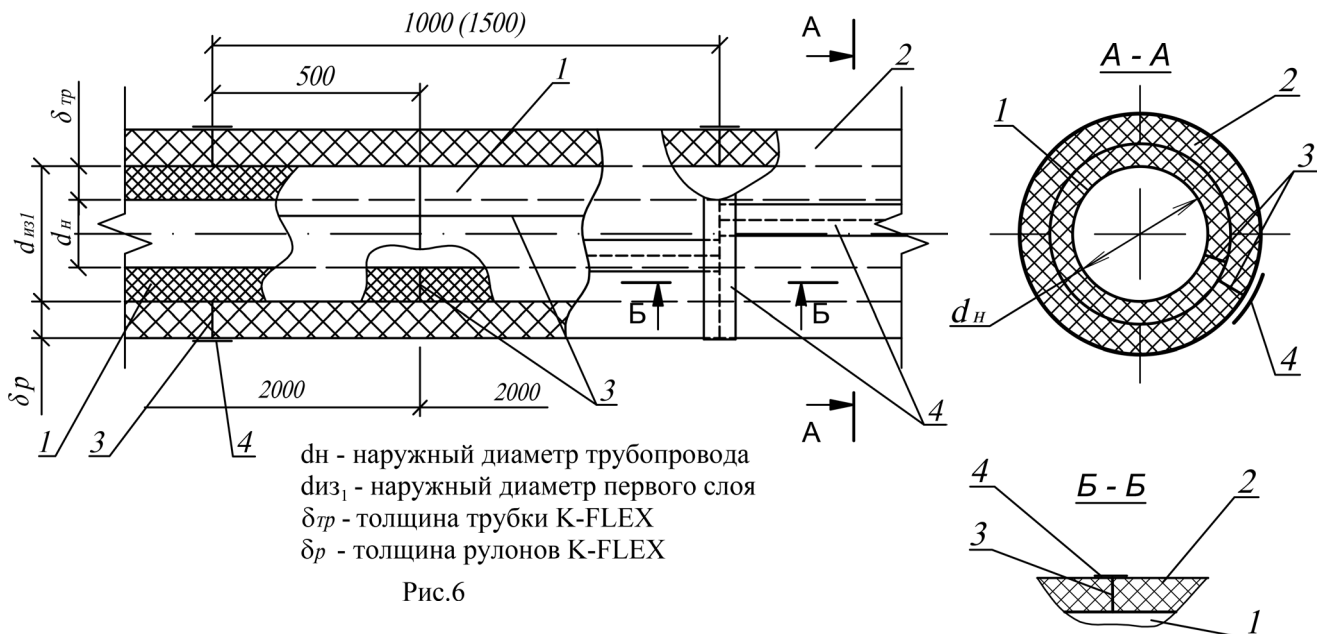


Рис.6

1. Изоляционная трубка K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS
2. Рулоны K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS
3. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425)
4. Самоклеящаяся лента K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS

7. Тепловая изоляция трубопроводов с отрицательными температурами изоляционными трубками (рулонами) K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с проклейкой швов самоклеящейся лентой при расположении в помещении

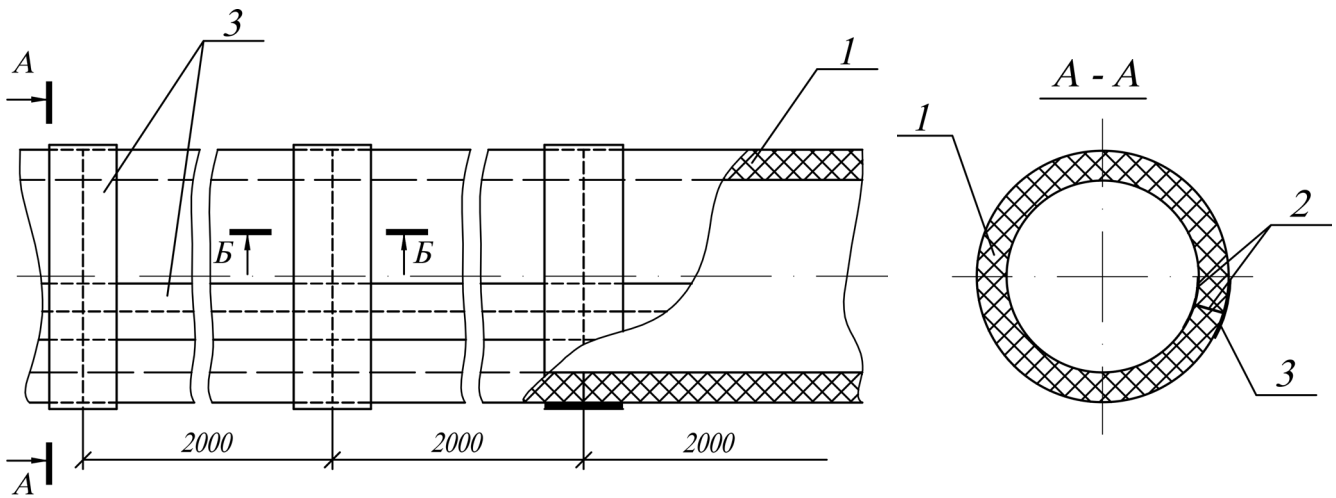


Рис.7.1 Изоляция трубками

1. Трубки K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS
2. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425)
3. Самоклеящаяся лента K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS

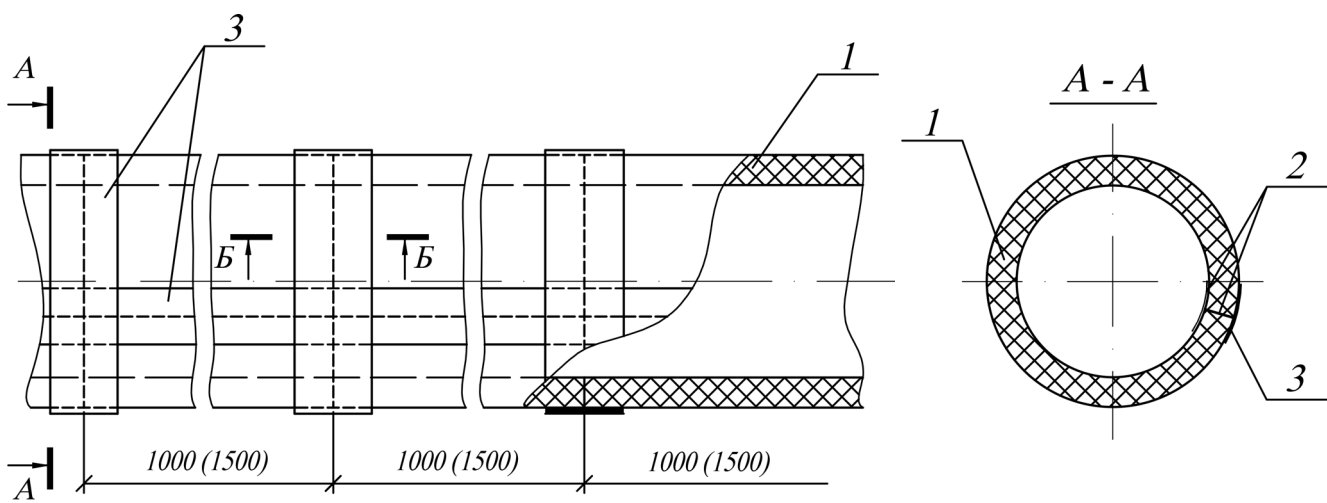
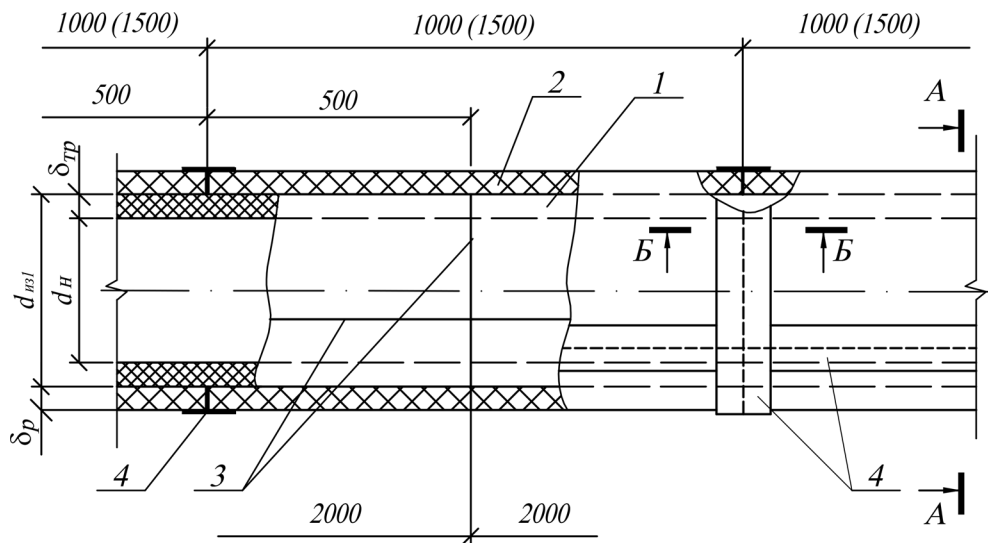


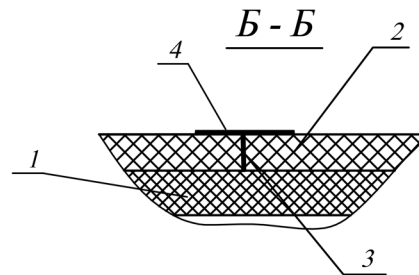
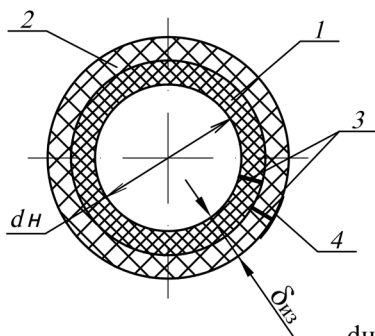
Рис.7.2 Изоляция рулонами

1. Рулоны K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS
2. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425)
3. Самоклеящаяся лента K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS

8. Тепловая изоляция трубопроводов с отрицательными температурами изоляционными трубками и рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS в два слоя с проклейкой швов самоклеящейся лентой при расположении в помещении



A - A



d_n - наружный диаметр трубопровода
 $d_{из1}$ - наружный диаметр изоляции по первому слою
 $\delta_{тр}$ - толщина трубки K-FLEX
 δ_p - толщина рулонов K-FLEX
 $\delta_{из}$ - толщина теплоизоляционной конструкции K-FLEX

Рис.8

1. Изоляционная трубка K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS
2. Рулоны K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS
3. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425)
4. Самоклеящаяся лента K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS

9. Тепловая изоляция трубопроводов трубками (рулонами) K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с покрытием K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA при расположении в помещении

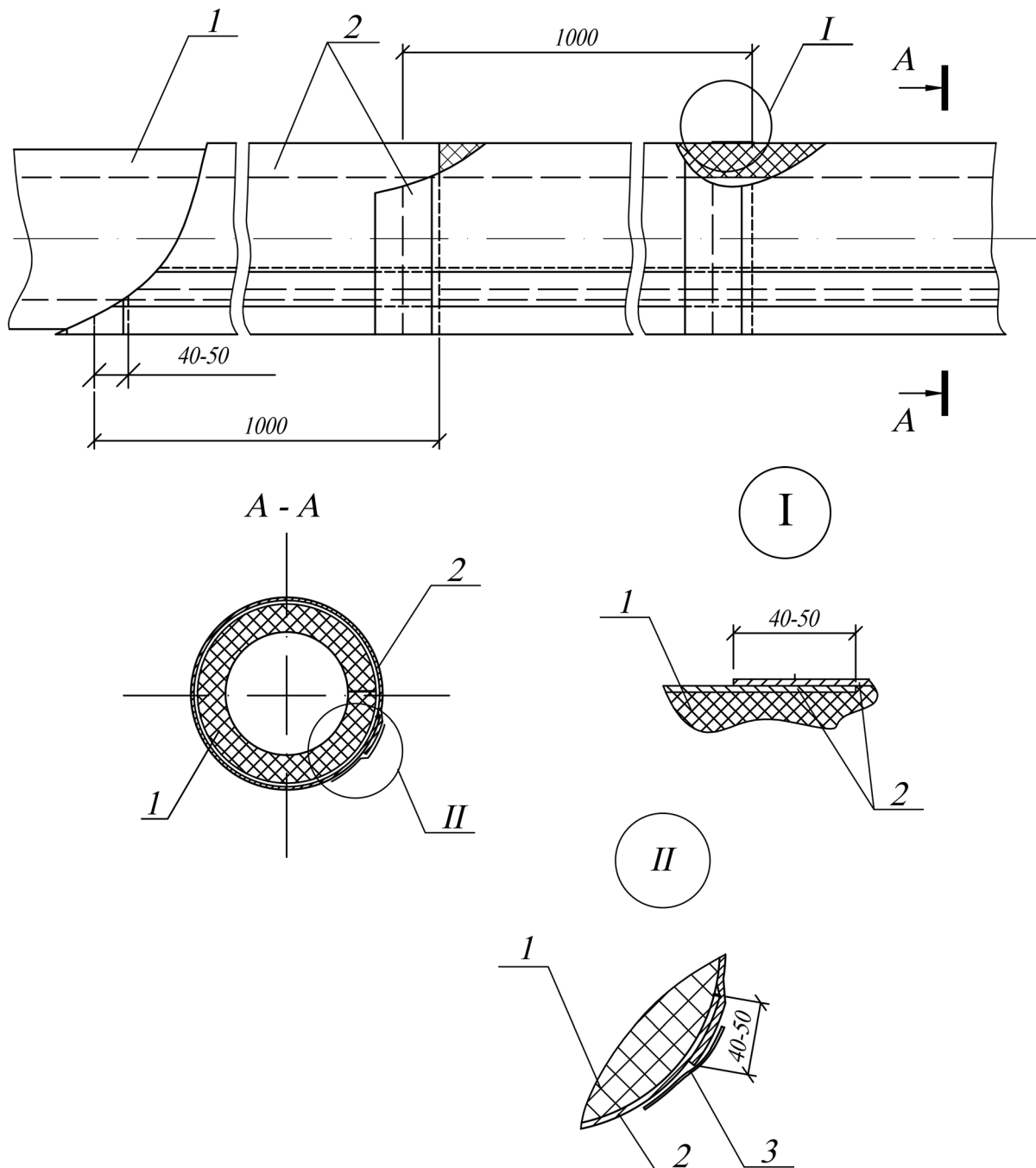


Рис.9

1. Теплоизоляционный слой из изделий K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS
2. Покрытие K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA
3. Лента K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA

Примечание. При расположении на открытом воздухе края ленты следует проклеить герметиком K-Mastic 55

10. Конструкция металлического покрытия теплоизоляционного слоя K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS (линейные участки)

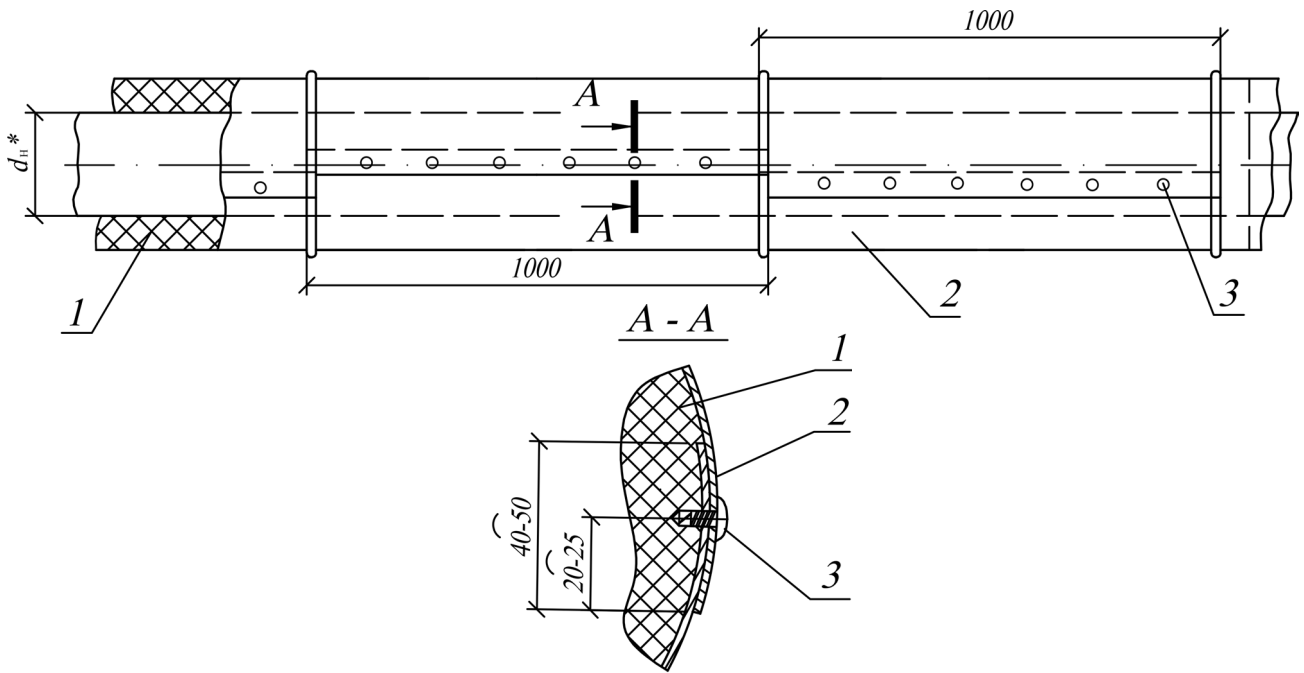


Рис.10.1 Крепление саморезами

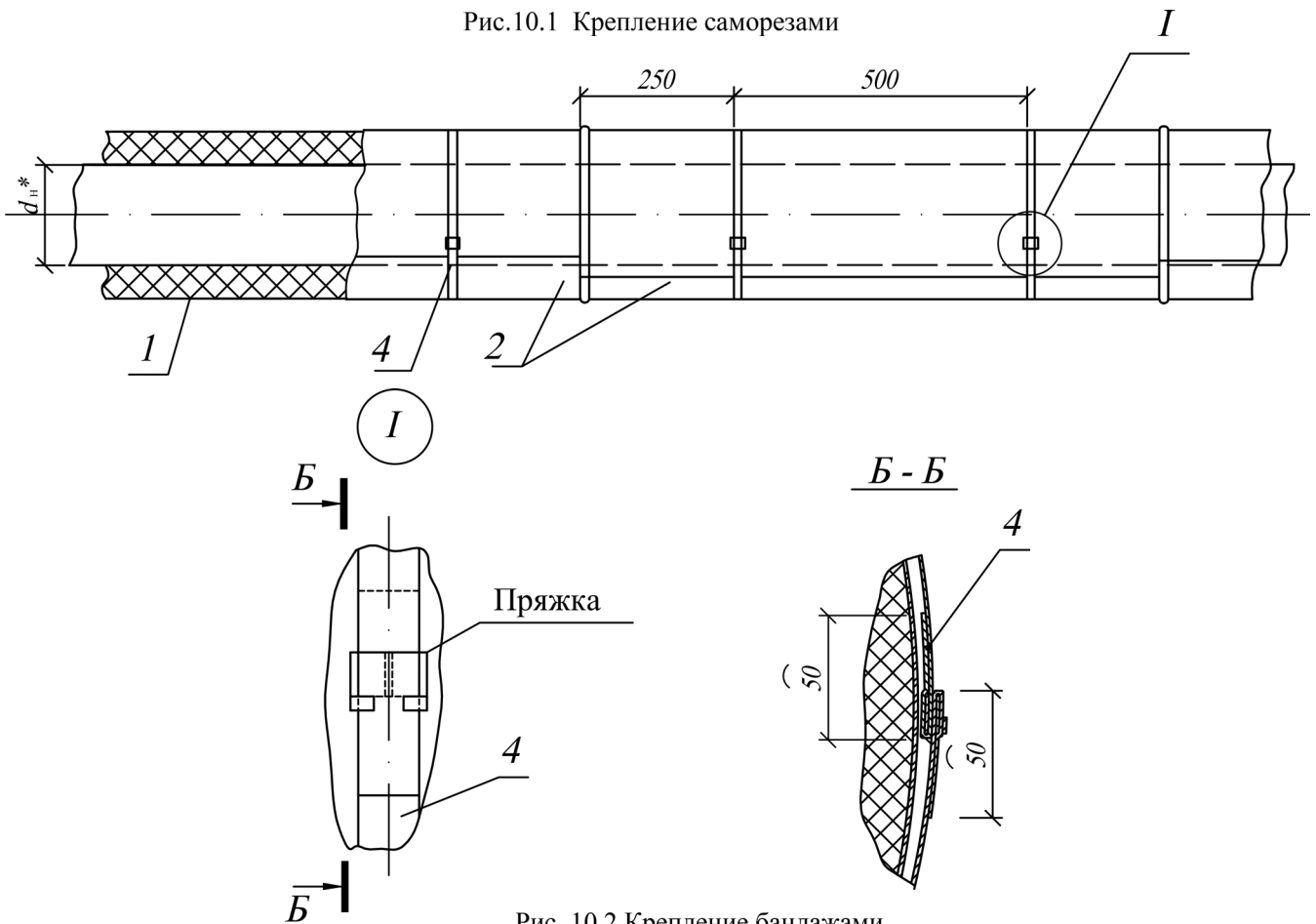


Рис. 10.2 Крепление бандажами

- 1. Теплоизоляционный слой из изделий K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS
- 2. Элементы металлического покрытия 3. Винты саморезы 4. Бандаж с пряжкой

Примечание. * d_n - наружный диаметр трубопровода

11. Тепловая изоляция отвода несмонтированного трубопровода изоляционными трубками K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS при расположении в помещении

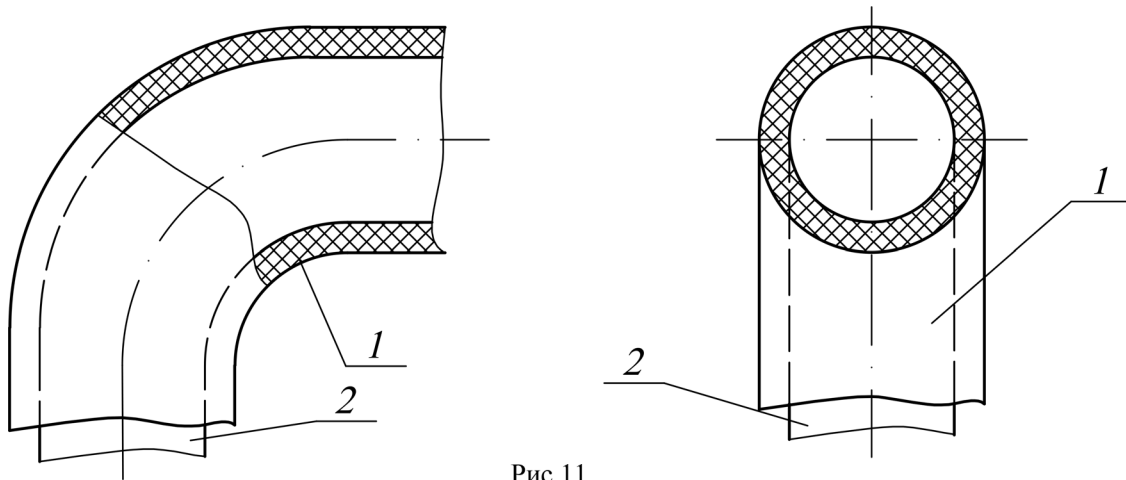


Рис.11

1. Трубка K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS
2. Изолируемый отвод

12. Тепловая изоляция отвода трубопровода углами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS при расположении в помещении

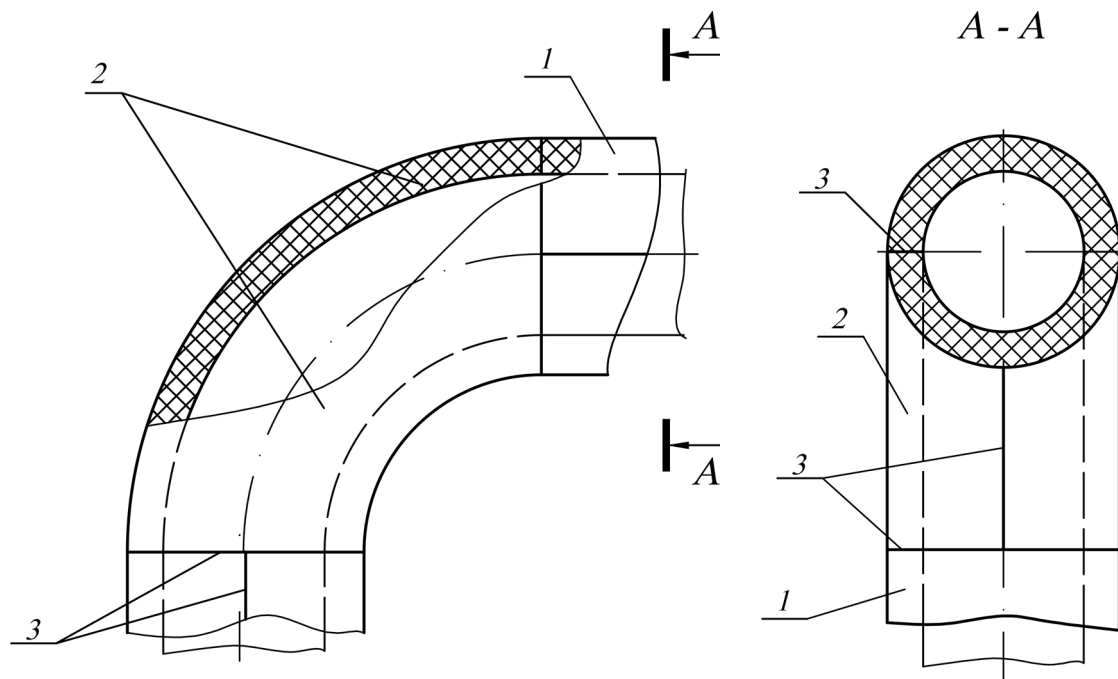


Рис.12

1. Трубка K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS
2. Изоляционный угол K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS
3. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425)

13. Тепловая изоляция отвода трубопровода углами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с проклейкой швов самоклеящейся лентой при расположении в помещении

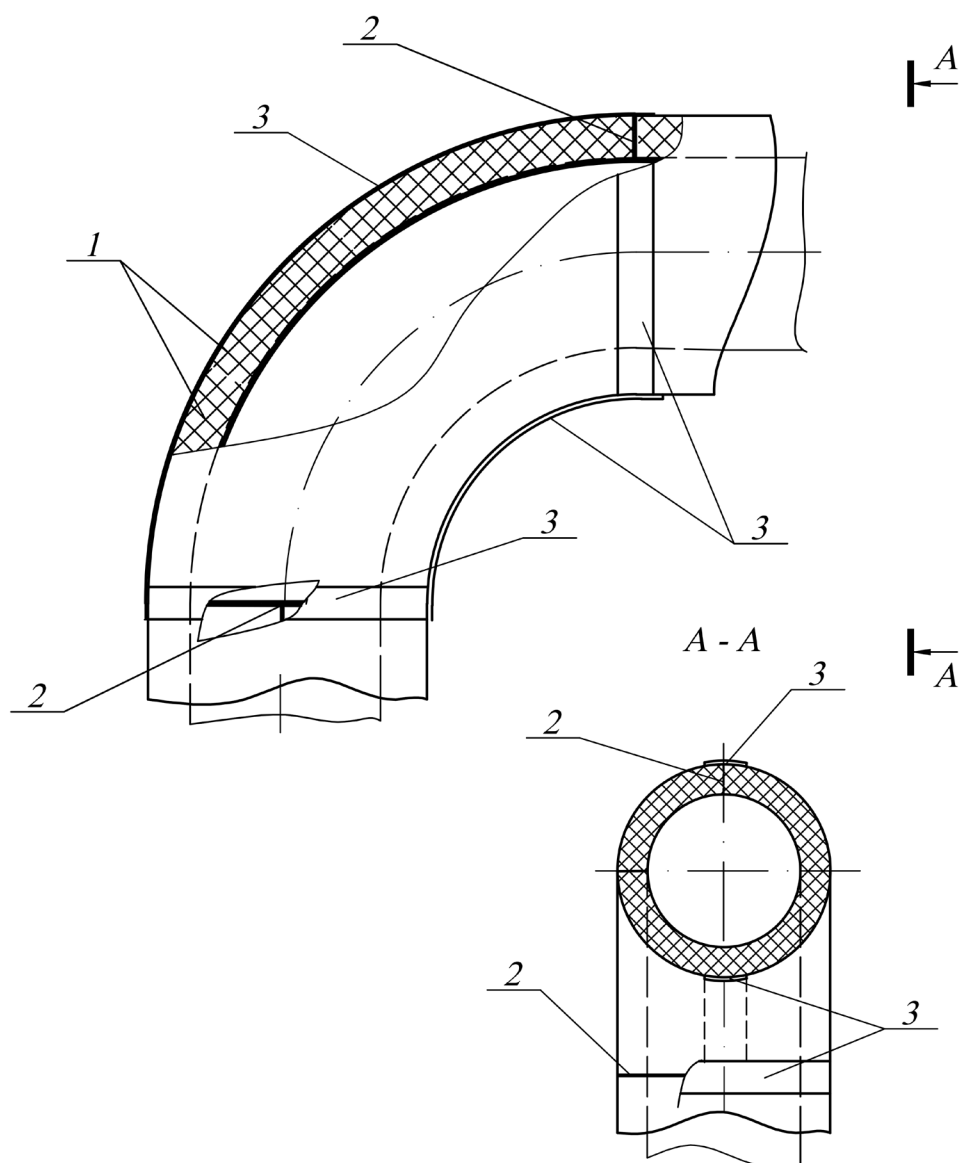


Рис.13

1. Изоляционный угол K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS
2. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425)
3. Самоклеящаяся лента K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS

14. Тепловая изоляция отвода трубопровода углами из рулонного материала K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS при расположении в помещении

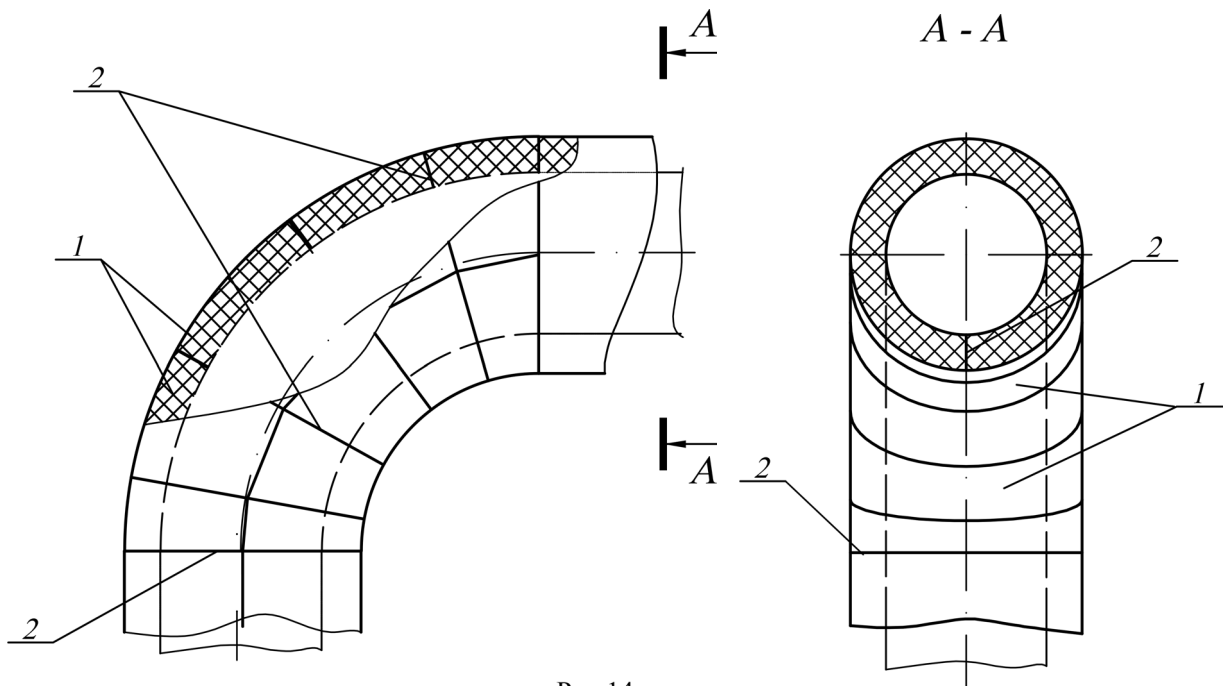


Рис.14

1. Сегменты из рулона K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS
2. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425)

15. Тепловая изоляция отвода трубопровода углами из рулонного материала K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с проклейкой швов самоклеящейся лентой при расположении в помещении

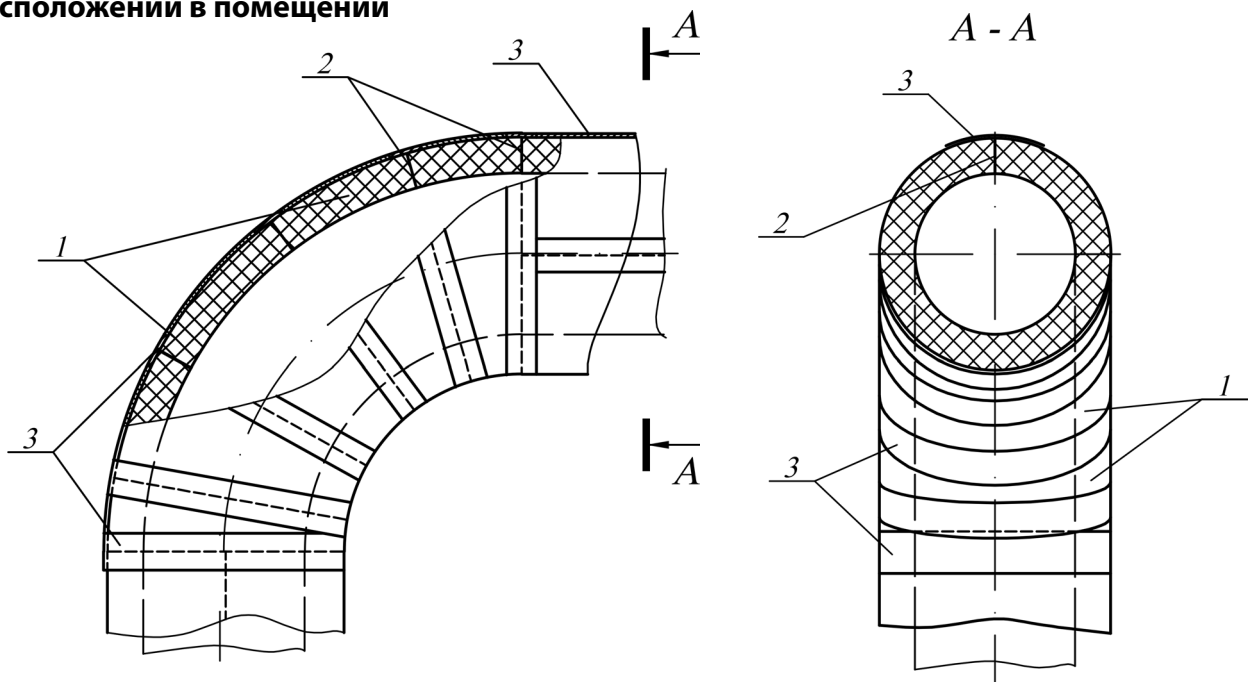


Рис.15

1. Сегменты из рулона K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS
2. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425)
3. Самоклеящаяся лента K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS

16. Тепловая изоляция отвода трубопровода с применением углов K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с покрытием K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA при расположении в помещении

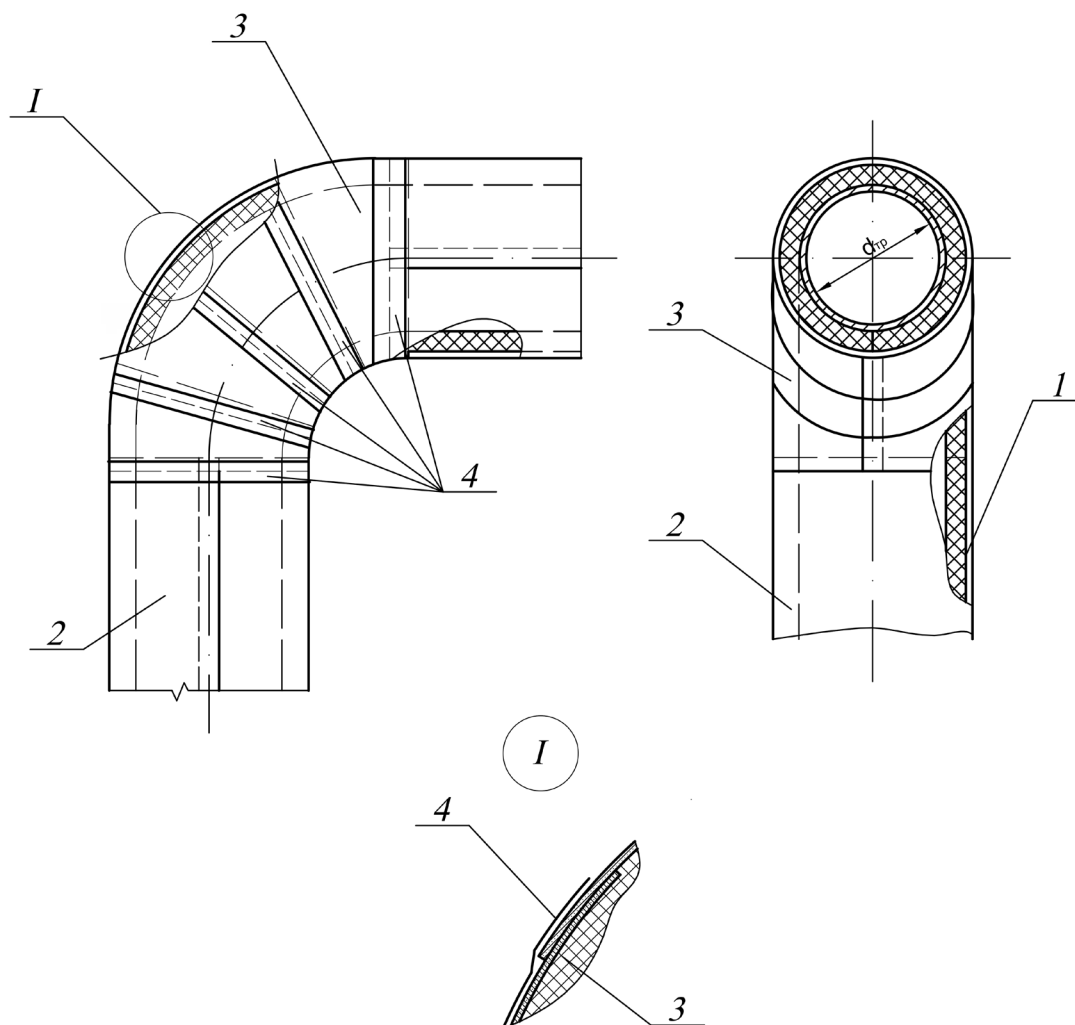
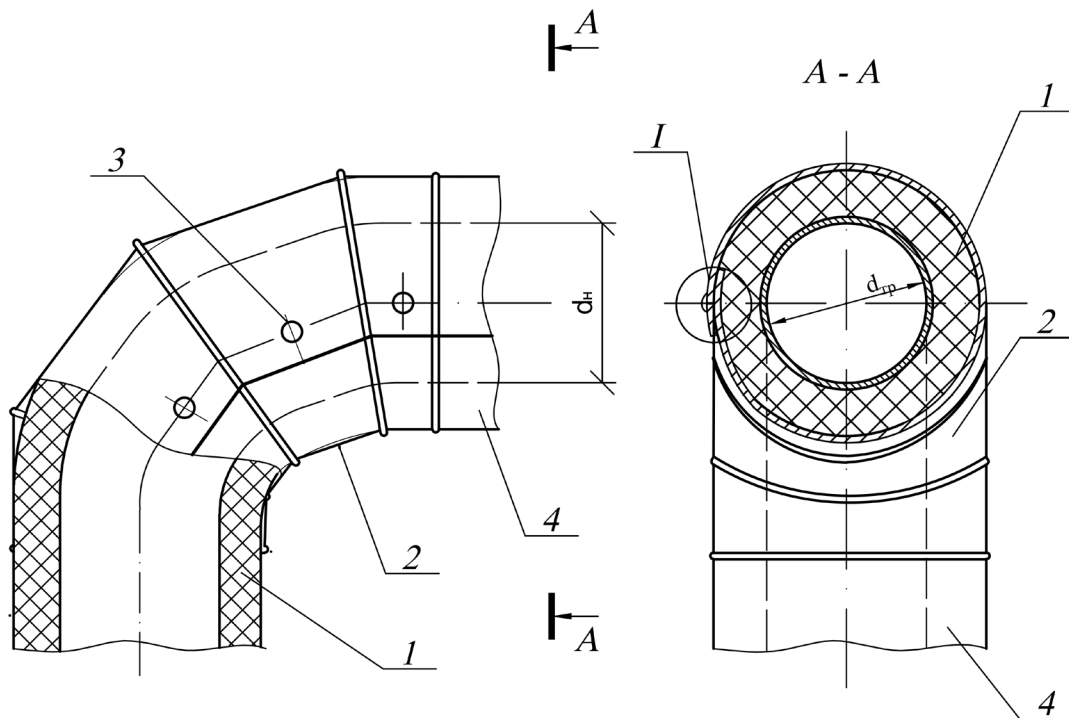


Рис.16

1. Теплоизоляционный слой из изделий трубки K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS
2. Покрытие K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA
3. Угол K-FLEX ENERGO K-FLEX ENERGO PLUS
4. Лента K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA

Примечание: $d_{тр}$ - условный диаметр трубопровода
 При расположении на открытом воздухе края ленты
 следует проклеивать герметиком K-Mastic 55.

17. Металлическое покрытие изоляции отвода трубопровода



d_n - наружный диаметр трубопровода
 d_p - условный диаметр трубопровода



Разрез соединения покрытия

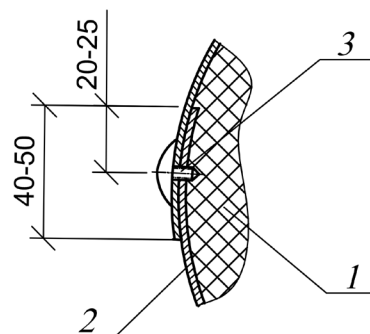
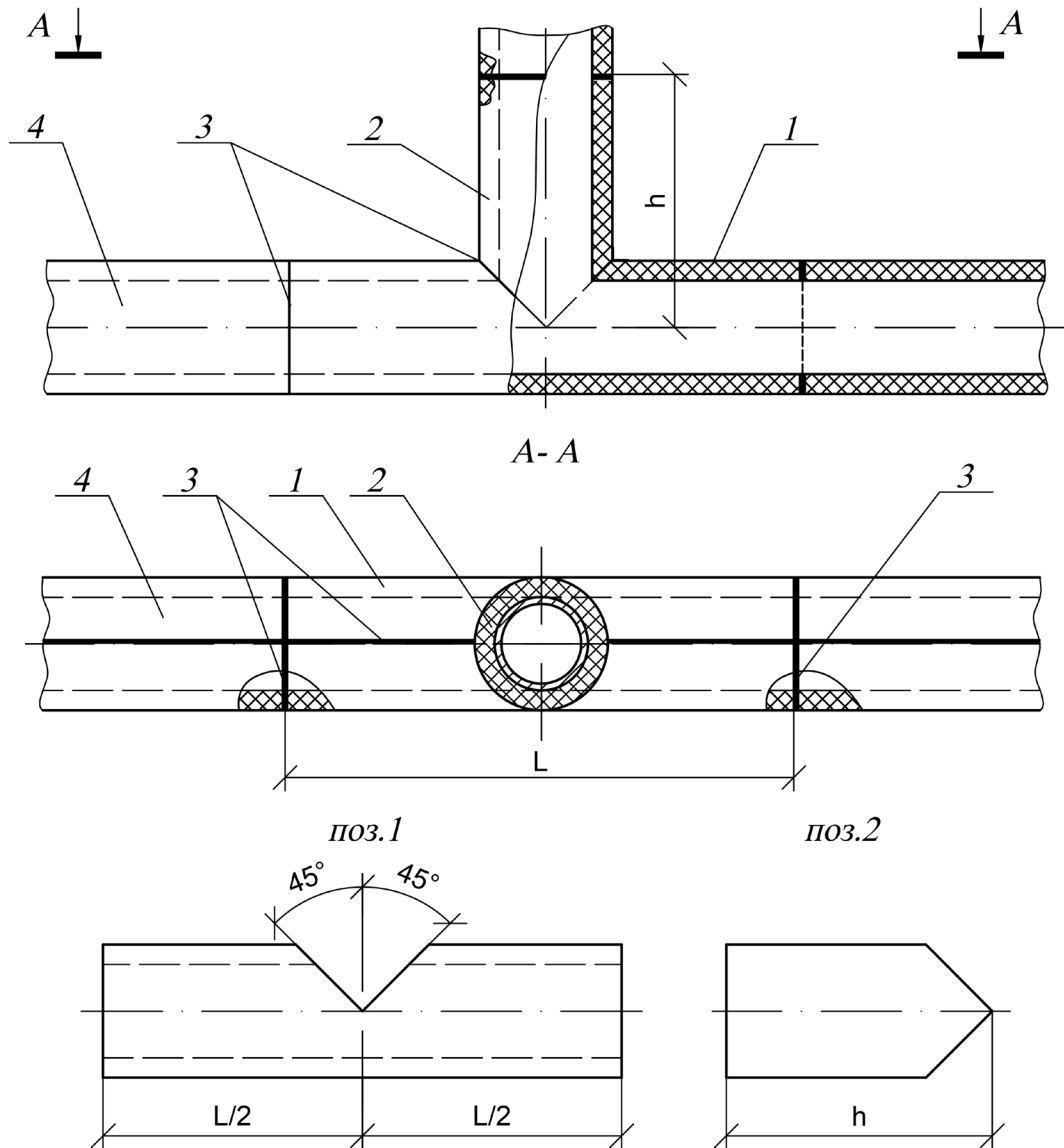


Рис.17

1. Теплоизоляционный слой из изделий K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
2. Элементы металлического покрытия отвода;
3. Саморезы или заклепки;
4. Металлическое покрытие прямых участков.

18. Тепловая изоляция равнопроходного тройника изоляционными трубками (рулонами) K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS при расположении в помещении

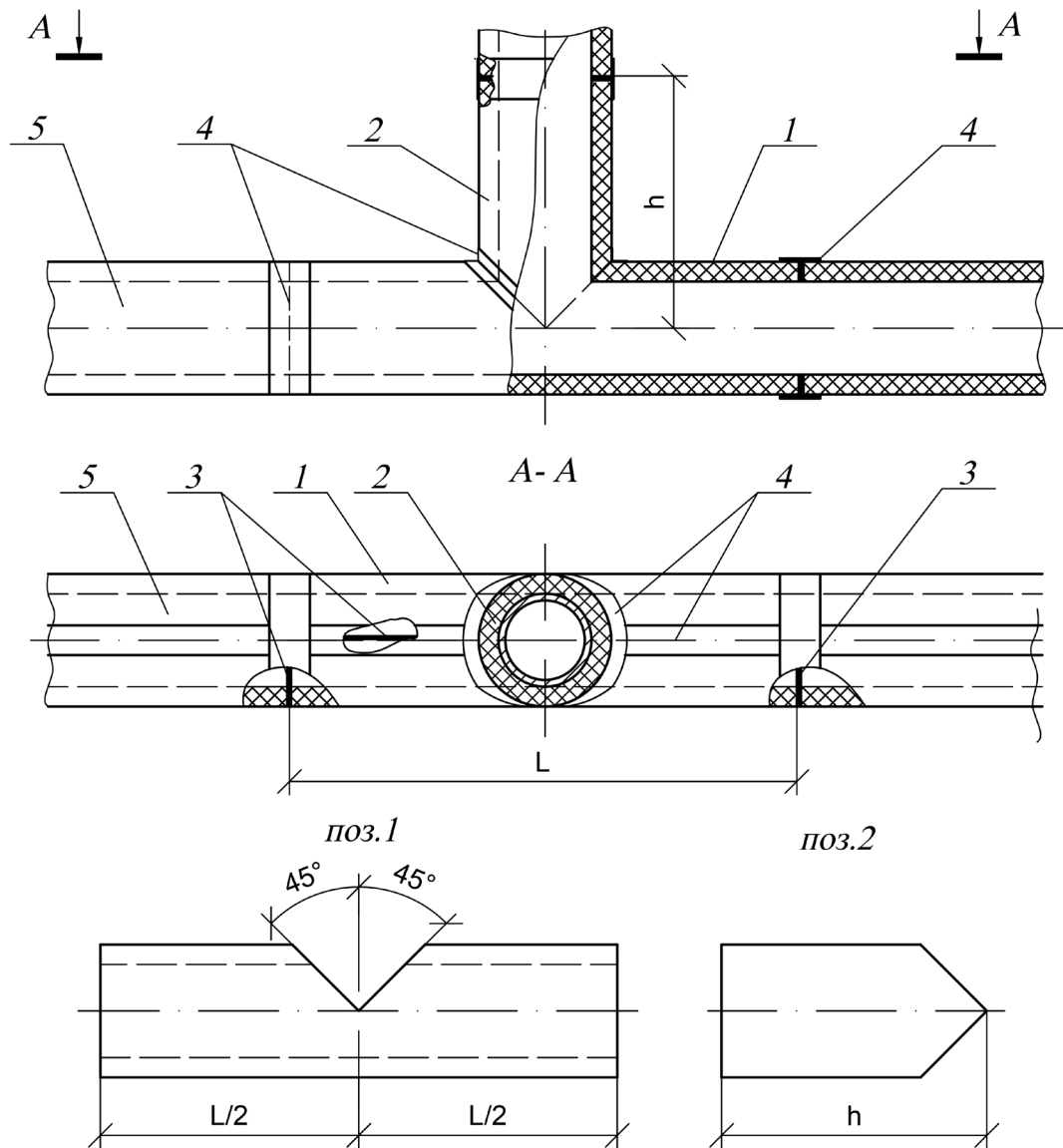


L - длина между торцами магистрали тройника
 h - размер между плоскостью торца ответвления и центрами торцов магистрали тройников.

Рис.18

1. Элемент изоляции тройника №1 из трубки или рулона K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS длиной L;
2. Элемент изоляции тройника №2 из трубки или рулона K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS длиной h;
3. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425);
4. Изоляция трубопровода из изделий K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS.

19. Тепловая изоляция равнопроходного тройника изоляционными трубками (рулонами) K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с проклейкой швов самоклеящейся лентой при расположении в помещении.



L - длина между торцами магистрали тройника
h - размер между плоскостью торца ответвления и центрами торцов магистрали тройников.

Рис.19

1. Элемент изоляции тройника №1 из трубки или рулона K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS длиной L;
2. Элемент изоляции тройника №2 из трубки или рулона K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS длиной h;
3. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425);
4. Самоклеящаяся лента K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
5. Изоляция трубопровода из изделий K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS

20. Тепловая изоляция равнопроходного тройника с применением тройников K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с покрытием K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA

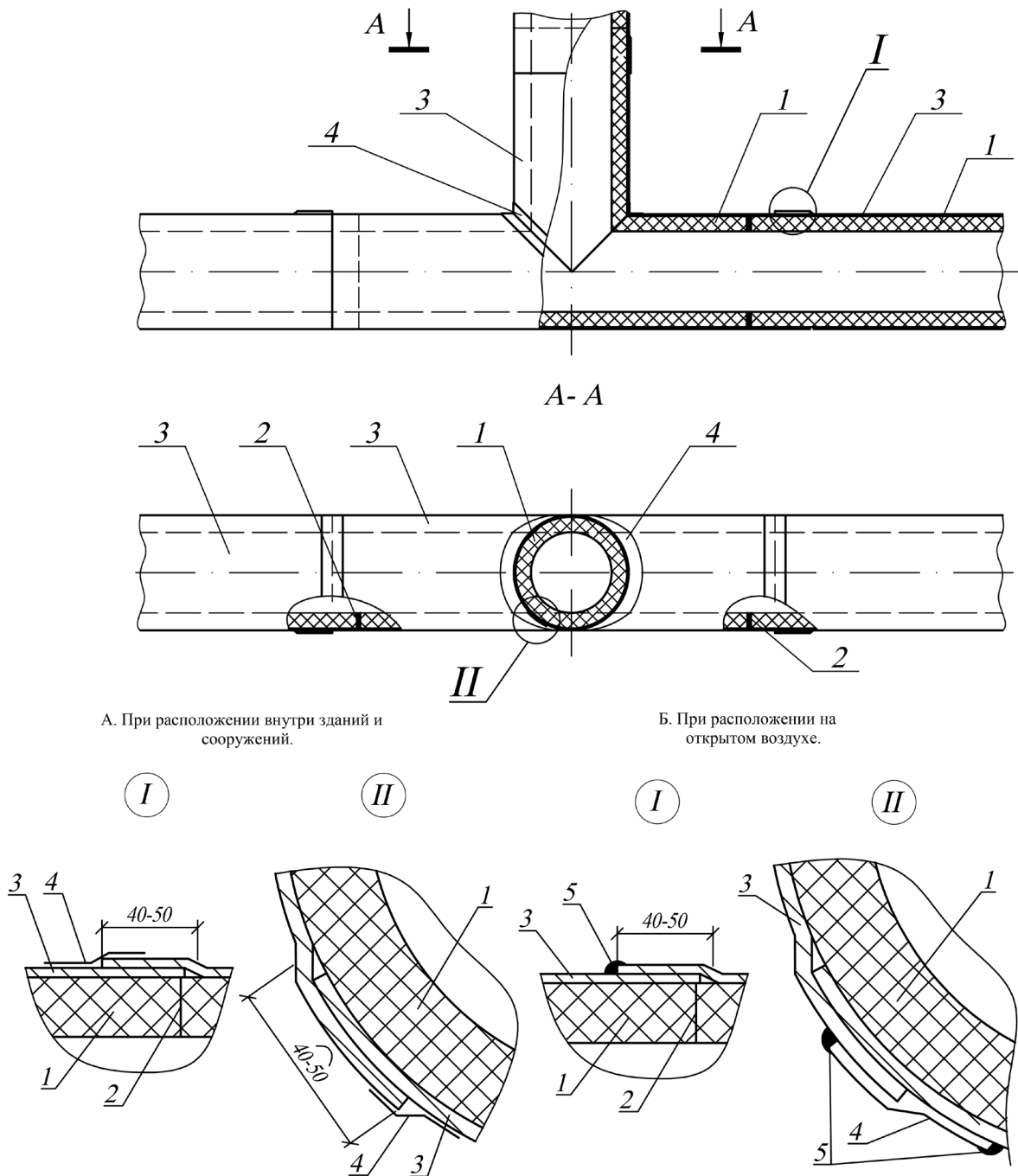


Рис. 20

1. Элемент изоляции тройника из трубки или рулона K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
2. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425);
3. Покрытие K-FLEX PREMIUM, K-FLEX ULTRA;
4. Лента K-FLEX PREMIUM, K-FLEX ULTRA;
5. Герметик K-Mastic 55.

21. Тепловая изоляция муфтовой и приварной арматуры трубками (рулонами) K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS при расположении в помещении

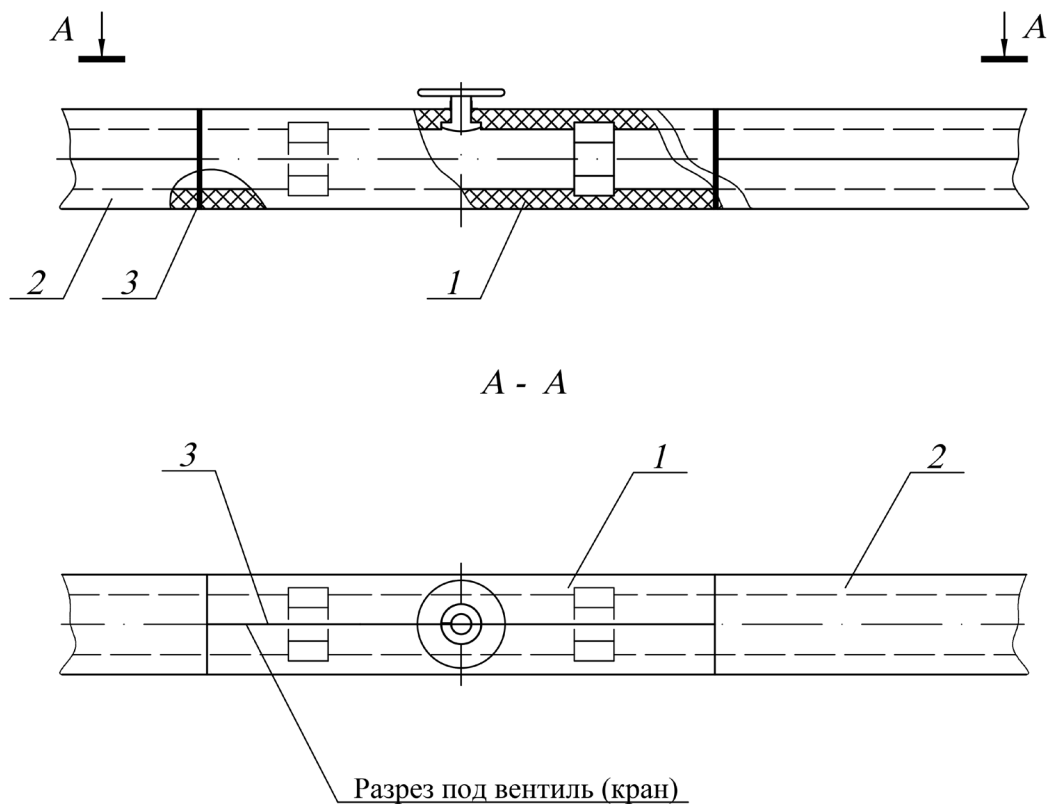


Рис. 21

1. Вставка из трубки K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с разрезом под вентиль;
2. Изоляция трубопровода трубками K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
3. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425).

22. Тепловая изоляция муфтовой и приварной арматуры трубки (рулонами) K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с применением самоклеящейся ленты при расположении в помещении.

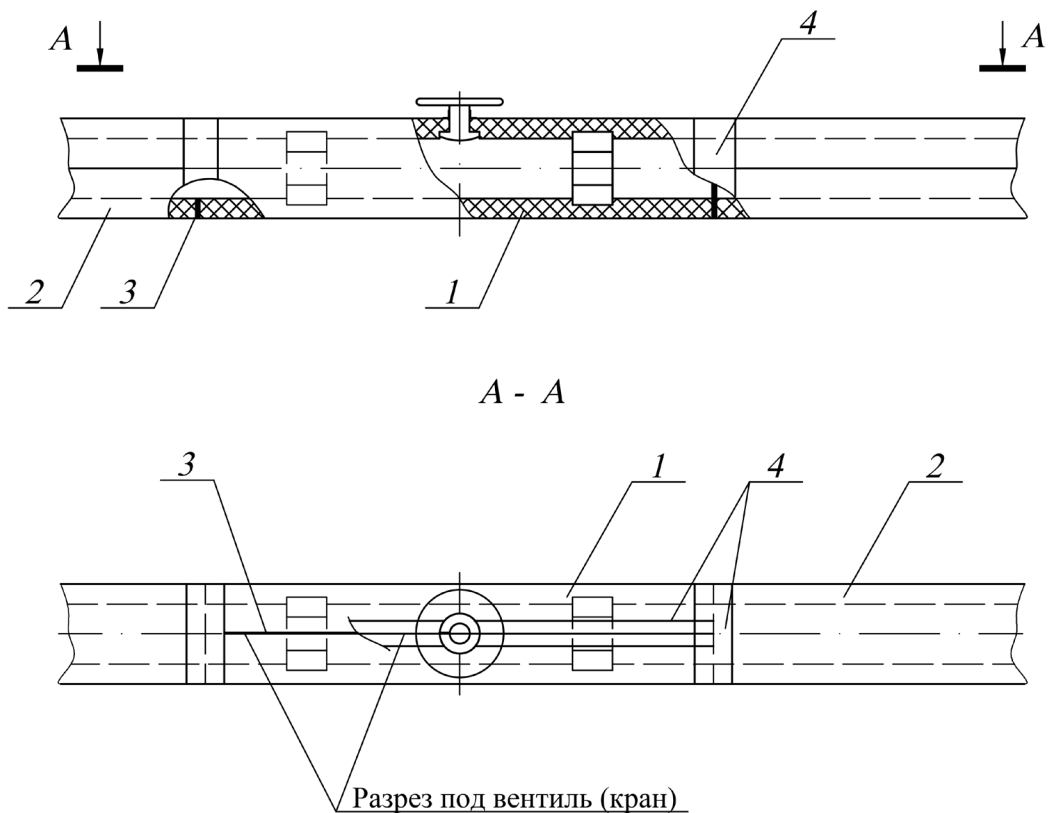
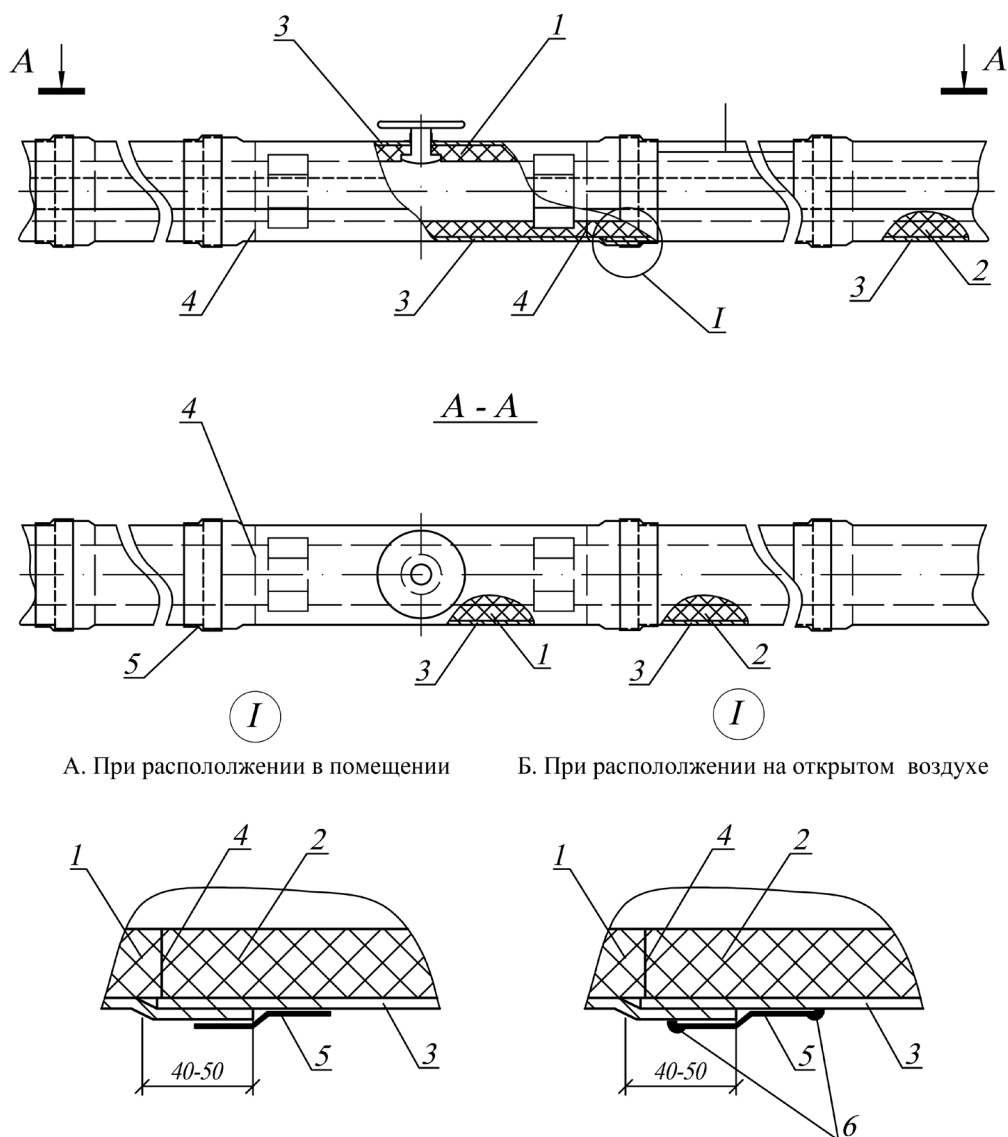


Рис. 22

1. Вставка из трубки K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с разрезом под вентиль;
2. Изоляция трубопровода трубками K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
3. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425);
4. Самоклеящаяся лента K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS.

23. Тепловая изоляция муфтовой и приварной арматуры с применением трубок K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с применением покрытия K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA при расположении в помещении.



А. При расположении в помещении

Б. При расположении на открытом воздухе

Рис. 23

1. Изоляция из трубки K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с разрезом под вентиль;
2. Изоляция трубопровода трубками K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
3. Покрытие K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA;
4. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425);
5. Лента K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA;
6. Герметик K-Mastic 55.

24. Несъемная тепловая изоляция фланцевого соединения рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS при расположении в помещении

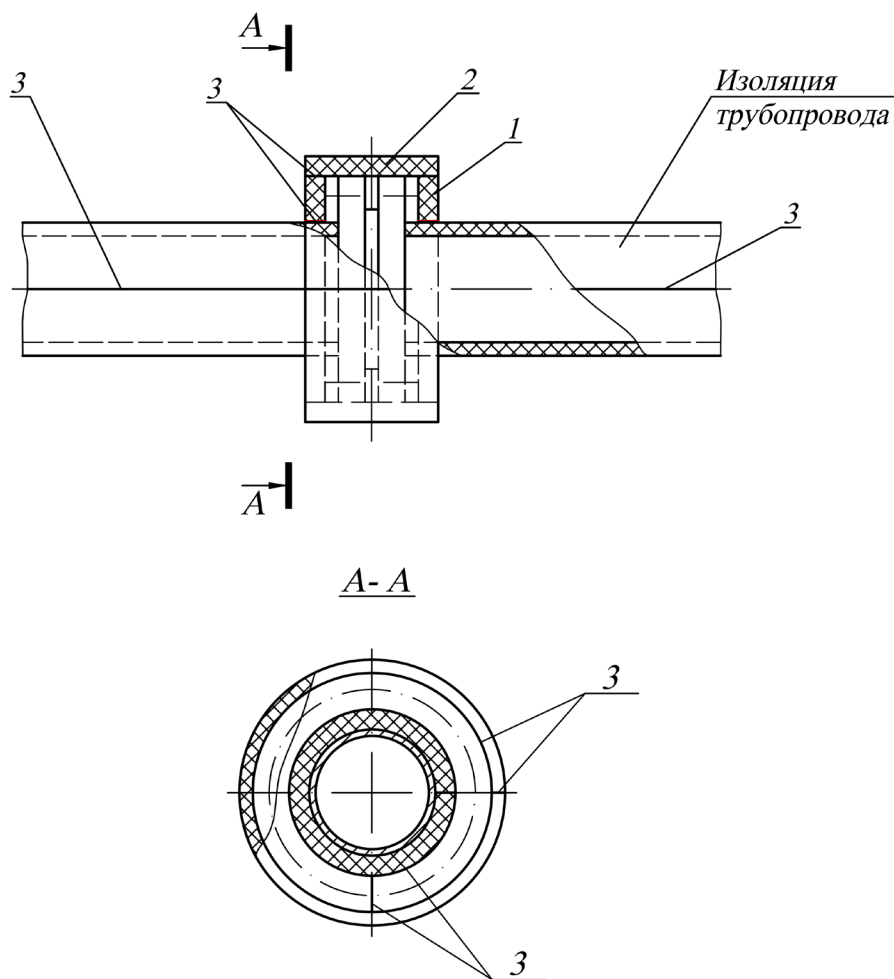


Рис. 24

1. Кольцо из рулонного материала K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
2. Полоса из рулонного материала K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
3. Клеевое соединение элементов изоляции фланцевого соединения и трубопровода клеем K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425).

25. Несъемная тепловая изоляция фланцевого соединения рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с проклейкой швов самоклеящейся лентой при расположении в помещении

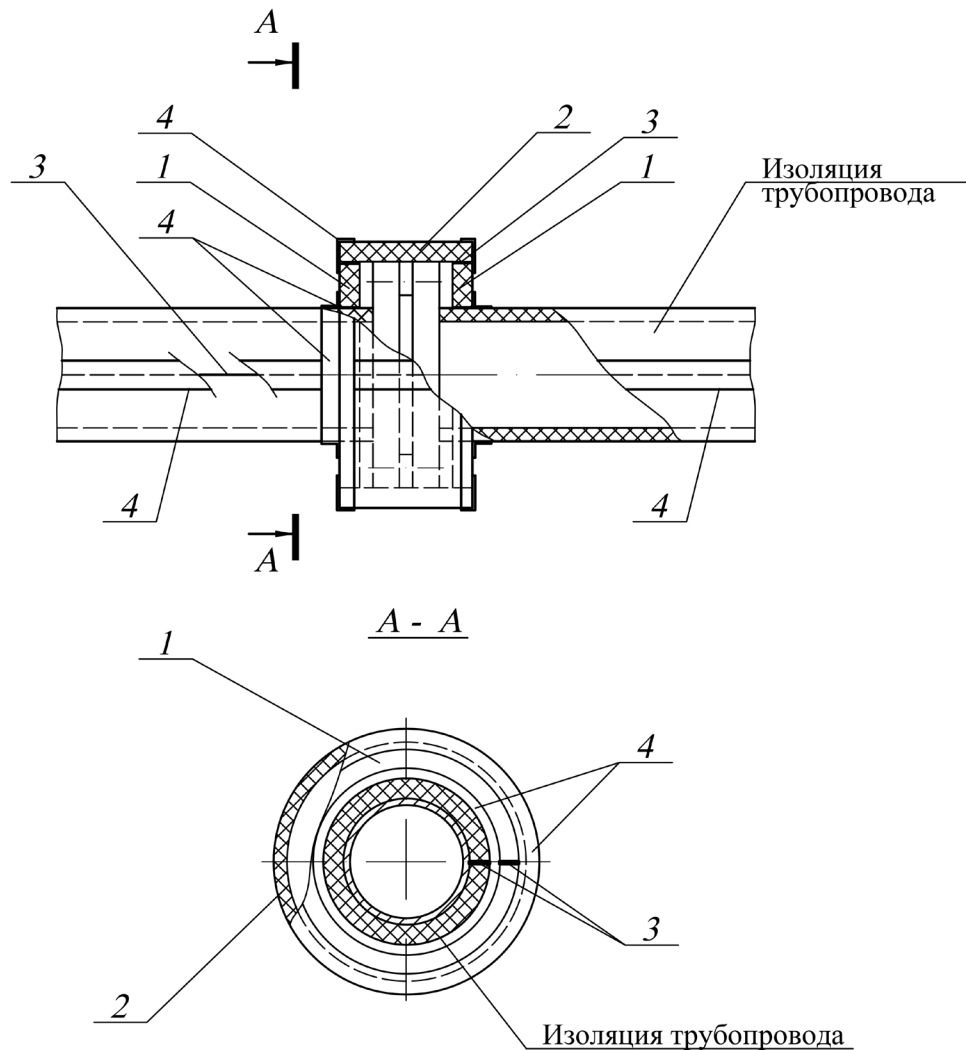


Рис. 25

1. Кольцо из рулонного материала K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
2. Полоса из рулонного материала K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
3. Клеевое соединение элементов изоляции фланцевого соединения и трубопровода клеем K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425)
4. Лента самоклеящаяся K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS.

26. Несъемная тепловая изоляция фланцевого соединения рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с применением покрытия K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA при расположении в помещении

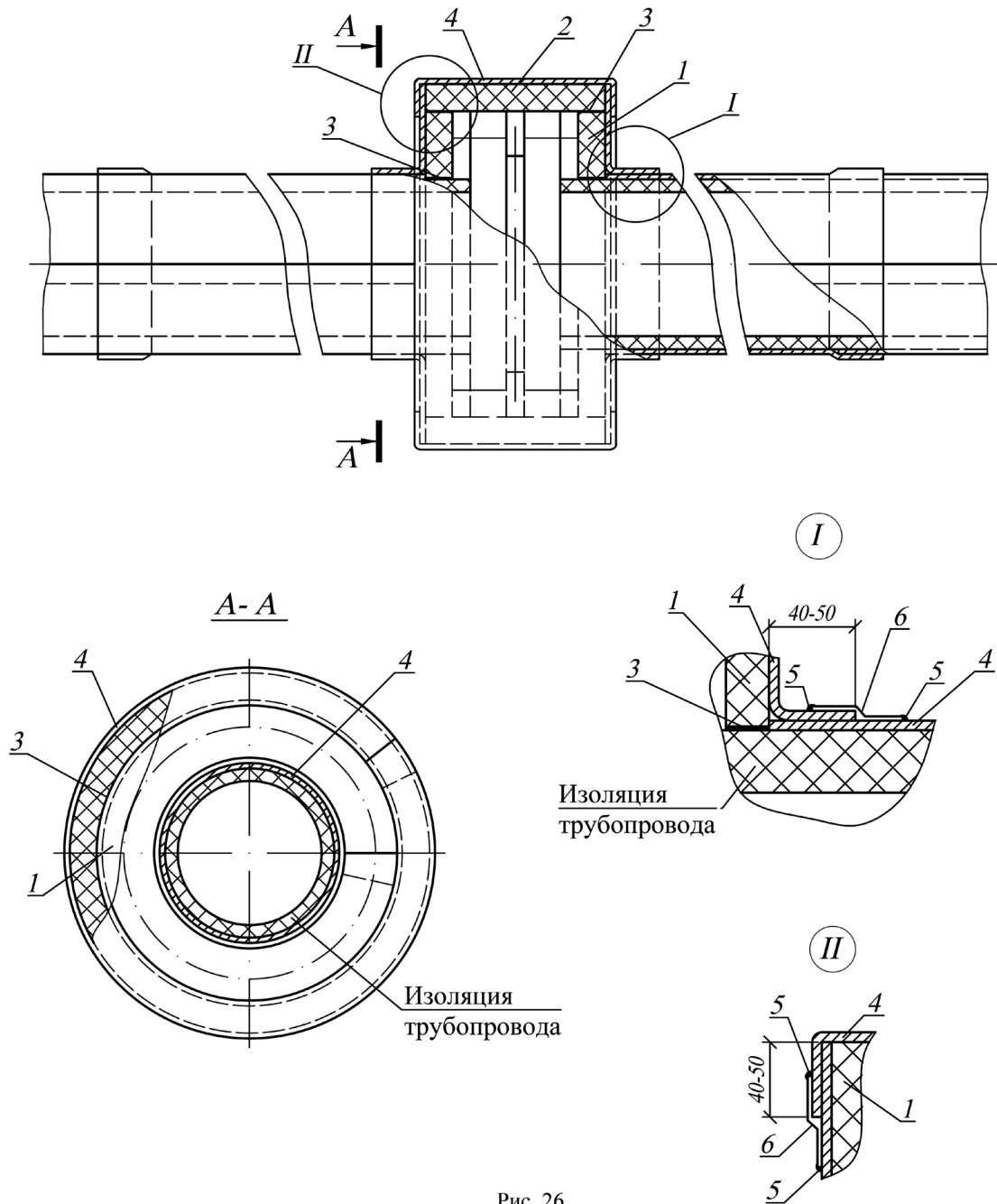


Рис. 26

1. Кольцо из рулонного материала K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
2. Полоса из рулонного материала K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
3. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425);
4. Покрытие K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA;
5. Герметик K-Mastic 55.
6. Лента K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA;

Примечание: При расположении на открытом воздухе края ленты следует проклеить герметиком K-Mastic 55 (поз.5 узел I, II)

27. Несъемная тепловая изоляция фланцевой арматуры рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS при расположении в помещении

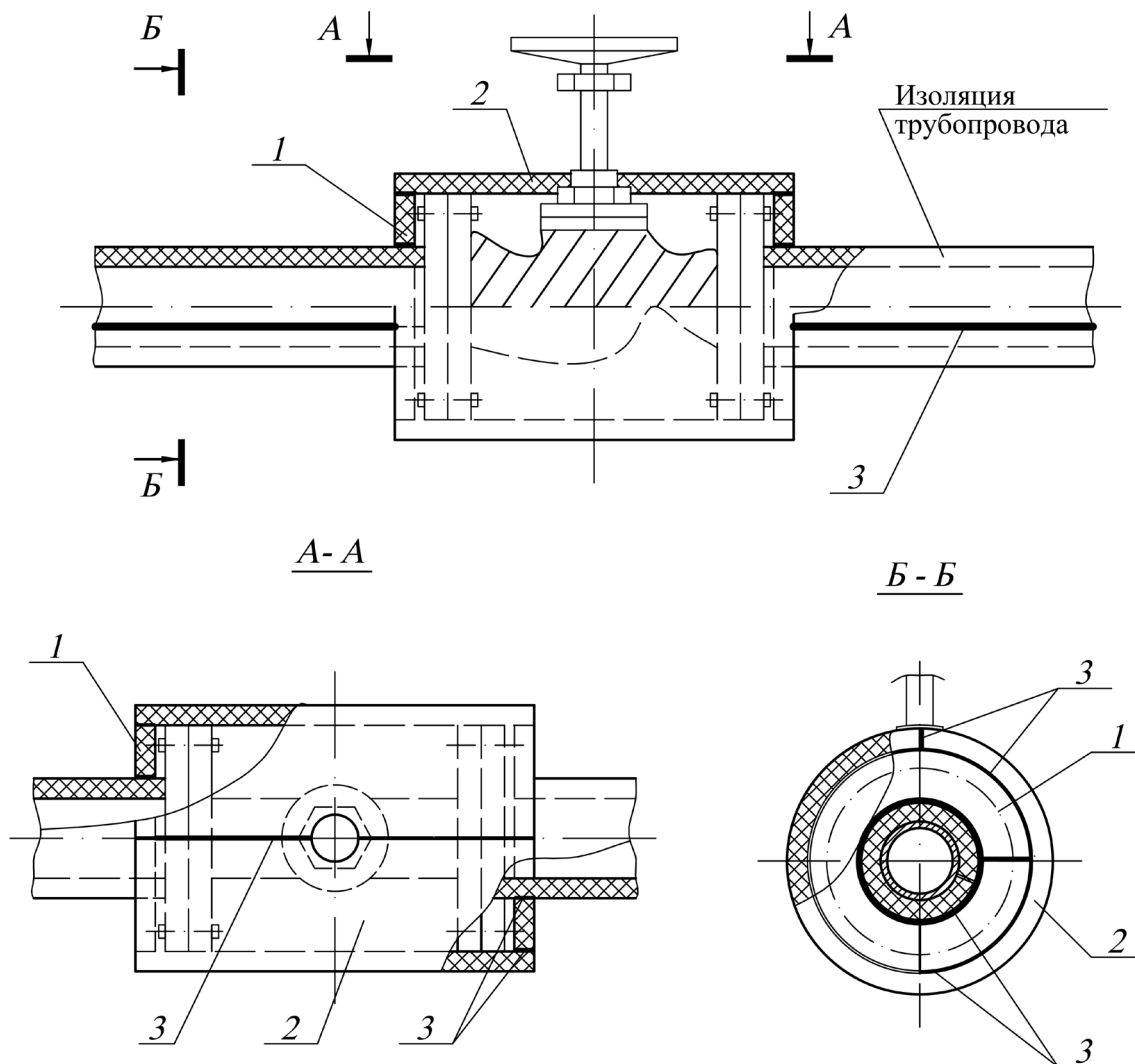


Рис. 27

1. Кольцо из рулонного материала K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
2. Прямоугольный элемент изоляции корпуса арматуры из рулонного материала K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
3. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки К-425).

28. Несъемная тепловая изоляция фланцевой арматуры рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с проклейкой швов самоклеящейся лентой при расположении в помещении.

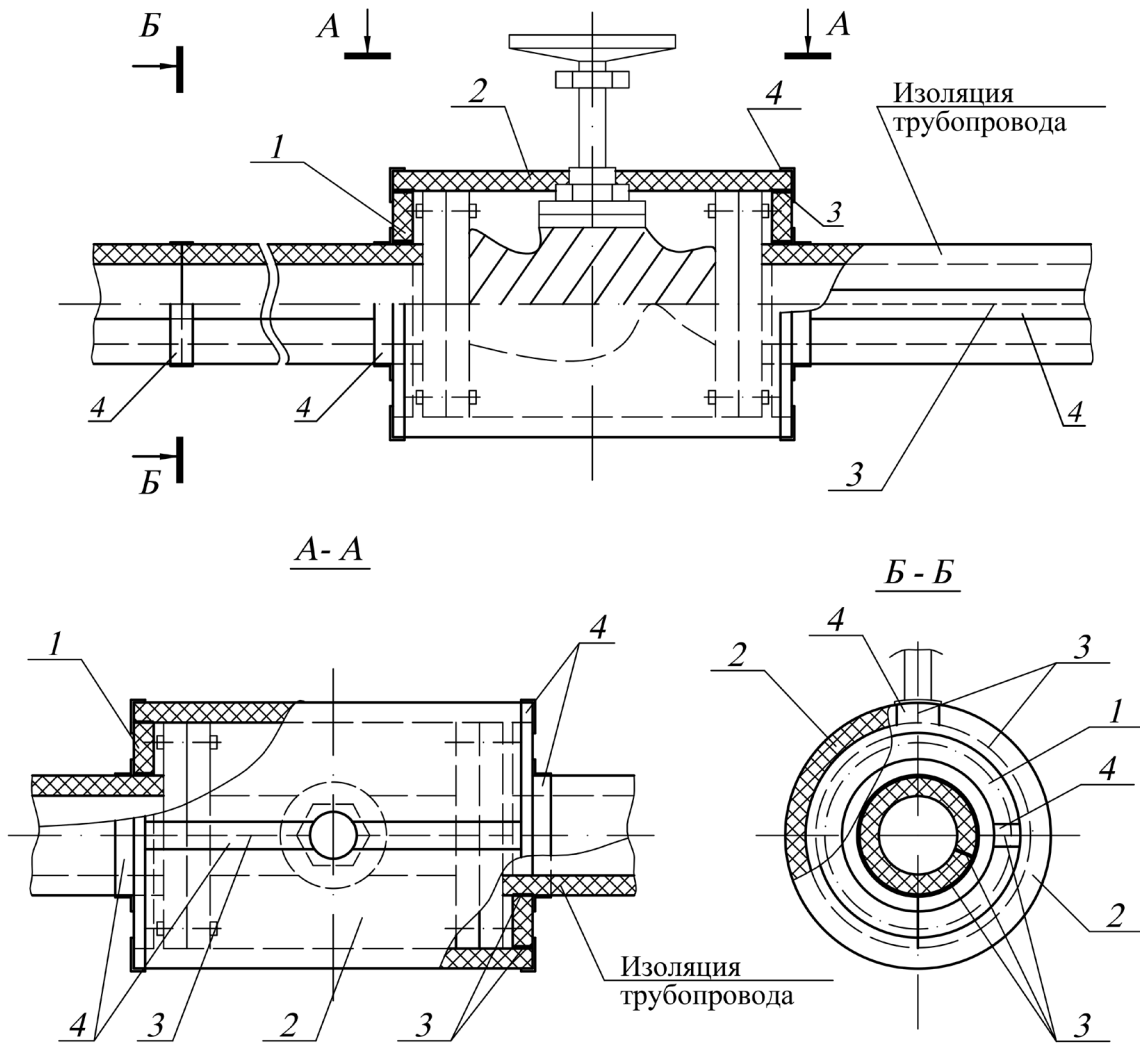


Рис. 28

1. Кольцо из рулонного материала K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
2. Прямоугольный элемент изоляции корпуса арматуры из рулонного материала K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
3. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425)
4. Лента самоклеящаяся K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS.

29. Несъемная тепловая изоляция фланцевой арматуры рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с применением покрытия K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA при расположении в помещении

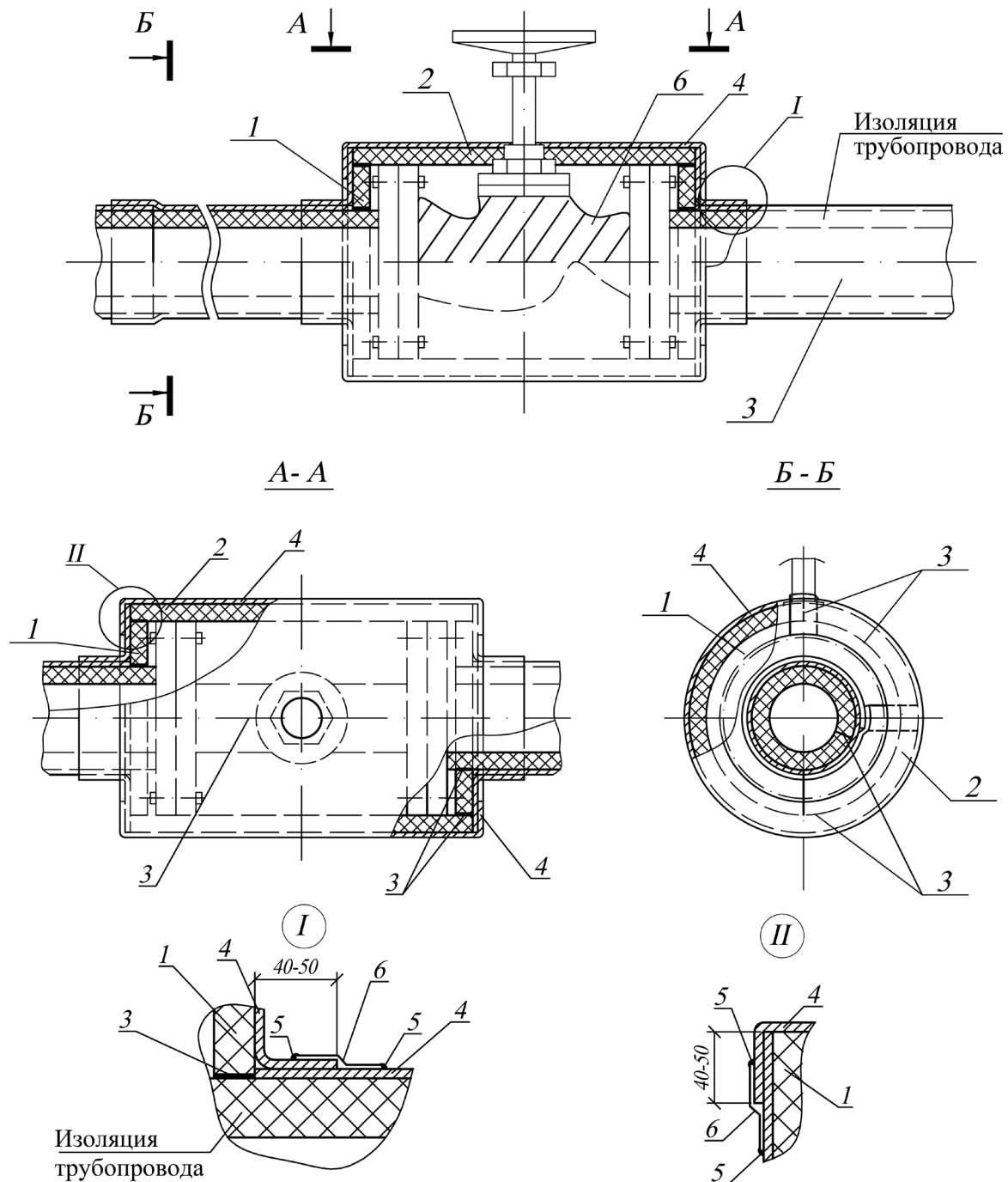


Рис. 29

1. Кольцо из рулонного материала K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
2. Прямоугольный элемент изоляции корпуса арматуры из рулонного материала K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
3. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425);
4. Покрытие K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA;
5. Герметик K-Mastic 55 (проклеивается при расположении на открытом воздухе)
6. Лента K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA.

30. Тепловая изоляция фланцевой соосной арматуры полносборной конструкцией с вкладышем из рулонов K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с металлическим кожухом

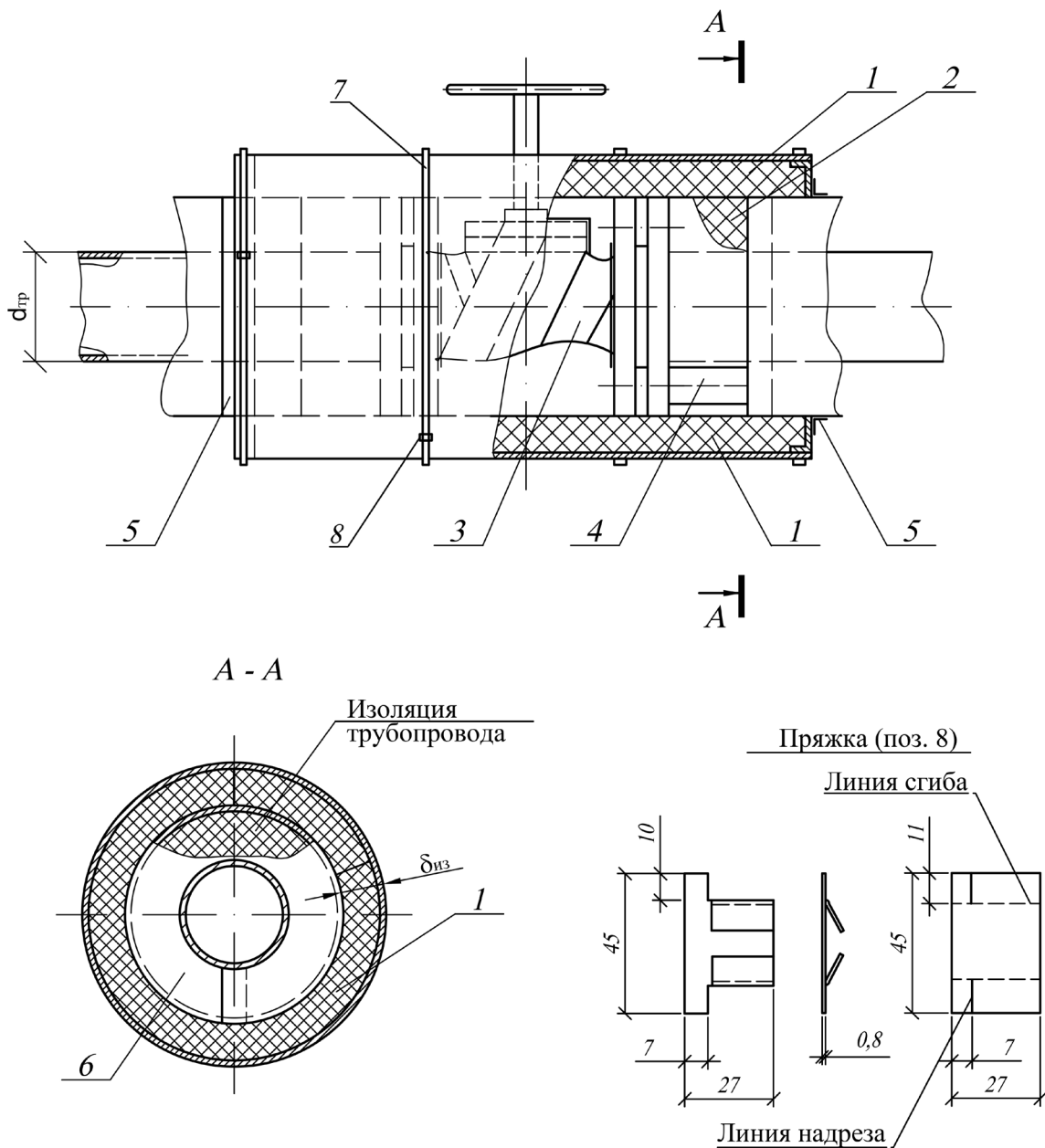
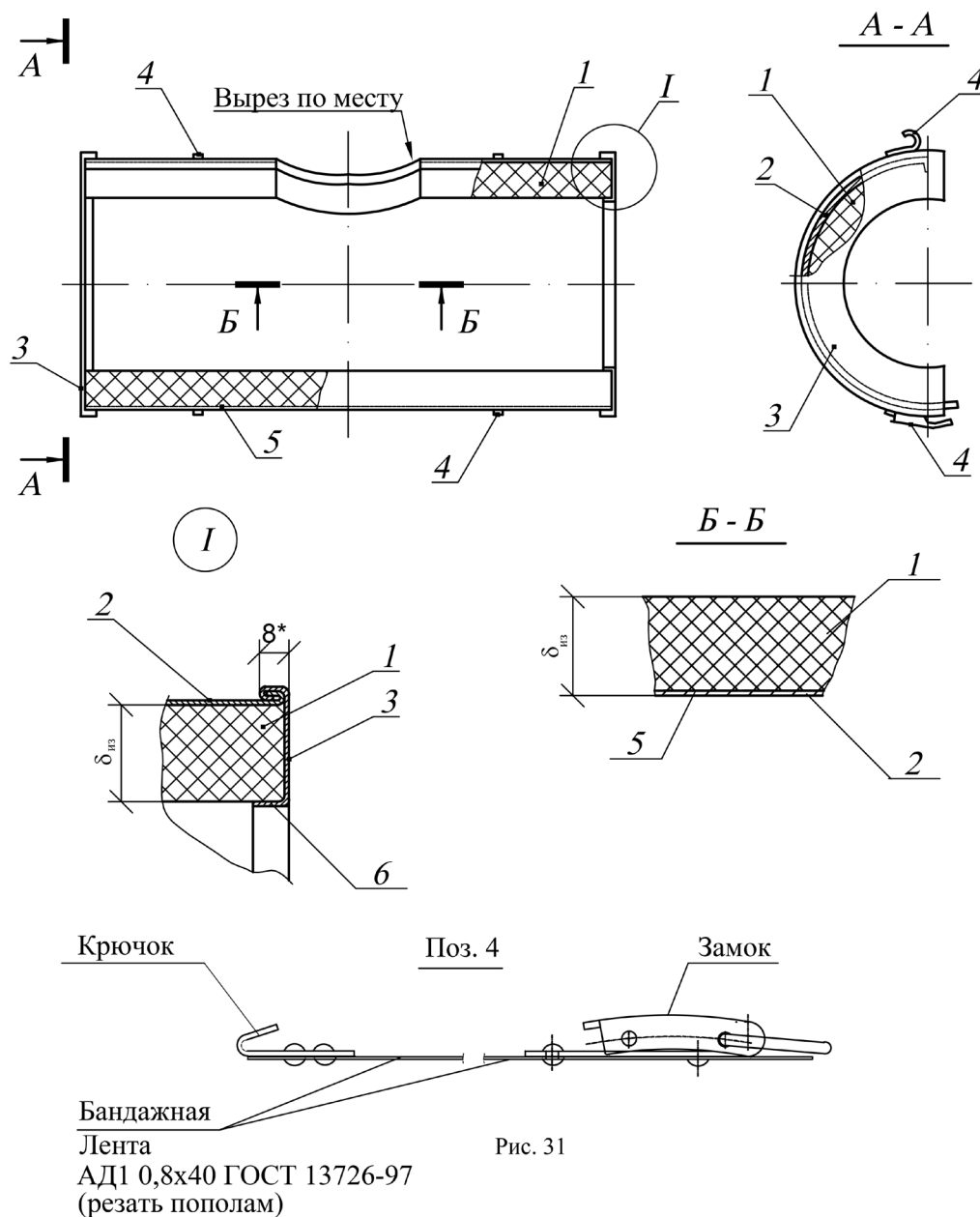


Рис. 30

1. Полносборная конструкция с вкладышем из изделий K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с покрытием из алюминиевого листа (Рис. 31);
2. Вставка из изделий K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
3. Обертка самоклеющейся изоляционной лентой K-FLEX;
4. Проклейка шва вставки самоклеющейся изоляционной лентой K-FLEX;
5. Проклейка швов конструкции самоклеющейся лентой K-FLEX ALU AA 130;
6. Отделка торца изоляции трубопровода (диафрагма);
7. Лента АД1 0,8x40 ГОСТ 13726-97 (резать пополам);
8. Пряжка из листа АД1.Н-0,8 ГОСТ 21631-76.

Примечание: $\delta_{из}$ - толщина изоляционного слоя; $d_{тр}$ - наружный диаметр трубопровода.

31. Конструкция теплоизоляционная полносборная (полуфутляр) с вкладышем из рулонов K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с металлическим кожухом



1. Теплоизоляционный вкладыш из рулона K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
2. Стенка боковая металлического кожуха;
3. Стенка торцевая;
4. Бандаж с замком и крючком;
5. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425).
6. Отделка торца изоляции трубопровода (диафрагма).

Примечание: $\delta_{из}$ - толщина изоляционного слоя; * - размер загиба (мм).

32. Конструкция тепловой изоляции вертикального аппарата рулонным материалом K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS без покрытия с проклейкой швов самоклеящейся лентой

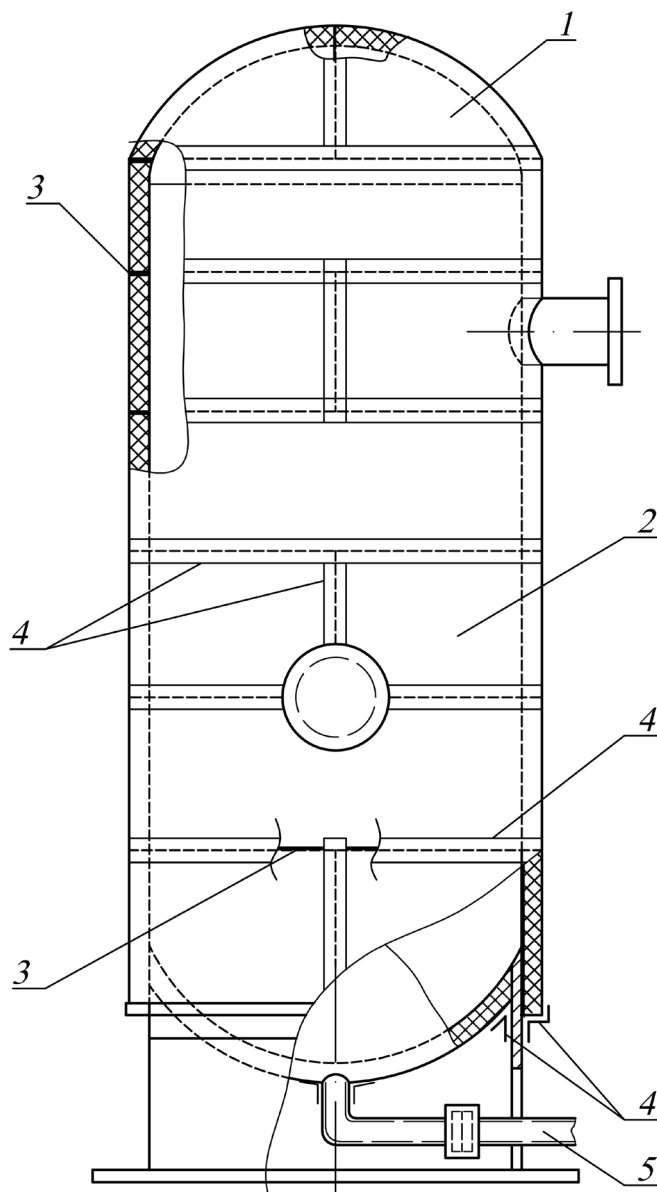


Рис. 32

1. Сегмент из рулонного материала K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
2. Листы из рулонного материала K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
3. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425);
4. Самоклеящаяся лента K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
5. Изоляция патрубка и фланцевого соединения изделиями K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS.

33. Конструкция тепловой изоляции вертикального аппарата рулонным материалом K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с покрытием K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA при расположении в помещении

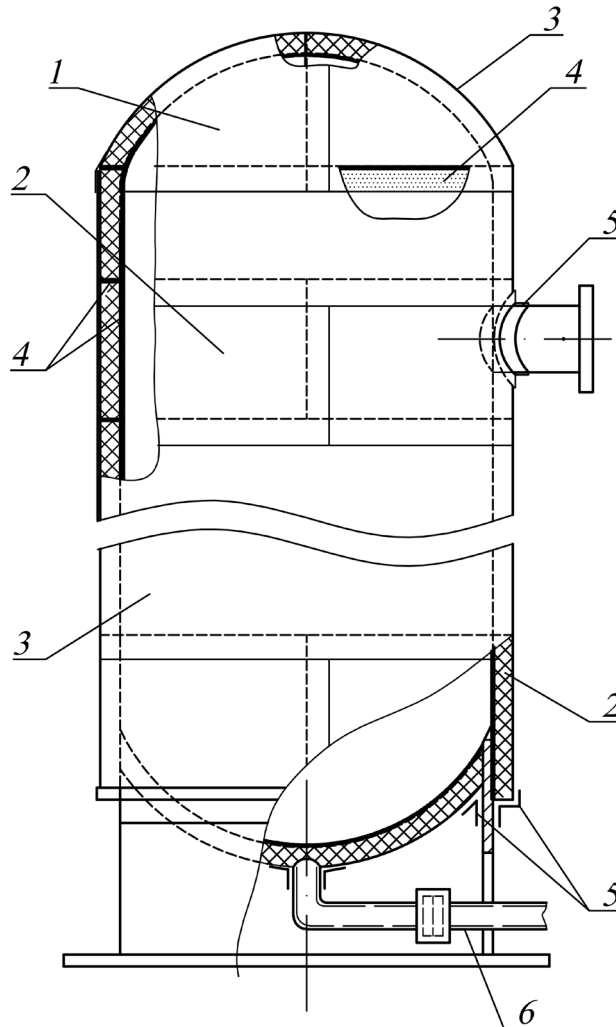


Рис. 33

1. Сегмент из рулонного материала K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
2. Листы из рулонного материала K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
3. Покрытие K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA;
4. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425);
5. Лента K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA;
6. Изоляция патрубка и фланцевого соединения изделиями K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS.

34. Конструкция тепловой изоляции горизонтального аппарата рулонным материалом K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS без покрытия с проклейкой швов самоклеящейся лентой

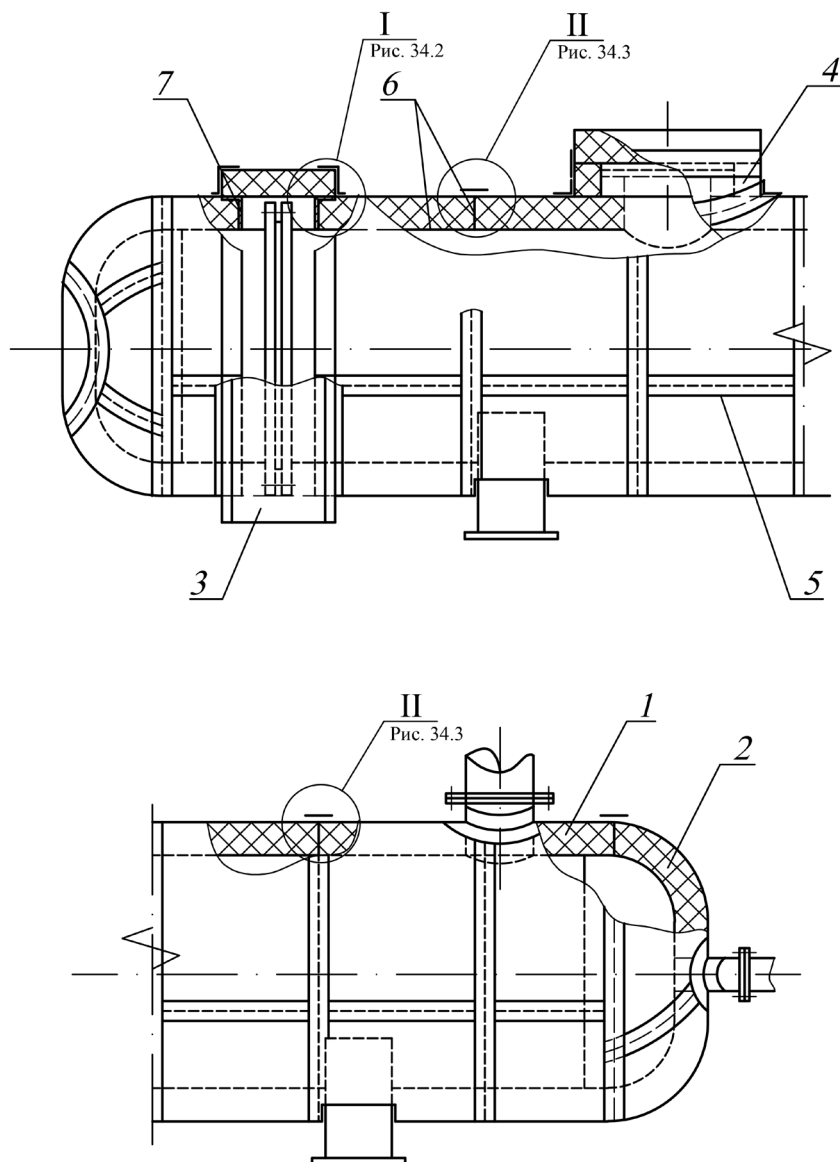


Рис. 34.1

1. Листы из рулонного материала K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
2. Сегмент из рулонного материала K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
3. Изоляция фланцевого соединения;
4. Изоляция люка;
5. Самоклеящаяся лента K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
6. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425);
7. Диафрагма (отдела торца изоляции).

Ⓘ

См. Рис. 34.1

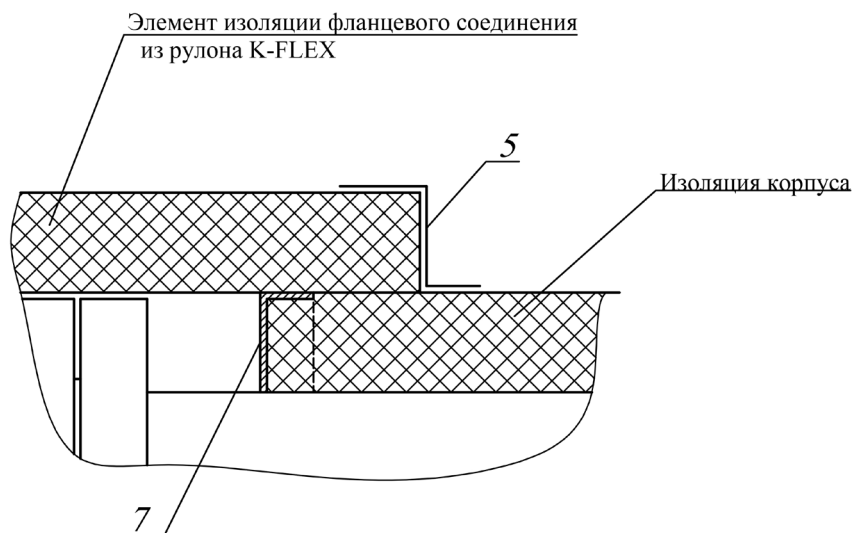


Рис. 34.2 Изоляция фланцевого соединения горизонтального аппарата

Ⓜ

См. Рис. 34.1

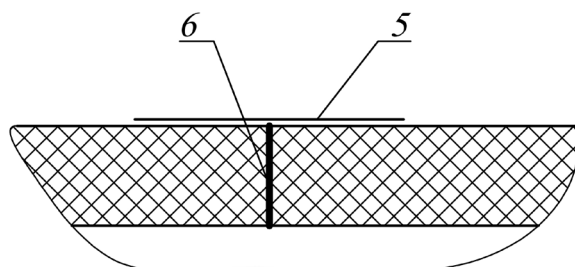


Рис. 34.3 Стык смежных рулонов на корпусе горизонтального аппарата

- 5. Самоклеящаяся лента K-FLEX ENERGO или K-FLEX ENERGO PLUS;
- 6. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425);
- 7. Диафрагма (отдела торца изоляции).

35. Тепловая изоляция горизонтального аппарата рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS в конструкции с металлическим покровным слоем и съёмным полуфутляром с креплением бандажами для изоляции фланцевого соединения.

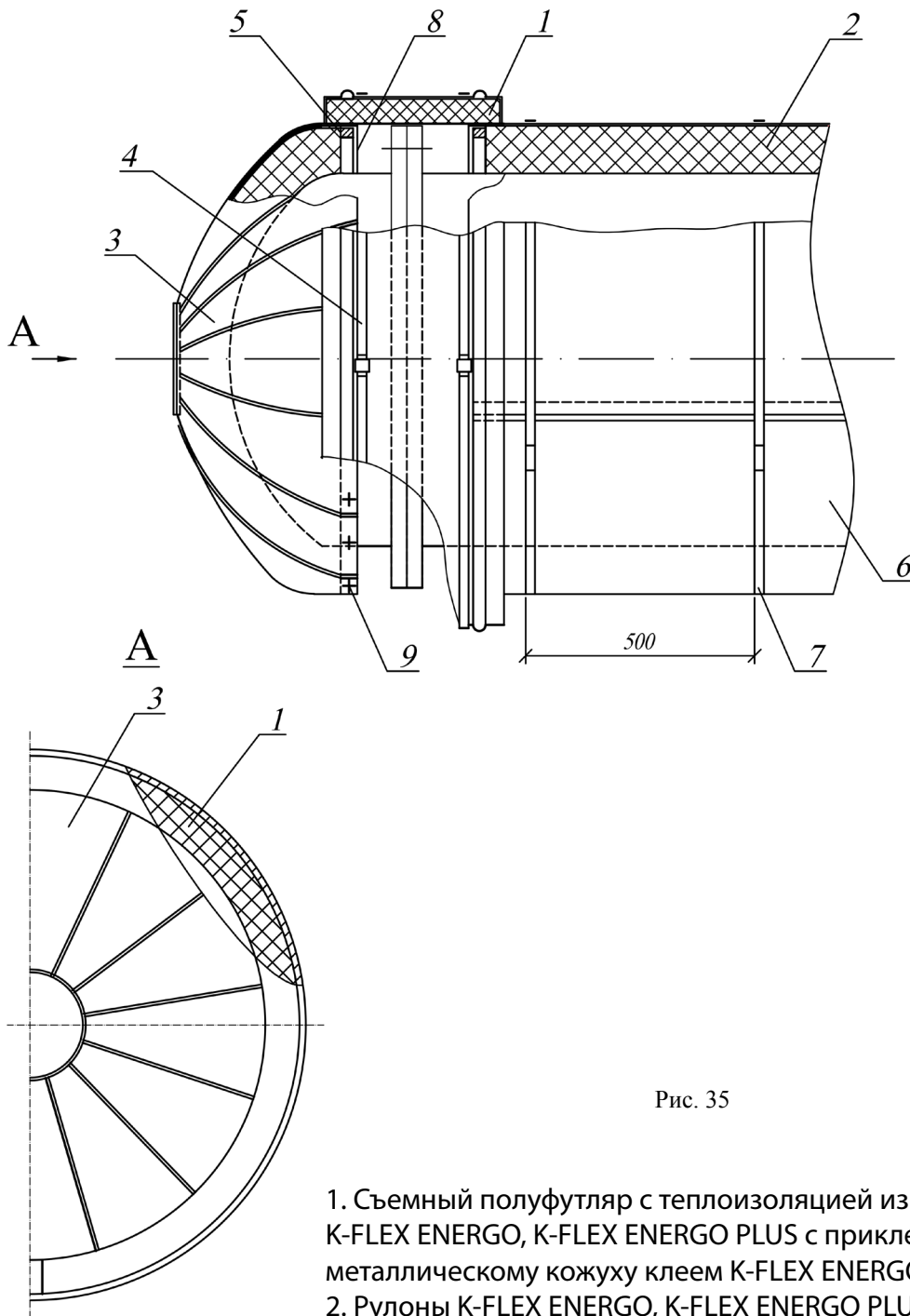


Рис. 35

1. Съёмный полуфутляр с теплоизоляцией из рулонов K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с приклейкой к металлическому кожуху клеем K-FLEX ENERGO или K-425;
2. Рулоны K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
3. Металлическое покрытие дна;
4. Бандаж с замком;
5. Опорное кольцо;
6. Металлическое покрытие изоляции корпуса аппарата (см. Рис. 36);
7. Бандаж с пряжкой или саморезы;
8. Торцевая диафрагма;
9. Винт.

36. Конструкция металлического покрытия теплоизоляционного слоя из изделий K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS для горизонтального аппарата

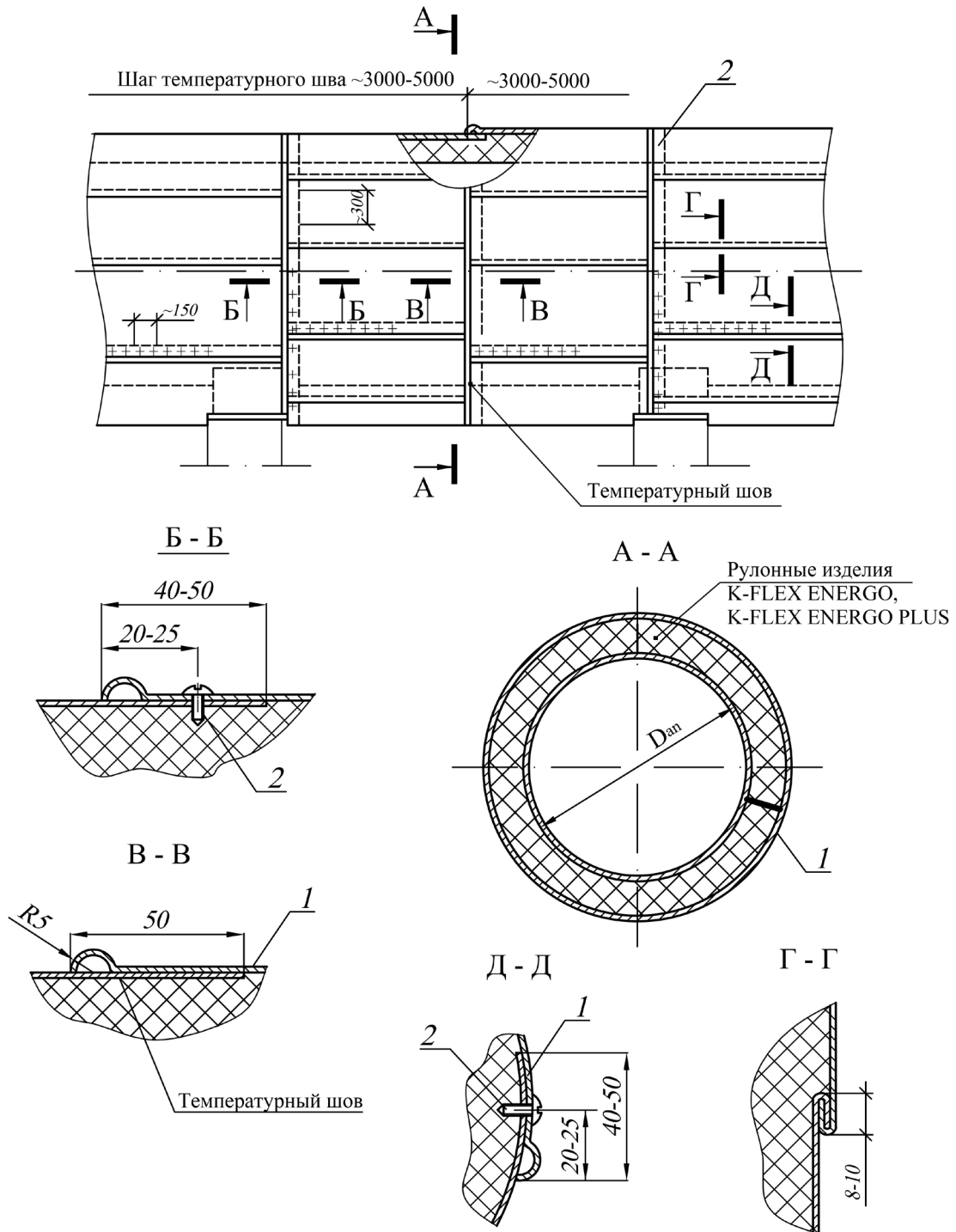


Рис.36

1. Металлическое покрытие;
 2. Винт самонарезающий;
- $D_{\text{ан}}$ - наружный диаметр аппарата.

37.Конструкция металлического покрытия теплоизоляционного слоя из изделий K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS для вертикальных резервуаров (аппаратов)

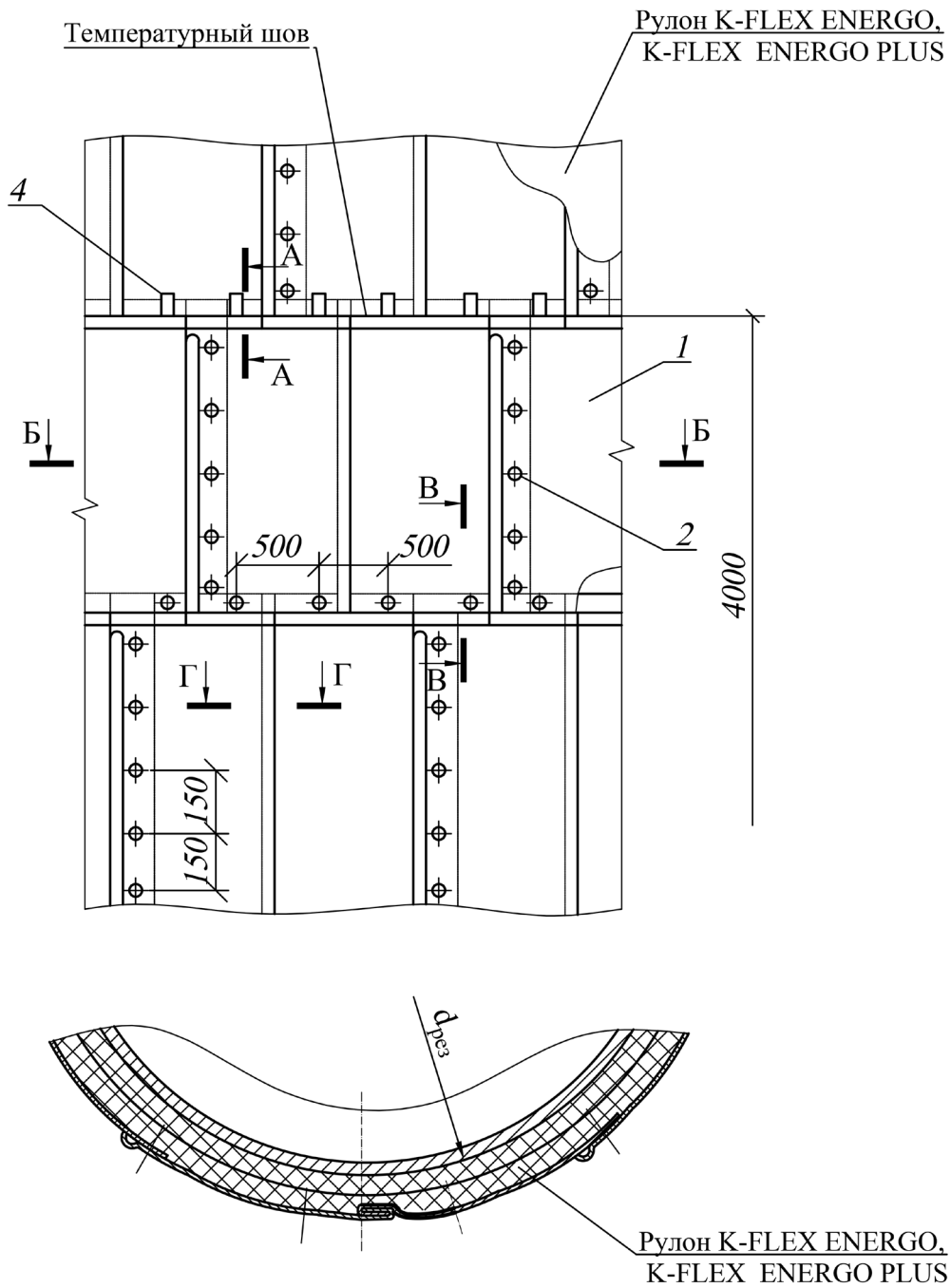


Рис.37.1

1. Металлическое покрытие
 2. Винт самонарезающий
 3. Разгружающее устройство
 4. Кляммера
- $d_{рез}$ - наружный диаметр аппарата.

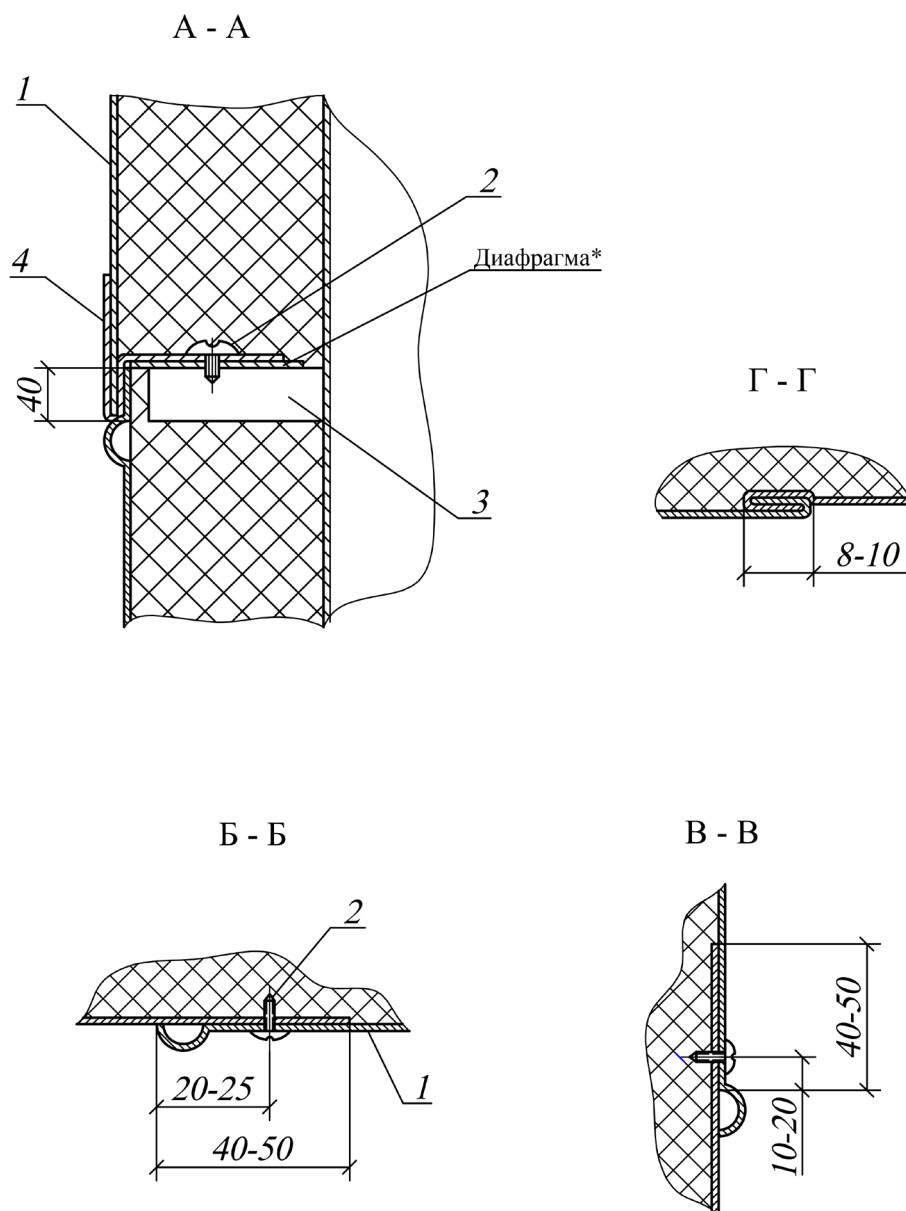


Рис.37.2 Сопряжение элементов металлического покрытия

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

38. Тепловая изоляция резервуара холодной воды рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с покрытием K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA

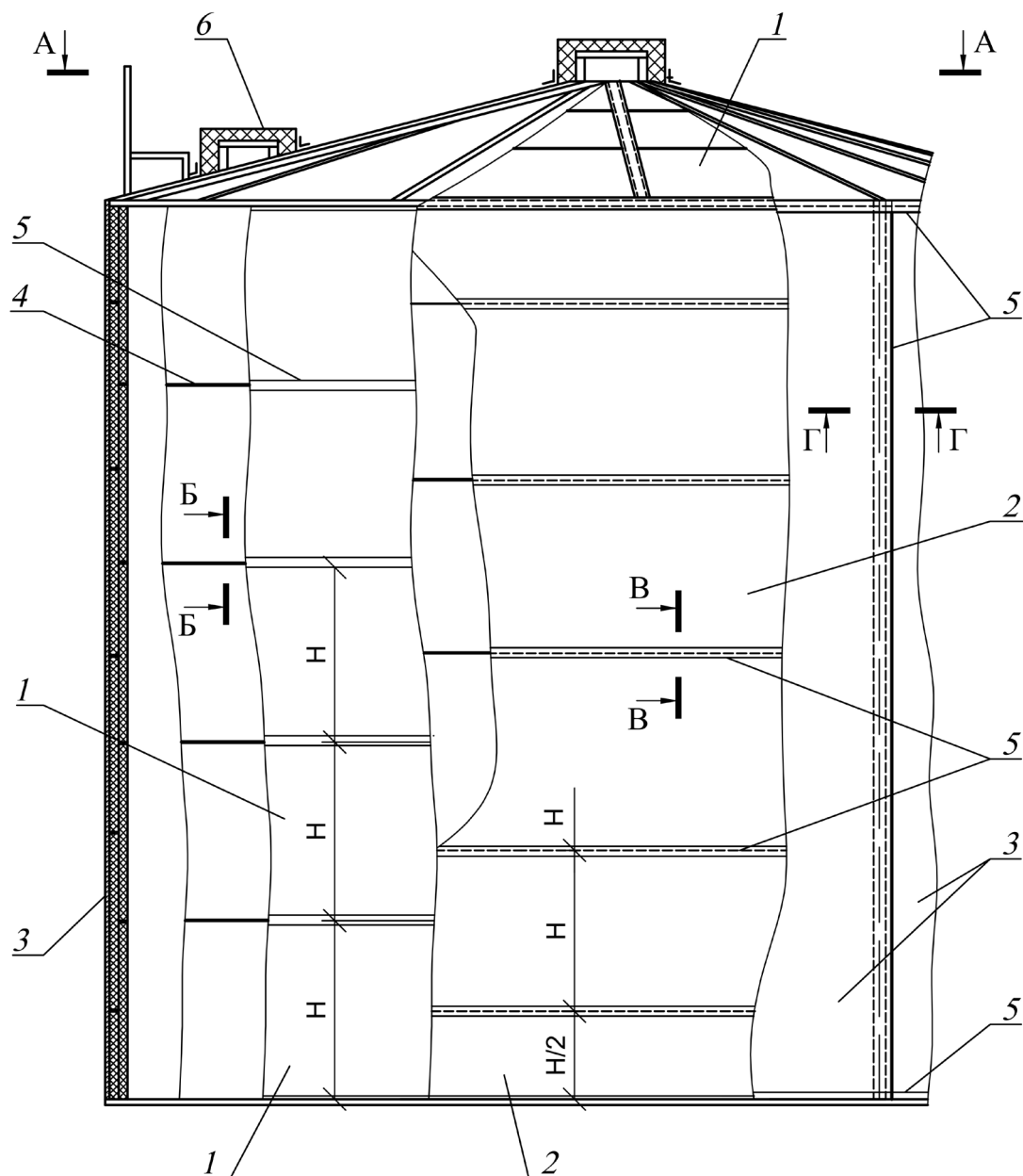


Рис.38

H - ширина рулона

1. Рулоны K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS 1-го слоя;
2. Рулоны K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS 2-го слоя;
3. Покрытие K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA;
4. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425);
5. Соответствующая покрытию лента K-FLEX;
6. Конструкция изоляции люков.

Примечание: При расположении резервуара на открытом воздухе швы ленты следует проклеить герметиком K-Mastic 55.

39. Тепловая изоляция резервуара холодной воды рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с покрытием K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA

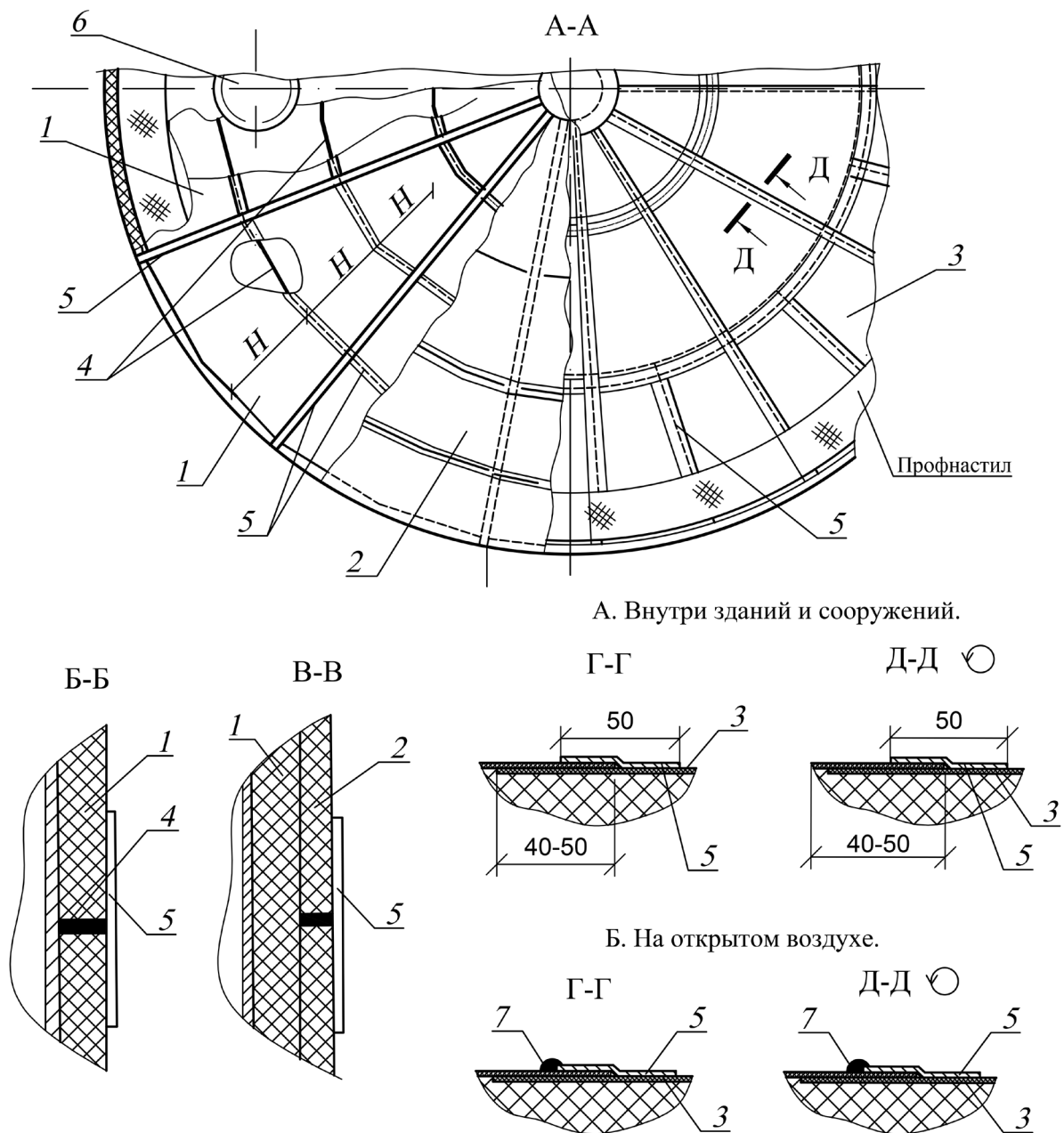


Рис.39

1. Рулоны K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS 1-го слоя;
2. Рулоны K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS 2-го слоя;
3. Покрытие K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA;
4. Клей «K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425);
5. Соответствующая покрытию лента K-FLEX;
6. Конструкция изоляции люков;

40. Конструкция тепловой изоляции резервуаров с теплоизоляционным слоем из рулонов K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с металлическим покрытием

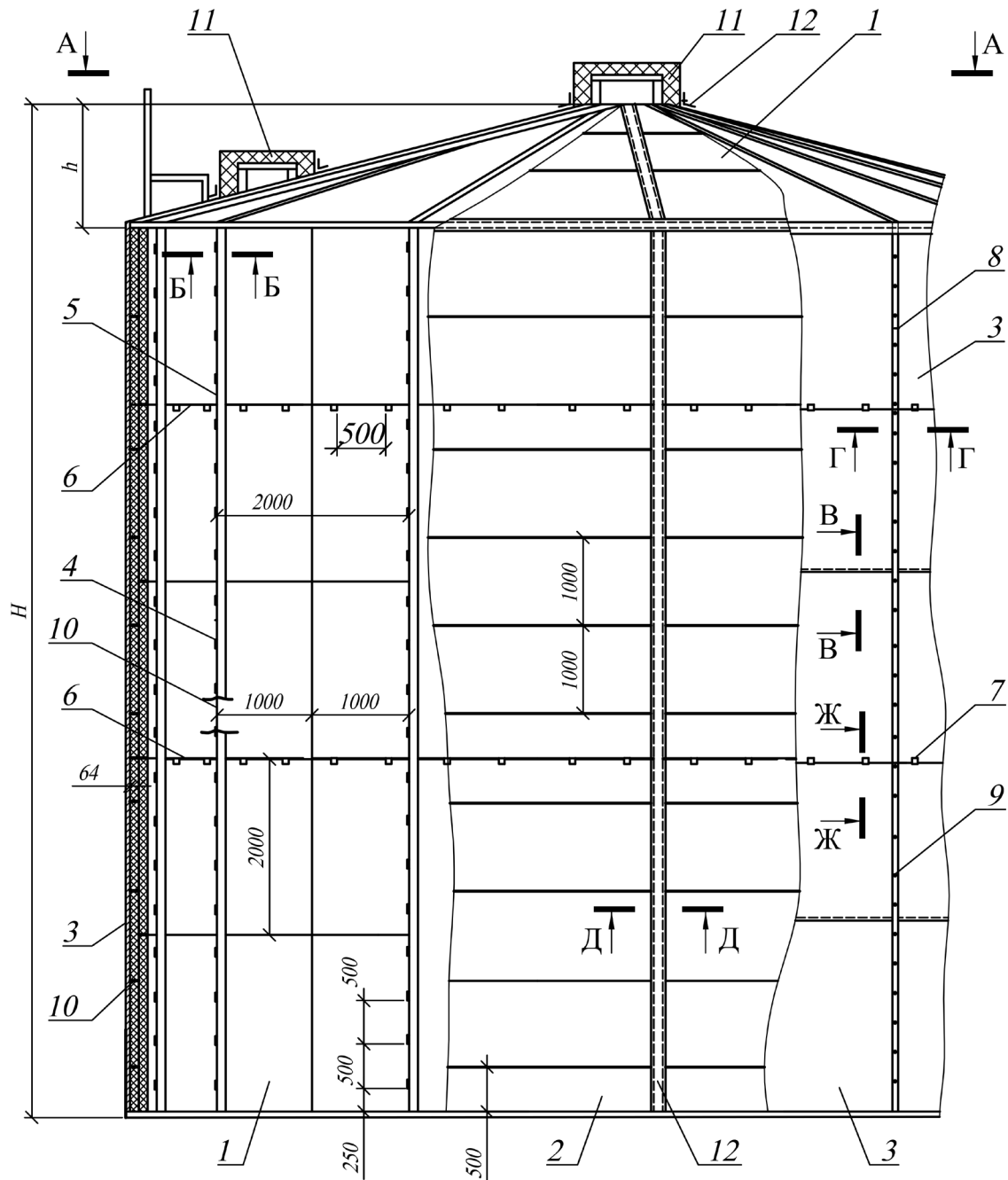


Рис.40.1

1. Рулоны K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS 1-го слоя;
2. Рулоны K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS 2-го слоя;
3. Металлическое покрытие; 4. Скоба; 5. Стойка; 6. Диафрагма;
7. Кляммера; 8. Накладка-профиль; 9. Шуруп;
10. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки К-425);
11. Конструкция изоляции люков;
12. Самоклеящаяся лента K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS.

A - A

См.Рис.40.1

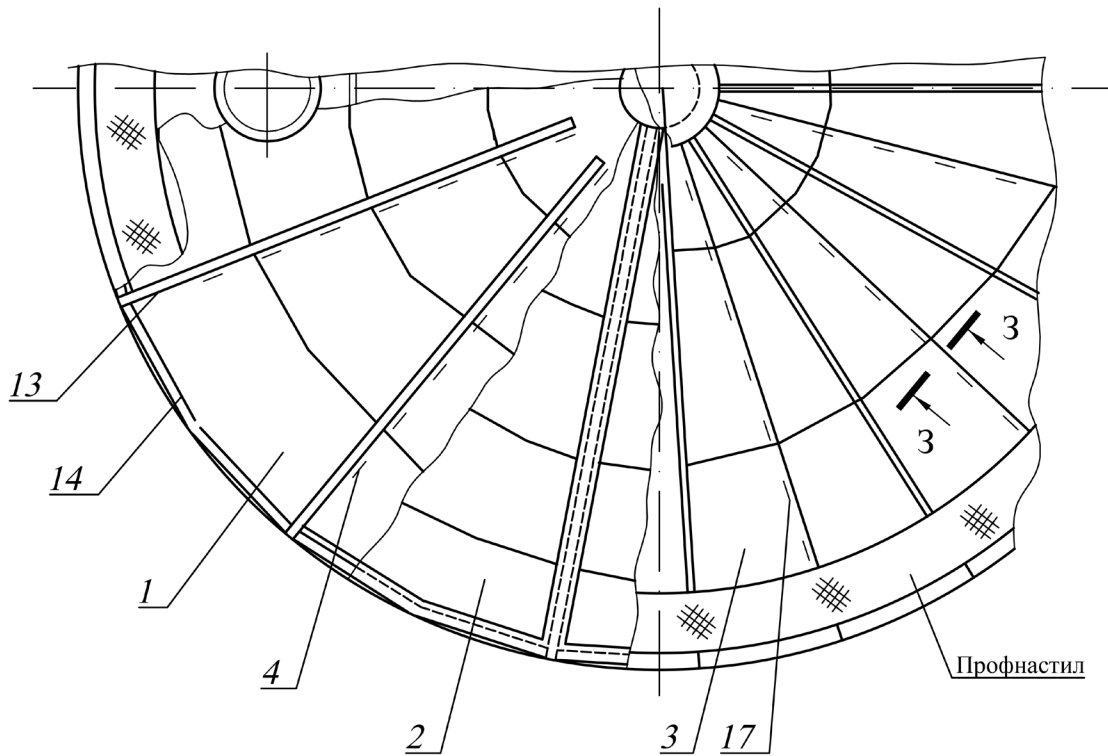


Рис.40.2 Конструкция теплоизоляции вид сверху

3 - 3

См. Рис.40.1

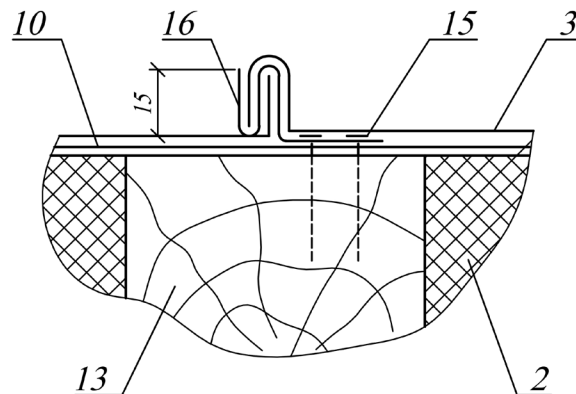


Рис.40.3 Схема устройства кляммера

- 13. Направляющая;
- 14. Опорное кольцо из досок;
- 15. Гвоздь;
- 16. Кляммера.

Д - Д
См. Рис.40.1

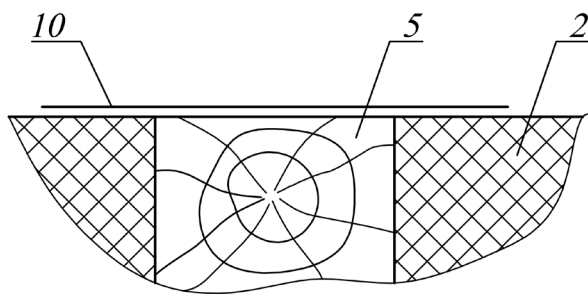


Рис.40.4 Схема крепления стойки к емкости

В - В
См. Рис.40.1

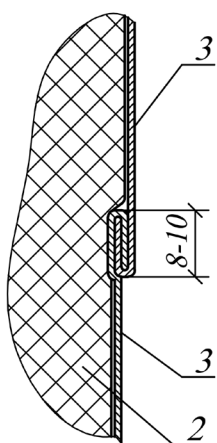


Рис.40.5 Схема соединения
металлического покрытия

Б - Б
См. Рис.40.1

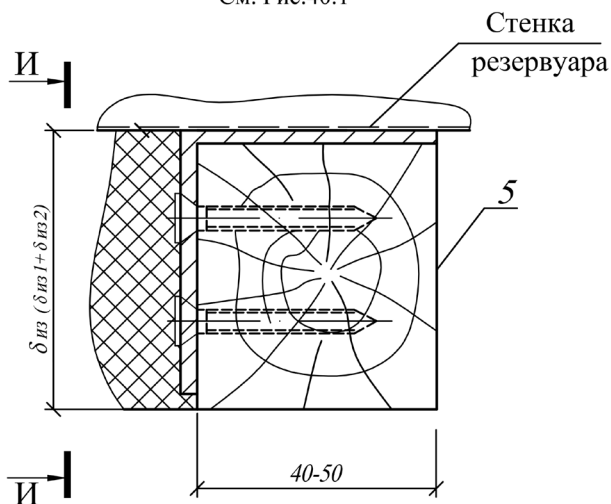


Рис.40.6 Схема крепления стойки к емкости

Примечание:

$\delta_{из}$ - толщина изоляционной конструкции;

$\delta_{из1}$ - толщина изоляции по первому слою;

$\delta_{из2}$ - толщина изоляции по второму слою.

Г - Г

с шагом 250мм

См. Рис.40.1

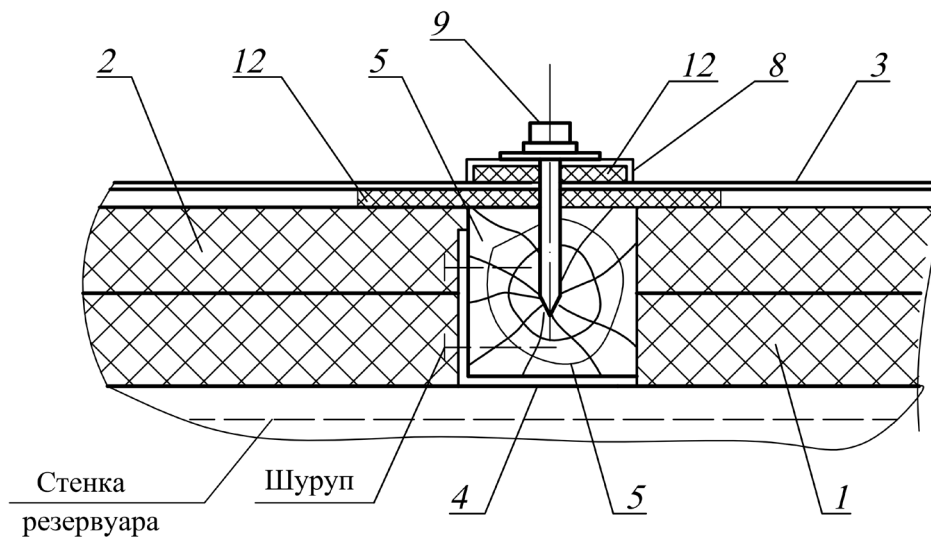


Рис.40.7 Схема крепления металлического покрытия к стойке

Ж - Ж

См. Рис.40.1

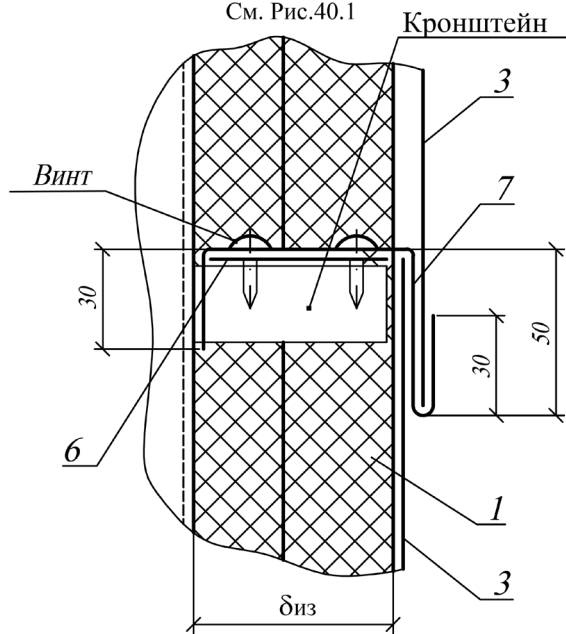


Рис.40.8 Схема соединения металлического покрытия

И - И

См. Рис.40.6

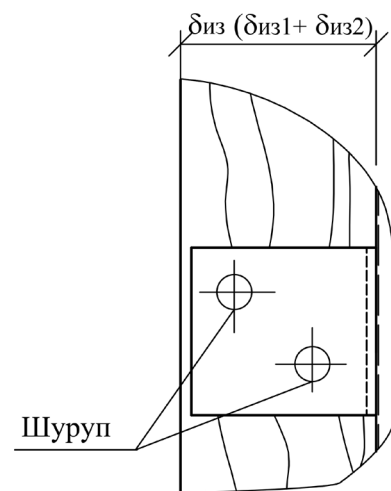


Рис.40.9 Схема крепления накладки - профиля к стойке

Примечание:

$\delta_{из}$ - толщина изоляционной конструкции;

$\delta_{из1}$ - толщина изоляции по первому слою;

$\delta_{из2}$ - толщина изоляции по второму слою.

41. Тепловая изоляция смонтированного трубопровода со спутником с положительными температурами изоляционными трубками (рулонами) K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с проклейкой швов самоклеящейся лентой при расположении в помещении

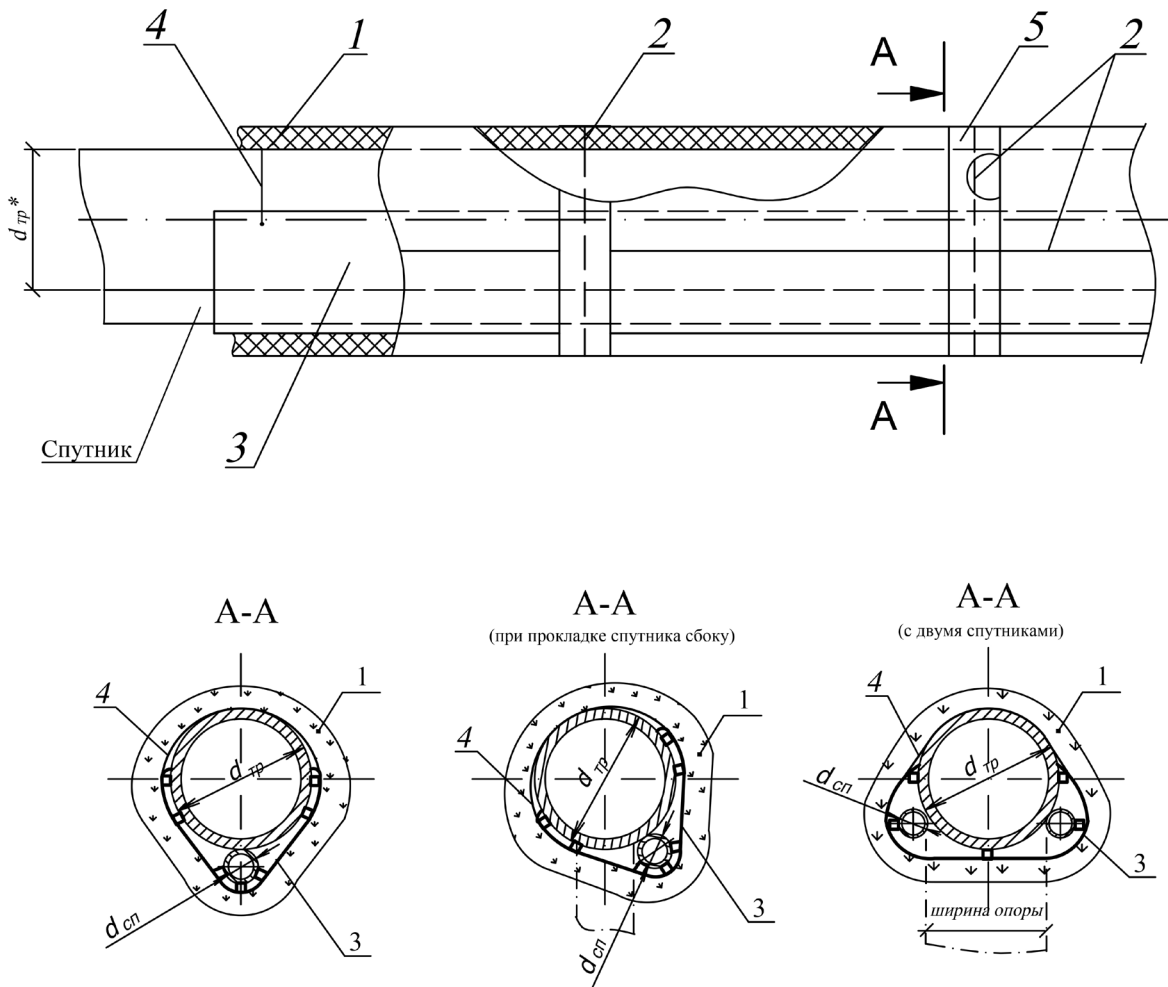


Рис. 41

1. Изоляционная трубка (рулон) K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
2. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425);
3. Подкладка в виде листа из оцинкованной стали;
4. Подвеска (проволка);
5. Самоклеящая лента K-FLEX ENERGO или K-FLEX ENERGO PLUS.

Примечание:

d_{cn} - наружный диаметр спутника;

$d_{тр}$ - наружный диаметр трубопровода.

42. Тепловая изоляция смонтированного трубопровода со спутником с положительными температурами изоляционными трубками (рулонами) K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с металлическим покрытием

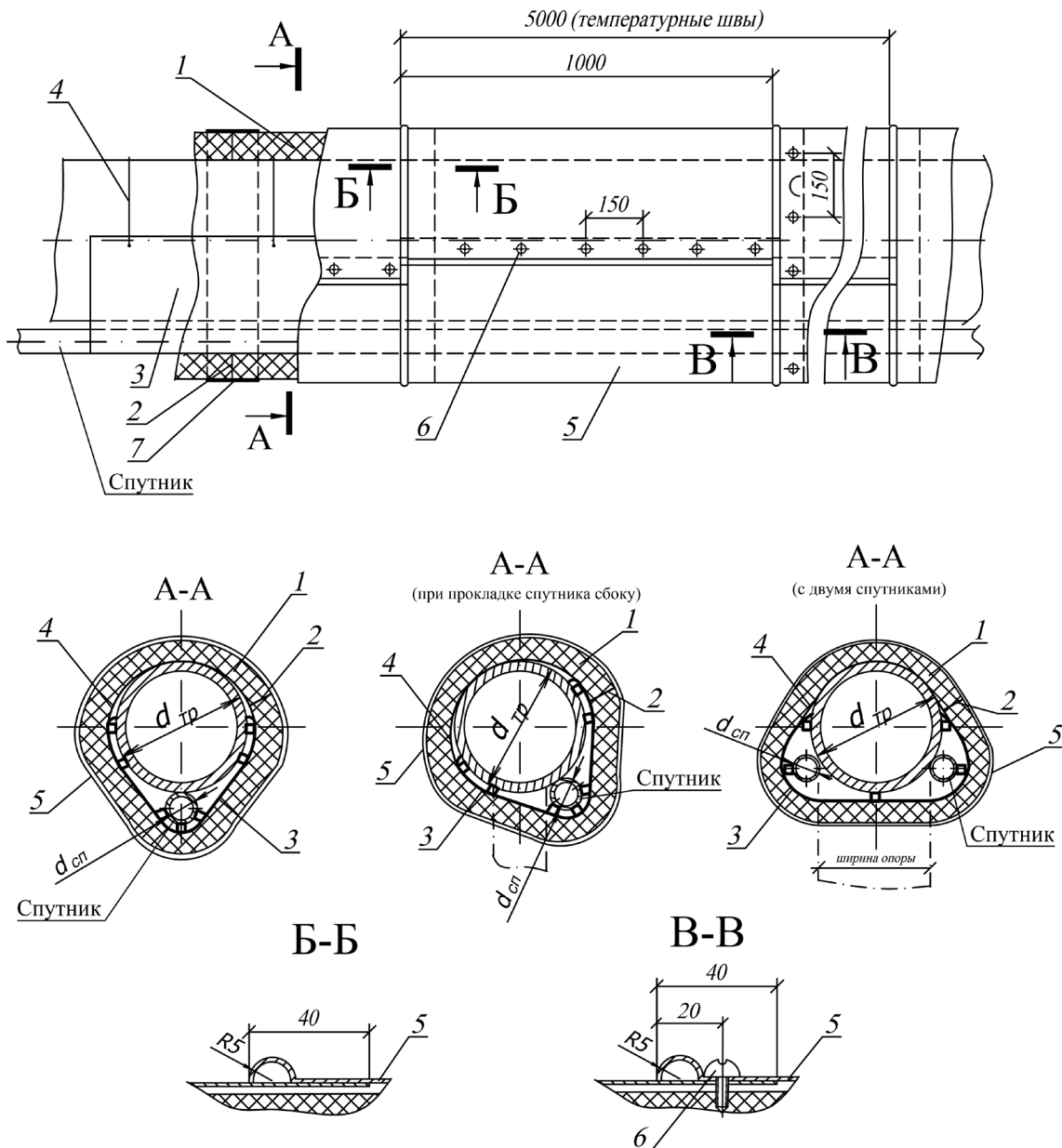


Рис.42

1. Изоляционная трубка (рулон) K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
2. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425);
3. Подкладка;
4. Подвеска (проволка);
5. Металлическое покрытие;
6. Винт самонарезной;
7. Самоклеящаяся лента K-FLEX ENERGO или K-FLEX ENERGO PLUS.

Примечание:

$d_{сп}$ - наружный диаметр спутника;
 $d_{тр}$ - наружный диаметр трубопровода.

43. Тепловая изоляция сварного соединения предизолированного трубопровода в металлической оболочке листами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS

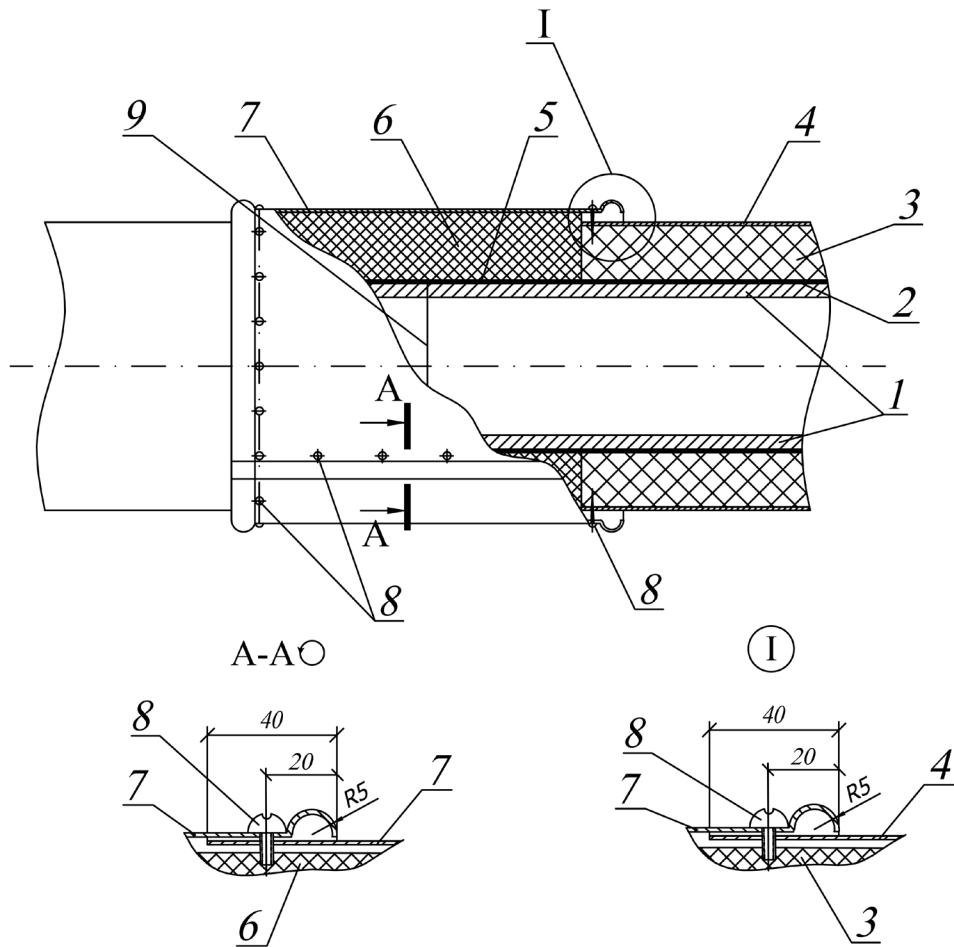


Рис. 43

1. Изолируемая труба;
2. Антикоррозионное покрытие на трубе (при наличии);
3. Существующая изоляция трубопровода;
4. Металлическое покрытие;
5. Антикоррозионное покрытие стыка(при наличии);
6. Теплоизоляционный слой K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
7. Металлическое покрытие над зоной сварного стыка;
8. Винт самонарезной;
9. Сварное соединение трубопровода.

44. Тепловая изоляция неподвижной опоры трубопровода рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS

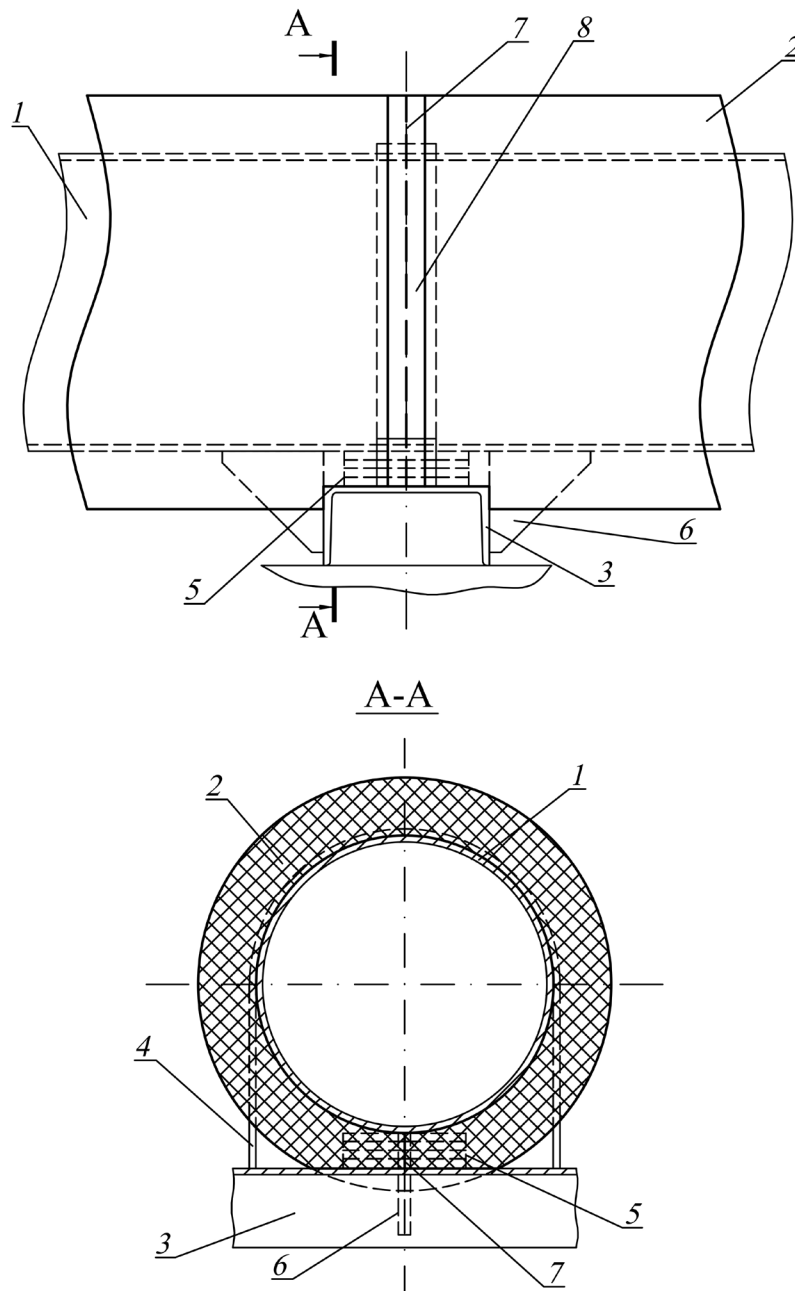


Рис. 44

1. Изолируемая труба;
2. Изоляция трубопровода рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
3. Конструкция неподвижной опоры ТЗ по серии 4.903-10 Выпуск 4;
4. Хомут опоры;
5. Прокладки из листовой стали толщиной 5-10мм;
6. Упор;
7. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425);
8. Самоклеящаяся лента K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS.

45. Тепловая изоляция неподвижной опоры трубопровода рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с покрытием K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA при расположении в помещении

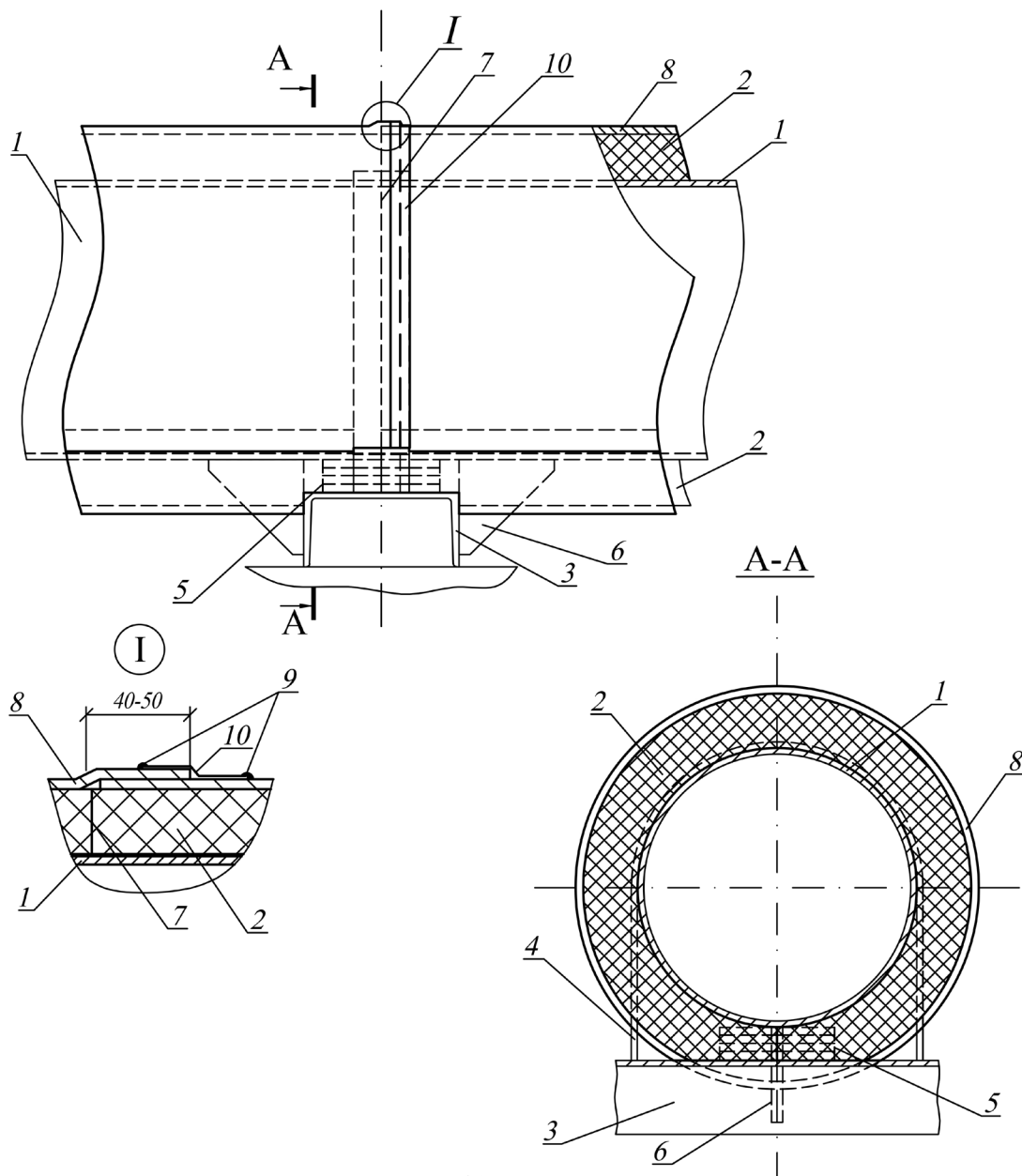


Рис. 45

1. Изолируемая труба;
2. Изоляция трубопровода рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
3. Конструкция неподвижной опоры ТЗ по серии 4.903-10 Выпуск 4;
4. Хомут опоры;
5. Прокладки из листовой стали толщиной 5-10мм;
6. Упор;
7. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425);
8. Покрытие K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA;
9. Герметик K-Mastic 55 (проклеить швы ленты при расположении на открытом воздухе).
10. Лента K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA.

46. Тепловая изоляция неподвижной опоры трубопровода в металлической оболочке рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS

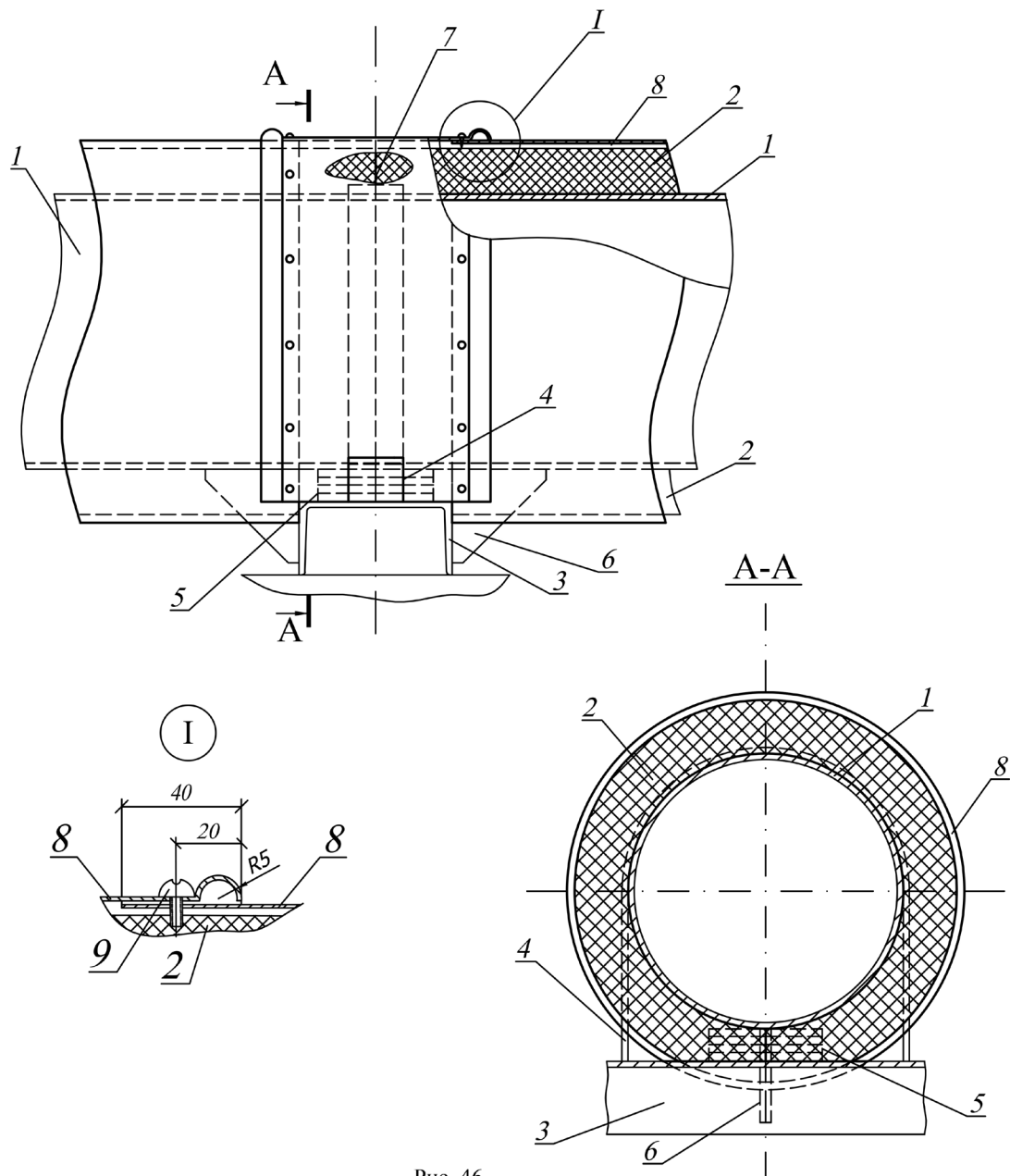


Рис. 46

1. Изолируемая труба;
2. Изоляция трубопровода рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
3. Конструкция неподвижной опоры ТЗ по серии 4.903-10 Выпуск 4;
4. Хомут опоры;
5. Прокладки из листовой стали толщиной 5-10мм;
6. Упор;
7. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425);
8. Металлическое покрытие;
9. Винт самонарезной.

47. Тепловая изоляция неподвижной опоры трубопровода в металлической оболочке рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS и подвесом

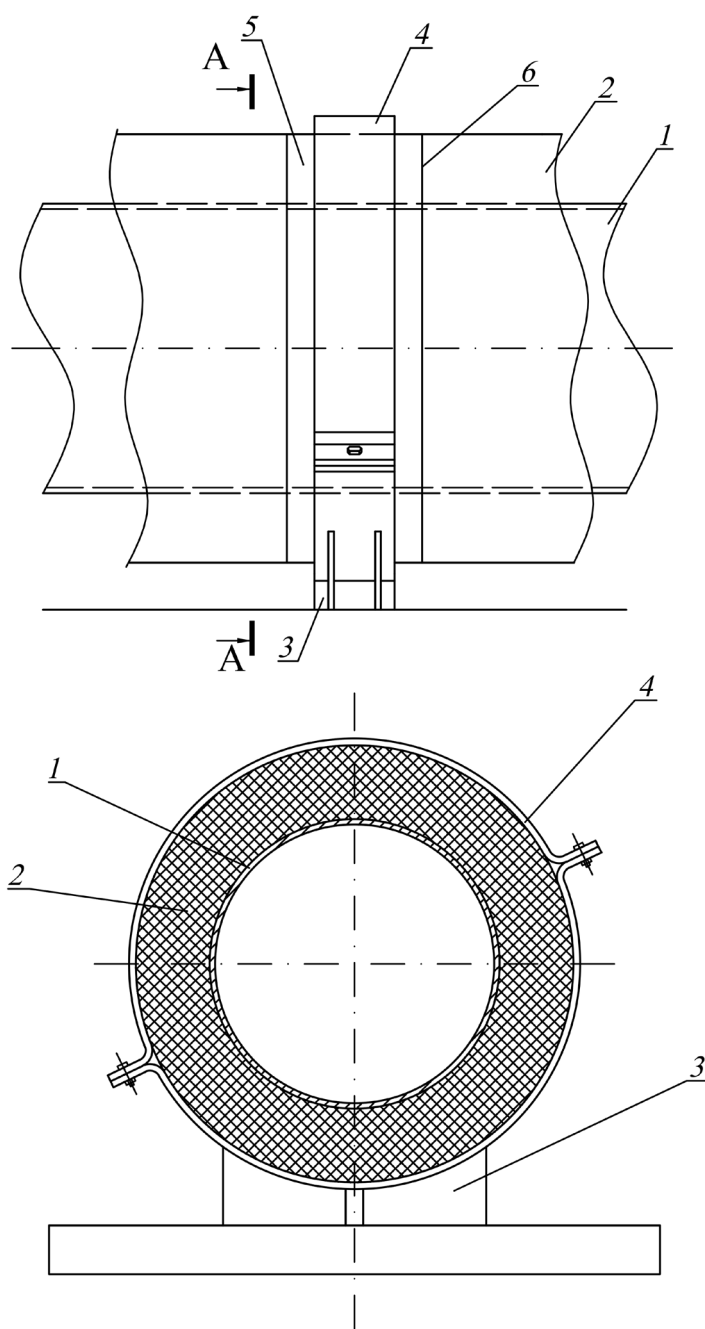


Рис. 47

1. Изолируемая труба;
2. Изоляция трубопровода рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
3. Конструкция неподвижной опоры;
4. Стяжной хомут опоры;
5. Подвес из ППУ изоляции производства K-FLEX;
6. Герметик K-Mastic 55.

48. Тепловая изоляция неподвижной опоры трубопровода рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с покрытиями K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA и подвесом при расположении в помещении

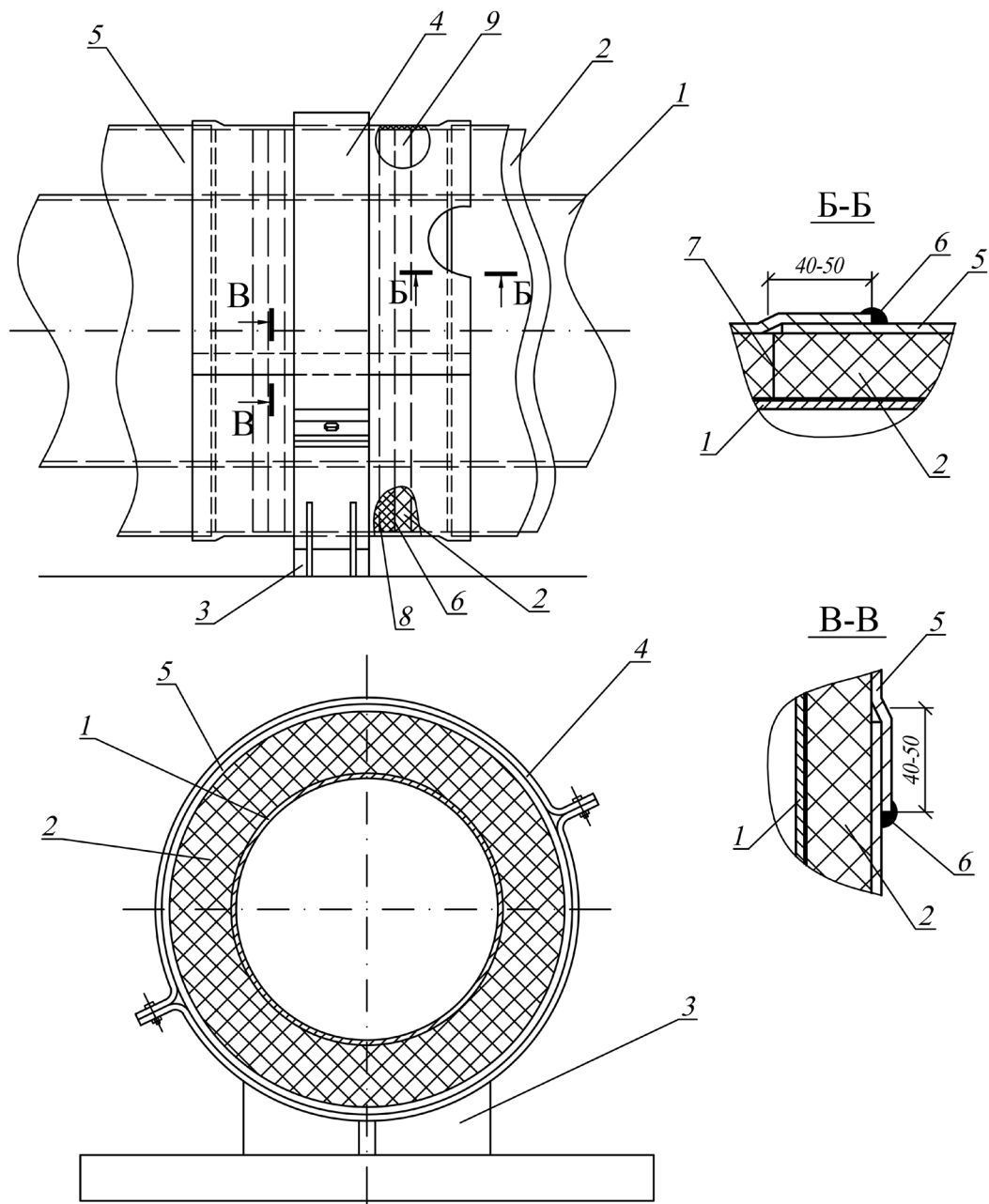


Рис. 48

1. Изолируемая труба;
2. Изоляция трубопровода рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
3. Неподвижная опора;
4. Стяжной хомут;
5. Покрытие K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA;
6. Герметик K-Mastic 55 (швы ленты проклеить при расположении на открытом воздухе);
7. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425);
8. Подвес из ППУ изоляции производства K-FLEX;
9. Лента K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA.

49. Тепловая изоляция неподвижной опоры трубопровода в металлической оболочке рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS и подвесом

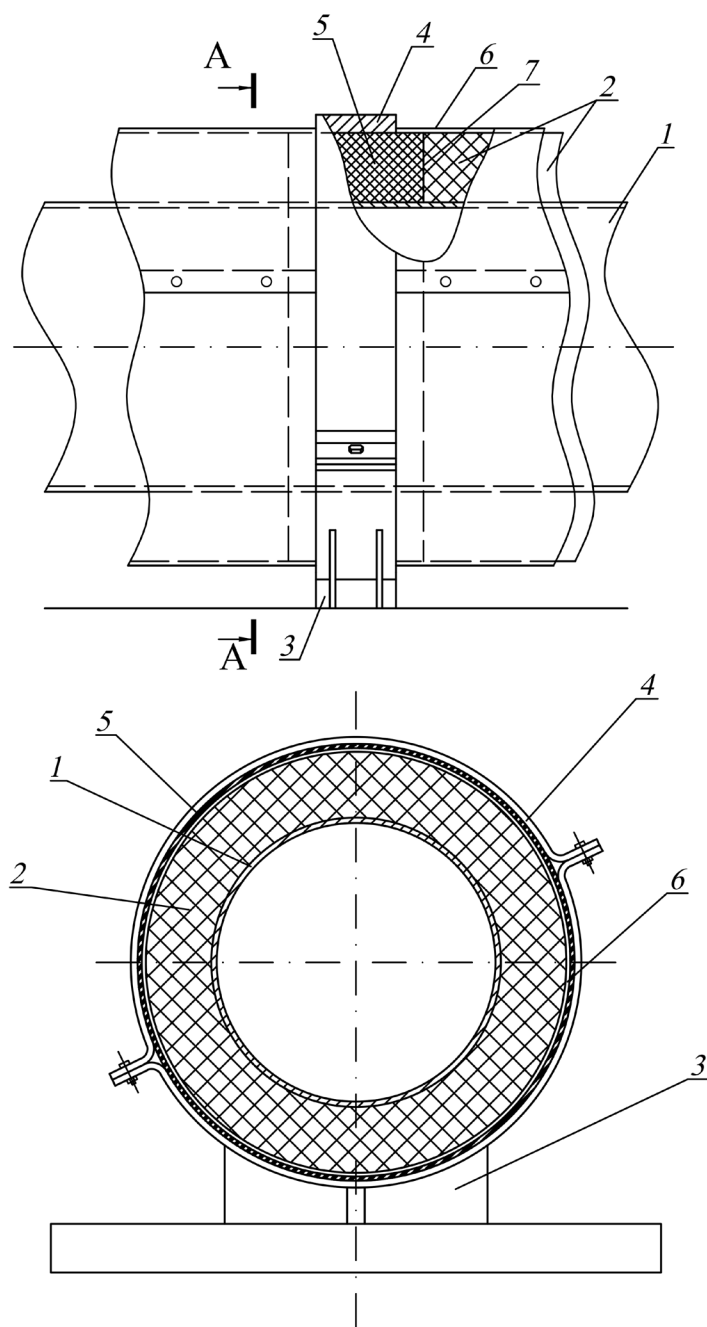


Рис. 49

1. Изолируемая труба;
2. Изоляция трубопровода рулонами K-FLEX ENERGO или K-FLEX ENERGO PLUS;
3. Конструкция неподвижной опоры;
4. Стяжной хомут опоры;
5. Подвес из ППУ изоляции производства K-FLEX;
6. Металлическое покрытие;
7. Герметик K-Mastic 55.

50. Тепловая изоляция скользящей опоры трубопровода рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS

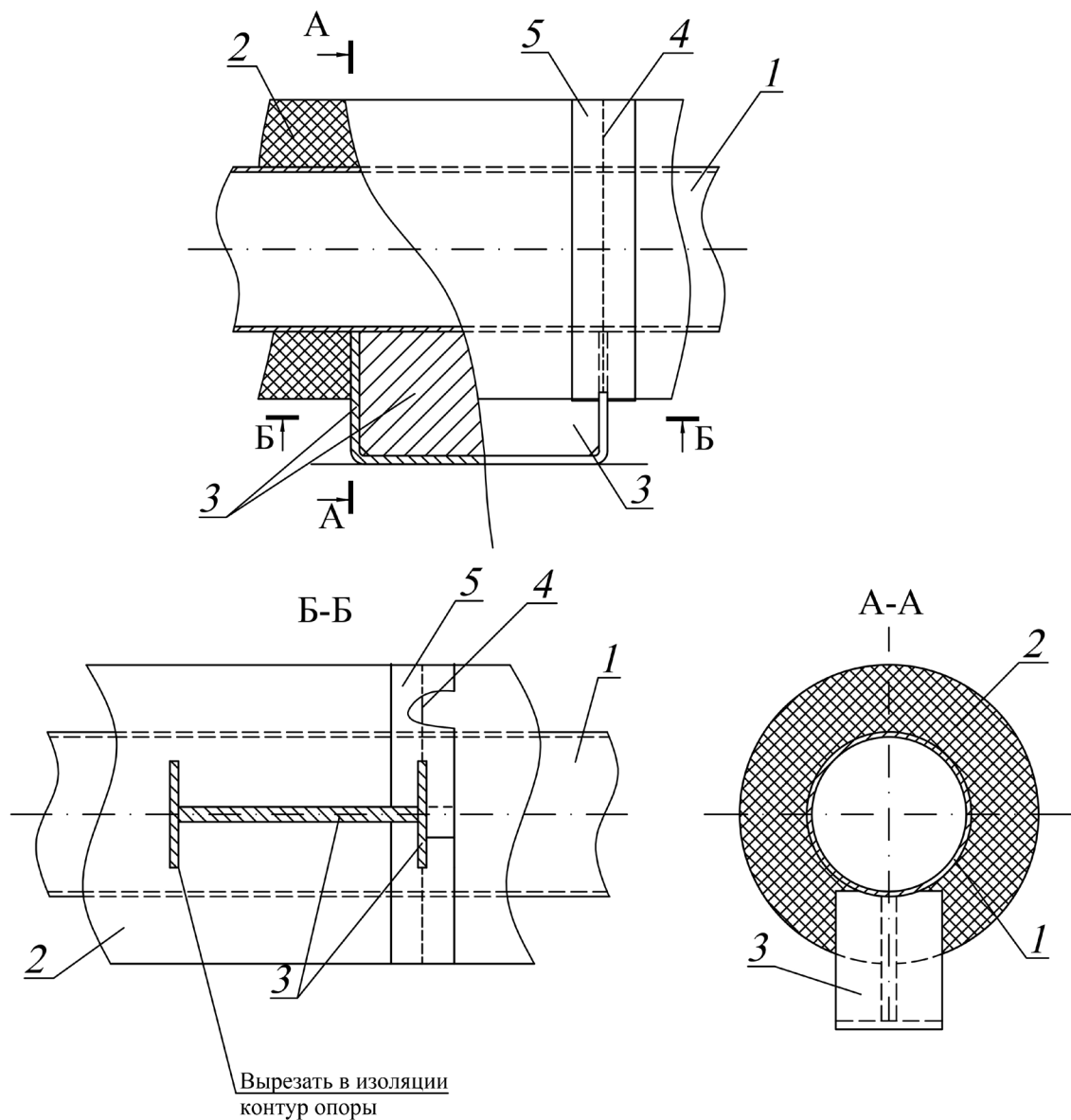


Рис. 50

1. Изолируемая труба;
2. Изоляция трубопровода рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
3. Конструкция скользящей опоры Т13 по серии 4.903-10 Выпуск 5;
4. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки К-425).
5. Лента самоклеящаяся K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS.

51. Тепловая изоляция скользящей опоры трубопровода рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с покрытием K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA при расположении в помещении

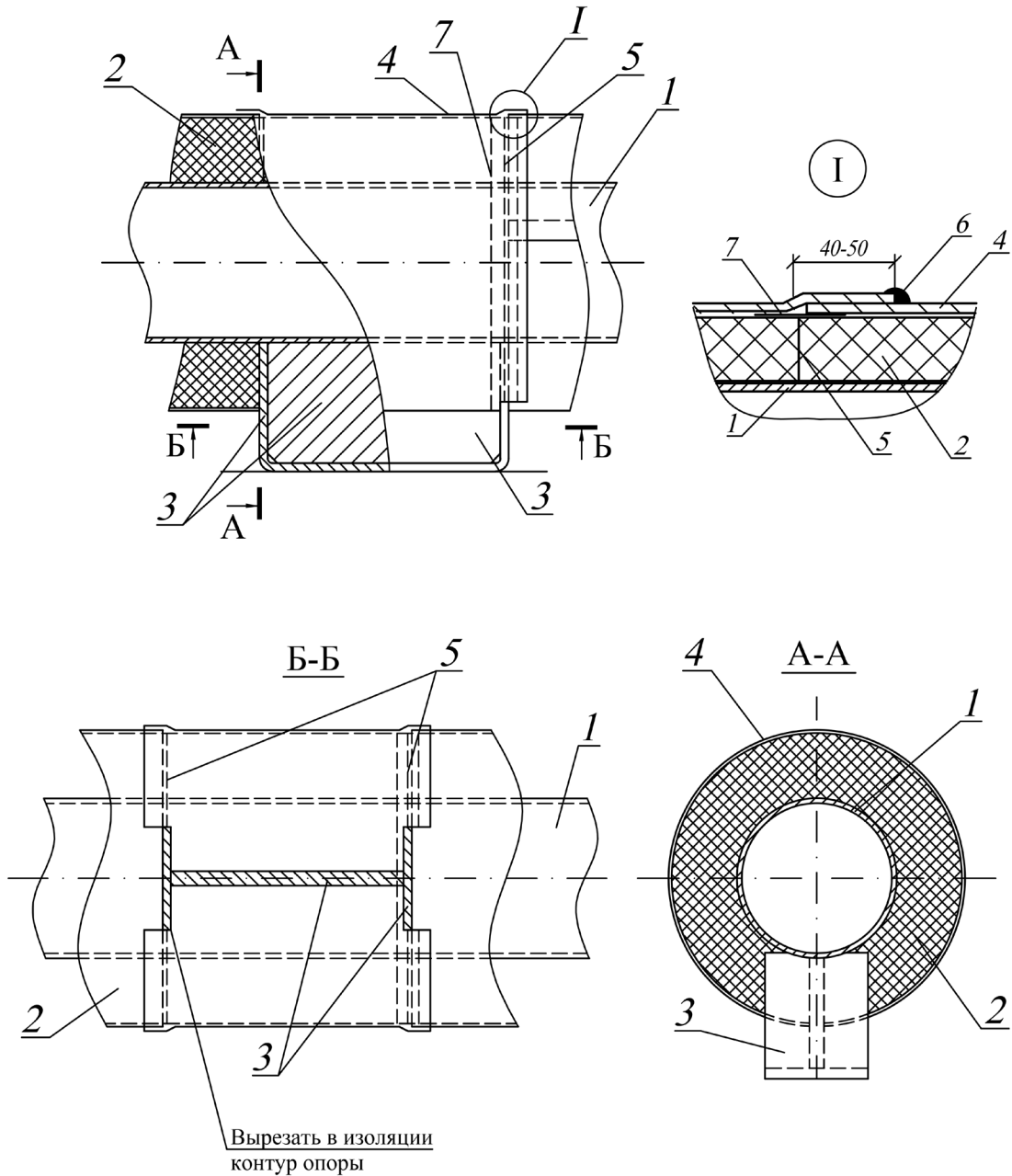


Рис. 51

1. Изолируемая труба;
2. Изоляция трубопровода K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
3. Конструкция скользящей опоры Т13 по серии 4.903-10 Выпуск 5;
4. Покрытие K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA;
5. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки К-425);
6. Герметик K-Mastic 55 (проклеить швы ленты при расположении на открытом воздухе).
7. Лента K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA.

52. Тепловая изоляция скользящей опоры трубопровода в металлической оболочке рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS и подвесом

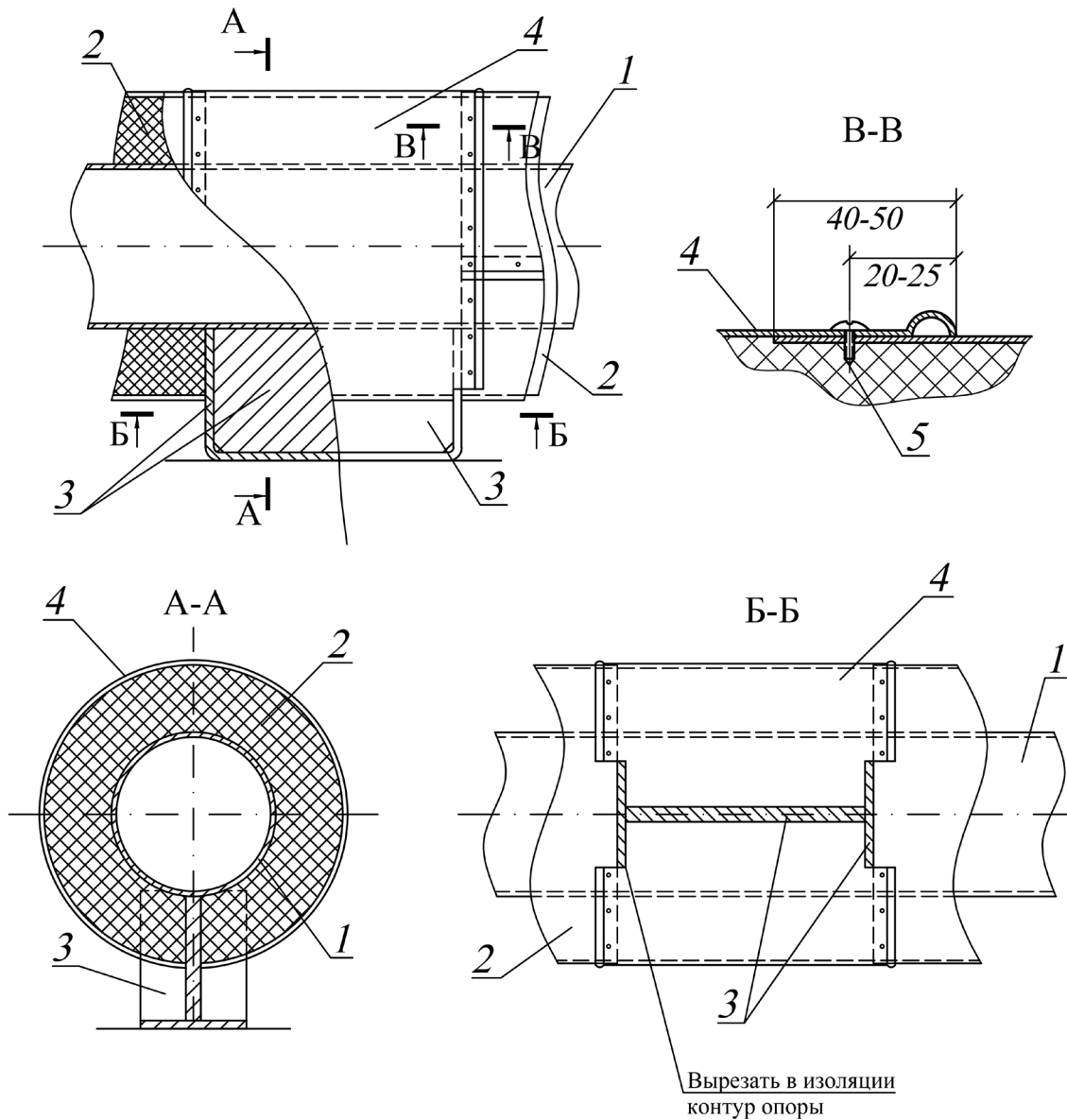


Рис. 52

1. Изолируемая труба;
2. Изоляция трубопровода рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
3. Конструкция скользящей опоры Т13 по серии 4.903-10 Выпуск 5;
4. Металлическое покрытие трубопровода;
5. Винт самонарезной.

53. Тепловая изоляция скользящей опоры трубопровода в металлической оболочке рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS и подвесом

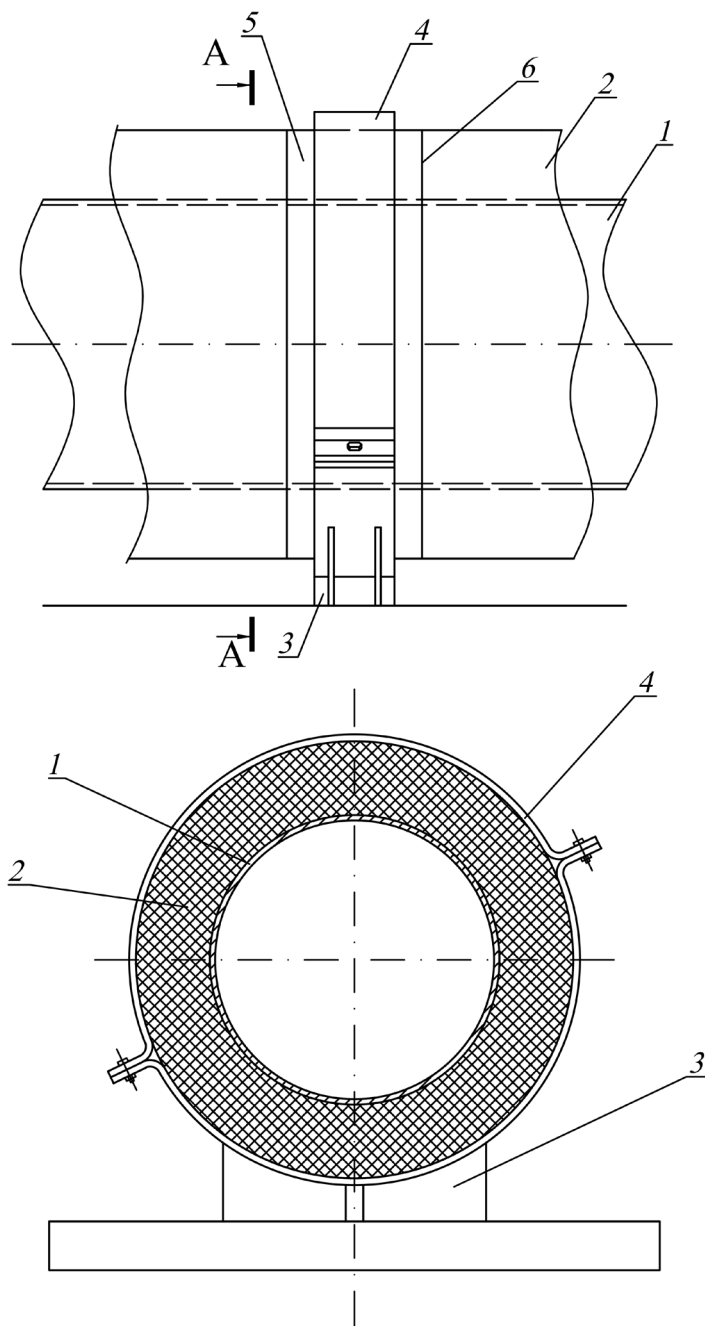


Рис. 53

1. Изолируемая труба;
2. Изоляция трубопровода рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
3. Конструкция скользящей опоры;
4. Стяжной хомут опоры;
5. Подвес из ППУ изоляции производства K-FLEX;
6. Герметик K-Mastic 55.

54. Тепловая изоляция скользящей опоры трубопровода рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с покрытием K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA и подвесом при расположении в помещении

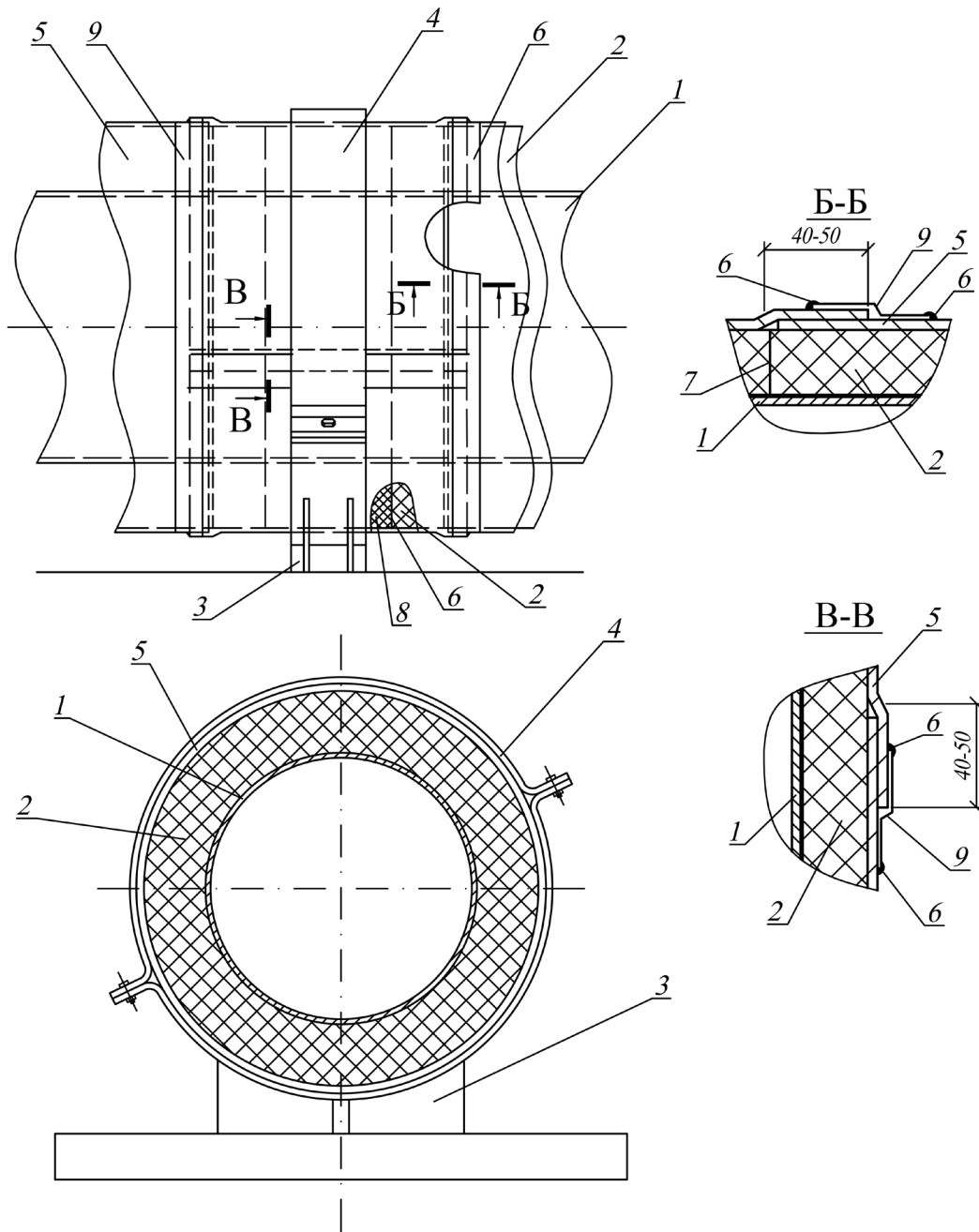


Рис. 54

1. Изолируемая труба;
2. Изоляция трубопровода рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
3. Конструкция скользящей опоры;
4. Стяжной хомут;
5. Покрытие K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA;
6. Герметик K-Mastic 55 (швы ленты проклеить при расположении на открытом воздухе);
7. Клей K-FLEX ENERGO (при использовании материала K-FLEX ENERGO PLUS применяется клей марки K-425);
8. Подвес из ППУ изоляции производства K-FLEX;
9. Лента K-FLEX PREMIUM или K-FLEX ULTRA.

55. Тепловая изоляция скользящей опоры трубопровода в металлической оболочке рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS и подвесом

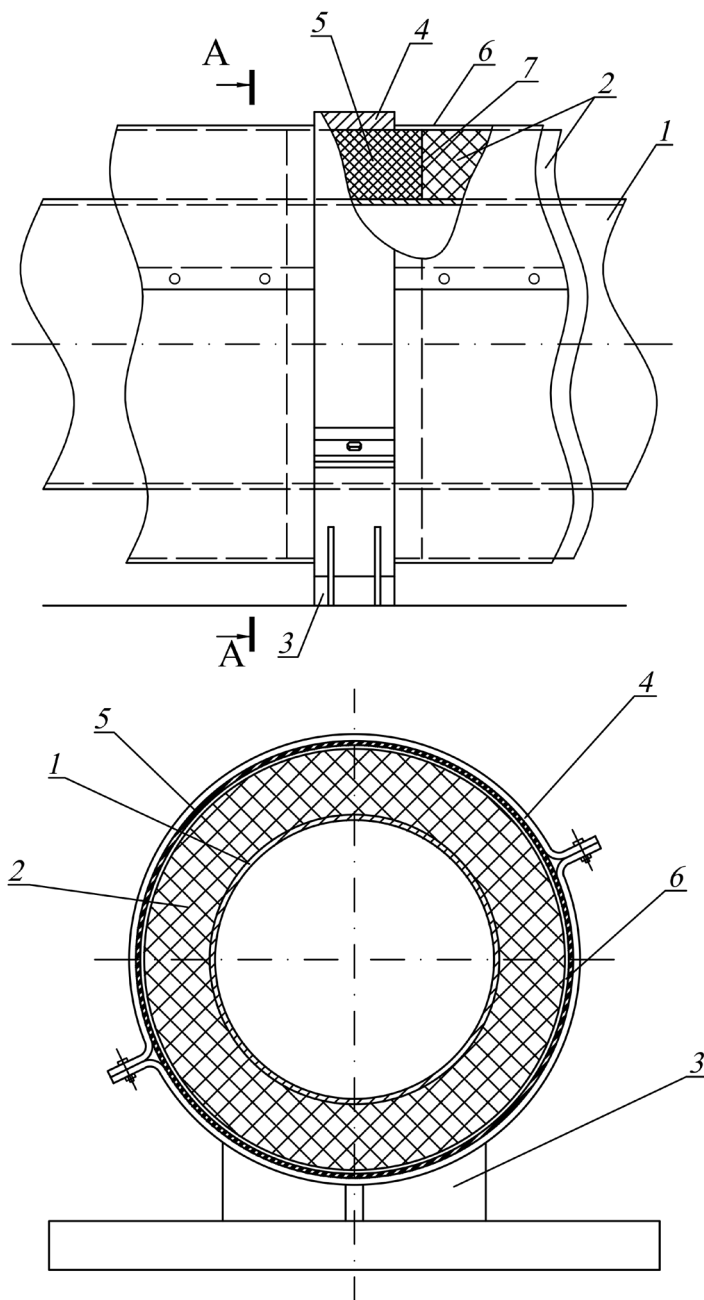


Рис. 55

1. Изолируемая труба;
2. Изоляция трубопровода рулонами K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS;
3. Конструкция скользящей опоры;
4. Стяжной хомут опоры;
5. Подвес из ППУ изоляции производства K-FLEX;
6. Металлическое покрытие;
7. Герметик K-Mastic 55.

56. Съемная тепловая изоляция фланцевого соединения чехлами K-FLEX JACKET

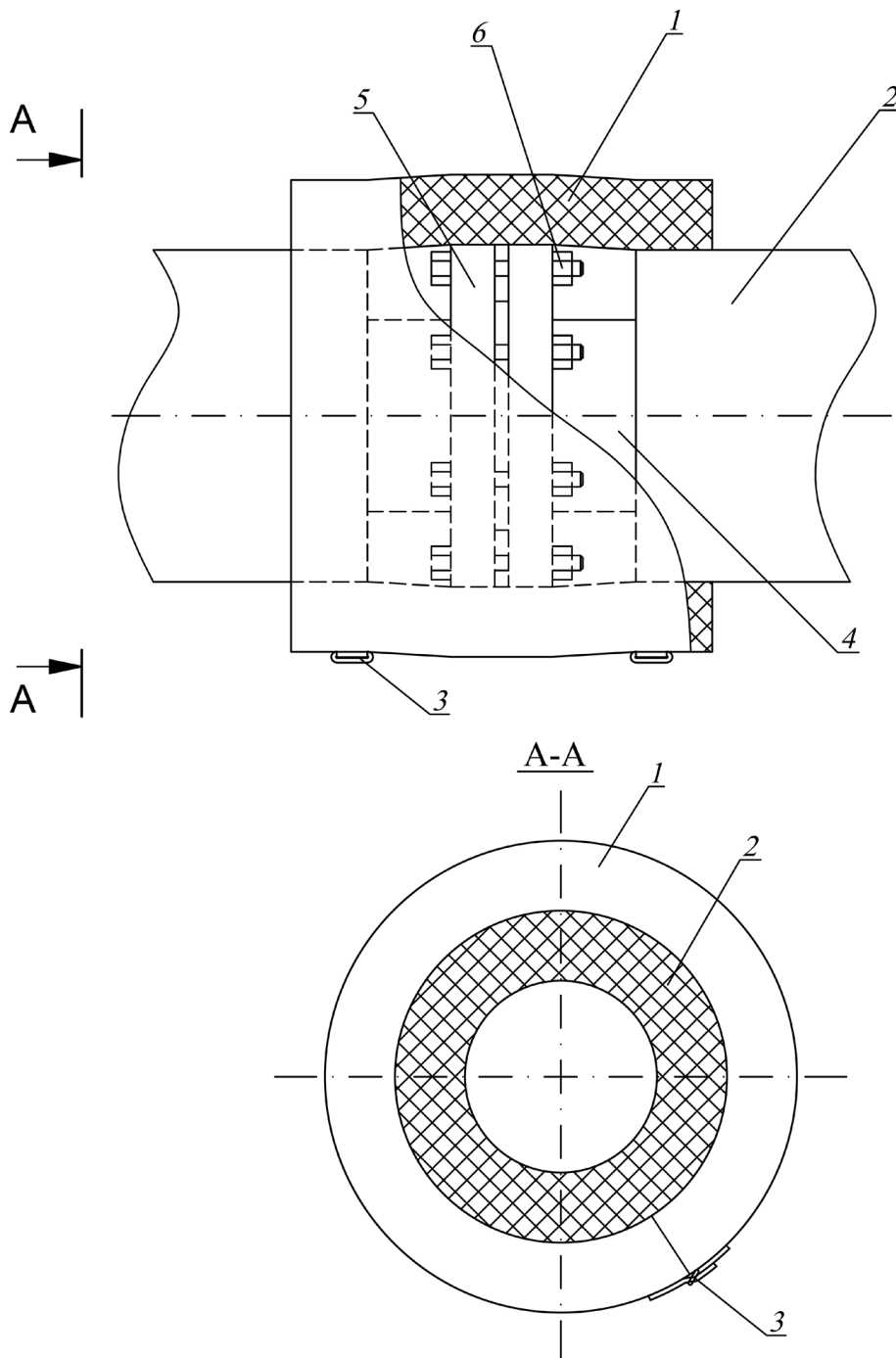


Рис.56

1. Чехол K-FLEX JACKET;
2. Существующая изоляция трубопровода;
3. Система крепления чехла K-FLEX JACKET;
4. Труба с теплоносителем;
5. Фланцевое соединение;
6. Болт с гайкой.

57. Съемная тепловая изоляция фланцевой арматуры чехлами K-FLEX JACKET

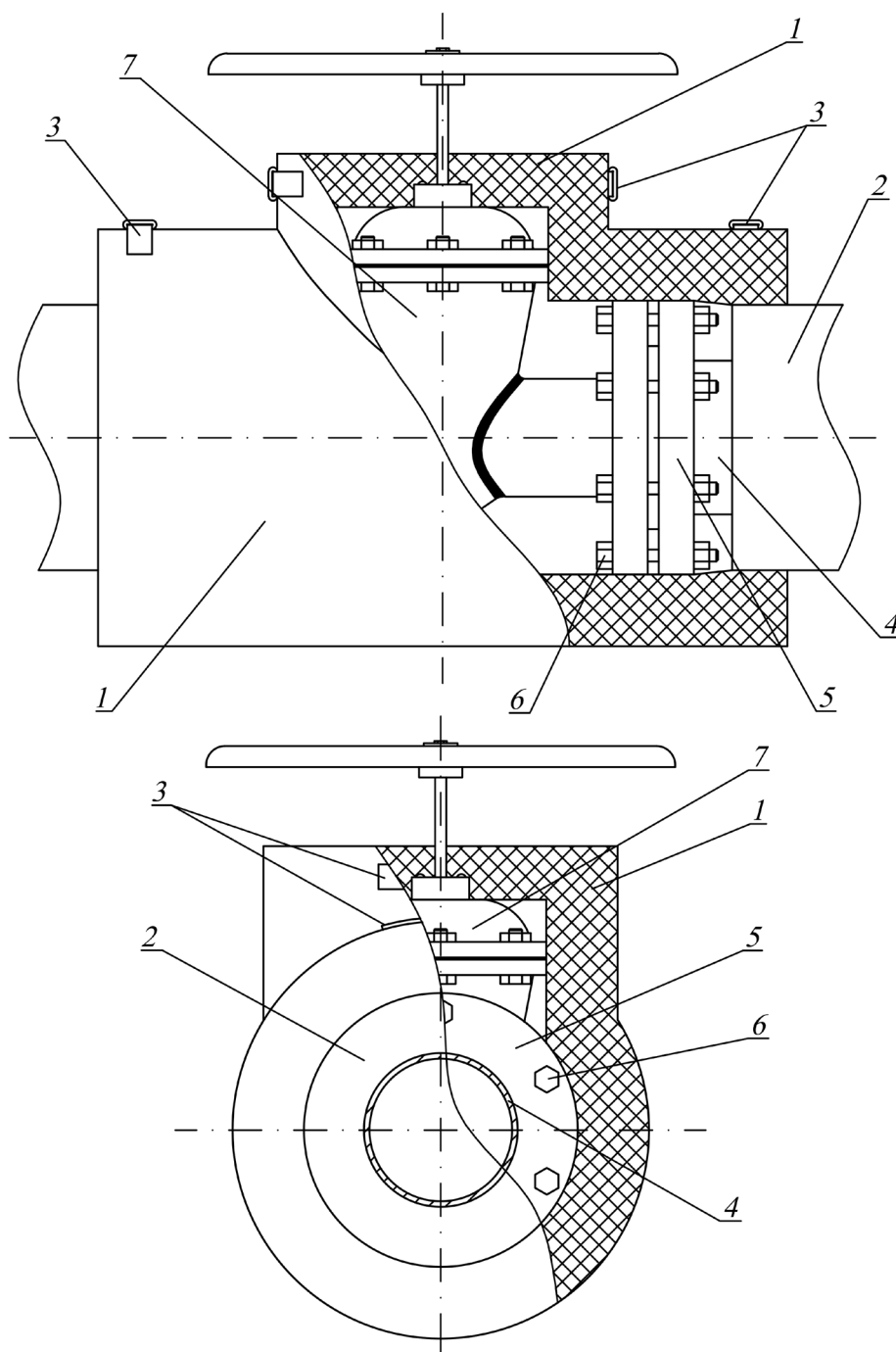


Рис. 57

1. Чехол K-FLEX JACKET;
2. Существующая изоляция трубопровода;
3. Система крепления чехла K-FLEX JACKET;
4. Труба с теплоносителем;
5. Фланцевое соединение;
6. Болт с гайкой;
7. Задвижка.

Толщина тепловой изоляции из изделий K-FLEX ENERGO PLUS, отвечающая нормам плотности теплового потока в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов

1. В таблицах Б1 и Б2 приведена рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя из теплоизоляционных изделий K-FLEX ENERGO PLUS с покрытиями PREMIUM, ULTRA в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении.

В таблицах Б3 и Б4 приведена рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя из теплоизоляционных изделий K-FLEX ENERGO PLUS с покрытиями PREMIUM, ULTRA 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 СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

4. Температура воздуха принята:

- в помещении – 20 °С;
- на открытом воздухе – 5,4 °С (среднегодовая для г. Москвы).

5. Расчетный коэффициент теплопроводности изделий K-FLEX принят по рекомендациям таблицы 1.1.

6. Рекомендуемая толщина тепловой изоляции из изделий K-FLEX принята в соответствии с действующей номенклатурой и 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 для изоляции трубопроводов наружным диаметром до 89 мм вкл. приняты трубки K-FLEX ENERGO, в качестве второго слоя – рулоны.

При изоляции трубопроводов наружным диаметром более 89 мм в качестве первого и второго слоя приняты рулоны K-FLEX ENERGO PLUS.

Толщина 40 мм – для рулонов марки K-FLEX ENERGO PLUS.

**Толщина тепловой изоляции из изделий K-FLEX ENERGO PLUS,
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	110	120	130	140	150
	Толщина изделий K-FLEX ENERGO PLUS, мм										
18	25	25	25	25	25	32	32	32	32	40	40
21	25	25	25	32	32	32	32	32	25+10	40	32+13
28	25	25	32	32	32	25+13	25+13	32+10	32+10	32+13	32+13
35	25	25	32	32	32	25+13	32+10	32+10	32+13	32+13	32+13
42	25	32	32	32	25+13	25+13	32+10	32+13	32+13	32+13	32+19
48	25	32	32	32	25+13	25+13	32+13	32+13	32+13	32+19	32+19
54	25	32	32	32	25+13	32+10	32+10	32+13	32+13	32+19	32+19
57	25	32	32	25+13	25+13	32+10	32+10	32+13	32+13	32+19	32+25
60	32	32	25+13	25+13	32+10	32+13	32+13	32+19	32+19	32+25	32+25
76	32	32	25+13	32+10	32+13	32+13	32+19	32+19	32+19	32+25	32+25
89	32	25+10	32+10	32+10	32+13	32+19	32+19	32+19	32+25	32+25	32+32
108	32	25+13	32+10	32+13	32+19	32+19	32+25	32+25	32+25	32+32	32+32
114	25+13	32+10	32+13	32+19	32+19	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	40+40
125	25+13	32+10	32+13	32+19	32+19	32+25	32+25	32+32	32+32	40+40	40+40
133	25+13	32+10	32+13	32+19	32+19	32+25	32+25	32+32	32+32	40+40	50+40
140	25+13	32+13	32+13	32+19	32+25	32+25	32+32	32+32	32+40	40+40	50+40
159	25+13	32+13	32+13	32+19	32+25	32+25	32+32	32+32	32+40	50+40	–
219	32+10	32+13	32+19	32+25	32+32	32+32	32+40	32+40	32+40	–	–
273	32+10	32+19	32+25	32+25	32+32	32+40	32+40	32+40	40+40	–	–
325	32+10	32+19	32+25	32+32	32+32	32+40	32+40	40+40	40+40	–	–
377	32+10	32+19	32+25	32+32	32+40	32+40	40+40	40+40	–	–	–
426	32+13	32+19	32+32	32+32	32+40	32+40	40+40	40+40	–	–	–
473	32+13	32+19	32+32	32+32	32+40	32+40	40+40	40+40	–	–	–
530	32+13	32+25	32+32	32+32	32+40	40+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	40+40	–	–	–	–	–
920	32+19	32+25	32+32	32+40	40+40	40+40	–	–	–	–	–
1020	32+19	32+25	32+32	32+40	40+40	40+40	–	–	–	–	–
1420	32+19	32+32	32+32	32+40	40+40	40+40	–	–	–	–	–
Более 1420	32+19	32+32	32+32	32+40	40+40	40+40	–	–	–	–	–

**Толщина тепловой изоляции из изделий K-FLEX ENERGO PLUS,
 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	110	120	130	140	150
	Толщина изделий K-FLEX ENERGO PLUS, мм										
18	19	19	19	19	19	19	25	25	25	32	25+10
21	19	25	25	25	25	25	25	32	32	25+10	25+10
28	25	25	25	26	27	28	32	32	32	25+10	25+13
35	25	25	26	27	29	32	32	32	25+10	25+13	25+13
42	25	25	28	32	32	32	32	25+10	25+13	25+13	25+13
48	25	25	28	32	32	32	32	25+13	25+13	25+13	25+13
54	25	25	27	32	32	32	32	25+13	25+13	25+13	32+10
57	25	25	32	32	32	32	25+13	25+13	25+13	32+10	32+13
60	25	25	32	32	25+10	25+13	25+13	32+10	32+10	32+13	32+19
76	25	32	32	32	25+10	25+13	25+13	32+10	32+10	32+19	32+19
89	25	32	32	32	25+10	25+13	32+10	32+10	32+13	32+19	32+19
108	25	32	32	25+13	32+10	32+10	32+13	32+13	32+19	32+19	32+19
114	32	32	25+13	32+10	32+10	32+13	32+13	32+19	32+19	32+19	32+25
125	32	32	25+13	32+10	32+10	32+13	32+13	32+19	32+19	32+25	32+25
133	32	32	25+13	32+10	32+10	32+13	25+25	32+19	32+19	32+25	32+25
140	32	25+13	32+10	32+10	32+13	25+25	25+25	32+19	32+25	32+25	32+32
159	32	25+13	32+10	32+10	32+13	25+25	25+25	32+19	32+25	32+32	32+32
219	32	25+13	32+10	32+13	25+25	25+25	32+25	32+25	32+25	32+32	32+32
273	32	25+13	32+10	32+13	25+25	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	32+40
325	25+10	32+10	32+13	25+25	25+25	32+25	32+25	32+32	32+32	32+40	32+40
377	25+13	32+10	32+13	25+25	32+25	32+25	32+32	32+32	32+40	32+40	40+40
426	25+13	32+10	32+13	25+25	32+25	32+25	32+32	32+32	32+40	32+40	40+40
473	25+13	32+10	25+25	25+25	32+25	32+25	32+32	32+32	32+40	40+40	40+40
530	25+13	32+10	25+25	32+25	32+25	32+32	32+32	32+40	32+40	40+40	40+40
630	25+13	32+13	25+25	32+25	32+25	32+32	32+40	32+40	32+40	40+40	50+40
720	25+13	32+13	25+25	32+25	32+32	32+32	32+40	32+40	40+40	40+40	50+40
820	25+13	32+13	25+25	32+25	32+32	32+32	32+40	32+40	40+40	50+40	50+40
920	32+10	32+13	25+25	32+25	32+32	32+32	32+40	32+40	40+40	50+40	50+40
1020	32+10	32+13	32+25	32+25	32+32	32+32	32+40	40+40	40+40	50+40	–
1420	32+10	25+25	32+32	32+32	32+32	32+40	32+40	40+40	40+40	–	–
Более 1420	32+10	25+25	32+32	32+32	32+40	32+40	40+40	40+40	–	–	–

**Толщина тепловой изоляции из изделий K-FLEX ENERGO PLUS,
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	110	120	130	140	150
	Толщина изделий K-FLEX ENERGO PLUS, мм													
18	13	19	19	25	25	25	32	32	32	32	32	25+13	50	32+19
21	19	19	24	25	32	32	32	32	25+13	25+13	25+13	25+19	32+19	32+19
28	19	25	32	32	32	32	25+10	25+10	25+13	25+19	25+19	25+19	32+19	32+19
35	19	25	32	32	32	25+13	32+10	32+10	25+19	25+19	25+25	25+25	32+19	32+25
42	25	30	32	25+10	25+13	32+10	32+10	32+13	32+19	32+19	32+19	32+19	32+19	32+25
48	25	33	32	25+10	25+13	32+10	32+10	32+13	32+19	32+19	32+19	32+19	32+25	32+32
54	25	29	32	25+10	25+13	32+10	32+10	32+13	32+19	32+19	32+19	32+19	32+25	32+32
57	25	32	32	25+10	25+13	32+10	32+10	32+13	32+19	32+19	32+19	32+19	32+25	32+40
60	25	32	25+10	25+13	25+13	32+10	25+25	32+19	32+19	32+19	32+25	32+25	32+32	32+40
76	25	32	25+10	25+13	32+13	25+25	25+25	32+19	32+25	32+25	32+25	32+32	32+40	32+40
89	25	32	25+13	32+13	32+13	25+25	25+25	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	32+40	32+40
108	32	40	40	32+13	25+25	25+25	25+32	32+25	32+32	32+32	32+32	32+40	32+40	40+40
114	32	40	40	32+13	25+25	25+32	25+32	32+32	32+32	32+40	32+40	32+40	32+40	40+40
125	32	40	32+13	32+13	25+25	25+32	25+32	32+32	32+32	32+40	32+40	32+40	40+40	50+40
133	32	40	32+13	32+13	25+25	25+32	25+32	32+32	32+32	32+40	32+40	32+40	40+40	–
140	32	40	32+13	25+25	25+32	25+32	32+32	32+32	32+40	32+40	32+40	40+40	50+40	–
159	32	40	32+13	25+25	25+32	25+32	32+32	32+32	32+40	32+40	32+40	40+40	–	–
219	32	32+13	25+25	25+32	25+32	32+32	32+40	32+40	32+40	40+40	40+40	40+40	–	–
273	40	32+13	25+25	25+32	32+32	32+32	32+40	32+40	40+40	40+40	40+40	–	–	–
325	40	32+13	25+25	25+32	32+32	32+32	32+40	32+40	40+40	40+40	40+40	–	–	–
377	40	32+13	25+25	25+32	32+32	32+32	32+40	32+40	40+40	40+40	40+40	–	–	–
426	40	32+13	25+25	25+32	32+32	32+32	32+40	32+40	40+40	40+40	–	–	–	–
473	40	32+13	25+25	25+32	32+32	32+32	32+40	32+40	40+40	40+40	–	–	–	–
530	40	32+13	25+25	25+32	32+32	32+40	32+40	40+40	40+40	–	–	–	–	–
630	40	32+13	25+32	25+32	32+32	32+40	32+40	40+40	40+40	–	–	–	–	–
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	40+40	–	–	–	–	–	–
1020	40	25+25	32+32	32+32	32+40	32+40	40+40	40+40	–	–	–	–	–	–
1420	40	25+25	32+32	32+32	32+40	40+40	40+40	–	–	–	–	–	–	–
Более 1420	40	25+25	32+32	32+40	40+40	40+40	–	–	–	–	–	–	–	–

**Толщина тепловой изоляции из изделий K-FLEX ENERGO PLUS,
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	110	120	130	140	150
	Толщина изделий K-FLEX ENERGO PLUS, мм													
18	19	19	19	19	19	25	25	25	32	32	32	32	32	25+13
21	19	19	21	25	25	25	32	32	32	32	32	32	25+13	25+13
28	19	19	23	25	25	32	32	32	32	32	25+13	25+13	25+13	25+19
35	19	24	26	25	32	32	32	32	25+10	25+10	25+13	25+13	25+19	25+19
42	19	25	28	32	32	32	25+10	25+10	32+10	32+10	25+19	25+19	25+19	25+19
48	19	25	28	32	32	32	25+10	25+13	32+10	32+10	25+19	25+19	25+19	25+19
54	19	25	26	32	32	32	25+10	25+13	32+10	32+10	25+19	25+19	25+19	25+25
57	19	25	27	32	32	32	25+10	25+13	32+10	32+10	25+19	25+19	25+25	25+25
60	19	25	29	32	32	25+10	25+13	25+13	32+10	32+10	25+19	25+25	25+25	25+25
76	25	25	31	32	25+13	25+13	25+13	25+19	32+10	25+25	25+25	25+25	25+25	25+32
89	25	25	32	32	25+13	25+13	25+19	25+19	32+13	25+25	25+25	25+25	25+32	25+32
108	25	32	34	40	40	25+19	25+19	25+25	25+25	25+25	25+32	25+32	25+32	25+32
114	25	32	36	40	40	25+19	25+25	25+25	25+25	25+32	25+32	25+32	25+32	25+32
125	25	32	35	40	40	25+19	25+25	25+25	25+25	25+32	25+32	25+32	25+32	32+32
133	25	32	35	40	40	25+19	25+25	25+25	25+25	25+32	25+32	25+32	32+32	32+32
140	25	32	40	40	25+19	25+19	25+25	25+25	25+32	25+32	25+32	32+32	32+32	32+40
159	25	32	40	40	25+19	25+25	25+25	25+32	25+32	25+32	32+32	32+32	32+40	32+40
219	32	40	40	25+19	25+25	25+25	25+32	25+32	25+32	32+32	32+32	32+40	32+40	32+40
273	32	40	40	25+19	25+25	25+25	25+32	32+32	32+32	32+32	32+40	32+40	32+40	32+40
325	32	40	40	25+19	25+25	25+25	25+32	32+32	32+32	32+32	32+40	32+40	32+40	32+40
377	32	40	40	25+19	25+25	25+25	25+32	32+32	32+32	32+32	32+40	32+40	32+40	32+40
426	32	40	40	25+19	25+25	25+25	25+32	32+32	32+32	32+32	32+40	32+40	32+40	32+40
473	32	40	40	25+19	25+25	25+32	25+32	32+32	32+32	32+32	32+40	32+40	32+40	40+40
530	32	40	40	25+19	25+25	25+32	25+32	32+32	32+40	32+40	32+40	32+40	40+40	40+40
630	32	40	40	25+19	25+25	25+32	25+32	32+32	32+40	32+40	32+40	40+40	40+40	40+40
720	32	40	25+19	25+25	25+25	25+32	32+32	32+32	32+40	32+40	40+40	40+40	40+40	40+40
820	32	40	25+19	25+25	25+32	25+32	32+32	32+32	32+40	32+40	40+40	40+40	40+40	40+40
920	32	40	25+19	25+25	25+32	25+32	32+32	32+32	32+40	32+40	40+40	40+40	40+40	50+40
1020	32	40	25+19	25+25	25+32	25+32	32+32	32+32	32+40	32+40	40+40	40+40	50+40	50+40
1420	32	40	25+19	25+25	25+32	32+32	32+32	32+40	32+40	40+40	40+40	40+40	50+40	-
Более 1420	32	40	25+19	25+25	25+32	32+32	32+40	32+40	40+40	40+40	40+40	-	-	-

Толщина тепловой изоляции из изделий K-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 K-FLEX ENERGO, K-FLEX ENERGO PLUS с покрытиями PREMIUM и ULTRA или без покровного слоя в конструкциях тепловой изоляции, отвечающих заданной температуре на поверхности теплоизоляционной конструкции, для трубопроводов, расположенных в помещении с температурой окружающего воздуха 20 °С и на открытом воздухе со средней максимальной температурой самого жаркого месяца не более 25 °С.

Заданная температура на поверхности изоляции принята по условиям п. 7.5.4, а расчетная теплопроводность – по п. 7.2.4.

**Толщина теплоизоляционного слоя
 из теплоизоляционных изделий K-FLEX ENERGO,
 отвечающая заданной температуре на поверхности изоляции
 в конструкциях с покрытиями PREMIUM
 или другим металлическим покрытием**

Наружный диаметр трубопровода, 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 K-FLEX ENERGO, 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	9	13	19	25	25	9	9	9	9
125	13	9	13	19	25	25	13	13	13	13
133–159	13	13	19	19	25	25	13	13	13	13
219	8/10	10	16	19	25	25	6	6	8/10	10
273	8/10	10	16	19	25	25	6	6	8/10	10
325	8/10	10	16	19	25	25	6	6	8/10	10
377	8/10	10	16	19	25	25	6	6	8/10	10
426	8/10	10	16	19	25	25	6	6	8/10	10
473	8/10	10	16	19	25	25	6	6	8/10	10
530	8/10	10	16	19	25	25	6	6	8/10	10
630	8/10	10	16	19	25	25	6	6	8/10	10
720	8/10	10	16	19	25	25	6	6	8/10	10
820	8/10	10	16	19	25	32	6	6	8/10	10
920	8/10	10	16	19	25	32	6	6	8/10	10
1020	8/10	10	16	19	25	32	6	6	8/10	10
Более 1020	8/10	10	16	20/25	25	32	6	6	8/10	10

**Толщина теплоизоляционного слоя
из теплоизоляционных изделий K-FLEX ENERGO,
отвечающая заданной температуре на поверхности изоляции
в конструкциях без покрытия или с покрытием ULTRA**

Наружный диаметр трубопровода, 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 K-FLEX ENERGO, 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	8/10	10	13	16	16	6	6	6	6
273	6	8/10	10	13	16	16	6	6	6	6
325	6	8/10	10	13	16	16	6	6	6	6
377	6	8/10	10	13	16	16	6	6	6	6
426	6	8/10	10	13	16	16	6	6	6	6
473	6	8/10	10	13	16	19	6	6	6	6
530	6	8/10	10	13	16	19	6	6	6	6
630	6	8/10	10	13	16	19	6	6	6	6
720	6	8/10	10	13	16	19	6	6	6	6
820	6	8/10	10	13	16	19	6	6	6	6
920	6	8/10	10	13	16	19	6	6	6	6
1020	6	8/10	10	13	16	19	6	6	6	6
Более 1020	6	8/10	10	13	16	19	6	6	6	6

**Толщина теплоизоляционного слоя из теплоизоляционных изделий K-FLEX ENERGO PLUS,
отвечающая заданной температуре на поверхности изоляции
в конструкциях с покрытиями PREMIUM или другим металлическим покрытием**

Наружный диаметр трубопровода, мм	Расположение изолируемого объекта																			
	в помещении							на открытом воздухе												
	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	70	80	90	100	110	120	130	140	150
	Толщина теплоизоляционного слоя из K-FLEX ENERGO PLUS, мм																			
10	9	9	9	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
12	9	9	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
15	9	9	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
18	9	9	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
22	9	9	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
28	9	9	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
35	9	9	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
42	9	9	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
48	9	9	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
54	9	9	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
57	9	9	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
60	9	9	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
76	9	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
89	9	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
108	9	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
114	9	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
125	6	10	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
133	6	10	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
140	6	10	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13

Наружный диаметр трубопровода, мм	Расположение изолируемого объекта																			
	в помещении							на открытом воздухе												
	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	70	80	90	100	110	120	130	140	150
	Толщина теплоизоляционного слоя из K-FLEX ENERGO PLUS, мм																			
159	6	10	13	19	25	32	19	25	25	25	32	6	6	10	10	13	16	19	19	25
169	6	10	13	19	25	32	19	25	25	32	32	6	6	10	10	13	16	19	19	25
194	6	10	13	19	25	32	19	25	25	32	32	6	6	10	10	13	16	19	19	25
219	6	10	13	19	25	32	19	25	25	32	32	6	6	10	10	13	16	19	19	25
273	6	13	13	19	25	32	19	25	25	32	32	6	6	10	10	13	16	19	19	25
325	6	13	13	19	25	32	19	25	25	32	32	6	6	10	10	16	16	19	19	25
377	6	13	13	19	25	32	19	25	25	32	32	6	6	10	10	16	16	19	19	25
426	6	13	13	19	25	32	19	25	25	32	32	6	6	10	10	16	16	19	19	25
473	6	13	13	19	25	32	19	25	25	32	32	6	6	10	10	16	16	19	19	25
530	6	13	19	19	25	32	19	25	25	32	32	6	6	10	10	16	16	19	19	25
630	6	13	19	19	25	32	19	25	25	32	32	6	6	10	10	16	19	19	19	25
720	6	13	19	19	25	32	19	25	25	32	32	6	6	10	10	16	19	19	19	25
820	6	13	19	19	25	32	19	25	25	32	32	6	6	10	10	16	19	19	19	25
920	6	13	19	19	25	32	19	25	25	32	32	6	6	10	10	16	19	19	19	25
1020	6	13	19	19	25	32	19	25	25	32	32	6	6	10	10	16	19	19	19	25
Более 1020	6	13	19	19	25	32	25	25	25	32	40	6	6	10	10	16	19	19	19	25

**Толщина теплоизоляционного слоя из теплоизоляционных изделий K-FLEX ENERGO PLUS,
отвечающая заданной температуре на поверхности изоляции
в конструкциях без покрытия или с покрытием ULTRA**

Наружный диаметр трубопровода, мм	Расположение изолируемого объекта																			
	в помещении							на открытом воздухе												
	Температура теплоносителя, °С																			
	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	70	80	90	100	110	120	130	140	150
	Толщина теплоизоляционного слоя из K-FLEX ENERGO PLUS, мм																			
10	9	9	9	9	9	13	9	9	9	13	13	9	9	9	9	9	9	9	9	9
12	9	9	9	9	9	13	9	9	9	13	13	9	9	9	9	9	9	9	9	9
15	9	9	9	9	9	13	9	9	13	13	13	9	9	9	9	9	9	9	9	9
18	9	9	9	9	9	13	9	9	13	13	13	9	9	9	9	9	9	9	9	9
22	9	9	9	9	13	13	9	9	13	13	13	9	9	9	9	9	9	9	9	9
28	9	9	9	9	13	13	9	13	13	13	13	9	9	9	9	9	9	9	9	9
35	9	9	9	9	13	13	9	13	13	13	19	9	9	9	9	9	9	9	9	9
42	9	9	9	9	13	13	9	13	13	13	19	9	9	9	9	9	9	9	9	13
48	9	9	9	9	13	19	9	13	13	13	19	9	9	9	9	9	9	9	9	13
54	9	9	9	9	13	19	9	13	13	13	19	9	9	9	9	9	9	9	9	13
57	9	9	9	9	13	19	9	13	13	13	19	9	9	9	9	9	9	9	9	13
60	9	9	9	9	13	19	9	13	13	13	19	9	9	9	9	9	9	9	9	13
76	9	9	9	13	13	19	9	13	13	13	19	9	9	9	9	9	9	9	9	13
89	9	9	9	13	13	19	9	13	13	13	19	9	9	9	9	9	9	9	9	13
108	9	9	9	13	13	19	9	13	13	13	19	9	9	9	9	9	9	9	9	13
114	9	9	9	13	13	19	9	13	13	13	19	9	9	9	9	9	9	9	9	13

Наружный диаметр трубопровода, мм	Расположение изолируемого объекта																			
	в помещении							на открытом воздухе												
	Температура теплоносителя, °С																			
	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	70	80	90	100	110	120	130	140	150
	Толщина теплоизоляционного слоя из K-FLEX ENERGO PLUS, мм																			
125	6	6	10	13	16	19	13	13	16	16	19	6	6	6	6	6	10	10	10	13
133	6	6	10	13	16	19	13	13	16	16	19	6	6	6	6	6	10	10	10	13
140	6	6	10	13	16	19	13	13	16	16	19	6	6	6	6	6	10	10	10	13
159	6	6	10	13	16	19	13	13	16	16	19	6	6	6	6	6	10	10	10	13
169	6	6	10	13	16	19	13	13	16	16	19	6	6	6	6	6	10	10	10	13
194	6	6	10	13	16	19	13	16	16	16	19	6	6	6	6	6	10	10	10	13
219	6	6	10	13	16	19	13	16	16	19	19	6	6	6	6	6	10	10	10	13
273	6	6	10	13	16	19	13	16	16	19	19	6	6	6	6	6	10	10	10	13
325	6	6	10	13	16	19	13	16	16	19	19	6	6	6	6	6	10	10	10	13
377	6	6	10	13	16	19	13	16	16	19	19	6	6	6	6	6	10	10	10	13
426	6	6	10	13	16	19	13	16	16	19	19	6	6	6	6	6	10	10	10	13
473	6	6	10	13	16	19	13	16	16	19	19	6	6	6	6	6	10	10	10	13
530	6	6	10	13	16	19	13	16	16	19	19	6	6	6	6	6	10	10	10	13
630	6	6	10	13	16	19	13	16	16	19	25	6	6	6	6	6	10	10	10	13
720	6	6	10	13	16	19	13	16	16	19	25	6	6	6	6	6	10	10	10	13
820	6	6	10	13	16	19	13	16	16	19	25	6	6	6	6	6	10	10	10	13
920	6	6	10	13	16	19	13	16	16	19	25	6	6	6	6	6	10	10	10	13
1020	6	6	10	13	16	19	13	16	16	19	25	6	6	6	6	6	10	10	10	13
Более 1020	6	6	10	13	16	19	13	16	16	19	25	6	6	6	6	6	10	10	10	13

**Толщина теплоизоляционных изделий K-FLEX,
предотвращающая конденсацию влаги из воздуха
на поверхности изоляции в конструкциях
тепловой изоляции для технологических трубопроводов,
трубопроводов холодного водоснабжения
и воздухопроводов систем вентиляции и кондиционирования
воздуха, расположенных в помещении**

1. Расчет проведен для изолируемых поверхностей, расположенных в помещении с температурой окружающего воздуха 20 °С с относительной влажностью воздуха 60, 70 и 80%.
2. Расчетный коэффициент теплопроводности принимался в соответствии с таблицей 1.1.
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 или с покрытием, которое не имеет алюминиевой окраски. Установка покрытий PREMIUM (с малым коэффициентом излучения) приводит к увеличению толщины изоляции (см. таблицы Г3 и Г4).

Таблица Г1

Рекомендуемая толщина теплоизоляционного материала K-FLEX ENERGO, предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на поверхности изоляции в конструкции без покрытия или с покрытием ULTRA для трубопроводов и воздуховодов систем вентиляции и кондиционирования воздуха, расположенных в помещении

Наружный диаметр трубопровода, мм	Относительная влажность воздуха, %																					
	60					70					80											
	Температура изолируемой поверхности, °С																					
	10	5	0	-10	-20	-30	-40	10	5	0	-10	-20	-30	-40	10	5	0	-10	-20	-30	-40	
Толщина тепловой изоляции из изделий K-FLEX ENERGO, мм																						
10	6	6	6	9	13	19	19	6	9	9	9	13	19	13+10	19+6	9	13	19	13+10	19+6	19+13	-
12	6	6	6	9	13	19	19	6	9	9	9	13	19	13+10	19+6	9	13	19	13+10	19+6	19+13	-
15	6	6	6	13	13	19	19	6	9	13	13	19	19	13+10	13+13	9	13	19	13+10	32	19+16	-
18	6	6	6	13	19	19	25	6	9	13	19	19	25	32	32	9	13	19	25	32	25+10	32+10
21	6	6	6	13	19	19	25	6	9	13	19	25	25	32	32	9	13	19	25	32	25+13	32+10
25	6	6	6	13	19	19	25	6	9	13	19	25	25	32	32	9	13	19	25	32	25+13	32+13
28	6	6	6	13	19	19	25	6	9	13	19	25	13+13	32	32	9	13	19	25	32	25+13	32+13
32	6	6	6	13	19	19	25	6	9	13	19	25	32	32	32	9	19	19	13+13	25+10	32+10	32+13
35	6	6	6	13	19	19	25	6	9	13	19	25	32	32	32	9	19	19	32	25+10	32+10	32+16
42	6	6	6	13	19	25	25	6	9	13	19	25	32	25+10	32	9	19	19	32	25+10	32+10	32+19
48	9	9	9	13	19	25	25	9	9	13	19	25	32	25+10	32	9	19	19	32	25+13	32+13	32+19
54	9	9	9	13	19	25	25	9	9	13	19	25	32	25+10	32	9	19	25	32	25+13	32+13	32+19
57	9	9	9	13	19	25	25	9	9	13	19	25	32	25+13	32	9	19	25	32	25+13	32+13	32+20
60	9	9	9	13	19	25	25	9	9	13	19	25	32	25+13	32	9	19	25	32	25+13	32+13	32+20
64	9	9	9	13	19	25	25	9	9	13	19	25	32	25+13	32	9	19	25	32	25+13	32+16	32+25
70	9	9	9	13	19	25	25	9	9	13	19	13+13	32	25+13	32	9	19	25	32	32+10	32+16	32+25
76	9	9	9	13	19	25	13+13	9	9	13	19	13+13	32	25+13	32	9	19	25	32	32+10	32+16	32+25
80	9	9	9	13	19	25	13+13	9	9	13	19	13+13	32	25+13	32	9	19	25	32	32+10	32+16	32+25
89	9	9	9	13	19	25	13+13	9	9	13	25	13+13	32	25+16	32	9	19	25	32	32+10	32+19	32+25
102	6	6	8	13	19	23	30	6	9	13	25	32	32	40	40	10	19	25	32	32+10	32+19	32+25
108	6	6	8	13	19	25	30	6	9	13	25	32	32	40	40	10	16	25	32	32+10	51	32+32

Наружный диаметр трубопровода, мм	Относительная влажность воздуха, %																				
	60						70						80								
	10	5	0	-10	-20	-30	-40	10	5	0	-10	-20	-30	-40							
	Толщина тепловой изоляции из изделий K-FLEX ENERGO, мм																				
114	6	6	8	13	19	25	30	6	9	13	25	32	32	40	10	16	25	32	32+10	51	32+32
125	6	6	8	13	19	25	30	6	9	13	25	32	40	40	10	16	25	32	32+10	52	32+32
133	6	6	8	13	19	25	30	6	9	13	25	32	40	40	10	16	25	32	32+10	52	32+32
140	6	6	8	13	19	25	30	6	9	13	25	32	40	40	10	16	25	40	32+13	53	32+32
159	6	6	8	16	19	25	30	6	9	13	25	32	40	40	10	16	25	40	32+13	54	32+32
169	6	6	8	16	19	25	30	6	10	13	25	32	40	32+10	10	17	25	40	50	54	32+32
194	6	6	8	16	19	25	30	6	10	13	25	32	40	32+10	10	17	25	40	50	56	32+32
219	6	6	8	16	19	25	30	6	10	13	25	32	40	50	10	17	25	40	50	57	50+16
273	6	6	8	16	20	25	30	6	10	16	25	32	40	50	10	17	25	40	50	58	50+20
325	6	6	8	16	20	25	30	6	10	16	25	32	40	50	10	17	25	40	50	59	50+20
377	6	6	8	16	20	25	32	6	10	16	25	32	40	50	10	17	25	40	50	60	50+25
426	6	6	8	16	20	30	32	6	10	16	25	32	40	50	10	17	25	40	50	61	50+25
473	6	6	8	16	20	30	32	6	10	16	25	32	40	50	10	17	25	40	50	62	50+25
530	6	6	8	16	20	30	32	6	10	16	25	32	40	50	10	18	25	40	50	62	50+25
630	6	6	8	16	20	30	32	6	10	16	25	32	40	50	10	18	25	40	50	63	50+25
720	6	6	8	16	20	30	32	6	10	16	25	32	40	50	10	18	25	40	40+13	64	50+25
820	6	6	8	16	20	30	32	6	10	16	25	32	40	50	10	18	25	40	40+13	64	40+40
920	6	6	8	16	20	30	32	6	10	16	25	32	40	50	10	18	25	40	40+13	65	40+40
1020	6	6	8	16	25	30	32	6	10	16	25	32	40	50	10	18	25	40	40+13	65	40+40
Более 1020	6	6	8	16	25	30	40	6	10	16	25	40	50	50	10	18	25	40	40+16	69	40+50

Таблица Г2

Рекомендуемая толщина теплоизоляционного материала K-FLEX ENERGO PLUS, предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на поверхности изоляции в конструкции без покрытия или с покрытием ULTRA для трубопроводов и воздухопроводов систем вентиляции и кондиционирования воздуха, расположенных в помещении

Наружный диаметр трубопровода, мм	Относительная влажность воздуха, %																					
	60						70						80									
	Температура изолируемой поверхности, °С																					
	10	5	0	-10	-20	-30	-40	10	5	0	-10	-20	-30	-40	10	5	0	-10	-20	-30	-40	
	Толщина тепловой изоляции из изделий K-FLEX ENERGO PLUS, мм																					
10	9	9	9	9	13	15	19	9	9	9	13	19	13+10	13+13	9	13	19	13+10	19+10	19+13	-	
12	9	9	9	13	13	16	19	9	9	13	13	19	13+10	13+13	9	13	19	32+10	19+10	19+16	-	
15	9	9	9	13	19	19	19	9	9	13	19	19	25	19+10	9	13	19	13+10	19+10	19+16	25+16	
18	9	9	9	13	19	19	19	9	9	13	19	19	25	19+10	9	13	19	25	25+10	25+10	25+16	
21	9	9	9	13	19	19	25	9	9	13	19	25	25	32	9	13	19	25	32	25+13	25+19	
28	9	9	9	13	19	19	25	9	9	13	19	25	32	32	9	13	19	25	25+10	32+10	32+16	
35	9	9	9	13	19	25	25	9	9	13	19	25	32	32	9	13	19	32	25+10	32+10	25+25	
42	9	9	9	13	19	25	25	9	9	13	19	25	32	25+10	9	19	19	32	25+13	32+13	25+25	
48	9	9	9	13	19	25	25	9	9	13	19	25	32	25+10	9	19	19	32	25+13	32+10	32+19	
54	9	9	9	13	19	25	25	9	9	13	19	25	32	25+13	9	19	25	32	32+10	32+10	32+25	
57	9	9	9	13	19	19+6	19+6	9	9	13	19	13+13	19+13	19+19	9	19	19+6	19+13	19+19	-	-	
60	9	9	9	13	19	25	25	9	9	13	19	26	32	25+13	10	19	25	32	32+10	32+16	32+25	
76	9	9	9	13	19	25	32	9	9	13	19	27	32	32+6	10	19	25	32	32+10	32+19	32+25	
89	6	6	10	16	19	25	32	6	9	13	25	27	34	32+10	10	19	25	32	32+10	32+19	32+32	
108	6	6	10	16	19	25	32	6	9	13	19+6	19+10	19+19	19+25	10	19	19+6	19+16	19+25	-	-	
114	6	6	10	16	19	25	32	6	9	13	25	28	35	32+10	10	19	25	25+10	32+13	32+25	32+32	
125	6	6	10	16	19	25	32	6	10	16	25	32	40	32+10	10	19	25	40	40+6	40+16	40+25	
133	6	6	10	16	19	25	32	6	10	16	25	32	40	32+10	10	19	25	40	40+6	40+16	40+25	
140	6	6	10	16	19	25	32	6	10	16	25	32	40	32+10	10	19	25	40	40+6	40+16	40+25	

Наружный диаметр трубопровода, мм	Относительная влажность воздуха, %																				
	60							70							80						
	10	5	0	-10	-20	-30	-40	10	5	0	-10	-20	-30	-40	10	5	0	-10	-20	-30	-40
Толщина тепловой изоляции из изделий K-FLEX ENERGO PLUS, мм																					
Температура изолируемой поверхности, °С																					
159	6	6	10	16	19	25	32	6	10	16	25	32	40	32+13	10	19	25	40	40+6	40+19	40+32
169	6	6	10	16	19	25	32	6	10	16	25	32	40	32+13	10	19	25	40	40+6	40+19	40+32
194	6	6	10	16	19	25	32	6	10	16	25	32	40	32+13	10	19	25	40	40+10	40+19	40+32
219	6	6	10	16	19	25	32	6	10	16	25	32	40	32+13	10	19	25	40	40+10	40+19	40+32
273	6	6	10	16	25	25	32	6	10	16	25	32	40	32+16	13	19	25	40	40+10	32+32	40+32
325	6	6	10	16	25	32	32	6	10	16	25	32	40	32+16	13	19	25	40	40+10	32+32	40+32
377	6	6	10	16	25	32	32	6	10	16	25	32	40	32+16	13	19	25	40	40+13	32+32	40+40
426	6	6	10	16	25	32	40	6	10	16	25	32	40	32+16	13	19	32	40	40+13	32+32	40+40
473	6	6	10	16	25	32	40	6	10	16	25	32	40	32+16	13	19	32	40	40+13	40+25	40+40
530	6	6	10	16	25	32	40	6	10	16	25	32	40	32+16	13	19	32	40	40+13	40+25	40+40
630	6	6	10	16	25	32	40	6	10	16	25	32	40	25+25	13	19	32	40	40+16	40+25	40+40
720	6	6	10	16	25	32	40	6	10	16	25	32	32+10	25+25	13	19	32	40	40+16	40+32	40+40
820	6	6	10	16	25	32	40	6	10	16	25	32	32+10	25+25	13	19	32	40	40+16	40+32	40+40
920	6	6	10	16	25	32	40	6	10	16	25	32	32+10	25+25	13	19	32	40	40+16	40+32	40+40
1020	6	6	10	16	25	32	40	6	10	16	25	40	32+10	25+25	13	19	32	40	40+16	40+32	-
пло- скость	6	6	10	16	25	32	40	6	10	16	25	40	32+13	40+13	13	19	32	25+19	40+19	40+40	-

Таблица ГЗ

Рекомендуемая толщина теплоизоляционного материала K-FLEX ENERGO, предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на поверхности изоляции в конструкции с покрытиями PREMIUM для трубопроводов и воздухопроводов систем вентиляции и кондиционирования воздуха, расположенных в помещении

Наружный диаметр трубопровода, мм	Относительная влажность воздуха, %																							
	60						70						80											
	Температура изолируемой поверхности, °С																							
	10	5	0	-10	-20	-30	-40	10	5	0	-10	-20	-30	-40	10	5	0	-10	-20	-30	-40			
	Толщина тепловой изоляции из изделий K-FLEX ENERGO, мм																							
10	6	6	9	13	19	19	13+10	6	9	13	19	13+10	19+10	19+13	9	19	19	13+13	19+13	19+13	-			
12	6	6	9	13	19	19	13+10	6	9	13	19	19+6	19+10	19+13	9	19	19	13+13	19+16	19+25	-			
15	6	6	9	13	19	19	13+10	6	9	13	19	19+6	19+10	19+16	13	19	19	19+10	19+16	19+25	-			
18	6	6	9	13	19	19	25	6	9	13	19	25	32	25+10	13	19	25	32	32+6	32+13	32+25			
21	6	6	9	13	19	19	25	6	13	13	19	25	32	32+6	13	19	25	32	32+10	32+16	32+25			
25	6	6	9	13	19	19	19+6	6	13	13	19	19+6	19+10	19+16	13	19	13+10	19+13	19+25	-	-			
28	6	6	9	19	19	19	32	6	13	13	25	32	25+10	32+6	13	19	25	32	32+10	32+19	32+25			
35	6	6	9	19	19	19	32	6	13	19	25	32	25+10	32+10	13	19	25	25+10	32+13	32+19	32+32			
42	6	6	13	19	25	25	32	6	13	19	25	32	32+6	32+10	13	19	25	25+10	32+13	32+25	32+32			
48	9	9	13	19	25	32	32	9	13	19	25	32	32+6	32+13	13	19	25	32+6	32+16	32+25	32+32			
54	9	9	13	19	25	32	32	9	13	19	25	32	32+6	32+13	13	19	25	32+6	32+16	32+25	32+40			
57	9	9	13	19	25	32	32	9	13	19	25	32	32+6	32+13	13	19	25	32+6	32+19	32+25	32+40			
60	9	9	13	19	25	32	32	9	13	19	25	32	32+6	32+13	13	19	32	32+6	32+19	32+32	32+40			
64	9	9	13	19	25	32	32	9	13	19	25	32	32+10	32+16	13	19	32	39	32+19	32+32	32+40			
67	9	9	13	19	25	32	32	9	13	19	25	32	32+10	32+16	13	19	32	32+10	32+19	32+32	32+40			
70	9	9	13	19	25	32	25+10	9	13	19	25	32	32+10	32+16	13	19	32	32+10	32+19	32+32	32+40			
76	9	9	13	19	25	32	25+10	9	13	19	25	25+10	32+10	32+16	13	25	32	32+10	32+19	32+32	32+40			
80	9	9	13	19	25	32	25+10	9	13	19	25	25+10	32+10	32+16	13	25	32	32+10	32+19	32+32	32+40			
89	9	9	13	19	25	32	25+10	9	13	19	25	25+10	32+10	32+19	13	25	32	32+10	32+25	32+32	32+50			

Наружный диаметр трубопровода, мм	Относительная влажность воздуха, %																				
	60						70						80								
	Температура изолируемой поверхности, °С																				
	10	5	0	-10	-20	-30	-40	10	5	0	-10	-20	-30	-40	10	5	0	-10	-20	-30	-40
	Толщина тепловой изоляции из изделий K-FLEX ENERGО, мм																				
102	9	9	13	19	25	32	25+13	9	13	19	32	25+10	32+13	32+19	13	25	32	32+10	32+25	25+40	32+50
108	9	9	13	19	24	32	25+13	9	13	19	32	25+10	32+13	32+19	13	25	32	32+10	32+25	32+40	32+50
114	9	9	13	19	25	32	25+13	9	13	19	32	25+10	32+13	32+19	13	25	32	32+10	32+25	32+40	32+50
125	6	10	13	19	25	32	25+13	6	13	19	32	32+6	32+13	32+25	13	25	32	32+13	32+25	32+40	32+50
133	6	10	13	19	25	32	25+13	6	13	19	32	32+6	32+13	32+25	13	25	32	32+13	32+25	32+40	32+50
140	6	10	13	19	25	32	25+13	6	13	19	32	32+6	32+13	32+25	13	25	32	32+13	32+25	32+10	32+50
159	6	10	13	19	25	32	25+13	6	13	19	32	32+6	50	32+25	13	25	32	32+13	59	32+40	32+50
169	6	10	13	19	25	32	40	6	13	19	32	40	50	32+25	13	25	32	50	60	32+40	40+50
194	6	10	13	19	25	32	40	6	13	19	32	40	50	32+25	16	25	32	50	32+32	74	40+50
219	6	10	13	19	25	32	40	6	13	19	32	40	50	32+25	16	25	32	50	32+32	40+40	40+50
273	6	10	13	19	32	40	40	6	13	19	32	40	50	40+19	16	25	32	50	32+32	40+40	40+50
325	6	10	13	19	32	40	40	6	13	19	32	40	50	32+32	16	25	32	50	32+32	40+40	50+50
377	6	10	13	19	32	40	50	6	13	19	32	42	40+13	32+32	16	25	32	50	50+19	40+40	50+50
426	6	10	13	19	32	40	50	6	13	19	32	42	40+13	32+32	16	25	32	50	50+19	40+50	50+50
473	6	10	13	19	32	40	50	6	13	19	32	42	40+13	32+32	16	25	34	40+13	50+19	40+50	50+50
530	6	10	13	19	32	40	50	6	13	19	32	43	40+13	32+32	16	25	40	40+13	50+19	40+50	50+50
630	6	10	13	19	32	40	50	6	13	19	32	43	40+16	32+32	16	25	40	40+13	50+25	40+50	-
720	6	10	13	19	32	40	50	6	13	19	32	43	40+16	32+32	16	25	40	40+13	50+25	40+50	-
820	6	10	13	19	32	40	50	6	13	19	32	44	40+16	40+25	16	25	40	40+13	50+25	40+50	-
920	6	10	13	19	32	40	50	6	13	19	32	44	40+16	40+25	16	25	40	40+16	50+25	40+50	-
1020	6	10	13	19	32	40	50	6	13	20	32	44	40+16	50+19	16	25	40	40+16	50+25	40+50	-
Более 1020	6	10	13	19	32	40	50	6	13	20	33	46	40+19	40+32	16	25	40	32+25	40+40	50+50	-

Таблица Г4

Рекомендуемая толщина теплоизоляционного материала K-FLEX ENERGO PLUS, предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на поверхности изоляции в конструкции с покрытиями PREMIUM для трубопроводов и воздуховодов систем вентиляции и кондиционирования воздуха, расположенных в помещении

Наружный диаметр трубопровода, мм		Относительная влажность воздуха, %																											
		60								70								80											
		Температура изолируемой поверхности, °С																											
		10	5	0	-10	-20	-30	-40	10	5	0	-10	-20	-30	-40	10	5	0	-10	-20	-30	-40	10	5	0	-10	-20	-30	-40
		Толщина тепловой изоляции из изделий K-FLEX ENERGO PLUS, мм																											
10	2	5	8	12	16	20	23	5	9	12	18	23	28	32	9	15	19	27	34	39	12								
12	2	5	8	13	17	21	24	5	9	13	19	24	29	34	10	15	20	28	36	43	47								
15	2	6	8	13	18	22	26	5	9	13	20	25	30	35	10	16	21	30	38	45	52								
18	2	6	9	14	19	23	27	5	10	14	20	26	32	37	11	17	22	31	39	47	54								
21	2	6	9	14	19	24	28	5	10	14	21	27	33	38	11	17	23	32	41	49	56								
25	2	6	9	15	20	24	29	6	10	15	22	28	34	40	11	18	23	33	42	51	58								
28	2	6	9	15	20	25	29	6	11	15	22	29	35	41	11	18	24	34	44	52	59								
32	2	6	10	16	21	26	30	6	11	15	23	30	36	42	12	19	25	35	45	54	62								
35	2	6	10	16	21	26	31	6	11	16	23	31	37	43	12	19	25	36	46	55	63								
38	2	6	10	16	22	27	31	6	11	16	24	31	38	44	12	19	26	37	47	56	64								
42	2	6	10	16	22	27	32	6	11	16	24	32	38	45	12	20	26	37	48	57	66								
45	2	6	10	17	22	28	32	6	11	16	25	32	39	45	12	20	26	38	48	58	67								
48	2	6	10	17	23	28	33	6	12	16	25	33	39	46	12	20	27	39	49	59	68								
54	2	6	10	17	23	29	34	6	12	17	25	33	40	47	13	20	27	39	50	60	69								
57	2	6	10	17	23	29	34	6	12	17	26	34	41	48	13	21	28	40	51	61	70								
60	2	7	10	17	24	29	34	6	12	17	26	34	41	48	13	21	28	40	51	62	71								
64	2	7	10	17	24	29	35	6	12	17	26	34	42	49	13	21	28	41	52	62	72								
67	2	7	11	18	24	30	35	6	12	17	26	35	42	49	13	21	28	41	53	63	73								
70	2	7	11	18	24	30	35	6	12	17	27	35	43	50	13	21	29	42	53	64	74								
76	2	7	11	18	24	30	36	6	12	17	27	35	43	50	13	22	29	42	54	65	75								
80	2	7	11	18	25	31	36	6	12	18	27	36	44	51	13	22	29	43	55	65	76								
89	2	7	11	18	25	31	37	6	12	18	28	36	44	52	13	22	30	43	56	67	77								

Наружный диаметр трубопровода, мм	Относительная влажность воздуха, %																				
	60						70						80								
	Температура изолируемой поверхности, °С																				
	10	5	0	-10	-20	-30	-40	10	5	0	-10	-20	-30	-40	10	5	0	-10	-20	-30	-40
	Толщина тепловой изоляции из изделий K-FLEX ENERGO PLUS, мм																				
92	2	7	11	18	25	31	37	6	12	18	28	37	45	52	13	22	30	44	56	67	78
102	2	7	11	19	26	32	38	6	12	18	28	37	46	53	14	22	30	45	57	69	80
108	2	7	11	19	26	32	38	6	13	18	28	38	46	54	14	23	31	45	58	70	81
114	2	7	11	19	26	32	38	6	13	18	29	38	46	54	14	23	31	45	58	70	81
125	2	7	11	19	26	33	39	6	13	18	29	38	47	55	14	23	31	46	59	72	83
133	2	7	11	19	26	33	39	6	13	19	29	39	48	56	14	23	31	47	60	72	84
140	2	7	11	19	27	33	39	6	13	19	29	39	48	56	14	23	32	47	61	73	85
159	2	7	11	19	27	34	40	6	13	19	30	40	49	58	14	24	32	48	62	75	87
169	2	7	11	19	27	34	41	6	13	19	30	40	49	58	14	24	32	48	62	76	88
194	2	7	11	20	27	35	41	6	13	19	31	41	50	59	14	24	33	49	64	77	90
219	2	7	11	20	28	35	42	7	13	19	31	41	51	60	14	24	33	50	65	79	92
273	2	7	12	20	28	36	43	7	13	20	32	42	53	62	15	25	34	51	67	82	95
325	2	7	12	20	29	36	44	7	13	20	32	43	54	64	15	25	34	52	69	84	98
377	2	7	12	20	29	37	44	7	13	20	32	44	54	65	15	25	35	53	70	85	100
426	2	7	12	21	29	37	45	7	13	20	33	44	55	65	15	25	35	54	71	87	102
473	2	7	12	21	29	37	45	7	14	20	33	44	56	66	15	25	35	54	72	88	103
530	2	7	12	21	29	38	45	7	14	20	33	45	56	67	15	25	36	55	72	89	105
630	2	7	12	21	30	38	46	7	14	20	33	45	57	68	15	26	36	55	73	90	107
720	2	7	12	21	30	38	46	7	14	20	33	46	57	68	15	26	36	56	74	91	108
820	2	7	12	21	30	38	46	7	14	20	34	46	58	69	15	26	36	56	75	93	109
920	2	7	12	21	30	39	47	7	14	21	34	46	58	70	15	26	36	57	75	93	111
1020	2	7	12	21	30	39	47	7	14	21	34	46	58	70	15	26	37	57	76	94	111
Более 1020	2	7	12	22	31	40	49	7	14	21	35	48	62	75	15	27	38	60	81	102	123

Расчетное время, в течение которого тепловая изоляция из изделий K-FLEX ENERGO предохраняет от замерзания холодную воду с начальной температурой 5 и 10 °С при аварийной остановке ее движения в трубопроводах в зимнее время

Д1. В таблицах Д1, Д2 приведено время до начала замерзания холодной воды в стальных трубопроводах с изоляцией изделиями K-FLEX ENERGO при аварийной остановке движения в зимнее время.

Д2. Расчет произведен для следующих исходных условий:

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

Коэффициент теплопроводности принимался в соответствии с таблицей 2.1.

Д3. Приняты: теплоизоляционный слой из трубок K-FLEX ENERGO толщиной 9–32 мм; двухслойная изоляция с внутренним слоем из трубок толщиной 32 мм и наружным слоем из рулонов K-FLEX ENERGO толщиной 10 мм.

Д4. В таблице Д1 приведено время до начала замерзания при начальной температуре воды 5 °С.

Д5. В таблице Д2 приведено время до начала замерзания при начальной температуре воды 10 °С.

Время, в течение которого изоляция из изделий K-FLEX ENERGO предотвращает замерзание воды с начальной температурой 5 °С при остановке ее движения при температуре окружающего воздуха, указанной в п. Д2

Наружный диаметр, мм	Толщина теплоизоляционного слоя из изделий K-FLEX ENERGO, мм					
	9	13	19	25	32	42
	Время до начала замерзания, ч					
Температура наружного воздуха –30 °С						
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
Температура наружного воздуха –20 °С						
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

Продолжение таблицы Д1

Наружный диаметр, мм	Толщина теплоизоляционного слоя из изделий K-FLEX ENERGO, мм					
	9	13	19	25	32	42
	Время до начала замерзания, ч					
Температура наружного воздуха –20 °С						
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

Таблица Д2

Время, в течение которого, изоляция из изделий K-FLEX ENERGO предотвращает замерзание воды с начальной температурой 10 °С при остановке ее движения при температуре окружающего воздуха, указанной в п. Д2

Наружный диаметр, мм	Толщина теплоизоляционного слоя из изделий K-FLEX ENERGO, мм					
	9	13	19	25	32	42
	Время до начала замерзания, ч					
Температура наружного воздуха –30 °С						
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

Наружный диаметр, мм	Толщина теплоизоляционного слоя из изделий K-FLEX ENERGO, мм					
	9	13	19	25	32	42
	Время до начала замерзания, ч					
Температура наружного воздуха –30 °С						
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 –20 °С						
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

Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя из изделий K-FLEX ENERGO PLUS в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов тепловых сетей двухтрубной канальной прокладки

Е1. Расчет произведен по методике, изложенной в разд. 7.10.

Е2. 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

Наружный диаметр, 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

Е3. При определении толщины теплоизоляционного слоя из изделий K-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 –3,6 °С (г. Москва).

При определении толщины теплоизоляционного слоя из изделий K-FLEX для изоляции трубопроводов подземной двухтрубной канальной прокладки при числе часов работы более 5000 (круглогодичная работа) за расчетную температуру окружающего воздуха принималась среднегодовая температура 4,1 °С (г. Москва).

Е4. Коэффициент теплопроводности грунта принят 1,8 Вт/(м × °С).

Е5. 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.

Е6. Коэффициент теплоотдачи от поверхности изоляции к воздуху в канале и от воздуха к поверхности канала принят равным 8 Вт/(м² × °С).

Е7. Коэффициент теплоотдачи от поверхности грунта к окружающему воздуху принят равным 35 Вт/(м × °С).

Е8. Толщины изоляции подающего и обратного трубопровода приняты одинаковыми.

Е9. При большей глубине заложения канала при толщине изоляции, указанной в таблице Е.1, тепловой поток с поверхности изоляции подающего и обратного трубопроводов уменьшается, что обеспечивает дополнительную экономию энергоресурсов.

При изменении условий прокладки расчетные толщины тепловой изоляции подлежат корректировке.

Таблица Е

Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя из изделий K-FLEX ENERGO PLUS, 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+10	32+10	25+13	32+10
57	32+10	45	25+13	32+10
76	32+13	32+13	32+10	32+13
89	32+13	32+19	32+10	32+13
108	2x25	25+32	19+25	2x25
133	2x25	25+32	2x25	2x25
159	2x25	25+32	2x25	25+32
219	2x25	25+32	2x25	25+32
273	25+32	32+32	2x25	32+32
325	25+32	32+32	2x25	32+32
377	25+32	32+32	2x25	32+32
426	25+32	32+32	2x25	32+32
476	25+32	$\frac{2x25+19}{32+40^*}$	25+32	32+32
530	25+32	$\frac{2x25+19}{32+40^*}$	25+32	32+32
630	25+32	$\frac{2x25+19}{32+40^*}$	2x25	32+32
720	25+32	$\frac{2x25+19}{32+40^*}$	2x25	32+32
820	25+32	32+32	2x25	32+32
920	25+32	$\frac{2x25+19}{32+40^*}$	2x25	32+32
1020	25+32	32+32	2x25	32+32
1220	25+25	32+32	2x25	32+25
1420	25+25	32+32	2x25	32+25

* – рулонные изделия марки ENERGO PLUS.

Объем и площадь поверхности тепловой изоляции на 10 м длины трубопровода в зависимости от толщины теплоизоляционного слоя

Таблица Ж1

Объем теплоизоляционного слоя из теплоизоляционных изделий K-FLEX в конструкции в зависимости от толщины

Наружный диаметр, мм	Толщина теплоизоляционного слоя в конструкции, мм									
	6	9	10	13	16	19	25	32	40	50
	Объем теплоизоляционного слоя в конструкции на 10 метров трубопровода, м ³									
6	0,0023	0,0042	0,0050	0,0078	0,0111	0,0149	0,0243	0,0382	0,0578	0,0880
8	0,0026	0,0048	0,0057	0,0086	0,0121	0,0161	0,0259	0,0402	0,0603	0,0911
10	0,0030	0,0054	0,0063	0,0094	0,0131	0,0173	0,0275	0,0422	0,0628	0,0942
15	0,0040	0,0068	0,0079	0,0114	0,0156	0,0203	0,0314	0,0472	0,0691	0,1021
18	0,0045	0,0076	0,0088	0,0127	0,0171	0,0221	0,0338	0,0503	0,0729	0,1068
35	0,0077	0,0124	0,0141	0,0196	0,0256	0,0322	0,0471	0,0674	0,0942	0,1335
42	0,0090	0,0144	0,0163	0,0225	0,0292	0,0364	0,0526	0,0744	0,1030	0,1445
48	0,0102	0,0161	0,0182	0,0249	0,0322	0,0400	0,0573	0,0804	0,1106	0,1539
60	0,0124	0,0195	0,0220	0,0298	0,0382	0,0472	0,0668	0,0925	0,1257	0,1728
76	0,0155	0,0240	0,0270	0,0363	0,0462	0,0567	0,0793	0,1086	0,1458	0,1979
89	0,0179	0,0277	0,0311	0,0417	0,0528	0,0645	0,0895	0,1216	0,1621	0,2183
108	0,0215	0,0331	0,0371	0,0494	0,0623	0,0758	0,1045	0,1407	0,1860	0,2482
114	0,0226	0,0348	0,0390	0,0519	0,0653	0,0794	0,1092	0,1468	0,1935	0,2576
125	0,0247	0,0379	0,0424	0,0564	0,0709	0,0860	0,1178	0,1578	0,2073	0,2749
133	0,0262	0,0401	0,0449	0,0596	0,0749	0,0907	0,1241	0,1659	0,2174	0,2875
159	0,0311	0,0475	0,0531	0,0702	0,0880	0,1062	0,1445	0,1920	0,2501	0,3283
219	0,0424	0,0645	0,0719	0,0948	0,1181	0,1421	0,1916	0,2523	0,3255	0,4225
273	0,0526	0,0797	0,0889	0,1168	0,1453	0,1743	0,2340	0,3066	0,3933	0,5074
325	0,0624	0,0944	0,1052	0,1380	0,1714	0,2053	0,2749	0,3589	0,4587	0,5890
377	0,0722	0,1091	0,1216	0,1593	0,1975	0,2364	0,3157	0,4112	0,5240	0,6707
426	0,0814	0,1230	0,1370	0,1793	0,2222	0,2656	0,3542	0,4604	0,5856	0,7477
476	0,0909	0,1371	0,1527	0,1997	0,2473	0,2955	0,3935	0,5107	0,6484	0,8262
530	0,1010	0,1524	0,1696	0,2218	0,2744	0,3277	0,4359	0,5650	0,7163	0,9111
630	0,1199	0,1807	0,2011	0,2626	0,3247	0,3874	0,5144	0,6655	0,8419	1,0681
720	0,1368	0,2061	0,2293	0,2994	0,3700	0,4411	0,5851	0,7560	0,9550	1,2095
820	0,1557	0,2344	0,2608	0,3402	0,4202	0,5008	0,6637	0,8565	1,0807	1,3666
920	0,1745	0,2627	0,2922	0,3810	0,4705	0,5605	0,7422	0,9571	1,2064	1,5237
1020	0,1934	0,2909	0,3236	0,4219	0,5208	0,6202	0,8207	1,0576	1,3320	1,6808
1220	0,2311	0,3475	0,3864	0,5036	0,6213	0,7396	0,9778	1,2586	1,5834	1,9949
1420	0,2688	0,4040	0,4492	0,5852	0,7218	0,8589	1,1349	1,4597	1,8347	2,3091

**Площадь поверхности теплоизоляционной конструкции
с применением изделий K-FLEX на 10 метров длины трубопровода
в зависимости от толщины**

Наружный диаметр, мм	Толщина теплоизоляционного слоя в конструкции, мм									
	6	9	10	13	16	19	25	32	40	50
	Площадь поверхности теплоизоляционного слоя в конструкции на 10 метров трубопровода, м ²									
6	0,57	0,75	0,82	1,01	1,19	1,38	1,76	2,20	2,70	3,33
8	0,63	0,82	0,88	1,07	1,26	1,45	1,82	2,26	2,76	3,39
10	0,69	0,88	0,94	1,13	1,32	1,51	1,88	2,32	2,83	3,46
15	0,85	1,04	1,10	1,29	1,48	1,67	2,04	2,48	2,98	3,61
18	0,94	1,13	1,19	1,38	1,57	1,76	2,14	2,58	3,08	3,71
35	1,48	1,67	1,73	1,92	2,10	2,29	2,67	3,11	3,61	4,24
42	1,70	1,88	1,95	2,14	2,32	2,51	2,89	3,33	3,83	4,46
48	1,88	2,07	2,14	2,32	2,51	2,70	3,08	3,52	4,02	4,65
60	2,26	2,45	2,51	2,70	2,89	3,08	3,46	3,90	4,40	5,03
76	2,76	2,95	3,02	3,20	3,39	3,58	3,96	4,40	4,90	5,53
89	3,17	3,36	3,42	3,61	3,80	3,99	4,37	4,81	5,31	5,94
108	3,77	3,96	4,02	4,21	4,40	4,59	4,96	5,40	5,91	6,53
114	3,96	4,15	4,21	4,40	4,59	4,78	5,15	5,59	6,09	6,72
125	4,30	4,49	4,56	4,74	4,93	5,12	5,50	5,94	6,44	7,07
133	4,56	4,74	4,81	5,00	5,18	5,37	5,75	6,19	6,69	7,32
159	5,37	5,56	5,62	5,81	6,00	6,19	6,57	7,01	7,51	8,14
219	7,26	7,45	7,51	7,70	7,89	8,07	8,45	8,89	9,39	10,02
273	8,95	9,14	9,20	9,39	9,58	9,77	10,15	10,59	11,09	11,72
325	10,59	10,78	10,84	11,03	11,22	11,40	11,78	12,22	12,72	13,35
377	12,22	12,41	12,47	12,66	12,85	13,04	13,41	13,85	14,36	14,99
426	13,76	13,95	14,01	14,20	14,39	14,58	14,95	15,39	15,90	16,52
476	15,33	15,52	15,58	15,77	15,96	16,15	16,52	16,96	17,47	18,10
530	17,03	17,22	17,28	17,47	17,66	17,84	18,22	18,66	19,16	19,79
630	20,17	20,36	20,42	20,61	20,80	20,99	21,36	21,80	22,31	22,93
720	23,00	23,18	23,25	23,44	23,62	23,81	24,19	24,63	25,13	25,76
820	26,14	26,33	26,39	26,58	26,77	26,95	27,33	27,77	28,27	28,90
920	29,28	29,47	29,53	29,72	29,91	30,10	30,47	30,91	31,42	32,04
1020	32,42	32,61	32,67	32,86	33,05	33,24	33,62	34,05	34,56	35,19
1220	38,70	38,89	38,96	39,14	39,33	39,52	39,90	40,34	40,84	41,47
1420	44,99	45,18	45,24	45,43	45,62	45,80	46,18	46,62	47,12	47,75