

AEROFLEX[®]



**АЛЬБОМ
ТЕХНИЧЕСКИХ
РЕШЕНИЙ**

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий альбом технических решений разработан применительно к теплоизоляционным изделиям AEROFLEX и содержит рекомендации по проектированию, монтажу и эксплуатации конструкций тепловой изоляции оборудования и трубопроводов следующих типов:

- технологические трубопроводы, резервуары и оборудование с положительными и отрицательными температурами всех отраслей промышленности;
- трубопроводы тепловых сетей с температурными графиками 150–70, 120–70, 105–70, 95–70 при надземной (подвалы, чердаки, открытые уличные пространства и т.д.) и подземной (канальной, тоннельной и бесканальной) прокладках;
- трубопроводы систем отопления, горячего и холодного водоснабжения;
- низкотемпературные трубопроводы и оборудование холодильных установок, включая оборудование на транспорте;
- воздуховоды и оборудование систем вентиляции и кондиционирования воздуха;
- газопроводы, нефтепроводы, трубопроводы с нефтепродуктами;
- трубопроводная арматура, включая муфтовую и фланцевую арматуру;
- технологические аппараты и трубопроводы производств с повышенными требованиями к чистоте воздуха в помещениях;
- технологическое оборудование предприятий химической, нефтеперерабатывающей, газовой, пищевой и других отраслей промышленности;
- емкости и резервуары для хранения холодной воды в системах водоснабжения и пожаротушения;
- резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов, мазута, химических веществ и т.д.

Теплоизоляционные изделия AEROFLEX могут быть использованы в конструкциях тепловой изоляции транспортных средств, в т.ч. на морских и речных судах, плавучих и иных объектах, подлежащих техническому наблюдению Российского морского регистра судоходства и Российского речного регистра судоходства, для трубопроводов и оборудования с положительными и отрицательными температурами, расположенных в грузовых помещениях, почтовых, багажных, холодильных отделениях, палубах и т.д.

Теплоизоляционные изделия AEROFLEX могут применяться в составе готовых товаров и изделий других производителей, которые не описаны в данном альбоме технических решений, в том числе в автомобильной промышленности, приборостроении, электрооборудовании, бытовых и промышленных приборах и аппаратах.

Теплоизоляционные изделия AEROFLEX могут использоваться в составе сборных систем тепловой изоляции, в том числе в комбинации с другими материалами, применяемыми для отделки путей эвакуации людей непосредственно наружу или в безопасную зону. Теплоизоляционные изделия AEROFLEX не могут быть использованы самостоятельно для отделки путей эвакуации людей непосредственно наружу или в безопасную зону.

Настоящие рекомендации разработаны для конструкций тепловой изоляции с применением теплоизоляционных изделий AEROFLEX и устанавливают требования к проектированию и монтажу данных конструкций.

Настоящие рекомендации разработаны в соответствии с действующим Законодательством РФ, нормами на проектирование тепловой изоляции, с учетом требований пожарной безопасности и охраны окружающей среды, техническими условиями и другими разрешительными документами на теплоизоляционные изделия AEROFLEX.

Теплоизоляционные изделия AEROFLEX изготавливаются предприятием ООО «Теплоизоляция Пермь» по ТУ 22.19.73–001–92361651–2017 «Изделия теплоизоляционные из вспененного каучука AEROFLEX, а также компанией Aeroflex Co., LTD по ТТ 02–11–20.

При использовании настоящих рекомендаций следует соблюдать обязательные требования строительных, санитарных, пожарных, технологических, экологических и других норм безопасности, утвержденных в соответствии с действующим законодательством РФ, в том числе следует руководствоваться техническим заданием, требованиями заказчика и следует учитывать специфические условия эксплуатации.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Номенклатура теплоизоляционных изделий AEROFLEX	4
1.1.	Марки, виды, исполнения и покрытия	4
1.2.	Условные обозначения изделий в технической и проектной документации	6
1.3.	Размеры и исполнения изделий в зависимости от марки	7
1.3.1.	AEROFLEX EPDM	7
1.3.2.	AEROFLEX EPDM HT	9
1.3.3.	AEROFLEX FIRO	11
1.3.4.	AEROFLEX EPDM HD	13
2.	Технические характеристики теплоизоляционных изделий AEROFLEX	14
3.	Область применения теплоизоляционных изделий AEROFLEX	16
4.	Покрытия AEROFLEX. Характеристики. Области применения.	17
4.1.	Покрытие ALU	17
4.2.	Покрытие Metal Pro	17
4.3.	Покрытие FG	19
4.4.	Покрытие FG ALU	19
4.5.	Покрытие Aerojacket	20
5.	Рекомендации по применению теплоизоляционных изделий AEROFLEX в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов	22
5.1.	Требования к конструкциям с применением изделий AEROFLEX	22
5.2.	Изделия AEROFLEX в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с положительными температурами	24
5.3.	Изделия AEROFLEX в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с низкими температурами	24
6.	Конструкции с применением теплоизоляционных и покровных материалов AEROFLEX	26
6.1.	Конструкции тепловой изоляции трубопроводов	26
6.2.	Конструкции тепловой изоляции арматуры и фланцевых соединений трубопроводов	29
6.3.	Конструкции тепловой изоляции воздухопроводов в системах вентиляции и кондиционирования воздуха	30
6.4.	Конструкции тепловой изоляции технологических аппаратов	31
6.5.	Конструкции тепловой изоляции резервуаров для хранения холодной воды	33
6.6.	Конструкции тепловой изоляции резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов	34
7.	Аксессуары AEROFLEX	35
7.1.	Клеевой слой S	35
7.2.	Клей Aero seal	35
7.3.	Клей Aero seal TF/HT	36
7.4.	Лента самоклеящаяся теплоизоляционная Aerotape	36
7.5.	Лента самоклеящаяся теплоизоляционная Aerotape HT	37
7.6.	Лента самоклеящаяся Protape	38
7.7.	Лента самоклеящаяся алюминиевая Alutape	38
7.8.	Лента самоклеящаяся комбинированная Alutape MKA	39
7.9.	Лента самоклеящаяся армированная Alutape ARM	39
7.10.	Лента самоклеящаяся FG-tape	40
7.11.	Подвесы AEROFIX	40
7.12.	Очиститель AEROFLEX Cleaner	41
7.13.	Клей Aero seal APTM340	42
8.	Общие требования к производству теплоизоляционных работ с применением изделий AEROFLEX	43
9.	Проектирование тепловой изоляции на основе изделий AEROFLEX	45
10.	Расчет толщины теплоизоляции на основе изделий AEROFLEX в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов и оборудования	47
10.1.	Значения коэффициентов, используемых при выполнении расчетов толщин теплоизоляционных конструкций из изделий AEROFLEX	47
10.2.	Расчёт теплового потока через теплоизоляционную конструкцию	51
10.3.	Расчет толщины тепловой изоляции по нормированной плотности теплового потока	53

СОДЕРЖАНИЕ

10.4.	Расчет толщины изоляции по заданному снижению (повышению) температуры вещества, транспортируемого трубопроводами	55
10.5.	Расчет толщины тепловой изоляции по заданной температуре наружной поверхности	56
10.6.	Расчет толщины изоляции, предотвращающей конденсацию влаги из воздуха на её поверхности	58
10.7.	Расчет тепловой изоляции с целью предотвращения конденсации влаги на внутренних поверхностях газоходов	59
10.8.	Расчет тепловой изоляции трубопроводов с целью предотвращения замерзания содержащейся в них жидкости при остановке ее движения	61
10.9.	Расчет тепловой изоляции трубопроводов тепловых сетей подземной прокладки в непроходных каналах	63
10.10.	Расчёт толщины тепловой изоляции по заданной величине охлаждения (нагрева) вещества, хранимого в емкости	65
11.	Примеры расчёта толщины теплоизоляционных конструкций из изделий AEROFLEX	67
11.1.	Пример расчёта толщины теплоизоляционной конструкции с целью обеспечения нормированной плотности теплового потока для трубопроводов тепловых сетей надземной прокладки	67
11.2.	Пример расчёта толщины теплоизоляционной конструкции с целью обеспечения нормированной плотности теплового потока для трубопроводов внешним диаметром 1,4 м и менее и с отрицательными температурами теплоносителя	68
11.3.	Пример расчёта толщины теплоизоляционной конструкции с целью обеспечения нормированной плотности теплового потока для плоских и цилиндрических поверхностей с диаметром 1,4 м и более	69
11.4.	Пример расчёта толщины теплоизоляционной конструкции по заданному снижению (повышению) температуры вещества, транспортируемого трубопроводами	70
11.5.	Пример расчёта толщины цилиндрической теплоизоляционной конструкции по заданной температуре наружной поверхности	71
11.6.	Пример расчета толщины плоской теплоизоляционной конструкции по заданной температуре наружной поверхности	73
11.7.	Пример расчёта толщины цилиндрической теплоизоляционной конструкции, предотвращающей конденсацию влаги из воздуха на её поверхности	74
11.8.	Пример расчёта толщины плоской теплоизоляционной конструкции, предотвращающей конденсацию влаги из воздуха на её поверхности	75
11.9.	Пример расчёта тепловой изоляции с целью предотвращения конденсации влаги на внутренних поверхностях газоходов	76
11.10.	Пример расчёта тепловой изоляции трубопроводов с целью предотвращения замерзания содержащейся в них жидкости при остановке ее движения	78
Приложение А. Теплоизоляционные конструкции с применением изделий и покрытий AEROFLEX		81
Приложение Б. Толщина тепловой изоляции из изделий AEROFLEX, обеспечивающая нормативное значение плотности теплового потока, в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов		128
Приложение В. Толщина тепловой изоляции из изделий AEROFLEX, отвечающая нормам плотности теплового потока, в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с низкотемпературными теплоносителями		142
Приложение Г. Толщина тепловой изоляции из изделий AEROFLEX, обеспечивающая заданную температуру на поверхности изоляции трубопроводов и оборудования		146
Приложение Д. Толщина тепловой изоляции из изделий AEROFLEX, предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на её поверхности, в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов и оборудования с температурами теплоносителя ниже температуры окружающей среды		151
Приложение Е. Значение функции $\chi L_{\text{нх}}$ в пределах от 1 до 10		157

1. НОМЕНКЛАТУРА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ AEROFLEX.

Теплоизоляционные изделия AEROFLEX могут изготавливаться в виде листов, рулонов, трубок. Изделия могут быть самоклеящимися, а также иметь предварительно нанесенные покрытия.

1.1. Марки, виды, исполнения и покрытия.

1.1.1. Марки изделий AEROFLEX в зависимости от диапазона рабочих температур и каучукового основания представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1. Марки изделий AEROFLEX.

Марка	Цвет	Рабочий диапазон температур, °С	Каучуковое основание и состав	Формы выпуска	Область применения
EPDM	Черный	От –200 до +130 (+175*)	EPDM Без асбеста Без CFC – HCFC Без PVC Без силикона Без фтора	Трубки, листы и рулоны	• Криогенное оборудование • Холодильное оборудование • Изоляция HVAC • Тепловые пункты и сети 120–70, 105–70 и 95–70 • Технологическое оборудование и трубопроводы • Системы солнечной энергетики
EPDM HT	Черный	От –200 до +150 (+185*)	Высокотемпературный EPDM Без асбеста Без CFC – HCFC Без PVC Без силикона Без фтора	Трубки, листы и рулоны	• Тепловые пункты и сети 150–70, 120–70, 105–70 и 95–70 • Технологическое оборудование и трубопроводы • Системы солнечной энергетики
EPDM HD	Черный	От –60 до +130 (+175*)	EPDM повышенной плотности Без асбеста Без CFC – HCFC Без PVC Без силикона Без фтора	Листы и рулоны	• Оборудование и трубопроводы подземной бесканальной прокладки
FIRO	Черный	От –200 до +110 (+115*)	NBR Без асбеста Без CFC – HCFC Без силикона Без фтора	Трубки и рулоны	• Холодильное оборудование • Изоляция HVAC • Тепловые пункты и сети 105–70 и 95–70 • Технологическое оборудование и трубопроводы

*Кратковременно до суток.

1.1.2. Виды изделий AEROFLEX в зависимости от формы выпуска представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2. Виды изделий AEROFLEX.

Форма	Расшифровка	Код	Описание
Трубка	Metric tube	M	Полая трубка цилиндрической формы
Рулон	Metric sheet-roll	MSR	Плоский лист, скрученный в рулон
Лист	Metric sheet 2 m ²	MS2	Плоский лист в виде пластины
Лента	Tape	...tape	Плоский лист, в виде ленты шириной до 100 мм, предназначенный для фиксации теплоизоляционных изделий в проектном положении и защиты стыков между смежными изделиями

Могут изготавливаться фасонные изделия в виде:

- Углов для изоляции отводов 90° (E-section «Е»);
- Равнопроходных тройников (T-section «Т»).

1.1.3. Виды изделий AEROFLEX в зависимости от исполнения представлены в таблице 1.3.*Таблица 1.3. Исполнения изделий AEROFLEX.*

Обозначение	Расшифровка обозначения	Описание
S	Self-adhesive	Плоский лист, в виде пластины или рулона стандартных типоразмеров, имеющий с одной стороны клеевой слой и антиадгезионную пленку или бумагу

По согласованию с заказчиком допускается производство трубок с продольным разрезом и самоклеящимся слоем, выполненном в виде клеепереносящей ленты, закрытой антиадгезионной бумагой или пленкой. По требованию потребителя продольный разрез трубки может быть выполнен под углом.

По согласованию с заказчиком допускается изготовление листов и рулонов с самоклеящимся слоем, выполненном в виде клеепереносящей ленты, закрытой антиадгезионной бумагой или пленкой, когда порядок, способ и места нанесения, вид клеепереносящего слоя, углы, формы срезов и т.д. при нарезке листов и рулонов выбирается в соответствии с чертежами и требованиями заказчика.

1.1.4. Виды покрытий изделий AEROFLEX представлены в таблице 1.4.*Таблица 1.4. Покрытия для изделий AEROFLEX.*

Обозначение	Описание	Формы выпуска изделий с покрытием
ALU	Алюминиевая фольга, прозрачная полимерная пленка	Рулоны и листы марок EPDM и FIRO в стандартном и самоклеящемся исполнении
Metal Pro	ПВХ, алюминиевая фольга, прозрачная полимерная пленка	Трубки марок EPDM, EPDM HT и FIRO Рулоны и листы марок EPDM и FIRO в стандартном и самоклеящемся исполнении, а также рулоны и листы EPDM HT в стандартном исполнении
FG	Стеклоткань черного цвета	Трубки марок EPDM, EPDM HT и FIRO Рулоны и листы марок EPDM и FIRO в стандартном и самоклеящемся исполнении, а также рулоны и листы EPDM HT в стандартном исполнении
FG ALU	Стеклоткань, алюминиевая фольга, полимерная пленка	Трубки марок EPDM, EPDM HT и FIRO Рулоны и листы марок EPDM и FIRO в стандартном и самоклеящемся исполнении, а также рулоны и листы EPDM HT в стандартном исполнении
Aerojacket	Полимерный материал на основе пластифицированного поливинилхлорида	Рулоны и листы марок EPDM и FIRO в стандартном и самоклеящемся исполнении, а также рулоны и листы EPDM HT и HD в стандартном исполнении

Технические характеристики применяемых покрытий описаны в разделе 4 настоящего альбома технических решений.

1.2. Условные обозначения изделий в технической и проектной документации.

1.2.1. Трубки AEROFLEX.

В технической и проектной документации обозначение изделий AEROFLEX в виде трубок производится по следующей схеме:

<u>X</u>	<u>XX</u>	<u>XXX</u>	трубка AEROFLEX	<u>XXXX XX</u>	<u>XXX</u>	
						Вид изделия «М» (см. таблицу 1.2)
						Толщина изоляционного слоя, мм (см. таблицы 1.5, 1.6, 1.8 и 1.9)*
						Внутренний диаметр трубки, мм (см. таблицы 1.5, 1.6, 1.8 и 1.9)**
						Марка изделия (см. таблицу. 1.1)
						Обозначение покрытия (при наличии, см. таблицу 1.4)

* Если число, обозначающее толщину изоляционного слоя, однозначное, то перед ним ставится «0». Например, если толщина изоляционного слоя равна 6 мм, то следует обозначить его как «06».

** Если число, обозначающее внутренний диаметр изоляционной трубки, однозначное или двухзначное, то перед ним ставится «00» или «0» соответственно. Например, если внутренний диаметр трубки равен 8 мм, то следует обозначить его как «008», или если внутренний диаметр трубки равен 60 мм, то следует обозначить его как «060».

Пример записи трубки AEROFLEX марки EPDM с толщиной стенки 19 мм и внутренним диаметром 76 мм, без покрытия:

М 19076 трубка AEROFLEX EPDM

Пример записи трубки AEROFLEX марки EPDM HT в виде трубки с толщиной стенки 32 мм, внутренним диаметром 133 мм, с покрытием FG:

М 32133 трубка AEROFLEX EPDM HT FG

1.2.2. Листы и рулоны AEROFLEX.

В технической и проектной документации обозначение изделий AEROFLEX в виде листов или рулонов производится по следующей схеме:

<u>XXX</u>	<u>- XX</u>	лист/рулон AEROFLEX	<u>XXXX XX</u>	<u>XXX</u>	<u>X</u>	
						Вид изделия «MSR» или «MS2» (см. таблицу 1.2)
						Толщина изоляции, мм (см. таблицы 1.7, 1.10, 1.11 и 1.12)*
						Марка изделия (см. таблицу. 1.1)
						Обозначение покрытия (при наличии, см. таблицу 1.4)
						Обозначение исполнения (при наличии, см. таблицу 1.3)

* Если число, обозначающее толщину изоляционного слоя, однозначное, то перед ним ставится «0». Например, если толщина изоляционного слоя равна 6 мм, то следует обозначить его как «06».

Пример записи условного обозначения теплоизоляции AEROFLEX в виде самоклеящегося рулона марки FIRO, номинальной толщиной 6 мм, с покрытием ALU:

MSR-06 рулон AEROFLEX FIRO ALU S

Пример записи условного обозначения теплоизоляции AEROFLEX в виде листа марки EPDM HT, номинальной толщиной 50 мм, без покрытия:

MS2-50 лист AEROFLEX EPDM HT

1.3. Размеры и исполнения изделий AEROFLEX в зависимости от марки.

1.3.1. AEROFLEX EPDM.

А. Трубки AEROFLEX EPDM.

Номенклатура трубок AEROFLEX EPDM без покрытий приведена в таблице 1.5. Стандартная длина трубок AEROFLEX EPDM без покрытий 2 п.м.

Таблица 1.5. Номенклатура трубок AEROFLEX EPDM без покрытий.

Внутренний диаметр изоляции, мм	Толщина изоляции, мм							
	6	9	13	19	25	32	40	50
6	M 06006	M 09006	M 13006	—	—	—	—	—
8	M 06008	M 09008	M 13008	—	—	—	—	—
10	M 06010	M 09010	M 13010	—	—	—	—	—
13	M 06013	M 09013	M 13013	—	—	—	—	—
16	M 06016	M 09016	M 13016	M 19016	—	—	—	—
19	M 06019	M 09019	M 13019	M 19019	M 25019	M 32019	M 40019	M 50019
22	M 06022	M 09022	M 13022	M 19022	M 25022	M 32022	M 40022	M 50022
28	—	M 09028	M 13028	M 19028	M 25028	M 32028	M 40028	M 50028
35	—	M 09035	M 13035	M 19035	M 25035	M 32035	M 40035	M 50035
42	—	M 09042	M 13042	M 19042	M 25042	M 32042	M 40042	M 50042
48	—	M 09048	M 13048	M 19048	M 25048	M 32048	M 40048	M 50048
51	—	—	—	M 19051	M 25051	—	—	—
54	—	M 09054	M 13054	M 19054	M 25054	M 32054	—	—
57	—	M 09057	M 13057	M 19057	M 25057	M 32057	M 40057	M 50057
60	—	M 09060	M 13060	M 19060	M 25060	M 32060	M 40060	M 50060
64	—	M 09064	M 13064	M 19064	M 25064	M 32064	—	—
76	—	M 09076	M 13076	M 19076	M 25076	M 32076	M 40076	M 50076
90	—	M 09090	M 13090	M 19090	M 25090	M 32090	M 40090	M 50090
102	—	—	—	M 19102	M 25102	M 32102	M 40102	M 50102
109	—	M 09109	M 13109	M 19109	M 25109	M 32109	M 40109	M 50109
115	—	M 09115	M 13115	M 19115	M 25115	M 32115	M 40115	M 50115
125	—	—	M 13125	M 19125	M 25125	M 32125	M 40125	M 50125
133	—	—	M 13133	M 19133	M 25133	M 32133	M 40133	M 50133
140	—	—	M 13140	M 19140	M 25140	M 32140	M 40140	M 50140
160	—	—	M 13160	M 19160	M 25160	M 32160	M 40160	M 50160
170	—	—	M 13170	M 19170	M 25170	M 32170	M 40170	M 50170

Номенклатура трубок AEROFLEX EPDM в покрытиях приведена в таблице 1.6. Стандартная длина трубок AEROFLEX EPDM в покрытиях 1 п.м.

Таблица 1.6. Номенклатура трубок AEROFLEX EPDM в покрытиях Metal Pro, FG и FG Alu.

Внутренний диаметр изоляции, мм	Толщина изоляции, мм				
	9	13	19	25	32
16	M 09016	M 13016	–	–	–
19	M 09019	M 13019	M 19019	M 25019	M 32019
22	M 09022	M 13022	M 19022	M 25022	M 32022
28	M 09028	M 13028	M 19028	M 25028	M 32028
35	M 09035	M 13035	M 19035	M 25035	M 32035
42	M 09042	M 13042	M 19042	M 25042	M 32042
48	M 09048	M 13048	M 19048	M 25048	M 32048
54	M 09054	M 13054	M 19054	M 25054	M 32054
60	M 09060	M 13060	M 19060	M 25060	M 32060
76	M 09076	M 13076	M 19076	M 25076	M 32076
90	M 09090	M 13090	M 19090	M 25090	M 32090
109	M 09109	M 13109	M 19109	M 25109	M 32109
115	M 09115	M 13115	M 19115	M 25115	M 32115
133	–	M 13133	M 19133	M 25133	M 32133
160	–	M 13160	M 19160	M 25160	M 32160

В. Рулоны и листы AEROFLEX EPDM.

Рулоны EPDM выпускаются номинальной толщиной 3, 6, 10, 13, 19, 25, 32 мм, шириной 1 м. Длина рулонов AEROFLEX EPDM зависит от толщины изделия (см. табл. 1.7.)

Листы AEROFLEX EPDM выпускаются номинальными толщинами 40, 50 мм, шириной 1 м. Номинальная длина листов – 2 м. (см. табл. 1.7.). На заказ изготавливаются листы номинальной толщиной 6, 10, 13, 19, 25 и 32 мм.

Таблица 1.7. Типоразмеры рулонов и листов AEROFLEX EPDM.

Код	Форма выпуска	Толщина, мм	Длина, м
MSR-03	Рулон	3	45
MSR-06	Рулон	6	22
MSR-10	Рулон	10	15
MSR-13	Рулон	13	11
MSR-19	Рулон	19	7
MSR-25	Рулон	25	5
MSR-32	Рулон	32	4
MS2-40	Лист	40	2
MS2-50	Лист	50	2

Исполнения листов и рулонов AEROFLEX EPDM:

- В том числе, в покрытиях (см. табл. 1.4.);
- Самоклеящиеся листы и рулоны, в том числе, в покрытиях (см. табл. 1.4.).

С. Другие изделия AEROFLEX EPDM.

- Углы теплоизоляционные 90° (E- section «Е»);
- Равнопроходные теплоизоляционные тройники (T- section «Т»).

1.3.2. AEROFLEX EPDM HT.**А. Трубки AEROFLEX EPDM HT.**

Номенклатура трубок AEROFLEX EPDM HT без покрытий представлена в таблице 1.8. Стандартная длина трубок AEROFLEX EPDM HT без покрытий 2 п.м.

Таблица 1.8. Номенклатура трубок AEROFLEX EPDM HT без покрытий.

Внутренний диаметр изоляции, мм	Толщина изоляции, мм						
	9	13	19	25	32	40	50
16	М 09016	М 13016	–	–	–	–	–
19	М 09019	М 13019	М 19019	М 25019	М 32019	М 40019	М 50019
22	М 09022	М 13022	М 19022	М 25022	М 32022	М 40022	М 50022
28	М 09028	М 13028	М 19028	М 25028	М 32028	М 40028	М 50028
35	М 09035	М 13035	М 19035	М 25035	М 32035	М 40035	М 50035
42	М 09042	М 13042	М 19042	М 25042	М 32042	М 40042	М 50042
48	М 09048	М 13048	М 19048	М 25048	М 32048	М 40048	М 50048
54	М 09054	М 13054	М 19054	М 25054	М 32054	–	–
57	М 09057	М 13057	М 19057	М 25057	М 32057	М 40057	М 50057
60	М 09060	М 13060	М 19060	М 25060	М 32060	М 40060	М 50060
76	М 09076	М 13076	М 19076	М 25076	М 32076	М 40076	М 50076
90	М 09090	М 13090	М 19090	М 25090	М 32090	М 40090	М 50090
109	–	М 13109	М 19109	М 25109	М 32109	М 40109	М 50109
115	–	М 13115	М 19115	М 25115	М 32115	М 40115	М 50115
133	–	М 13133	М 19133	М 25133	М 32133	М 40133	М 50133
160	–	М 13160	М 19160	М 25160	М 32160	М 40160	М 50160

Номенклатура трубок AEROFLEX EPDM HT в покрытиях представлена в таблице 1.9. Стандартная длина трубок AEROFLEX EPDM HT с покрытиями 1 п.м.

Таблица 1.9. Номенклатура трубок AEROFLEX EPDM HT в покрытиях Metal Pro, FG и FG Alu.

Внутренний диаметр изоляции, мм	Толщина изоляции, мм				
	9	13	19	25	32
16	M 09016	M 13016	–	–	–
19	M 09019	M 13019	M 19019	M 25019	M 32019
22	M 09022	M 13022	M 19022	M 25022	M 32022
28	M 09028	M 13028	M 19028	M 25028	M 32028
35	M 09035	M 13035	M 19035	M 25035	M 32035
42	M 09042	M 13042	M 19042	M 25042	M 32042
48	M 09048	M 13048	M 19048	M 25048	M 32048
54	M 09054	M 13054	M 19054	M 25054	M 32054
60	M 09060	M 13060	M 19060	M 25060	M 32060
76	M 09076	M 13076	M 19076	M 25076	M 32076
90	M 09090	M 13090	M 19090	M 25090	M 32090
109	–	M 13109	M 19109	M 25109	M 32109
115	–	M 13115	M 19115	M 25115	M 32115
133	–	M 13133	M 19133	M 25133	M 32133
160	–	M 13160	M 19160	M 25160	M 32160

В. Рулоны и листы AEROFLEX EPDM HT.

Рулоны EPDM HT выпускаются номинальной толщиной 10, 13, 19, 25, 32 мм, шириной 1 м. Длина рулонов AEROFLEX EPDM HT зависит от толщины изделия (см. табл. 1.10.).

Листы AEROFLEX EPDM HT выпускаются номинальными толщинами 40, 50 мм, шириной 1 м. Номинальная длина листов – 2 м. (см. табл. 1.10.) На заказ изготавливаются листы номинальной толщиной 10, 13, 19, 25 и 32 мм.

Таблица 1.10. Типоразмеры рулонов и листов AEROFLEX EPDM HT.

Код	Форма выпуска	Толщина, мм	Длина, м
MSR-10	Рулон	10	15
MSR-13	Рулон	13	11
MSR-19	Рулон	19	7
MSR-25	Рулон	25	5
MSR-32	Рулон	32	4
MS2-40	Лист	40	2
MS2-50	Лист	50	2

Исполнения листов и рулонов AEROFLEX EPDM HT:

- В том числе, в покрытиях (см. табл. 1.4.).

С. Другие изделия AEROFLEX EPDM HT.

- Углы теплоизоляционные 90° (E-section «Е»);
- Равнопроходные теплоизоляционные тройники (T-section «Т»).

1.3.3. AEROFLEX FIRO.**А. Трубки AEROFLEX FIRO.**

Номенклатура трубок AEROFLEX FIRO без покрытий представлена в таблице 1.11. Стандартная длина трубок AEROFLEX FIRO без покрытий 2 п.м.

Таблица 1.11. Номенклатура трубок AEROFLEX FIRO без покрытий.

Внутренний диаметр изоляции, мм	Толщина изоляции, мм							
	6	9	13	19	25	32	40	50
6	M 06006	M 09006	M 13006	–	–	–	–	–
8	M 06008	M 09008	M 13008	–	–	–	–	–
10	M 06010	M 09010	M 13010	–	–	–	–	–
13	M 06013	M 09013	M 13013	–	–	–	–	–
16	M 06016	M 09016	M 13016	–	–	–	–	–
19	M 06019	M 09019	M 13019	M 19019	–	–	–	–
22	M 06022	M 09022	M 13022	M 19022	M 25022	M 32022	M 40022	M 50022
28	–	M 09028	M 13028	M 19028	M 25028	M 32028	M 40028	M 50028
35	–	M 09035	M 13035	M 19035	M 25035	M 32035	M 40035	M 50035
42	–	M 09042	M 13042	M 19042	M 25042	M 32042	M 40042	M 50042
48	–	M 09048	M 13048	M 19048	M 25048	M 32048	M 40048	M 50048
54	–	M 09054	M 13054	M 19054	M 25054	M 32054	–	–
57	–	M 09057	M 13057	M 19057	M 25057	M 32057	M 40057	M 50057
60	–	M 09060	M 13060	M 19060	M 25060	M 32060	M 40060	M 50060
64	–	M 09064	M 13064	M 19064	M 25064	M 32064	–	–
76	–	M 09076	M 13076	M 19076	M 25076	M 32076	M 40076	M 50076
90	–	M 09090	M 13090	M 19090	M 25090	M 32090	M 40090	M 50090
109	–	M 09109	M 13109	M 19109	M 25109	M 32109	M 40109	M 50109
115	–	M 09115	M 13115	M 19115	M 25115	M 32115	M 40115	M 50115
133	–	–	M 13133	M 19133	M 25133	M 32133	M 40133	M 50133
160	–	–	M 13160	M 19160	M 25160	M 32160	M 40160	M 50160

Номенклатура трубок AEROFLEX FIRO в покрытиях представлена в таблице 1.12. Стандартная длина трубок AEROFLEX FIRO с покрытиями 1 п.м.

Таблица 1.12. Номенклатура трубок AEROFLEX FIRO в покрытиях Metal Pro, FG и FG Alu.

Внутренний диаметр изоляции, мм	Толщина изоляции, мм				
	9	13	19	25	32
16	М 09016	М 13016	–	–	–
19	М 09019	М 13019	М 19019	–	–
22	М 09022	М 13022	М 19022	М 25022	М 32022
28	М 09028	М 13028	М 19028	М 25028	М 32028
35	М 09035	М 13035	М 19035	М 25035	М 32035
42	М 09042	М 13042	М 19042	М 25042	М 32042
48	М 09048	М 13048	М 19048	М 25048	М 32048
54	М 09054	М 13054	М 19054	М 25054	М 32054
57	М 09057	М 13057	М 19057	М 25057	М 32057
60	М 09060	М 13060	М 19060	М 25060	М 32060
64	–	М 13064	М 19064	М 25064	М 32064
76	М 09076	М 13076	М 19076	М 25076	М 32076
90	М 09090	М 13090	М 19090	М 25090	М 32090
109	–	М 13109	М 19109	М 25109	М 32109
115	–	М 13115	М 19115	М 25115	М 32115
133	–	М 13133	М 19133	М 25133	М 32133
160	–	М 13160	М 19160	М 25160	М 32160

В. Рулоны AEROFLEX FIRO.

Рулоны FIRO выпускаются номинальной толщиной 3, 6, 10, 13, 19, 25, 32, 40 и 50 мм, шириной 1 м. Длина рулонов AEROFLEX FIRO зависит от толщины изделия (см. табл. 1.13.).

Таблица 1.13. Типоразмеры рулонов AEROFLEX FIRO.

Код	Форма выпуска	Толщина, мм	Длина, м
MSR-03	Рулон	3	40
MSR-06	Рулон	6	20
MSR-10	Рулон	10	15
MSR-13	Рулон	13	11
MSR-19	Рулон	19	8
MSR-25	Рулон	25	6
MSR-32	Рулон	32	4
MSR-40	Рулон	40	4
MSR-50	Рулон	50	4

Исполнения рулонов AEROFLEX FIRO:

- В том числе, в покрытиях (см. табл. 1.4);
- Самоклеящиеся рулоны, в том числе, в покрытиях (см. табл. 1.4.).

1.3.4. AEROFLEX EPDM HD.**А. Рулоны и листы AEROFLEX EPDM HD.**

Рулоны EPDM HD выпускаются номинальной толщиной 13, 19, 25, 32 мм, шириной 1 м. Длина рулонов AEROFLEX EPDM HD зависит от толщины изделия (см. табл. 1.14.).

Листы AEROFLEX EPDM HD выпускаются номинальными толщинами 40, 50 мм, шириной 1 м. Номинальная длина листов – 2 м. (см. табл. 1.14.) На заказ изготавливаются листы номинальной толщиной 13, 19, 25 и 32 мм.

Таблица 1.14. Типоразмеры рулонов AEROFLEX EPDM HD.

Код	Форма выпуска	Толщина, мм	Длина, м
MSR-13	Рулон	13	11
MSR-19	Рулон	19	7
MSR-25	Рулон	25	5
MSR-32	Рулон	32	4
MS2-40	Лист	40	2
MS2-50	Лист	50	2

Исполнения листов и рулонов AEROFLEX EPDM HD:

- В том числе, в покрытиях (см. табл. 1.4).

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ AEROFLEX.

2.1. Теплоизоляционные изделия AEROFLEX представляют собой эластичные изделия из вспененного синтетического каучука с закрытой ячеистой структурой, обладающие низкой плотностью. Изделия AEROFLEX характеризуются низкими коэффициентами теплопроводности, значения которых зависят от марки, температуры теплоносителя и окружающей среды. Значения коэффициентов теплопроводности изделий AEROFLEX приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Значения коэффициентов теплопроводности для изделий AEROFLEX.

Показатель	Марка			
	EPDM	EPDM HT	EPDM HD	FIRO
Плотность по ГОСТ 17177, кг/м ³	62±24	72±24	120±12,5	62±12,5
Среднее значение температуры изоляционного слоя, °С	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К), не более			
–40	0,0310	0,0297	–	0,0280
–20	0,0332	0,0317	0,0380	0,0300
0	0,0354	0,0337	0,0400	0,0320
20	0,0376	0,0357	0,0430	0,0340
40	0,0398	0,0377	0,0460	0,0360

2.2. Теплоизоляционные изделия AEROFLEX обладают высокой устойчивостью к агрессивным воздействиям окружающей среды, нетоксичны и безопасны.

2.3. Все изделия AEROFLEX марок EPDM, EPDM HT и EPDM HD, изготовленные на основе этиленпропилендиенового каучука, являются атмосферостойкими и обладают высочайшей стойкостью к УФ, озону, кислороду. Могут в течение длительного времени использоваться в местах воздействия УФ, озона и кислорода без дополнительных покрытий или окрашивания.

При использовании изделий AEROFLEX марки FIRO, изготовленных на основе бутадиеннитрилакрилового каучука, в местах воздействия УФ, озона и кислорода следует предусмотреть защитное покрытие для теплоизоляционного слоя или его окрашивание специализированными красками.

2.4. Изделия AEROFLEX имеют закрытую ячеистую структуру с несопряженными, замкнутыми порами – ячейками. Благодаря составу, теплоизоляция AEROFLEX устойчива к проникновению влаги и пара, обладает высоким сопротивлением диффузии водяного пара (фактор μ). Значения коэффициентов μ , в зависимости от марки изделий, приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Сопротивление диффузии водяного пара изделий AEROFLEX в зависимости от марки.

Показатель	ГОСТ/Стандарт	Марка			
		EPDM	EPDM HT	EPDM HD	FIRO
Сопротивление диффузии водяного пара (фактор μ), не менее	ГОСТ 25898–2020	11 000	5 000	7 000	11 000

Изделия AEROFLEX обладают низкой способностью к водопоглощению. В процессе эксплуатации не впитывают влагу и являются предпочтительными для использования в конструкциях тепловой изоляции криогенных систем, низкотемпературных трубопроводов и оборудования, систем холодного водоснабжения, приточной вентиляции и кондиционирования воздуха, а также при использовании в условиях повышенной влажности. Значения водопоглощения для изделий AEROFLEX приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3. Водопоглощение изделий AEROFLEX в зависимости от марки.

Показатель	ГОСТ/Стандарт	Марка			
		EPDM	EPDM HT	EPDM HD	FIRO
Водопоглощение, по объему за 24 часа при полном погружении, не более	ГОСТ 17177–94	0,6%	0,4%	0,6%	0,7%

2.5. Изделия AEROFLEX не токсичны, в процессе производства и эксплуатации не выделяют вредных и пахучих веществ, волокон и пыли, что позволяет применять их на объектах с повышенными санитарно-гигиеническими требованиями. Все материалы и изделия AEROFLEX имеют экспертные заключения о соответствии санитарным требованиям.

2.6. Изделия и материалы AEROFLEX не оказывают влияния на организм человека при непосредственном контакте.

2.7. В таблице 2.4. приведены показатели пожарной безопасности, применительно к маркам изделий AEROFLEX.

Таблица 2.4. Показатели пожарной опасности для изделий AEROFLEX.

Показатель	ГОСТ/Стандарт	Марка		
		EPDM	EPDM HT	FIRO
Группа горючести	ГОСТ 30244–94	Г1	Г1	Г1
Группа воспламеняемости	ГОСТ 30402–96	В1	В1	В1
Коэффициент дымообразования	ГОСТ 12.1.044–89	Д3	Д3	Д3
Показатель токсичности	ГОСТ 12.1.044–89	Т2	Т2	Т2
Каплеобразование при горении	–	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Основная тенденция при горении	–	Самогашение	Самогашение	Самогашение

В соответствии с ТУ 22.19.73–00192361651–2017 изделия AEROFLEX марок EPDM, EPDM HT и FIRO могут применяться для тепловой изоляции оборудования и трубопроводов на взрывопожароопасных объектах на открытом воздухе и в помещениях категорий А, Б, В1 – В4, Г, Д по НПБ 105-03.

2.8. Теплоизоляционные изделия AEROFLEX, в том числе самоклеящиеся, не требуют применения крепежных изделий в процессе монтажа.

2.9. Монтаж конструкций с использованием теплоизоляционных изделий AEROFLEX в большинстве случаев не требует установки пароизоляционных и гидроизоляционных слоев.

В случаях использования изделий AEROFLEX в конструкциях тепловой изоляции криогенного оборудования и трубопроводов с температурами веществ ниже минус 110°C рекомендуется производить установку антиабразивного парогидроизоляционного материала между изолируемым оборудованием и теплоизоляционным слоем.

В случаях использования изделий AEROFLEX в конструкциях тепловой изоляции криогенного оборудования и трубопроводов с температурами веществ ниже минус 160°C установка антиабразивного парогидроизоляционного материала между изолируемым оборудованием и теплоизоляционным слоем обязательна.

2.10. Изделия AEROFLEX с покровными слоями применяются как полносборные конструкции, что упрощает монтаж.

2.11. Изделия AEROFLEX с покровными слоями могут применяться в конструкциях тепловой изоляции с повышенными требованиями в части водопоглощения и диффузии водяных паров (см. раздел 4).

3. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ AEROFLEX.

3.1. При соблюдении настоящих рекомендаций необходимо учитывать требования пожарной безопасности и охраны окружающей среды, нормы технологического проектирования соответствующих отраслей промышленности, а также положения СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

3.2. На основании анализа технических характеристик изделий AEROFLEX, приведенных в разделе 2, и с учетом допустимых температур применения (см. табл. 1.1.), изделия AEROFLEX могут быть использованы в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов промышленного и гражданского назначения, в том числе:

- в системах отопления, горячего и холодного водоснабжения, водоотведения;
- в системах вентиляции и кондиционирования;
- в системах холодильного и криогенного оборудования;
- тепловых сетей подземной и надземной прокладки;
- в системах технологических трубопроводов и оборудования с положительными и отрицательными температурами;
- в системах трубопроводов и оборудования нефтяной, газовой, химической, пищевой, тяжелой и других отраслей промышленности;
- фланцевые соединения трубопроводов, муфтовая и фланцевая арматура;
- в системах трубопроводов и оборудования на объектах с повышенными требованиями к чистоте воздуха в помещении;
- в резервуарах для хранения холодной воды, нефти, нефтепродуктов, мазута, химических веществ и т.д.

3.3. Изделия AEROFLEX марок EPDM, EPDM HT, FIRO, включая покрытия ALU, Metal Pro, FG, FG ALU и Aerojacket могут применяться на взрывопожароопасных и химически опасных производствах и объектах, связанных с обращением и/или хранением взрывопожароопасных и токсичных веществ и смесей.

3.4. Изделия AEROFLEX рекомендуется предусматривать при проектировании тепловой изоляции объектов с технологическими процессами, требующими высокой чистоты, как не допускающие загрязнения воздуха в помещениях при монтаже и эксплуатации.

3.5. В качестве покровного слоя в конструкциях тепловой изоляции с применением изделий AEROFLEX, помимо линейки покрытий AEROFLEX, могут применяться листы из алюминия и алюминиевых сплавов, листы из нержавеющей или оцинкованной стали, металлопласт, ПВХ оболочки, стеклопластики и стеклоткани.

4. ПОКРЫТИЯ AEROFLEX. ХАРАКТЕРИСТИКИ. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ.

4.1. Покрытие ALU.

4.1.1. Покрытие ALU представляет собой многослойный комбинированный материал на основе алюминиевой фольги и ПЭТФ пленки.

4.1.2. Покрытие ALU поставляется в составе теплоизоляционных изделий в виде листов и рулонов марок EPDM и FIRO, включая рулоны и листы в исполнении S.

4.1.3. Покрытие ALU предназначено для использования в качестве покровного слоя в системах теплоизоляции трубопроводов и оборудования с положительными и отрицательными температурами на объектах, расположенных в помещениях и тоннелях.

4.1.4. Покрытие ALU обеспечивает защиту от механических повреждений и ультрафиолетового излучения.

4.1.5. Технические характеристики покрытия ALU представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1. Технические характеристики покрытия ALU.

Характеристика	Значение
Толщина, мкм	75 ± 10 %
Температура применения, °C	от -25 до +70
Температуры применения в составе теплоизоляционной конструкции, °C	от -200 до +150
Коэффициент сопротивления диффузии водяного пара (μ), не менее	15 000
Прочность при растяжении, МПа, не менее	60
Удельный вес, г/м²	180 ± 10 %
Цвет	серебристый
Стойкость к ультрафиолету	устойчив
Группа горючести по ГОСТ 30244–94	Г1
Формы выпуска	в составе готовых изделий в виде рулонов и листов

4.2. Покрытие Metal Pro.

4.2.1. Покрытие Metal Pro представляет собой комбинированный трехслойный материал на основе ПВХ, алюминиевой фольги и ПЭТФ пленки. Изготавливается как с предварительно нанесенным клеевым слоем, так и без него.

4.2.2. Покрытие Metal Pro поставляется в составе теплоизоляционных изделий в виде трубок, листов и рулонов марок EPDM, EPDM HT и FIRO, включая рулоны и листы в исполнении S, а также как отдельное самостоятельное покрытие в виде рулонов шириной 1000 мм и длиной 25 м, как с предварительно нанесенным клеевым слоем, так и без него.

4.2.3. Покрытие Metal Pro предназначено для использования в качестве покровного слоя в системах теплоизоляции трубопроводов и оборудования с положительными и отрицательными температурами на объектах, расположенных на открытом воздухе, помещениях и тоннелях.

4.2.4. Покрытие Metal Pro обеспечивает защиту от механических повреждений, негативного воздействия окружающей среды, ультрафиолетового излучения, агрессивных химических сред, атмосферной влаги и пара.

4.2.5. Может применяться в качестве пароизоляционного слоя в конструкциях тепловой изоляции с повышенными требованиями в части водопоглощения и диффузии водяных паров.

4.2.6. Материал может использоваться для декоративных целей.

4.2.7. Монтаж покрытия Metal Pro рекомендуется выполнять с помощью заклепок.

4.2.8. Технические характеристики покрытия Metal Pro представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2. Технические характеристики покрытия Metal Pro.

Характеристика	Значение
Толщина, мкм: Фольга ПВХ (внутренняя сторона) ПЭТФ (внешняя сторона) Суммарная толщина	 30 ± 10 % 250 ± 10 % 20 ± 10 % 300 ± 10 %
Ширина, мм: без самоклеящегося слоя с самоклеящимся слоем	 1 050 ± 5 % 1 000 ± 5 %
Длина рулона, мм	25 000 ± 5 %
Температура монтажа, °C	от +5 до +45
Температура применения, °C: в составе теплоизоляционной конструкции при прямом контакте с изолируемым оборудованием	 от -200 до +200 от -35 до +75
Прочность на разрыв по AFERA 5004, не менее, Н/25 мм	303
Прочность сцепления дублированных слоев, не менее, Н/м	100
Удельный вес, г/м ²	400 ± 10 %
Цвет: Внешняя сторона Внутренняя сторона	 серебристая от белого до темно-серого
Стойкость к ультрафиолету	устойчив
Гибкость на брусе с радиусом закругления не более 5 мм при температуре, не выше, °C	-35
Группа горючести по ГОСТ 30244-94	Г1
Содержание силикона	нет
Формы выпуска	• рулоны без клеевого слоя и в самоклеящемся исполнении • в составе сборных конструкций в виде трубок, рулонов и листов

4.3. Покрытие FG.

4.3.1. Покрытие FG представляет собой стеклоткань черного цвета с гидрофобизирующей пропиткой. Изготавливается как с предварительно нанесенным клеевым слоем, так и без него.

4.3.2. Покрытие FG поставляется в составе теплоизоляционных изделий в виде трубок, листов и рулонов марок EPDM, EPDM HT и FIRO, включая рулоны и листы в исполнении S, а также как отдельное самостоятельное покрытие в виде рулонов шириной 1000 мм и длиной 25 м, как с предварительно нанесенным клеевым слоем, так и без него.

4.3.3. Покрытие FG предназначено для использования в качестве покровного слоя в системах теплоизоляции трубопроводов и оборудования с положительными и отрицательными температурами на объектах, расположенных в помещениях и тоннелях.

4.3.4. Покрытие FG защищает от механических повреждений и ультрафиолетового излучения.

4.3.5. Технические характеристики покрытия FG представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3. Технические характеристики покрытия FG.

Характеристика	Значение
Толщина, мкм	200 ± 10 %
Ширина, мм	1 000 ± 5 %
Длина рулона, мм	25 000 ± 5 %
Температура монтажа, °C	от +5 до +45
Температура применения, °C	от –200 до +180
Прочность на разрыв по AFERA 5004, не менее, Н/25 мм	900
Удельный вес, г/м²	210 ± 10 %
Цвет	черный
Стойкость к ультрафиолету	устойчив
Гибкость на брусе с радиусом закругления не более 5 мм при температуре, не выше, °C	–35
Группа горючести по ГОСТ 30244–94	Г1
Формы выпуска	• рулоны без клеевого слоя и в самоклеящемся исполнении • в составе сборных конструкций в виде трубок, рулонов и листов

4.4. Покрытие FG ALU.

4.4.1. Покрытие FG Alu представляет собой стеклоткань, ламинированную алюминиевой фольгой и полимерной пленкой. Изготавливается как с предварительно нанесенным клеевым слоем, так и без него.

4.4.2. Покрытие FG ALU поставляется в составе теплоизоляционных изделий в виде трубок, листов и рулонов марок EPDM, EPDM HT и FIRO, включая рулоны и листы в исполнении S, а также как отдельное самостоятельное покрытие в виде рулонов шириной 1000 мм и длиной 25 м, как с предварительно нанесенным клеевым слоем, так и без него.

4.4.3. Покрытие FG ALU предназначено для использования в качестве покровного слоя в системах теплоизоляции трубопроводов и оборудования с положительными и отрицательными температурами на объектах, расположенных на открытом воздухе, помещениях и тоннелях.

4.4.4. Покрытие FG ALU обеспечивает защиту от механических повреждений, негативного воздействия окружающей среды и ультрафиолетового излучения.

4.4.5. Технические характеристики покрытия FG ALU представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4. Технические характеристики покрытия FG ALU.

Характеристика	Значение
Толщина, мкм	220 ± 10 %
Ширина, мм	1 000 ± 5 %
Температура применения, °C	от –60 до +180
Температуры применения в составе теплоизоляционной конструкции, °C	от –200 до +150
Прочность на разрыв по AFERA 5004, не менее, Н/25 мм	750
Удельный вес, г/м ²	210 ± 10 %
Цвет	серебристый
Стойкость к ультрафиолету	устойчив
Группа горючести по ГОСТ 30244–94	Г1
Формы выпуска	• рулоны без клеевого слоя и в самоклеящемся исполнении • в составе сборных конструкций в виде трубок, рулонов и листов

4.5. Покрытие Aerojacket.

4.5.1. Покрытие Aerojacket представляет собой пластифицированный поливинилхлорид. Изготавливается без клеевого слоя.

4.5.2. Покрытие Aerojacket поставляется в составе теплоизоляционных изделий в виде листов и рулонов марок EPDM, EPDM HT, EPDM HD и FIRO, включая рулоны и листы в исполнении S, а также как отдельное самостоятельное покрытие в виде рулонов шириной 1000 мм, длиной 25 м.

4.5.3. Покрытие Aerojacket предназначено для использования в качестве покровного слоя в системах теплоизоляции трубопроводов и оборудования с положительными и отрицательными температурами, расположенных на открытом воздухе, помещениях, тоннелях и под землей (канальная и бесканальная прокладка).

4.5.4. Покрытие Aerojacket обеспечивает защиту от механических повреждений, негативного воздействия окружающей среды, ультрафиолетового излучения, агрессивных сред, морской соли.

4.5.5. Покрытие Aerojacket обладает высокой стойкостью к агрессивным средам.

4.5.6. Покрытие Aerojacket рекомендуется к использованию в местах с повышенными требованиями к герметичности изоляционной конструкции, а также экологичности материалов. Покрытие Aerojacket легко моется, в т.ч. оборудованием высокого давления.

4.5.7. Может применяться в качестве пароизоляционного слоя в конструкциях тепловой изоляции с повышенными требованиями в части водопоглощения и диффузии водяных паров.

4.5.8. Монтаж покрытия Aerojacket выполняется с помощью клея Aeroseal APTM340.

4.5.9. Технические характеристики покрытия Aerojacket представлены в таблице 4.5*Таблица 4.5. Технические характеристики покрытия Aerojacket.*

Характеристика	Значение
Толщина, мм	1,2
Ширина, мм	1 000
Температура применения, °С	от – 60 до + 80
Коэффициент сопротивления диффузии водяного пара (фактор μ) по ГОСТ 25898, не менее	90 000
Удельный вес, г/м ²	1 650
Прочность при растяжении, МПа по ГОСТ 30547	9
Относительное удлинение при разрыве, % по ГОСТ 30547	100
Цвет	серый
Стойкость к ультрафиолету	устойчив
Стойкость к озону	устойчив
Группа горючести по ГОСТ 30244-94	Г1
Формы выпуска	• рулоны без клеевого слоя • в составе сборных конструкций в виде рулонов и листов

5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ AEROFLEX В КОНСТРУКЦИЯХ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ.

5.1. Требования к конструкциям с применением изделий AEROFLEX.

5.1.1. Конструкция тепловой изоляции с применением изделий AEROFLEX для оборудования и трубопроводов с положительными температурами теплоносителя должна:

- отвечать требованиям энергоэффективности или обеспечивать нормированную плотность теплового потока через изоляционную конструкцию в соответствии с требованиями СП 61.13330.2012;
- обеспечивать безопасную температуру наружной поверхности изоляции;
- обеспечивать требуемые параметры технологического режима.

5.1.2. Конструкция тепловой изоляции с применением изделий AEROFLEX для оборудования и трубопроводов с температурами теплоносителя ниже температуры окружающего воздуха должна:

- обеспечивать нормированную плотность теплового потока через изоляционную конструкцию в соответствии с требованиями СП 61.13330.2012;
- обеспечивать предотвращение конденсации влаги на поверхности изоляции;
- обеспечивать требуемые параметры технологических режимов.

5.1.3. Для изоляции трубопроводов с положительными и отрицательными температурами теплоносителя, воздухопроводов приточных систем вентиляции и кондиционирования воздуха, в первую очередь, рекомендуется применять полносборные конструкции и системы изоляции с применением изделий и покрытий AEROFLEX.

5.1.4. Для изоляции трубопроводов внешним диаметром до 170 мм рекомендуется использовать трубки AEROFLEX марок FIRO, EPDM и EPDM HT в соответствии с номенклатурой (раздел 1.3 альбома) и в зависимости от температуры теплоносителя.

Для изоляции трубопроводов внешним диаметром более 170 мм и оборудования следует применять рулоны AEROFLEX марок EPDM, EPDM HT, EPDM HD или FIRO в соответствии с номенклатурой (раздел 1.3 альбома) и в зависимости от температуры теплоносителя.

Для изоляции воздухопроводов, систем вентиляции и кондиционирования воздуха рекомендуется применять рулоны AEROFLEX марок EPDM и FIRO в исполнении S в соответствии с номенклатурой (раздел 1.3 альбома) и в зависимости от температуры теплоносителя.

5.1.5. Для изоляции трубопроводов холодильного и промышленного оборудования различных отраслей промышленности с отрицательными рабочими температурами диаметром до 170 мм рекомендуется применять трубки AEROFLEX марок EPDM и FIRO с приклейкой ко всей площади изолируемой поверхности клеями Aero seal и Aero seal TF/HT.

Для изоляции трубопроводов холодильного и промышленного оборудования различных отраслей промышленности с отрицательными рабочими температурами диаметром более 170 мм рекомендуется использовать изделия марок EPDM и FIRO в виде рулонов и листов с приклейкой ко всей площади изолируемой поверхности клеями Aero seal и Aero seal TF/HT. Допускается применение изделий в исполнении S (самоклеящиеся), с учетом температурного диапазона клеевого слоя.

5.1.6. Если расчетная толщина изоляции превышает максимальную толщину, предусмотренную номенклатурой трубок, рулонов или листов AEROFLEX, рекомендуется организация многослойной теплоизоляционной конструкции. В качестве первого теплоизоляционного слоя могут быть использованы труб-

ки, рулоны или листы, в соответствии с действующей номенклатурой. В качестве второго и последующих слоев рекомендуется использовать рулоны или листы AEROFLEX как в покрытиях, так и без.

5.1.7. Покровный слой допускается не предусматривать в теплоизоляционных конструкциях объектов, расположенных в помещениях, тоннелях, подвалах, чердаках зданий и при канальной прокладке трубопроводов.

При необходимости устройства покровного слоя рекомендуются к применению самостоятельные покрытия или изделия с предварительно нанесенными покрытиями ALU, FG ALU, FG, Metal Pro или Aerojacket, в соответствии с рекомендациями разделов 4 и 6 альбома. Также, в качестве покрытия поверх теплоизоляционного слоя допускается применять листы из алюминия и алюминиевых сплавов, листы из нержавеющей или оцинкованной стали, металлопласт, ПВХ оболочки, стеклопластики и стеклоткани.

5.1.8. В конструкциях тепловой изоляции из изделий AEROFLEX марки FIRO для трубопроводов и оборудования, расположенных на открытом воздухе, с целью защиты от негативного воздействия окружающей среды, механических повреждений и ультрафиолетового излучения рекомендуются к применению самостоятельные покрытия или изделия с предварительно нанесенными покрытиями Metal Pro, FG Alu или Aerojacket. Также, в качестве покрытия поверх теплоизоляционного слоя допускается применять листы из алюминия и алюминиевых сплавов, листы из нержавеющей или оцинкованной стали, металлопласт, ПВХ оболочки, стеклопластики и стеклоткани.

5.1.9. В случае использования трубок, листов и рулонов AEROFLEX марок EPDM и EPDM HT в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов и оборудования, расположенных на открытом воздухе, покровный слой с целью защиты от ультрафиолетового излучения допускается не предусматривать.

При необходимости устройства покровного слоя с целью защиты от негативного воздействия окружающей среды и механических повреждений рекомендуются к применению самостоятельные покрытия или изделия с предварительно нанесенными покрытиями Metal Pro, FG Alu или Aerojacket. Также, в качестве покрытия поверх теплоизоляционного слоя допускается применять листы из алюминия и алюминиевых сплавов, листы из нержавеющей или оцинкованной стали, металлопласт, ПВХ оболочки, стеклопластики и стеклоткани.

5.1.10. В конструкциях тепловой изоляции, предназначенных для предотвращения конденсации влаги на поверхности изоляции или обеспечения заданной температуры на ее поверхности, для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении, рекомендуется применять изделия AEROFLEX без покрытий или в покрытиях FG, Aerojacket.

В конструкциях тепловой изоляции, предназначенных для обеспечения заданной температуры на поверхности изоляции, для оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе, в качестве покровного слоя рекомендуется использовать покрытие Aerojacket. Допускается установка металлического покровного слоя, при условии его окраски эмалями или красками, не содержащими алюминиевую пудру.

5.1.11. Для крепления теплоизоляционных изделий AEROFLEX в проектном положении следует использовать клеи и самоклеящиеся ленты AEROFLEX, характеристики которых приведены в разделе 7. Клеями проклеиваются продольные и торцевые стыки между смежными теплоизоляционными изделиями, а также в некоторых случаях осуществляется приклейка теплоизоляции ко всей площади изолируемой поверхности. Поверх клеевого стыка монтируются ленты.

5.1.12. Для крепления покрытия Metal Pro и покрытий из твердых ПВХ-оболочек рекомендуется применять пластиковые заклепки. Для проклейки швов оболочек используется клейкая лента ПВХ.

5.1.13. Для крепления металлических покрытий применяются винты самонарезающие или бандаж, в зависимости от вида конструкции.

5.1.14. В теплоизоляционных конструкциях с металлическим покровным слоем установку опорных колец или скоб на горизонтальных трубопроводах не предусматривают.

При изоляции вертикальных трубопроводов, при установке металлического покрытия, в зависимости от толщины изоляции и высоты трубопровода, могут быть использованы опорные конструкции, предотвращающие деформацию и сползание покрытия.

5.2. Изделия AEROFLEX в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с положительными температурами.

5.2.1. При выборе теплоизоляционных изделий AEROFLEX для конструкций тепловой изоляции оборудования, трубопроводов, емкостей, резервуаров и арматуры с положительными температурами теплоносителя (от +20 до +150°C) учитываются следующие факторы:

- месторасположение изолируемого объекта;
- температура изолируемой поверхности;
- температура окружающей среды;
- требования пожарной безопасности, в том числе к токсичности продуктов горения;
- агрессивность окружающей среды, воздействие ультрафиолетового излучения или веществ, содержащихся в изолируемых объектах;
- коррозионное воздействие;
- материал изолируемой поверхности;
- допустимые нагрузки на изолируемое оборудование;
- требования к механической прочности теплоизоляционной конструкции;
- наличие вибрации и ударных воздействий;
- требуемую долговечность теплоизоляционной конструкции;
- санитарно-гигиенические требования;
- допустимые температуры применения теплоизоляционного изделия;
- теплопроводность теплоизоляционного изделия;
- возможность температурных деформаций изолируемой поверхности;
- геометрические размеры изолируемого объекта;
- условия монтажа (стесненность, высотность, сезонность и др.);
- условия демонтажа и утилизации.

5.2.2. При применении изделий AEROFLEX для изоляции объектов с рабочей температурой выше +150°C рекомендуется устанавливать предохранительный слой из температуростойких изделий в качестве первого (внутреннего) теплоизоляционного слоя.

Толщина предохранительного слоя должна обеспечивать гарантированную рабочую температуру на границе слоев не более: +150°C – для EPDM HT, +130°C – для EPDM, +130°C – для EPDM HD и +110°C – для FIRO.

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

5.2.4. В многослойных конструкциях тепловой изоляции монтаж каждого слоя необходимо производить с перекрытием продольных и торцевых швов предыдущего.

5.3. Изделия AEROFLEX в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с низкими температурами.

5.3.1. При выборе теплоизоляционных изделий AEROFLEX для конструкций тепловой изоляции оборудования, трубопроводов, емкостей, резервуаров и арматуры с температурами теплоносителя +19°C и ниже (в том числе отрицательными) учитываются следующие факторы:

- месторасположение изолируемого объекта;
- температура изолируемой поверхности;
- температура окружающей среды;
- требования пожарной безопасности, в том числе к токсичности продуктов горения;
- агрессивность окружающей среды, воздействие ультрафиолетового излучения или веществ, содержащихся в изолируемых объектах;
- коррозионное воздействие;
- материал изолируемой поверхности;
- допустимые нагрузки на изолируемое оборудование;
- требования к механической прочности теплоизоляционной конструкции;
- наличие вибрации и ударных воздействий;
- требуемую долговечность теплоизоляционной конструкции;
- санитарно-гигиенические требования;
- допустимые температуры применения теплоизоляционного изделия;
- теплопроводность теплоизоляционного изделия;
- возможность температурных деформаций изолируемой поверхности;
- геометрические размеры изолируемого объекта;
- условия монтажа (стесненность, высотность, сезонность и др.);
- условия демонтажа и утилизации;
- относительная влажность окружающего воздуха;
- паропроницаемость теплоизоляционного материала;
- сопротивление диффузии водяного пара теплоизоляционного материала.

5.3.2. В качестве теплоизоляционного слоя оборудования и трубопроводов рекомендуется использовать изделия AEROFLEX марок EPDM в виде трубок, листов и рулонов, а также марки FIRO в виде трубок и рулонов, в том числе самоклеящихся.

5.3.3. Для изоляции воздухопроводов в качестве теплоизоляционного слоя рекомендуется применять изделия AEROFLEX марок FIRO и EPDM, в том числе самоклеящиеся.

5.3.4. При применении изделий AEROFLEX пароизоляционный слой не устанавливается.

5.3.5. Для поверхностей с температурой ниже -60°C не допускается применение однослойных теплоизоляционных конструкций. В многослойной конструкции изоляции каждый последующий слой должен перекрывать швы предыдущего.

5.3.6. Для поверхностей с температурой теплоносителя ниже температуры окружающего воздуха конструкции тепловой изоляции на основе изделий AEROFLEX должны быть герметичными. Края и стыки теплоизоляционных конструкций и покровных слоев, а также места их примыкания к поверхности изолируемого оборудования (люки, патрубки, штуцера, фланцевые соединения) должны быть проклеены самоклеящимися лентами из линейки аксессуаров AEROFLEX.

5.3.7. Опорные конструкции для крепления покровного слоя из алюминиевого листа, оцинкованной и нержавеющей стали должны быть изготовлены из материала с теплопроводностью не более $0,3 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$ или иметь прокладки из материала с низкой теплопроводностью.

6. КОНСТРУКЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ И ПОКРОВНЫХ МАТЕРИАЛОВ AEROFLEX.

6.1. Конструкции тепловой изоляции трубопроводов.

6.1.1. Для тепловой изоляции трубопроводов наружным диаметром от 6 до 170 мм следует использовать теплоизоляционные изделия AEROFLEX в виде трубок, опираясь на таблицы с номенклатурой (раздел 1.3 альбома).

Теплоизоляционные трубки AEROFLEX марки EPDM могут применяться на трубопроводах наружным диаметром от 6 до 170 мм, при толщине изоляции от 6 до 50 мм.

Теплоизоляционные трубки AEROFLEX марки EPDM HT могут применяться на трубопроводах наружным диаметром от 16 до 160 мм, при толщине изоляции от 9 до 50 мм.

Теплоизоляционные трубки AEROFLEX марки FIRO могут применяться на трубопроводах наружным диаметром от 6 до 160 мм, при толщине изоляции от 6 до 50 мм.

Конструкции тепловой изоляции трубопроводов приведены в приложении А (рис. А1 – А18).

6.1.2. Для крепления теплоизоляционных изделий AEROFLEX к поверхности трубопровода с температурой теплоносителя, не превышающей +110°C, следует применять клей Aeroseal. В случае, когда температура теплоносителя находится в диапазоне от +110 до +150°C, необходимо использовать клей Aeroseal TF/HT. Допускается применение клея Aeroseal TF/HT на объектах с температурой носителя, кратковременно превышающей +150°C, но не более +200°C. Клеи устойчивы к атмосферным воздействиям.

6.1.3. При изоляции несмонтированных трубопроводов (домонтажная изоляция) трубки AEROFLEX, натягивают на трубопровод до места установки. Внутреннюю поверхность на одном конце трубки промазывают клеем и приклеивают к поверхности трубы. Торцевые поверхности смежных трубок склеивают между собой. Клей наносится на обе склеиваемые поверхности.

Расстояние от торца изоляционного слоя до сварного шва должно составлять 300 – 320 мм. После монтажа предварительно изолированного трубопровода, сварные швы изолируют вставкой из трубок AEROFLEX. Вставка разрезается вдоль трубки, поверхность продольного разреза и торцевые поверхности вставки приклеиваются к торцевым поверхностям изоляции трубопровода (рис. А1).

6.1.4. При изоляции смонтированного трубопровода с положительной температурой теплоносителя трубка AEROFLEX продольно разрезается и устанавливается на трубопровод, далее поверхность продольного разреза склеивается клеями AEROFLEX. Внутренние поверхности на концах трубки промазывают клеем и фиксируют на трубопроводе, торцевые поверхности смежных изделий также склеивают между собой (рис. А2).

6.1.5. В многослойной конструкции изоляции смонтированного трубопровода с положительной температурой теплоносителя второй и последующие слои из трубок или рулонов (листов) AEROFLEX устанавливаются со смещением швов относительно швов предыдущего слоя. Поверхность продольного разреза и торцевые поверхности каждого из слоев проклеиваются клеями AEROFLEX. Первый слой теплоизоляционной конструкции фиксируется к поверхности трубопровода, а каждый последующий слой к поверхности предыдущего с помощью клеев линейки AEROFLEX (рис. А4 – А5).

6.1.6. Для тепловой изоляции смонтированного трубопровода с положительной температурой теплоносителя наружным диаметром более 170 мм следует использовать теплоизоляционные изделия AEROFLEX в виде листов или рулонов (рис. А3). Допускается применение двух и более слоев изделий, в зависимости от требований к толщине теплоизоляционной конструкции.

Листы или рулоны AEROFLEX нарезаются на сегменты, в которых длина сегмента равняется ширине используемого листа/рулона. Ширина сегмента равна длине окружности трубопровода или предыдущего слоя изоляции, которая определяется с помощью полоски из рулона или листа AEROFLEX такой же толщины, как и применяемая изоляция. Не допускается растягивать полоску при измерении. Место перехлёста помечается мелом или маркером. Полученная ширина теплоизоляционного сегмента переносится на лист или рулон AEROFLEX.

Вырезанные сегменты оборачиваются вокруг изолируемого трубопровода, продольный стык проклеивается клеями AEROFLEX. Далее внутренние поверхности на концах сегмента промазываются клеем и фиксируются на трубопроводе, торцевые поверхности смежных сегментов также склеивают между собой.

6.1.7. В многослойной конструкции изоляции смонтированного трубопровода с положительной температурой теплоносителя из листов и рулонов AEROFLEX второй и последующие слои следует устанавливать со смещением швов относительно швов предыдущего слоя изоляции. Поверхность продольного разреза и торцевые стыки изделий проклеиваются клеями AEROFLEX. Каждый последующий слой изоляции фиксируется к предыдущему слою клеями AEROFLEX.

6.1.8. При изоляции смонтированного трубопровода с низкотемпературным теплоносителем трубки AEROFLEX продольно разрезаются. Далее внутренняя поверхность трубки и поверхность трубопровода промазываются клеем и склеиваются между собой. Поверхность продольного разреза и торцевые поверхности смежных изделий склеивают между собой (рис. А6).

Для обеспечения герметичности конструкции продольные и торцевые стыки конструкции проклеиваются лентой Protape.

6.1.9. В многослойных конструкциях изоляции смонтированных трубопроводов с низкотемпературным теплоносителем второй и последующие слои из трубок или рулонов AEROFLEX устанавливаются со смещением швов относительно швов предыдущего слоя. Первый слой изоляции приклеивается ко всей площади поверхности изолируемого трубопровода. Поверхность продольного разреза и торцевые поверхности каждого из слоев проклеиваются клеями линейки AEROFLEX. Каждый последующий слой теплоизоляционной конструкции приклеивается ко всей площади поверхности предыдущего с помощью клеев линейки AEROFLEX (рис. А9 – А11).

Для обеспечения герметичности конструкции продольные и торцевые стыки верхнего слоя теплоизоляционной конструкции проклеиваются лентой Protape.

6.1.10. Для тепловой изоляции смонтированных трубопроводов с низкотемпературными теплоносителями наружным диаметром более 170 мм следует использовать теплоизоляционные изделия AEROFLEX в виде листов или рулонов (рис. А7, А8). Допускается применение двух и более слоев изделий, в зависимости от требований к толщине теплоизоляционной конструкции (рис. А10).

Листы или рулоны AEROFLEX нарезаются на сегменты, в которых длина сегмента равняется ширине используемого листа/рулона. Ширина сегмента равна длине окружности трубопровода или предыдущего слоя изоляции, которая определяется с помощью полоски из рулона или листа AEROFLEX такой же толщины, как и применяемая изоляция. Место перехлёста помечается мелом или маркером. Не допускается растягивать полоску при измерении. Полученная ширина теплоизоляционного сегмента переносится на лист или рулон AEROFLEX.

Вырезанные сегменты приклеиваются ко всей площади изолируемого трубопровода. Каждый последующий слой тепловой изоляции приклеивается ко всей поверхности предыдущего. Поверхность продольного стыка и торцевые поверхности смежных изделий склеиваются клеями.

Для обеспечения герметичности конструкции продольные и торцевые стыки верхнего слоя теплоизоляции проклеиваются лентой Protape.

6.1.11. В конструкциях многослойной изоляции смонтированных трубопроводов с низкотемпературными теплоносителями из листов и рулонов AEROFLEX второй и последующие слои следует устанавливать со смещением швов относительно швов предыдущего слоя изоляции. Первый слой изоляции

приклеивается ко всей площади поверхности изолируемого трубопровода. Поверхность продольного разреза и торцевые поверхности каждого из слоев проклеиваются клеями линейки AEROFLEX. Каждый последующий слой теплоизоляционной конструкции приклеивается ко всей площади поверхности предыдущего с помощью клеев линейки AEROFLEX (рис. A10).

Для обеспечения герметичности конструкции продольные и торцевые стыки верхнего слоя теплоизоляции проклеиваются лентой Protape.

Допускается применение рулонных или листовых изделий AEROFLEX в исполнении S (рис. A11). Поверхность продольного разреза и торцевые поверхности каждого из слоев проклеиваются клеями линейки AEROFLEX. Для обеспечения герметичности конструкции продольные и торцевые стыки конструкции проклеиваются лентой Protape.

6.1.12. Для изоляции крутоизогнутых отводов с углами 30 – 45° наружным диаметром от 6 до 48 мм рекомендуется использовать трубки AEROFLEX. Трубка продольно разрезается и устанавливается на прямой участок примыкающего к отводу трубопровода. Шов изделия склеивается клеями AEROFLEX, а затем трубка натягивается на изолируемый отвод. В данном случае изоляция отвода является продолжением изоляции трубы (рис. A19).

Для изоляции крутоизогнутых отводов с углами 60° и 90° наружным диаметром от 6 до 48 мм рекомендуется использовать трубки AEROFLEX в виде сегментов. Трубки режутся на сегменты, которые склеиваются между собой клеями AEROFLEX по линиям реза. После высыхания клея теплоизоляционный отвод разрезается вдоль внутренней стороны и устанавливается на отвод трубопровода. Разрез склеивается клеями AEROFLEX. Количество сегментов определяется по месту (рис. A20).

Для изоляции крутоизогнутых отводов с углами 30 – 90° наружным диаметром от 48 до 170 мм рекомендуется использовать трубки, рулоны или листы AEROFLEX, нарезанные на сегменты (рис. A20).

Для изоляции крутоизогнутых отводов с углами 30 – 90° наружным диаметром более 170 мм рекомендуется использовать рулоны и листы AEROFLEX, нарезанные на сегменты (рис. A20).

Для изоляции гнутых отводов рекомендуется изготавливать теплоизоляционные отводы из трубок AEROFLEX.

6.1.13. Изоляцию отводов, углов, поворотов, врезок и иных частей трубопроводов с диаметром более 170 мм, рекомендуется выполнять листами и рулонами AEROFLEX. Раскрой элементов тепловой изоляции из листов и рулонов AEROFLEX необходимо выполнять в соответствии с «Руководством по монтажу изоляции AEROFLEX».

6.1.14. Для изоляции тройников (врезок) трубопроводов диаметром до 170 мм рекомендуется использовать теплоизоляционные тройники, изготовленные из трубок AEROFLEX (рис. A22).

Для изоляции тройников (врезок) трубопроводов диаметром более 170 мм рекомендуется использовать теплоизоляционные тройники, изготовленные из рулонов и листов AEROFLEX.

6.1.15. При применении полносборных конструкций с теплоизоляционным слоем из трубок в покрытиях FG, FG ALU, Metal Pro или листов и рулонов в покрытиях ALU, FG ALU, FG, Metal Pro, Aerojacket склеивание швов и стыков производится клеями Aeroseal и Aeroseal TF/HT. Для проклейки швов покрытия следует использовать:

- для покрытия Aerojacket – ленту Aerojacket, которая монтируется при помощи клея Aeroseal APTM 340;
- для покрытия Metal Pro – самоклеящуюся комбинированную ленту Alutape MKA, Alutape;
- для покрытия FG Alu – самоклеящуюся алюминиевую ленту Alutape;
- для покрытия ALU – самоклеящуюся алюминиевую ленту Alutape;
- для покрытия FG – ленту FG-tape.

При установке изделий AEROFLEX без покрытий следует применять ленты Protape, Aerotape или Aerotape HT.

Конструкции тепловой изоляции из изделий AEROFLEX в покрытиях представлены на рис. A12-A17.

6.1.16. Для фиксации швов покрытия Metal Pro рекомендуется использовать заклепки. Шаг установки заклепок 100-150 мм. Шов покрытия и отверстия с заклепками проклеиваются лентами Alutape МКА или Alutape.

6.1.17. При необходимости установки металлического покрытия в конструкциях тепловой изоляции на основе теплоизоляционных изделий AEROFLEX, для трубопроводов диаметром до 600 мм (с учетом толщины теплоизоляционного слоя) крепление покрытия следует осуществлять бандажами (рис. А18). При диаметре теплоизоляционной конструкции более 600 мм, крепление покрытия осуществляется винтами или замками (рис. А18).

Шаг установки бандажей – 500 мм, шаг установки винтов и саморезов – 150 мм по продольному шву.

6.1.18. При использовании изделий AEROFLEX марок EPDM и EPDM НТ в качестве изоляции трубопроводов, расположенных на открытом воздухе, защиту от ультрафиолетового излучения допускается не предусматривать.

6.1.19. Для прокладки трубопроводов с теплоизоляцией AEROFLEX, в качестве подвесных опор рекомендуется использовать подвесы Aerofix.

6.1.20. При установке металлического покрытия в конструкциях тепловой изоляции вертикальных трубопроводов, разгружающие устройства рекомендуется устанавливать с шагом 3 м по высоте трубопровода.

6.2. Конструкции тепловой изоляции арматуры и фланцевых соединений трубопроводов.

6.2.1. Теплоизоляционные конструкции арматуры, фланцев, фитингов, задвижек, заглушек, и т. п. на основе изделий AEROFLEX могут быть несъемными и съёмными. Как правило, несъемные теплоизоляционные конструкции предусматриваются на технологических трубопроводах с низкой температурой теплоносителя.

Для элементов оборудования и трубопроводов, требующих в процессе эксплуатации систематического наблюдения, следует предусматривать сборно-разборные съёмные теплоизоляционные конструкции, в соответствии с СП 61.13330.2012.

Конструкции тепловой изоляции арматуры и фланцевых соединений приведены в приложении А (рис. А23 - А26).

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

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

Разрез в трубке AEROFLEX делается по центру привода арматуры. Поверхность разреза проклеивается клеями линейки AEROFLEX, торцевая поверхность трубки приклеивается к изоляции трубопровода. Если конструкцией теплоизоляции трубопровода не предусматривается покровный слой, то и для изоляции арматуры покрытие не требуется (рис. А23).

6.2.3. Несъемная конструкция тепловой изоляции без покровного слоя для фланцевого соединения склеивается из отдельных элементов, изготовленных из теплоизоляционных рулонов и листов AEROFLEX.

Если высота фланца превышает толщину изоляции, торцевые поверхности фланцев закрываются кольцами, вырезанными из рулонных или листовых изделий AEROFLEX. Кольца устанавливаются на тепловую изоляцию трубопровода, вплотную примыкающую к фланцевому соединению. Поверх колец оборачивают сегмент, также вырезанный из рулонного или листового изделия. Размеры элементов определяются по месту в зависимости от габаритов фланцевого соединения и толщины тепловой изоляции. Места соединения элементов конструкции должны быть тщательно проклеены (рис. А24).

Несъемная теплоизоляционная конструкция фланцевой арматуры (рис. А25) выполняется аналогично.

6.2.4. Если для изолируемого трубопровода предусмотрена установка покровного слоя из покрытий FG ALU, FG, Metal Pro, Aerojacket, ПВХ, стеклоткани, стеклопластика или металлического покрытия, арматура или фланцевое соединение с несъемной тепловой изоляцией закрывается тем же видом покрытия с элементами крепления, предусмотренными для покрытия трубопровода (бандажи, винты, клеевое соединение).

6.2.5. Съёмная конструкция тепловой изоляции фланцевого соединения может предусматриваться для трубопроводов с положительными температурами теплоносителя.

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

- из рулонных или листовых изделий AEROFLEX с их приклейкой к поверхности полуфутляра (рис. A26). В данном случае, могут использоваться элементы из листов и рулонов в исполнении S.
- из трубок AEROFLEX – для арматуры с диаметром фланцев не более 170 мм.

Полносборная конструкция оснащается замками или бандажными замками. Допускается применение бандажей с пряжками, а также крепления на винты самонарезающие.

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

6.2.6. Съёмные конструкции для изоляции фланцевых соединений, обратных клапанов и вентилялей могут быть изготовлены в виде полносборных конструкций из изделий AEROFLEX в покрытиях ALU, FG ALU, FG, Metal Pro и Aerojacket.

Торцевые поверхности такой конструкции закрываются диафрагмами или кольцевыми элементами, вырезанными из такого же типа покрытий AEROFLEX.

Длина полносборной конструкции рассчитывается с учетом ширины фланцевого соединения, длины болта для соединения фланцев и величины перекрытия конструкции фланцевого соединения трубопровода. Для уменьшения потерь тепла, пространство между диафрагмами рекомендуется заполнить вставкой из изделий AEROFLEX. Швы следует проклеивать лентами AEROFLEX.

6.2.7. При поэлементной сборке тепловой изоляции фланцевого соединения, рекомендуется отдельно изготовить теплоизоляционные сегменты. Затем сегменты устанавливаются на фланцевое соединение, после чего швы проклеиваются лентами AEROFLEX. В конце устанавливается съёмный металлический кожух.

При необходимости осмотра фланцевого соединения разъединение осуществляется разрезом по ленте. Теплоизоляционный элемент может быть повторно использован с заменой самоклеящейся ленты.

6.3. Конструкции тепловой изоляции воздухопроводов в системах вентиляции и кондиционирования воздуха.

6.3.1. Требования к конструкциям тепловой изоляции систем вентиляции и кондиционирования воздуха устанавливаются п. 5.3.3.

6.3.2. Для изоляции воздухопроводов, расположенных в помещении, рекомендуется применять рулоны или листы AEROFLEX марки FIRO в исполнении S, в том числе с покрытием ALU, FG ALU, FG, Metal Pro или Aerojacket.

Могут быть использованы рулоны или листы AEROFLEX марки EPDM в исполнении S.

6.3.3. При расположении воздухопроводов на открытом воздухе рекомендуется применять рулоны или листы AEROFLEX в покрытиях FG Alu, Metal Pro или Aerojacket (рис. A29). Допускается применение других видов покрытий, в том числе металлических с герметизацией швов.

6.3.4. Для фиксации швов покрытия Metal Pro необходимо использовать заклепки. Шаг установки заклепок 100-150 мм. Шов покрытия и отверстия с заклепками проклеиваются лентами Alutape MKA или Alutape.

6.3.5. Конструкции изоляции на основе теплоизоляционных изделий AEROFLEX для воздухопроводов круглого сечения выполняются в соответствии с разделом 6.1. и учетом требований п. 6.3.2-6.3.4.

6.3.6. Конструкции тепловой изоляции воздухопроводов прямоугольного сечения систем вентиляции и кондиционирования воздуха приведены в приложении А (рис. А27-А29).

Нарезанные по размеру стенок воздуховода (с учетом толщины изоляции) элементы из рулонных или листовых изделий AEROFLEX плотно приклеиваются к изолируемой поверхности. При этом, если используется не самоклеящееся рулонное или листовое изделие, то клеи линейки AEROFLEX необходимо наносить на всю поверхность изоляции и соответствующую поверхность воздуховода. Стыки между смежными теплоизоляционными сегментами должны быть проклеены клеями и лентами линейки AEROFLEX (рис. А27).

При применении в качестве тепловой изоляции рулонов или листов в исполнении S края соседних элементов склеиваются клеями из линейки AEROFLEX. Стыки углов изоляции проклеивают самоклеящимися лентами из линейки AEROFLEX (рис. А28).

6.3.7. В качестве теплоизоляции воздухопроводов больших диаметров рекомендуется применять рулоны или листы AEROFLEX в стандартном исполнении, а также клеи Aero seal и Aero seal TF/HT с учетом их температуростойкости. Применение теплоизоляционных изделий в исполнении S не допускается.

6.4. Конструкции тепловой изоляции технологических аппаратов.

6.4.1. Теплоизоляционные изделия AEROFLEX могут быть использованы для изоляции различных видов оборудования в промышленности, включая пищевую, мясомолочную, пивоваренную, производства вин и т.д.

6.4.2. В качестве теплоизоляционного слоя в конструкциях горизонтальных цилиндрических емкостей, теплообменников, колонн, газоходов, резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов, резервуаров холодной воды в системах водоснабжения и пожаротушения и т.д. рекомендуется применять рулоны или листы AEROFLEX в исполнении S с учетом температуростойкости клеевого слоя.

В качестве теплоизоляционного слоя в конструкциях вертикальных цилиндрических емкостей высотой менее 4 метров, теплообменников, колонн, газоходов, резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов, резервуаров холодной воды в системах водоснабжения и пожаротушения и т.д. рекомендуется применять рулоны или листы AEROFLEX в исполнении S с учетом температуростойкости клеевого слоя.

В качестве теплоизоляционного слоя в конструкциях вертикальных цилиндрических емкостей высотой более 4 метров, теплообменников, колонн, газоходов, резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов, резервуаров холодной воды в системах водоснабжения и пожаротушения и т.д. рекомендуется применять рулоны или листы AEROFLEX в стандартном исполнении, а также клеи Aero seal и Aero seal TF/HT с учетом их температуростойкости.

Для изоляции аппаратов, расположенных на открытом воздухе, рекомендуется применять рулоны или листы марок EPDM и EPDM HT в покрытиях FG ALU, Metal Pro или Aerojacket.

Конструкции тепловой изоляции технологических аппаратов приведены в приложении А (рис. А30-А39).

6.4.3. При использовании теплоизоляционных изделий AEROFLEX необходимо учитывать их возможное взаимодействие с некоторыми агрессивными средами, в результате которого может быть нарушена целостность изоляционной конструкции. Для защиты изоляции от воздействия агрессивных веществ, необходимо предусматривать защитные покрытия из линейки AEROFLEX (технические характеристики покрытий приведены в разделе 4 альбома).

6.4.4. Для изоляции технологических аппаратов нарезаются теплоизоляционные сегменты из рулонных либо листовых изделий AEROFLEX. Сегменты плотно приклеиваются к изолируемой поверхности. Если изделие не самоклеящееся, то необходимо использовать клеи линейки AEROFLEX.

Клеи AEROFLEX следует наносить на всю поверхность теплоизоляционного сегмента с приклеиваемой стороны и на изолируемую поверхность. Стыки смежных сегментов плотно склеиваются между собой.

При применении в качестве тепловой изоляции самоклеящихся изделий AEROFLEX края смежных сегментов также склеиваются клеями из линейки AEROFLEX.

6.4.5. Места стыков теплоизоляционных изделий AEROFLEX проклеиваются лентами AEROFLEX с учетом рекомендаций п. 6.1.15.

6.4.6. Сегменты из теплоизоляционных изделий AEROFLEX следует располагать так, чтобы места врезок патрубков, люков штуцеров приходились на их стыки.

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

6.4.7. Для изоляции днищ аппаратов с большим радиусом кривизны нарезаются сектора из рулонных или листовых теплоизоляционных изделий AEROFLEX, которые приклеивают 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 по всей толщине теплоизоляционного изделия.

6.4.8. При изоляции вертикальных аппаратов теплоизоляционными изделиями AEROFLEX, в зависимости от конструкции аппарата, расположение элементов изоляционной конструкции может быть горизонтальным или вертикальным.

При изоляции цилиндрических горизонтальных аппаратов рулонные изделия оборачиваются вокруг аппарата (рис. А36-А37).

6.4.9. Крепление металлического покрытия может осуществляться винтами или заклепками (рис. А39). Шаг установки винтов (заклепок): по горизонтали 150 – 200 мм, по окружности — 300 мм.

Для ускорения монтажа и сокращения количества проколов теплоизоляционного слоя элементы покрытия могут быть соединены лежащими фальцами шириной 8 – 10 мм (разрез Г – Г рис. А39) в крупноразмерные картины.

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

6.4.10. Для фиксации швов покрытия Metal Pro необходимо использовать заклепки. Шаг установки заклепок 100-150 мм. Шов покрытия и отверстия с заклепками проклеиваются лентами Alutape МКА или Alutape.

6.4.11. Люки и фланцевые соединения аппаратов подлежат периодическому осмотру и поэтому для них применяются съемные теплоизоляционные конструкции (рис. А38).

Теплоизоляционные изделия AEROFLEX для изоляции фланцевых соединений и люков аппаратов с положительными температурами рекомендуется применять в составе полносборных теплоизоляционных конструкций (футляров или полуфутляров).

Вкладыш из теплоизоляционных изделий AEROFLEX должен быть плотно приклеен к металлическому покрытию (кожуху). Крепление полносборной конструкции может осуществляться замками, устанавливаемыми непосредственно на кожухе, или бандажами с замками, устанавливаемыми поверх кожуха (рис. А38).

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

Для изоляции фланцевых соединений аппаратов с отрицательными температурами, рекомендуется проклейка мест соединения тепловой изоляции фланцевого соединения с тепловой изоляцией аппарата самоклеящимися лентами, аналогично чертежу, представленному на рис. А35, с последующей установкой съемного металлического кожуха.

6.5. Конструкции тепловой изоляции резервуаров для хранения холодной воды.

6.5.1. В конструкциях тепловой изоляции резервуаров для хранения холодной воды в системах водоснабжения, расположенных на улице, рекомендуется применять теплоизоляционные изделия AEROFLEX в покрытиях FG ALU, Metal Pro и Aerojacket. Допускается использование металлических покрытий (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. А40 – А45).

6.5.2. При необходимости применения защитного покрытия рулоны и листы AEROFLEX приклеиваются к поверхности резервуара в один или несколько слоев, в зависимости от расчетной толщины изоляции, между стойками каркаса, необходимого для крепления защитного покрытия (рис. А40 – А45).

В варианте, представленном на рис. А42, каркас состоит из деревянных брусков (стоек) которые крепятся к скобам, приваренным к поверхности резервуара. Стойки из бруска шириной 50 мм располагаются с шагом 2050 мм по цилиндрической стенке резервуара.

Элементы деревянного каркаса должны быть обработаны антипиреном и антисептическим составом.

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

6.5.3. Первый слой теплоизоляции приклеивается к стенке резервуара длинной стороной по высоте резервуара. Изделия второго и последующих слоев располагаются с перекрытием швов предыдущего слоя между брусками вертикально и горизонтально.

После установки верхнего слоя теплоизоляции все стыки изделий и места их соединения со стойками герметизируются лентами из линейки AEROFLEX.

6.5.4. Покрытие, собранное из листов в “картины” размером 2 х 2 м, крепится шурупами к деревянной стойке. Вертикальные стыки герметизируются герметиками.

По высоте резервуара предусмотрены разгружающие устройства для крепления покрытия с шагом 4 метра по высоте. На приваренные к резервуару кронштейны укладывается диафрагма, к которой винтами или заклепками прикрепляются кляммеры. Листы металлического покрытия опираются на кляммеры (разрез Ж – Ж, рис. А45).

Указанная конструкция одновременно является температурным швом.

Приварные крепежные элементы должны быть окрашены антикоррозионным составом, совместимым с клеями из линейки AEROFLEX.

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

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

6.5.6. Если расчетная толщина теплоизоляционного слоя не превышает значений толщины изделий, в соответствии с номенклатурой, то для установки в один слой, допускается к применению конструкции из готовых самоклеящихся листов и рулонов AEROFLEX с предварительно нанесенными покрытиями ALU, FG ALU, FG, Metal Pro или Aerojacket с герметизацией швов.

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

6.5.7. В качестве теплоизоляционного слоя в конструкциях горизонтальных цилиндрических резервуаров для хранения холодной воды рекомендуется применять рулоны или листы AEROFLEX в исполнении S с учетом температуростойкости клеевого слоя.

В качестве теплоизоляционного слоя в конструкциях вертикальных цилиндрических резервуаров для хранения холодной воды высотой менее 4 метров рекомендуется применять рулоны или листы AEROFLEX в исполнении S с учетом температуростойкости клеевого слоя.

В качестве теплоизоляционного слоя в конструкциях вертикальных цилиндрических резервуаров для хранения холодной воды высотой более 4 метров рекомендуется применять рулоны или листы AEROFLEX в стандартном исполнении, а также клеи AeroSeal и AeroSeal TF/HT с учетом их температуростойкости.

Для изоляции резервуаров, расположенных на открытом воздухе, рекомендуется применять рулоны или листы марок EPDM и FIRO в покрытиях FG ALU, Metal Pro или AeroJacket.

6.5.8. Для фиксации швов покрытия Metal Pro необходимо использовать заклепки. Шаг установки заклепок 100 – 150 мм. Шов покрытия и отверстия с заклепками проклеиваются лентами Alutape МКА или Alutape.

6.5.9. Места стыков теплоизоляционных изделий AEROFLEX проклеиваются лентами AEROFLEX с учетом рекомендаций п. 6.1.15.

6.6. Конструкции тепловой изоляции резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов.

6.6.1. Теплоизоляционные изделия AEROFLEX могут применяться для тепловой изоляции резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов. Рекомендуется применение конструкции в соответствии с указаниями п. 6.4 – 6.5. Конструкция тепловой изоляции отличается от конструкции, приведенной в п. 6.5 тем, что в ней не требуется герметизации швов покрытия. Швы теплоизоляционного слоя должны быть герметизированы.

6.6.2. Конструкция места соединения изоляции крыши и стенки резервуара должна не допускать затекания атмосферной влаги под изоляцию (рис. А 41 узел 1).

7. АКССУАРЫ AEROFLEX.

7.1. Клеевой слой S.

7.1.1. Клеевой слой S представляет собой состав постоянной липкости на полиэфирной сетке, защищенный антиадгезионной пленкой или силиконизированной бумагой.

7.1.2. Технические характеристики клеевого слоя S представлены в таблице 7.1.

Таблица 7.1. Технические характеристики клеевого слоя S.

Характеристика	Значение
Клеевой состав	расплав на основе синтетического каучука постоянной липкости
Основа	полиэфирная сетка
Липкость (PSTC – 16), Н/см	9
Адгезия к стали (AFERA 5001A), Н/см	8
Удельный вес клеевого слоя, г/м ²	78
Толщина адгезионного слоя, мкм	60
Диапазон температур эксплуатации, °С	от – 40 до + 90

7.2. Клей Aero seal.

7.2.1. Клей Aero seal представляет собой однокомпонентный контактный клей на основе хлоропренового каучука. Рабочая температура клея от – 200 до + 110°С.

7.2.2. Клей Aero seal предназначен для склеивания изделий AEROFLEX между собой, а также для приклеивания материалов Aeroflex к изолируемым поверхностям.

7.2.3. Технические характеристики клея Aero seal приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2. Технические характеристики клея Aero seal.

Характеристика	Значение
Исполнение	черная вязкая жидкость
Содержание твердой фазы, %	22±2
Вязкость при 25°С, сП	3500 – 4500
Рабочая температура, °С	от – 200 до +110
Температура клея при нанесении, °С	от + 5 до + 35
Плотность, г/см ³	0,88±0,05
Расход при нанесении на обе склеиваемые поверхности: м ² /л г/м ²	3 – 4,5 195 – 290
Время высыхания, мин: При склеивании пористых либо впитывающих материалов (Aeroflex, Пробковая доска, ДСП и т.д.) При приклеивании Aeroflex к невпитывающим поверхностям (металлы)	2 – 5 5 – 10
Прочность склеивания через 15 минут экспозиции, не менее, кг/см ²	1,25
Температура вспышки, °С	– 20
Давление паров при 20° С, гПа	230
Рекомендуемая температура хранения, °С	от +5 до +35

7.2.4. Клей Aeroseal выпускается в металлической или пластиковой таре объемом 0,8 л. (700 гр.) и 4 л. (3500 гр.).

7.3. Клей Aeroseal TF/HT.

7.3.1. Клей Aeroseal TF/HT представляет собой высокотемпературный однокомпонентный контактный клей на основе хлоропренового каучука. В составе клея Aeroseal TF/HT отсутствует толуол. Рабочая температура клея от – 200 до + 150°C.

7.3.2. Клей Aeroseal TF/HT предназначен для использования в случаях повышенных требований к чистоте и экологичности проведения теплоизоляционных работ, в том числе на пищевых и медицинских производствах, а также в качестве высокотемпературного клея.

7.3.3. Технические характеристики клея Aeroseal TF/HT приведены в таблице 7.3.

Таблица 7.3. Технические характеристики клея Aeroseal TF/HT.

Характеристика	Значение
Исполнение	темно-синяя или черная вязкая жидкость
Содержание твердой фазы, %	24±2
Вязкость при 25°C, сП	3600 – 4700
Рабочая температура, °C	от –200 до +150 (кратковременно до +200)
Температура клея при нанесении, °C	от +5 до +35
Плотность, г/см ³	0,88±0,05
Расход при нанесении на обе склеиваемые поверхности: м ² /л г/м ²	3 – 4,5 195 – 290
Время высыхания, мин: При склеивании пористых либо впитывающих материалов (Aeroflex, Пробковая доска, ДСП и т.д.) При приклеивании Aeroflex к невпитывающим поверхностям (металлы)	2 – 5 5 – 10
Прочность склеивания через 15 минут экспозиции, не менее, кг/см ²	1,25
Температура вспышки, °C	– 20
Давление паров при 20° C, гПа	230

7.3.4. Клей Aeroseal TF/HT выпускается в металлической таре объемом 0,8 л. (700 гр.) или 2,3 л. (2000 гр.).

7.4. Лента самоклеящаяся теплоизоляционная Aerotape.

7.4.1. Лента Aerotape представляет собой вспененное теплоизоляционное изделие AEROFLEX марки EPDM рулонного типа толщиной 3 мм в исполнении S.

7.4.2. Лента Aerotape предназначена для изоляции предварительно склеенных клеем швов и стыков между смежными изделиями AEROFLEX. Может применяться в качестве самостоятельного теплоизоляционного слоя для небольших деталей и фасонных элементов пластиковых, металлопластиковых и металлических трубопроводов с холодными и горячими теплоносителями, в том числе, сложной конфигурации. Обладает антивибрационными и уплотнительными свойствами.

7.4.3. Технические характеристики ленты Aerotape представлены в таблице 7.4.

Таблица 7.4. Технические характеристики ленты Aerotape.

Характеристика	Значение
Цвет	черный
Основа	вспененный EPDM каучук
Стандартная толщина, мм	3
Ширина, мм	50 и 100
Длина рулона, мм	15 000
Рабочая температура, °C	от –50 до +93
Температура монтажа, °C	от 0 до +45
Стойкость к ультрафиолету и озону	устойчив

7.4.4. Лента Aerotape выпускается в рулонах длиной 15 м и шириной 50, 100 мм.

7.4.5. Клеевой слой может наноситься на обе стороны ленты по требованию заказчика.

7.5. Лента самоклеящаяся теплоизоляционная Aerotape HT.

7.5.1. Лента Aerotape HT представляет собой вспененное теплоизоляционное изделие AEROFLEX марки EPDM HT рулонного типа толщиной 3 мм в исполнении S.

7.5.2. Лента Aerotape HT предназначена для изоляции предварительно склеенных клеем швов и стыков между смежными изделиями AEROFLEX марки EPDM HT. Может применяться в качестве самостоятельного теплоизоляционного слоя для небольших деталей и фасонных элементов пластиковых, металлопластиковых и металлических трубопроводов с холодными и горячими теплоносителями, в том числе, сложной конфигурации. Обладает антивибрационными и уплотнительными свойствами.

7.5.3. Технические характеристики ленты Aerotape HT представлены в таблице 7.5.

Таблица 7.5. Технические характеристики ленты Aerotape HT.

Характеристика	Значение
Цвет	черный
Основа	вспененный высокотемпературный EPDM каучук
Стандартная толщина, мм	3
Ширина, мм	50 и 100
Длина рулона, мм	15 000
Рабочая температура, °C	от –50 до +150
Температура монтажа, °C	от 0 до +45
Стойкость к ультрафиолету и озону	устойчив

7.5.4. Лента Aerotape HT выпускается в рулонах длиной 15 м и шириной 50, 100 мм.

7.5.5. Клеевой слой может наноситься на обе стороны ленты по требованию заказчика.

7.6. Лента самоклеящаяся Protape.

7.6.1. Лента Protape представляет собой этиленпропилендиеновый (EPDM) невспененный каучук с клеевым слоем, закрытым силиконизированной бумагой.

7.6.2. Лента Protape предназначена для герметизации, защиты предварительно склеенных швов и стыков между смежными изделиями AEROFLEX без покрытий. Сохраняет гибкость даже в условиях низких температур, не разрушается от ультрафиолета и в условиях полярных сред.

7.6.3. Технические характеристики ленты Protape представлены в таблице 7.6.

Таблица 7.6. Технические характеристики ленты Protape.

Характеристика	Значение
Цвет	черный
Основа	невспененный EPDM каучук
Стандартная толщина, мм	0,6
Ширина, мм	30, 40 и 50
Длина рулона, мм	25 000
Рабочая температура, °C	от -57 до +93
Температура монтажа, °C	от 0 до +45
Стойкость к ультрафиолету и озону	устойчив

7.6.4. Лента Protape выпускается в рулонах длиной 25 м и шириной 30, 40 и 50 мм.

7.7. Лента самоклеящаяся алюминиевая Alutape.

7.7.1. Лента самоклеящаяся алюминиевая Alutape изготавливается из алюминиевой фольги с клеевым слоем, закрытым антиадгезионным лайнером.

7.7.2. Лента Alutape предназначена для герметизации швов изделий AEROFLEX с алюминизированными покрытиями Alu, Metal Pro и FG Alu.

7.7.3. Технические характеристики ленты Alutape представлены в таблице 7.7.

Таблица 7.7. Технические характеристики ленты Alutape.

Характеристика	Значение
Цвет	серебристый
Основа	алюминиевая фольга
Суммарная толщина, мкм	70
Толщина основы, мкм	35
Толщина клеевого слоя, мкм	35
Ширина, мм	50, 75 и 100
Длина рулона, мм	50 000
Рабочая температура, °C	от -40 до +120
Температура монтажа, °C	от +5 до +45

7.7.4. Лента Alutape выпускается в рулонах длиной 50 м, шириной 50, 75 и 100 мм.

7.8. Лента самоклеящаяся комбинированная Alutape МКА.

7.8.1. Лента самоклеящаяся многослойная комбинированная Alutape МКА изготавливается из алюминиевой фольги и полимерной пленки, с клеевым слоем, закрытым антиадгезионным лайнером.

7.8.2. Лента Alutape МКА предназначена для герметизации швов теплоизоляционных изделий AEROFLEX с алюминизированными покрытиями ALU, FG ALU и Metal Pro.

7.8.3. Технические характеристики ленты Alutape МКА представлены в таблице 7.8.

Таблица 7.8. Технические характеристики ленты Alutape МКА.

Характеристика	Значение
Цвет	серебристый
Основа	алюминиевая фольга, полимерная пленка
Суммарная толщина, мкм	125
Толщина основы, мкм	90
Толщина клеевого слоя, мкм	35
Ширина, мм	50, 75 и 100
Длина рулона, мм	50 000
Рабочая температура, °С	от –50 до +100
Температура монтажа, °С	от +5 до +45

7.8.4. Лента Alutape МКА выпускается в рулонах длиной 50 м, шириной 50, 75 и 100 мм.

7.9. Лента самоклеящаяся армированная Alutape ARM.

7.9.1. Лента самоклеящаяся Alutape ARM изготавливается из алюминиевой фольги, армированной стеклосеткой с размерностью ячейки 5x5 мм, с клеевым слоем, закрытым антиадгезионным лайнером.

7.9.2. Лента Alutape ARM предназначена для фиксации теплоизоляционных изделий AEROFLEX с покрытием Alu в проектном положении, а также для герметизации клеевых соединений между теплоизоляционными сегментами с алюминизированными покрытиями, их защиты от проникновения грязи, пара и воды.

7.9.3. Технические характеристики ленты Alutape ARM представлены в таблице 7.9.

Таблица 7.9. Технические характеристики ленты Alutape ARM.

Характеристика	Значение
Цвет	серебристый
Основа	алюминиевая фольга, стеклосетка
Суммарная толщина, мкм	70
Толщина основы, мкм	35
Толщина клеевого слоя, мкм	35
Ширина, мм	50, 75 и 100
Длина рулона, мм	50 000
Рабочая температура, °С	от –50 до +100
Температура монтажа, °С	от +5 до +45

7.9.4. Лента Alutape ARM выпускается в рулонах длиной 50 м, шириной 50, 75 и 100 мм.

7.10. Лента самоклеющаяся FG-tape.

7.10.1. Лента самоклеющаяся FG-tape изготавливается из технической стеклоткани черного цвета, на одну из сторон которой нанесен самоклеющийся слой, закрытый антиадгезионным лайнером.

7.10.2. Лента FG-tape предназначена для фиксации теплоизоляционных изделий AEROFLEX с покрытием FG в проектном положении, а также для герметизации клеевых соединений между теплоизоляционными сегментами, их защиты от проникновения грязи, пара и воды.

7.10.3. Технические характеристики ленты FG – tape представлены в таблице 7.10.

Таблица 7.10. Технические характеристики ленты FG-tape.

Характеристика	Значение
Цвет	черный
Основа	техническая стеклоткань
Суммарная толщина, мкм	240
Толщина основы, мкм	200
Толщина клеевого слоя, мкм	40
Ширина, мм	50 и 100
Длина рулона, мм	25 000
Рабочая температура, °C	от – 30 до + 120
Температура монтажа, °C	от + 5 до + 45

7.10.4. Лента FG – tape выпускается в рулонах длиной 25 м, шириной 50 и 100 мм.

7.11. ПОДВЕСЫ AEROFIX.

7.11.1. Подвесы Aerofix и Aerofix Stand изготавливаются на основе жесткого вспененного полимера. На внутренней стороне подвеса нанесен материал из вспененного EPDM каучука в качестве антивибрационного слоя. С внешней стороны подвес имеет защитную оболочку из материала Protape, которая дополнительно предотвращает проникновение влаги внутрь теплоизоляционного слоя.

7.11.2. Подвесы Aerofix и Aerofix Stand предназначены для предотвращения тепловых потерь или образования конденсата в местах крепления трубопроводов при размещении их на подвесных опорах. Применяются в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов, транспортирующих горячие и холодные теплоносители.

7.11.3. Технические характеристики подвесов Aerofix и Aerofix Stand представлены в таблице 7.11.

Таблица 7.11. Технические характеристики подвесов Aerofix и Aerofix Stand.

Характеристика	Значение
Диапазон рабочих температур применения в постоянном режиме эксплуатации, °C	от – 200 до +130
Диапазон температур применения при кратковременном воздействии, °C	от – 200 до +175
Коэффициент теплопроводности при 0°C, не более, Вт/(м·°C):	
Внутренний диаметр подвеса ≤ 89 мм	0,037
Внутренний диаметр подвеса 102 – 273 мм	0,042
Внутренний диаметр подвеса > 273 мм	0,046
Плотность, кг/м³:	
Внутренний диаметр подвеса ≤ 89 мм	170 – 230
Внутренний диаметр подвеса 102 – 273 мм	220 – 280
Внутренний диаметр подвеса > 273 мм	270 – 300
Прочность на сжатие, не менее, кг/см²:	
Внутренний диаметр подвеса ≤ 89 мм	16
Внутренний диаметр подвеса 102 – 273 мм	24
Внутренний диаметр подвеса > 273 мм	36
Водопоглощение по объему, не более, %:	
Внутренний диаметр подвеса ≤ 89 мм	1,0
Внутренний диаметр подвеса 102 – 273 мм	0,7
Внутренний диаметр подвеса > 273 мм	0,4

7.12. Очиститель Aeroflex Cleaner.

7.12.1. Очиститель Aeroflex Cleaner представляет собой прозрачную, бесцветную жидкость из смеси органических растворителей.

7.12.2. Очиститель Aeroflex Cleaner предназначен для удаления пыли, масел и иных загрязнений с оклеиваемых поверхностей в целях улучшения адгезии. Также может применяться для чистки рабочего инструмента от остатков клея.

7.12.3. Технические характеристики очистителя Aeroflex Cleaner представлены в таблице 7.12.

Таблица 7.12. Технические характеристики очистителя Aeroflex Cleaner.

Характеристика	Значение
Исполнение	прозрачная жидкость
Плотность, кг/м³	780 – 800
Расход: При использовании на открытом воздухе; При использовании внутри помещений.	1 л/3,5 м² 1 л/4,5 м²
Дополнительные свойства	не образует пленки
Формы выпуска	банки 800 г. (1,0 л.)

7.13. Клей AeroSeal APTM340

7.13.1. Клей AEROSEAL APTM340 изготавливается на основе сложных полиэфиров в органических растворителях и модифицирован органическими смолами.

7.13.2. Разработан специально для монтажа покрытия AeroJacket, также может применяться для склеивания изделий из ПВХ как между собой, так для их приклеивания к различным поверхностям (дерево, железо, бетон).

7.13.3. Технические характеристики клея AEROSEAL APTM340 представлены в таблице 7.13.

Таблица 7.13. Технические характеристики клея AeroSeal APTM340.

Характеристика	Значение
Исполнение	однородная полупрозрачная вязкая жидкость от зеленого до синего цвета
Плотность, г/см ³	0,82 – 0,85
Расход при нанесении на обе склеиваемые поверхности: г/м ²	280 – 350
Время высыхания: до первоначального схватывания, мин до адгезионного разрыва, ч	2 – 4 72
Формы выпуска	банки объемом 3 л.

8. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОИЗВОДСТВУ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИЗДЕЛИЙ AEROFLEX.

При монтаже теплоизоляционных конструкций с применением теплоизоляционных изделий и покрытий AEROFLEX следует соблюдать следующие требования:

8.1. Теплоизоляционные работы с применением теплоизоляционных изделий и покрытий AEROFLEX должны проводиться в соответствии с требованиями СНиП 12-03-2001 и СНиП 12-04-2002 и иными актуальными актами в части безопасности труда в строительстве.

При выполнении работ рекомендуется использовать «Руководство по монтажу изоляции AEROFLEX» и указания настоящих рекомендаций.

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

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

Поверхности, на которые производится приклейка изделий AEROFLEX, должны быть обезжирены.

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

8.5. Правила работы с клеями линейки AEROFLEX:

- клей наносится на чистую, сухую и обезжиренную поверхность;
- клей оптимально использовать при температуре окружающего воздуха от +5 до +35 °C;
- ориентировочный расход клея составляет 0,229 литра (200 гр.) на 1 м² поверхности изделий AEROFLEX;
- при изоляции холодных поверхностей клей следует наносить на поверхность теплоизоляционных изделий и на изолируемую поверхность. В данном случае суммарный расход клея составит 0,458 литра (400 гр.);
- при склеивании швов теплоизоляционных изделий AEROFLEX клей следует равномерно наносить на обе склеиваемые поверхности;
- склеиваемые поверхности следует соединять плотным надавливанием через 3 – 5 минут после нанесения клея. Не допускается склеивать обработанные клеем поверхности сразу после его нанесения.

8.6. Крепление теплоизоляционных изделий и покрытий AEROFLEX к изолируемой поверхности следует осуществлять в соответствии с проектной документацией, с учетом рекомендаций раздела 6 и приложения А.

8.7. При выполнении теплоизоляционных работ не допускается деформировать и растягивать теплоизоляционные изделия AEROFLEX.

8.8. При изоляции воздухопроводов прямоугольного сечения и холодных трубопроводов, открытые торцевые поверхности следует проклеивать лентами из линейки AEROFLEX.

8.9. Для изоляции трубопроводной арматуры (отводов, переходов, тройников) рекомендуется заранее в условиях мастерской подготовить теплоизоляционные изделия из трубок, рулонов или листов AEROFLEX, что значительно упростит монтаж и повысит качество выполняемых работ.

8.10. При выполнении демонтажной изоляции трубопроводов следует оставлять неизолированными края трубопровода длиной не менее чем 250 – 300 мм, для безопасного производства сварных работ. При производстве сварных работ края изоляции следует закрывать негорючим материалом. Демонтажную изоляцию рекомендуется выполнять в мастерских.

8.11. Швы между теплоизоляционными изделиями рекомендуется проклеивать самоклеящимися лентами из линейки AEROFLEX в соответствии с рекомендациями п. 6.1.15.

8.12. При изоляции вентиляционных коробов прямоугольного сечения рекомендуется сначала выполнять изоляцию нижней поверхности воздуховода, затем изолируют боковые и верхнюю поверхность. Монтаж изоляции воздухопроводов рулонными или листовыми изделиями AEROFLEX, в том числе в исполнении S, может выполняться оберткой изделия вокруг воздуховода, при этом края изделий могут быть соединены встык или Г – образным соединением на углу воздуховода. Торцевая поверхность изделия закрывается лентами из линейки AEROFLEX в соответствии с рекомендациями п. 6.1.15.

8.13. При изоляции трубопроводов и оборудования с температурой теплоносителя + 19°C и ниже рекомендуется осуществлять монтаж теплоизоляционных изделий AEROFLEX с приклейкой ко всей поверхности изолируемого оборудования. Продольные и торцевые стыки также склеиваются клеем и лентой из линейки AEROFLEX, для обеспечения герметичности конструкции.

8.14. Покровный слой из линейки AEROFLEX должен устанавливаться с перекрытием швов вдоль продольных и торцевых стыков на 30 – 50 мм.

При креплении металлического покровного слоя винтами элементы покрытия должны иметь отверстия под крепеж. Для придания жесткости по кромкам элементов покрытия выполняется зиг. Покрытия из алюминиевых лент или листов толщиной 0,25 – 0,3 мм применяются в виде гофрированных оболочек.

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

8.16. Для монтажа теплоизоляционных изделий AEROFLEX используется следующий набор инструментов:

- нож монтажный со стальным лезвием длиной 25 – 40 см;
- циркуль металлический длиной не менее 40 см;
- кронциркуль универсальный;
- линейка металлическая длиной не менее 50 см;
- рулетка 3 – 5 м с фиксаторами;
- нож универсальный со сменными лезвиями 15 см;
- маркер для резиновых материалов белый;
- брусок для заточки ножей;
- мел;
- монтажное стусло с шириной рабочей поверхности не менее 120 мм;
- кисть плоская с шириной щетины 20 мм;
- шпатель малярный металлический шириной 20 – 25 мм;
- монтажное шило.

9. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ НА ОСНОВЕ ИЗДЕЛИЙ AEROFLEX

9.1. Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с теплоизоляционным слоем из изделий AEROFLEX следует выполнять на основании технического задания на проектирование, которое обязательно должно содержать необходимые для проектирования общие исходные данные, в том числе:

- регион и населенный пункт расположения изолируемого оборудования;
- размещение изолируемого объекта (на открытом воздухе, в помещении, в канале, в тоннеле);
- ориентация оборудования (горизонтальная или вертикальная);
- вид теплоносителя;
- рабочая температура теплоносителя;
- расчетная температура теплоносителя;
- температура пропарки (если предполагается технологическим процессом);
- температура окружающей среды;
- наличие или отсутствие дополнительного обогрева, например, спутниками или системами электрообогрева;
- специальные требования к теплоизоляционным конструкциям, если таковые имеются;
- влажность окружающего воздуха (при расчете толщины теплоизоляции с целью защиты от образования конденсата на её поверхности);
- влажность транспортируемого газа (при расчете толщины теплоизоляции с целью предотвращения конденсации влаги на внутренних поверхностях газоходов).

В техническом задании для трубопроводов следует указывать:

- наружный (или условный) диаметр;
- материал трубопровода;
- ГОСТ или иной нормативный документ, устанавливающий требования к изолируемым трубопроводам;
- длину.

Для арматуры и фланцевых соединений следует указывать:

- тип арматуры;
- количество;
- диаметр условного прохода;
- геометрические размеры или ссылки на каталоги, на основании которых осуществлялся подбор применяемой арматуры.

Для оборудования (аппаратов) следует указывать:

- габаритные размеры или площадь поверхности (в случае сложной конфигурации);
- материал, из которого изготовлено оборудование.

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

9.3. Состав и правила оформления рабочей документации по тепловой изоляции определяются ГОСТ 21.405-93 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации тепловой изоляции оборудования и трубопроводов». Рабочая документация по тепловой изоляции включает:

- рабочие чертежи, предназначенные для производства монтажных работ (основной комплект рабочих чертежей марки ТИ);
- техномонтажную ведомость в соответствии с разделом 6;

- спецификацию оборудования;
- ведомость потребности в материалах;
- ведомости объемов строительных и монтажных работ;
- эскизные чертежи общих видов нетиповых теплоизоляционных конструкций с использованием изделий AEROFLEX, предназначенные для разработки конструкторской документации.

В составе рабочей документации могут быть разработаны чертежи полносборных конструкций с теплоизоляционным слоем из изделий AEROFLEX для изоляции люков, фланцевых соединений трубопроводов, аппаратов, арматуры, а также других элементов, входящих в состав теплоизоляционных конструкций или привариваемых к изолируемой поверхности.

9.4. Выбор типа теплоизоляционных изделий и материалов покровного слоя AEROFLEX следует производить в соответствии с указаниями разделов 1 – 7.

9.5. Расчет требуемой толщины теплоизоляционного слоя из изделий AEROFLEX в конструкциях тепловой изоляции в зависимости от её назначения выполняется с учетом рекомендаций раздела 10.

За проектную толщину теплоизоляционного слоя следует принимать ближайшую к расчетной большую толщину из номенклатуры AEROFLEX. Допускается принимать ближайшую меньшую толщину в случаях проведения расчетов по заданной температуре на поверхности изоляции и норме плотности теплового потока, если разница между расчетной и номенклатурной толщиной не превышает 3 мм.

В случае если расчетная толщина изоляции превышает максимальную толщину изделий AEROFLEX рекомендуется организация многослойной теплоизоляционной конструкции.

9.6. Тепловая изоляция трубопроводов с температурой вещества от +20 до +150°C в зависимости от конкретных условий применения может рассчитываться с целью:

- сохранения заданного или нормированного значения плотности теплового потока с поверхности изоляции для обеспечения параметров технологического режима;
- обеспечения заданной температуры на поверхности изоляции;
- сохранения температуры вещества в заданных параметрах;
- защиты от образования конденсата на внутренних поверхностях газоходов.

9.7. Тепловая изоляция трубопроводов и оборудования с температурами вещества +19°C и ниже, в том числе с отрицательными температурами, может рассчитываться с целью:

- предотвращения конденсации влаги на поверхности изолированного объекта, расположенного в помещении;
- обеспечения технологических требований;
- сохранения нормированного значения плотности теплового потока в соответствии с требованиями СП 61.13330.2012;
- обеспечения заданной температуры на поверхности изоляции;
- защиты от образования конденсата на внутренних поверхностях газоходов.

9.8. Тепловая изоляция трубопроводов холодного водоснабжения может рассчитываться с целью:

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

9.9. Конструкции тепловой изоляции с применением теплоизоляционных изделий AEROFLEX разрабатываются в соответствии с рекомендациями раздела 6 и на основе конструкций, приведенных в приложении А.

9.10. Перечень и характеристики аксессуаров, применяемых в конструкциях тепловой изоляции, приведены в разделе 7.

10. РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ НА ОСНОВЕ ИЗДЕЛИЙ AEROFLEX В КОНСТРУКЦИЯХ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ И ОБОРУДОВАНИЯ.

10.1. Значения коэффициентов, используемых при выполнении расчетов толщин теплоизоляционных конструкций из изделий AEROFLEX

При выполнении расчетов толщин теплоизоляционных конструкций используются следующие коэффициенты:

10.1.1. Коэффициент дополнительных потерь K , учитывающий теплотери через теплопроводные включения в теплоизоляционных конструкциях, обусловленных наличием в них крепежных деталей и опор, следует принимать по таблице 10.1.

Таблица 10.1. Значения коэффициента дополнительных потерь K для трубопроводов.

Тип изолируемого объекта	Коэффициент K
Трубопроводы на открытом воздухе, в непроходных каналах, тоннелях и помещениях:	
а) стальные на подвижных опорах, условным проходом, мм:	
до 150	1,2
150 и более	1,15
б) стальные на подвесных опорах	1,05
в) неметаллические на подвижных и подвесных опорах	1,7
Трубопроводы бесканальной прокладки	1,15

10.1.2. Расчетный коэффициент теплопроводности $\lambda_{из}$ изделий AEROFLEX для поверхностей с положительными и отрицательными температурами теплоносителя следует принимать по таблице 10.2.

Таблица 10.2. Расчетный коэффициент теплопроводности $\lambda_{из}$ для изделий AEROFLEX.

Марка изделий	Формула определения коэффициента теплопроводности $\lambda_{из}$, Вт/(м·°С)
EPDM	$0,0354 + 0,00011 \frac{(t_H + t_B)}{2}$
EPDM HT	$0,0337 + 0,00010 \frac{(t_H + t_B)}{2}$
FIRO	$0,0320 + 0,00010 \frac{(t_H + t_B)}{2}$
HD	$0,040 + 0,00015 \frac{(t_H + t_B)}{2}$

Где:

t_H – расчётная температура окружающей среды, °С;

t_B – расчётная температура вещества, °С.

10.1.3. Расчетный коэффициент теплоотдачи α_n от наружной поверхности теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху следует принимать по таблице 10.3.

Таблица 10.3. Расчетный коэффициент теплоотдачи α_n

Значения коэффициента теплоотдачи α_n , Вт/(м²·°C)						
Температура изолируемой поверхности, °C	Изолируемая поверхность	Вид расчета изоляции	Коэффициент теплоотдачи α_n , Вт/(м²·°C), при расположении изолируемых поверхностей			
			В помещениях, тоннелях		На открытом воздухе	
			С покрытиями Aeroflex Alu, Metal Pro, FG Alu, а также с покрывными слоями из алюминия и алюминиевой фольги, нержавеющей и оцинкованной стали	Без покрытия и с покрытиями Aeroflex FG и Aerojacket, а также с иными неметаллическими покрывными слоями, например, из стеклотканей и пластиков	С покрытиями Aeroflex Alu, Metal Pro, FG Alu, а также с покрывными слоями из алюминия и алюминиевой фольги, нержавеющей и оцинкованной стали	Без покрытия и с покрытиями Aeroflex FG и Aerojacket, а также с иными неметаллическими покрывными слоями, например, из стеклотканей и пластиков
Выше 20	Вертикальные трубопроводы, оборудование, плоская поверхность	По заданной температуре на поверхности покровного слоя	6	11	6	11
		Остальные виды расчетов	7	12	35 ³	35 ³
	Горизонтальные трубопроводы	По заданной температуре на поверхности покровного слоя	6	10	6	10
		Остальные виды расчетов	6	11	29 ⁴	29 ⁴
19 и ниже	Все виды изолируемых объектов	Предотвращение конденсации влаги из окружающего воздуха на поверхности покровного слоя	5	7	-	-
		Остальные виды расчетов	6	11	29 ⁴	29 ⁴
1. Для трубопроводов, прокладываемых в каналах, коэффициент теплоотдачи α_n =8 Вт/(м²·°C). 2. Коэффициент теплоотдачи от воздуха в канале к стенке канала допускается принимать α_n =8 Вт/(м²·°C). 3. Коэффициент теплоотдачи α_n при известной скорости ветра, равной 5, 10, 15 м/с, принимать равным 26, 35, 52 Вт/(м²·°C) соответственно. 4. Коэффициент теплоотдачи α_n при известной скорости ветра, равной 5, 10, 15 м/с, принимать равным 20, 26, 35 Вт/(м²·°C) соответственно.						

10.1.4. Расчётный коэффициент теплопроводности грунта ($\lambda_{гр}$) следует принимать по таблице 10.4.

Таблица 10.4. Коэффициент теплопроводности грунта $\lambda_{гр}$.

Вид грунта	Средняя плотность, кг/м³	Влагосодержание, % массе	Теплопроводность, Вт/(м°C)	Вид грунта	Средняя плотность, кг/м³	Влагосодержание, % массе	Теплопроводность, Вт/(м°C)
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	0,90		—	—	—
	1200	8	0,83			—	—
		15	1,04	Глинистый	1300	8	0,72
	1300	8	0,98			18	1,08
		15	1,20			40	1,66
	1400	8	1,12		1500	8	1,00
		15	1,36			18	1,46
		20	1,63			40	2,00
	1500	8	1,27		1600	8	1,13
		15	1,56			27	1,93
		20	1,86			—	—
		—	—			—	—

10.1.5. Линейное термическое сопротивление от наружной поверхности цилиндрической теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху ($R_{\text{н}}^{\text{Л}}$) следует принимать по таблице 10.5.

Таблица 10.5. Расчетное значение линейного термического сопротивления $R_{\text{н}}^{\text{Л}}$

Услов- ный ди- аметр трубы, мм	Расположение объекта																				На открытом воздухе
	Внутри помещений										Для поверхностей без покрытий или в покрытиях FG, Aerojacket, стеклопластиком, краской										
	Для поверхностей из алюминия, нержа- вующей и оцинкованной стали, алюминиевой фольги, Aeroflex ALU, Metal Pro, FG Alu																				
	Температура теплоносителя, °С																				
100	110	120	130	140	150	100	110	120	130	140	150	100	110	120	130	140	150	120	130	140	150
Расчетное значение линейного термического сопротивления R ^L _н , (м°С)/Вт																					
32	0,500	0,493	0,485	0,478	0,470	0,463	0,330	0,325	0,319	0,314	0,308	0,303	0,120	0,119	0,117	0,116	0,114	0,113	0,114	0,113	0,113
40	0,450	0,443	0,435	0,428	0,420	0,413	0,290	0,286	0,281	0,277	0,272	0,268	0,100	0,099	0,097	0,096	0,094	0,093	0,094	0,093	0,093
50	0,400	0,393	0,385	0,378	0,370	0,363	0,250	0,246	0,242	0,238	0,234	0,230	0,090	0,089	0,087	0,086	0,084	0,083	0,084	0,083	0,083
65	0,355	0,349	0,343	0,337	0,330	0,324	0,220	0,217	0,213	0,210	0,206	0,203	0,084	0,083	0,081	0,080	0,079	0,077	0,079	0,077	0,077
80	0,310	0,305	0,300	0,296	0,291	0,286	0,190	0,187	0,184	0,182	0,179	0,176	0,078	0,077	0,076	0,074	0,073	0,072	0,074	0,073	0,072
100	0,250	0,247	0,244	0,241	0,238	0,235	0,150	0,148	0,146	0,144	0,142	0,140	0,070	0,069	0,068	0,067	0,066	0,065	0,067	0,066	0,065
125	0,210	0,208	0,206	0,204	0,202	0,200	0,130	0,129	0,127	0,126	0,124	0,123	0,050	0,050	0,049	0,049	0,048	0,048	0,049	0,048	0,048
150	0,180	0,179	0,177	0,176	0,174	0,173	0,120	0,119	0,117	0,116	0,114	0,113	0,050	0,050	0,049	0,049	0,048	0,048	0,049	0,048	0,048
200	0,160	0,159	0,157	0,156	0,154	0,153	0,100	0,099	0,098	0,097	0,096	0,095	0,040	0,040	0,039	0,039	0,038	0,038	0,039	0,038	0,038
250	0,130	0,129	0,127	0,126	0,124	0,123	0,090	0,089	0,088	0,087	0,086	0,085	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
300	0,110	0,109	0,108	0,107	0,106	0,105	0,080	0,080	0,079	0,079	0,078	0,078	0,030	0,030	0,029	0,029	0,028	0,028	0,029	0,028	0,028
350	0,100	0,099	0,098	0,097	0,096	0,095	0,070	0,070	0,069	0,069	0,068	0,068	0,030	0,030	0,029	0,029	0,028	0,028	0,029	0,028	0,028
400	0,090	0,089	0,088	0,087	0,086	0,085	0,060	0,060	0,059	0,059	0,058	0,058	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
450	0,083	0,082	0,081	0,080	0,080	0,079	0,055	0,055	0,054	0,054	0,054	0,053	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
500	0,075	0,075	0,074	0,074	0,073	0,073	0,050	0,050	0,050	0,049	0,049	0,049	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
600	0,062	0,062	0,061	0,061	0,061	0,060	0,043	0,043	0,043	0,042	0,042	0,042	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017
700	0,055	0,055	0,055	0,054	0,054	0,054	0,038	0,038	0,038	0,038	0,037	0,037	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
800	0,048	0,048	0,048	0,048	0,047	0,047	0,034	0,034	0,034	0,034	0,033	0,033	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
900	0,044	0,044	0,044	0,044	0,043	0,043	0,031	0,031	0,031	0,031	0,030	0,030	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
1000	0,040	0,040	0,040	0,040	0,039	0,039	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011
1400	0,033	0,033	0,033	0,032	0,032	0,032	0,023	0,023	0,023	0,023	0,022	0,022	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009
2000	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006

Примечания:
 Для промежуточных значений диаметров и температур величина $R_{\text{н}}^{\text{Л}}$ определяется интерполяцией;
 Если температура вещества ниже 100°С принимаются данные, соответствующие 100°С.

10.2 РАСЧЁТ ТЕПЛОвого ПОТОКА ЧЕРЕЗ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННУЮ КОНСТРУКЦИЮ.

10.2.1. Данный метод расчёта используется в случае, когда необходимо определить тепловые потери (хладопотери) при заданной (имеющейся) толщине теплоизоляционного слоя из изделий AEROFLEX.

Поверхностная плотность теплового потока через плоские поверхности рассчитывается по формулам:

Однослойная плоская стенка:

$$q_F = \frac{t_{\theta} - t_H}{R_{\theta H} + R_{cm} + R_{uz} + R_H} \quad (10.2.1)$$

Многослойная плоская стенка из n – слоев:

$$q_F = \frac{t_{\theta} - t_H}{R_{\theta H} + R_{cm} + \sum_{i=1}^n R_i + R_H} \quad (10.2.2)$$

Линейная плотность теплового потока через цилиндрические поверхности рассчитывается по формулам:

Однослойная цилиндрическая стенка:

$$q_L = \frac{t_{\theta} - t_H}{R_{\theta H}^L + R_{cm}^L + \sum_{i=1}^n R_i^L + R_H^L} \quad (10.2.4)$$

Где:

Для плоской стенки:

$$R_{\theta H} = \frac{1}{\alpha_{\theta H}} \quad R_H = \frac{1}{\alpha_H} \quad R_{uz} = \frac{\delta_{uz}}{\lambda_{uz}} \quad R_{cm} = \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}} \quad R_{uz} = \frac{\delta_i}{\lambda_i}$$

Для цилиндрической стенки:

$$R_{\theta H}^L = \frac{1}{\pi d_{\theta H}^L \alpha_{\theta H}} \quad R_H^L = \frac{1}{\pi d_H^L \alpha_H} \quad R_{uz}^L = \frac{1}{2\pi \lambda_{uz}} \ln \frac{d_H^{uz}}{d_{\theta H}^{uz}} \quad R_{cm}^L = \frac{1}{2\pi \lambda_{cm}} \ln \frac{d_H^{cm}}{d_{\theta H}^{cm}} \quad R_i^L = \frac{1}{2\pi \lambda_i} \ln \frac{d_H^i}{d_{\theta H}^i}$$

Где:

t_{θ} – температура среды внутри изолируемого объекта, °С;

t_H – температура окружающего воздуха, °С;

q_F – поверхностная плотность теплового потока через плоскую теплоизоляционную конструкцию, Вт/м²;

$R_{\theta H}$ – термическое сопротивление теплоотдаче от вещества к внутренней поверхности стенки плоского изолируемого оборудования, (м² · °С)/Вт;

R_{cm} – термическое сопротивление теплоотдаче стенки плоского изолируемого объекта, (м² · °С)/Вт;

R_H – термическое сопротивление теплоотдаче от наружной поверхности плоской теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху, (м² · °С)/Вт;

R_{uz} – термическое сопротивление теплоотдаче плоского слоя изоляции, (м² · °С)/Вт;

$\sum_{i=1}^n R_i$ – суммарное термическое сопротивление теплоотдаче n – слойной плоской изоляции, (м² · °С)/Вт;

q_L – линейная плотность теплового потока через цилиндрическую теплоизоляционную конструкцию, Вт/м;

$R_{вн}^L$ – линейное термическое сопротивление теплоотдаче от вещества к внутренней поверхности стенки цилиндрического изолируемого объекта, (м · °С)/Вт;

R_{cm}^L – линейное термическое сопротивление цилиндрической стенки изолируемого объекта, (м · °С)/Вт;

$R_{уз}^L$ – линейное термическое сопротивление цилиндрического теплоизоляционного слоя, (м · °С)/Вт;

R_H^L – линейное термическое сопротивление от наружной поверхности цилиндрической теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху, (м · °С)/Вт;

$\sum_{i=1}^n R_i^L$ – суммарное линейное термическое сопротивление теплоотдаче n – слойной цилиндрической теплоизоляционной конструкции, (м · °С)/Вт;

$\alpha_{вн}, \alpha_H$ – коэффициенты теплоотдачи, соответственно, внутренней поверхности стенки изолируемого оборудования и наружной поверхности изоляции, Вт/(м² · °С);

$\lambda_{cm}, \lambda_{уз}, \lambda_i$ – коэффициенты теплопроводности, соответственно, материала стенки изолируемого оборудования, однослойной изоляции и изоляции i – го слоя n – слойной конструкции, Вт/(м · °С);

$\delta_{cm}, \delta_{уз}, \delta_i$ – толщина, соответственно, стенки изолируемого объекта, однослойной изоляции и изоляции i – го слоя n – слойной конструкции, м;

$d_{вн}^{cm}, d_{вн}^{cm}$ – наружный и внутренний диаметры стенки изолируемого объекта, м;

$d_H^i, d_{вн}^i$ – наружный и внутренний диаметры i – го слоя n – слойной изоляции, м;

$d_H^{уз}$ – наружный диаметр изоляционного слоя, м. Определяется по формуле:

$$d_H^{уз} = d_H^{cm} + 2\delta_{уз} \quad (10.2.5)$$

Согласно СП 61.13330.2012, в практических расчётах тепловой изоляции принимается ряд допущений, позволяющих использовать упрощённые расчётные формулы, без заметного снижения точности расчёта.

Термическое сопротивление теплоотдаче от теплоносителя к внутренней поверхности стенки изолируемого объекта ($R_{вн}^L$ и $R_{вн}^L$) для жидких и газообразных сред в практических расчетах может не учитываться.

Если стенки изолируемого объекта изготовлены из металла, то термическим сопротивлением стенок (R_{cm}^L и R_{cm}^L) в расчётах можно пренебречь.

С учетом указанных допущений в практических расчетах для определения теплового потока через изолированные стенки трубопроводов и оборудования используются следующие формулы:

Для плоских поверхностей и цилиндрических диаметром более 2 м:

$$q_F = \frac{(t_g - t_H) K}{\sum_{i=1}^n R_i + R_H} \quad (10.2.6)$$

Для трубопроводов диаметром менее 2 м:

$$q_L = \frac{(t_g - t_H) K}{\sum_{i=1}^n R_i^L + R_H^L} \quad (10.2.7)$$

Где:

K – коэффициент дополнительных потерь, учитывающий теплотери через теплопроводные включения в теплоизоляционных конструкциях, обусловленных наличием в них крепежных деталей и опор. Определяется по таблице 10.1. Для плоских поверхностей K=1.

10.3. РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ПО НОРМИРОВАННОЙ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛООВОГО ПОТОКА.

10.3.1. Расчет толщины тепловой изоляции по нормированной плотности теплового потока для плоских и цилиндрических поверхностей с диаметром 1,4 м и более выполняется по формуле:

$$\delta_{из} = \lambda_{из} \left(\frac{K (t_b - t_h)}{q_h^F} - \frac{1}{\alpha_h} \right) \quad (10.3.1)$$

Где:

$\delta_{из}$ – расчётная толщина изоляции, м;

$\lambda_{из}$ – коэффициент теплопроводности изоляции по средней температуре изоляционного слоя, Вт/(м · °С). Определяется по таблице 10.2;

K – коэффициент дополнительных потерь, учитывающий теплотери через опоры и крепёжные детали трубопровода. Для плоской поверхности и оборудования принимается равным 1;

t_b – температура вещества в трубопроводе, °С. Определяется заданием на проектирование;

t_h – температура окружающего воздуха, °С. Определяется в соответствии с указаниями п. 10.3.4;

q_h^F – нормированная плотность теплового потока, Вт/м². Определяется по таблицам 2 – 12 СП 61.13330.2012, значения нормированной плотности теплового потока из таблиц 6 – 7 принимаются со знаком минус;

α_h – коэффициент теплоотдачи на поверхности изоляции к окружающему воздуху, Вт/(м² · °С). Определяется по таблице 10.3.

10.3.2. Расчёт толщины тепловой изоляции по нормированной плотности теплового потока для цилиндрических поверхностей с диаметром менее 1,4 м выполняется следующим комплексом формул:

$$\ln B = 2\pi\lambda_{из} \left[\frac{K (t_b - t_h)}{q_h^L} - R_h^L \right] \quad (10.3.2)$$

При расчете по формуле (10.3.2) предварительно определяют величину $\ln B$, где:

$$B = \frac{d_h^{CT} + 2\delta_{из}}{d_h^{CT}} \quad (10.3.3)$$

Затем находят величину B и определяют требуемую толщину изоляции по формуле:

$$\delta_{из} = \frac{d_h^{CT} + (B - 1)}{2} \quad (10.3.4)$$

Где:

$\lambda_{из}$ – коэффициент теплопроводности изоляции по средней температуре изоляционного слоя, Вт/(м · °С). Определяется по таблице 10.2;

K – коэффициент дополнительных тепловых потерь через опоры трубопроводов в расчете толщины тепловой изоляции по нормированной плотности теплового потока принимается равным 1;

t_h – температура окружающего воздуха, °С. Определяется в соответствии с указаниями п.10.3.4;

t_b – температура вещества в трубопроводе, °С. Определяется в соответствии с указаниями п.10.3.5;

q_h^L – нормированная плотность теплового потока, Вт/м. Определяется по таблицам 2 – 12 СП 61.13330.2012, значения нормированной плотности теплового потока из таблиц 6 – 7 принимаются со знаком минус;

R_h^L – линейное термическое сопротивление от наружной поверхности цилиндрической теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху, (м · °С)/Вт. Определяется по таблице 10.5.

10.3.3. Расчет требуемой толщины тепловой изоляции по нормативной плотности теплового потока может быть выполнен методом последовательных приближений. Последовательность расчета для однослойной цилиндрической конструкции следующая.

Задаваясь начальным значением толщины изоляции δ_0 , определяемым требуемой точностью расчета, например, 0,001 м, с помощью последовательных шагов 1, 2, 3, 4, ..., i для толщины изоляции: $\delta_1 = \delta_0^1; \delta_2 = \delta_0^2, \dots, \delta_i = \delta_0^i$ производят вычисление линейной плотности тепловых потоков $q_L^1; q_L^2; \dots; q_L^i$ по формуле:

$$q_L^i = \frac{\pi(t_B - t_H)}{\frac{1}{\alpha_H(d_H^{CT} + 2\delta_0^i)} + \frac{1}{2\lambda_{из}} \ln \frac{d_H^{CT} + 2\delta_0^i}{d_H^{CT}}} \quad (10.3.5)$$

На каждом шаге вычислений i производится сравнение q_L^i с заданным значением нормативного удельного потока q_L^H . При выполнении условия:

$$q_L^i - q_L^H \leq 0 \quad (10.3.6)$$

вычисления заканчиваются, а найденная величина δ_0^i является искомой, обеспечивающей заданную величину тепловых потерь.

Расчётные параметры окружающей среды и теплоносителя при определении толщины изоляции по нормированной плотности теплового потока методом последовательных приближений следует принимать в соответствии с указаниями п. 10.3.2 альбома.

10.3.4. Расчетную температуру окружающего воздуха t_H следует принимать:

а) для изолируемых поверхностей, расположенных на открытом воздухе, по СП 131.13330.2020:

- для технологического оборудования и трубопроводов – среднюю за год;
- для трубопроводов тепловых сетей при круглогодичной работе – среднюю за год;
- для трубопроводов тепловых сетей, работающих только в отопительный период, – среднюю за период со среднесуточной температурой наружного воздуха 8 °С и ниже.

б) для изолируемых поверхностей, расположенных в помещении, равной 20 °С;

в) для трубопроводов, расположенных в тоннелях, равной 40 °С.

10.3.5. Расчетную температуру вещества t_B следует принимать:

а) для технологического оборудования и трубопроводов – в соответствии с заданием на проектирование;

б) для водяных тепловых сетей:

- для подающего трубопровода при постоянной температуре сетевой воды и количественном регулировании – максимальную температуру теплоносителя;
- для подающего трубопровода при переменной температуре сетевой воды и качественном регулировании – в соответствии с таблицей 10.6:

Таблица 10.6. Расчетные температуры теплоносителя.

Температурные режимы водяных тепловых сетей, °С	95 – 70	150 – 70	180 – 70
Расчетная температура теплоносителя t_B , °С	65	90	110

- для обратных трубопроводов водяных тепловых сетей равной 50 °С;

в) для паровых сетей – максимальную температуру пара среднюю по длине рассматриваемого участка паропровода;

г) для конденсатных сетей и сетей горячего водоснабжения – максимальную температуру конденсата или горячей воды.

10.3.6. При расчёте толщины тепловой изоляции теплоизоляционную конструкцию, состоящую из нескольких слоёв изделий AEROFLEX одной марки, следует рассматривать как однослойную.

10.4. РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ ИЗОЛЯЦИИ ПО ЗАДАННОМУ СНИЖЕНИЮ (ПОВЫШЕНИЮ) ТЕМПЕРАТУРЫ ВЕЩЕСТВА, ТРАНСПОРТИРУЕМОГО ТРУБОПРОВОДАМИ.

10.4.1. Данный расчёт наиболее востребован при определении толщины теплоизоляционной конструкции технологических трубопроводов, так как требования к температуре транспортируемых веществ чаще всего предъявляются на производственных объектах. Повышение (снижение) температуры вещества в трубопроводе может привести к нарушению технологического процесса.

10.4.2. Расчёт выполняется следующим комплексом формул:

$$\text{При } \frac{t'_B - t_H}{t'_B - t''_B} \geq 2, R_1^L = \frac{3,6Kl}{GC \ln \frac{t'_B - t_H}{t'_B - t''_B}} \quad (10.4.1)$$

$$\text{При } \frac{t'_B - t_H}{t'_B - t''_B} < 2, R_2^L = \frac{3,6Kl \left(\frac{t'_B - t''_B}{2} - t_H \right)}{GC(t'_B - t''_B)} \quad (10.4.2)$$

По найденным значениям R_1^L или R_2^L , определяется толщина изоляции $\delta_{из}$:

$$\ln B_{1,2} = 2\pi\lambda_{из} (R_{1,2}^L - R_H^L) \quad (10.4.3)$$

Определяя по формуле (10.4.3) $\ln B_{1,2}$ находят величину $B_{1,2}$ и затем по формуле (10.4.4) толщину изоляции:

$$\delta_{из1,2} = \frac{d_H^{CT} (B_{1,2} - 1)}{2} \quad (10.4.4)$$

Где:

t'_B – температура вещества в начальной точке трубопровода, °С. Определяется заданием на проектирование;

t''_B – температура вещества в конечной точке трубопровода (требуемая температура теплоносителя), °С. Определяется заданием на проектирование;

t_H – температура окружающего воздуха, °С. Определяется в соответствии с указаниями п. 10.4.3;

d_H^{CT} – наружный диаметр трубопровода, м;

$\lambda_{из}$ – коэффициент теплопроводности изоляции по средней температуре изоляционного слоя, Вт/(м · °С). Определяется по таблице 10.2;

R_H^L – линейное термическое сопротивление от наружной поверхности цилиндрической теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху, (м · °С)/Вт. Определяется по таблице 10.5;

K – коэффициент дополнительных потерь, учитывающий теплотери через опоры и крепёжные детали трубопровода. Определяется по таблице 10.1;

l – длина трубопровода, м;

G – расход вещества в трубопроводе, кг/ч. Определяется заданием на проектирование;

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

10.4.3. Расчетную температуру окружающего воздуха t_n следует принимать:

а) для изолируемых поверхностей, расположенных на открытом воздухе, по СП 131.13330.2020:

• с температурами веществ > 0 – температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92;

• с температурами веществ ≤ 0 – средняя максимальная температура наиболее теплого месяца;

б) для изолируемых трубопроводов, расположенных в помещении, – в соответствии с заданием на проектирование, а при отсутствии указаний о температуре окружающего воздуха, принимается равной 20°C ;

в) для изолируемых трубопроводов, расположенных в тоннелях, равной 40°C .

10.5. РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ПО ЗАДАННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ.

10.5.1. Расчет толщины теплоизоляции по заданной температуре её наружной поверхности следует производить в тех случаях, когда изоляция нужна как средство, предохраняющее обслуживающий персонал от ожогов.

10.5.2. Для плоских теплоизоляционных конструкций расчёт толщины тепловой изоляции выполняется по формуле:

$$\delta_{из} = \frac{\lambda_{из} (t_b - t_n)}{\alpha_n (t_n - t_h)} \quad (10.5.1)$$

10.5.3. Для цилиндрических теплоизоляционных конструкций расчёт толщины тепловой изоляции выполняется по формуле:

$$\ln B = 2\pi\lambda_{из} R_H^L \frac{t_b - t_n}{t_n - t_h} \quad (10.5.2)$$

Определяя по формуле (10.5.2) $\ln B$ находят величину B и затем по формуле (10.5.3) толщину изоляции:

$$\delta_{из} = \frac{d_H^{CT} (B - 1)}{2} \quad (10.5.3)$$

Рассмотренный метод является приближенным. Для более точного результата расчёт выполняется методом последовательных приближений. Методика расчета указана в п. 10.5.4. альбома.

10.5.4. Методика расчёта толщины цилиндрических теплоизоляционных конструкций методом последовательных приближений:

Первым шагом находится заданное значение $\left(\frac{t_b - t_n}{t_n - t_h} \right)_p$.

Расчёт выполняется по формуле:

$$\left(\frac{t_b - t_n}{t_n - t_h} \right)_i = \frac{\ln \frac{d_H^{CT} + 2\delta_o^i}{d_H^{CT}} \alpha_n (d_H^{CT} + 2\delta_o^i)}{2\lambda_{из}} \quad (10.5.4)$$

Задаваясь начальным значением толщины изоляции δ_0 , определяемым с точностью 0,001 м последовательными шагами 1,2,3, ..., i для толщин изоляции: $\delta_0^1, \delta_0^2, \delta_0^3, \dots, \delta_0^i$ производится вычисление величин:

$$\left(\frac{t_b - t_n}{t_n - t_h}\right)_1; \left(\frac{t_b - t_n}{t_n - t_h}\right)_2; \left(\frac{t_b - t_n}{t_n - t_h}\right)_3; \dots; \left(\frac{t_b - t_n}{t_n - t_h}\right)_i \text{ по формуле (10.5.4).}$$

На каждом шаге вычислений i производится сравнение $\left(\frac{t_b - t_n}{t_n - t_h}\right)_i$ с заданным значением $\left(\frac{t_b - t_n}{t_n - t_h}\right)_p$

При выполнении условия:

$$\left(\frac{t_b - t_n}{t_n - t_h}\right)_i - \left(\frac{t_b - t_n}{t_n - t_h}\right)_p \geq 0 \quad (10.5.5)$$

Вычисления заканчиваются, а найденное значение толщины изоляции δ_0^i является с точностью до 1 мм верным, обеспечивающим требуемую температуру на поверхности изоляции.

Где:

$\lambda_{из}$ – коэффициент теплопроводности теплоизоляции по температуре среднего слоя, Вт/(м · °С).

Определяется по таблице 10.2;

t_b – температура вещества, °С. Определяется заданием на проектирование;

t_n – температура на поверхности тепловой изоляции, °С. Определяется в соответствии с указаниями п.10.5.5;

$t_{h,CT}$ – температура окружающего воздуха, °С. Определяется в соответствии с указаниями п.10.5.6;

$d_{h,CT}$ – наружный диаметр трубопровода, м;

α_n – коэффициент теплоотдачи на поверхности изоляции к окружающему воздуху, Вт/(м² · °С). Определяется по таблице 10.3;

R_h^L – линейное термическое сопротивление от наружной поверхности цилиндрической теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху, (м · °С)/Вт. Определяется по таблице 10.5.

10.5.5. Расчетную температуру на поверхности изоляции t_n следует принимать:

а) для изолируемых поверхностей, расположенных в рабочей или обслуживаемой зонах помещений и содержащих вещества:

- с температурой теплоносителя +150°С и ниже равной +40°С;
- с температурой вспышки паров ниже +45 °С равной +35°С.

б) для изолируемых поверхностей, расположенных на открытом воздухе в рабочей или обслуживаемой зоне:

- при использовании изделий в покрытиях из алюминия, нержавеющей и оцинкованной стали, алюминиевой фольги, Aeroflex ALU, Metal Pro, FG Alu или любом металлическом покрытии равной +55°С;
- при использовании изделий без покрытий или в покрытиях FG, Aerojacket, стеклопластик, краска или любом неметаллическом покрытии равной +60°С.

10.5.6. Расчетную температуру окружающего воздуха $t_{h,CT}$ следует принимать:

а) на открытом воздухе – среднюю максимальную наиболее теплого месяца по СП 131.13330.2020:

б) для объектов, расположенных в помещении, – в соответствии с заданием на проектирование, а при отсутствии указаний о температуре окружающего воздуха, принимается равной 20°С.

10.6. РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ ИЗОЛЯЦИИ, ПРЕДОТВРАЩАЮЩЕЙ КОНДЕНСАЦИЮ ВЛАГИ ИЗ ВОЗДУХА НА ЕЁ ПОВЕРХНОСТИ.

10.6.1. Данный расчет производится для объектов, расположенных в помещениях, и содержащих вещества с температурой ниже температуры окружающего воздуха. Для объектов, расположенных на открытом воздухе, данный расчёт не выполняется.

10.6.2. На величину толщины теплоизоляционного слоя в данном методе расчёта влияют относительная влажность воздуха φ , температура окружающего воздуха t_n и тип защитного покрытия (с низким или с высоким коэффициентом излучения).

10.6.3. Для снижения расчетной толщины теплоизоляционного слоя рекомендуется применять изделия AEROFLEX без покрытия и в покрытиях с высоким коэффициентом излучения, таких как FG, Aerojacket, стеклопластик, краска и любое неметаллическое покрытие.

При использовании теплоизоляционных изделий AEROFLEX в покрытиях с низким коэффициентом излучения, таких как алюминий, нержавеющая и оцинкованная сталь, алюминиевая фольга, AEROFLEX ALU, Metal Pro, FG Alu и любое металлическое покрытие, расчётная толщина изоляции будет увеличена.

10.6.4. Для плоских теплоизоляционных конструкций расчёт толщины изоляции выполняется по формуле:

$$\delta_{из} = \frac{\lambda_{из}}{\alpha_n} \left(\frac{t_n - t_b}{t_n - t_p} - 1 \right) \quad (10.6.1)$$

10.6.5. Для цилиндрических теплоизоляционных конструкций расчёт толщины изоляции выполняется по формуле:

$$\frac{d_{из}^{из}}{d_n^{ст}} \ln \frac{d_n^{из}}{d_n^{ст}} = x \ln x = \frac{2\lambda_{из}}{\alpha_n d_n^{ст}} \left(\frac{t_p - t_b}{t_n - t_p} \right) \quad (10.6.2)$$

Согласно приложению Е данного альбома по найденному значению функции $x \ln x$ определяем величину x . Далее, толщина теплоизоляционного слоя вычисляется по формуле:

$$\delta_{из} = \frac{d_n^{ст} (x - 1)}{2} \quad (10.6.3)$$

Где:

φ – относительная влажность воздуха, %. Определяется заданием на проектирование;

$\lambda_{из}$ – коэффициент теплопроводности изоляции по средней температуре изоляционного слоя, Вт/(м · °С). Определяется по таблице 10.2;

α_n – коэффициент конвективной теплоотдачи от наружной поверхности теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху, Вт/(м² · °С). В данном методе расчёта принимается равным:

5 – при использовании покрытий из алюминия, нержавеющей и оцинкованной стали, алюминиевой фольги, Aeroflex ALU, Metal Pro, FG Alu или любом металлическом покрытии;

7 – при использовании изделий без покрытий или в покрытиях FG, Aerojacket, стеклопластик, краска или любом неметаллическом покрытии.

$d_n^{ст}$ – наружный диаметр трубопровода, м;

t_n – температура окружающего воздуха, °С. Значение определяется в соответствии с заданием на проектирование, при отсутствии данных принимается равной 20°С;

t_b – температура вещества, °С. Определяется заданием на проектирование;

t_p – температура точки росы, °С. Значение определяется по формуле:

$$t_p = \frac{237,7 \left(\frac{17,27 t_h}{237,7 + t_h} + \ln \frac{\varphi}{100} \right)}{17,27 - \left(\frac{17,27 t_h}{237,7 + t_h} + \ln \frac{\varphi}{100} \right)} \quad (10.6.4)$$

Расчетную температуру точки росы в зависимости от влажности воздуха и температуры окружающей среды следует принимать по таблице 10.7:

Таблица 10.7. Температура точки росы, °C.

Температура окружающей среды, °C	Относительная влажность воздуха, %				
	50	60	70	80	90
	Температура точки росы, °C				
2	– 7,32	– 4,94	– 2,89	– 1,08	0,53
4	– 5,48	– 3,06	– 0,97	0,87	2,51
6	– 3,63	– 1,17	0,95	2,81	4,49
8	– 1,79	0,71	2,86	4,76	6,46
10	0,06	2,59	4,78	6,71	8,44
12	1,90	4,48	6,70	8,66	10,41
14	3,74	6,36	8,61	10,60	12,38
16	5,58	8,24	10,53	12,55	14,36
18	7,42	10,11	12,44	14,49	16,33
20	9,25	11,99	14,36	16,44	18,31
22	11,09	13,87	16,27	18,38	20,28
24	12,93	15,75	18,18	20,33	22,25
26	14,76	17,62	20,09	22,27	24,23
28	16,59	19,50	22,00	24,22	26,20
30	18,42	21,37	23,91	26,16	28,17

10.7. РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ С ЦЕЛЬЮ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ КОНДЕНСАЦИИ ВЛАГИ НА ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЯХ ГАЗОХОДОВ.

10.7.1. Данный метод расчета применим для газоходов или воздухопроводов, транспортирующих газообразные среды, с температурой выше температуры окружающего воздуха и содержащие водяные пары.

10.7.2. Для газоходов прямоугольного сечения и цилиндрических, диаметром более 2 м, расчет требуемой толщины изоляции выполняется по формуле:

$$\delta_{из} = \lambda_{из} \left[\frac{(t_{вн}^{ст} - t_h)}{\alpha_{вн} (t_b - t_{вн}^{ст})} - \frac{1}{\alpha_h} \right] \quad (10.7.1)$$

10.7.3. Для газоходов диаметром менее 2 м, расчет выполняется методом последовательных приближений:

Задаётся начальное значение толщины изоляции δ_0 , которое определяется с точностью 0,001 м последовательными шагами 1,2,3, ..., i для толщин изоляции $\delta_0^1, \delta_0^2, \delta_0^3, \dots, \delta_0^i$, производится вычисление величин:

$$\ln B = 2\pi\lambda_{из} \left[\frac{(t_{вн}^{ст} - t_n)}{\alpha_{вн} \pi d_{вн}^{ст} (t_n - t_{вн}^{ст})} - \frac{1}{\alpha_n \pi d_{из}} \right] \quad (10.7.2)$$

Определяя по формуле (10.7.2) $\ln B$, находят величину B и затем по формуле (10.7.3) толщину изоляции:

$$\delta_{из}^i = \frac{d_n^{ст} (B - 1)}{2} \quad (10.7.3)$$

При выполнении условия $\delta_{из}^i < \delta_0^i$ вычисления заканчиваются, а заданное значение толщины изоляции δ_0^i является с точностью до 1 мм верным, предотвращающим образование конденсата на внутренних поверхностях газоходов и воздухопроводов.

Где:

$\lambda_{из}$ – коэффициент теплопроводности теплоизоляции по температуре среднего слоя, Вт/(м · °С). Определяется по таблице 10.2;

t_n – температура вещества в газоходе, °С. Определяется заданием на проектирование;

$t_{вн}^{ст}$ – температура внутренней поверхности стенки газохода, °С. Определяется в соответствии с указаниями п.10.7.4;

φ – влажность транспортируемого газа, %. Определяется заданием на проектирование;

t_n – температура окружающего воздуха, °С. За расчётную температуру принимается:

- для объектов, расположенных на открытом воздухе, – температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СП 131.13330.2020;

- для объектов, расположенных в помещении, – в соответствии с заданием на проектирование, при отсутствии данных принимается равной 20°С;

$\alpha_{вн}$ – коэффициент теплоотдачи от газа к внутренней поверхности стенки газохода, Вт/(м² · °С). Определяется в соответствии с указаниями п.10.7.5;

α_n – коэффициент теплоотдачи на поверхности изоляции к окружающему воздуху, Вт/(м² · °С). Определяется по таблице 10.3;

$d_{вн}^{ст}$ – внутренний диаметр газохода, м;

$d_{из}$ – наружный диаметр изоляции, м. Определяется по формуле:

$$d_{из}^{из} = d_n^{ст} + 2 \delta_0^i \quad (10.7.4)$$

$d_n^{ст}$ – наружный диаметр газохода, м

10.7.4. Температура внутренней стенки газохода определяется в зависимости от температуры и влажности транспортируемого газа. Выпадение конденсата из газа, протекающего в газоходе, происходит при условии, что температура внутренней стенки газохода оказывается ниже, чем температура конденсации влаги из газа («точка росы») при заданной его температуре и влажности. Поэтому расчетная температура внутренней стенки газохода $t_{вн}^{ст}$ принимается на 2 – 3°С выше температуры конденсации («точки росы») t_p и определяется по формуле:

$$t_{вн}^{ст} = t_p + 2^\circ\text{C} = \frac{237,7 \left(\frac{17,27 t_n}{237,7 + t_n} + \ln \frac{\varphi}{100} \right)}{17,27 - \left(\frac{17,27 t_n}{237,7 + t_n} + \ln \frac{\varphi}{100} \right)} + 2 \quad (10.7.5)$$

10.7.5. Коэффициент теплоотдачи от газа к внутренней поверхности стенки газохода $\alpha_{\text{вн}}$ рассчитывается по эмпирическим (критериальным) формулам теплообмена при вынужденном движении газа (жидкости) в трубах и каналах прямоугольного сечения в зависимости от температуры и скорости движения газа и режима течения, определяемого отношением длины газохода к его диаметру.

При турбулентном режиме движения газа в газоходе значение $\alpha_{\text{вн}}$ определяется по формуле:

$$\alpha_{\text{вн}} = \frac{0,021\lambda \left(\frac{wd_{\text{вн}}^{\text{CT}}}{v} \right)^{0.8} \left(\frac{v}{\alpha} \right)^{0.43}}{d_{\text{вн}}^{\text{CT}}} \quad (10.7.6)$$

Где:

λ – коэффициент теплопроводности газа, Вт/(м · °С);

w – скорость движения газа в газоходе, м/с;

$d_{\text{вн}}^{\text{CT}}$ – внутренний диаметр газохода, м;

v – кинематическая вязкость газа, м²/с;

α – коэффициент температуропроводности газа, м²/с.

Значения λ, v, α принимаются по таблицам физических свойств газов.

При ламинарном и переходном режимах течения газа (при отношении длины газохода к его диаметру – l/d менее 50), к коэффициенту теплоотдачи $\alpha_{\text{вн}}$ вводится поправочный множитель $\epsilon=1,3$ при значении $l/d=1 \div 10$ и $\epsilon=1,1$ при значении $l/d=10 \div 50$.

10.7.6. Для газоходов и воздухопроводов прямоугольного сечения необходимо определить значение эквивалентного наружного и внутреннего диаметров по формуле:

$$d_{\text{экв}} = \frac{2(a \cdot b)}{(a+b)} \quad (10.7.6)$$

Где:

a – ширина газохода, м;

b – высота газохода, м.

10.8. РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ С ЦЕЛЬЮ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАМЕРЗАНИЯ СОДЕРЖАЩЕЙСЯ В НИХ ЖИДКОСТИ ПРИ ОСТАНОВКЕ ЕЕ ДВИЖЕНИЯ.

10.8.1. Расчет толщины изоляции трубопровода по заданному времени отсутствия движения жидкости Z основан на уравнении теплового баланса, в соответствии с которым тепло, аккумулированное в жидкости, и тепло, выделяющееся при замерзании некоторой части жидкости (25% сечения трубопровода), приравнивается количеству тепла, отдаваемого изолированным трубопроводом в окружающую среду за период остановки движения жидкости.

Данный расчёт выполняется для определения толщины теплоизоляции трубопроводов, расположенных на открытом воздухе и в неотапливаемых помещениях.

Процесс теплообмена при охлаждении и замерзании жидкости в трубопроводе является нестационарным. Расчет требуемой в этом случае толщины тепловой изоляции с достаточной для инженерной практики степенью точности выполняется по формулам стационарного теплообмена.

10.8.2. Расчёт выполняется методом последовательных приближений:

Задаваясь начальным значением толщины изоляции δ_0 последовательными шагами 1,2,3, ..., i с шагом 0,001 м для толщин изоляции $\delta_0^1, \delta_0^2, \delta_0^3, \dots, \delta_0^i$ производится вычисление величин:

$$\ln B = \ln \frac{d_{\text{из}}^{\text{из}}}{d_{\text{н}}^{\text{ст}}} = 2\pi\lambda_{\text{из}} \left[\frac{3,6KZ}{\frac{2(t_{\text{в}} - t_{\text{з}})(V_{\text{ж}} \rho_{\text{ж}} c_{\text{ж}} - V_{\text{ст}} \rho_{\text{ст}} c_{\text{ст}})}{t_{\text{в}} + t_{\text{з}} - 2t_{\text{н}}} - \frac{0,25V_{\text{ж}} \rho_{\text{ж}} r_{\text{ж}}}{t_{\text{з}} - t_{\text{н}}} - \frac{1}{\alpha_{\text{н}} \pi d_{\text{н}}^{\text{из}}} \right] \quad (10.8.1)$$

Определяя по формуле (10.8.1) $\ln B$, находят величину B и затем по формуле (10.8.2) толщину изоляции:

$$\delta_{\text{из}}^i = \frac{d_{\text{н}}^{\text{ст}} (B - 1)}{2} \quad (10.8.2)$$

При выполнении условия $\delta_{\text{из}}^i < \delta_0^i$ вычисления заканчиваются, а заданное значение толщины изоляции δ_0^i является с точностью до 1 мм верным, обеспечивающим защиту от замерзания в течение заданного промежутка времени Z отсутствия движения жидкости.

Где:

$\lambda_{\text{из}}$ – коэффициент теплопроводности теплоизоляции по температуре среднего слоя, Вт/(м · °С).

Определяется по таблице 10.2;

K – коэффициент дополнительных потерь, учитывающий теплотери через опоры и крепёжные детали трубопровода. Определяется по таблице 10.1;

Z – заданное время остановки движения жидкости, ч. Определяется заданием на проектирование;

$t_{\text{в}}$ – температура вещества в трубопроводе, °С. Определяется заданием на проектирование;

$t_{\text{з}}$ – температура замерзания вещества, °С. Определяется заданием на проектирование;

$t_{\text{н}}$ – температура окружающего воздуха, °С. Определяется в соответствии с указаниями п.10.8.3;

$V_{\text{ж}}$ – приведенный объем жидкости к метру трубопровода, м³/м. Определяется по формуле:

$$V_{\text{ж}} = \pi \left(\frac{d_{\text{н}}^{\text{ст}} - 2\delta_{\text{ст}}}{2} \right)^2 h \quad (10.8.3)$$

$d_{\text{н}}^{\text{ст}}$ – внешний диаметр трубопровода, м;

$\delta_{\text{ст}}$ – толщина стенки трубопровода, м;

h – длина трубопровода, м. Принимается равной 1 м;

$\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкости, кг/м³;

$c_{\text{ж}}$ – удельная теплоемкость жидкости, кДж/(кг · °С);

$V_{\text{ст}}$ – объем материала стенки трубопровода, м³. Определяется по формуле:

$$V_{\text{ст}} = \pi \left(\frac{d_{\text{н}}^{\text{ст}}}{2} \right)^2 - V_{\text{ж}} \quad (10.8.4)$$

$\rho_{\text{ст}}$ – плотность материала стенки трубопровода, кг/м³;

$c_{\text{ст}}$ – удельная теплоемкость материала стенки трубопровода, кДж/(кг · °С);

$r_{\text{ж}}$ – скрытая теплота замерзания жидкости, кДж/кг;

$\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент конвективной теплоотдачи от наружной поверхности теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху, Вт/(м² · °С). Определяется по таблице 10.3;

$d_{\text{н}}^{\text{из}}$ – наружный диаметр изоляции, м. Определяется по формуле:

$$d_{\text{н}}^{\text{из}} = d_{\text{н}}^{\text{ст}} + 2\delta_0^i \quad (10.8.5)$$

10.8.3. Расчетную температуру окружающего воздуха t_n следует принимать:

Для изолируемых трубопроводов, расположенных на открытом воздухе, и в неотапливаемых помещениях по СП 131.13330.2020:

- с температурами веществ > 0 – температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92.

10.9. РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ПОДЗЕМНОЙ ПРОКЛАДКИ В НЕПРОХОДНЫХ КАНАЛАХ.

10.9.1. Тепловые потери через изолированную поверхность двухтрубных тепловых сетей, прокладываемых в непроходном канале шириной b и высотой h , м, на глубине H , м, от поверхности земли до оси канала определяются по формуле:

$$q_{1.2}^L = q_1^L + q_2^L = \frac{(t_{\text{кан}} - t_n) K}{R_{\text{кан}} + R_{\text{гр}}^K} \quad (10.9.1)$$

Температура воздуха в канале $t_{\text{кан}}$ определяется по формуле:

$$t_{\text{кан}} = \frac{\frac{t_{v1}}{R_{\text{из1}}^L + R_{\text{H1}}^L} + \frac{t_{v2}}{R_{\text{из2}}^L + R_{\text{H2}}^L} + \frac{t_n}{R_{\text{кан}} + R_{\text{гр}}^K}}{\frac{1}{R_{\text{из1}}^L + R_{\text{H1}}^L} + \frac{1}{R_{\text{из2}}^L + R_{\text{H2}}^L} + \frac{1}{R_{\text{кан}} + R_{\text{гр}}^K}} \quad (10.9.2)$$

Где:

$$R_{\text{из1}}^L = \frac{1}{2\pi\lambda_{\text{из}}} \ln \frac{d_1 + 2\delta_{\text{из1}}}{d_1} \quad (10.9.3)$$

$$R_{\text{из2}}^L = \frac{1}{2\pi\lambda_{\text{из}}} \ln \frac{d_2 + 2\delta_{\text{из2}}}{d_2} \quad (10.9.4)$$

$$R_{\text{H1}}^L = \frac{1}{2\pi\alpha_k(d_1 + 2\delta_{\text{из1}})} \quad (10.9.5)$$

$$R_{\text{H2}}^L = \frac{1}{2\pi\alpha_k(d_2 + 2\delta_{\text{из2}})} \quad (10.9.6)$$

$$R_{\text{кан}} = \frac{1}{\pi\alpha_k \frac{2bh}{b+h}} \quad (10.9.7)$$

$$R_{\text{гр}}^K = \frac{\ln \left[3,5 \frac{H}{h} \left(\frac{h}{b} \right)^{0,25} \right]}{(5,7 + 0,5 \frac{b}{h}) \lambda_{\text{гр}}} \quad (10.9.8)$$

Где:

q_1^L, q_2^L – линейные плотности теплового потока от подающего и обратного трубопроводов, соответственно, Вт/м;

t_{v1}, t_{v2} – температуры подающего и обратного трубопроводов, °С. Определяется в соответствии с указаниями п.10.9.5;

t_n – температура окружающего воздуха, °С. Определяется в соответствии с указаниями п. 10.9.6;

K – коэффициент дополнительных потерь, учитывающий теплотери через опоры и крепёжные детали трубопровода. В данном методе расчета принимается равным 1;

d_1, d_2 – наружные диаметры подающего и обратного трубопроводов, м;

$R_{\text{из1}}^L, R_{\text{из2}}^L$ – термические сопротивления изоляции подающего и обратного трубопроводов, (м · °С)/Вт;

$R_{\text{H1}}^L, R_{\text{H2}}^L$ – термические сопротивления теплоотдаче от поверхности изоляции подающего и обратного трубопроводов, (м · °С)/Вт;

$R_{\text{кан}}$ – термическое сопротивление теплоотдаче от воздуха к поверхности канала, (м · °С)/Вт;

$\delta_{\text{из1}}, \delta_{\text{из2}}$ – толщины изоляции подающего и обратного трубопроводов, м;

h, b – высота и ширина канала, соответственно, м;

H – глубина заложения, расстояние от оси трубы до поверхности земли, м;

α_k – коэффициент теплоотдачи в канале, принимается равным 8 Вт/(м² · °С);

$\lambda_{из}$ – коэффициент теплопроводности теплоизоляции по температуре среднего слоя, Вт/(м · °C).
Определяется по таблице 10.2;

$R_{гр}^K$ – термическое сопротивление грунта, Вт/(м · °C);

$\lambda_{гр}$ – теплопроводность грунта, Вт/(м · °C). Определяется по таблице 10.4:

10.9.2. Расчет требуемой толщины тепловой изоляции по нормированной плотности теплового потока в зависимости от технических требований может выполняться в двух вариантах:

а) по нормативным линейным плотностям теплового $\bar{q}_1^L$ потока и $\bar{q}_2^L$, заданным отдельно для подающего и обратного трубопровода, в этом случае определяется толщина изоляции для каждого трубопровода;

б) по суммарной нормативной линейной плотности теплового потока от подающего и обратного трубопровода – $\bar{q}_{1,2}^L$, в этом случае определяется толщина изоляции, одинаковая для обоих трубопроводов.

10.9.3. Расчет толщины изоляции по нормативным линейным плотностям теплового потока, заданным отдельно для подающего – $\bar{q}_1^L$ и обратного – $\bar{q}_2^L$ трубопроводов, выполняется в следующей последовательности.

На первом этапе рассчитывают температуру в канале по формуле:

$$t_{кан} = t_n + K (q_1^L + q_2^L) (R_{кан} + R_{гр}) \quad (10.9.9)$$

Затем для каждого трубопровода вычисляются значения $\ln B_1$ и $\ln B_2$ по формулам:

$$\ln B_1 = 2\pi\lambda_{из} \left(\frac{t_{в1} - t_{кан}}{q_1^L} - R_{H1}^L \right) \quad (10.9.10)$$

$$\ln B_2 = 2\pi\lambda_{из} \left(\frac{t_{в2} - t_{кан}}{q_2^L} - R_{H2}^L \right) \quad (10.9.11)$$

Приближенные значения R_{H1}^L и R_{H2}^L принимаются по таблице 10.5.

Далее, после вычисления значений B_1 и B_2 , рассчитывают требуемые толщины изоляции для подающего и обратного трубопроводов, обеспечивающие нормативные линейные потери тепла:

$$\delta_{из1} = \frac{d_1 (B_1 - 1)}{2}, \delta_{из2} = \frac{d_2 (B_2 - 1)}{2} \quad (10.9.12)$$

10.9.4. Расчет толщины изоляции подающего и обратного трубопроводов по суммарной нормативной линейной плотности теплового потока – $\bar{q}_{1,2}^L$, Вт/м, выполняется методом последовательных приближений (метод подбора).

На первом этапе задаются начальным значением толщины изоляции $\delta_{из1} = \delta_{из2} = \delta_0$, одинаковой для подающего и обратного трубопроводов, и по формулам (10.9.2) – (10.9.8) рассчитывают температуру в канале. Затем по формуле (10.9.1) вычисляют суммарную линейную плотность теплового потока $q_{1,2}^L$.

Полученное расчетное значение сравнивают с нормативной линейной плотностью теплового потока по таблицам 8 – 9 СП 61.13330.2012.

На втором этапе увеличивают или уменьшают толщину изоляции в зависимости от результата сравнения и повторяют расчет в той же последовательности до получения нового расчетного значения – $q_{1,2}^L$.

Расчет повторяют до тех пор, пока расчетное значение плотности теплового потока – $q_{1,2}^L$ будет отличаться от нормативного значения – $\bar{q}_{1,2}^L$ на заданную степень точности расчета, например, не более чем на 1%. Последнее значение δ_i принимается в качестве расчетной толщины тепловой изоляции для подающего и обратного трубопроводов.

10.9.5. При расчете тепловой изоляции двухтрубных тепловых сетей в непроходных каналах расчетную температуру теплоносителя в подающих и обратных трубопроводах принимают по таблице 10.8.

Таблица 10.8. Среднегодовые температуры теплоносителя водяных тепловых сетях, °С.

Трубопровод	Расчетные температурные режимы, °С		
	95 – 70	150 – 70	180 – 70
	Расчетная температура теплоносителя, °С		
Подающий	65	90	110
Обратный	50	50	50

10.9.6. Расчетную температуру окружающего воздуха t_n следует принимать:

- При расстоянии от поверхности грунта до перекрытия канала 0,7 м и более – среднегодовую температуру грунта на глубине заложения оси трубопровода;
- При расстоянии от поверхности грунта до перекрытия канала 0,7 м и менее – температура наружного воздуха для тепловых сетей, в соответствии с рекомендациями п. 10.3.4.

10.10. РАСЧЁТ ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ПО ЗАДАННОЙ ВЕЛИЧИНЕ ОХЛАЖДЕНИЯ (НАГРЕВАНИЯ) ВЕЩЕСТВА, ХРАНИМОГО В ЕМКОСТИ.

10.10.1. Расчёт производится с целью определения толщины теплоизоляционной конструкции, необходимой для поддержания температуры вещества, хранящегося в емкости, в течение заданного промежутка времени.

Расчёт толщины теплоизоляционной конструкции осуществляется по формуле:

$$\delta_{из} = \lambda_{из} \left[\frac{3,6FZ \left(\frac{t_{в1} + t_{в2}}{2} - t_n \right)}{(t_{в1} - t_{в2})(V_{ст} \rho_{ст} c_{ст} + V_{ж} \rho_{ж} c_{ж})} - \frac{1}{\alpha_n} \right] \quad (10.10.1)$$

Где:

$\lambda_{из}$ – коэффициент теплопроводности теплоизоляции по температуре среднего слоя, Вт/(м · °С).
Определяется по таблице 10.2;

F – площадь теплоотдающей поверхности изолируемого объекта, м². Для цилиндрической емкости определяется по формуле:

$$F = \pi D h + 2\pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 \quad (10.10.2)$$

D – диаметр емкости, м;

h – длина/высота емкости, м;

Z – заданное время остановки движения жидкости, ч. Определяется заданием на проектирование;

t_n – температура окружающего воздуха, °С. Определяется в соответствии с указаниями п. 10.10.2;

$t_{в1}$ – начальная температура вещества, °С. Определяется заданием на проектирование;

$t_{в2}$ – конечная температура вещества, °С. Определяется заданием на проектирование;

$V_{ст}$ – объём стенки изолируемой емкости, м³. Определяется по формуле:

$$V_{ст} = \pi \left(\left(\frac{D}{2} \right)^2 - \left(\frac{D - 2\delta_{ст}}{2} \right)^2 \right) h \quad (10.10.3)$$

$\delta_{ст}$ – толщина стенки емкости, м;

$\rho_{ст}$ – плотность материала стенки емкости, кг/м³;

$c_{ст}$ – удельная теплоемкость материала стенки емкости, кДж/(кг · °С);

$V_{\text{ж}}$ – объем жидкости, хранящейся в емкости, м^3 . Определяется по формуле:

$$V_{\text{ж}} = \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 h - V_{\text{ст}} \quad (10.10.4)$$

$\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкости, $\text{кг}/\text{м}^3$;

$c_{\text{ж}}$ – удельная теплоемкость жидкости, $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$;

$\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент теплоотдачи на поверхности изоляции к окружающему воздуху, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$. Определяется по таблице 10.3.

10.10.2. Расчетную температуру окружающего воздуха $t_{\text{н}}$ следует принимать:

а) для емкостей, расположенных на открытом воздухе по СП 131.13330.2020:

- с температурами веществ > 0 – температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92;
- с температурами веществ ≤ 0 – средняя максимальная температура наиболее жаркого месяца;

б) для емкостей, расположенных в помещении, – в соответствии с заданием на проектирование,

а при отсутствии указаний о температуре окружающего воздуха, принимается равной 20°C ;

в) для емкостей, расположенных в тоннелях, равной 40°C .

11. ПРИМЕРЫ РАСЧЁТА ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ИЗДЕЛИЙ AEROFLEX.

11.1. ПРИМЕР РАСЧЁТА ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОЙ КОНСТРУКЦИИ С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НОРМИРОВАННОЙ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОвого ПОТОКА ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ НАДЗЕМНОЙ ПРОКЛАДКИ.

Исходные данные:

Расположение изолируемого объекта – на открытом воздухе, г. Москва;

Ориентация оборудования – горизонтальная;

Изолируемое оборудование – трубопроводы тепловых сетей внешним диаметром 159 мм, толщина стенки 4,5 мм, надземная прокладка;

Круглогодичный режим работы (более 5000 часов в год);

Температура окружающего воздуха $t_n = +5,6^\circ\text{C}$ (для трубопроводов тепловых сетей с круглогодичным режимом работы за расчетную температуру окружающего воздуха принимается среднегодовая температура для г. Москва);

Температурный график тепловых сетей 95/70°C.

Для трубопроводов, расположенных на открытом воздухе, рекомендуется к применению теплоизоляционная конструкция из изделий AEROFLEX марки EPDM в виде трубок с покрытием Metal Pro.

Первым шагом является подготовка данных, необходимых для расчёта:

1. Согласно п. 10.3.5 альбома, для трубопроводов тепловых сетей с температурным графиком 95/70°C расчетная температура теплоносителя $t_b = 65^\circ\text{C}$;

2. Расчетный коэффициент теплопроводности определяется по таблице 10.2, в данном примере расчета для изделий AEROFLEX EPDM равен:

$$\lambda_{из} = 0,0354 + 0,00011 \frac{t_n + t_b}{2} = 0,0354 + 0,00011 \cdot \frac{5,6 + 65}{2} = 0,0393 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)};$$

3. Коэффициент K, учитывающий теплотери через опоры и крепёжные детали трубопровода, согласно п. 10.3.2 альбома, в данном расчёте принимается равным 1;

4. По таблице 2 СП 61.13330.2012 для трубопровода условным диаметром 150 мм, расположенного на открытом воздухе, с количеством часов работы более 5000 в год и расчетной температурой теплоносителя 65°C, методом интерполяции определяется нормативная плотность теплового потока $q_H^L = 28,7 \text{ Вт/м}$;

5. По таблице 10.5 линейное термическое сопротивление от наружной поверхности цилиндрической теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху $R_H^L = 0,05 \text{ (м} \cdot ^\circ\text{C)/Вт}$.

Расчет выполняется в соответствии с рекомендациями п. 10.3 альбома:

Расчёт толщины теплоизоляционной конструкции с целью обеспечения нормированной плотности теплового потока для цилиндрических поверхностей с диаметром менее 1,4 м выполняется следующим комплексом формул:

$$\ln B = 2\pi\lambda_{из} \left[\frac{K(t_b + t_n)}{q_H^L} - R_H^L \right] = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,0393 \cdot \left[\frac{1 \cdot (65 - 5,6)}{28,7} - 0,05 \right] = 0,4984667$$

После определения значения $\ln B$ находим величину B :

$$e^{0,4984666} = B = 1,646195$$

Требуемая толщина изоляции рассчитывается по формуле:

$$\delta_{из} = \frac{d_n^{CT} (B - 1)}{2} = \frac{0,159 \cdot (1,6461950 - 1)}{2} = 0,05137 \text{ м} = 51,37 \text{ мм.}$$

Согласно п.9.5 альбома при расчёте толщины изоляции по норме плотности теплового потока допускается принимать ближайшую более низкую толщину изоляции, если разница между расчётной и номенклатурной толщиной не превышает 3 мм.

Принятая конструкция:

В соответствии с номенклатурой изделий AEROFLEX в качестве теплоизоляционного слоя рекомендуется организация конструкции из изделий AEROFLEX EPDM в виде трубок с толщиной стенки 50 мм внутренним диаметром 160 мм. Поверх теплоизоляционного слоя предусмотреть покрытие Metal Pro.

11.2 ПРИМЕР РАСЧЁТА ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОЙ КОНСТРУКЦИИ С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НОРМИРОВАННОЙ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОвого ПОТОКА ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ ВНЕШНИМ ДИАМЕТРОМ 1,4 М И МЕНЕЕ И С ОТРИЦАТЕЛЬНЫМИ ТЕМПЕРАТУРАМИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ.

Исходные данные:

Расположение изолируемого объекта – в помещении;
Ориентация оборудования – горизонтальная;
Изолируемое оборудование – трубопровод внешним диаметром 76 мм, толщина стенки 5,5 мм;
Температура окружающего воздуха $t_n = +20^\circ\text{C}$;
Температура теплоносителя $t_b = -10^\circ\text{C}$.

Для трубопроводов, расположенных в помещении, рекомендуется к применению теплоизоляционная конструкция из изделий AEROFLEX марки EPDM в виде трубок без покрытия, при условии отсутствия механического воздействия на изоляцию.

Первым шагом является подготовка данных, необходимых для расчёта:

1. Расчетный коэффициент теплопроводности определяется по таблице 10.2, в данном примере расчета для изделий AEROFLEX EPDM равен:

$$\lambda_{из} = 0,0354 + 0,00011 \frac{t_n + t_b}{2} = 0,0354 + 0,00011 \cdot \frac{20 + (-10)}{2} = 0,036 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}.$$

2. Коэффициент K , учитывающий теплотери через опоры и крепёжные детали трубопровода, согласно п. 10.3.1 альбома, в данном расчёте принимается равным 1;

3. По таблице 7 СП 61.13330.2012 для трубопровода условным диаметром 65 мм, расположенного в помещении и температурой теплоносителя – 10°C , определяется нормированная плотность теплового потока $q_n^L = -9 \text{ Вт/м}$ (для оборудования и трубопроводов с отрицательными температурами теплоносителя значение нормированной плотности теплового потока принимается со знаком минус);

4. По таблице 10.5 линейное термическое сопротивление от наружной поверхности цилиндрической теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху $R_n^L = 0,22 \text{ (м} \cdot ^\circ\text{C)/Вт}$ (трубопровод расположен в помещении, теплоизоляционный материал выбран без покрытия (высокий коэффициент излучения)).

Расчет выполняется в соответствии с рекомендациями п. 10.3 альбома:

Расчёт толщины теплоизоляционной конструкции с целью обеспечения нормированной плотности теплового потока для цилиндрических поверхностей с диаметром менее 1,4 м выполняется следующим комплексом формул:

$$\ln B = 2\pi\lambda_{\text{из}} \left[\frac{K(t_b - t_h)}{q_h^L} - R_h^L \right] = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,036 \cdot \left[\frac{1 \cdot (-10 - 20)}{-9} - 0,22 \right] = 0,7038624$$

После определения значения $\ln B$ находим величину B :

$$e^{0,7038624} = B = 2,022$$

Требуемая толщина изоляции рассчитывается по формуле:

$$\delta_{\text{из}} = \frac{d_h^{\text{ст}}(B - 1)}{2} = \frac{0,076 \cdot (2,022 - 1)}{2} = 0,03884 \text{ м} = 38,84 \text{ мм}.$$

Принятая конструкция:

В соответствии с номенклатурой изделий AEROFLEX в качестве теплоизоляционного слоя рекомендуется организация конструкции из изделий AEROFLEX EPDM в виде трубок с толщиной стенки 40 мм внутренним диаметром 76 мм без покрытия.

11.3. ПРИМЕР РАСЧЁТА ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОЙ КОНСТРУКЦИИ С ЦЕЛЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НОРМИРОВАННОЙ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОвого ПОТОКА ДЛЯ ПЛОСКИХ И ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ С ДИАМЕТРОМ 1,4 М И БОЛЕЕ.

Исходные данные:

Расположение изолируемого объекта – в помещении;

Изолируемое оборудование – цилиндрическая емкость диаметром 2500 мм, длина 2 м;

Температура окружающего воздуха $t_h = +20^\circ\text{C}$;

Круглогодичный режим работы с количеством часов работы менее 5000 часов в год;

Температура теплоносителя $t_b = +90^\circ\text{C}$.

Для оборудования, расположенного в помещении, рекомендуется к применению теплоизоляционная конструкция из изделий AEROFLEX марки FIRO в виде рулонов без покрытия, при условии отсутствия механического воздействия на изоляцию.

Первым шагом является подготовка данных, необходимых для расчёта:

1. Расчетный коэффициент теплопроводности определяется по таблице 10.2, в данном примере расчета для изделий AEROFLEX FIRO равен:

$$\lambda_{\text{из}} = 0,032 + 0,0001 \frac{t_h + t_b}{2} = 0,032 + 0,0001 \cdot \frac{20 + 90}{2} = 0,0375 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}.$$

2. Коэффициент K для плоской поверхности равен 1;

3. По таблице 5 СП 61.13330.2012 для оборудования, расположенного в помещении, с количеством часов работы менее 5000 в год и расчетной температурой теплоносителя 90°C , методом интерполяции определяется нормированная плотность теплового потока $q_h^F = 42 \text{ Вт/м}^2$;

4. По таблице 10.3 коэффициент теплоотдачи на поверхности изоляции к окружающему воздуху $\alpha_h = 12 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$ (температура теплоносителя выше 20°C , емкость расположена в помещении, теплоизоляционный материал выбран без покрытия (высокий коэффициент излучения)).

Расчет выполняется в соответствии с рекомендациями п. 10.3 альбома:

Расчёт толщины теплоизоляционной конструкции с целью обеспечения нормированной плотности теплового потока для плоских и цилиндрических поверхностей с диаметром 1,4 м и более выполняется по формуле:

$$\delta_{из} = \lambda_{из} \left(\frac{K(t_b - t_n)}{q_F^H} - \frac{1}{\alpha_n} \right) = 0,0375 \left(\frac{1 \cdot (90 - 20)}{42} - \frac{1}{12} \right) = 0,05938 \text{ м} = 59,38 \text{ мм}$$

Согласно п.9.5 альбома при расчёте толщины изоляции по норме плотности теплового потока допускается принимать ближайшую более низкую толщину изоляции, если разница между расчётной и номенклатурной толщиной не превышает 3 мм.

Принятая конструкция:

В соответствии с номенклатурой изделий AEROFLEX в качестве теплоизоляционного слоя рекомендуется организация двухслойной конструкции из изделий AEROFLEX FIRO в виде рулонов. Первым и вторым слоем конструкции рекомендуется устанавливать изделия AEROFLEX FIRO в виде рулонов толщиной 40 мм и 19 мм соответственно.

11.4. ПРИМЕР РАСЧЁТА ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОЙ КОНСТРУКЦИИ ПО ЗАДАННОМУ СНИЖЕНИЮ (ПОВЫШЕНИЮ) ТЕМПЕРАТУРЫ ВЕЩЕСТВА, ТРАНСПОРТИРУЕМОГО ТРУБОПРОВОДАМИ.

Исходные данные:

Расположение изолируемого объекта – на открытом воздухе, г. Москва;

Ориентация оборудования – горизонтальная;

Тип опор трубопровода – подвижные;

Изолируемое оборудование – стальной трубопровод внешним диаметром 89 мм, толщина стенки 4,5 мм;

Длина трубопровода – 300 м;

Тип теплоносителя – вода;

Температура теплоносителя в начальной точке трубопровода $t' = +10^\circ\text{C}$;

Требуемая температура теплоносителя в конечной точке трубопровода $t'' = +8^\circ\text{C}$;

Расход вещества в трубопроводе $G = 5 \text{ м}^3/\text{ч}$;

Температура окружающего воздуха $t_n = -26^\circ\text{C}$ (для трубопроводов с положительными температурами, расположенных на открытом воздухе, в качестве расчетной температуры окружающего воздуха принимается температура воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92 для г. Москва).

Для трубопроводов, расположенных на открытом воздухе, рекомендуется к применению теплоизоляционная конструкция из изделий AEROFLEX марки EPDM в виде трубок с покрытием Metal Pro.

Первым шагом является подготовка данных, необходимых для расчёта:

1. Расчетный коэффициент теплопроводности определяется по таблице 10.2, в данном примере расчета для изделий AEROFLEX EPDM равен:

$$\lambda_{из} = 0,0354 + 0,00011 \frac{t_n + t_b}{2} = 0,0354 + 0,00011 \cdot \frac{-26 + 10}{2} = 0,0345 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}.$$

2. По таблице 10.1 коэффициент, учитывающий теплотери через опоры и крепёжные детали трубопровода, $K = 1,2$ (трубопровод стальной с условным диаметром <150 мм на подвижных опорах);

3. По таблице 10.5 линейное термическое сопротивление от наружной поверхности цилиндрической теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху $R_H^L = 0,078$ (м · °С)/Вт;

4. Массовый расход теплоносителя зависит от его плотности. Так как в нашем примере теплоносителем является вода (плотность воды 1000 кг/м³), то массовый расход равен:

$$G = 5 \cdot 1000 = 5000 \text{ кг/час};$$

5. Теплоемкость воды $C = 4,187$ кДж/(кг·°С).

Расчет выполняется в соответствии с рекомендациями п. 10.4 альбома:

Определяем значение:

$$\frac{t'_B - t_H}{t''_B - t_H} = \frac{10 - (-26)}{8 - (-26)} = 1,0588 < 2 \text{ следовательно, используем формулу (10.4.2):}$$

$$R_2^L = \frac{3,6Kl \left(\frac{t'_B + t''_B}{2} - t_H \right)}{GC (t'_B - t''_B)} = \frac{3,6 \cdot 1,2 \cdot 300 \cdot \left(\frac{10 + 8}{2} - (-26) \right)}{5000 \cdot 4,187 \cdot (10 - 8)} = 1,08335$$

Определяем значение B по формуле (10.4.3):

$$\ln B_2 = 2\pi\lambda_{из} (R_2^L - R_H^L) = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,0345 \cdot (1,08335 - 0,078) = 0,217819$$

После определения значения $\ln B$ находим величину B :

$$e^{0,217819} = B = 1,243362$$

Требуемая толщина изоляции рассчитывается по формуле:

$$\delta_{из} = \frac{d_H^{ст} (B - 1)}{2} = \frac{0,089 \cdot (1,243362 - 1)}{2} = 0,01083 \text{ м} = 10,83 \text{ мм}.$$

Принятая конструкция:

В соответствии с номенклатурой изделий AEROFLEX в качестве теплоизоляционного слоя рекомендуется организация конструкции из изделий AEROFLEX EPDM в виде трубок с толщиной стенки 13 мм внутренним диаметром 90 мм в покрытии Metal Pro.

11.5. ПРИМЕР РАСЧЁТА ТОЛЩИНЫ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОЙ КОНСТРУКЦИИ ПО ЗАДАННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ.

Исходные данные:

Расположение изолируемого объекта – в помещении;

Ориентация оборудования – вертикальная;

Изолируемое оборудование – трубопровод полимерный внешним диаметром 280 мм;

Температура теплоносителя $t_B = +140^\circ\text{C}$;

Температура окружающего воздуха $t_H = +20^\circ\text{C}$.

Для трубопроводов, расположенных в помещении, рекомендуется к применению теплоизоляционная конструкция из изделий AEROFLEX марки EPDM HT в виде листов или рулонов без покрытия при условии отсутствия механического воздействия на изоляцию.

Первым шагом является подготовка данных, необходимых для расчёта:

1. Расчетный коэффициент теплопроводности определяется по таблице 10.2, в данном примере расчета для изделий AEROFLEX EPDM HT равен:

$$\lambda_{из} = 0,0337 + 0,0001 \frac{t_n + t_b}{2} = 0,0337 + 0,0001 \cdot \frac{20 + 140}{2} = 0,0417 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}.$$

2. По таблице 10.3 коэффициент теплоотдачи на поверхности изоляции к окружающему воздуху $\alpha_n = 11 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$ (температура теплоносителя выше 20°C, трубопровод вертикальной ориентации, расположен в помещении, изоляционный материал выбран без покрытия (высокий коэффициент излучения));

3. Согласно п. 10.5.5 альбома, для изолируемых поверхностей, расположенных в рабочей или обслуживаемой зонах помещений и содержащих вещества с температурой теплоносителя +150°C и ниже, температура на поверхности изоляции $t_n = +40^\circ\text{C}$.

Расчет выполняется в соответствии с рекомендациями п. 10.5 альбома:

Определяем расчетное значение:

$$\left(\frac{t_b - t_n}{t_n - t_h} \right)_p = \left(\frac{140 - 40}{40 - 20} \right)_p = 5$$

Теперь последовательно задаём толщину изоляции δ_0^i с шагом 1 мм:

Зададим значение $\delta_0^1 = 17 \text{ мм}$, чтобы найти значения $\left(\frac{t_b - t_n}{t_n - t_h} \right)_1$ по формуле (10.5.4):

$$\left(\frac{t_b - t_n}{t_n - t_h} \right)_1 = \frac{\ln \frac{d_h^{CT} + 2\delta_0^1}{2} \alpha_n (d_h^{CT} + 2\delta_0^1)}{2\lambda_{из}} = \frac{\ln \frac{0,28 + 2 \cdot 0,017}{0,28} \cdot 11 \cdot (0,28 + 2 \cdot 0,017)}{2 \cdot 0,0417} = 4,746285$$

Теперь необходимо проверить условие $\left(\frac{t_b - t_n}{t_n - t_h} \right)_1 - \left(\frac{t_b - t_n}{t_n - t_h} \right)_p \geq 0$:

$$4,746285 - 5 = -0,253715$$

Полученное значение меньше нуля, следовательно, условие не выполняется и заданной толщины $\delta_0^1 = 17 \text{ мм}$ недостаточно для обеспечения заданной температуры на поверхности изоляции.

Зададим значение $\delta_0^2 = 18 \text{ мм}$, чтобы найти значения $\left(\frac{t_b - t_n}{t_n - t_h} \right)_2$ по формуле (10.5.4):

$$\left(\frac{t_b - t_n}{t_n - t_h} \right)_2 = \frac{\ln \frac{0,28 + 2 \cdot 0,018}{0,28} \cdot 11 \cdot (0,28 + 2 \cdot 0,018)}{2 \cdot 0,0417} = 5,041$$

Теперь необходимо проверить условие $\left(\frac{t_b - t_n}{t_n - t_h} \right)_2 - \left(\frac{t_b - t_n}{t_n - t_h} \right)_p \geq 0$:

$$5,041 - 5 = 0,41$$

Полученное значение больше нуля, соответственно, условие выполняется и заданной толщины $\delta_0^2 = 18$ мм достаточно для обеспечения заданной температуры на поверхности изоляции.

Принятая конструкция:

В соответствии с номенклатурой изделий AEROFLEX в качестве теплоизоляционного слоя рекомендуется организация конструкции из изделий AEROFLEX EPDM HT в виде рулонов с толщиной стенки 19 мм без покрытия.

11.6. ПРИМЕР РАСЧЕТА ТОЛЩИНЫ ПЛОСКОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОЙ КОНСТРУКЦИИ ПО ЗАДАННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ.

Исходные данные:

Расположение изолируемого объекта – в помещении;

Изолируемое оборудование – емкость размером 2,0 x 1250 x 1250 x 1250 мм;

Температура теплоносителя $t_b = + 120^\circ\text{C}$;

Требуемая температура на поверхности изоляции $t_n = + 30^\circ\text{C}$;

Температура окружающего воздуха $t_h = + 20^\circ\text{C}$.

Для оборудования, расположенного в помещении, рекомендуется к применению теплоизоляционная конструкция из изделий AEROFLEX марки EPDM в виде листов или рулонов без покрытия при условии отсутствия механического воздействия на изоляцию.

Первым шагом является подготовка данных, необходимых для расчёта:

1. Расчетный коэффициент теплопроводности определяется по таблице 10.2, в данном примере расчета для изделий AEROFLEX EPDM равен:

$$\lambda_{из} = 0,0354 + 0,00011 \frac{t_h + t_b}{2} = 0,0354 + 0,00011 \cdot \frac{20 + 120}{2} = 0,0431 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}.$$

2. По таблице 10.3 коэффициент теплоотдачи на поверхности изоляции к окружающему воздуху $\alpha_n = 11 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$ (температура теплоносителя выше 20°C , емкость расположена в помещении, теплоизоляционный материал выбран без покрытия (высокий коэффициент излучения)).

Расчет выполняется в соответствии с рекомендациями п. 10.5 альбома:

Для плоских теплоизоляционных конструкций расчёт толщины тепловой изоляции выполняется по формуле:

$$\delta_{из} = \frac{\lambda_{из} (t_b - t_n)}{\alpha_n (t_n - t_h)} = \frac{0,0431 \cdot (120 - 30)}{11 (30 - 20)} = 0,03526 \text{ м} = 35,26 \text{ мм}.$$

Принятая конструкция:

В соответствии с номенклатурой изделий AEROFLEX в качестве теплоизоляционного слоя рекомендуется организация конструкции из изделий AEROFLEX EPDM в виде листов с толщиной стенки 40 мм без покрытия.

11.7. ПРИМЕР РАСЧЁТА ТОЛЩИНЫ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОЙ КОНСТРУКЦИИ, ПРЕДОТВРАЩАЮЩЕЙ КОНДЕНСАЦИЮ ВЛАГИ ИЗ ВОЗДУХА НА ЕЁ ПОВЕРХНОСТИ.**Исходные данные:**

Расположение изолируемого объекта – в помещении;

Изолируемое оборудование – трубопровод медный внешним диаметром 28 мм;

Температура теплоносителя $t_b = -60^\circ\text{C}$;

Температура окружающего воздуха $t_n = +20^\circ\text{C}$;

Влажность окружающего воздуха $\varphi = 70\%$.

Для трубопроводов, расположенных в помещении, рекомендуются к применению теплоизоляционные конструкции из изделий AEROFLEX марки EPDM в виде трубок без покрытия при условии отсутствия механического воздействия на изоляцию.

Первым шагом является подготовка данных, необходимых для расчёта:

1. Расчетный коэффициент теплопроводности определяется по таблице 10.2, в данном примере расчета для изделий AEROFLEX EPDM равен:

$$\lambda_{из} = 0,0354 + 0,00011 \frac{t_n - t_b}{2} = 0,0354 + 0,00011 \cdot \frac{20 + (-60)}{2} = 0,0332 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}.$$

2. Согласно п. 10.6.5 альбома, коэффициент теплоотдачи на поверхности изоляции к окружающему воздуху $\alpha_n = 7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$ (температура теплоносителя ниже 19°C , изоляционный материал выбран без покрытия (высокий коэффициент излучения));

3. Температура точки росы определяется по формуле (10.6.4):

$$t_p = \frac{237,7 \left(\frac{17,27 t_n}{237,7 + t_n} + \ln \frac{\varphi}{100} \right)}{17,27 - \left(\frac{17,27 t_n}{237,7 + t_n} + \ln \frac{\varphi}{100} \right)} = \frac{237,7 \left(\frac{17,27 \cdot 20}{237,7 + 20} + \ln \frac{70}{100} \right)}{17,27 - \left(\frac{17,27 \cdot 20}{237,7 + 20} + \ln \frac{70}{100} \right)} = 14,356^\circ\text{C}$$

Также, температуру точки росы рекомендуется определять по таблице 10.6.1.

Расчет выполняется в соответствии с рекомендациями п. 10.6 альбома:

Для цилиндрических теплоизоляционных конструкций расчёт толщины изоляции выполняется по формуле (10.6.2):

$$\frac{d_{из}^{из}}{d_n^{ст}} \ln \frac{d_n^{из}}{d_n^{ст}} = x \ln x = \frac{2 \lambda_{из}}{\alpha_n d_n^{ст}} \left(\frac{t_p - t_b}{t_n - t_p} \right) = \frac{2 \cdot 0,0332}{7 \cdot 0,028} \cdot \left(\frac{14,356 - (-60)}{20 - 14,356} \right) = 4,4631$$

Согласно приложению Е данного альбома по найденному значению функции $x \ln x = 4,4631$ определяем величину $x = 3,535$. Далее, толщина теплоизоляционного слоя вычисляется по формуле:

$$\delta_{из} = \frac{d_n^{ст} (x - 1)}{2} = \frac{0,028 \cdot (3,535 - 1)}{2} = 0,03549 \text{ м} = 35,49 \text{ мм}.$$

Согласно п. 5.3.5 альбома для поверхностей с температурой ниже минус 60 °С не допускается применение однослойных теплоизоляционных конструкций.

Принятая конструкция:

В соответствии с номенклатурой изделий AEROFLEX в качестве теплоизоляционного слоя рекомендуется организация двухслойной конструкции из изделий AEROFLEX EPDM в виде трубок и рулонов с толщиной стенки 25 и 13 мм соответственно, без покрытия.

11.8. ПРИМЕР РАСЧЁТА ТОЛЩИНЫ ПЛОСКОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОЙ КОНСТРУКЦИИ, ПРЕДОТВРАЩАЮЩЕЙ КОНДЕНСАЦИЮ ВЛАГИ ИЗ ВОЗДУХА НА ЕЁ ПОВЕРХНОСТИ.

Исходные данные:

Расположение изолируемого объекта – в помещении;

Изолируемое оборудование – емкость размером 3,0х1250х1250х1250 мм;

Температура теплоносителя $t_b = -10^\circ\text{C}$;

Температура окружающего воздуха $t_n = +15^\circ\text{C}$;

Влажность окружающего воздуха $\varphi = 60\%$.

Для оборудования, расположенного в помещении, рекомендуется к применению теплоизоляционная конструкция из изделий AEROFLEX марки EPDM в виде листов или рулонов. Для защиты от механических повреждений необходимо предусмотреть защитное покрытие AEROFLEX FG Alu.

Первым шагом является подготовка данных, необходимых для расчёта:

1. Расчетный коэффициент теплопроводности определяется по таблице 10.2, в данном примере расчета для изделий AEROFLEX EPDM равен:

$$\lambda_{из} = 0,0354 + 0,00011 \frac{t_n + t_b}{2} = 0,0354 + 0,00011 \cdot \frac{15 + (-10)}{2} = 0,0357 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}.$$

2. Согласно п. 10.6.5 альбома, коэффициент теплоотдачи на поверхности изоляции к окружающему воздуху $\alpha_n = 5 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$ (температура теплоносителя ниже 19°C, изоляционный материал выбран в металлизированном покрытии (низкий коэффициент излучения));

3. Температура точки росы определяется по формуле (10.6.4):

$$t_p = \frac{237,7 \left(\frac{17,27 t_n}{237,7 + t_n} + \ln \frac{\varphi}{100} \right)}{17,27 - \left(\frac{17,27 t_n}{237,7 + t_n} + \ln \frac{\varphi}{100} \right)} = \frac{237,7 \left(\frac{17,27 \cdot 15}{237,7 + 15} + \ln \frac{60}{100} \right)}{17,27 - \left(\frac{17,27 \cdot 15}{237,7 + 15} + \ln \frac{60}{100} \right)} = 7,296^\circ\text{C}$$

Также, температуру точки росы рекомендуется определять по таблице 10.6.1.

Расчет выполняется в соответствии с рекомендациями п. 10.6 альбома:

$$\delta_{из} = \frac{\lambda_{из}}{\alpha_n} \left(\frac{t_n - t_b}{t_n - t_p} - 1 \right) = \frac{0,0357}{5} \left(\frac{15 - (-10)}{15 - 7,296} - 1 \right) = 0,01603 \text{ м} = 16,03 \text{ мм}.$$

Принятая конструкция:

В соответствии с номенклатурой изделий AEROFLEX в качестве теплоизоляционного слоя рекомендуется организация конструкции из изделий AEROFLEX EPDM в виде рулонов с толщиной стенки 19 мм в покрытии FG Alu.

11.9. ПРИМЕР РАСЧЁТА ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ С ЦЕЛЬЮ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ КОНДЕНСАЦИИ ВЛАГИ НА ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЯХ ГАЗОХОДОВ.**Исходные данные:**

Расположение изолируемого объекта – на открытом воздухе, г. Москва;

Изолируемое оборудование – круглый воздуховод внешним диаметром 160 мм, толщина стенки 0,5 мм;

Ориентация оборудования – горизонтальная;

Длина – 100 м;

Вид теплоносителя – воздух;

Температура теплоносителя $t_b = +60^\circ\text{C}$;

Температура окружающего воздуха $t_n = -26^\circ\text{C}$ (для оборудования и трубопроводов с положительными температурами, расположенных на открытом воздухе, в качестве расчетной температуры окружающего воздуха принимается температура воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0.92 для г. Москва);

Влажность транспортируемого газа $\varphi = 60\%$;

Скорость движения теплоносителя $w = 2 \text{ м/с}$.

Для оборудования, расположенного на открытом воздухе, рекомендуется к применению теплоизоляционная конструкция из изделий AEROFLEX марки EPDM в виде трубок с покрытием Metal Pro.

Первым шагом является подготовка данных, необходимых для расчёта:

1. Расчетный коэффициент теплопроводности определяется по таблице 10.2, в данном примере расчета для изделий AEROFLEX EPDM равен:

$$\lambda_{\text{из}} = 0,0354 + 0,00011 \frac{t_n + t_b}{2} = 0,0354 + 0,00011 \cdot \frac{-26 + 60}{2} = 0,0373 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}.$$

2. По таблице 10.3 коэффициент теплоотдачи на поверхности изоляции к окружающему воздуху $\alpha_n = 29 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$;

3. Значения λ, ν, α принимаются по таблицам физических свойств газов. При температуре воздуха $t_b = +60^\circ\text{C}$ равны:

Коэффициент теплопроводности газа $\lambda = 0,029 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}$;

Кинематическая вязкость газа $\nu = 0,00001897 \text{ м}^2/\text{с}$;

Коэффициент температуропроводности газа $\alpha = 0,0000272 \text{ м}^2/\text{с}$.

4. Температура внутренней стенки газохода рассчитывается по формуле (10.7.4):

$$t_{\text{вн}}^{\text{ст}} = t_p + 2^\circ\text{C} = \frac{237,7 \left(\frac{17,27 t_b}{237,7 + t_b} + \ln \frac{\varphi}{100} \right)}{17,27 - \left(\frac{17,27 t_b}{237,7 + t_b} + \ln \frac{\varphi}{100} \right)} + 2 = \frac{237,7 \left(\frac{17,27 \cdot 60}{237,7 + 60} + \ln \frac{60}{100} \right)}{17,27 - \left(\frac{17,27 \cdot 60}{237,7 + 60} + \ln \frac{60}{100} \right)} + 2 = 51,3656^\circ;$$

5. Коэффициент теплоотдачи от газа к внутренней поверхности стенки газохода $\alpha_{\text{вн}}$ рассчитывается по формуле (10.7.5):

$$\alpha_{\text{вн}} = \frac{0,021\lambda = \left(\frac{wd_{\text{тр}}^{\text{вн}}}{v}\right)^{0,8} \left(\frac{v}{\alpha}\right)^{0,43}}{d_{\text{тр}}^{\text{вн}}} = \frac{0,021 \cdot 0,029 \left(\frac{2 \cdot 0,159}{0,00001897}\right)^{0,8} \left(\frac{0,00001897}{0,0000272}\right)^{0,43}}{0,159} = 7,8598149 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$$

Расчет выполняется в соответствии с рекомендациями п. 10.7 альбома:

Для газоходов диаметром менее 2 м, расчет выполняется методом последовательных приближений: Зададим значение $\delta_0^1 = 55$ мм и выполним вычисление величин:

$$\ln B = 2\pi\lambda_{\text{из}} \left[\frac{(t_{\text{вн}}^{\text{ст}} - t_{\text{н}})}{(\alpha_{\text{вн}} \pi d_{\text{вн}}^{\text{ст}} (t_{\text{б}} - t_{\text{вн}}^{\text{ст}}))} - \frac{1}{\alpha_{\text{н}} \pi d_{\text{из}}} \right] =$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 0,0373 \left[\frac{(51,3656 - (-26))}{7,8598149 \cdot 3,14 \cdot 0,159 \cdot (60 - 51,3656)} - \frac{1}{29 \cdot 3,14 \cdot (0,160 + 2 \cdot 0,055)} \right] = 0,53282456$$

После определения значения $\ln B$ находим величину B :

$$e^{0,53282456} = B = 1,70374$$

Требуемая толщина изоляции рассчитывается по формуле:

$$\delta_{\text{из}}^1 = \frac{d_{\text{н}}^{\text{ст}} (B - 1)}{2} = \frac{0,160 \cdot (1,70374 - 1)}{2} = 0,05629 \text{ м} = 56,29 \text{ мм.}$$

Теперь необходимо проверить выполнение условия $\delta_{\text{из}}^1 < \delta_0^1$:

$$56,29 > 55$$

Полученное значение больше заданного, соответственно, условие не выполняется и заданной толщины $\delta_0^1 = 55$ мм недостаточно для предотвращения конденсации влаги на внутренних поверхностях газоходов. Зададим значение $\delta_0^2 = 56$ мм и выполним вычисление величин:

$$\ln B = 2\pi\lambda_{\text{из}} \left[\frac{(t_{\text{вн}}^{\text{ст}} - t_{\text{н}})}{(\alpha_{\text{вн}} \pi d_{\text{вн}}^{\text{ст}} (t_{\text{б}} - t_{\text{вн}}^{\text{ст}}))} - \frac{1}{\alpha_{\text{н}} \pi d_{\text{из}}} \right] =$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 0,0373 \left[\frac{(51,3656 - (-26))}{7,8598149 \cdot 3,14 \cdot 0,159 \cdot (60 - 51,3656)} - \frac{1}{29 \cdot 3,14 \cdot (0,160 + 2 \cdot 0,056)} \right] = 0,525409$$

После определения значения $\ln B$ находим величину B :

$$e^{0,525409} = B = 1,6911504$$

Требуемая толщина изоляции рассчитывается по формуле:

$$\delta_{\text{из}}^2 = \frac{d_{\text{н}}^{\text{ст}} (B - 1)}{2} = \frac{0,160 \cdot (1,6911504 - 1)}{2} = 0,05529 \text{ м} = 55,29 \text{ мм.}$$

Теперь необходимо проверить условие $\delta_{из}^2 < \delta_0^2$:

$$55,29 < 56$$

Полученное значение меньше заданного, соответственно, условие выполняется и заданной толщины $\delta_0^2 = 56$ мм достаточно для предотвращения конденсации влаги на внутренних поверхностях газопроводов.

Принятая конструкция:

В соответствии с номенклатурой изделий AEROFLEX в качестве теплоизоляционного слоя рекомендуется организация двухслойной конструкции из изделий AEROFLEX EPDM в виде трубок и рулонов. Первым слоем конструкции рекомендуется устанавливать изделия AEROFLEX EPDM в виде трубок толщиной 32 мм, в качестве второго слоя рулоны AEROFLEX EPDM толщиной 25 мм.

11.10. ПРИМЕР РАСЧЁТА ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ С ЦЕЛЬЮ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАМЕРЗАНИЯ СОДЕРЖАЩЕЙСЯ В НИХ ЖИДКОСТИ ПРИ ОСТАНОВКЕ ЕЕ ДВИЖЕНИЯ.

Исходные данные:

Расположение изолируемого объекта – на открытом воздухе, г. Москва;

Изолируемое оборудование – стальной трубопровод внешним диаметром 108 мм, толщина стенки 4 мм;

Опоры трубопровода – подвесные;

Ориентация оборудования – вертикальная;

Вид теплоносителя – вода;

Температура теплоносителя $t_b = +10^\circ\text{C}$;

Температура замерзания теплоносителя $t_3 = 0^\circ\text{C}$;

Температура окружающего воздуха $t_n = -26^\circ\text{C}$ (для трубопроводов с положительными температурами, расположенных на открытом воздухе, в качестве расчетной температуры окружающего воздуха принимается температура воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92 для г. Москва);

Продолжительность остановки движения жидкости $Z = 12$ ч.

Для трубопроводов, расположенных на открытом воздухе, рекомендуется к применению теплоизоляционная конструкция из изделий AEROFLEX марки EPDM в виде трубок с покрытием Metal Pro.

Первым шагом является подготовка данных, необходимых для расчёта:

1. Расчетный коэффициент теплопроводности определяется по таблице 10.2, в данном расчёте для изделий AEROFLEX EPDM равен:

$$\lambda_{из} = 0,0354 + 0,00011 \frac{t_n + t_b}{2} = 0,0354 + 0,00011 \cdot \frac{-26 + 10}{2} = 0,0345 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}.$$

2. По таблице 10.3 коэффициент теплоотдачи на поверхности изоляции к окружающему воздуху $\alpha_n = 29 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$ (так как изолируемый трубопровод расположен на открытом воздухе);

3. По таблице 10.1 коэффициент, учитывающий теплотери через опоры и крепёжные детали трубопровода, $K = 1,05$ (трубопровод стальной на подвесных опорах);

4. По формуле (10.8.3) вычисляем значение приведенного объема жидкости к метру трубопровода:

$$V_{ж} = \pi \left(\frac{d_n^{ст} - 2\delta_{ст}}{2} \right)^2 h = 3,14 \left(\frac{0,108 - 2 \cdot 0,004}{2} \right)^2 \cdot 1 = 0,00785 \text{ м}^3;$$

5. Значения удельной теплоемкости и плотности теплоносителя определяются по справочникам теплофизических свойств веществ в зависимости от вида теплоносителя. Для воды: плотность $\rho_{\text{ж}} = 1000 \text{ кг/м}^3$, удельная теплоемкость $c_{\text{ж}} = 4,187 \text{ кДж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$;

6. Значения удельной теплоемкости и плотности материала стенки трубопровода определяются по справочникам теплофизических свойств веществ в зависимости от материала стенки трубопровода. Для стали: плотность $\rho_{\text{ст}} = 7800 \text{ кг/м}^3$, удельная теплоемкость $c_{\text{ст}} = 0,468 \text{ кДж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$;

7. По формуле (10.8.4) вычисляем значение объема материала стенки трубопровода:

$$V_{\text{ст}} = \pi \left(\frac{d_{\text{н}}^{\text{ст}}}{2} \right)^2 \cdot L - V_{\text{ж}} = 3,14 \cdot \left(\frac{0,108}{2} \right)^2 \cdot 2 - 0,00785 = 0,00130624 \text{ м}^3;$$

8. Скрытая теплота замерзания жидкости для воды $r_{\text{ж}} = -335 \text{ кДж/кг}$.

Расчет выполняется в соответствии с рекомендациями п. 10.8 альбома:

Данный расчет выполняется методом последовательных приближений по формуле (10.8.1):
Зададим значение $\delta_0^1 = 16 \text{ мм}$ и выполним вычисление величин:

$$\ln B = \ln \frac{d_{\text{н}}^{\text{из}}}{d_{\text{н}}^{\text{ст}}} = 2\pi\lambda_{\text{из}} \left[\frac{3,6KZ}{\frac{2(t_{\text{б}} - t_{\text{з}})(V_{\text{ж}}\rho_{\text{ж}}c_{\text{ж}} - V_{\text{ст}}\rho_{\text{ст}}c_{\text{ст}})}{t_{\text{б}} + t_{\text{з}} - 2t_{\text{н}}} - \frac{0,25V_{\text{ж}}\rho_{\text{ж}}r_{\text{ж}}}{t_{\text{з}} - t_{\text{н}}}} - \frac{1}{\alpha_{\text{н}}\pi d_{\text{н}}^{\text{из}}} \right] = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,0345 \cdot$$

$$\cdot \left[\frac{3,6 \cdot 1,05 \cdot 12}{\frac{2 \cdot (10 - 0)(0,00785 \cdot 1000 \cdot 4,187 - 0,00130624 \cdot 7800 \cdot 0,468)}{10 + 0 - 2(-26)} - \frac{(0,25 \cdot 0,00785 \cdot 1000 \cdot (-335))}{0 - (-26)}} - \frac{1}{29 \cdot 3,14 \cdot (0,108 + 2 \cdot 0,016)} \right] = 0,26911$$

После определения значения $\ln B$ находим величину B :

$$e^{0,26911} = B = 1,3087991$$

Требуемая толщина изоляции рассчитывается по формуле:

$$\delta_{\text{из}}^1 = \frac{d_{\text{н}}^{\text{ст}}(B - 1)}{2} = \frac{0,108 \cdot (1,3087991 - 1)}{2} = 0,01668 \text{ м} = 16,68 \text{ мм}.$$

Теперь необходимо проверить условие $\delta_{\text{из}}^1 < \delta_0^1$:

$$16,68 > 16$$

Расчетное значение больше заданного, соответственно, условие не выполняется и заданной толщины $\delta_0^1 = 16 \text{ мм}$ недостаточно для защиты от замерзания воды в трубопроводе на заданный промежуток времени.

Зададим значение $\delta_0^2 = 17$ мм и выполним вычисление величин:

$$\ln B = \ln \frac{d_{\text{н}}^{\text{из}}}{d_{\text{н}}^{\text{ст}}} = 2\pi\lambda_{\text{из}} \left[\frac{3,6KZ}{\frac{2(t_{\text{в}} - t_{\text{з}})(V_{\text{ж}}\rho_{\text{ж}}c_{\text{ж}} - V_{\text{ст}}\rho_{\text{ст}}c_{\text{ст}})}{t_{\text{в}} + t_{\text{з}} - 2t_{\text{н}}} - \frac{0,25V_{\text{ж}}\rho_{\text{ж}}r_{\text{ж}}}{t_{\text{з}} - t_{\text{н}}} - \frac{1}{\alpha_{\text{н}}\pi d_{\text{н}}^{\text{из}}}} \right] = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,0345 \cdot$$

$$\cdot \left[\frac{3,6 \cdot 1,05 \cdot 12}{\frac{2 \cdot (10 - 0)(0,00785 \cdot 1000 \cdot 4,187 - 0,00130624 \cdot 7800 \cdot 0,468)}{10 + 0 - 2(-26)} - \frac{0,25 \cdot 0,00785 \cdot 1000 \cdot (-335)}{0 - (-26)} - \frac{1}{29 \cdot 3,14 \cdot (0,108 + 2 \cdot 0,017)} \right] = 0,269345$$

После определения значения $\ln B$ находим величину B :

$$e^{0,269345} = B = 1,3091067$$

Требуемая толщина изоляции определяется по формуле:

$$\delta_{\text{из}}^2 = \frac{d_{\text{н}}^{\text{ст}}(B - 1)}{2} = \frac{0,108 \cdot (1,3091067 - 1)}{2} = 0,01669 \text{ м} = 16,69 \text{ мм.}$$

Теперь необходимо проверить условие $\delta_{\text{из}}^2 < \delta_0^2$:

$$16,69 < 17$$

Расчетное значение меньше заданного, соответственно, условие выполняется и заданной толщины $\delta_0^2 = 17$ мм достаточно для защиты от замерзания воды в трубопроводе на заданный промежуток времени.

Принятая конструкция:

В соответствии с номенклатурой изделий AEROFLEX в качестве теплоизоляционного слоя рекомендуется организация конструкции из изделий AEROFLEX EPDM в виде трубок с толщиной стенки 19 мм и внутренним диаметром 109 мм в покрытии Metal Pro.

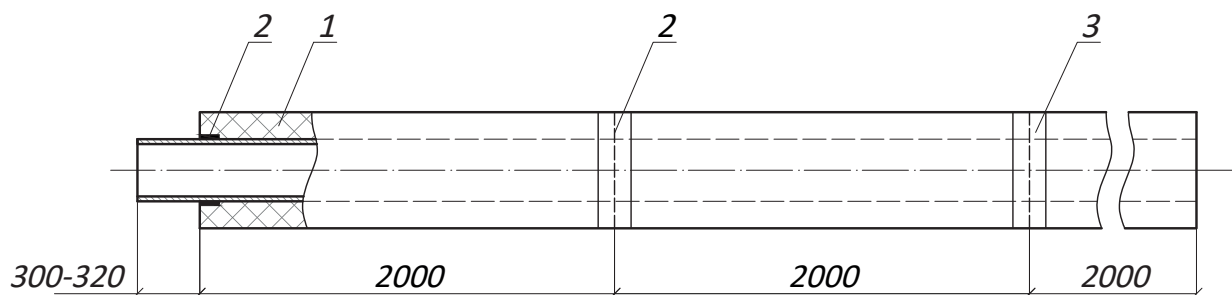
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИЗДЕЛИЙ И ПОКРЫТИЙ AEROFLEX

ПЕРЕЧЕНЬ РИСУНКОВ

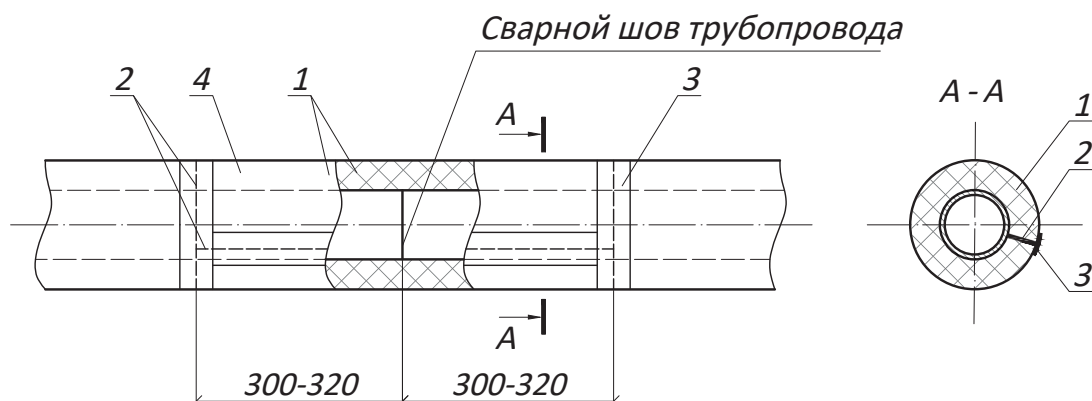
Номер	Наименование	Стр.
A1	Тепловая изоляция несмонтированного трубопровода с положительными температурами изоляционными трубками AEROFLEX с проклейкой стыков клеем и лентой. Домонтажная изоляция.	83
A2	Тепловая изоляция трубопроводов с положительными температурами изоляционными трубками AEROFLEX с проклейкой стыков клеем и лентой.	84
A3	Тепловая изоляция трубопроводов с положительными температурами рулонами и листами AEROFLEX с проклейкой стыков клеем и лентой.	85
A4	Двухслойная тепловая изоляция трубопроводов с положительными температурами теплоносителя, где для первого слоя используются трубки, для второго - рулоны/листы AEROFLEX. Проклейка швов клеем и лентой.	86
A5	Тепловая изоляция трубопроводов с положительными температурами в два слоя рулонами и листами AEROFLEX с проклейкой стыков клеем и лентой.	87
A6	Тепловая изоляция трубопроводов с отрицательными температурами трубками AEROFLEX с приклейкой ко всей площади изолируемой поверхности.	88
A7	Тепловая изоляция трубопроводов с отрицательными температурами рулонами и листами AEROFLEX с приклейкой ко всей площади изолируемой поверхности.	89
A8	Тепловая изоляция трубопроводов с отрицательными температурами рулонами и листами AEROFLEX в исполнении S.	90
A9	Двухслойная тепловая изоляция трубопроводов с отрицательными температурами теплоносителя с приклейкой изделий ко всей изолируемой поверхности, где для первого слоя используются трубки, для второго - рулоны/листы AEROFLEX.	91
A10	Двухслойная тепловая изоляция из рулонов/листов AEROFLEX для трубопроводов с отрицательными температурами теплоносителя с приклейкой изделий ко всей изолируемой поверхности.	92
A11	Тепловая изоляция трубопроводов с отрицательными температурами в два слоя рулонами и листами AEROFLEX в исполнении S.	93
A12	Тепловая изоляция трубопроводов трубками и рулонами AEROFLEX с предварительно нанесенным покрытием Metal Pro.	94
A13	Тепловая изоляция трубопроводов трубками или рулонами AEROFLEX с предварительно нанесенным покрытием FG или FG Alu.	95
A14	Тепловая изоляция трубопроводов рулонами/листами AEROFLEX с предварительно нанесенным покрытием Aerojacket.	96
A15	Тепловая изоляция трубопроводов изделиями AEROFLEX с последующей установкой покрытия Metal Pro в несамоклеящемся исполнении.	97
A16	Тепловая изоляция трубопроводов изделиями AEROFLEX с последующей установкой покрытия Metal Pro, FG или FG Alu в исполнении S.	98
A17	Тепловая изоляция трубопроводов изделиями AEROFLEX с последующей установкой покрытия Aerojacket.	99
A18	Конструкция металлического покрытия по теплоизоляционному слою из изделий AEROFLEX (прямые участки).	100
A19	Тепловая изоляция отвода трубопровода.	101
A20	Тепловая изоляция отвода трубопровода сегментами из трубки или листа/рулона AEROFLEX в покрытиях и без с проклейкой швов клеем и лентой.	102
A21	Металлическое покрытие изоляции отвода трубопровода.	103
A22	Тепловая изоляция равнопроходного тройника изоляционными трубками AEROFLEX с использованием клея и ленты.	104
A23	Несъемная тепловая изоляция муфтовой и приварной арматуры трубками AEROFLEX без покрытий или с покрытиями Metal Pro, FG, FG Alu.	105

A24	Несъемная тепловая изоляция фланцевого соединения рулонными или листовыми изделиями AEROFLEX без покрытий или с покрытиями FG, Alu, FG Alu, Metal Pro.	106
A25	Несъемная тепловая изоляция фланцевой арматуры рулонными или листовыми изоляционными изделиями + AEROFLEX без покрытий и с покрытиями ALU, FG, FG Alu, Metal Pro.	107
A26	Тепловая изоляция фланцевой арматуры полносборной конструкцией с вкладышем из рулонов или листов AEROFLEX с металлическим кожухом.	108
A27	Изоляция воздухопроводов систем вентиляции и кондиционирования рулонами и листами AEROFLEX в стандартном исполнении.	109
A28	Изоляция воздухопроводов систем вентиляции и кондиционирования рулонами и листами AEROFLEX в исполнении S.	110
A29	Изоляция воздухопроводов систем вентиляции и кондиционирования рулонами и листами AEROFLEX в покрытиях Alu, FG, FG Alu, Metal Pro.	111
A30	Конструкция тепловой изоляции вертикального аппарата рулонными и листовыми изделиями AEROFLEX в исполнении S без покрытий.	112
A31	Конструкция тепловой изоляции вертикального аппарата рулонными и листовыми изделиями AEROFLEX в стандартном исполнении без покрытий.	113
A32	Конструкция тепловой изоляции вертикального аппарата рулонами и листами AEROFLEX с отдельно установленными покрытиями FG ALU, FG, Metal Pro в исполнении S.	114
A33	Конструкция тепловой изоляции вертикального аппарата рулонами и листами AEROFLEX с отдельно установленным покрытием Aerojacket.	115
A34	Тепловая изоляция горизонтального аппарата рулонными и листовыми изделиями AEROFLEX в исполнении S без покрытий.	116
A35	Тепловая изоляция горизонтального аппарата рулонными и листовыми изделиями AEROFLEX в стандартном исполнении без покрытий.	117
A36	Тепловая изоляция горизонтального аппарата рулонными и листовыми изделиями AEROFLEX с отдельно установленными покрытиями FG ALU, FG, Metal Pro в исполнении S.	118
A37	Тепловая изоляция горизонтального аппарата рулонными и листовыми изделиями AEROFLEX с отдельно установленным покрытием Aerojacket.	119
A38	Конструкция металлического покровного слоя и съемного полуфутляра горизонтального аппарата с теплоизоляционным слоем из изделий AEROFLEX. Крепление бандажами.	120
A39	Конструкция металлического покрытия горизонтального аппарата с теплоизоляционным слоем из изделий AEROFLEX. Крепление саморезами.	121
A40	Тепловая изоляция резервуара холодной воды рулонами и листами AEROFLEX с отдельно установленными покрытиями FG ALU, FG, Metal Pro в исполнении S.	122
A41	Разрезы А-А - Г-Г, узел I к рис. А40	123
A42	Конструкция тепловой изоляции резервуаров с теплоизоляционным слоем из рулонов и листов AEROFLEX и металлическим покрытием.	124
A43	Разрезы А-А, 3-3 к рис. А42.	125
A44	Разрезы Б-Б, В-В и Д-Д к рис. А 42.	126
A45	Разрезы Г-Г, Ж-Ж и И-И к рис. А 42.	127

Рис. А 1. Тепловая изоляция несмонтированного трубопровода с положительными температурами изоляционными трубками AEROFLEX с проклейкой стыков клеем и лентой. Домонтажная изоляция.

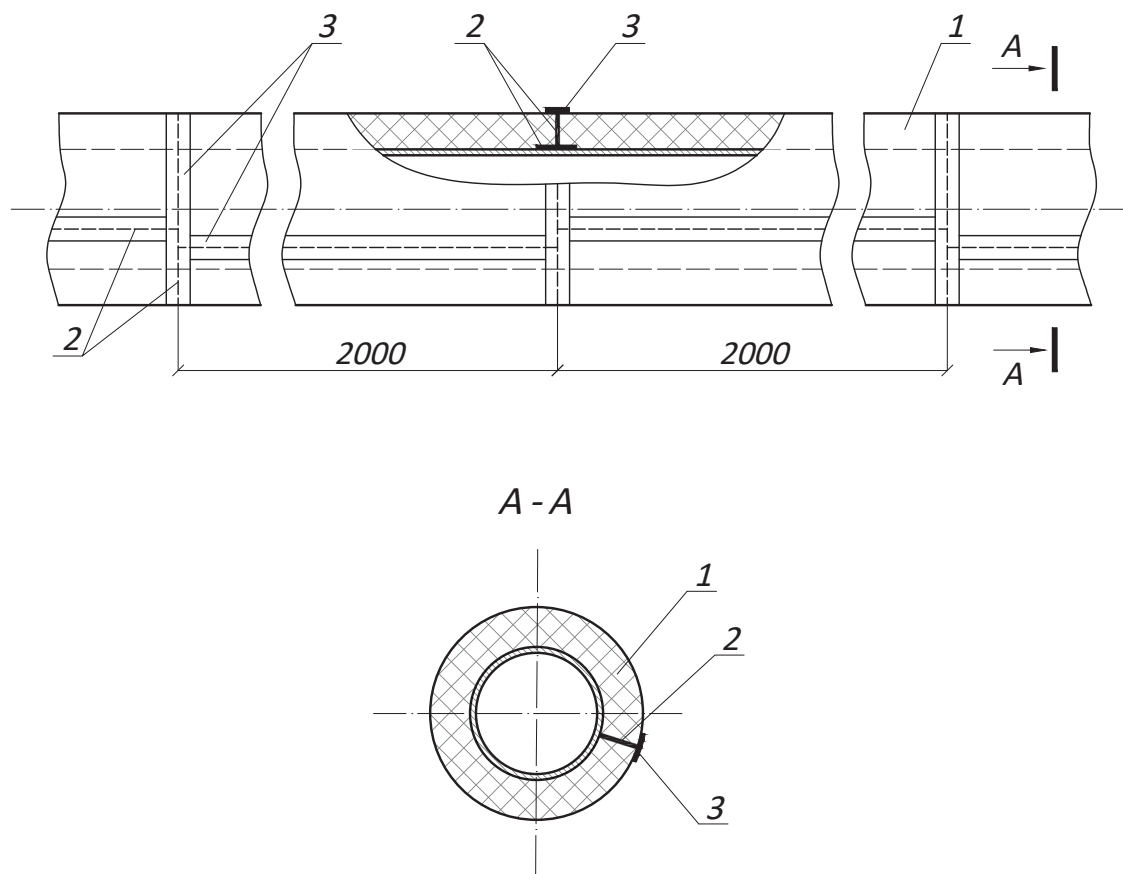


Изоляция сварного шва трубопровода вставкой из изоляционной трубки AEROFLEX.



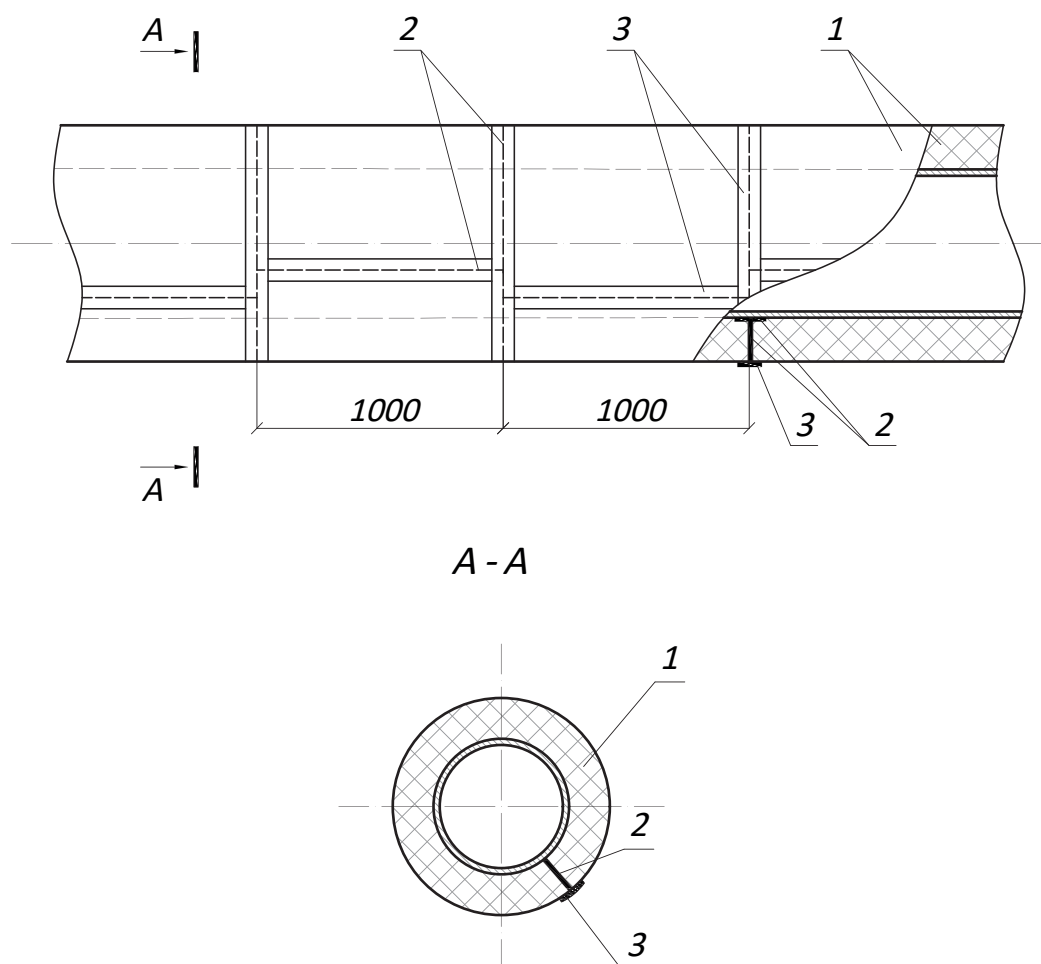
1. Изоляционная трубка AEROFLEX марки FIRO, EPDM или EPDM HT
2. Клей Aeroseal или Aeroseal TF/HT
3. Самоклеящаяся лента Aertape, Aertape HT или Protape
4. Вставка из трубки AEROFLEX

Рис. А2. Тепловая изоляция трубопроводов с положительными температурами изоляционными трубками AEROFLEX с проклейкой стыков клеем и лентой.



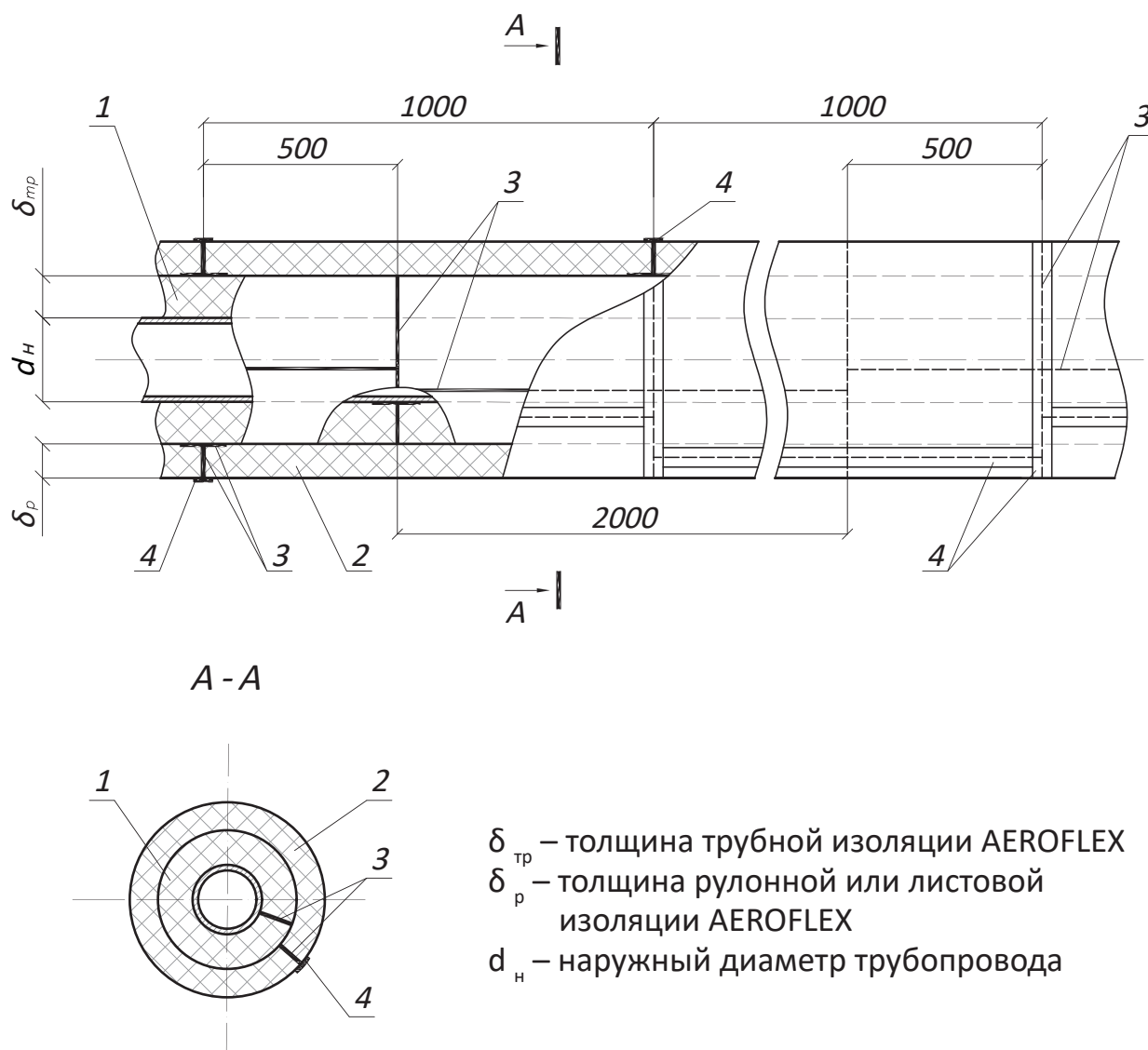
1. Изоляционная трубка AEROFLEX марки FIRO, EPDM или EPDM HT
2. Клей Aero seal или Aero seal TF/HT
3. Самоклеящаяся лента Aertape, Aertape HT или Protape

Рис. А3. Тепловая изоляция трубопроводов с положительными температурами рулонами и листами AEROFLEX с проклейкой стыков клеем и лентой.



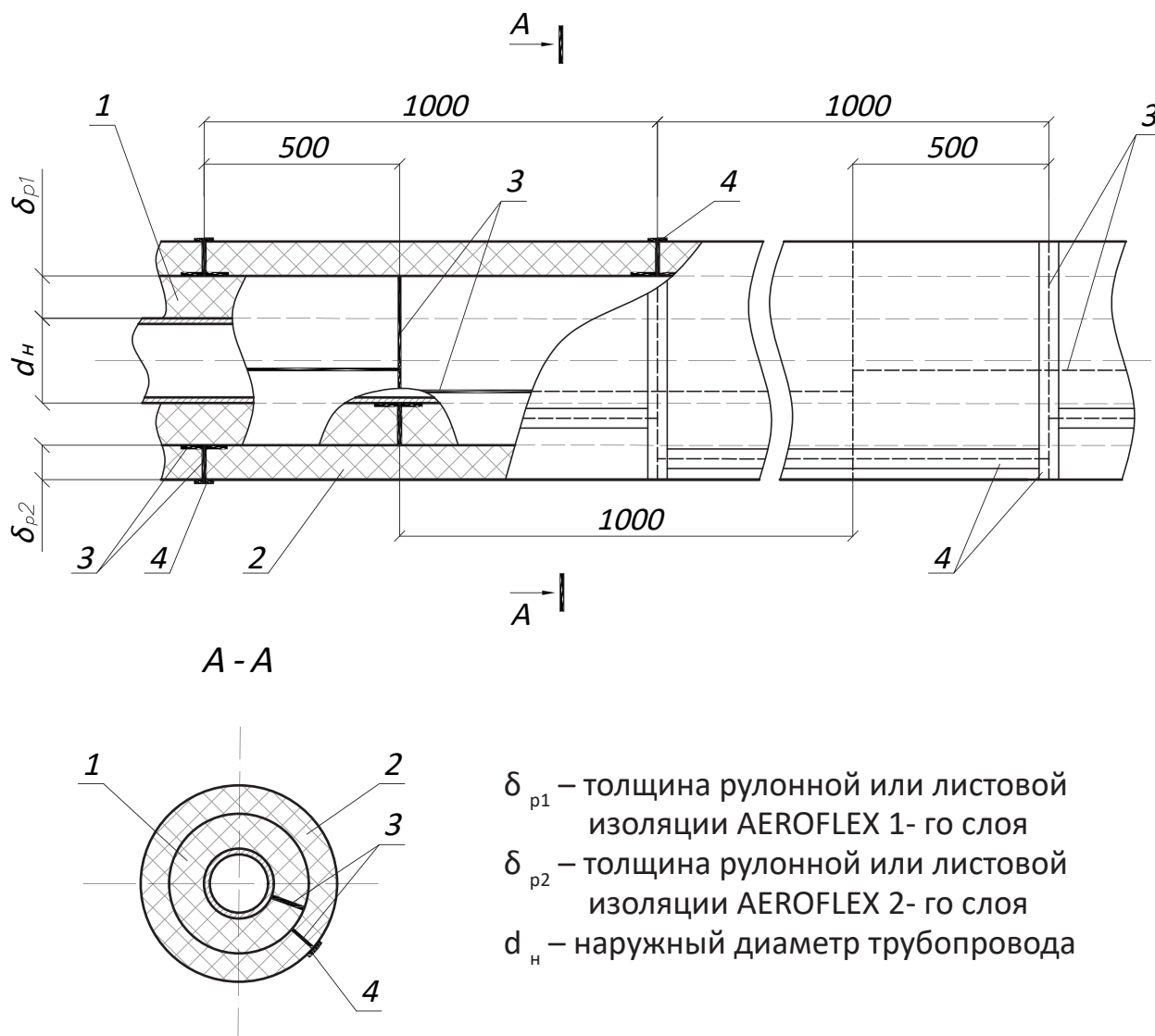
1. Рулоны и листы AEROFLEX марок EPDM, EPDM HT, EPDM HD или FIRO
2. Клей Aero seal или Aero seal TF/HT
3. Самоклеящаяся лента Aertape, Aertape HT или Protape

Рис. А4. Двухслойная тепловая изоляция трубопроводов с положительными температурами теплоносителя, где для первого слоя используются трубки, для второго – рулоны/листы AEROFLEX. Проклейка швов клеем и лентой.



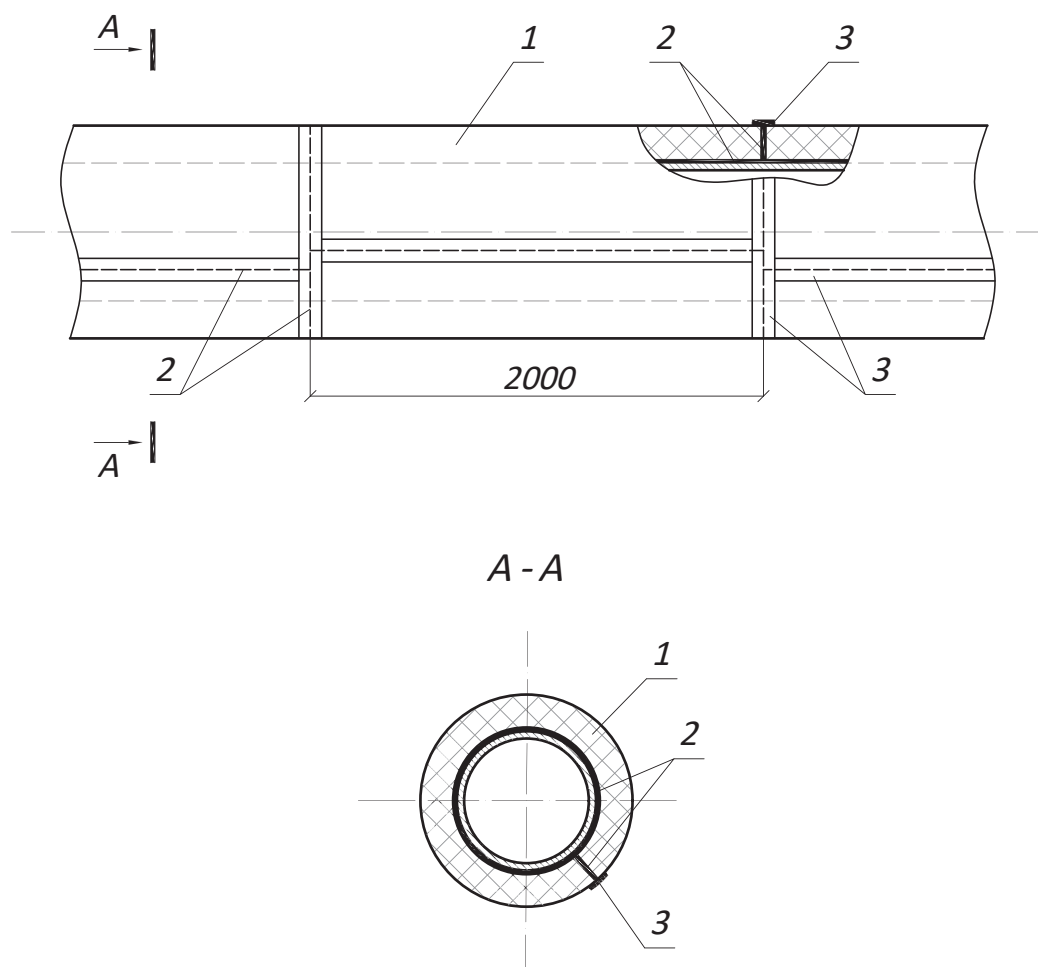
1. Изоляционная трубка AEROFLEX марки FIRO, EPDM или EPDM HT
2. Рулоны и листы AEROFLEX марок EPDM, EPDM HT, EPDM HD или FIRO
3. Клей Aeroseal или Aeroseal TF/HT
4. Самоклеящаяся лента Aerotape, Aerotape HT или Protape

Рис. А5. Тепловая изоляция трубопроводов с положительными температурами в два слоя рулонами и листами AEROFLEX с проклейкой стыков клеем и лентой.



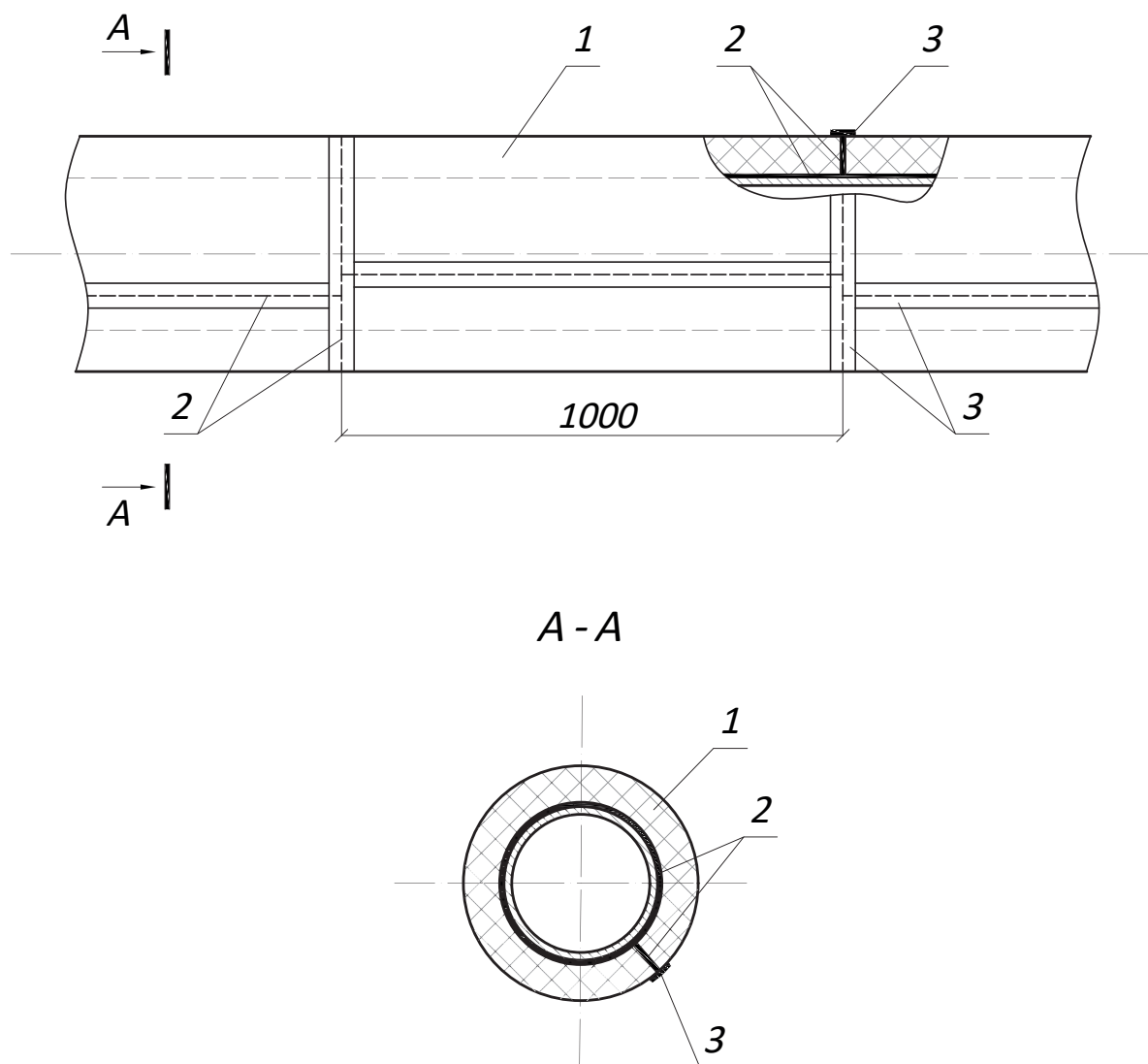
1. Рулоны и листы AEROFLEX марок EPDM, EPDM HT, EPDM HD или FIRO 1- го слоя
2. Рулоны и листы AEROFLEX марок EPDM, EPDM HT, EPDM HD или FIRO 2- го слоя
3. Клей Aeroseal или Aeroseal TF/HT
4. Самоклеящаяся лента Aerotape, Aerotape HT или Protape

Рис. А6. Тепловая изоляция трубопроводов с отрицательными температурами трубками AEROFLEX с приклейкой ко всей площади изолируемой поверхности.



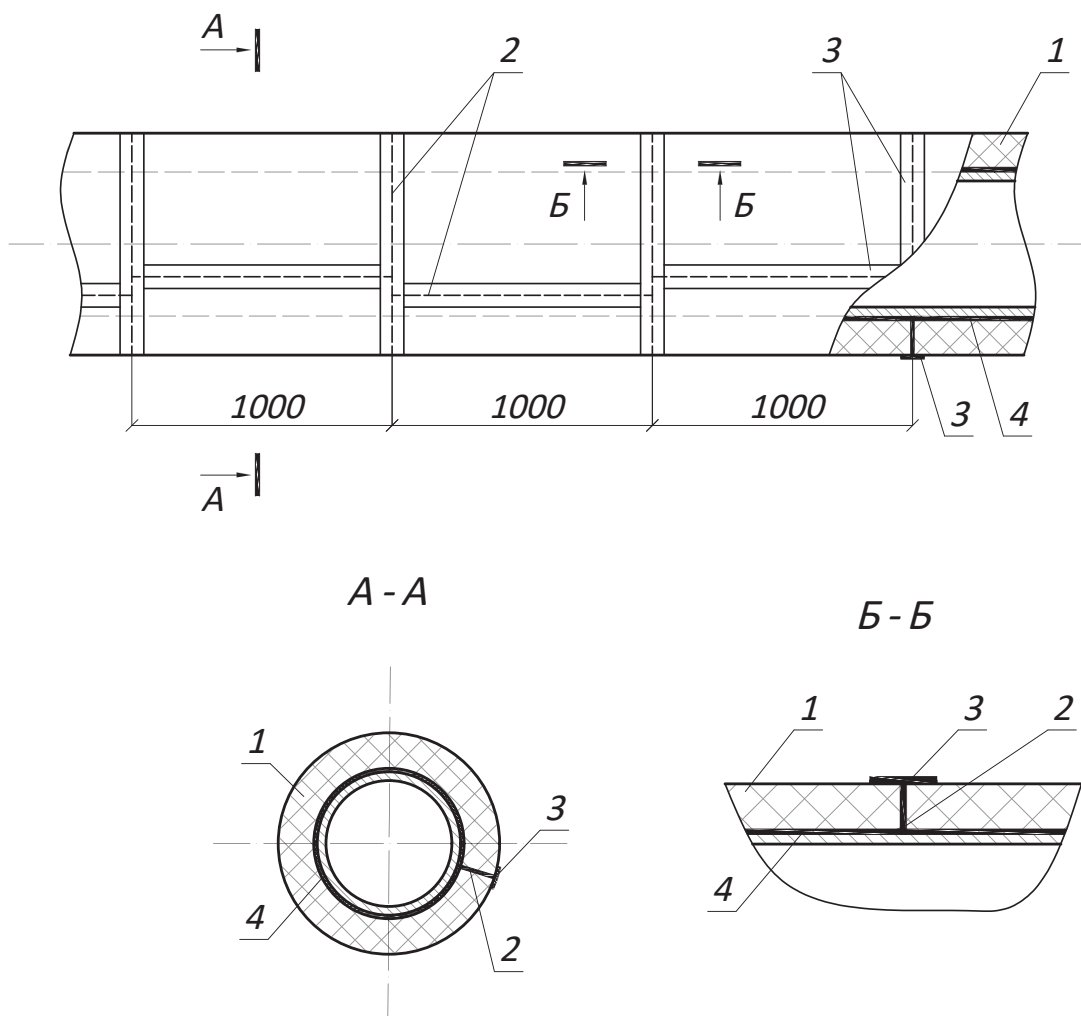
1. Изоляционная трубка AEROFLEX марки EPDM или FIRO
2. Клей Aeroseal
3. Самоклеящаяся лента Protape

Рис. А7. Тепловая изоляция трубопроводов с отрицательными температурами рулонами и листами AEROFLEX с приклейкой ко всей площади изолируемой поверхности.



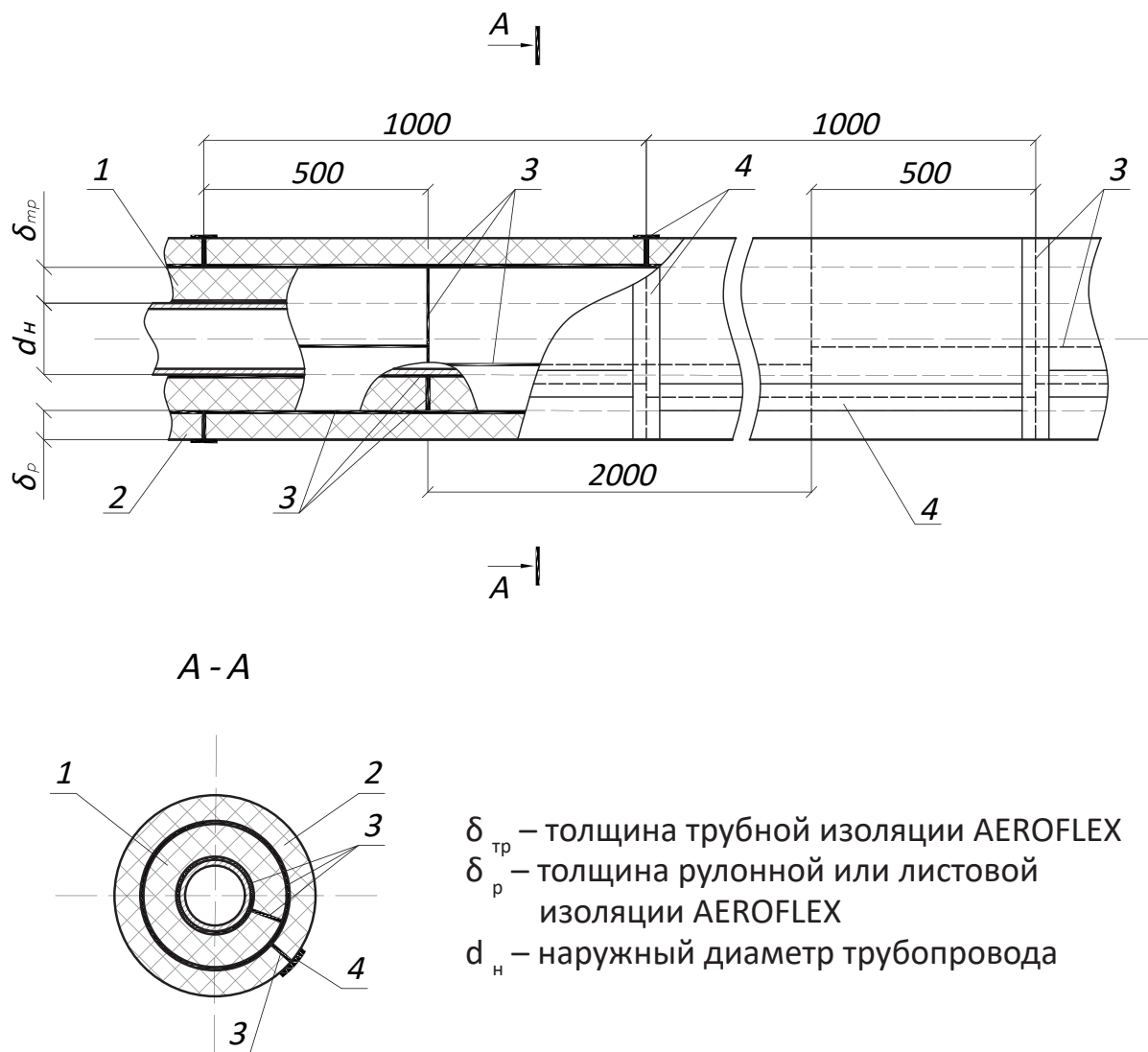
1. Рулоны и листы AEROFLEX марок EPDM или FIRO
2. Клей AeroSeal
3. Самоклеящаяся лента Protape

Рис. А8. Тепловая изоляция трубопроводов с отрицательными температурами рулонами и листами AEROFLEX в исполнении S.



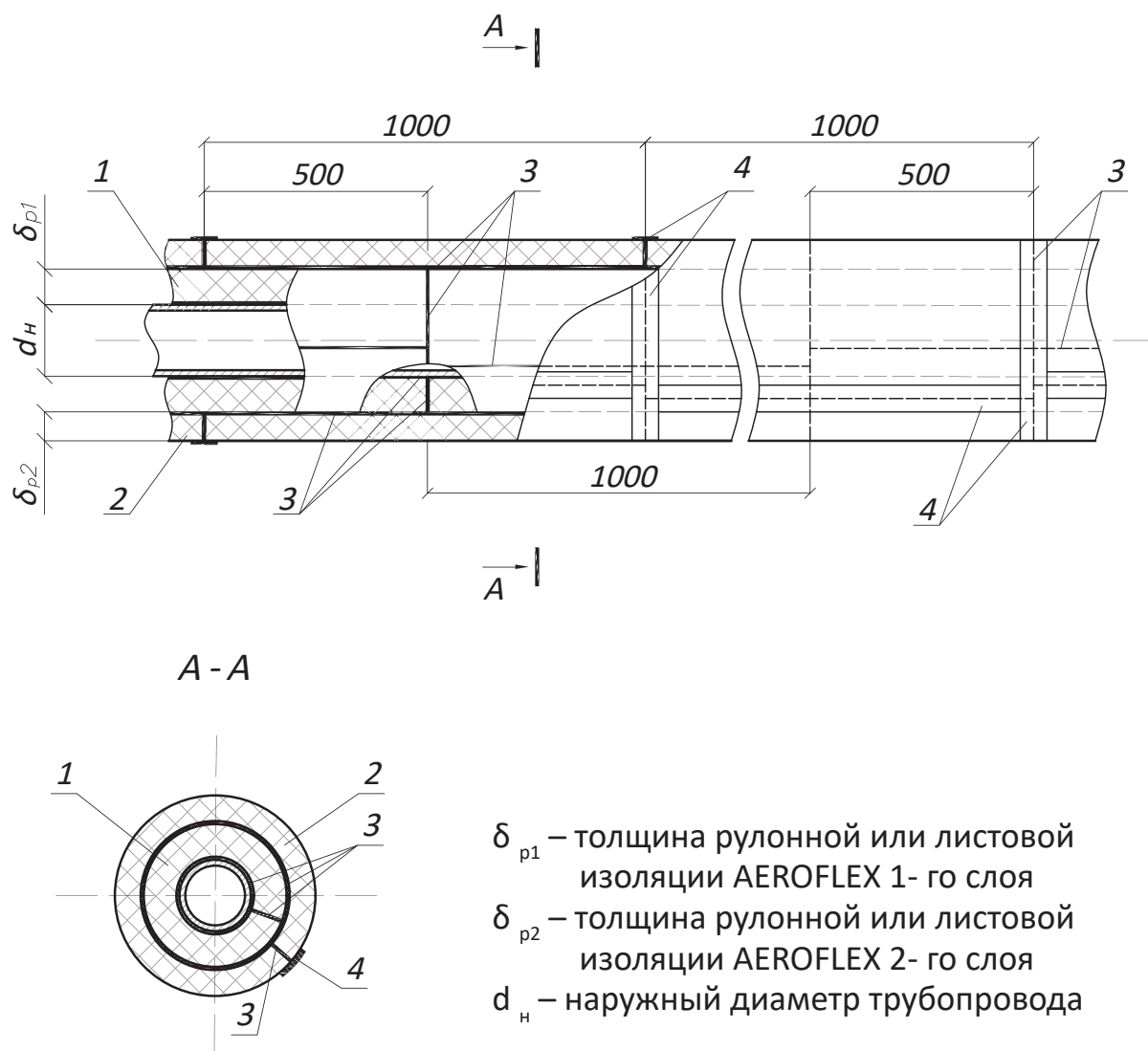
1. Самоклеящиеся рулоны и листы AEROFLEX марок EPDM или FIRO
2. Клей Aeroseal
3. Самоклеящаяся лента Protape
4. Клеевой слой S

Рис. А9. Двухслойная тепловая изоляция трубопроводов с отрицательными температурами теплоносителя с приклейкой изделий ко всей изолируемой поверхности, где для первого слоя используются трубки, для второго – рулоны/листы AEROFLEX.



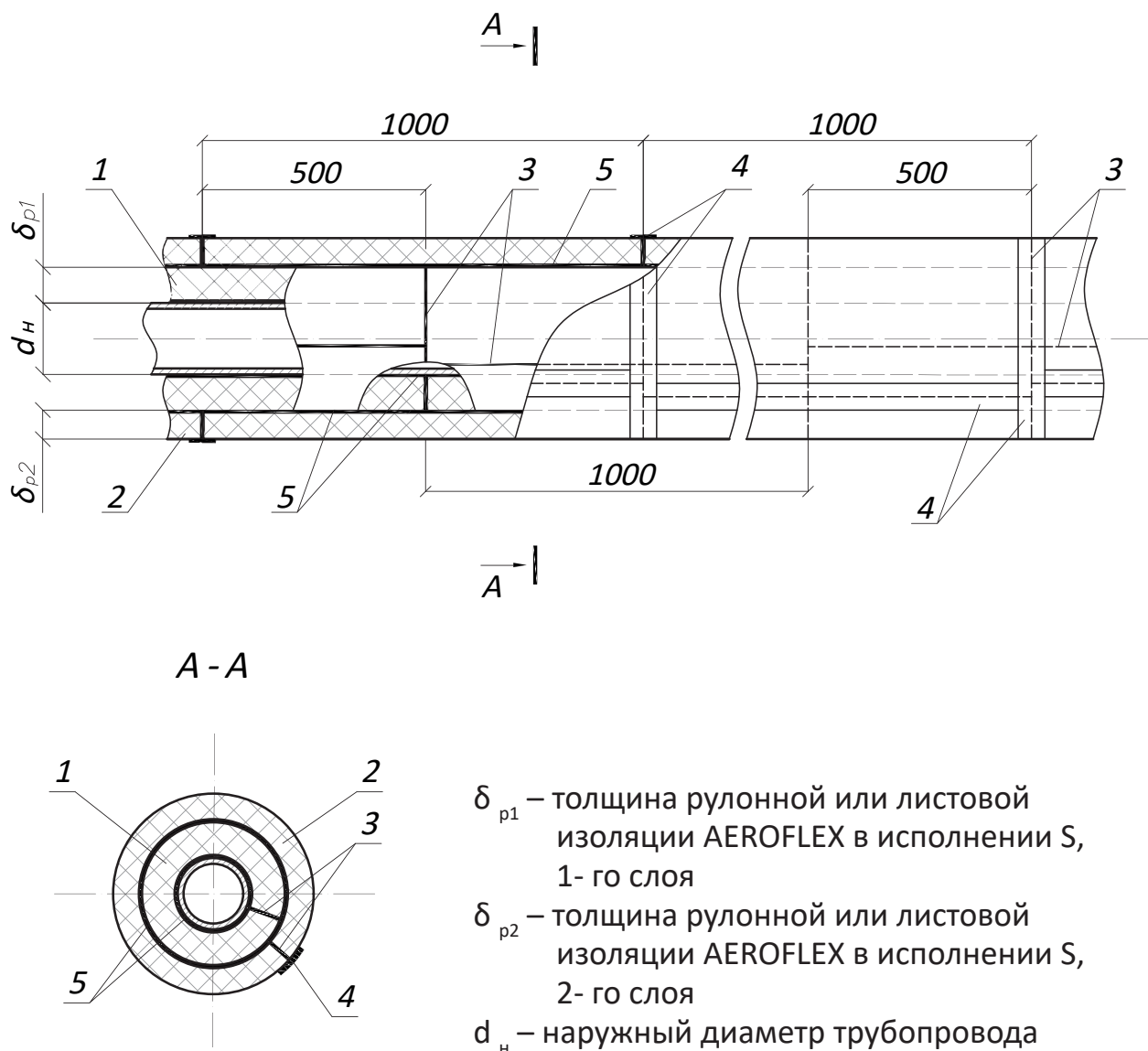
1. Изоляционная трубка AEROFLEX марки EPDM или FIRO
2. Рулоны и листы AEROFLEX марок EPDM или FIRO
3. Клей Aeroseal
4. Самоклеящаяся лента Protape

Рис. А10. Двухслойная тепловая изоляция из рулонов/листов AEROFLEX для трубопроводов с отрицательными температурами теплоносителя с клейкой изделий ко всей изолируемой поверхности.



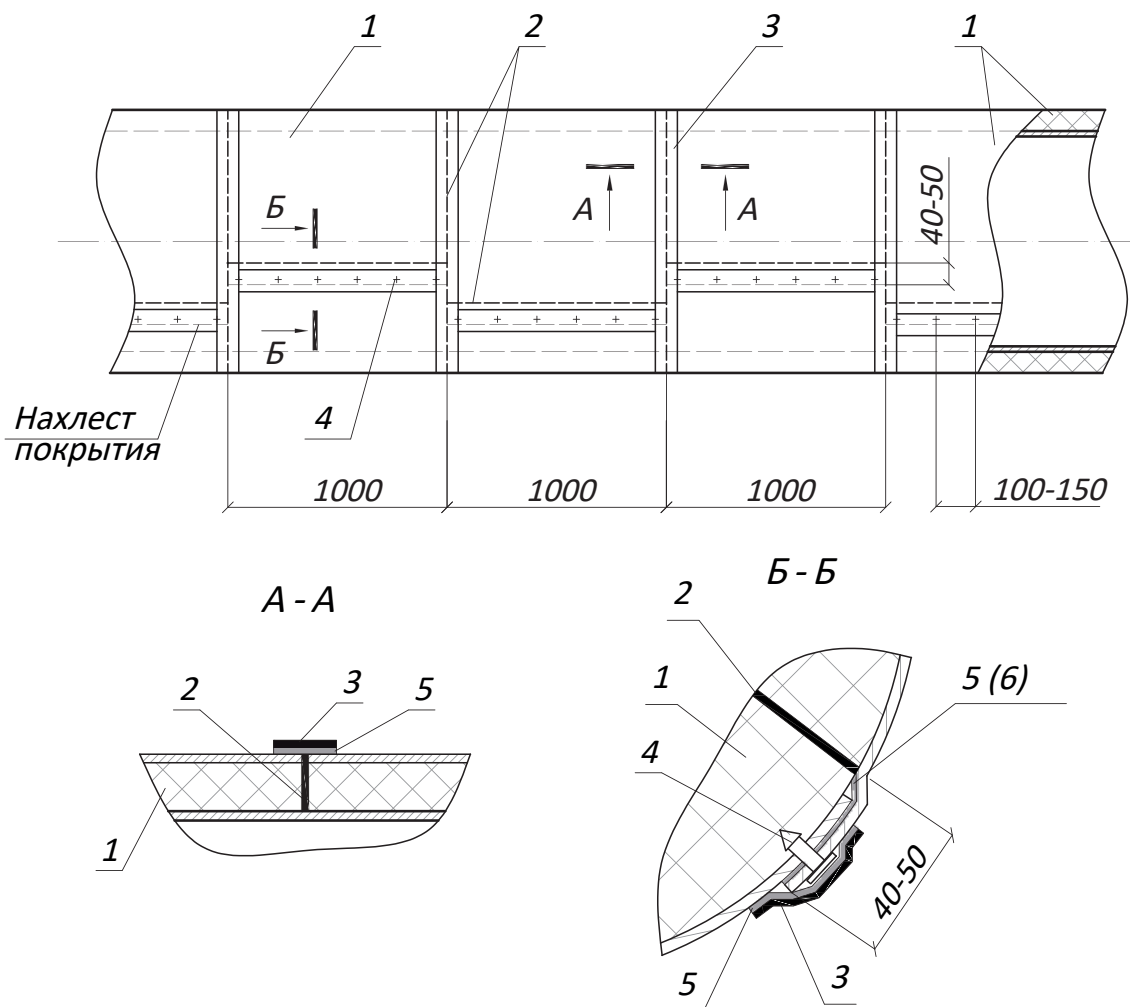
1. Рулоны и листы AEROFLEX марок EPDM или FIRO 1-го слоя
2. Рулоны и листы AEROFLEX марок EPDM или FIRO 2-го слоя
3. Клей Aeroseal
4. Самоклеящаяся лента Protape

Рис. А11. Тепловая изоляция трубопроводов с отрицательными температурами в два слоя рулонами и листами AEROFLEX в исполнении S.



1. Самоклеящиеся рулоны и листы AEROFLEX марок EPDM или FIRO 1-го слоя
2. Самоклеящиеся рулоны и листы AEROFLEX марок EPDM или FIRO 2-го слоя
3. Клей AeroSeal
4. Самоклеящаяся лента Protape
5. Клеевой слой S

Рис. А12. Тепловая изоляция трубопроводов трубками и рулонами AEROFLEX с предварительно нанесенным покрытием Metal Pro.



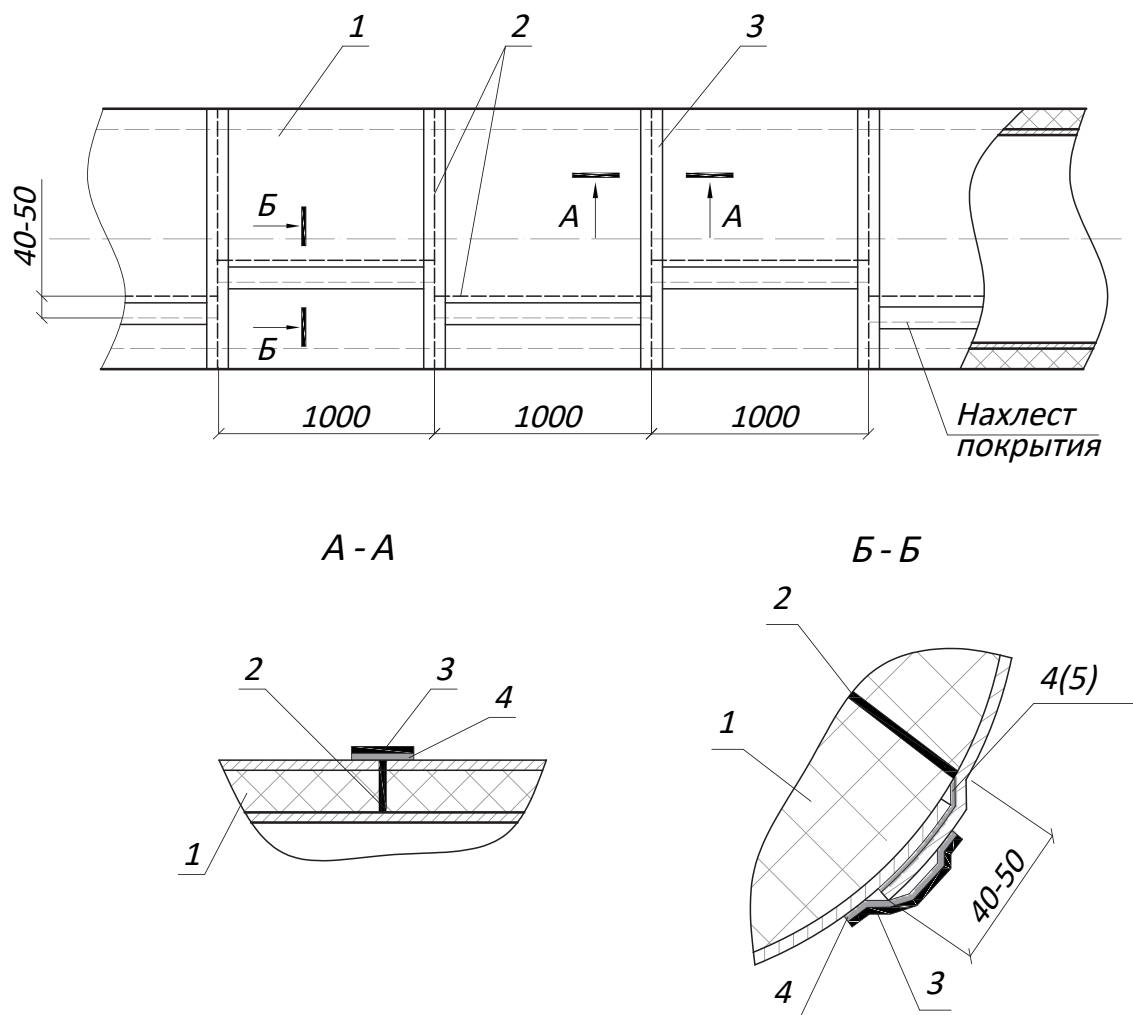
1. Трубки или листы / рулоны AEROFLEX с предварительно нанесенным покрытием Metal Pro
2. Клей AeroSeal или AeroSeal TF/HT
3. Самоклеящаяся лента Alutape MKA или Alutape
4. Заклепка монтажная *
5. Герметик **
6. Клеевой слой S ***

* допускается монтаж покрытия без применения заклепок

** для объектов, расположенных на открытом воздухе, рекомендуется приклеивать ленту силиконовым герметиком

*** трубки в покрытии Metal Pro изготавливаются с самоклеющимся нахлестом покрытия. Нахлест покрытия Metal Pro на рулонах / листах проклеивается силиконовым герметиком

Рис. А13. Тепловая изоляция трубопроводов трубками или рулонами AEROFLEX с предварительно нанесенным покрытием FG или FG Alu.



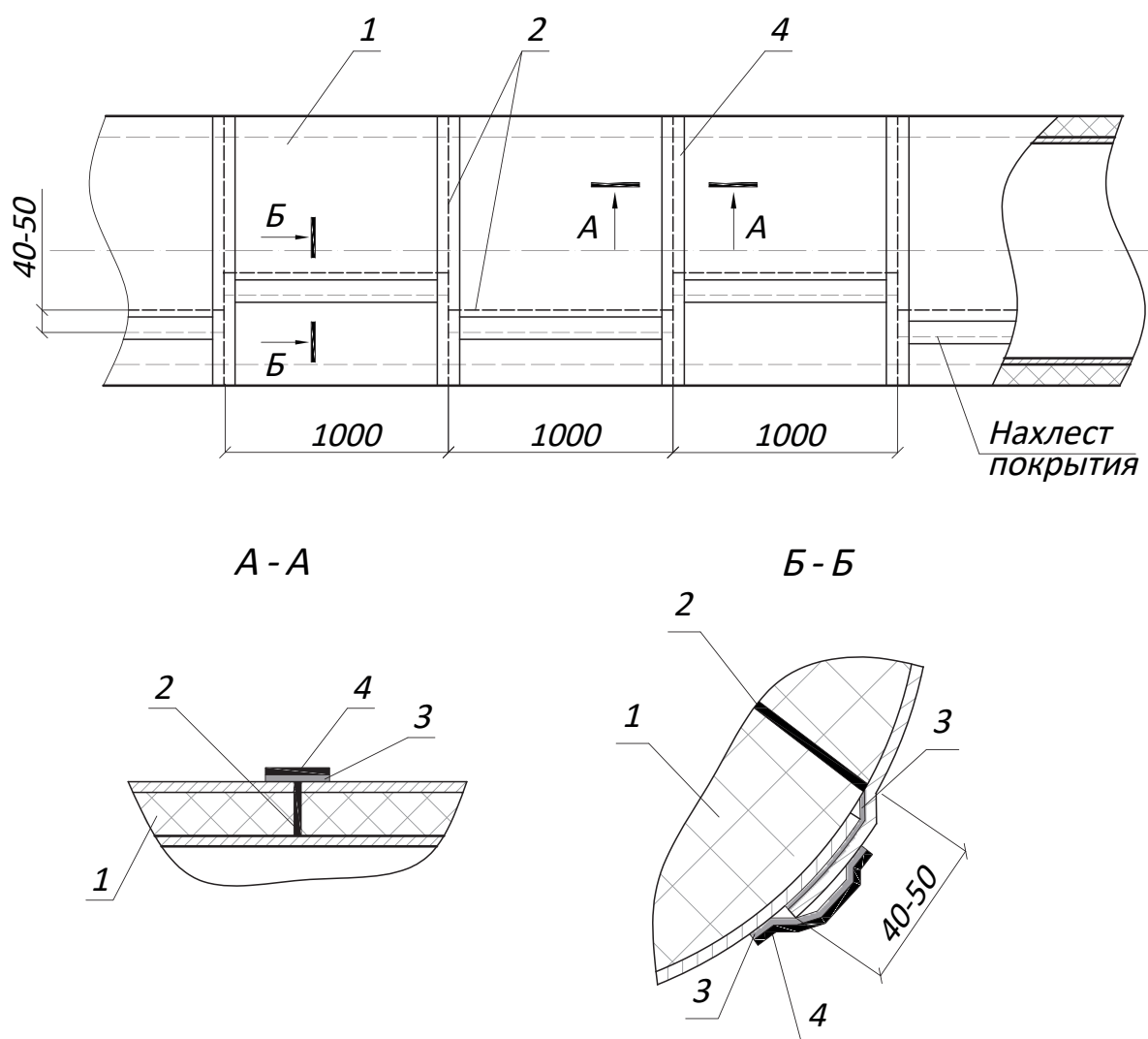
1. Трубки или рулоны / листы AEROFLEX с предварительно нанесенным покрытием FG или FG Alu
2. Клей Aeroseal или Aeroseal TF/HT
3. Самоклеящаяся лента Protape, FG-tape * (для проклейки стыков изделий в покрытии FG) или Alutape (для проклейки стыков изделий в покрытии FG Alu)
4. Герметик **
5. Клеевой слой S ***

* лента FG-tape монтируется с помощью силиконового герметика

** для объектов, расположенных на открытом воздухе, рекомендуется приклейка ленты силиконовым герметиком

*** трубки в покрытии FG или FG Alu изготавливаются с самоклеющимся нахлестом покрытия. Нахлест покрытия FG или FG Alu на рулонах / листах проклеивается силиконовым герметиком

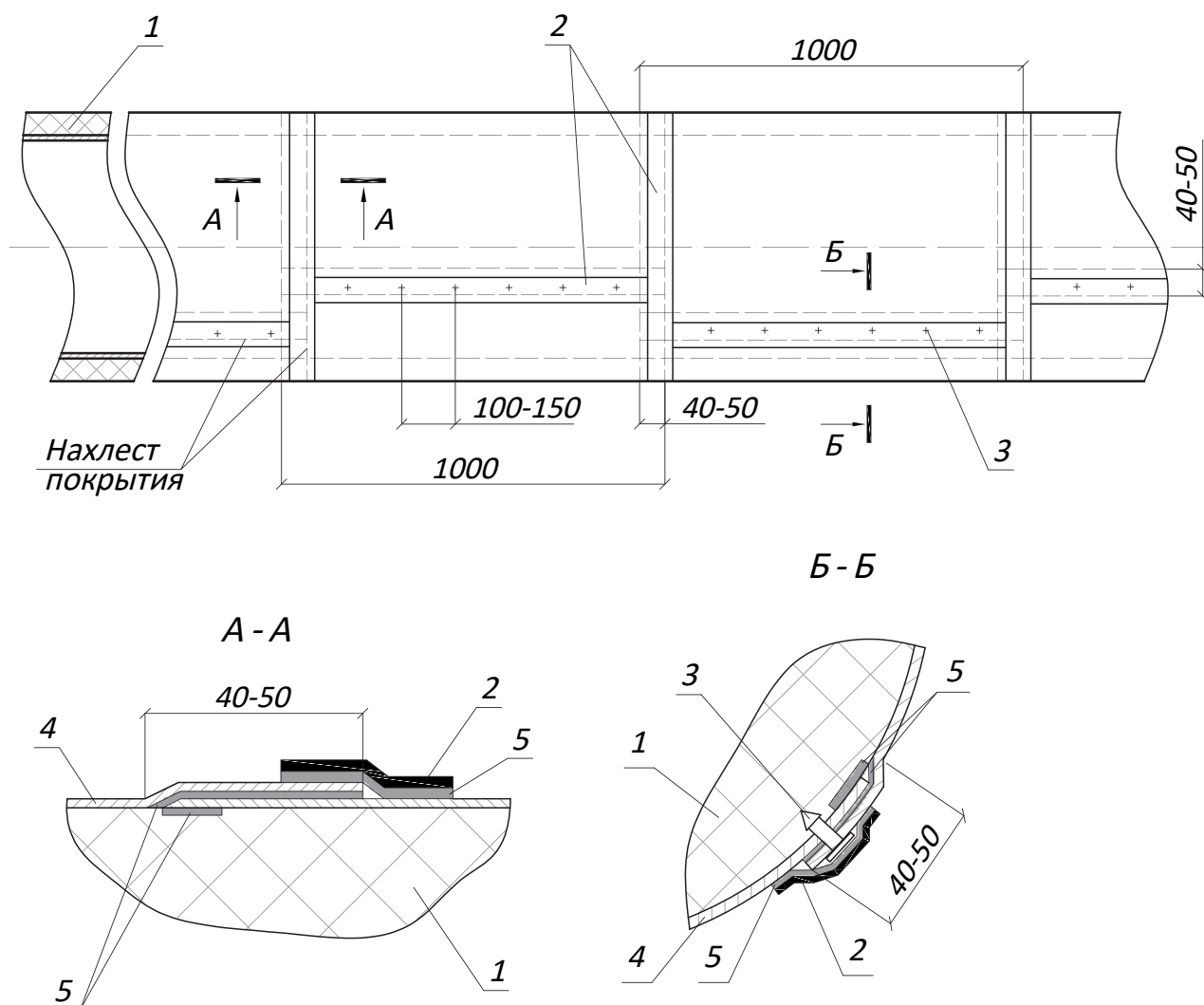
Рис. А14. Тепловая изоляция трубопроводов рулонами/листами AEROFLEX с предварительно нанесенным покрытием Aerojacket.



1. Рулоны и листы AEROFLEX с предварительно нанесенным покрытием Aerojacket
2. Клей Aerojacket или Aerojacket TF/HT
3. Клей APTM 340
4. Лента Aerojacket *

* лента Aerojacket монтируется с помощью клея APTM 340

Рис. А15. Тепловая изоляция трубопроводов изделиями AEROFLEX с последующей установкой покрытия Metal Pro в несамклеящемся исполнении.

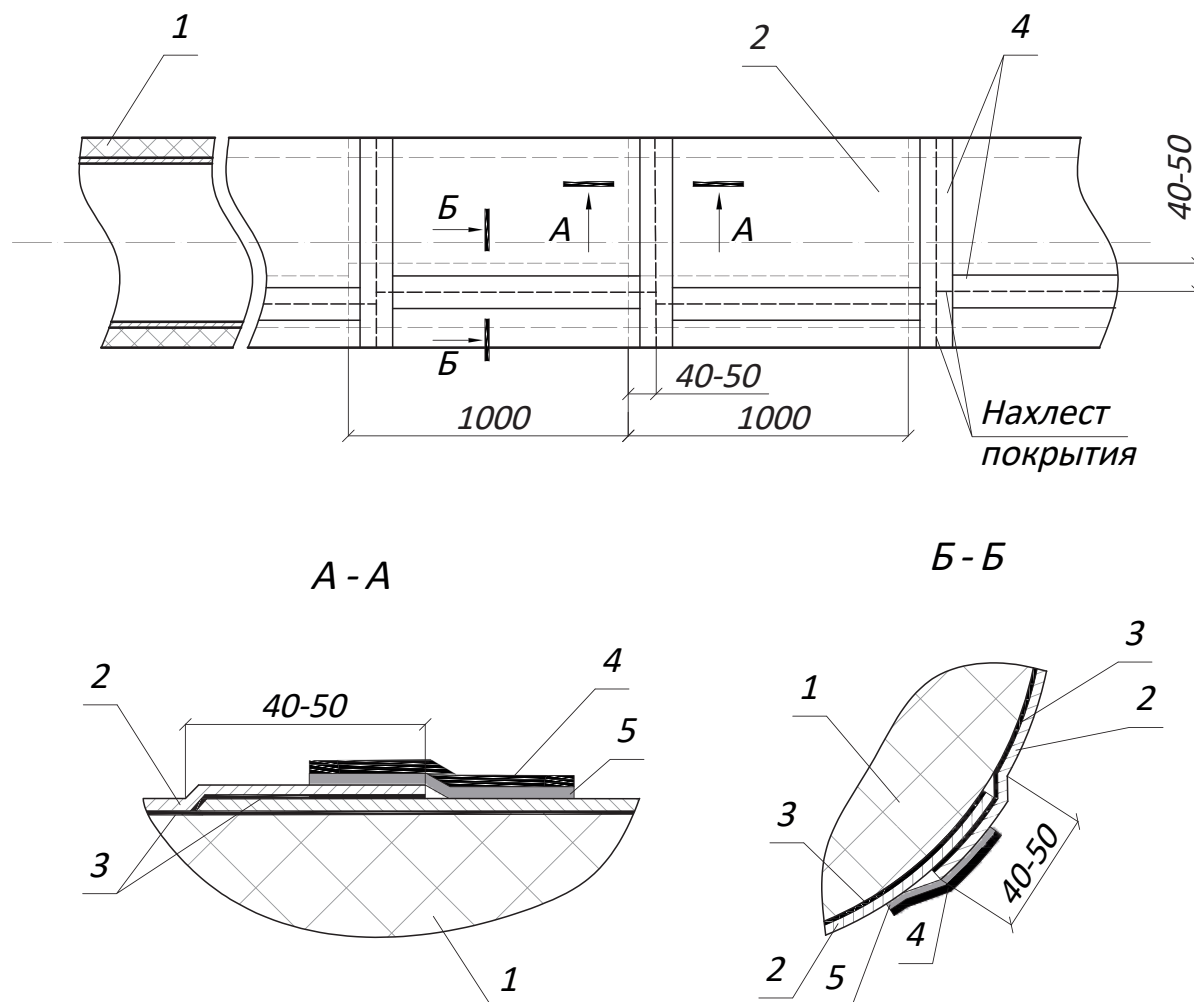


1. Теплоизоляционный слой из изделий AEROFLEX по рис . А 1 - А 11
2. Самоклеящаяся лента Alutape MKA или Alutape
3. Заклепка монтажная *
4. Покрытие Metal Pro в стандартном исполнении
5. Герметик **

* допускается монтаж покрытия без применения заклепок

** для объектов , расположенных на открытом воздухе , рекомендуется приклейка ленты силиконовым герметиком

Рис. А16. Тепловая изоляция трубопроводов изделиями AEROFLEX с последующей установкой покрытия Metal Pro, FG или FG Alu в исполнении S.

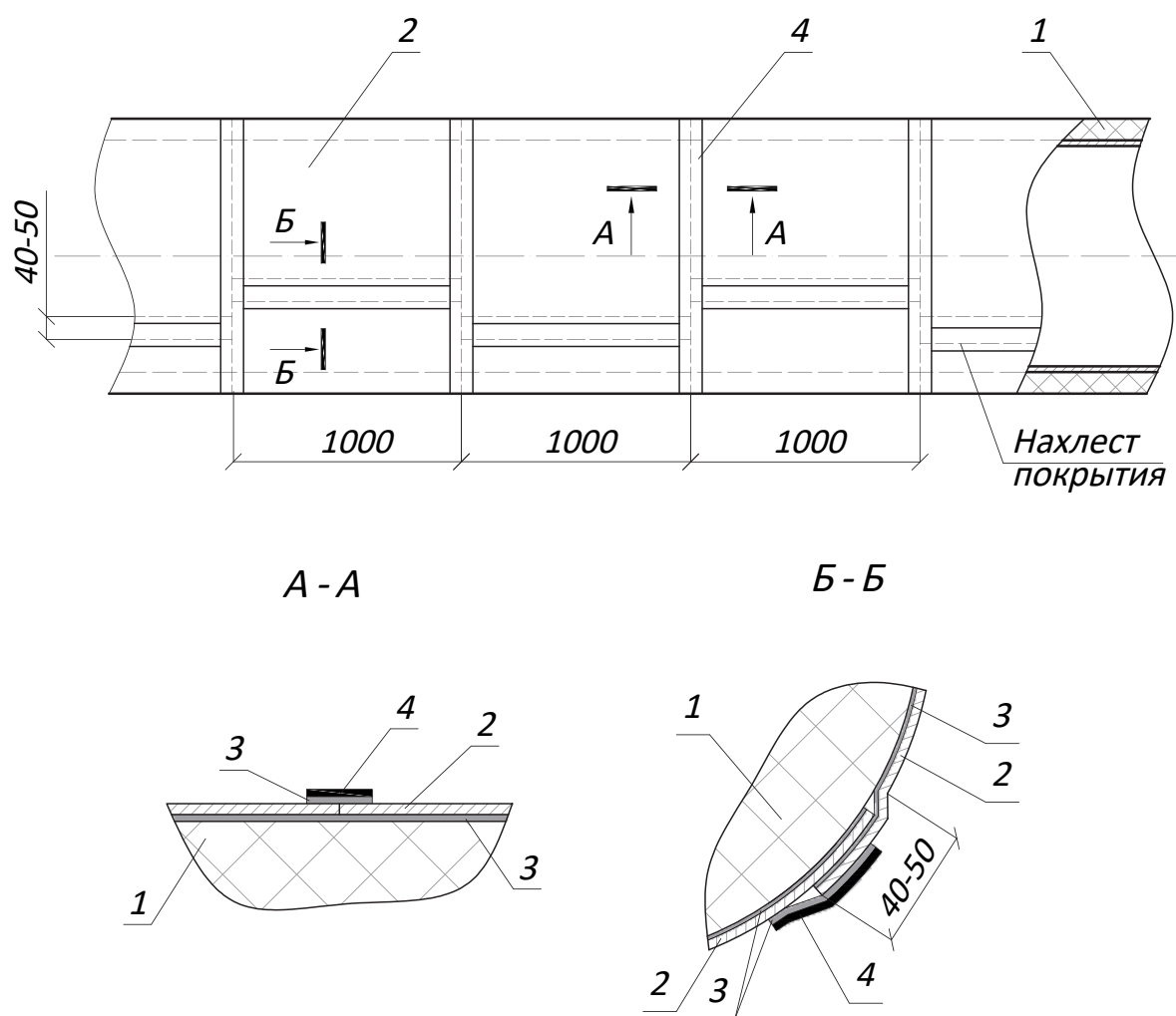


1. Теплоизоляционный слой из изделий AEROFLEX по рис. А 1- А 11
2. Покрытие FG, Metal Pro или FG Alu в исполнении S
3. Клеевой слой S
4. Самоклеящаяся лента Protape, FG-tape * (для проклейки стыков изделий в покрытии FG) или Alutape MKA, Alutape (для проклейки стыков изделий в покрытиях Metal Pro, FG Alu)
5. Герметик **

* лента FG-tape монтируется с помощью силиконового герметика

** для объектов, расположенных на открытом воздухе, рекомендуется приклейка ленты силиконовым герметиком

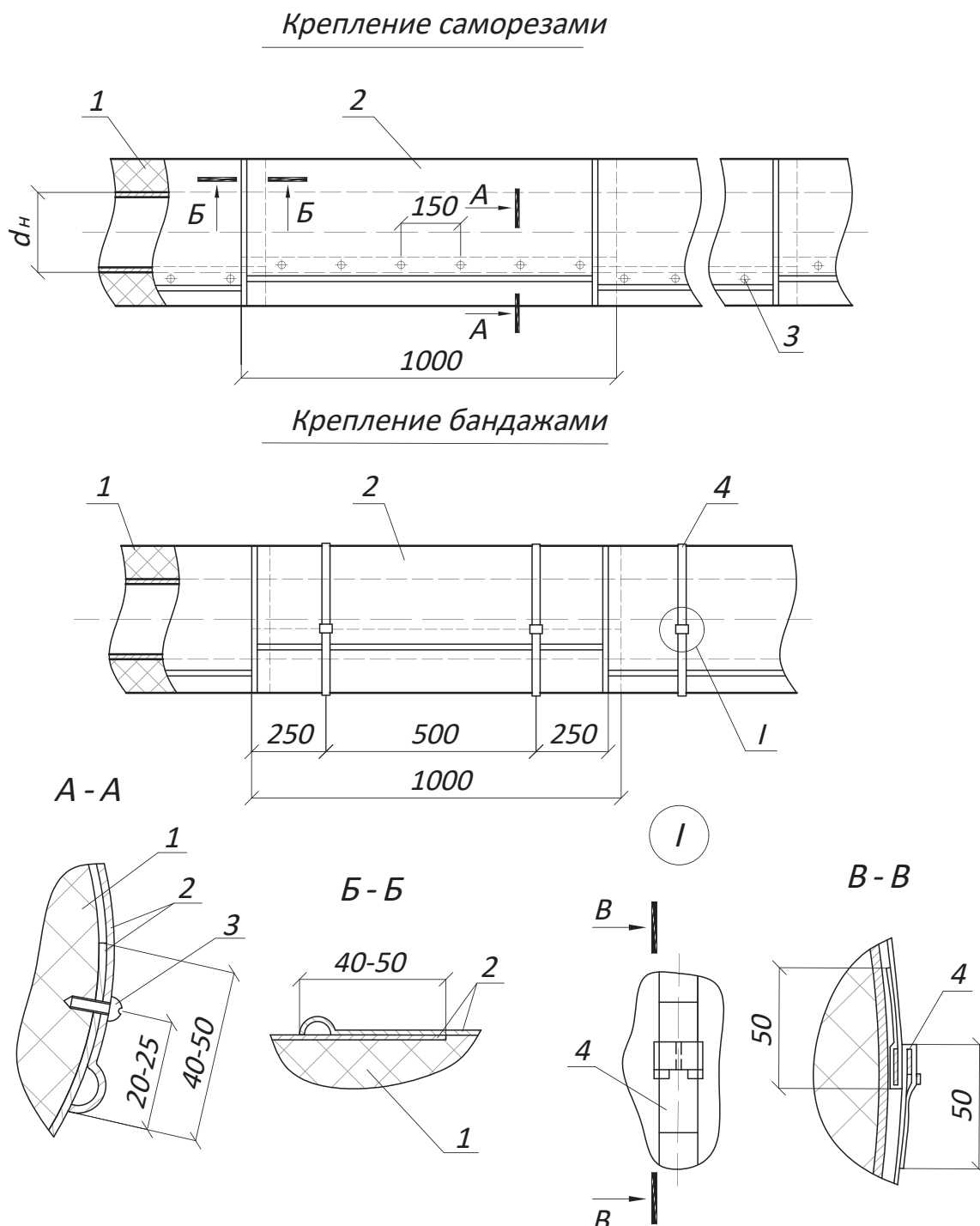
Рис. А17. Тепловая изоляция трубопроводов изделиями AEROFLEX с последующей установкой покрытия Aerojacket.



1. Теплоизоляционный слой из изделий AEROFLEX по рис. А 1- А 11
2. Покрытие Aerojacket
3. Клей АРТМ 340
4. Лента Aerojacket *

* лента Aerojacket монтируется с помощью клея АРТМ 340

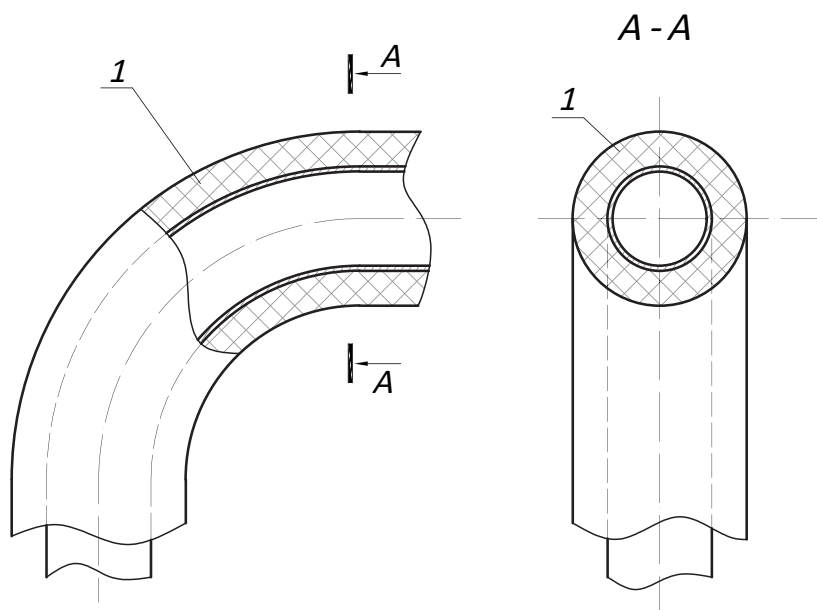
Рис. А18. Конструкция металлического покрытия по теплоизоляционному слою из изделий AEROFLEX (прямые участки).



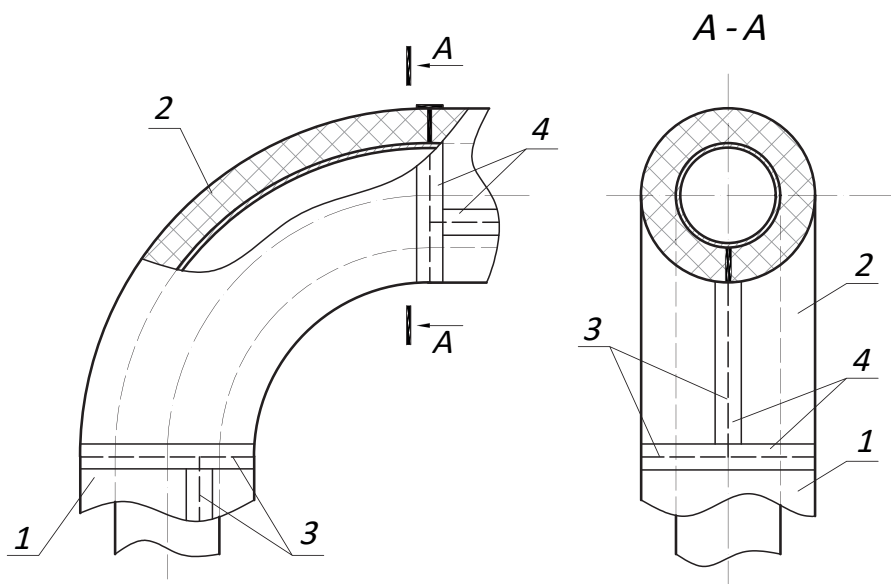
1. Теплоизоляционный слой из изделий AEROFLEX по рис. А 1- А 11
2. Элементы металлического покрытия
3. Винты-саморезы
4. Бандаж с пряжкой

Рис. А19. Тепловая изоляция отвода трубопровода .

Изоляция отвода несмонтированного трубопровода
трубками AEROFLEX без продольного разреза.
Домонтажная изоляция .

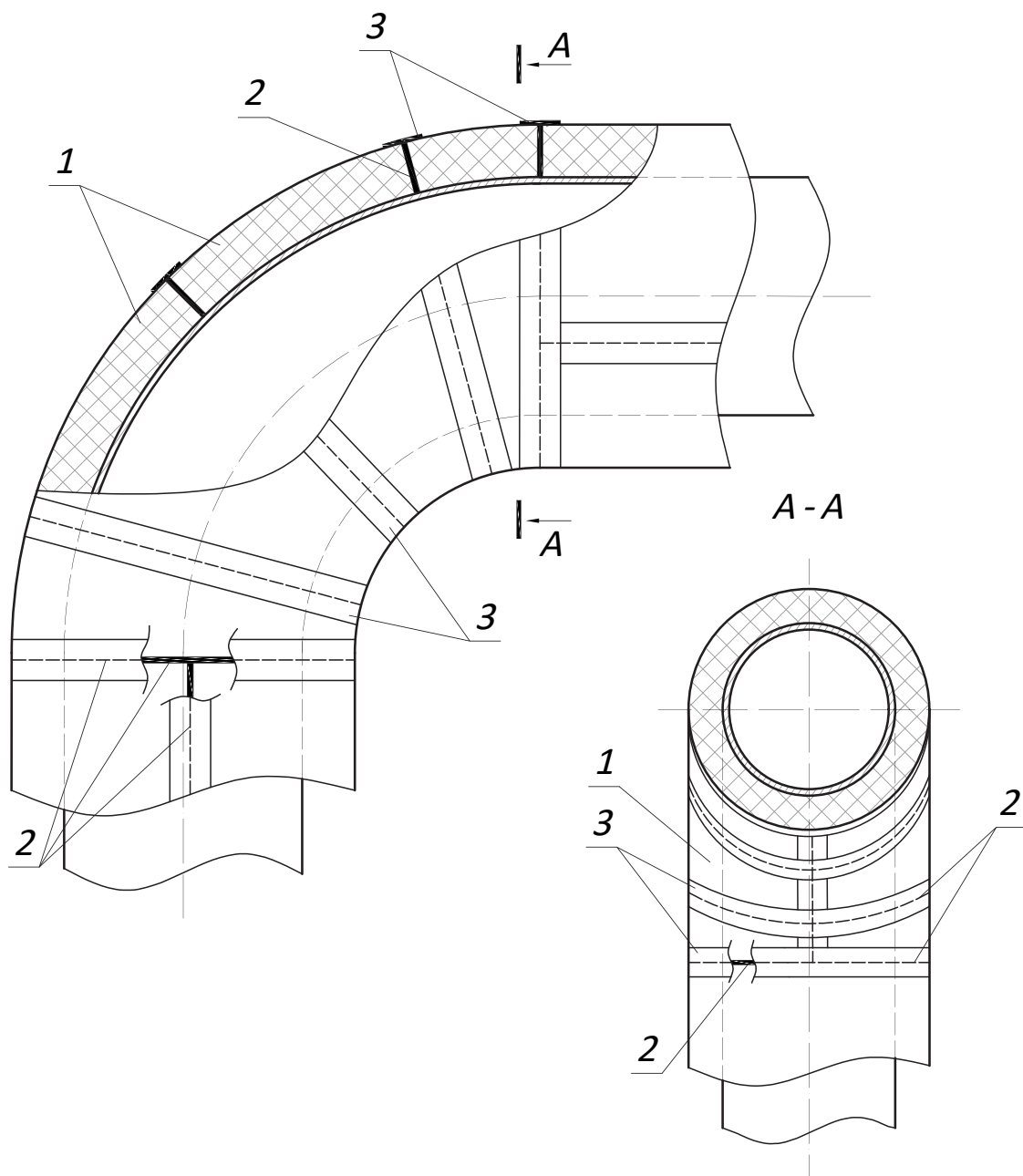


Изоляция отвода смонтированного трубопровода
готовыми углами AEROFLEX.

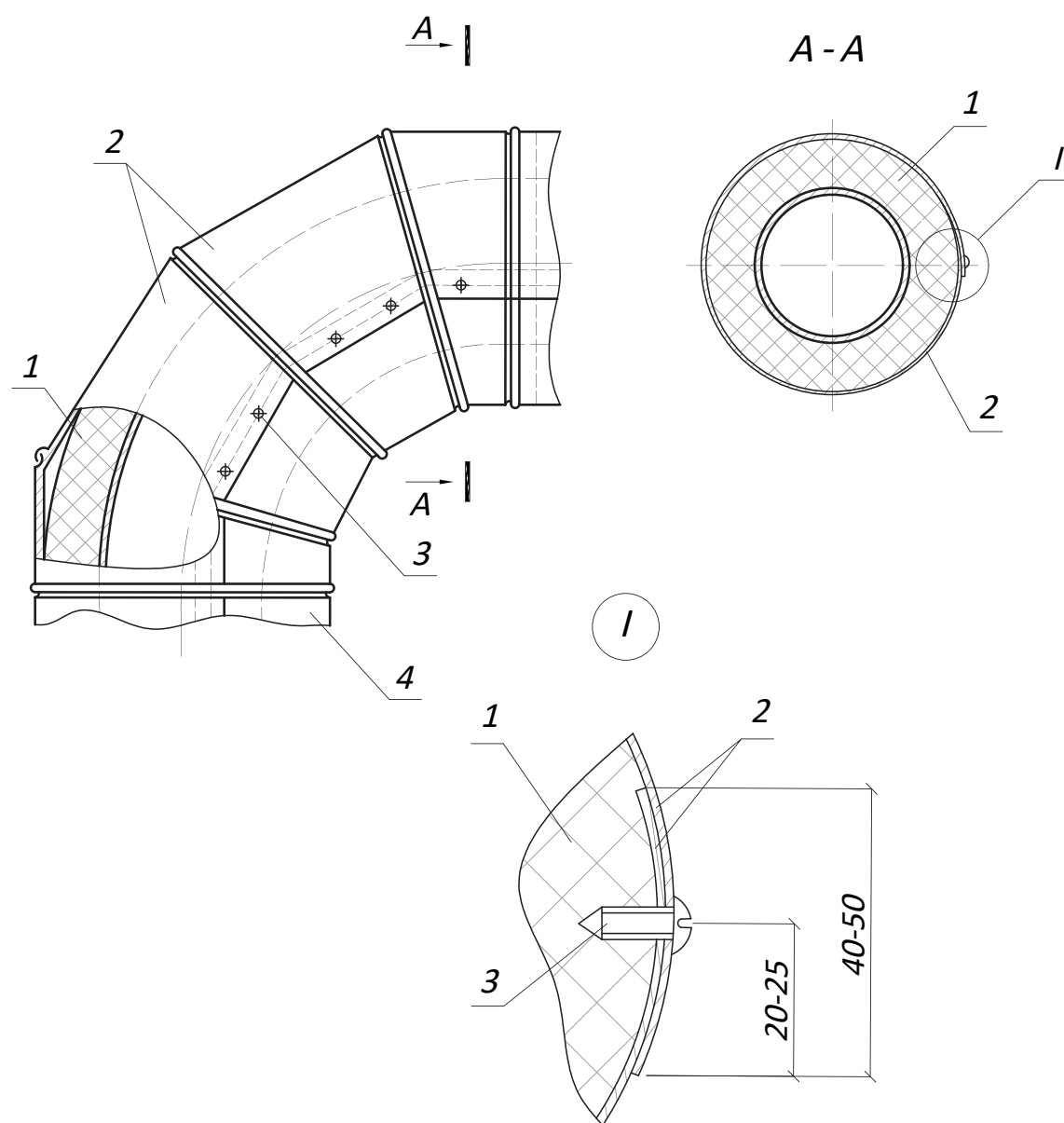


1. Изоляционная трубка AEROFLEX марки FIRO, EPDM или EPDM HT
2. Изоляционный угол AEROFLEX
3. Клей Aero seal или Aero seal TF/HT
4. Самоклеящаяся лента Aerotape, Aerotape HT или Protape

Рис. А20. Тепловая изоляция отвода трубопровода сегментами из трубки или листа / рулона AEROFLEX в покрытиях и без с проклейкой швов клеем и лентой.

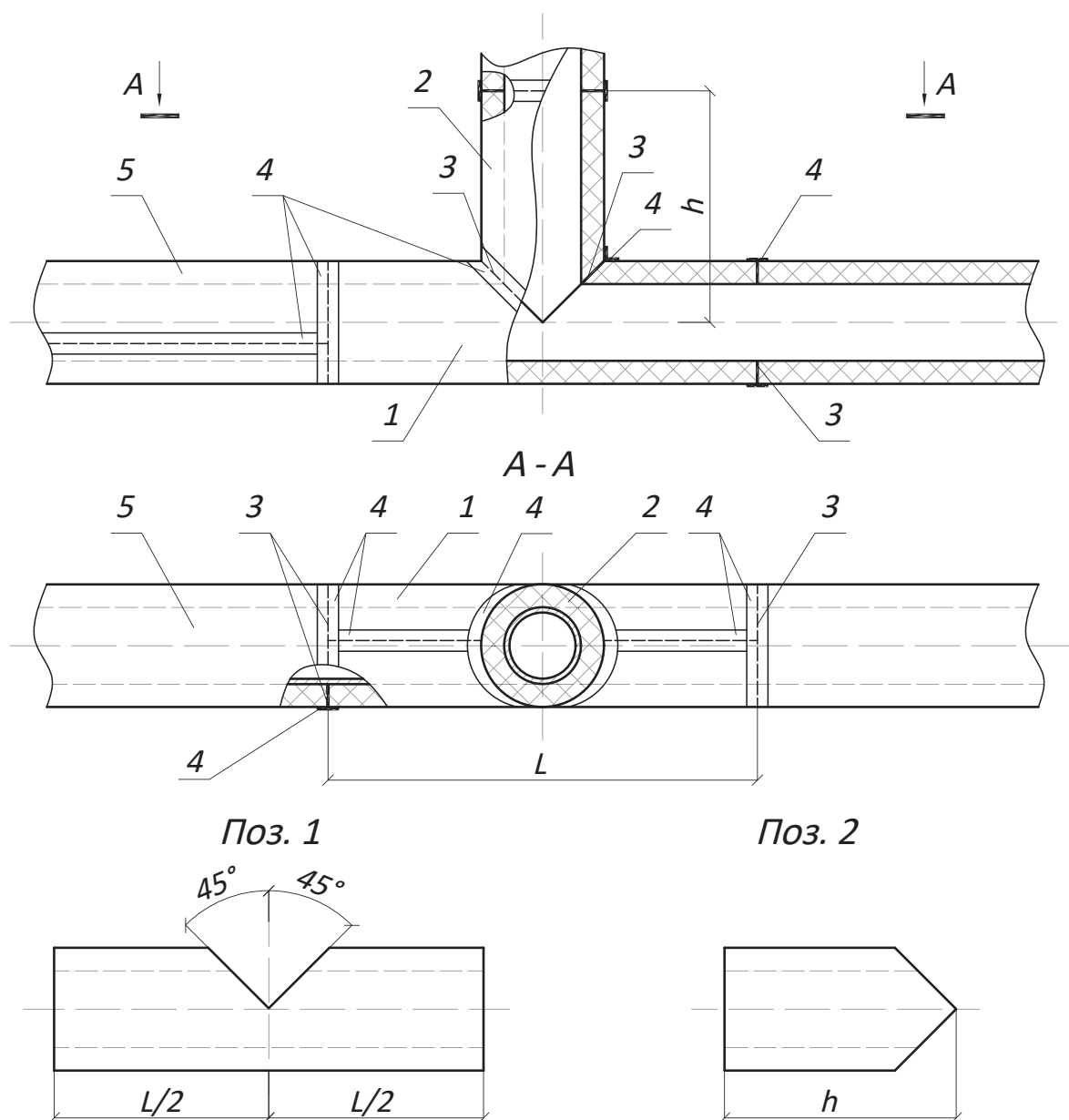


1. Сегменты из трубок или рулонов / листов AEROFLEX марок EPDM, EPDM HT, EPDM HD или FIRO
2. Клей Aero Seal или Aero Seal TF/HT
3. Самоклеящаяся лента Aerotape, Aerotape HT или Protape

Рис. А21. Металлическое покрытие изоляции отвода трубопровода.

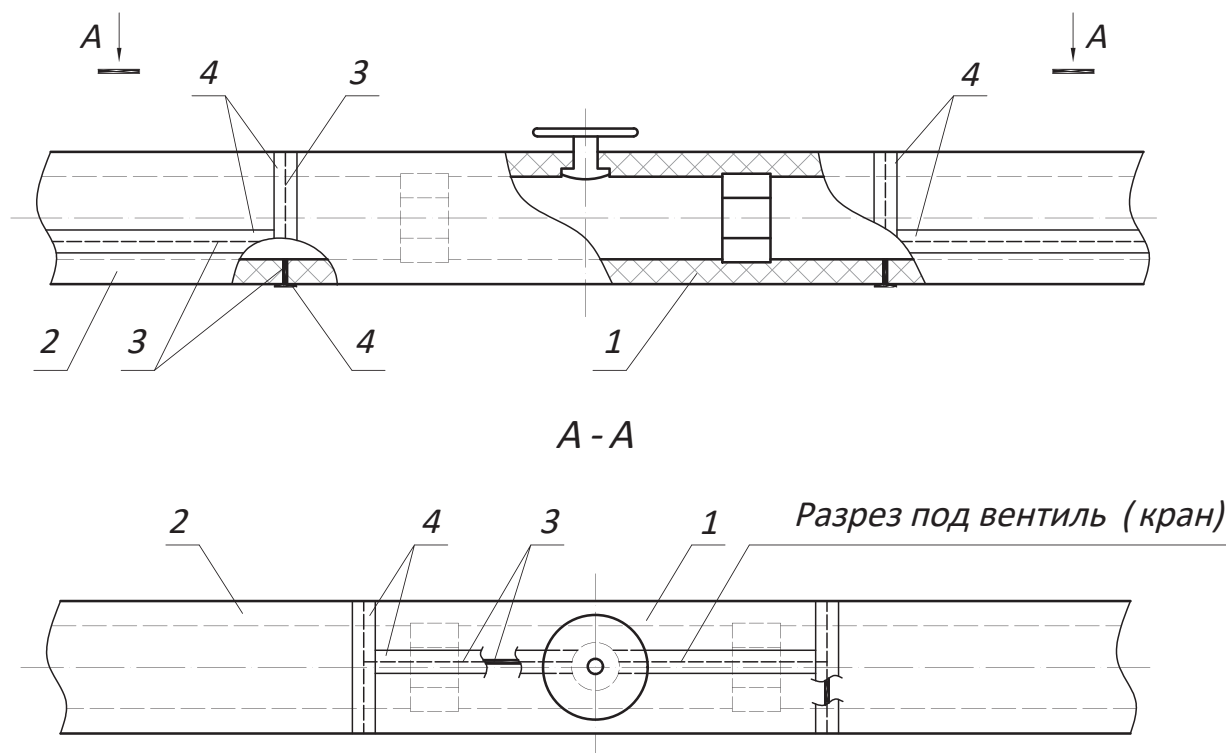
1. Теплоизоляционный слой из изделий AEROFLEX рис. А 19 – А 20
2. Элементы металлического покрытия отвода
3. Саморезы или заклепки
4. Металлическое покрытие прямых участков

Рис. А22. Тепловая изоляция равнопроходного тройника изоляционными трубками AEROFLEX с использованием клея и ленты.



1. Элемент изоляции тройника из трубки AEROFLEX длиной L
2. Элемент изоляции тройника из трубки AEROFLEX длиной h
3. Клей AeroSeal или AeroSeal TF/HT
4. Самоклеящаяся лента
5. Изоляция трубопровода

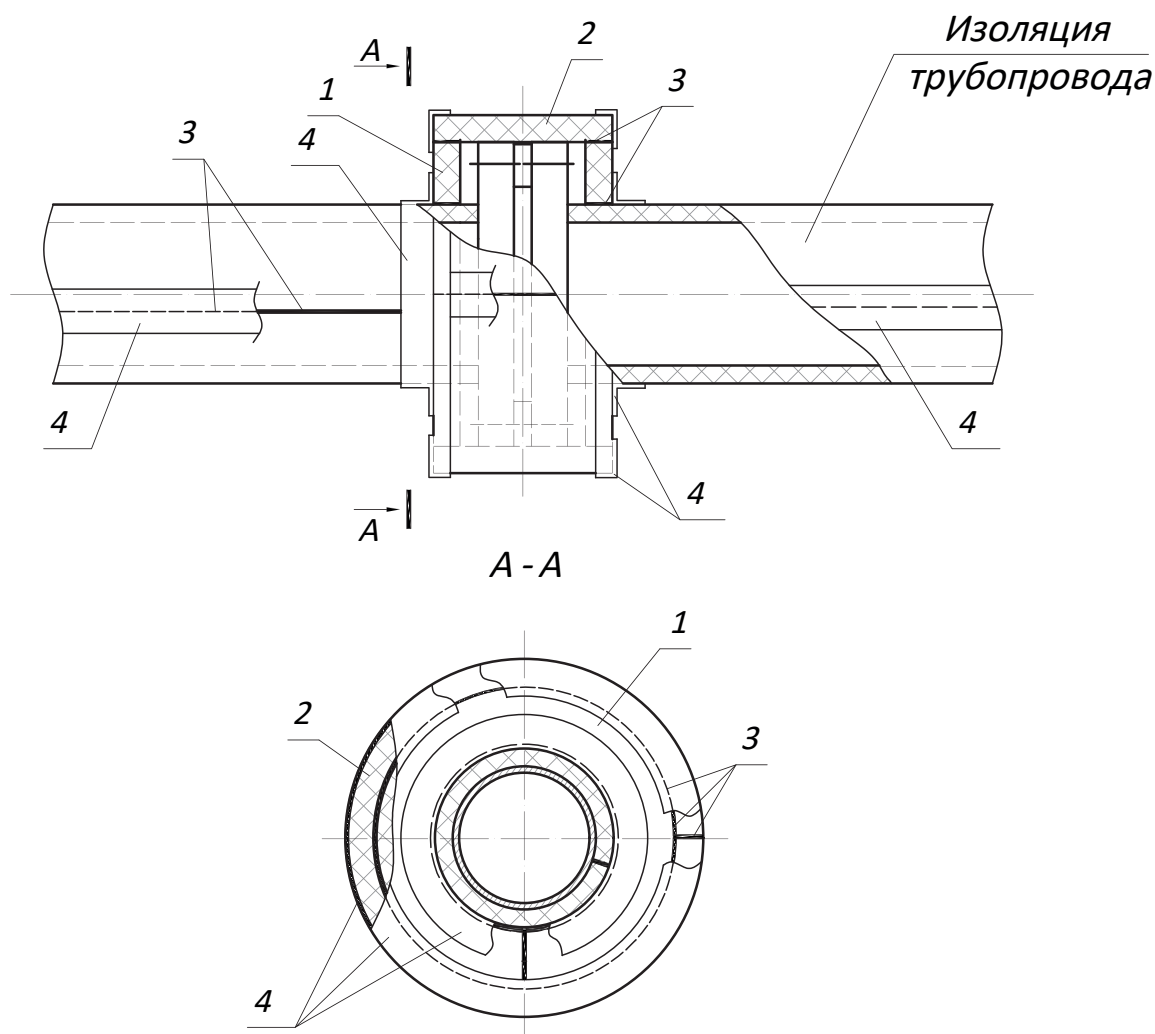
Рис. А23. Несъемная тепловая изоляция муфтовой и приварной арматуры трубками AEROFLEX без покрытий или с покрытиями Metal Pro, FG, FG Alu.



1. Вставка из трубки AEROFLEX с разрезом под вентиль
2. Изоляция трубопровода трубками AEROFLEX
3. Клей Aero seal или Aero seal TF/HT
4. Самоклеящаяся лента Aerotape, Aerotape HT, Protape (для проклейки швов изделий в стандартном исполнении) или Alutape, Alutape MKA, FG-tape (для проклейки швов изделий в покрытиях) *

* для объектов, расположенных на открытом воздухе, ленты на стыки изделий в покрытиях рекомендуется приклеивать с помощью силиконового герметика. См рис. А 12–А 17

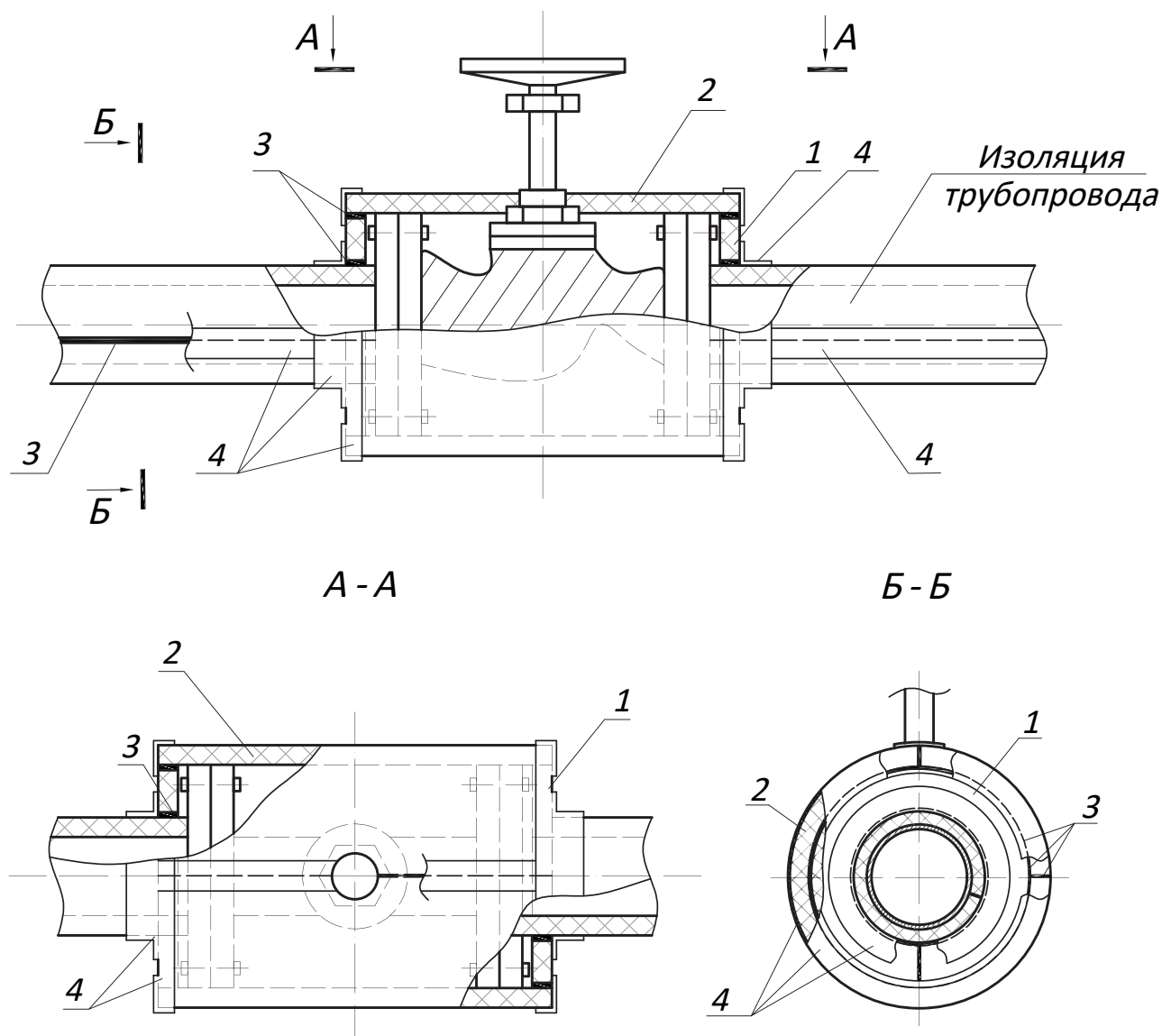
Рис. А24. Несъемная тепловая изоляция фланцевого соединения рулонными или листовыми изделиями AEROFLEX без покрытий или с покрытиями FG, Alu, FG Alu, Metal Pro.



1. Кольцо из рулонного или листового изделия AEROFLEX марки EPDM, EPDM HT, EPDM HD или FIRO без покрытий и в покрытиях FG, Alu, FG Alu, Metal Pro
2. Полоса из рулонного или листового изделия AEROFLEX марки EPDM, EPDM HT, EPDM HD или FIRO без покрытий и в покрытиях FG, Alu, FG Alu, Metal Pro
3. Клей Aeroseal или Aeroseal TF/HT
4. Самоклеящаяся лента Aerotape, Aerotape HT, Protape (для проклейки швов изделий в стандартном исполнении) или Alutape*, Alutape МКА*, FG-tape* (для проклейки швов изделий в покрытиях)

* для объектов, расположенных на открытом воздухе, ленты на стыки изделий в покрытиях рекомендуется приклеивать с помощью силиконового герметика. См рис. А 12- А 17

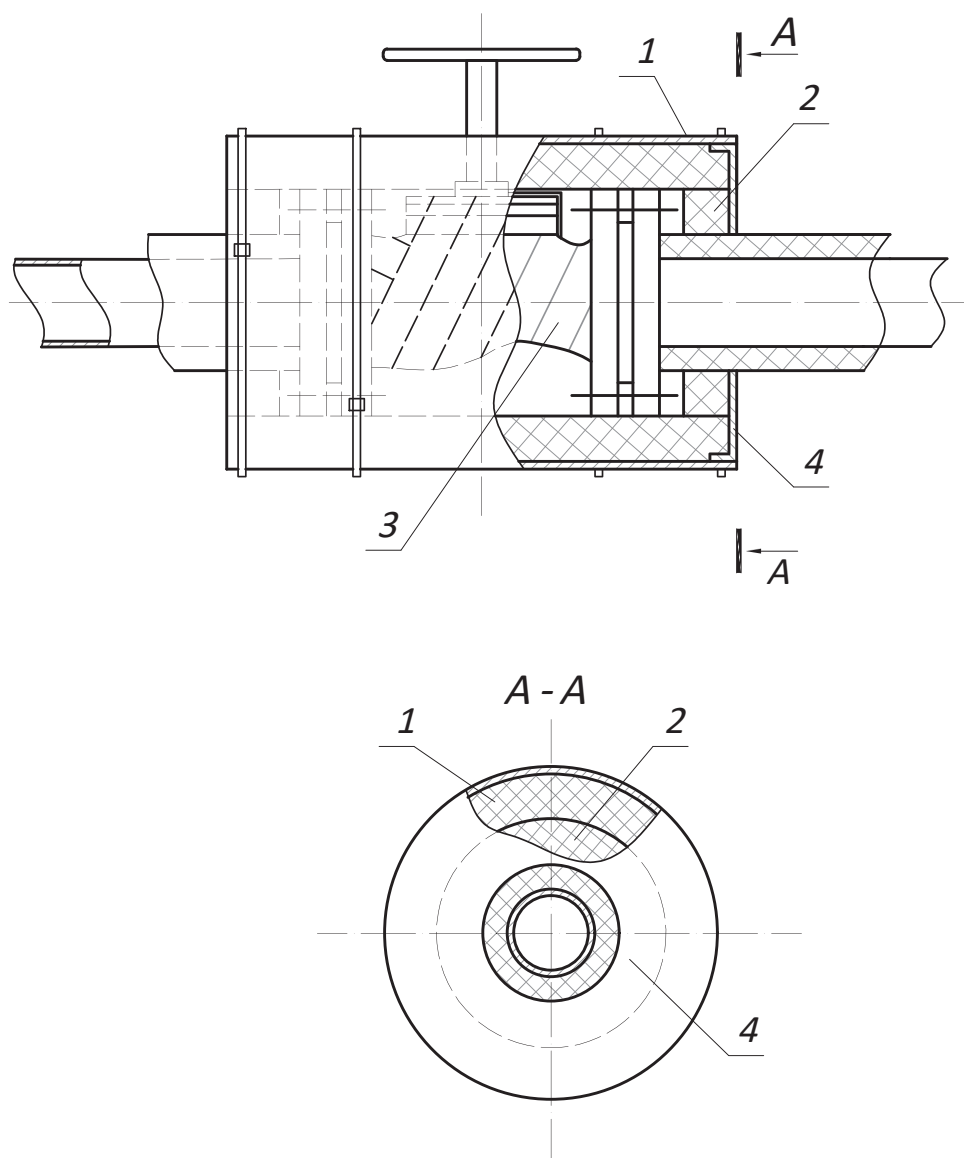
Рис. А25. Несъемная тепловая изоляция фланцевой арматуры рулонными или листовыми изоляционными изделиями AEROFLEX без покрытий и с покрытиями ALU, FG, FG Alu, Metal Pro.



1. Кольцо из рулонного или листового изделия AEROFLEX марки EPDM, EPDM HT или FIRO без покрытий и в покрытиях FG, Alu, FG Alu, Metal Pro
2. Прямоугольный элемент изоляции корпуса арматуры из рулонного или листового изделия AEROFLEX марки EPDM, EPDM HT или FIRO без покрытий и в покрытиях FG, Alu, FG Alu, Metal Pro
3. Клей Aeroseal или Aeroseal TF/HT
4. Самоклеящаяся лента Aerotape, Aerotape HT, Protape (для проклейки швов изделий в стандартном исполнении) или Alutape*, Alutape MKA*, FG-tape* (для проклейки швов изделий в покрытиях)

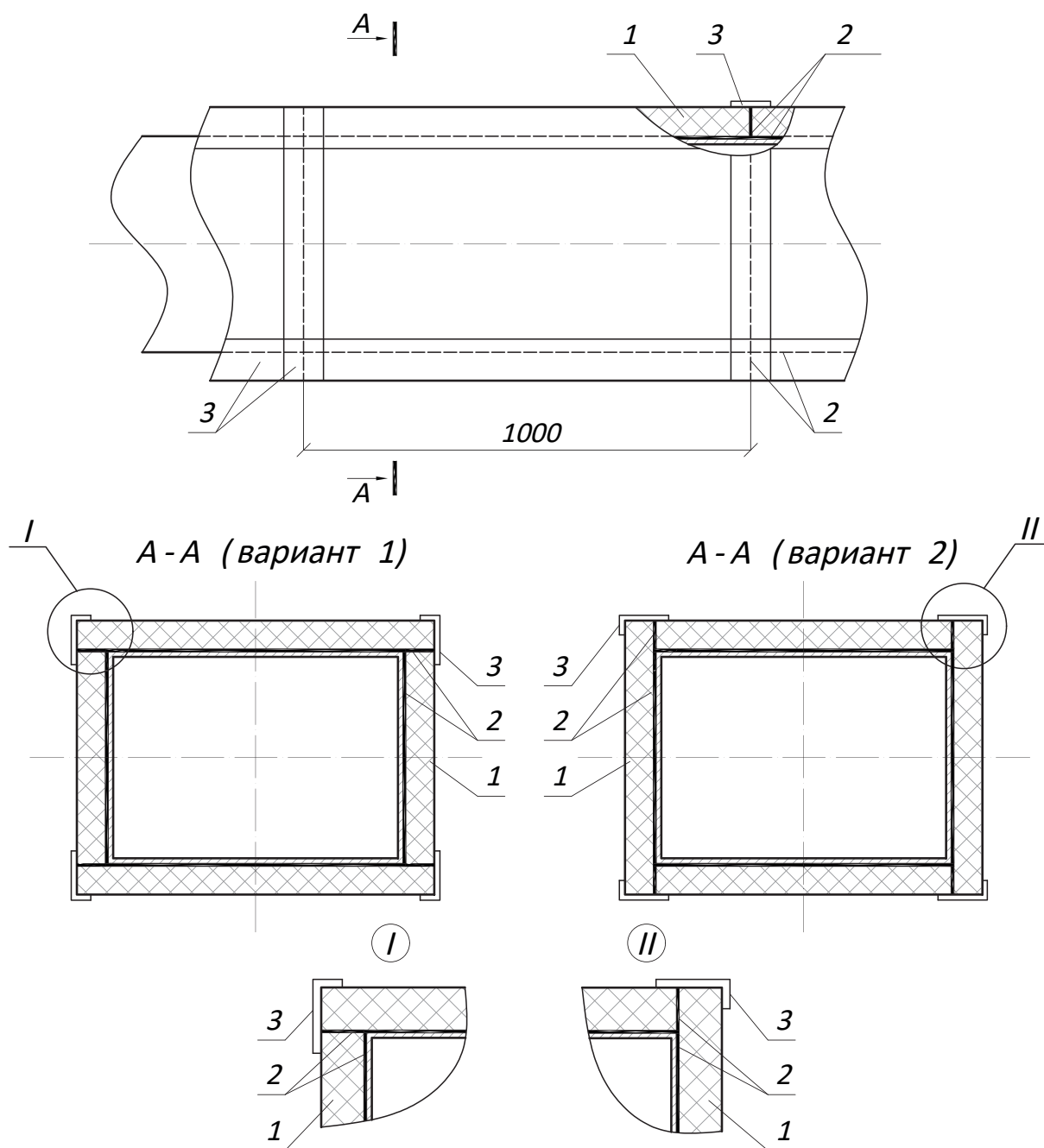
* для объектов, расположенных на открытом воздухе, ленты на стыки изделий в покрытиях рекомендуется приклеивать с помощью силиконового герметика.

Рис. А26. Тепловая изоляция фланцевой арматуры полносборной конструкцией с вкладышем из рулонов или листов AEROFLEX с металлическим кожухом.



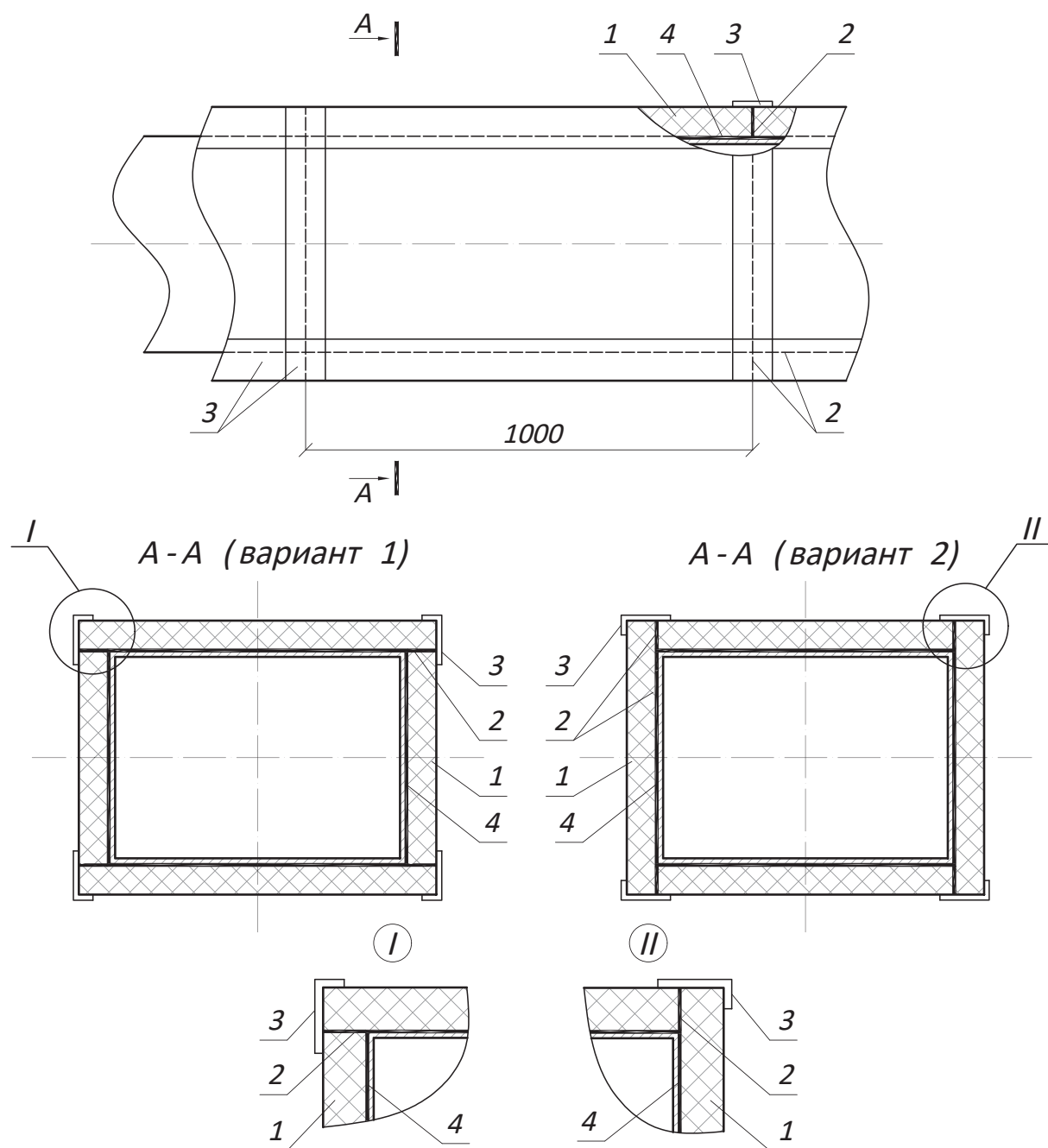
1. Полносборная конструкция с вкладышем из изделий AEROFLEX марки EPDM, EPDM HT или FIRO и металлическим покрытием
2. Вставка из рулонного или листового изделия AEROFLEX марки EPDM, EPDM HT или FIRO
3. Лента теплоизоляционная самоклеящаяся Aerotape или Aerotape HT
4. Отделка торца изоляции трубопровода (диафрагма)

Рис. А27. Изоляция воздуховодов систем вентиляции и кондиционирования рулонами и листами AEROFLEX в стандартном исполнении.



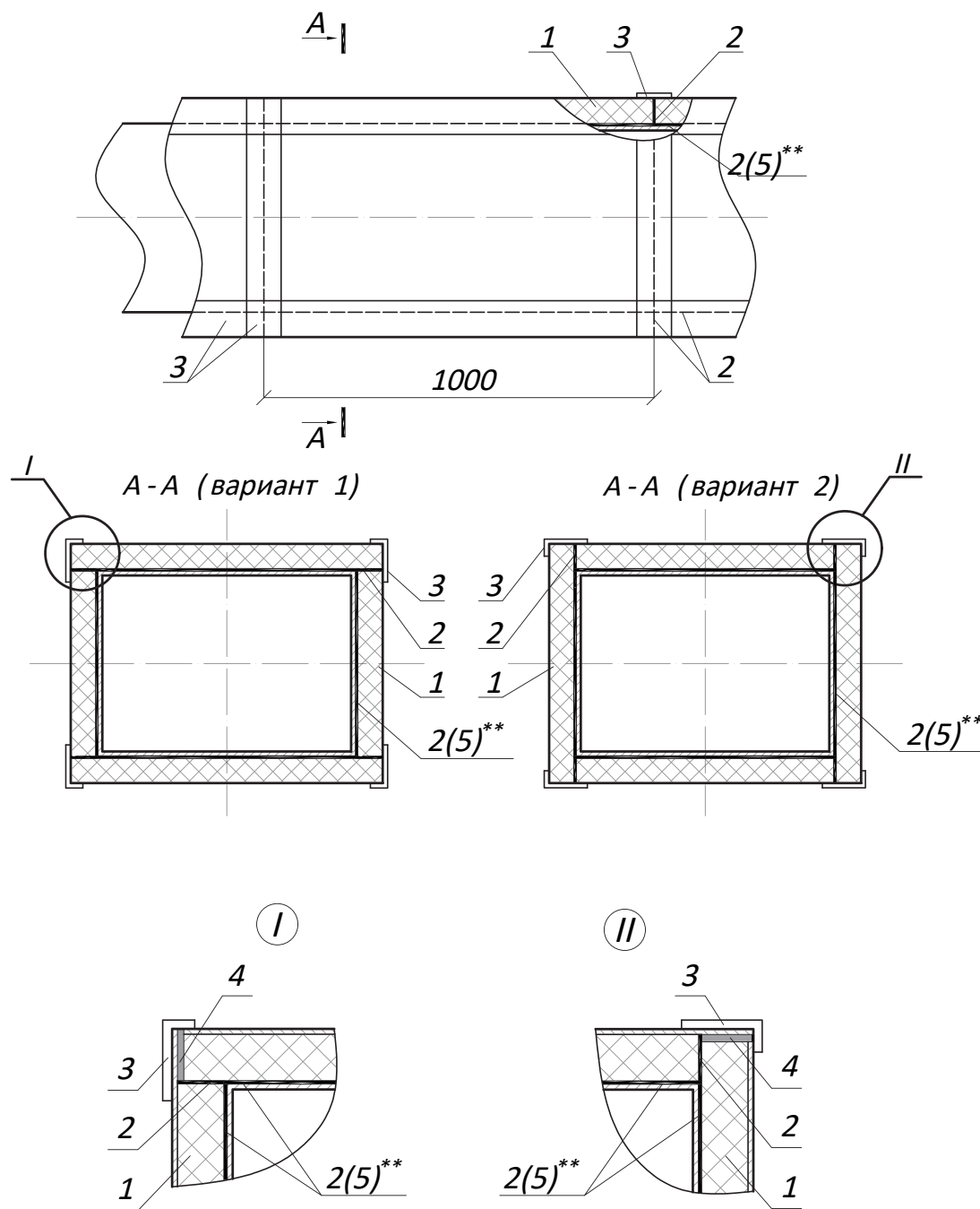
1. Рулонное или листовое изделие AEROFLEX марки EPDM или FIRO в стандартном исполнении без покрытия
2. Клей AeroSeal или AeroSeal TF/HT
3. Лента самоклеящаяся AeroTape или ProtoTape

Рис. А28. Изоляция воздуховодов систем вентиляции и кондиционирования рулонами и листами AEROFLEX в исполнении S.



1. Рулонное или листовое изделие AEROFLEX марки EPDM или FIRO в исполнении S без покрытия
2. Клей Aeroseal или Aeroseal TF/HT
3. Лента самоклеящаяся Aerotape или Protape
4. Клеевой слой S

Рис. А29. Изоляция воздуховодов систем вентиляции и кондиционирования рулонами и листами AEROFLEX в покрытиях Alu, FG, FG Alu, Metal Pro.



1. Рулонное или листовое изделие AEROFLEX марки EPDM или FIRO в покрытиях Alu, FG, FG Alu, Metal Pro.

2. Клей Aeroseal или Aeroseal TF/HT

3. Лента самоклеящаяся Alutape, Alutape MKA, FG-tape *

4. Герметик ***

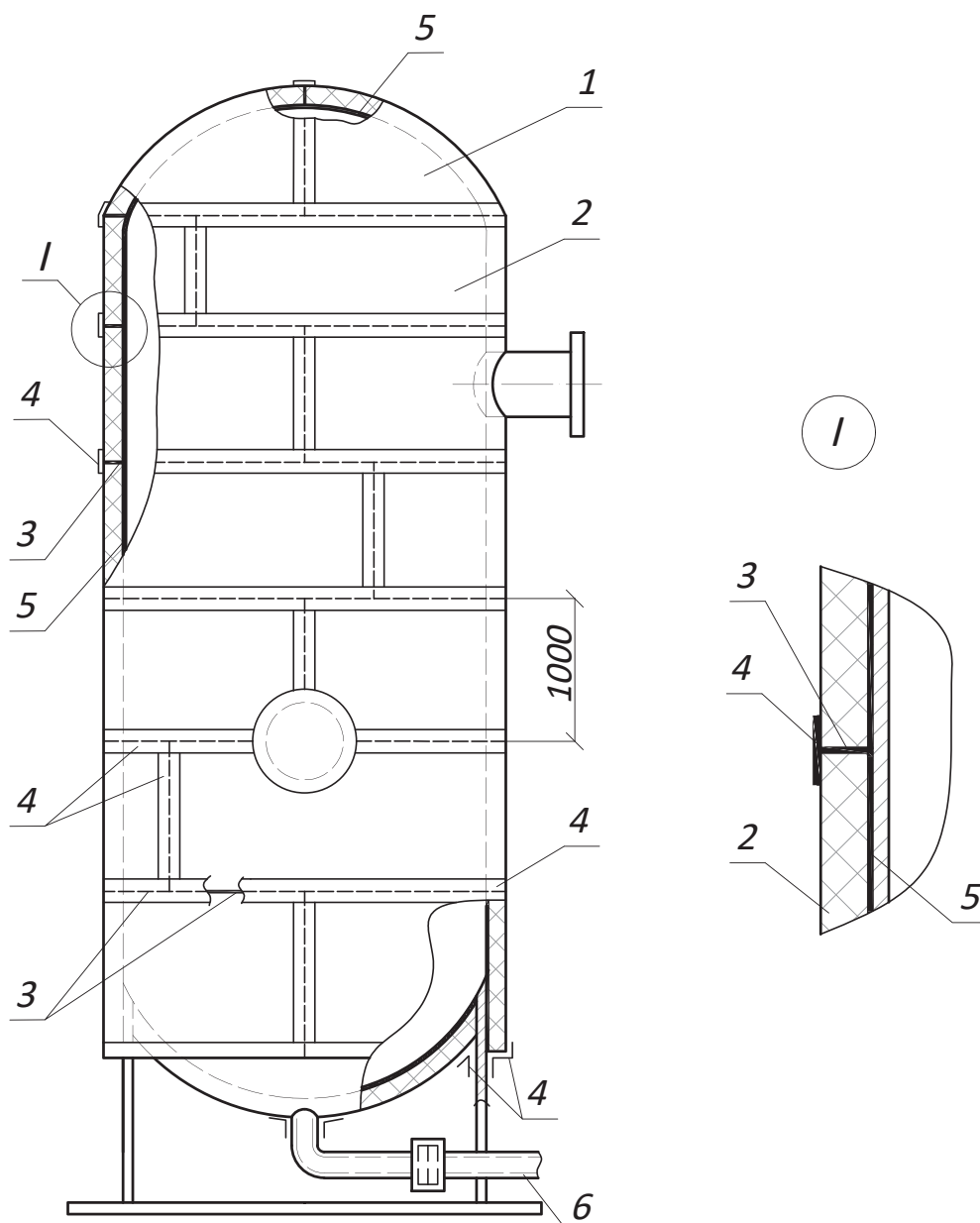
5. Клеевой слой S **

* лента FG-tape монтируется с помощью силиконового герметика

** изделия в стандартном исполнении приклеиваются с помощью клея

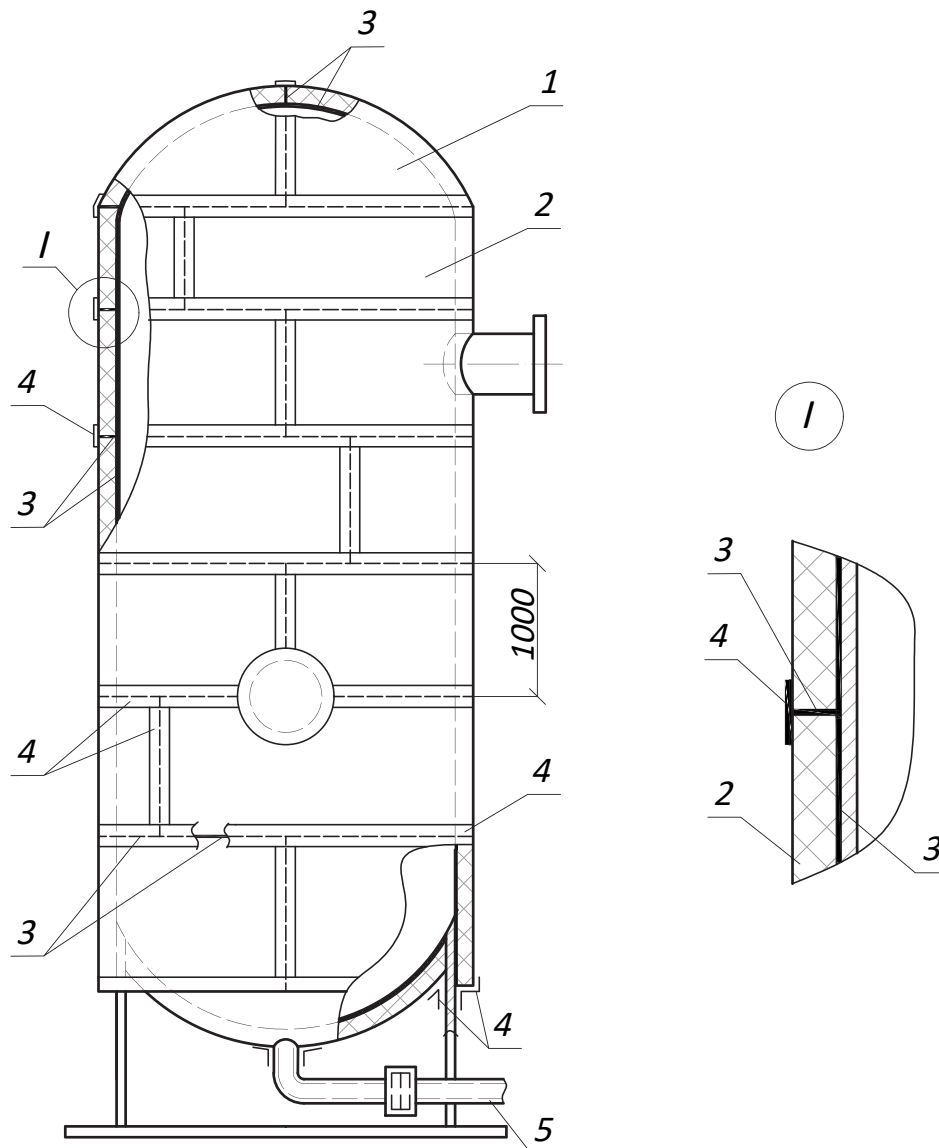
*** для объектов, расположенных на открытом воздухе, рекомендуется приклейка ленты и нахлеста покрытия силиконовым герметиком

Рис. А30. Конструкция тепловой изоляции вертикального аппарата рулонными и листовыми изделиями AEROFLEX в исполнении S, без покрытий.



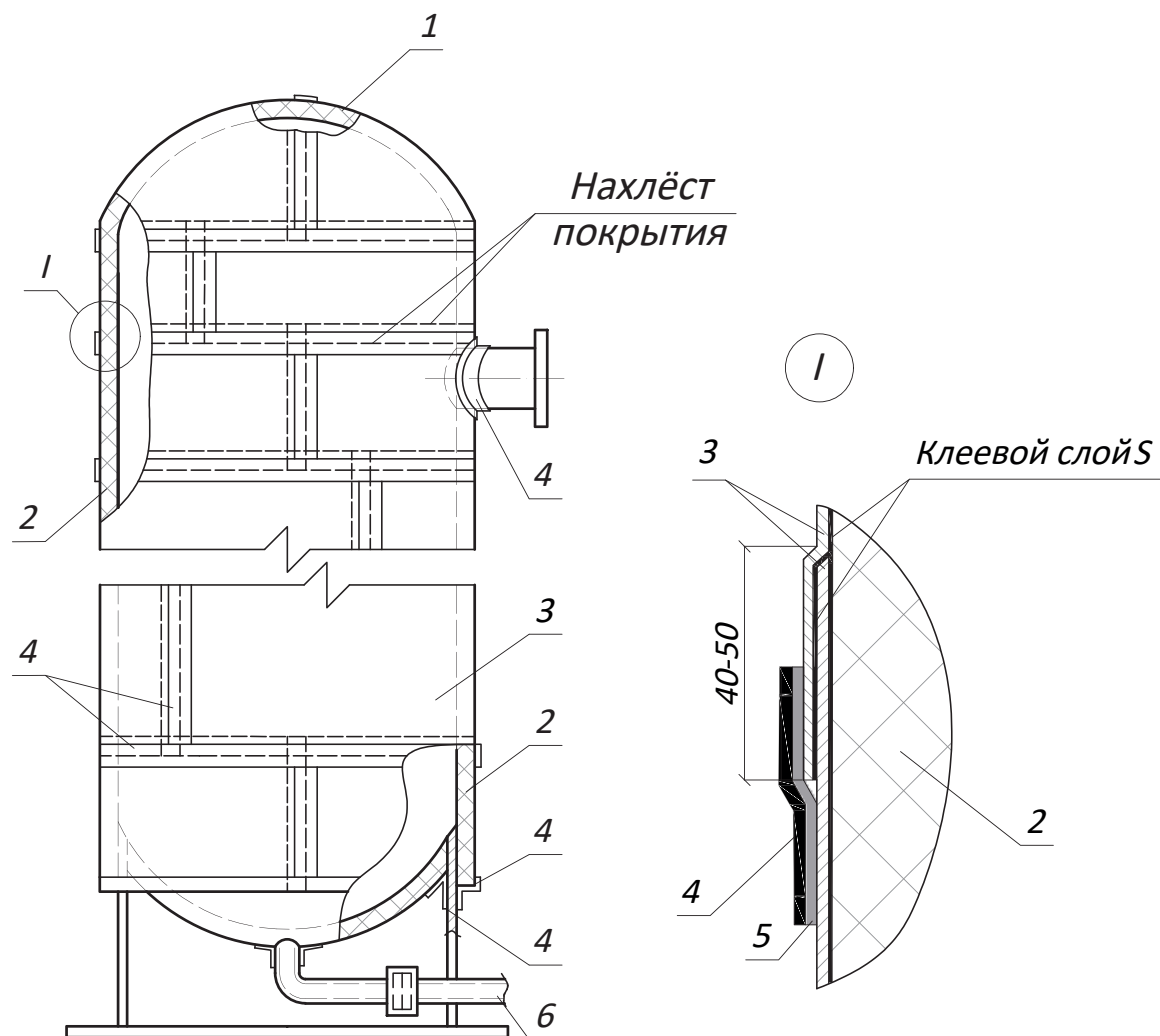
1. Сегмент из самоклеящегося рулонного или листового изделия AEROFLEX марки EPDM или FIRO
2. Листы из самоклеящегося рулонного или листового изделия AEROFLEX марки EPDM или FIRO
3. Клей Aeroseal или Aeroseal TF/HT
4. Лента самоклеящаяся Aerotape или Protape
5. Клеевой слой S
6. Изоляция патрубка и фланцевого соединения изделиями AEROFLEX

Рис. А31. Конструкция тепловой изоляции вертикального аппарата рулонными и листовыми изделиями AEROFLEX в стандартном исполнении без покрытий.



1. Сегмент из рулонного или листового изделия AEROFLEX марки EPDM, EPDM HT или FIRO в стандартном исполнении
2. Листы из рулонного или листового изделия AEROFLEX марки EPDM, EPDM HT или FIRO в стандартном исполнении
3. Клей Aero seal или Aero seal TF/HT
4. Лента самоклеящаяся Aerotape, Aerotape HT или Protape
5. Изоляция патрубка и фланцевого соединения изделиями AEROFLEX

Рис. А32. Конструкция тепловой изоляции вертикального аппарата рулонами и листами AEROFLEX с отдельно установленными покрытиями FG ALU, FG, Metal Pro в исполнении S.

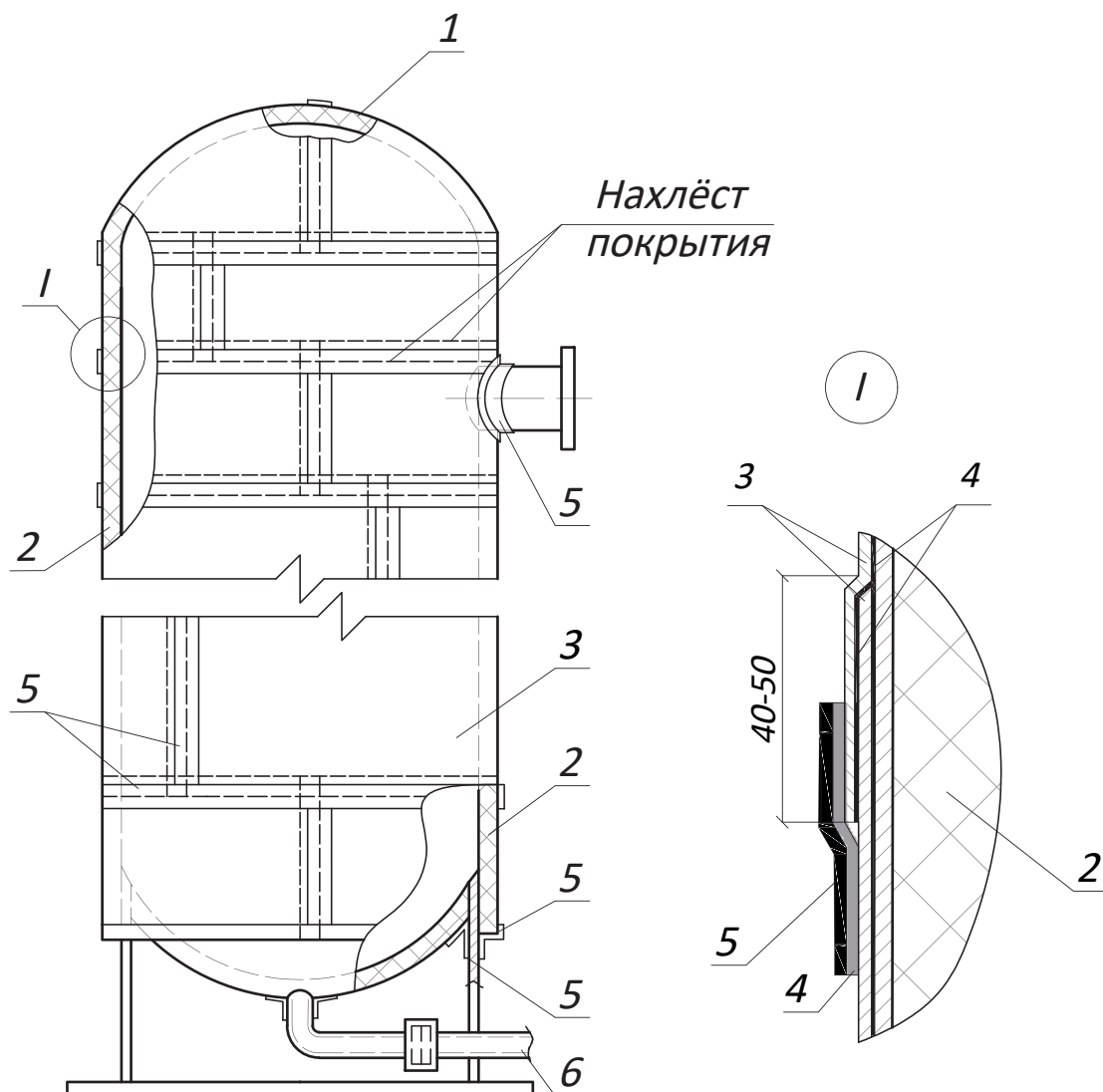


1. Сегмент из рулонного или листового изделия AEROFLEX см. А 30–А 31
2. Листы из рулонного или листового изделия AEROFLEX см. А 30–А 31
3. Покрытие FG ALU, Metal Pro, FG в исполнении S
4. Лента самоклеящаяся Alutape, Alutape МКА или FG-tape *, Protape
5. Герметик **
6. Изоляция патрубка и фланцевого соединения изделиями AEROFLEX

* лента FG-tape монтируется с помощью силиконового герметика

** для объектов, расположенных на открытом воздухе, рекомендуется приклейка ленты силиконовым герметиком

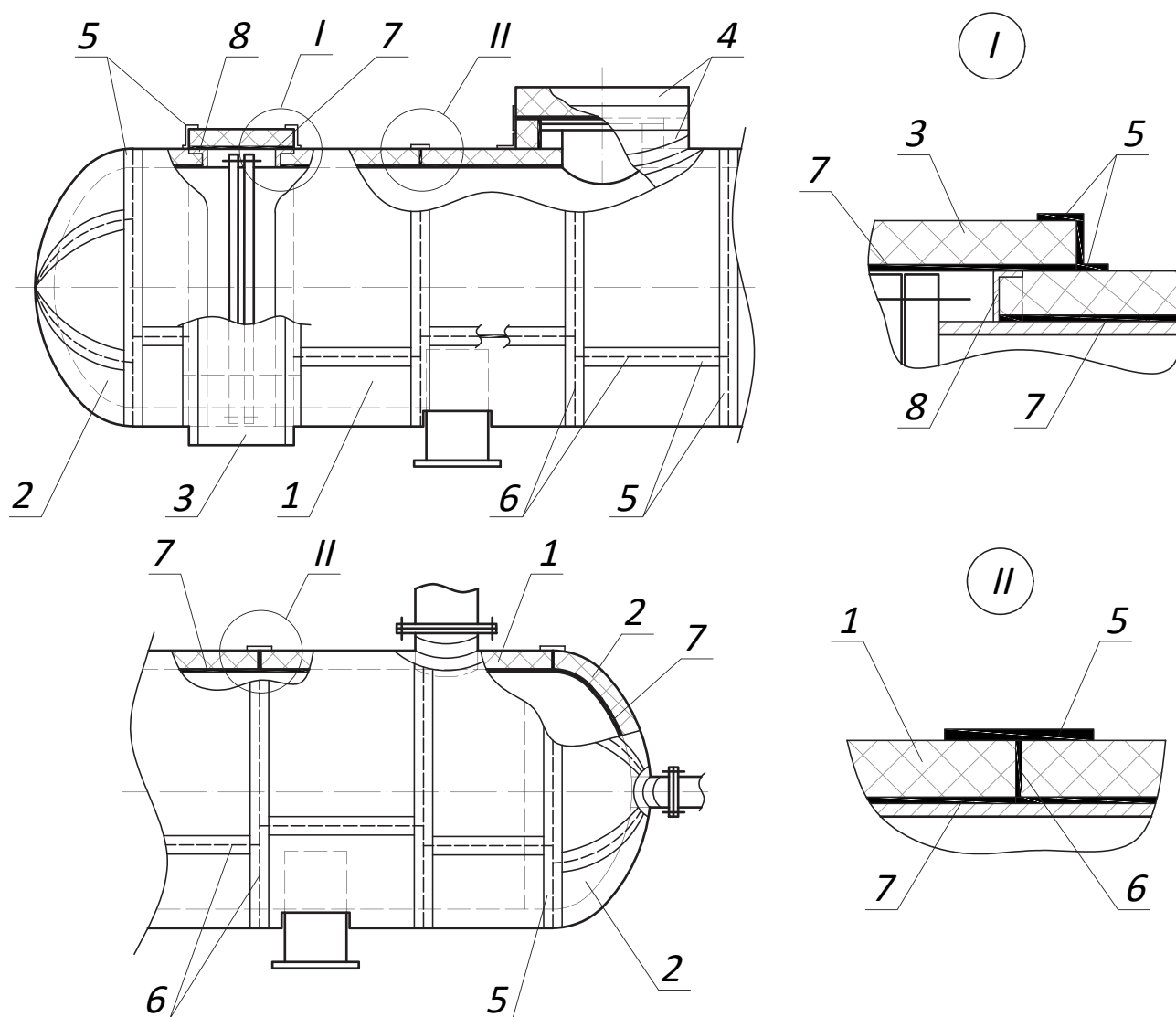
Рис. А33. Конструкция тепловой изоляции вертикального аппарата рулонами и листами AEROFLEX с отдельно установленным покрытием Aerojacket.



1. Сегмент из рулонного или листового изделия AEROFLEX см. А 30–А 31
2. Листы из рулонного или листового изделия AEROFLEX см. А 30–А 31
3. Покрытие Aerojacket
4. Клей АРТМ 340
5. Лента Aerojacket *
6. Изоляция патрубка и фланцевого соединения изделиями AEROFLEX

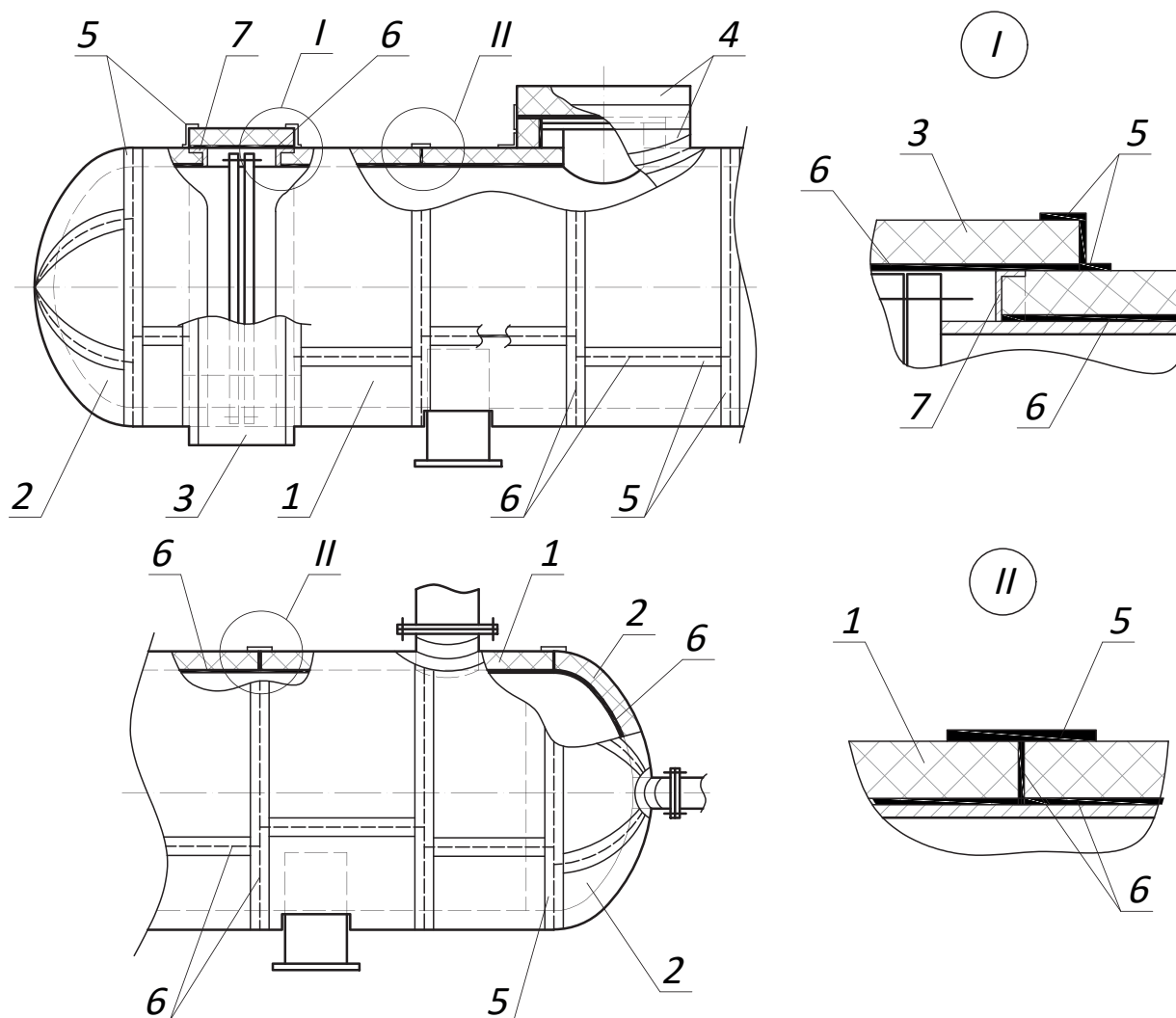
* лента Aerojacket монтируется с помощью клея АРТМ 340

Рис. А34. Тепловая изоляция горизонтального аппарата рулонными и листовыми изделиями AEROFLEX в исполнении S без покрытий.



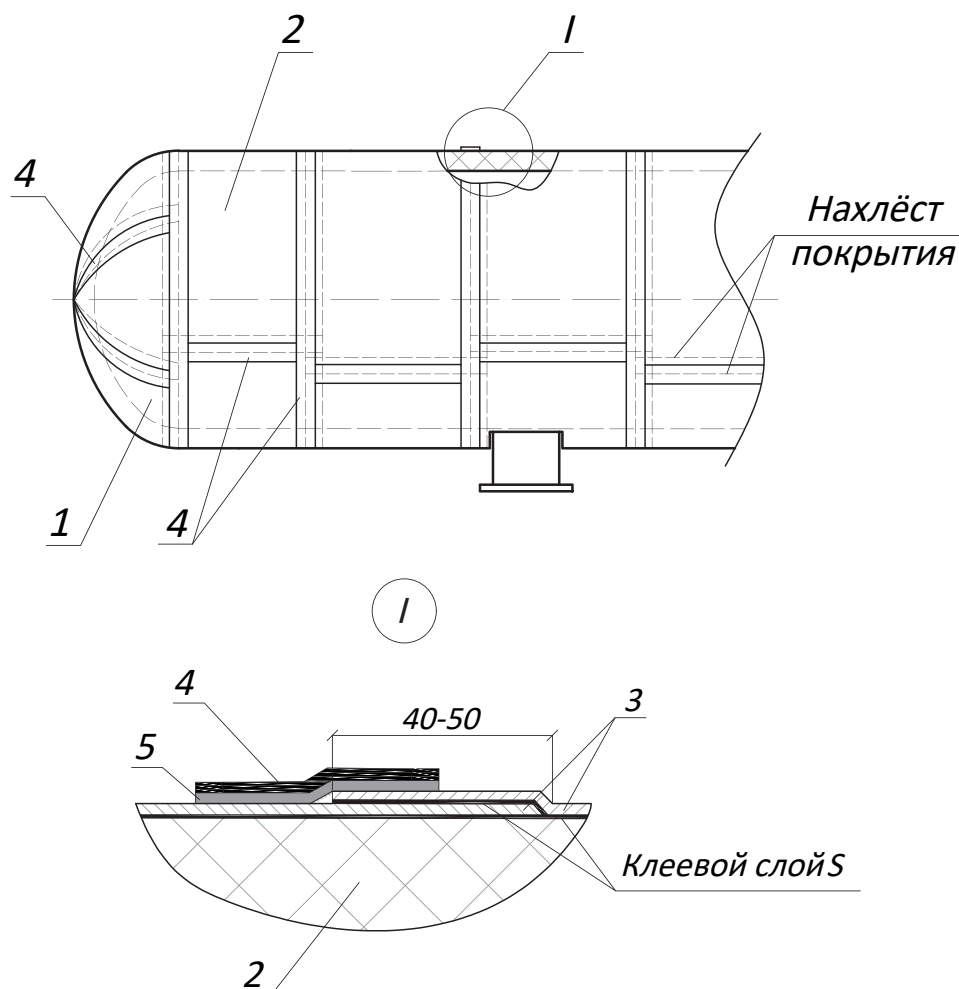
1. Элементы из рулонных или листовых изделий AEROFLEX марок EPDM, EPDM HD, FIRO самоклеящиеся
2. Сегменты изоляции днища из рулонного или листового изделия AEROFLEX марок EPDM, EPDM HD, FIRO самоклеящиеся
3. Изоляция фланцевого соединения
4. Изоляция люка
5. Лента самоклеящаяся Aertape, Aertape HT или Protape
6. Клей Aero seal или Aero seal TF/HT
7. Клеевой слой S
8. Диафрагма (отделка торца изоляции)

Рис. А35. Тепловая изоляция горизонтального аппарата рулонными и листовыми изделиями AEROFLEX в стандартном исполнении без покрытий.



1. Элементы из рулонных или листовых изделий AEROFLEX марок EPDM, EPDM HD, FIRO в стандартном исполнении
2. Сегменты изоляции днища из рулонного или листового изделия AEROFLEX марок EPDM, EPDM HD, FIRO в стандартном исполнении
3. Изоляция фланцевого соединения
4. Изоляция люка
5. Лента самоклеящаяся Aerotape, Aerotape HT или Protape
6. Клей Aero Seal или Aero Seal TF/HT
7. Диафрагма (отделка торца изоляции)

Рис. А36. Тепловая изоляция горизонтального аппарата рулонными и листовыми изделиями AEROFLEX с отдельно установленными покрытиями FG ALU, FG, Metal Pro в исполнении S.

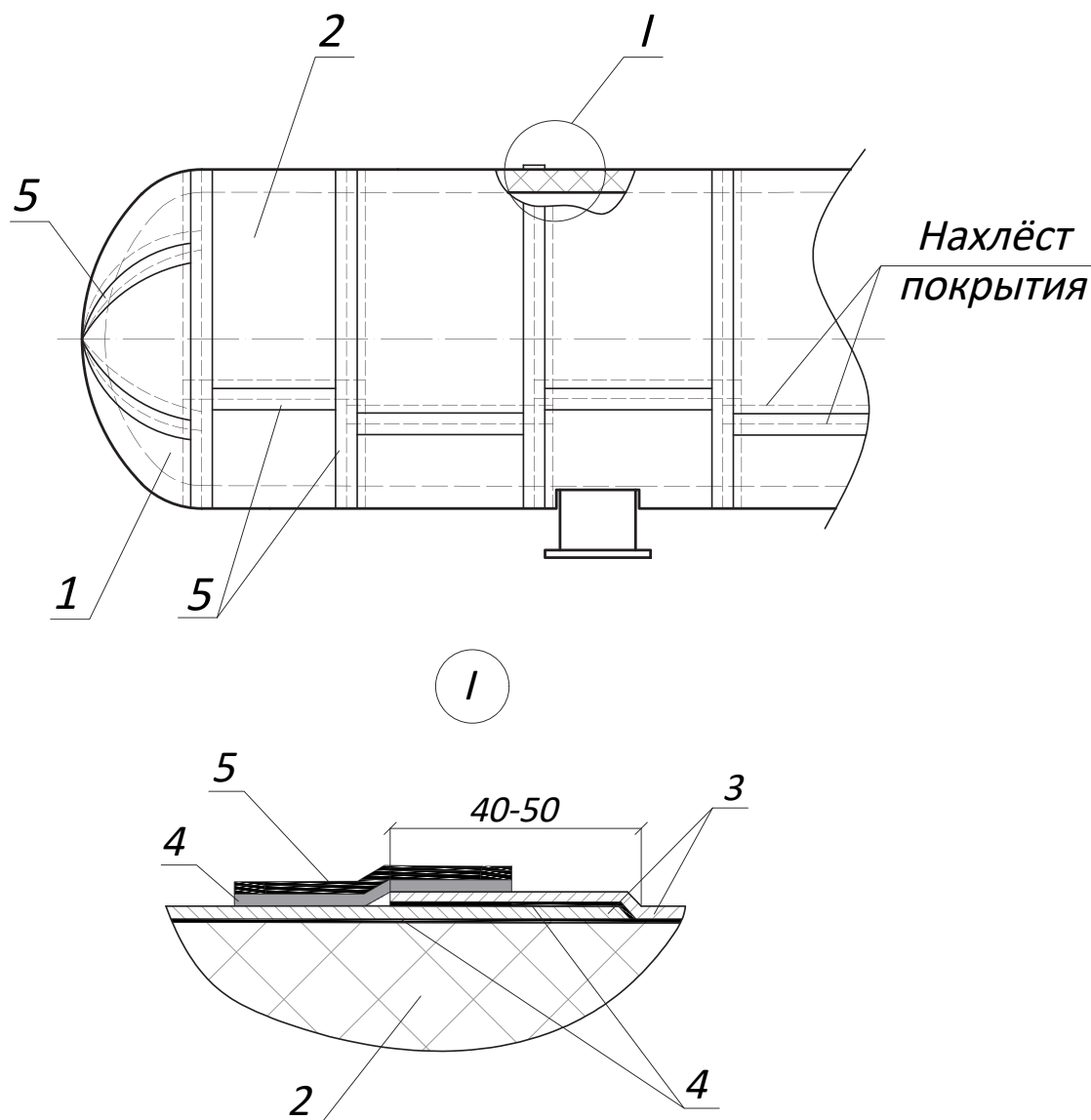


1. Сегмент из рулонного или листового изделия AEROFLEX см. А 34–А 35
2. Листы из рулонного или листового изделия AEROFLEX см. А 34–А 35
3. Покрытие FG ALU, Metal Pro, FG в исполнении S
4. Лента самоклеящаяся Alutape, Alutape МКА или FG-tape *, Protape
5. Герметик **

* лента FG-tape монтируется с помощью силиконового герметика

** для объектов, расположенных на открытом воздухе, рекомендуется приклейка ленты силиконовым герметиком

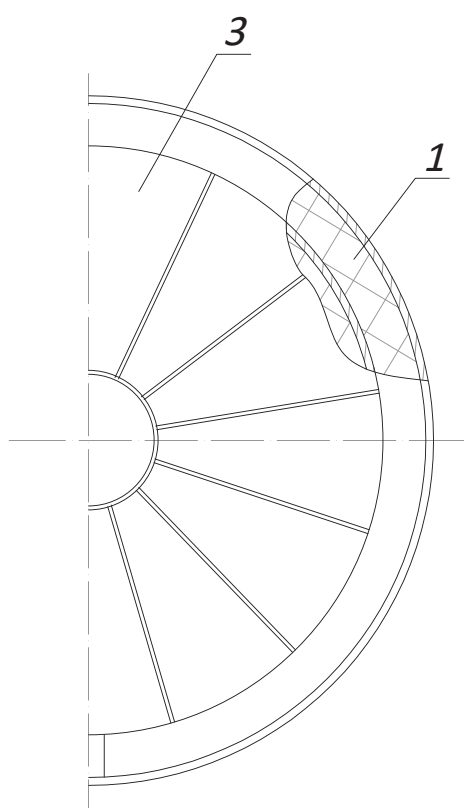
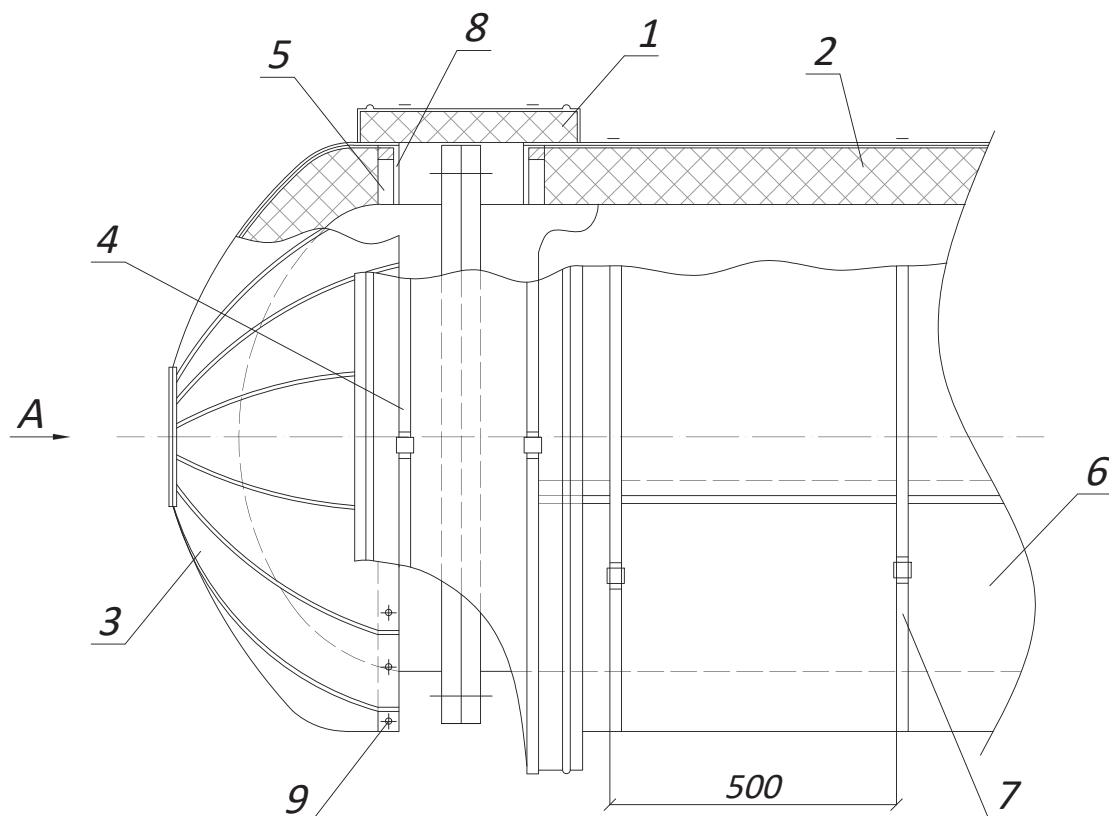
Рис. А37. Тепловая изоляция горизонтального аппарата рулонными и листовыми изделиями AEROFLEX с отдельно установленным покрытием Aerojacket.



1. Сегмент из рулонного или листового изделия AEROFLEX см. А 34–А 35
2. Листы из рулонного или листового изделия AEROFLEX см. А 34–А 35
3. Покрытие Aerojacket
4. Клей АРТМ 340
5. Лента Aerojacket *

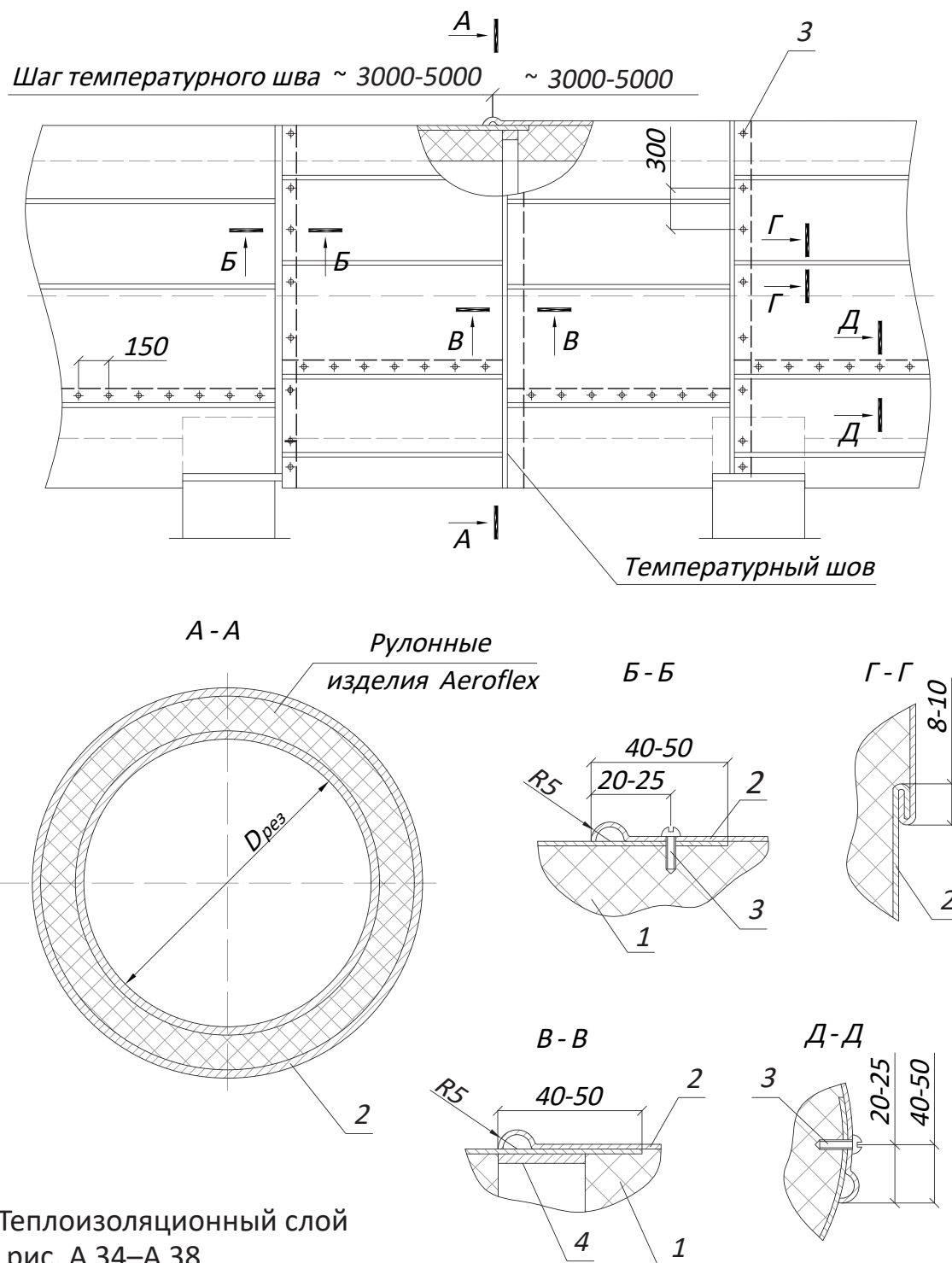
* лента Aerojacket монтируется с помощью клея АРТМ 340

Рис. А38. Конструкция металлического покровного слоя и съемного полуфутляра горизонтального аппарата с теплоизоляционным слоем из изделий AEROFLEX. Крепление бандажами.



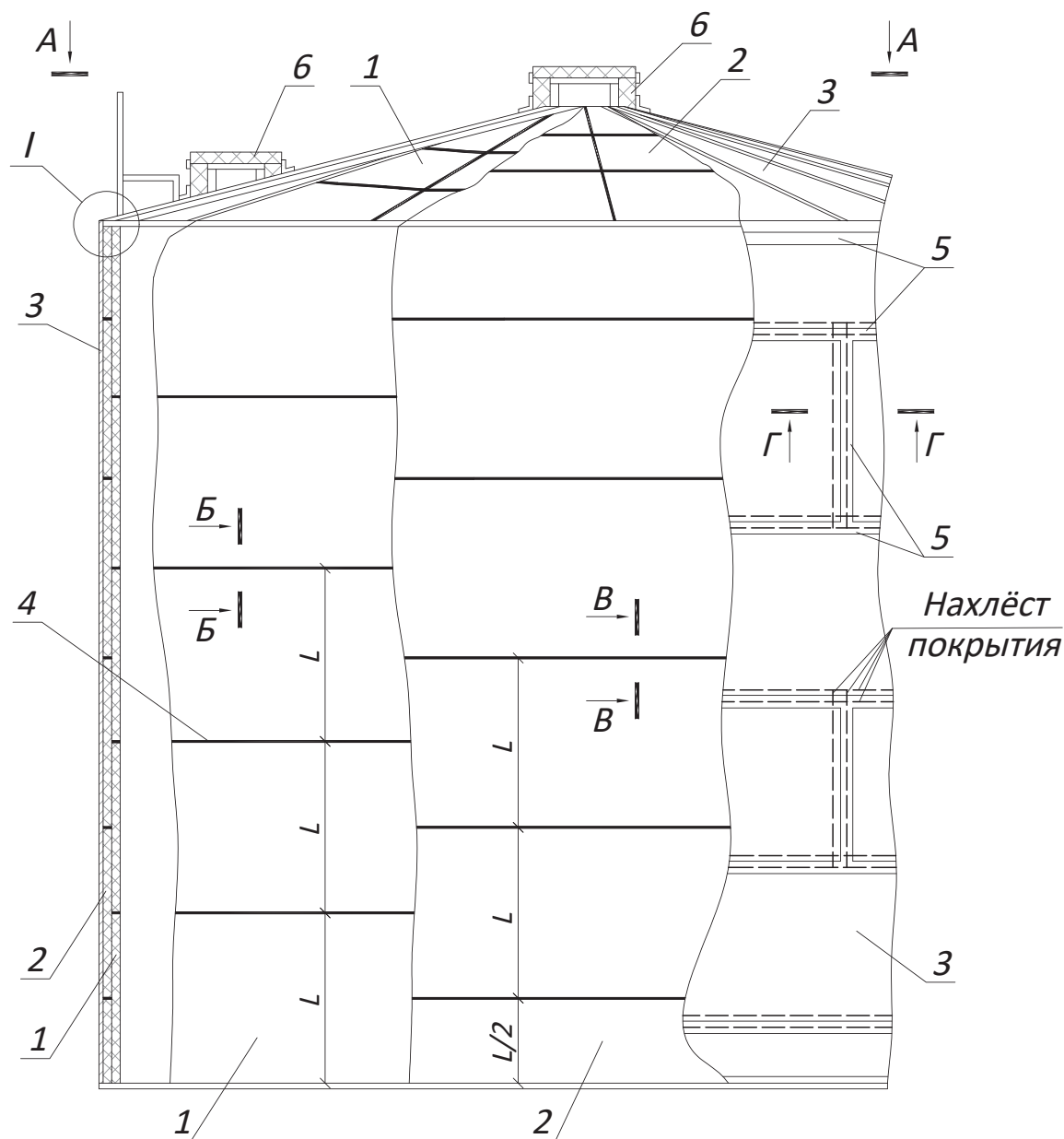
1. Съемный полуфутляр с теплоизоляцией из рулонных или листовых изделий AEROFLEX в исполнении S или с приклекой к металлическому кожуху клеем AeroSeal или AeroSeal TF/HT (для изделий в стандартном исполнении)
2. Рулонные или листовые изделия AEROFLEX в исполнении S
3. Металлическое покрытие днища
4. Бандаж с замком
5. Опорное кольцо
6. Металлическое покрытие изоляции корпуса аппарата (см. рис. А 39)
7. Бандаж с пряжкой или саморезы
8. Торцевая диафрагма
9. Винт

Рис. А39. Конструкция металлического покрытия горизонтального аппарата с теплоизоляционным слоем из изделий AEROFLEX. Крепление саморезами.



1. Теплоизоляционный слой по рис. А 34–А 38
2. Металлическое покрытие
3. Винт самонарезающий
4. Кольцо опорное

Рис. А40. Тепловая изоляция резервуара холодной воды рулонами и листами AEROFLEX с отдельно установленными покрытиями FG ALU, FG, Metal Pro в исполнении S.



1. Рулоны и листы AEROFLEX 1- го слоя в стандартном исполнении
2. Рулоны и листы AEROFLEX 2- го слоя в стандартном исполнении
3. Покрытие Metal Pro, FG или FG Alu в исполнении S
4. Клей Aeroseal или Aeroseal TF/HT
5. Лента самоклеящаяся Alutape, Alutape МКА, FG-tape * или Protape
6. Конструкция изоляции люков
7. Герметик **

* лента FG-tape монтируется с помощью силиконового герметика

** для объектов, расположенных на открытом воздухе, рекомендуется приклейка ленты силиконовым герметиком

Рис. А41. Разрезы А - А - Г - Г, узел I к рис. А 40

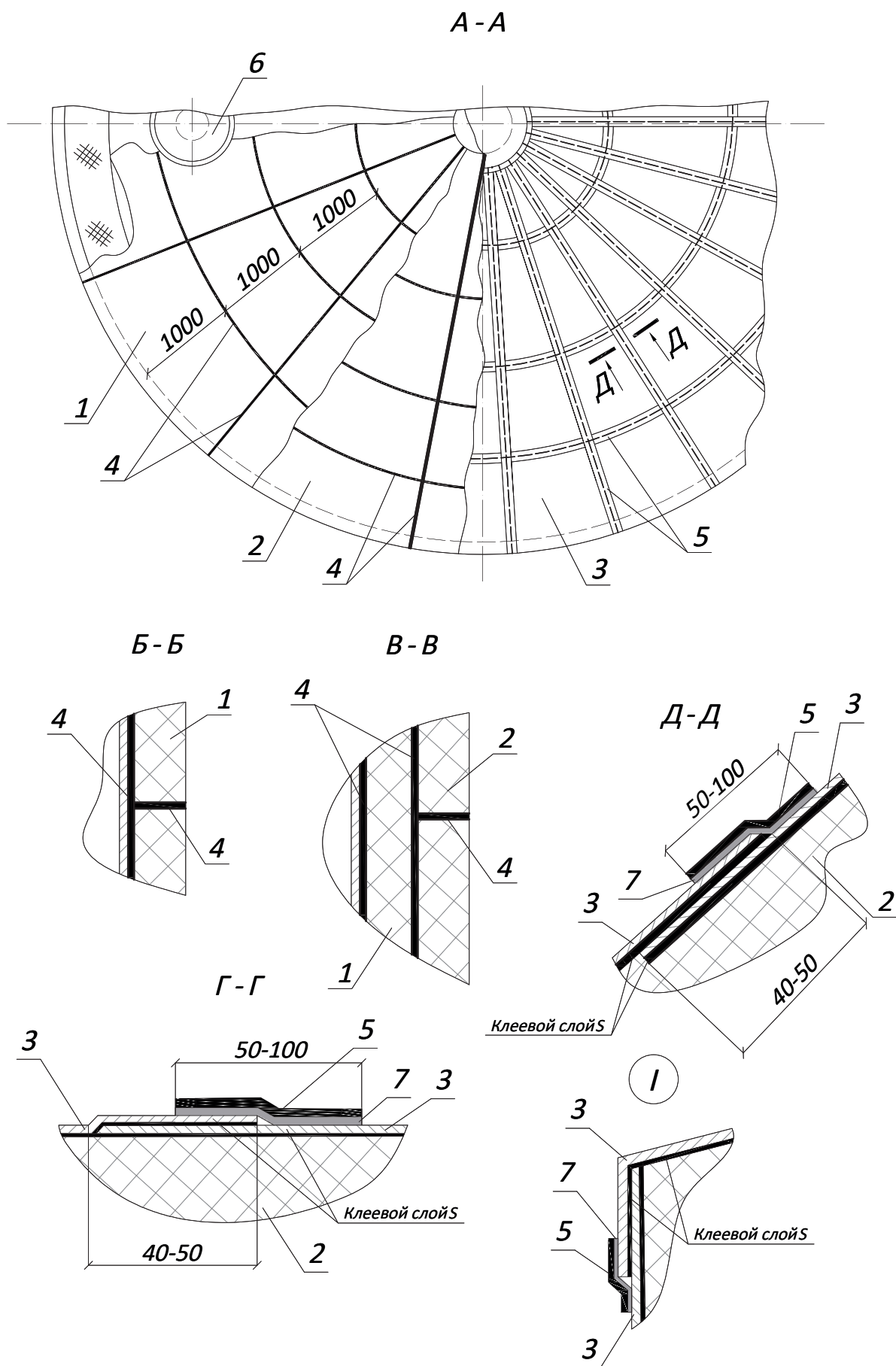
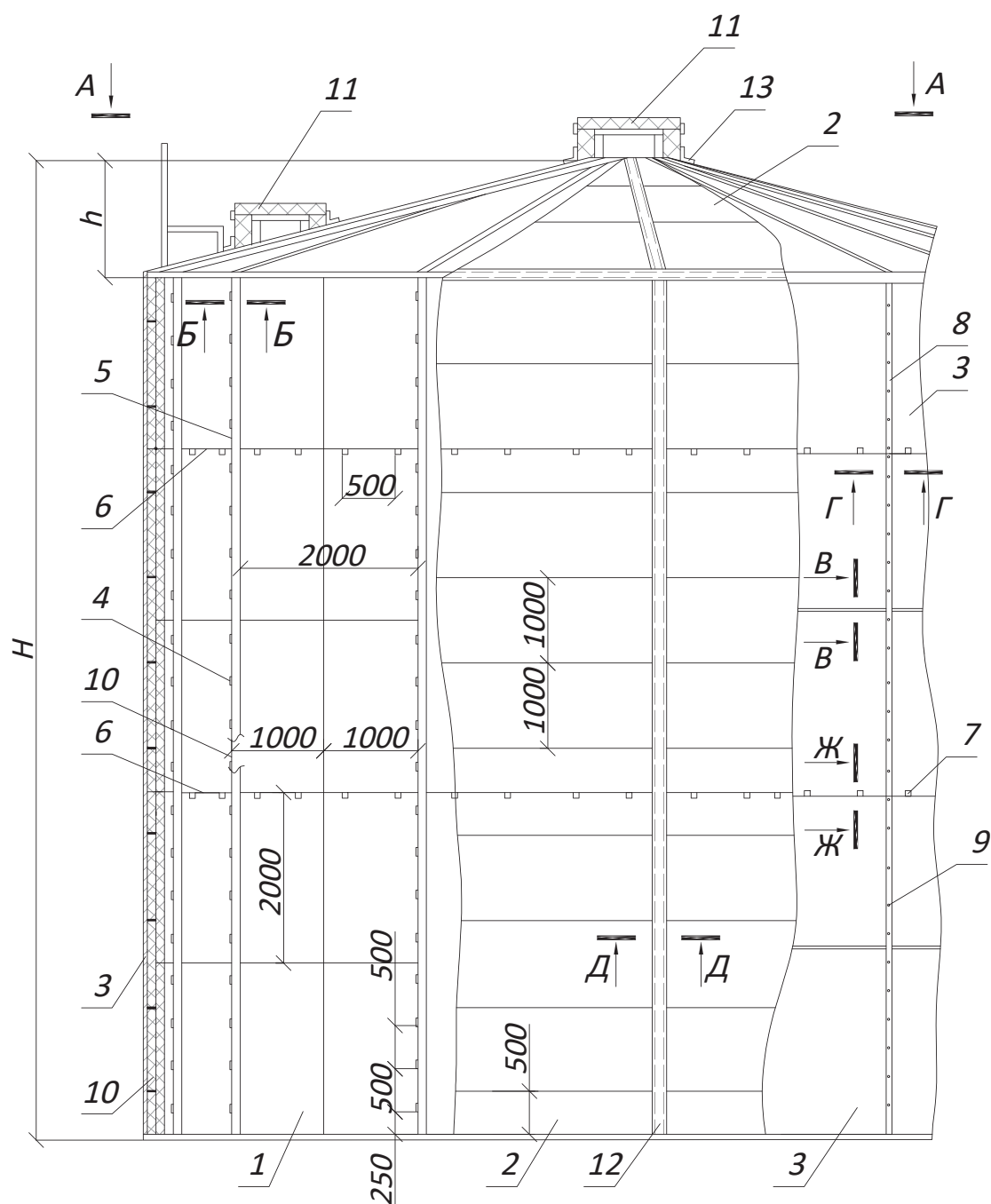
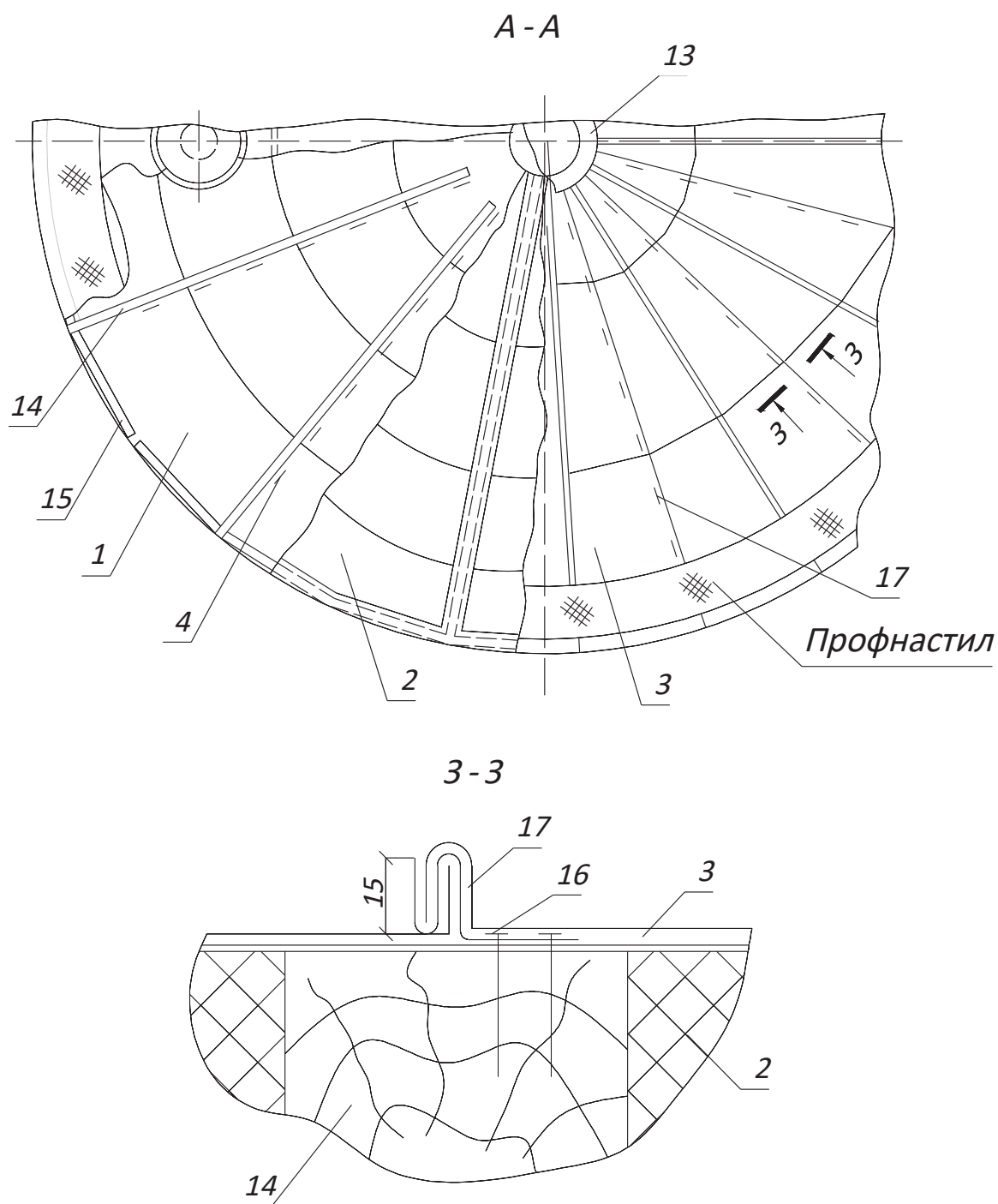


Рис. А42. Конструкция тепловой изоляции резервуаров с теплоизоляционным слоем из рулонов и листов AEROFLEX и металлическим покрытием.



1. Рулоны и листы AEROFLEX 1-го слоя в стандартном исполнении
2. Рулоны и листы AEROFLEX 2-го слоя в стандартном исполнении
3. Металлическое покрытие
4. Скоба
5. Стойка
6. Диафрагма
7. Кляммера

8. Накладка-профиль
9. Шуруп
10. Клей Aeroseal или Aeroseal TF/HT
11. Конструкция изоляции люков
12. Лента самоклеящаяся Aerotape, Aerotape HT или Protape
13. Лента самоклеящаяся алюминиевая Alutape, Alutape MKA

Рис. А43. Разрезы А-А, 3-3 к рис . А 42.

- 14. Направляющая
- 15. Опорное кольцо из досок
- 16. Гвоздь
- 17. Кляммера 2

Остальные позиции на рисунке А 42

Рис. А44. Разрезы Б-Б, В-В и Д-Д к рис. А 42.

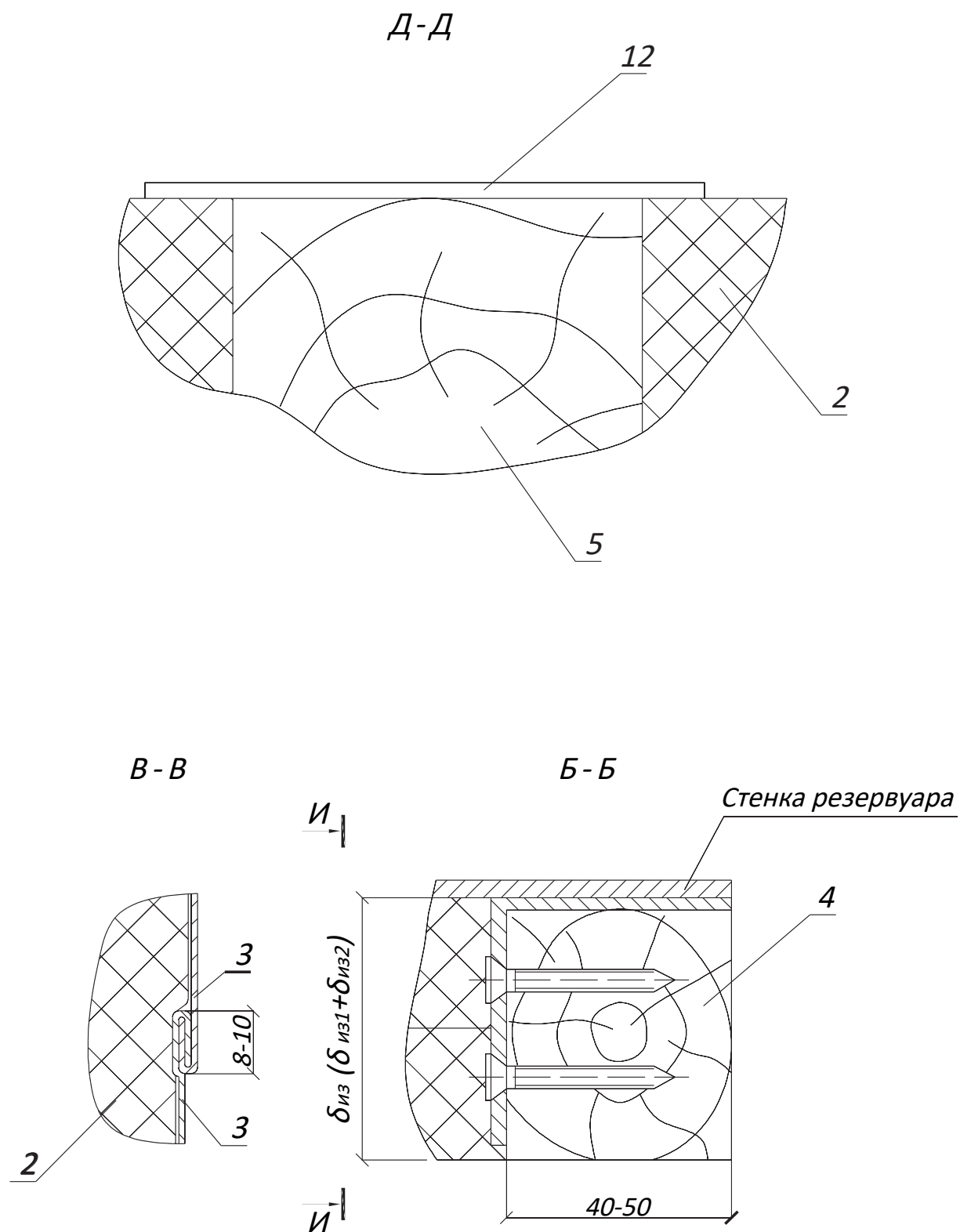
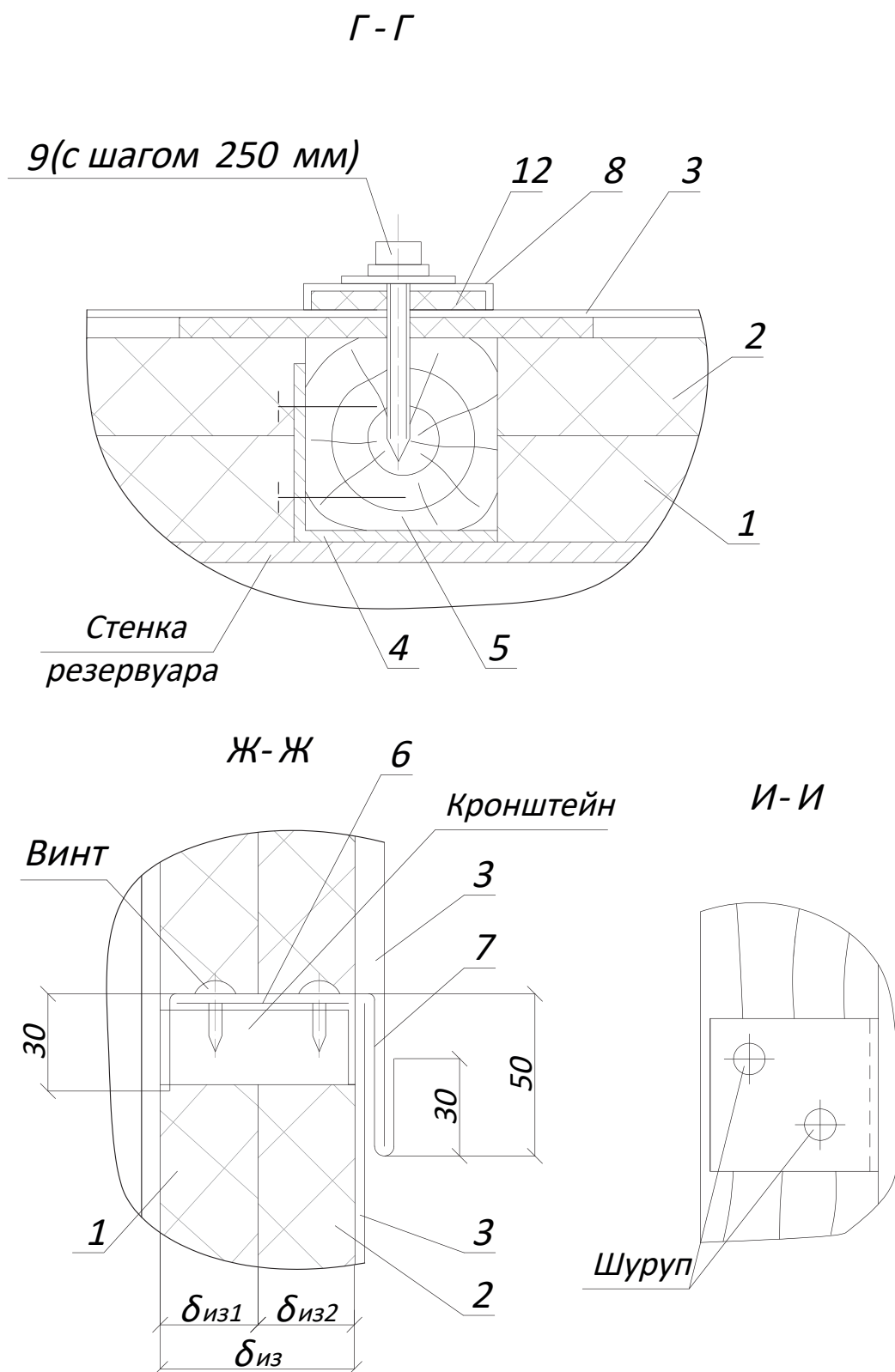


Рис. А45. Разрезы Г-Г, Ж-Ж и И-И к рис. А 42.



ТОЛЩИНА ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ИЗ ИЗДЕЛИЙ AEROFLEX, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ НОРМАТИВНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА, В КОНСТРУКЦИЯХ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ.

Общие положения:

1. Все расчёты выполнены в соответствии с методикой определения толщины тепловой изоляции, указанной в СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов», приложение В, метод расчета В.2.1, а также рекомендациями раздела 10.3 настоящего альбома.

2. Значения нормы плотности теплового потока принимались по таблицам 2–7 СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

3. Расчетная температура воздуха при размещении оборудования в помещении принималась равной +20°C.

4. Расчетные значения температуры окружающей среды при размещении оборудования на улице принимались в соответствии с СП 131.13330.2020 «Строительная климатология»:

- среднегодовая температура для г. Москва +5,6°C;
- продолжительность отопительного периода для г. Москва составляет 204 суток (4896 часов), при средней температуре воздуха –2,2°C.

5. Расчётный коэффициент теплопроводности изделий AEROFLEX принят в соответствии с таблицей 10.2.

6. Рекомендуемая толщина тепловой изоляции принята в соответствии с действующей номенклатурой изделий AEROFLEX и не отличается от расчетной более чем на 3 мм в сторону уменьшения (п. 9.5 альбома).

7. В таблицах Б1–Б12 для трубопроводов диаметром до 170 мм (включительно) в качестве первого изоляционного слоя приняты трубки AEROFLEX марки EPDM, для трубопроводов диаметром до 160 мм (включительно) – трубки AEROFLEX марки EPDM HT. В качестве второго слоя приняты изделия AEROFLEX марок EPDM и EPDM HT в форме листов или рулонов.

Для трубопроводов диаметром более 170 мм в качестве первого и последующих слоев теплоизоляции приняты изделия AEROFLEX марок EPDM и EPDM HT в форме листов или рулонов.

Толщины изделий указаны с учетом выпускаемой номенклатурой изделий AEROFLEX.

8. Приложение Б. Перечень таблиц:

Номер	Наименование	Стр.
Б1	Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM без покрытий и с покрытиями, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по норме плотности теплового потока, для оборудования и трубопроводов, расположенных на улице и с количеством часов работы в год более 5000.	130
Б2	Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM без покрытий и с покрытиями, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по норме плотности теплового потока, для оборудования и трубопроводов, расположенных на улице и с количеством часов работы в год 5000 и менее.	131
Б3	Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM с покрытиями Aeroflex Alu, Metal Pro, FG Alu, а также с покрывными слоями из алюминия и алюминиевой фольги, нержавеющей и оцинкованной стали, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по норме плотности теплового потока, для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении и с количеством часов работы в год более 5000.	132
Б4	Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM с покрытиями Aeroflex Alu, Metal Pro, FG Alu, а также с покрывными слоями из алюминия и алюминиевой фольги, нержавеющей и оцинкованной стали, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по норме плотности теплового потока, для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении и с количеством часов работы в год 5000 и менее.	133
Б5	Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM без покрытий, с покрытиями Aeroflex FG и Aerojacket, а также с иными неметаллическими покрывными слоями, например, из стеклотканей и пластиков, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по норме плотности теплового потока, для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении и с количеством часов работы в год более 5000.	134
Б6	Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM без покрытий, с покрытиями Aeroflex FG и Aerojacket, а также с иными неметаллическими покрывными слоями, например, из стеклотканей и пластиков, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по норме плотности теплового потока, для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении и с количеством часов работы в год 5000 и менее.	135
Б7	Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM HT без покрытий и с покрытиями, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по норме плотности теплового потока, для оборудования и трубопроводов, расположенных на улице и с количеством часов работы в год более 5000.	136
Б8	Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM HT без покрытий и с покрытиями, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по норме плотности теплового потока, для оборудования и трубопроводов, расположенных на улице и с количеством часов работы в год 5000 и менее.	137
Б9	Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM HT с покрытиями Aeroflex Metal Pro, FG Alu, а также с покрывными слоями из алюминия и алюминиевой фольги, нержавеющей и оцинкованной стали, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по норме плотности теплового потока, для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении и с количеством часов работы в год более 5000.	138
Б10	Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM HT с покрытиями Aeroflex Metal Pro, FG Alu, а также с покрывными слоями из алюминия и алюминиевой фольги, нержавеющей и оцинкованной стали, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по норме плотности теплового потока, для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении и с количеством часов работы в год 5000 и менее.	139
Б11	Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM HT без покрытий, с покрытиями Aeroflex FG и Aerojacket, а также с иными неметаллическими покрывными слоями, например, из стеклотканей и пластиков, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по норме плотности теплового потока, для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении и с количеством часов работы в год более 5000.	140
Б12	Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM HT без покрытий, с покрытиями Aeroflex FG и Aerojacket, а также с иными неметаллическими покрывными слоями, например, из стеклотканей и пластиков, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по норме плотности теплового потока, для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении и с количеством часов работы в год 5000 и менее.	141

Таблица Б1. Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM без покрытий и с покрытиями, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по норме плотности теплового потока, для оборудования и трубопроводов, расположенных на улице и с количеством часов работы в год более 5000.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура вещества, °C										
	50	60	70	80	90	100	110	120	130		
	Толщина изделий AEROFLEX EPDM», мм										
22	25	25	32	32	32	32	32	40	40	40	
28	25	25	32	32	32	32	40	40	40	40	
35	25	32	32	40	40	40	40	40	40	40	
42	32	32	40	40	40	40	50	50	50	50	
48	32	40	40	40	40	50	50	50	50	50	
57	32	40	40	40	40	50	50	50	50	50	
60	32	40	40	40	50	50	50	50	50	50	
76	32	40	40	50	50	50	50	50	50	32+19	
89	40	40	50	50	50	50	32+19	32+25	32+25	32+25	
108	40	50	50	50	50	32+25	32+25	32+25	32+25	32+32	
114	40	50	50	50	32+25	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	
133	50	50	50	32+19	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	32+32	
140	50	50	50	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	32+32	40+32	
160	50	50	32+19	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	32+32	40+32	
170	50	32+19	32+25	32+25	32+32	32+32	40+25	40+32	40+32	40+32	
219	50	32+25	32+25	32+32	32+32	40+25	40+32	40+32	40+32	40+32	
273	50	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32	50+25	50+25	40+40	
325	50	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	50+25	50+25	50+25	40+40	
377	50	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	50+25	50+25	50+25	40+40	
426	50	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	50+25	50+25	50+25	40+40	
473	50	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	50+25	50+25	50+25	40+40	
530	50	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	50+25	50+32	50+32	50+32	
630	32+19	32+25	32+32	40+25	40+32	50+25	50+32	50+32	50+32	50+40	
720	32+19	32+25	32+32	40+32	40+32	50+25	50+32	50+40	50+40	50+40	
820	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	50+32	50+32	50+40	50+40	50+40	
920	32+25	32+32	40+25	40+32	50+25	50+32	50+40	50+40	50+40	50+40	
1020	32+25	32+32	40+32	40+32	50+25	50+32	50+40	50+40	50+40	50+40	
1420	32+25	32+32	40+32	40+32	50+32	50+40	50+40	50+40	50+40	50+50	
Более 1420, оборудование, плоская стенка	32+32	40+32	50+25	50+32	50+40	50+50	50+50	50+32+25	50+32+25	50+32+25	

Таблица Б2. Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM без покрытий и с покрытиями, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по норме плотности теплового потока, для оборудования и трубопроводов, расположенных на улице и с количеством часов работы в год 5000 и менее.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура вещества, °С										
	50	60	70	80	90	100	110	120	130		
	Толщина изделий AEROFLEX EPDM®, мм										
22	25	25	32	32	32	32	32	32	32	32	32
28	25	32	32	32	32	32	32	32	32	32	40
35	32	32	32	32	32	40	40	40	40	40	40
42	32	32	32	40	40	40	40	40	40	40	40
48	32	32	40	40	40	40	40	40	40	40	40
57	32	32	40	40	40	40	40	40	40	40	40
60	32	40	40	40	40	40	50	50	50	50	50
76	40	40	40	40	40	50	50	50	50	50	50
89	40	40	40	40	50	50	50	50	50	50	50
108	40	40	50	50	50	50	50	50	50	32+19	32+19
114	40	50	50	50	50	50	32+19	32+25	32+25	32+25	32+25
133	40	50	50	50	50	50	32+25	32+25	32+25	32+25	32+25
140	50	50	50	50	32+19	32+25	32+25	32+25	32+25	32+25	32+32
160	50	50	50	50	32+25	32+25	32+25	32+25	32+25	32+25	32+32
170	50	50	32+19	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	32+32	32+32	32+32
219	50	50	32+19	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	32+32	32+32	32+32
273	50	32+19	32+25	32+32	32+32	32+32	32+32	40+25	40+25	40+32	40+32
325	50	32+19	32+25	32+32	32+32	32+32	40+25	40+25	40+25	40+32	40+32
377	50	32+19	32+25	32+32	32+32	32+32	40+25	40+25	40+25	40+32	40+32
426	50	32+19	32+25	32+32	32+32	32+32	40+25	40+25	40+25	40+32	40+32
473	50	32+19	32+25	32+32	32+32	32+32	40+25	40+25	40+25	40+32	40+32
530	50	32+19	32+25	32+32	32+32	32+32	40+25	40+25	40+32	40+32	40+32
630	50	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32	40+32	40+32
720	50	32+25	32+25	32+32	32+32	40+25	40+32	40+32	40+32	40+32	40+32
820	50	32+25	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32	40+32	50+25	50+25
920	50	32+25	32+32	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32	40+32	50+25	50+25
1020	50	32+25	32+32	32+32	40+25	40+32	40+32	50+25	50+25	50+32	50+32
1420	32+25	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	50+25	50+32	50+32	50+32	50+32
Более 1420, оборудование, плоская стенка	50	32+25	32+25	32+32	40+25	40+32	50+25	50+32	50+32	50+32	50+32

Таблица Б3. Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM с покрытиями Aeroflex Alu, Metal Pro, FG Alu, а также с покрывными слоями из алюминия и алюминиевой фольги, нержавеющей и оцинкованной стали, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по норме плотности теплового потока, для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении и с количеством часов работы в год более 5000.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура вещества, °C										
	50	60	70	80	90	100	110	120	130		
	Толщина изделий AEROFLEX EPDM, мм										
22	19	25	25	25	32	32	32	32	32	32	32
28	19	25	25	25	32	32	32	32	32	32	32
35	19	25	25	25	32	32	32	32	32	32	40
42	25	25	25	32	32	32	40	40	40	40	40
48	25	25	32	32	32	32	40	40	40	40	40
57	25	32	32	32	32	40	40	40	40	40	40
60	25	32	32	32	40	40	40	40	40	40	40
76	25	32	32	40	40	40	40	40	40	50	50
89	32	32	40	40	40	40	50	50	50	50	50
108	32	40	40	40	50	50	50	50	50	50	50
114	32	40	40	50	50	50	50	50	50	32+19	32+19
133	32	40	40	50	50	50	50	50	50	32+25	32+25
140	40	40	50	50	50	50	32+19	32+25	32+25	32+25	32+25
160	40	40	50	50	50	50	32+25	32+25	32+25	32+25	32+25
170	40	40	50	50	50	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	32+32
219	40	50	50	50	32+19	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	32+32
273	40	50	50	32+19	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	40+32	40+32
325	40	50	50	32+25	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32	40+32
377	40	50	32+19	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32	40+32	40+32
426	40	50	32+25	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32	50+25	50+25
473	50	50	32+25	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32	50+25	50+25
530	50	50	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	50+25	50+32	50+32	50+32
630	50	32+19	32+25	32+32	40+32	40+32	40+32	50+25	50+32	50+32	50+32
720	50	32+19	32+25	32+32	40+32	40+32	40+40	50+32	50+32	50+32	50+32
820	50	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	40+40	50+32	50+40	50+40	50+40
920	50	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	40+40	50+32	50+40	50+40	50+40
1020	50	32+25	32+32	40+32	40+32	40+40	40+40	50+32	50+40	50+40	50+40
1420	50	32+25	32+32	40+32	40+32	40+40	40+40	50+40	50+40	50+40	50+40
Более 1420, оборудование, плоская стенка	50	32+25	32+32	32+32	40+32	50+25	40+40	50+40	50+40	50+40	50+40

Таблица Б4. Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM с покрытиями Aeroflex Alu, Metal Pro, FG Alu, а также с покрывными слоями из алюминия и алюминиевой фольги, нержавеющей и оцинкованной стали, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по нормам плотности теплового потока, для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении и с количеством часов работы в год 5000 и менее.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура вещества, °С										
	50	60	70	80	90	100	110	120	130	Толщина изделий AEROFLEX EPDM, мм	
	19	19	25	25	25	25	25	25	25		
22	19	19	25	25	25	25	25	25	25	25	25
28	19	19	25	25	25	25	25	25	25	25	32
35	19	25	25	25	25	25	25	25	25	32	32
42	19	25	25	25	25	25	32	32	32	32	32
48	19	25	25	25	32	32	32	32	32	32	32
57	25	25	25	32	32	32	32	32	32	32	32
60	25	25	32	32	32	32	32	32	32	32	40
76	25	25	32	32	32	32	40	40	40	40	40
89	25	32	32	32	32	32	40	40	40	40	40
108	25	32	32	40	40	40	40	40	40	40	40
114	32	32	32	40	40	40	40	40	40	50	50
133	32	32	40	40	40	40	50	50	50	50	50
140	32	32	40	40	40	40	50	50	50	50	50
160	32	32	40	40	40	50	50	50	50	50	50
170	32	40	40	40	50	50	50	50	50	50	50
219	32	40	40	40	50	50	50	50	50	50	50
273	32	40	40	50	50	50	50	32+19	32+25	32+25	32+25
325	32	40	40	50	50	50	32+19	32+25	32+25	32+25	32+25
377	32	40	50	50	50	50	32+25	32+25	32+25	32+25	32+32
426	40	40	50	50	50	32+19	32+25	32+25	32+25	32+25	32+32
473	40	40	50	50	50	32+25	32+25	32+25	32+25	32+25	32+32
530	40	40	50	50	32+19	32+25	32+25	32+25	32+25	32+25	32+32
630	40	50	50	50	32+25	32+25	32+25	32+25	32+25	32+25	40+25
720	40	50	50	50	32+25	32+25	32+25	32+25	32+25	32+25	40+32
820	40	50	50	32+19	32+25	32+25	32+25	32+25	32+25	32+25	40+32
920	40	50	50	32+19	32+25	32+25	32+25	32+25	32+25	32+25	40+32
1020	40	50	50	32+25	32+25	32+25	32+25	32+25	32+25	32+25	40+32
1420	40	50	50	32+25	32+25	32+25	32+25	32+25	32+25	32+25	40+32
Более 1420, оборудование, плоская стенка	40	50	32+19	32+25	32+25	40+25	40+32	50+25	40+40		

Таблица Б5. Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM без покрытий, с покрытиями Aerojacket, а также с иными неметаллическими
покрытыми слоями, например, из стеклотканей и пластиков, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по
норме плотности теплового потока, для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении и с количеством часов
работы в год более 5000.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура вещества, °C										
	50	60	70	80	90	100	110	120	130		
	Толщина изделий AEROFLEX EPDM®, мм										
22	25	25	25	32	32	32	32	32	32	32	32
28	25	25	25	32	32	32	32	32	32	32	40
35	25	25	25	32	32	32	32	40	40	40	40
42	25	32	32	32	32	40	40	40	40	40	40
48	25	32	32	32	40	40	40	40	40	40	40
57	25	32	32	40	40	40	40	40	40	40	40
60	32	32	32	40	40	40	40	40	50	50	
76	32	32	40	40	40	40	50	50	50	50	
89	32	32	40	40	50	50	50	50	50	50	
108	32	40	40	50	50	50	50	50	32+19	32+25	32+19
114	40	40	50	50	50	50	50	32+19	32+25	32+25	32+25
133	40	40	50	50	50	50	50	32+19	32+25	32+25	32+25
140	40	40	50	50	50	32+19	32+25	32+25	32+25	32+32	
160	40	40	50	50	50	32+25	32+25	32+25	32+25	32+32	
170	40	50	50	50	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	32+32	
219	40	50	50	32+19	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	32+32	
273	40	50	50	32+25	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32	
325	50	50	32+19	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32	40+32	
377	50	50	32+25	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32	50+25	
426	50	50	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32	40+32	50+25	
473	50	50	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32	50+25	50+32	
530	50	32+19	32+25	32+32	40+25	40+32	40+32	50+32	50+32	50+32	
630	50	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	50+25	50+32	50+32	50+32	
720	50	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	50+32	50+32	50+40	50+40	
820	50	32+25	32+32	40+25	40+32	50+25	50+32	50+32	50+40	50+40	
920	50	32+25	32+32	40+32	40+32	50+25	50+32	50+32	50+40	50+40	
1020	50	32+25	32+32	40+32	40+32	50+25	50+32	50+40	50+40	50+40	
1420	50	32+25	32+32	40+32	50+25	40+40	50+32	50+40	50+50	50+50	
Более 1420, оборудование, плоская стенка	50	32+25	32+32	40+32	40+32	40+40	50+32	50+40	50+40	50+40	

Таблица Б6. Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM без покрытий, с покрытиями AeroFlex FG и AeroJacket, а также с иными неметаллическими
покрывными слоями, например, из стеклотканей и пластиков, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по
норме плотности теплового потока, для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении и с количеством часов
работы в год 5000 и менее.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура вещества, °С										
	50	60	70	80	90	100	110	120	130	Толщина изделий AEROFLEX EPDM», мм	
22	25	25	25	25	25	25	25	32	32	32	32
28	25	25	25	25	25	25	25	32	32	32	32
35	25	25	25	25	25	25	25	32	32	32	32
42	25	25	25	32	32	32	32	32	32	32	32
48	25	25	25	32	32	32	32	32	32	32	32
57	25	25	32	32	32	32	32	40	40	40	40
60	25	32	32	32	32	40	40	40	40	40	40
76	25	32	32	32	32	40	40	40	40	40	40
89	25	32	32	32	40	40	40	40	40	40	40
108	32	32	32	40	40	40	40	50	50	50	50
114	32	32	40	40	40	50	50	50	50	50	50
133	32	32	40	40	40	50	50	50	50	50	50
140	32	40	40	40	50	50	50	50	50	50	50
160	32	40	40	40	50	50	50	50	50	50	50
170	32	40	40	50	50	50	50	50	50	32+19	32+19
219	32	40	40	50	50	50	50	32+19	32+19	32+25	32+25
273	32	40	40	50	50	50	50	32+25	32+25	32+25	32+25
325	40	40	50	50	50	50	50	32+25	32+25	32+25	32+25
377	40	40	50	50	50	32+25	32+25	32+25	32+25	32+32	32+32
426	40	40	50	50	32+19	32+25	32+25	32+25	32+25	32+32	32+32
473	40	50	50	50	32+25	32+25	32+25	32+25	32+25	32+32	32+32
530	40	50	50	50	32+25	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	32+32
630	40	50	50	32+19	32+25	32+25	32+25	32+32	32+32	40+25	40+25
720	40	50	50	32+25	32+25	32+32	32+32	40+25	40+25	40+32	40+32
820	40	50	50	32+25	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32	40+32
920	40	50	50	32+25	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32	40+32
1020	40	50	50	32+25	32+32	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32	40+32
1420	40	50	32+19	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32	50+25	50+25
Более 1420, оборудование, плоская стенка	40	50	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	50+25	50+25	50+32	50+32

Таблица Б7. Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM HT без покрытий и с покрытиями, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по норме плотности теплового потока, для оборудования и трубопроводов, расположенных на улице и с количеством часов работы в год более 5000.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура вещества, °С						
	90	100	110	120	130	140	150
	Толщина изделий AEROFLEX EPDM HT», мм						
22	32	32	32	32	32	40	40
28	32	32	32	32	40	40	40
35	32	40	40	40	40	40	40
42	40	40	40	40	40	40	40
48	40	40	40	40	40	50	50
57	40	40	40	40	50	50	50
60	40	40	50	50	50	50	50
76	40	50	50	50	50	50	50
89	50	50	50	50	50	32+19	32+25
108	50	50	50	32+25	32+25	32+25	32+25
114	50	32+19	32+25	32+25	32+25	32+32	32+32
133	50	32+25	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32
140	32+25	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	32+32
160	32+25	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	32+32
170	32+25	32+32	32+32	32+32	32+32	40+32	40+32
219	32+32	32+32	32+32	40+25	40+32	40+32	40+32
273	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32	50+25	50+25
325	32+32	40+32	40+32	40+32	50+25	50+25	50+25
377	32+32	40+32	40+32	40+32	50+25	50+25	50+25
426	32+32	40+32	40+32	40+32	50+25	50+25	50+32
473	32+32	40+32	40+32	40+32	50+25	50+25	50+32
530	32+32	40+32	40+32	40+32	50+25	50+32	50+32
630	40+25	40+32	40+32	50+25	50+32	50+32	50+40
720	40+32	40+32	50+25	50+32	50+32	50+32	50+40
820	40+32	40+32	50+25	50+32	50+32	50+40	50+40
920	40+32	50+25	50+32	50+32	50+40	50+40	50+40
1020	40+32	50+25	50+32	50+32	50+40	50+40	50+40
1420	50+25	50+32	50+32	50+40	50+40	50+50	50+50
Более 1420, оборудование, плоская стенка	50+32	50+40	50+50	50+50	50+50	50+32+25	50+32+25

Таблица Б8. Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM HT без покрытий и с покрытиями, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по норме плотности теплового потока, для оборудования и трубопроводов, расположенных на улице и с количеством часов работы в год 5000 и менее.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура вещества, °C							
	90	100	110	120	130	140	150	
	Толщина изделий AEROFLEX EPDM HT», мм							
22	32	32	32	32	32	32	32	32
28	32	32	32	32	32	32	32	32
35	32	32	32	32	32	40	40	40
42	32	40	40	40	40	40	40	40
48	40	40	40	40	40	40	40	40
57	40	40	40	40	40	40	40	40
60	40	40	40	40	40	40	40	50
76	40	40	40	50	50	50	50	50
89	40	40	50	50	50	50	50	50
108	50	50	50	50	50	50	50	50
114	50	50	50	50	50	32+19	32+25	32+25
133	50	50	50	50	32+19	32+25	32+25	32+25
140	50	50	32+19	32+25	32+25	32+25	32+25	32+25
160	50	50	32+19	32+25	32+25	32+25	32+25	32+25
170	32+19	32+25	32+25	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32
219	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	32+32	32+32	32+32
273	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	32+32	32+32	40+32
325	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	32+32	32+32	40+32
377	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	32+32	32+32	40+32
426	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	32+32	32+32	40+32
473	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	40+25	40+32	40+32
530	32+25	32+32	32+32	32+32	40+25	40+32	40+32	40+32
630	32+25	32+32	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32	40+32
720	32+32	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32	40+32	40+32
820	32+32	32+32	40+25	40+32	40+32	40+32	40+32	50+25
920	32+32	32+32	40+25	40+32	40+32	50+25	50+25	50+25
1020	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32	50+25	50+32	50+32
1420	32+32	40+32	40+32	40+32	50+25	50+32	50+32	50+32
Более 1420, оборудование, плоская стенка	32+32	40+25	40+32	50+25	50+32	50+32	50+32	50+32

Таблица Б9. Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM HT с покрытиями Aeroflex Metal Pro, FG Alu, а также с покрывными слоями из алюминия и алюминиевой фольги, нержавеющей и оцинкованной стали, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по нормам плотности теплового потока, для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении и с количеством часов работы в год более 5000.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура вещества, °С							
	90	100	110	120	130	140	150	
	Толщина изделий AEROFLEX EPDM HT», мм							
22	25	32	32	32	32	32	32	32
28	25	32	32	32	32	32	32	32
35	25	32	32	32	32	32	32	32
42	32	32	32	32	40	40	40	40
48	32	32	32	32	40	40	40	40
57	32	32	32	40	40	40	40	40
60	32	32	40	40	40	40	40	40
76	40	40	40	40	40	40	40	40
89	40	40	40	40	50	50	50	50
108	40	40	50	50	50	50	50	50
114	50	50	50	50	50	50	50	50
133	50	50	50	50	50	50	32+25	32+25
140	50	50	50	50	32+19	32+25	32+25	32+25
160	50	50	50	50	32+25	32+25	32+25	32+25
170	50	50	32+25	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32
219	50	50	32+25	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32
273	32+19	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	40+25	40+25
325	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32
377	32+25	32+32	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32	40+32
426	32+25	32+32	32+32	40+25	40+32	40+32	50+25	50+25
473	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32	50+25	50+25
530	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32	50+25	50+32	50+32
630	32+32	32+32	40+32	40+32	50+25	50+32	50+32	50+32
720	32+32	40+25	40+32	50+25	50+32	50+32	50+32	50+32
820	32+32	40+32	40+32	50+25	50+32	50+32	50+40	50+40
920	32+32	40+32	40+32	50+32	50+32	50+32	50+40	50+40
1020	40+32	40+32	50+25	50+32	50+32	50+40	50+40	50+40
1420	40+32	40+32	50+25	50+32	50+40	50+40	50+40	50+40
Более 1420, оборудование, плоская стенка	40+32	40+32	50+25	50+32	50+40	50+40	50+40	50+40

Таблица Б10. Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM HT с покрытиями Aeroflex Metal Pro, FG Alu, а также с покрывными слоями из алюминия и алюминиевой фольги, нержавеющей и оцинкованной стали, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по норме плотности теплового потока, для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении и с количеством часов работы в год 5000 и менее.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура вещества, °C									
	90	100	110	120	130	140	150	Толщина изделий AEROFLEX EPDM HT», мм		
22	19	19	25	25	25	25	25	25	25	25
28	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
35	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
42	25	25	25	32	32	32	32	32	32	32
48	25	25	32	32	32	32	32	32	32	32
57	25	32	32	32	32	32	32	32	32	32
60	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
76	32	32	32	32	32	40	40	40	40	40
89	32	32	32	40	40	40	40	40	40	40
108	32	40	40	40	40	40	40	40	40	40
114	40	40	40	40	40	50	50	50	50	50
133	40	40	40	40	40	50	50	50	50	50
140	40	40	40	40	50	50	50	50	50	50
160	40	40	40	50	50	50	50	50	50	50
170	40	40	50	50	50	50	50	50	50	50
219	40	50	50	50	50	50	50	50	50	50
273	50	50	50	50	50	32+19	32+19	32+19	32+19	32+25
325	50	50	50	50	32+25	32+25	32+25	32+25	32+25	32+25
377	50	50	50	32+25	32+25	32+25	32+25	32+25	32+25	32+32
426	50	50	32+19	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	32+32	32+32
473	50	50	32+19	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	32+32	32+32
530	50	50	32+25	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	32+32	32+32
630	50	32+25	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	32+32	32+32	40+25
720	50	32+25	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	32+32	32+32	40+32
820	32+19	32+25	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	32+32	32+32	40+32
920	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	32+32	32+32	32+32	32+32	40+32
1020	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	40+25	40+25	40+32	40+32	40+32
1420	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32	40+32	40+32
Более 1420, оборудование, плоская стенка	32+25	32+32	40+25	40+32	50+25	50+25	50+25	50+25	50+25	50+32

Таблица Б11. Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM HT без покрытий, с покрытиями Aerojacket, а также с иными неметаллическими
покрытыми слоями, например, из стеклотканей и пластика, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по норме
плотности теплового потока, для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении и с количеством часов работы в
год более 5000.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура вещества, °C						
	90	100	110	120	130	140	150
	Толщина изделий AEROFLEX EPDM HT», мм						
22	32	32	32	32	32	32	32
28	32	32	32	32	32	32	32
35	32	32	32	32	32	40	40
42	32	32	32	40	40	40	40
48	32	32	40	40	40	40	40
57	32	40	40	40	40	40	40
60	40	40	40	40	40	40	50
76	40	40	40	40	50	50	50
89	40	40	50	50	50	50	50
108	50	50	50	50	50	50	50
114	50	50	50	50	50	32+25	32+25
133	50	50	50	50	32+19	32+25	32+25
140	50	50	50	32+25	32+25	32+25	32+25
160	50	50	32+19	32+25	32+25	32+25	32+32
170	50	32+25	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32
219	50	32+25	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32
273	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	40+25	40+32
325	32+25	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32
377	32+32	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32	50+25
426	32+32	32+32	32+32	40+32	40+32	50+25	50+25
473	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32	50+25	50+32
530	32+32	32+32	40+32	40+32	50+25	50+32	50+32
630	32+32	40+32	40+32	50+25	50+32	50+32	50+32
720	32+32	40+32	40+32	50+25	50+32	50+32	50+40
820	40+25	40+32	50+25	50+32	50+32	50+40	50+40
920	40+32	40+32	50+25	50+32	50+32	50+40	50+40
1020	40+32	40+32	50+25	50+32	50+32	50+40	50+40
1420	40+32	50+25	50+32	50+32	50+40	50+40	50+50
Более 1420, оборудование, плоская стенка	40+32	50+25	40+40	50+32	50+40	50+40	50+50

Таблица Б12. Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM HT без покрытий, с покрытиями Aerojacket, а также с иными неметаллическими
покрытыми слоями, например, из стеклотканей и пластика, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по норме
плотности теплового потока, для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении и с количеством часов работы в
год 5000 и менее.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура вещества, °С						
	90	100	110	120	130	140	150
	Толщина изделий AEROFLEX EPDM HT», мм						
22	25	25	25	25	25	25	32
28	25	25	25	25	25	32	32
35	25	25	25	32	32	32	32
42	25	32	32	32	32	32	32
48	32	32	32	32	32	32	32
57	32	32	32	32	32	32	32
60	32	32	32	32	40	40	40
76	32	32	32	40	40	40	40
89	32	32	40	40	40	40	40
108	40	40	40	40	40	50	50
114	40	40	40	50	50	50	50
133	40	40	40	50	50	50	50
140	40	50	50	50	50	50	50
160	40	50	50	50	50	50	50
170	40	50	50	50	50	50	32+25
219	50	50	50	50	50	32+19	32+25
273	50	50	50	50	32+19	32+25	32+25
325	50	50	50	32+25	32+25	32+25	32+25
377	50	50	32+25	32+25	32+25	32+32	32+32
426	50	50	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32
473	50	32+19	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32
530	50	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	40+25
630	32+19	32+25	32+25	32+32	32+32	40+25	40+32
720	32+25	32+25	32+32	32+32	32+32	40+32	40+32
820	32+25	32+25	32+32	32+32	40+25	40+32	40+32
920	32+25	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32
1020	32+25	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32
1420	32+25	32+32	32+32	40+32	40+32	40+32	50+25
Более 1420, оборудование, плоская стенка	32+32	32+32	40+32	40+32	50+25	40+40	50+32

ТОЛЩИНА ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ИЗ ИЗДЕЛИЙ AEROFLEX, ОТВЕЧАЮЩАЯ НОРМАМ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА, В КОНСТРУКЦИЯХ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ С НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫМИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯМИ.

Общие положения.

1. Все расчёты выполнены в соответствии с методикой определения толщины тепловой изоляции, указанной в СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов», приложение В, метод расчета В.2.1, а также рекомендациями раздела 10.3 настоящего альбома.

2. Значения нормы плотности теплового потока принимались по таблицам 6–7 СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

3. Расчетная температура окружающей среды при размещении оборудования в помещении принималась равной +20°C.

4. Расчетная температура окружающей среды при размещении оборудования на улице принималась в соответствии с СП 131.13330.2020 «Строительная климатология»:

- среднегодовая температура для г. Москва +5,6°C.

5. Расчётный коэффициент теплопроводности изделий AEROFLEX принят в соответствии с таблицей 10.2.

6. Рекомендуемая толщина тепловой изоляции принята в соответствии с действующей номенклатурой изделий AEROFLEX и не отличается от расчетной более чем на 3 мм в сторону уменьшения (п. 9.5 альбома).

7. В таблицах В1 – В3 для трубопроводов диаметром до 170 мм включительно в качестве первого изоляционного слоя приняты трубки AEROFLEX марки EPDM. В качестве второго и последующих слоев приняты изделия AEROFLEX марки EPDM в форме листов или рулонов.

Для трубопроводов диаметром более 170 мм в качестве первого и последующих слоев теплоизоляции приняты изделия AEROFLEX марки EPDM в форме листов или рулонов.

Толщины изделий указаны с учетом выпускаемой номенклатурой изделий AEROFLEX.

2. Приложение В. Перечень таблиц:

Номер	Наименование	Стр.
В1	Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM с покрытиями Alu, Metal Pro, FG Alu, а также с иными покрывными слоями из алюминия и алюминиевой фольги, нержавеющей и оцинкованной стали, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по норме плотности теплового потока, для оборудования и трубопроводов с отрицательными температурами теплоносителя, расположенных в помещении.	143
В2	Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM без покрытий, с покрытиями FG и Aerojacket, а также с иными неметаллическими покрывными слоями, например, из стеклотканей и пластиков, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по норме плотности теплового потока, для оборудования и трубопроводов с отрицательными температурами теплоносителя, расположенных в помещении.	144
В3	Толщина тепловой изоляции из изделий AEROFLEX EPDM в покрытиях и без, отвечающая нормам плотности теплового потока в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с отрицательными температурами теплоносителя, расположенных на открытом воздухе.	145

Таблица В1. Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM с покрытиями Alu, Metal Pro, FG Alu, а также с иными покрытиями слоями из алюминия и алюминиевой фольги, нержавеющей и оцинкованной стали, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по норме плотности теплового потока, для оборудования и трубопроводов с отрицательными температурами теплоносителя, расположенных в помещении.

Внешний диаметр трубопровода, мм	Температура вещества, °С										
	0	– 10	– 20	– 40	– 60	– 80	– 100	– 120	– 140	– 160	– 180
	Толщина изоляционного слоя из изделий «AEROFLEX EPDM», мм										
28	19	25	40	32+32	40+40	50+50	50+32+25	50+50+50	50+50+50	50+40+25	50+40+25
35	19	25	40	32+32	50+32	50+50	50+40+25	50+40	40+40	50+40	40+32
42	19	32	50	40+32	50+32	50+50	50+40+25	50+40	50+40	50+40	50+32
48	19	40	50	40+32	50+32	50+50	50+40+25	50+40	50+50	50+40	50+40
57	25	40	50	40+32	50+32	50+50	50+50	50+50	50+50	50+50	50+50
60	25	40	50	40+32	50+32	50+50	50+32+25	50+50	50+50	50+32+25	50+50
76	25	40	32+25	40+40	50+40	50+32+32	50+40+25	50+40+25	50+40+25	50+40+32	50+40+25
89	25	50	32+25	40+40	50+32+25	50+32+32	50+40+32	50+40+32	50+50+40	50+50+32	50+50+25
108	32	50	32+32	50+40	50+32+32	50+50+32	50+50+40	50+50+40	50+50+50	50+50+50	50+50+50
114	32	50	32+32	50+40	50+40+32	50+50+32	50+50+40	50+50+50	50+50+32+32	50+50+32+25	50+50+50
133	32	32+19	40+32	50+50	50+40+32	50+50+32	50+50+40	50+50+32+25	50+50+32+32	50+50+50	50+50+32+25
159	32	32+19	40+32	50+50	50+50+25	50+50+32	50+50+32+25	50+50+32+32	50+50+32+32	50+50+40+32	50+50+32+25
165	40	32+19	50+25	50+50	50+50+32	50+50+40	50+50+32+32	50+50+40+32	50+50+40+32	50+50+40+32	50+50+32+32
219	40	32+25	50+25	50+50	50+50+32	50+50+50	50+50+32+32	50+50+40+32	50+50+40+32	50+50+50+32	50+50+50+25
273	40	32+32	40+40	50+40+32	50+50+40	50+50+50	50+50+40+40	50+50+50+32	50+50+50+32	50+50+50+32	50+50+50+40
325	40	32+32	40+40	50+40+32	50+50+40	50+50+32+25	50+50+50+25	50+50+50+32	50+50+50+40	50+50+50+50	50+50+50+50
377	40	32+32	50+32	50+40+32	50+50+40	50+50+40+25	50+50+40+40	50+50+50+50	50+50+50+32+25	50+50+50+40+25	50+50+50+32+25
426	50	32+32	50+32	50+40+32	50+5050	50+50+40+25	50+50+50+40	50+50+50+32+25	50+50+50+32+32	50+50+50+40+25	50+50+50+40+32
473	50	32+32	50+32	50+40+32	50+50+50	50+50+50+32	50+50+50+50	50+50+50+32+32	50+50+50+50+32	50+50+50+50+32	50+50+50+50+32
530	50	32+32	50+40	50+40+32	50+50+32+25	50+50+50+40	50+50+50+32+25	50+50+50+50+25	50+50+50+50+32	50+50+50+50+50	50+50+50+50+32+25
Плоские и цилиндрические по верхности с внутренним диаметром более 500 мм	50	32+32	40+40	50+32+32	50+50+40	50+50+32+32	50+50+50+32	50+50+50+50	50+50+50+32+25	50+50+50+40+32	50+50+50+50+32

Таблица В2. Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM без покрытий, с покрытиями FG и Aerojacket, а также с иными неметаллическими покрывными слоями, например, из стеклотканей и пластиков, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по норме плотности теплового потока, для оборудования и трубопроводов с отрицательными температурами теплоносителя, расположенных в помещении.

Внешний диаметр трубопровода, мм	Температура вещества, °С										
	0	– 10	– 20	– 40	– 60	– 80	– 100	– 120	– 140	– 160	– 180
	Толщина изоляционного слоя из изделий AEROFLEX EPDM», мм										
28	19	25	40	40+32	50+40	50+32+25	50+40+32	50+50+40+32	50+50+40+32	50+50+32	50+50+32
35	19	25	40	40+32	50+40	50+32+25	50+40+32	50+40	50+32	50+40	40+32
42	19	32	50	40+32	50+40	50+32+25	50+40+32	50+50	50+50	50+50	50+32
48	19	40	50	40+32	40+40	50+50	50+40+25	50+50	50+50	50+50	50+40
57	25	40	50	40+32	40+40	50+50	50+50	50+50	50+50	50+50	50+50
60	25	40	50	50+25	50+40	50+32+25	50+32+25	50+32+25	50+50	50+32+25	50+32+25
76	32	40	32+32	40+40	50+50	50+40+25	50+40+32	50+40+32	50+40+32	50+50+25	50+40+32
89	32	50	32+32	40+40	50+32+32	50+40+32	50+50+25	50+50+32	50+50+40	50+50+40	50+50+32
108	32	50	32+32	50+40	50+40+32	50+50+32	50+50+40	50+50+40	50+50+32+25	50+50+50	50+50+50
114	32	50	40+32	50+40	50+40+32	50+50+40	50+50+50	50+50+50	50+50+32+32	50+50+32+32	50+50+32+25
133	32	32+25	40+32	50+50	50+40+32	50+50+40	50+50+50	50+50+32+32	50+50+32+32	50+50+32+25	50+50+32+32
159	40	32+25	50+25	50+50	50+50+32	50+50+40	50+50+32+25	50+50+40+25	50+50+40+32	50+50+40+32	50+50+32+32
165	40	32+25	50+25	50+50	50+50+32	50+50+40	50+50+32+32	50+50+40+32	50+50+40+32	50+50+40+40	50+50+32+32
219	40	32+25	40+40	50+50	50+50+32	50+50+50	50+50+32+32	50+50+50+25	50+50+40+32	50+50+50+40	50+50+40+40
273	50	32+32	40+40	50+40+32	50+50+40	50+50+32+25	50+50+50+32	50+50+50+40	50+50+50+40	50+50+50+40	50+50+50+40
325	50	32+32	50+32	50+40+32	50+50+40	50+50+32+25	50+50+50+32	50+50+50+40	50+50+50+40	50+50+50+50	50+50+50+50
377	50	32+32	50+32	50+40+32	50+50+40	50+50+40+32	50+50+50+32	50+50+50+50	50+50+50+32+32	50+50+50+40+25	50+50+50+32+32
426	50	32+32	50+32	50+40+32	50+50+32+25	50+50+40+32	50+50+50+40	50+50+50+32+25	50+50+50+32+32	50+50+50+40+32	50+50+50+50+25
473	50	32+32	50+40	50+40+32	50+50+32+25	50+50+40+40	50+50+50+32+25	50+50+50+40+25	50+50+50+50+32	50+50+50+50+40	50+50+50+50+40
530	50	32+32	50+40	50+40+32	50+50+32+25	50+50+50+40	50+50+50+32+25	50+50+50+50+32	50+50+50+50+40	50+50+50+50+50	50+50+50+50+32+25
Плоские и цилиндрические поверхности с внутренним диаметром более 500 мм	50	32+32	40+40	50+32+32	50+50+40	50+50+40+32	50+50+50+32	50+50+50+50	50+50+50+32+25	50+50+50+50+25	50+50+50+50+32

Таблица В3. Толщина тепловой изоляции из изделий AEROFLEX EPDM в покрытиях и без, отвечающая нормам плотности теплового потока в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с отрицательными температурами теплоносителя, расположенных на открытом воздухе.

Внешний диаметр трубопровода, мм	Температура вещества, °С										
	0	- 10	- 20	- 40	- 60	- 80	- 100	- 120	- 140	- 160	- 180
	Толщина изоляционного слоя из изделий «AEROFLEX EPDM», мм										
28	9	32	40	32+25	40+40	50+25	50+40	40+40	40+32	40+25	40+32
35	9	25	40	40+32	40+32	50+50	50+40	50+50	40+40	40+32	50+25
42	9	25	50	40+32	40+40	50+50	50+50	50+32+25	50+40	50+32	50+32
48	9	25	50	40+32	40+40	50+32+25	50+50	50+32+32	50+40	50+40	50+40
57	9	32	50	40+25	50+50	50+32+25	50+32+25	50+40+25	50+32+32	50+50	50+50
60	9	32	50	40+32	50+50	50+32+25	50+32+25	50+40+32	50+40+32	50+50	50+32+25
76	9	32	50	40+32	50+32+25	50+32+32	50+40+32	50+50+40	50+50+32	50+40+25	50+40+32
89	13	40	50	40+32	50+32+25	50+40+25	50+40+32	50+50+40	50+50+40	50+40+32	50+50+32
108	13	40	50	50+25	50+50	50+50+25	50+40+32	50+50+40	50+50+40	50+50+40	50+50+50
114	13	40	50	40+40	50+50	50+50+32	50+50+25	50+50+50	50+50+50	50+50+50	50+50+50
133	13	40	32+25	40+40	50+32+25	50+40+32	50+50+40	50+50+50	50+50+32+25	50+50+32+25	50+50+32+25
159	13	40	32+25	50+40	50+32+25	50+50+32	50+50+40	50+50+32+25	50+50+32+32	50+50+32+32	50+50+32+32
165	13	40	32+32	50+40	50+32+25	50+50+40	50+50+40	50+50+32+32	50+50+40+25	50+50+40+32	50+50+40+32
219	19	50	32+32	50+40	50+40+32	50+50+40	50+50+50	50+50+32+32	50+50+40+32	50+50+50+25	50+50+40+40
273	19	50	40+25	50+50	50+50+32	50+50+50	50+50+32+25	50+50+40+40	50+50+50+32	50+50+40+40	50+50+50+40
325	19	50	40+32	50+50	50+50+32	50+50+32+25	50+50+40+32	50+50+50+40	50+50+50+32	50+50+50+40	50+50+50+40
377	19	50	40+32	50+50	50+50+40	50+50+32+32	50+50+40+40	50+50+50+40	50+50+50+50	50+50+50+40	50+50+50+32+25
426	19	50	40+32	50+32+25	50+50+40	50+50+40+32	50+50+50+32	50+50+50+32+25	50+50+50+32+25	50+50+50+40+25	50+50+50+40+25
473	19	50	40+32	50+32+25	50+50+50	50+50+40+32	50+50+50+40	50+50+50+32+25	50+50+50+40+32	50+50+50+40+32	50+50+50+50+25
530	19	50	40+32	50+32+32	50+50+50	50+50+50+25	50+50+50+50	50+50+50+40+32	50+50+50+50+32	50+50+50+50+40	50+50+50+50+50
Плоские и цилиндрические поверхности с внутренним диаметром более 500 мм	19	50	40+32	50+40+25	50+50+50	50+50+40+40	50+50+50+32+32	50+50+50+50+32	50+50+50+50+40	50+50+50+50+50	50+50+50+50+50

ТОЛЩИНА ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ИЗ ИЗДЕЛИЙ AEROFLEX, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ ЗАДАННУЮ ТЕМПЕРАТУРУ НА ПОВЕРХНОСТИ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ И ОБОРУДОВАНИЯ.

Общие положения.

1. Все расчёты выполнены в соответствии с методикой определения толщины тепловой изоляции, указанной в СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов», приложение В, метод расчета В.2.3, а также рекомендациями раздела 10.5 настоящего альбома.

2. Расчетная температура окружающей среды при размещении оборудования в помещении принималась равной 20°C.

3. Расчетная температура окружающей среды при размещении оборудования на улице принималась в соответствии с СП 131.13330.2020 «Строительная климатология»:

- средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца для г. Москва +24.5°C.

4. Заданная температура на поверхности изоляции принималась в соответствии с указаниями СП 61.13330.2012, раздел 6.7, а также рекомендациями п. 10.5.5.

5. Расчётный коэффициент теплопроводности изделий AEROFLEX принят в соответствии с таблицей 10.2.

6. Рекомендуемая толщина тепловой изоляции принята в соответствии с действующей номенклатурой изделий AEROFLEX и не отличается от расчетной более чем на 3 мм в сторону уменьшения (п. 9.5 альбома).

7. В таблицах Г1 – Г2 для трубопроводов диаметром до 170 мм включительно в качестве первого изоляционного слоя приняты трубки AEROFLEX марки EPDM. В качестве второго и последующих слоев приняты изделия AEROFLEX марки EPDM в форме листов или рулонов.

Для трубопроводов диаметром более 170 мм в качестве первого и последующих изоляционных слоев приняты изделия AEROFLEX марки EPDM в виде листов или рулонов.

Толщины изделий указаны с учетом выпускаемой номенклатурой изделий AEROFLEX.

8. В таблицах Г3 – Г4 для трубопроводов диаметром до 160 мм включительно в качестве первого изоляционного слоя приняты трубки AEROFLEX марки EPDM HT. В качестве второго и последующих слоев приняты изделия AEROFLEX марки EPDM HT в форме листов или рулонов.

Для трубопроводов диаметром более 160 мм в качестве первого и последующих изоляционных слоев приняты изделия AEROFLEX марки EPDM HT в форме листов или рулонов.

Толщины изделий указаны с учетом выпускаемой номенклатурой изделий AEROFLEX.

9. Приложение Г. Перечень таблиц:

Номер	Наименование	Стр.
Г1	Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM с покрытиями ALU, Metal Pro, FG Alu, а также с покрывными слоями из алюминия и алюминиевой фольги, нержавеющей и оцинкованной стали, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по заданной температуре на поверхности изоляции, для оборудования и трубопроводов, расположенных на улице и в помещении.	147
Г2	Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM без покрытий, с покрытиями FG и Aerojacket, а также с иными неметаллическими покрывными слоями, например, из стеклотканей и пластиков, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по заданной температуре на поверхности изоляции, для оборудования и трубопроводов, расположенных на улице и в помещении	148
Г3	Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM HT с покрытиями ALU, Metal Pro, FG Alu, а также с покрывными слоями из алюминия и алюминиевой фольги, нержавеющей и оцинкованной стали, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по заданной температуре на поверхности изоляции, для оборудования и трубопроводов, расположенных на улице и в помещении.	149
Г4	Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM HT без покрытий, с покрытиями FG и Aerojacket, а также с иными неметаллическими покрывными слоями, например, из стеклотканей и пластиков, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по заданной температуре на поверхности изоляции, для оборудования и трубопроводов, расположенных на улице и в помещении.	150

Таблица Г1. Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM с покрытиями ALU, Metal Pro, FG Alu, а также с покрывными слоями из алюминия и алюминиевой фольги, нержавеющей и оцинкованной стали, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по заданной температуре на поверхности изоляции, для оборудования и трубопроводов, расположенных на улице и в помещении.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Расположение изолируемого объекта							
	В помещении				На открытом воздухе			
	Температура вещества, °С							
	100	110	120	130	100	110	120	130
	Толщина изделий AEROFLEX EPDM», мм							
22	13	13	19	19	6	6	6	6
28	13	13	19	19	9	9	9	9
35	13	13	19	19	9	9	9	9
42	13	19	19	19	9	9	9	9
48	13	19	19	19	9	9	9	9
57	13	19	19	19	9	9	9	9
60	13	19	19	19	9	9	9	9
76	13	19	19	25	9	9	9	9
89	13	19	19	25	9	9	9	9
108	13	19	19	25	9	9	9	9
114	13	19	19	25	9	9	9	9
133	19	19	19	25	13	13	13	13
140	19	19	19	25	13	13	13	13
160	19	19	19	25	13	13	13	13
170	19	19	25	25	13	13	13	13
219	19	19	25	25	6	6	6	6
273	19	19	25	25	6	6	6	6
325	19	19	25	25	6	6	6	6
377	19	19	25	25	6	6	6	6
426	19	19	25	25	6	6	6	6
473	19	19	25	25	6	6	6	6
530	19	19	25	25	6	6	6	6
630	19	19	25	25	6	6	6	6
720	19	19	25	25	6	6	6	6
820	19	19	25	25	6	6	6	6
920	19	19	25	25	6	6	6	6
1020	19	19	25	25	6	6	6	6
1420	19	19	25	25	6	6	6	6
Оборудование, плоская стенка	13	19	19	25	6	6	6	6

Таблица Г2. Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM без покрытий, с покрытиями FG и Aerojacket, а также с иными неметаллическими покрывными слоями, например, из стеклотканей и пластиков, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по заданной температуре на поверхности изоляции, для оборудования и трубопроводов, расположенных на улице и в помещении.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Расположение изолируемого объекта							
	В помещении				На открытом воздухе			
	Температура вещества, °С							
	100	110	120	130	100	110	120	130
	Толщина изделий AEROFLEX EPDM», мм							
22	9	9	13	13	6	6	6	6
28	9	9	13	13	9	9	9	9
35	9	9	13	13	9	9	9	9
42	9	9	13	13	9	9	9	9
48	9	13	13	13	9	9	9	9
57	9	13	13	13	9	9	9	9
60	9	13	13	19	9	9	9	9
76	9	13	13	19	9	9	9	9
89	9	13	13	19	9	9	9	9
108	9	13	13	19	9	9	9	9
114	9	13	13	19	9	9	9	9
133	13	13	13	19	13	13	13	13
140	13	13	13	19	13	13	13	13
160	13	13	13	19	13	13	13	13
170	13	13	13	19	13	13	13	13
219	10	13	19	19	6	6	6	6
273	13	13	19	19	6	6	6	6
325	13	13	19	19	6	6	6	6
377	13	13	19	19	6	6	6	6
426	13	13	19	19	6	6	6	6
473	13	13	19	19	6	6	6	6
530	13	13	19	19	6	6	6	6
630	13	13	19	19	6	6	6	6
720	13	13	19	19	6	6	6	6
820	13	13	19	19	6	6	6	6
920	13	13	19	19	6	6	6	6
1020	13	13	19	19	6	6	6	6
1420	13	13	19	19	6	6	6	6
Оборудование, плоская стенка	10	10	13	13	6	6	6	6

Таблица Г3. Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM HT с покрытиями ALU, Metal Pro, FG Alu, а также с покрывными слоями из алюминия и алюминиевой фольги, нержавеющей и оцинкованной стали, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по заданной температуре на поверхности изоляции, для оборудования и трубопроводов, расположенных на улице и в помещении.

Наруж- ный диаметр трубопро- вода, мм	Расположение изолируемого объекта											
	В помещении						На открытом воздухе					
	Температура вещества, °С											
	100	110	120	130	140	150	100	110	120	130	140	150
	Толщина изделий AEROFLEX EPDM HT», мм											
22	13	13	13	19	19	19	9	9	9	9	9	9
28	13	13	19	19	19	19	9	9	9	9	9	9
35	13	13	19	19	19	25	9	9	9	9	9	9
42	13	13	19	19	19	25	9	9	9	9	9	9
48	13	13	19	19	19	25	9	9	9	9	9	9
57	13	19	19	19	25	25	9	9	9	9	9	9
60	13	19	19	19	25	25	9	9	9	9	9	9
76	13	19	19	19	25	25	9	9	9	9	9	9
89	13	19	19	19	25	25	9	9	9	9	9	9
108	13	19	19	25	25	25	13	13	13	13	13	13
114	13	19	19	25	25	25	13	13	13	13	13	13
133	13	19	19	25	25	25	13	13	13	13	13	13
140	13	19	19	25	25	32	10	10	10	10	10	10
160	13	19	19	25	25	32	13	13	13	13	13	13
170	13	19	19	25	25	32	10	10	10	10	10	10
219	13	19	19	25	25	32	10	10	10	10	10	10
273	19	19	19	25	25	32	10	10	10	10	10	10
325	19	19	19	25	25	32	10	10	10	10	10	10
377	19	19	25	25	25	32	10	10	10	10	10	10
426	19	19	25	25	32	32	10	10	10	10	10	10
473	19	19	25	25	32	32	10	10	10	10	10	10
530	19	19	25	25	32	32	10	10	10	10	10	10
630	19	19	25	25	32	32	10	10	10	10	10	10
720	19	19	25	25	32	32	10	10	10	10	10	10
820	19	19	25	25	32	32	10	10	10	10	10	10
920	19	19	25	25	32	32	10	10	10	10	10	10
1020	19	19	25	25	32	32	10	10	10	10	10	10
1420	19	19	25	25	32	32	10	10	10	10	10	10
Обору- дование, плоская стенка	13	19	19	25	25	32	10	10	10	10	10	10

Таблица Г4. Толщина из изделий AEROFLEX марки EPDM HT без покрытий, с покрытиями FG и Aerojacket, а также с иными неметаллическими покрывными слоями, например, из стеклотканей и пластиков, обеспечивающая соответствие конструкции требованиям по заданной температуре на поверхности изоляции, для оборудования и трубопроводов, расположенных на улице и в помещении.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Расположение изолируемого объекта											
	В помещении						На открытом воздухе					
	Температура вещества, °С											
	100	110	120	130	140	150	100	110	120	130	140	150
	Толщина изделий AEROFLEX EPDM HT», мм											
22	9	9	9	13	13	13	9	9	9	9	9	9
28	9	9	13	13	13	19	9	9	9	9	9	9
35	9	9	13	13	13	19	9	9	9	9	9	9
42	9	9	13	13	13	19	9	9	9	9	9	9
48	9	9	13	13	19	19	9	9	9	9	9	9
57	9	9	13	13	19	19	9	9	9	9	9	9
60	9	9	13	13	19	19	9	9	9	9	9	9
76	9	13	13	13	19	19	9	9	9	9	9	9
89	9	13	13	13	19	19	9	9	9	9	9	9
108	13	13	13	19	19	19	13	13	13	13	13	13
114	13	13	13	19	19	19	13	13	13	13	13	13
133	13	13	13	19	19	19	13	13	13	13	13	13
140	10	10	13	19	19	19	10	10	10	10	10	10
160	13	13	13	19	19	19	13	13	13	13	13	13
170	10	13	13	19	19	19	10	10	10	10	10	10
219	10	13	13	19	19	19	10	10	10	10	10	10
273	10	13	13	19	19	19	10	10	10	10	10	10
325	10	13	13	19	19	19	10	10	10	10	10	10
377	10	13	13	19	19	19	10	10	10	10	10	10
426	10	13	13	19	19	25	10	10	10	10	10	10
473	10	13	13	19	19	25	10	10	10	10	10	10
530	10	13	13	19	19	25	10	10	10	10	10	10
630	10	13	13	19	19	25	10	10	10	10	10	10
720	10	13	13	19	19	25	10	10	10	10	10	10
820	10	13	13	19	19	25	10	10	10	10	10	10
920	10	13	19	19	19	25	10	10	10	10	10	10
1020	10	13	19	19	19	25	10	10	10	10	10	10
1420	10	13	19	19	19	25	10	10	10	10	10	10
Оборудование, плоская стенка	10	10	13	13	19	19	10	10	10	10	10	10

ТОЛЩИНА ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ИЗ ИЗДЕЛИЙ AEROFLEX, ПРЕДОТВРАЩАЮЩАЯ КОНДЕНСАЦИЮ ВЛАГИ ИЗ ВОЗДУХА НА ЕЁ ПОВЕРХНОСТИ, В КОНСТРУКЦИЯХ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ И ОБОРУДОВАНИЯ С ТЕМПЕРАТУРАМИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ НИЖЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.

Общие положения.

1. Данный метод расчёта применим только для объектов, расположенных в помещении.
2. Все расчёты выполнены в соответствии с методикой определения толщины тепловой изоляции, указанной в СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов», приложение В, метод расчета В.2.4, а также рекомендациями п.10.6 настоящего альбома.
3. Расчётная температура окружающего воздуха принималась равной +20°C.
4. Расчётные значения относительной влажности воздуха принимались равными 60, 70 и 80%.
5. Расчётный коэффициент теплопроводности изделий AEROFLEX принят в соответствии с таблицей 10.2.
6. Для предотвращения конденсации влаги на поверхности изоляции рекомендуется использовать изделия без покрытия или в покрытиях FG, Aerojacket, стеклопластик, краска, так как использование покрытий ALU, Metal Pro, FG Alu или других металлических покрытий приводит к увеличению толщины теплоизоляционного слоя.
7. Рекомендуемая толщина тепловой изоляции из изделий AEROFLEX принята в соответствии с действующей номенклатурой производителя.
8. В таблицах Д1 и Д2 для трубопроводов диаметром до 170 мм включительно в качестве первого изоляционного слоя приняты трубки AEROFLEX марки EPDM. В качестве второго и последующих слоев приняты изделия AEROFLEX марки EPDM в форме листов или рулонов.
Для трубопроводов диаметром более 170 мм в качестве первого и последующих изоляционных слоев приняты изделия AEROFLEX марки EPDM в форме листов или рулонов.
В таблицах Д3 и Д4 для трубопроводов диаметром до 160 мм включительно в качестве первого изоляционного слоя приняты трубки AEROFLEX марки FIRO. В качестве второго и последующих слоев приняты изделия AEROFLEX марки FIRO в форме рулонов.
Для трубопроводов диаметром более 160 мм в качестве первого и последующих изоляционных слоев приняты изделия AEROFLEX марки FIRO в форме рулонов.
Толщины изделий указаны с учетом выпускаемой номенклатурой изделий AEROFLEX.

9. Приложение Д. Перечень таблиц:

Номер	Наименование	Стр.
Д1	Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM с покрытиями ALU, Metal Pro, FG Alu , а также с покрывными слоями из алюминия и алюминиевой фольги, нержавеющей и оцинкованной стали, предотвращающая конденсацию влаги на поверхности изоляции, для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении.	153
Д2	Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM без покрытий, с покрытиями FG и Aerojacket, а также с иными неметаллическими покрывными слоями, например, из стеклотканей и пластиков, предотвращающая конденсацию влаги на поверхности изоляции, для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении.	154
Д3	Толщина изделий AEROFLEX марки FIRO с покрытиями ALU, Metal Pro, FG Alu , а также с покрывными слоями из алюминия и алюминиевой фольги, нержавеющей и оцинкованной стали, предотвращающая конденсацию влаги на поверхности изоляции, для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении.	155
Д4	Толщина изделий AEROFLEX марки FIRO без покрытий, с покрытиями FG и Aerojacket, а также с иными неметаллическими покрывными слоями, например, из стеклотканей и пластиков, предотвращающая конденсацию влаги на поверхности изоляции, для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении.	156

Таблица Д1. Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM с покрытиями ALU, Metal Pro, FG Alu, а также с покрывными слоями из алюминия и алюминиевой фольги, нержавеющей и оцинкованной стали, предотвращающая конденсацию влаги на поверхности изоляции, для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Относительная влажность воздуха, %																					
	60						70						80									
	Температура вещества, °C																					
	Толщина изделий AEROFLEX EPDM», мм																					
	- 40	- 30	- 20	- 10	0	5	10	- 40	- 30	- 20	- 10	0	5	10	- 40	- 30	- 20	- 10	0	5	10	
22	32	25	19	19	9	6	6	40	32	25	25	13	9	6	32+25	50	40	32	25	19	13	
28	32	25	19	19	9	9	9	40	32	32	25	19	13	9	32+25	50	40	32	25	19	13	
35	32	25	25	19	9	9	9	40	40	32	25	19	13	9	32+25	50	50	40	25	19	13	
42	32	25	25	19	9	9	9	50	40	32	25	19	13	9	32+32	32+25	50	40	25	19	13	
48	32	32	25	19	9	9	9	50	40	32	25	19	13	9	32+32	32+25	50	40	25	19	13	
57	32	32	25	19	9	9	9	50	40	32	25	19	13	9	32+32	32+25	50	40	25	19	13	
60	32	32	25	19	13	9	9	50	40	32	25	19	13	9	40+25	32+25	50	40	25	19	13	
76	40	32	25	19	13	9	9	50	40	32	25	19	13	9	40+32	32+32	50	40	32	19	13	
89	40	32	25	19	13	9	9	50	40	40	25	19	13	9	40+32	32+32	32+19	40	32	25	13	
108	40	32	25	19	13	9	9	50	50	40	32	19	13	9	50+25	32+32	32+25	50	32	25	13	
114	40	32	25	19	13	9	9	50	50	40	32	19	13	9	50+25	32+32	32+25	50	32	25	13	
133	40	32	25	19	13	13	13	32+19	50	40	32	19	13	13	40+40	40+32	32+25	50	32	25	13	
140	40	32	25	19	13	13	13	32+19	50	40	32	19	13	13	40+40	40+32	32+25	50	32	25	13	
160	40	32	25	19	13	13	13	32+25	50	40	32	19	13	13	40+40	40+32	32+25	50	32	25	13	
170	40	32	25	19	13	13	13	32+25	50	40	32	19	13	13	40+40	40+32	32+25	50	32	25	13	
219	40	32	25	19	13	6	6	32+25	50	40	32	19	13	6	50+40	40+32	32+32	50	32	25	13	
273	40	40	32	19	13	6	6	32+25	50	40	32	19	13	6	50+40	50+25	32+32	50	32	25	13	
325	40	40	32	19	13	6	6	32+25	50	40	32	19	13	6	50+40	40+40	32+32	50	32	25	13	
377	40	40	32	19	13	6	6	32+32	50	40	32	19	13	6	50+40	40+40	32+32	50	32	25	13	
426	50	40	32	19	13	6	6	32+32	50	40	32	19	13	6	50+50	40+40	32+32	50	32	25	13	
473	50	40	32	19	13	6	6	32+32	50	40	32	19	13	6	50+50	40+40	32+32	50	32	25	13	
530	50	40	32	19	13	6	6	32+32	50	40	32	19	13	6	50+50	40+40	40+25	50	32	25	13	
630	50	40	32	19	13	6	6	32+32	32+19	50	32	19	13	6	50+50	50+32	40+32	50	32	25	13	
720	50	40	32	19	13	6	6	32+32	32+19	50	32	19	13	6	50+50	50+32	40+32	50	32	25	13	
820	50	40	32	19	13	10	6	32+32	32+25	50	32	19	13	6	50+50	50+40	40+32	50	32	25	13	
920	50	40	32	19	13	10	6	32+32	32+25	50	32	19	13	6	50+50	50+40	40+32	32+19	32	25	13	
1020	50	40	32	25	13	10	6	32+32	32+25	50	32	19	13	6	50+50	50+40	40+32	32+19	40	25	13	
1420	50	40	32	25	13	10	6	32+32	32+25	50	32	19	13	6	50+32+25	50+40	40+32	32+19	40	25	13	
Оборудование, плоская стенка	50	40	32	25	13	10	6	40+32	32+25	50	32	19	13	6	50+32+32	50+50	40+32	32+25	40	25	13	

Таблица Д2. Толщина изделий AEROFLEX марки EPDM без покрытий, с покрытиями FG и Aerojacket, а также с иными неметаллическими
покрытыми слоями, например, из стеклотканей и пластиков, предотвращающая конденсацию влаги на поверхности изоля-
ции, для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Относительная влажность воздуха, %																					
	60						70						80									
	Температура вещества, °C																					
	- 40	- 30	- 20	- 10	0	5	10	- 40	- 30	- 20	- 10	0	5	10	- 40	- 30	- 20	- 10	0	5	10	
Толщина изделий AEROFLEX EPDM», мм																						
22	25	19	19	13	6	6	6	6	32	25	19	19	13	9	6	40	40	32	25	19	13	9
28	25	19	19	13	9	9	9	9	32	25	25	19	13	9	9	50	40	32	25	19	13	9
35	25	19	19	13	9	9	9	9	32	32	25	19	13	9	9	50	40	32	25	19	13	9
42	25	19	19	13	9	9	9	9	32	32	25	19	13	9	9	50	40	40	32	19	13	9
48	25	25	19	13	9	9	9	9	32	32	25	19	13	9	9	50	50	40	32	19	19	9
57	25	25	19	13	9	9	9	9	40	32	25	19	13	9	9	50	50	40	32	19	19	9
60	25	25	19	13	9	9	9	9	40	32	25	19	13	9	9	50	50	40	32	19	19	9
76	25	25	19	13	9	9	9	9	40	32	25	19	13	9	9	32+25	50	40	32	25	19	9
89	32	25	19	13	9	9	9	9	40	32	25	19	13	9	9	32+25	50	40	32	25	19	9
108	32	25	19	13	9	9	9	9	40	32	32	19	13	9	9	32+25	50	40	32	25	19	9
114	32	25	19	13	9	9	9	9	40	32	32	19	13	9	9	32+25	50	40	32	25	19	9
133	32	25	19	13	13	13	13	13	40	32	32	25	13	13	13	32+32	50	50	32	25	19	13
140	32	25	19	13	13	13	13	13	40	40	32	25	13	13	13	32+32	50	50	32	25	19	13
160	32	25	19	13	13	13	13	13	40	40	32	25	13	13	13	32+32	32+19	50	32	25	19	13
170	32	25	19	13	13	13	13	13	40	40	32	25	13	13	13	32+32	32+25	50	40	25	19	13
219	32	25	19	13	10	6	6	6	40	40	32	25	13	10	6	32+32	32+25	50	40	25	19	10
273	32	25	19	13	10	6	6	6	50	40	32	25	13	10	6	32+32	32+25	50	40	25	19	10
325	32	25	19	19	10	6	6	6	50	40	32	25	13	10	6	40+32	32+25	50	40	25	19	10
377	32	25	19	19	10	6	6	6	50	40	32	25	13	10	6	40+32	32+25	50	40	25	19	10
426	32	25	19	19	10	6	6	6	50	40	32	25	13	10	6	40+32	32+32	50	40	25	19	10
473	32	25	19	19	10	6	6	6	50	40	32	25	13	10	6	40+32	32+32	50	40	25	19	10
530	32	25	25	19	10	6	6	6	50	40	32	25	13	10	6	40+32	32+32	50	40	25	19	10
630	32	25	25	19	10	6	6	6	50	40	32	25	13	10	6	40+32	32+32	50	40	25	19	10
720	32	25	25	19	10	6	6	6	50	40	32	25	13	10	6	40+32	32+32	50	40	25	19	10
820	32	25	25	19	10	6	6	6	50	40	32	25	13	10	6	40+32	32+32	50	40	25	19	10
920	32	25	25	19	10	6	6	6	50	40	32	25	13	10	6	40+32	32+32	50	40	25	19	10
1020	32	32	25	19	10	6	6	6	50	40	32	25	13	10	6	50+25	32+32	50	40	25	19	10
1420	32	32	25	19	10	6	6	6	50	40	32	25	13	10	6	50+25	32+32	50	40	25	19	10
Оборудование, плоская стенка	32	32	25	19	10	6	6	6	50	40	32	25	13	10	6	40+40	40+25	32+25	40	25	19	10

Таблица Д3. Толщина изделий AEROFLEX марки FIRO с покрытиями ALU, Metal Pro, FG Alu, а также с покрывными слоями из алюминия и алюминиевой фольги, нержавеющей и оцинкованной стали, предотвращающая конденсацию влаги на поверхности изоляции, для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Относительная влажность воздуха, %																				
	60						70						80								
	Температура вещества, °С																				
	-40	-30	-20	-10	0	5	10	-40	-30	-20	-10	0	5	10	-40	-30	-20	-10	0	5	10
Толщина изделий AEROFLEX EPDM», мм																					
22	25	25	19	13	9	6	6	40	32	25	19	13	9	6	50	50	40	32	25	19	13
28	32	25	19	19	9	9	9	40	32	25	19	13	9	9	32+19	50	40	32	25	19	13
35	32	25	19	19	9	9	9	40	32	32	25	13	13	9	32+25	50	40	32	25	19	13
42	32	25	19	19	9	9	9	40	40	32	25	19	13	9	32+25	50	50	32	25	19	13
48	32	25	25	19	9	9	9	40	40	32	25	19	13	9	32+25	50	50	40	25	19	13
57	32	25	25	19	9	9	9	40	40	32	25	19	13	9	32+32	32+25	50	40	25	19	13
60	32	25	25	19	9	9	9	50	40	32	25	19	13	9	32+32	32+25	50	40	25	19	13
76	32	32	25	19	9	9	9	50	40	32	25	19	13	9	32+32	32+25	50	40	25	19	13
89	32	32	25	19	9	9	9	50	40	32	25	19	13	9	40+32	32+25	50	40	25	19	13
108	32	32	25	19	9	9	9	50	40	32	25	19	13	9	40+32	32+32	50	40	25	19	13
114	32	32	25	19	9	9	9	50	40	32	25	19	13	9	40+32	32+32	50	40	25	19	13
133	40	32	25	19	13	13	13	50	40	32	25	19	13	13	40+32	32+32	50	40	32	19	13
140	40	32	25	19	13	13	13	50	40	32	25	19	13	13	40+32	32+32	19+32	40	32	19	13
160	40	32	25	19	13	13	13	50	50	40	25	19	13	13	40+32	32+32	32+25	40	32	19	13
170	40	32	25	19	10	6	6	50	50	40	25	19	13	6	50+25	32+32	32+25	40	32	19	13
219	40	32	25	19	10	6	6	50	50	40	25	19	13	6	40+40	40+32	32+25	50	32	25	13
273	40	32	25	19	10	6	6	32+19	50	40	32	19	13	6	40+40	40+32	32+25	50	32	25	13
325	40	32	25	19	10	6	6	32+25	50	40	32	19	13	6	50+32	40+32	32+25	50	32	25	13
377	40	32	25	19	10	6	6	32+25	50	40	32	19	13	6	50+32	40+32	32+32	50	32	25	13
426	40	32	25	19	10	6	6	32+25	50	40	32	19	13	6	50+40	40+32	32+32	50	32	25	13
473	40	32	25	19	10	6	6	32+25	50	40	32	19	13	6	50+40	40+32	32+32	50	32	25	13
530	40	32	25	19	10	6	6	32+25	50	40	32	19	13	6	50+40	50+25	32+32	50	32	25	13
630	40	32	25	19	10	6	6	32+25	50	40	32	19	13	6	50+40	50+25	32+32	50	32	25	13
720	40	32	25	19	10	6	6	32+25	50	40	32	19	13	6	50+40	50+25	32+32	50	32	25	13
820	40	32	25	19	10	6	6	32+25	50	40	32	19	13	6	50+40	50+25	32+32	50	32	25	13
920	40	32	25	19	10	6	6	32+25	50	40	32	19	13	6	50+40	40+40	32+32	50	32	25	13
1020	40	32	25	19	10	6	6	32+25	50	40	32	19	13	6	50+50	40+40	32+32	50	32	25	13
1420	40	40	25	19	10	6	6	32+25	50	40	32	19	13	6	50+50	40+40	32+32	50	32	25	13
Оборудование, плоская стенка	40	40	32	19	10	6	6	32+32	50	40	32	19	13	6	50+50	50+32	40+32	50	32	25	13

Таблица Д4. Толщина изделий AEROFLEX марки FIRO без покрытий, с покрытиями FG и Aerojacket, а также с иными неметаллическими
покрытыми слоями, например, из стеклотканей и пластиков, предотвращающая конденсацию влаги на поверхности изоля-
ции, для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Относительная влажность воздуха, %																				
	60						70						80								
	Температура вещества, °С																				
	- 40	- 30	- 20	- 10	0	5	10	- 40	- 30	- 20	- 10	0	5	10	- 40	- 30	- 20	- 10	0	5	10
Толщина изделий «AEROFLEX EPDM», мм																					
22	19	19	13	13	6	6	6	25	25	19	19	13	9	6	40	40	32	25	19	13	9
28	25	19	19	13	9	9	9	32	25	19	19	13	9	9	40	40	32	25	19	13	9
35	25	19	19	13	9	9	9	32	25	25	19	13	9	9	50	40	32	25	19	13	9
42	25	19	19	13	9	9	9	32	25	25	19	13	9	9	50	40	32	25	19	13	9
48	25	19	19	13	9	9	9	32	32	25	19	13	9	9	50	40	32	25	19	13	9
57	25	19	19	13	9	9	9	32	32	25	19	13	9	9	50	40	40	32	19	13	9
60	25	19	19	13	9	9	9	32	32	25	19	13	9	9	50	40	40	32	19	13	9
76	25	25	19	13	9	9	9	32	32	25	19	13	9	9	50	50	40	32	19	19	9
89	25	25	19	13	9	9	9	40	32	25	19	13	9	9	50	50	40	32	19	19	9
108	25	25	19	13	9	9	9	40	32	25	19	13	9	9	32+25	50	40	32	19	19	9
114	25	25	19	13	9	9	9	40	32	25	19	13	9	9	32+25	50	40	32	19	19	9
133	25	25	19	13	13	13	13	40	32	25	19	13	13	13	32+25	50	40	32	19	19	13
140	25	25	19	13	13	13	13	40	32	25	19	13	13	13	32+25	50	40	32	19	19	13
160	25	25	19	13	13	13	13	40	32	25	19	13	13	13	32+25	50	40	32	25	19	13
170	25	25	19	13	10	6	6	40	32	25	19	13	10	6	32+25	50	40	32	25	19	10
219	32	25	19	13	10	6	6	40	32	25	19	13	10	6	32+25	50	40	32	25	19	10
273	32	25	19	13	10	6	6	40	32	32	19	13	10	6	32+32	50	50	32	25	19	10
325	32	25	19	13	10	6	6	40	32	32	19	13	10	6	32+32	32+19	50	32	25	19	10
377	32	25	19	13	10	6	6	40	40	32	19	13	10	6	32+32	32+25	50	32	25	19	10
426	32	25	19	13	10	6	6	40	40	32	19	13	10	6	32+32	32+25	50	32	25	19	10
473	32	25	19	13	10	6	6	40	40	32	19	13	10	6	32+32	32+25	50	32	25	19	10
530	32	25	19	13	10	6	6	40	40	32	19	13	10	6	32+32	32+25	50	40	25	19	10
630	32	25	19	13	10	6	6	40	40	32	19	13	10	6	32+32	32+25	50	40	25	19	10
720	32	25	19	13	10	6	6	50	40	32	19	13	10	6	40+32	32+25	50	40	25	19	10
820	32	25	19	13	10	6	6	50	40	32	19	13	10	6	40+32	32+25	50	40	25	19	10
920	32	25	19	13	10	6	6	50	40	32	19	13	10	6	40+32	32+25	50	40	25	19	10
1020	32	25	19	13	10	6	6	50	40	32	19	13	10	6	40+32	32+25	50	40	25	19	10
1420	32	25	19	13	10	6	6	50	40	32	19	13	10	6	40+32	32+25	50	40	25	19	10
Оборудование, плоская стенка	32	25	19	13	10	6	6	50	40	32	19	13	10	6	40+32	32+32	50	40	25	19	10

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

ЗНАЧЕНИЕ ФУНКЦИИ $x \ln x$ В ПРЕДЕЛАХ ОТ 1 ДО 10.Таблица Е1. Значение функции $X \ln X$.

X	X*LnX	X	X*LnX	X	X*LnX	X	X*LnX	X	X*LnX	X	X*LnX
1,0000	0,0000	1,1950	0,2129	1,3900	0,4577	1,5850	0,7300	1,7800	1,0264	1,9750	1,3441
1,0050	0,0050	1,2000	0,2188	1,3950	0,4644	1,5900	0,7373	1,7850	1,0343	1,9800	1,3525
1,0100	0,0100	1,2050	0,2247	1,4000	0,4711	1,5950	0,7447	1,7900	1,0422	1,9850	1,3610
1,0150	0,0151	1,2100	0,2307	1,4050	0,4778	1,6000	0,7520	1,7950	1,0501	1,9900	1,3694
1,0200	0,0202	1,2150	0,2366	1,4100	0,4845	1,6050	0,7594	1,8000	1,0580	1,9950	1,3778
1,0250	0,0253	1,2200	0,2426	1,4150	0,4912	1,6100	0,7667	1,8050	1,0660	2,0000	1,3863
1,0300	0,0304	1,2250	0,2486	1,4200	0,4979	1,6150	0,7741	1,8100	1,0739	2,0050	1,3948
1,0350	0,0356	1,2300	0,2546	1,4250	0,5047	1,6200	0,7815	1,8150	1,0819	2,0100	1,4033
1,0400	0,0408	1,2350	0,2607	1,4300	0,5115	1,6250	0,7890	1,8200	1,0899	2,0150	1,4117
1,0450	0,0460	1,2400	0,2667	1,4350	0,5183	1,6300	0,7964	1,8250	1,0979	2,0200	1,4203
1,0500	0,0512	1,2450	0,2728	1,4400	0,5251	1,6350	0,8038	1,8300	1,1059	2,0250	1,4288
1,0550	0,0565	1,2500	0,2789	1,4450	0,5319	1,6400	0,8113	1,8350	1,1139	2,0300	1,4373
1,0600	0,0618	1,2550	0,2851	1,4500	0,5388	1,6450	0,8188	1,8400	1,1220	2,0350	1,4459
1,0650	0,0671	1,2600	0,2912	1,4550	0,5456	1,6500	0,8263	1,8450	1,1300	2,0400	1,4544
1,0700	0,0724	1,2650	0,2974	1,4600	0,5525	1,6550	0,8338	1,8500	1,1381	2,0450	1,4630
1,0750	0,0777	1,2700	0,3036	1,4650	0,5594	1,6600	0,8413	1,8550	1,1462	2,0500	1,4716
1,0800	0,0831	1,2750	0,3098	1,4700	0,5663	1,6650	0,8489	1,8600	1,1543	2,0550	1,4802
1,0850	0,0885	1,2800	0,3160	1,4750	0,5733	1,6700	0,8564	1,8650	1,1624	2,0600	1,4888
1,0900	0,0939	1,2850	0,3222	1,4800	0,5802	1,6750	0,8640	1,8700	1,1705	2,0650	1,4974
1,0950	0,0994	1,2900	0,3285	1,4850	0,5872	1,6800	0,8716	1,8750	1,1786	2,0700	1,5060
1,1000	0,1048	1,2950	0,3348	1,4900	0,5942	1,6850	0,8792	1,8800	1,1868	2,0750	1,5147
1,1050	0,1103	1,3000	0,3411	1,4950	0,6012	1,6900	0,8868	1,8850	1,1950	2,0800	1,5233
1,1100	0,1158	1,3050	0,3474	1,5000	0,6082	1,6950	0,8944	1,8900	1,2031	2,0850	1,5320
1,1150	0,1214	1,3100	0,3537	1,5050	0,6152	1,7000	0,9021	1,8950	1,2113	2,0900	1,5407
1,1200	0,1269	1,3150	0,3601	1,5100	0,6223	1,7050	0,9097	1,9000	1,2195	2,0950	1,5494
1,1250	0,1325	1,3200	0,3665	1,5150	0,6294	1,7100	0,9174	1,9050	1,2277	2,1000	1,5581
1,1300	0,1381	1,3250	0,3729	1,5200	0,6364	1,7150	0,9251	1,9100	1,2360	2,1050	1,5668
1,1350	0,1437	1,3300	0,3793	1,5250	0,6435	1,7200	0,9328	1,9150	1,2442	2,1100	1,5755
1,1400	0,1494	1,3350	0,3857	1,5300	0,6507	1,7250	0,9405	1,9200	1,2525	2,1150	1,5843
1,1450	0,1550	1,3400	0,3922	1,5350	0,6578	1,7300	0,9483	1,9250	1,2607	2,1200	1,5930
1,1500	0,1607	1,3450	0,3986	1,5400	0,6649	1,7350	0,9560	1,9300	1,2690	2,1250	1,6018
1,1550	0,1664	1,3500	0,4051	1,5450	0,6721	1,7400	0,9638	1,9350	1,2773	2,1300	1,6105
1,1600	0,1722	1,3550	0,4117	1,5500	0,6793	1,7450	0,9715	1,9400	1,2856	2,1350	1,6193
1,1650	0,1779	1,3600	0,4182	1,5550	0,6865	1,7500	0,9793	1,9450	1,2939	2,1400	1,6281
1,1700	0,1837	1,3650	0,4247	1,5600	0,6937	1,7550	0,9871	1,9500	1,3023	2,1450	1,6369
1,1750	0,1895	1,3700	0,4313	1,5650	0,7009	1,7600	0,9950	1,9550	1,3106	2,1500	1,6458
1,1800	0,1953	1,3750	0,4379	1,5700	0,7082	1,7650	1,0028	1,9600	1,3190	2,1550	1,6546
1,1850	0,2011	1,3800	0,4445	1,5750	0,7155	1,7700	1,0106	1,9650	1,3273	2,1600	1,6634
1,1900	0,2070	1,3850	0,4511	1,5800	0,7227	1,7750	1,0185	1,9700	1,3357	2,1650	1,6723

X	X*LnX	X	X*LnX	X	X*LnX	X	X*LnX	X	X*LnX	X	X*LnX
2,1700	1,6812	2,3900	2,0824	2,6100	2,5039	2,8300	2,9440	3,0500	3,4012	3,2700	3,8743
2,1750	1,6900	2,3950	2,0918	2,6150	2,5137	2,8350	2,9542	3,0550	3,4118	3,2750	3,8852
2,1800	1,6989	2,4000	2,1011	2,6200	2,5235	2,8400	2,9644	3,0600	3,4223	3,2800	3,8961
2,1850	1,7078	2,4050	2,1105	2,6250	2,5333	2,8450	2,9746	3,0650	3,4329	3,2850	3,9071
2,1900	1,7167	2,4100	2,1199	2,6300	2,5432	2,8500	2,9849	3,0700	3,4436	3,2900	3,9180
2,1950	1,7257	2,4150	2,1293	2,6350	2,5530	2,8550	2,9951	3,0750	3,4542	3,2950	3,9290
2,2000	1,7346	2,4200	2,1387	2,6400	2,5629	2,8600	3,0053	3,0800	3,4648	3,3000	3,9399
2,2050	1,7436	2,4250	2,1481	2,6450	2,5727	2,8650	3,0156	3,0850	3,4754	3,3050	3,9509
2,2100	1,7525	2,4300	2,1576	2,6500	2,5826	2,8700	3,0259	3,0900	3,4860	3,3100	3,9619
2,2150	1,7615	2,4350	2,1670	2,6550	2,5925	2,8750	3,0362	3,0950	3,4967	3,3150	3,9729
2,2200	1,7705	2,4400	2,1765	2,6600	2,6023	2,8800	3,0464	3,1000	3,5073	3,3200	3,9839
2,2250	1,7795	2,4450	2,1859	2,6650	2,6122	2,8850	3,0567	3,1050	3,5180	3,3250	3,9949
2,2300	1,7885	2,4500	2,1954	2,6700	2,6221	2,8900	3,0670	3,1100	3,5287	3,3300	4,0059
2,2350	1,7975	2,4550	2,2049	2,6750	2,6321	2,8950	3,0773	3,1150	3,5394	3,3350	4,0169
2,2400	1,8065	2,4600	2,2144	2,6800	2,6420	2,9000	3,0877	3,1200	3,5500	3,3400	4,0279
2,2450	1,8155	2,4650	2,2239	2,6850	2,6519	2,9050	3,0980	3,1250	3,5607	3,3450	4,0390
2,2500	1,8246	2,4700	2,2334	2,6900	2,6619	2,9100	3,1083	3,1300	3,5714	3,3500	4,0500
2,2550	1,8337	2,4750	2,2429	2,6950	2,6718	2,9150	3,1187	3,1350	3,5821	3,3550	4,0611
2,2600	1,8427	2,4800	2,2525	2,7000	2,6818	2,9200	3,1290	3,1400	3,5929	3,3600	4,0721
2,2650	1,8518	2,4850	2,2620	2,7050	2,6918	2,9250	3,1394	3,1450	3,6036	3,3650	4,0832
2,2700	1,8609	2,4900	2,2716	2,7100	2,7017	2,9300	3,1498	3,1500	3,6143	3,3700	4,0943
2,2750	1,8700	2,4950	2,2812	2,7150	2,7117	2,9350	3,1601	3,1550	3,6251	3,3750	4,1053
2,2800	1,8791	2,5000	2,2907	2,7200	2,7217	2,9400	3,1705	3,1600	3,6358	3,3800	4,1164
2,2850	1,8882	2,5050	2,3003	2,7250	2,7317	2,9450	3,1809	3,1650	3,6466	3,3850	4,1275
2,2900	1,8974	2,5100	2,3099	2,7300	2,7417	2,9500	3,1913	3,1700	3,6573	3,3900	4,1386
2,2950	1,9065	2,5150	2,3195	2,7350	2,7518	2,9550	3,2017	3,1750	3,6681	3,3950	4,1497
2,3000	1,9157	2,5200	2,3291	2,7400	2,7618	2,9600	3,2122	3,1800	3,6789	3,4000	4,1608
2,3050	1,9249	2,5250	2,3388	2,7450	2,7718	2,9650	3,2226	3,1850	3,6897	3,4050	4,1720
2,3100	1,9340	2,5300	2,3484	2,7500	2,7819	2,9700	3,2330	3,1900	3,7005	3,4100	4,1831
2,3150	1,9432	2,5350	2,3580	2,7550	2,7920	2,9750	3,2435	3,1950	3,7113	3,4150	4,1942
2,3200	1,9524	2,5400	2,3677	2,7600	2,8020	2,9800	3,2539	3,2000	3,7221	3,4200	4,2054
2,3250	1,9616	2,5450	2,3774	2,7650	2,8121	2,9850	3,2644	3,2050	3,7329	3,4250	4,2165
2,3300	1,9709	2,5500	2,3870	2,7700	2,8222	2,9900	3,2749	3,2100	3,7437	3,4300	4,2277
2,3350	1,9801	2,5550	2,3967	2,7750	2,8323	2,9950	3,2853	3,2150	3,7546	3,4350	4,2388
2,3400	1,9894	2,5600	2,4064	2,7800	2,8424	3,0000	3,2958	3,2200	3,7654	3,4400	4,2500
2,3450	1,9986	2,5650	2,4161	2,7850	2,8525	3,0050	3,3063	3,2250	3,7763	3,4450	4,2612
2,3500	2,0079	2,5700	2,4258	2,7900	2,8627	3,0100	3,3168	3,2300	3,7871	3,4500	4,2724
2,3550	2,0172	2,5750	2,4356	2,7950	2,8728	3,0150	3,3274	3,2350	3,7980	3,4550	4,2836
2,3600	2,0264	2,5800	2,4453	2,8000	2,8829	3,0200	3,3379	3,2400	3,8089	3,4600	4,2948
2,3650	2,0357	2,5850	2,4550	2,8050	2,8931	3,0250	3,3484	3,2450	3,8197	3,4650	4,3060
2,3700	2,0450	2,5900	2,4648	2,8100	2,9032	3,0300	3,3589	3,2500	3,8306	3,4700	4,3172
2,3750	2,0544	2,5950	2,4746	2,8150	2,9134	3,0350	3,3695	3,2550	3,8415	3,4750	4,3284
2,3800	2,0637	2,6000	2,4843	2,8200	2,9236	3,0400	3,3800	3,2600	3,8524	3,4800	4,3397
2,3850	2,0730	2,6050	2,4941	2,8250	2,9338	3,0450	3,3906	3,2650	3,8633	3,4850	4,3509

X	X*LnX	X	X*LnX	X	X*LnX	X	X*LnX	X	X*LnX	X	X*LnX
3,4900	4,3622	3,7100	4,8639	3,9300	5,3788	4,1500	5,9059	4,3700	6,4447	4,5900	6,9946
3,4950	4,3734	3,7150	4,8755	3,9350	5,3906	4,1550	5,9180	4,3750	6,4571	4,5950	7,0072
3,5000	4,3847	3,7200	4,8871	3,9400	5,4025	4,1600	5,9301	4,3800	6,4695	4,6000	7,0199
3,5050	4,3959	3,7250	4,8986	3,9450	5,4143	4,1650	5,9423	4,3850	6,4819	4,6050	7,0325
3,5100	4,4072	3,7300	4,9102	3,9500	5,4262	4,1700	5,9544	4,3900	6,4943	4,6100	7,0451
3,5150	4,4185	3,7350	4,9218	3,9550	5,4380	4,1750	5,9666	4,3950	6,5067	4,6150	7,0578
3,5200	4,4298	3,7400	4,9334	3,9600	5,4499	4,1800	5,9787	4,4000	6,5191	4,6200	7,0704
3,5250	4,4411	3,7450	4,9450	3,9650	5,4618	4,1850	5,9909	4,4050	6,5315	4,6250	7,0831
3,5300	4,4524	3,7500	4,9566	3,9700	5,4737	4,1900	6,0030	4,4100	6,5439	4,6300	7,0957
3,5350	4,4637	3,7550	4,9682	3,9750	5,4856	4,1950	6,0152	4,4150	6,5563	4,6350	7,1084
3,5400	4,4750	3,7600	4,9798	3,9800	5,4975	4,2000	6,0274	4,4200	6,5687	4,6400	7,1211
3,5450	4,4863	3,7650	4,9914	3,9850	5,5094	4,2050	6,0395	4,4250	6,5812	4,6450	7,1338
3,5500	4,4977	3,7700	5,0031	3,9900	5,5213	4,2100	6,0517	4,4300	6,5936	4,6500	7,1464
3,5550	4,5090	3,7750	5,0147	3,9950	5,5332	4,2150	6,0639	4,4350	6,6061	4,6550	7,1591
3,5600	4,5203	3,7800	5,0264	4,0000	5,5452	4,2200	6,0761	4,4400	6,6185	4,6600	7,1718
3,5650	4,5317	3,7850	5,0380	4,0050	5,5571	4,2250	6,0883	4,4450	6,6310	4,6650	7,1845
3,5700	4,5431	3,7900	5,0497	4,0100	5,5691	4,2300	6,1005	4,4500	6,6434	4,6700	7,1972
3,5750	4,5544	3,7950	5,0613	4,0150	5,5810	4,2350	6,1127	4,4550	6,6559	4,6750	7,2099
3,5800	4,5658	3,8000	5,0730	4,0200	5,5930	4,2400	6,1249	4,4600	6,6684	4,6800	7,2226
3,5850	4,5772	3,8050	5,0847	4,0250	5,6049	4,2450	6,1372	4,4650	6,6808	4,6850	7,2354
3,5900	4,5886	3,8100	5,0964	4,0300	5,6169	4,2500	6,1494	4,4700	6,6933	4,6900	7,2481
3,5950	4,6000	3,8150	5,1081	4,0350	5,6289	4,2550	6,1616	4,4750	6,7058	4,6950	7,2608
3,6000	4,6114	3,8200	5,1198	4,0400	5,6408	4,2600	6,1739	4,4800	6,7183	4,7000	7,2735
3,6050	4,6228	3,8250	5,1315	4,0450	5,6528	4,2650	6,1861	4,4850	6,7308	4,7050	7,2863
3,6100	4,6342	3,8300	5,1432	4,0500	5,6648	4,2700	6,1984	4,4900	6,7433	4,7100	7,2990
3,6150	4,6456	3,8350	5,1549	4,0550	5,6768	4,2750	6,2107	4,4950	6,7558	4,7150	7,3118
3,6200	4,6570	3,8400	5,1666	4,0600	5,6888	4,2800	6,2229	4,5000	6,7683	4,7200	7,3245
3,6250	4,6685	3,8450	5,1783	4,0650	5,7008	4,2850	6,2352	4,5050	6,7809	4,7250	7,3373
3,6300	4,6799	3,8500	5,1901	4,0700	5,7128	4,2900	6,2475	4,5100	6,7934	4,7300	7,3501
3,6350	4,6914	3,8550	5,2018	4,0750	5,7248	4,2950	6,2598	4,5150	6,8059	4,7350	7,3628
3,6400	4,7028	3,8600	5,2136	4,0800	5,7369	4,3000	6,2720	4,5200	6,8185	4,7400	7,3756
3,6450	4,7143	3,8650	5,2253	4,0850	5,7489	4,3050	6,2843	4,5250	6,8310	4,7450	7,3884
3,6500	4,7258	3,8700	5,2371	4,0900	5,7609	4,3100	6,2966	4,5300	6,8436	4,7500	7,4012
3,6550	4,7372	3,8750	5,2489	4,0950	5,7730	4,3150	6,3089	4,5350	6,8561	4,7550	7,4140
3,6600	4,7487	3,8800	5,2606	4,1000	5,7850	4,3200	6,3213	4,5400	6,8687	4,7600	7,4268
3,6650	4,7602	3,8850	5,2724	4,1050	5,7971	4,3250	6,3336	4,5450	6,8813	4,7650	7,4396
3,6700	4,7717	3,8900	5,2842	4,1100	5,8092	4,3300	6,3459	4,5500	6,8938	4,7700	7,4524
3,6750	4,7832	3,8950	5,2960	4,1150	5,8212	4,3350	6,3582	4,5550	6,9064	4,7750	7,4652
3,6800	4,7947	3,9000	5,3078	4,1200	5,8333	4,3400	6,3706	4,5600	6,9190	4,7800	7,4780
3,6850	4,8062	3,9050	5,3196	4,1250	5,8454	4,3450	6,3829	4,5650	6,9316	4,7850	7,4909
3,6900	4,8178	3,9100	5,3314	4,1300	5,8575	4,3500	6,3953	4,5700	6,9442	4,7900	7,5037
3,6950	4,8293	3,9150	5,3433	4,1350	5,8696	4,3550	6,4076	4,5750	6,9568	4,7950	7,5165
3,7000	4,8408	3,9200	5,3551	4,1400	5,8817	4,3600	6,4200	4,5800	6,9694	4,8000	7,5294
3,7050	4,8524	3,9250	5,3669	4,1450	5,8938	4,3650	6,4323	4,5850	6,9820	4,8050	7,5422

X	X*LnX	X	X*LnX	X	X*LnX	X	X*LnX	X	X*LnX	X	X*LnX
4,8100	7,5551	5,0300	8,1256	5,2500	8,7057	5,4700	9,2951	5,6900	9,8933	5,9100	10,5000
4,8150	7,5679	5,0350	8,1386	5,2550	8,7190	5,4750	9,3086	5,6950	9,9070	5,9150	10,5139
4,8200	7,5808	5,0400	8,1517	5,2600	8,7323	5,4800	9,3221	5,7000	9,9207	5,9200	10,5278
4,8250	7,5936	5,0450	8,1648	5,2650	8,7456	5,4850	9,3356	5,7050	9,9344	5,9250	10,5416
4,8300	7,6065	5,0500	8,1779	5,2700	8,7589	5,4900	9,3491	5,7100	9,9481	5,9300	10,5555
4,8350	7,6194	5,0550	8,1910	5,2750	8,7722	5,4950	9,3626	5,7150	9,9618	5,9350	10,5694
4,8400	7,6323	5,0600	8,2041	5,2800	8,7855	5,5000	9,3761	5,7200	9,9755	5,9400	10,5834
4,8450	7,6452	5,0650	8,2172	5,2850	8,7989	5,5050	9,3896	5,7250	9,9892	5,9450	10,5973
4,8500	7,6580	5,0700	8,2303	5,2900	8,8122	5,5100	9,4032	5,7300	10,0029	5,9500	10,6112
4,8550	7,6709	5,0750	8,2435	5,2950	8,8255	5,5150	9,4167	5,7350	10,0167	5,9550	10,6251
4,8600	7,6838	5,0800	8,2566	5,3000	8,8388	5,5200	9,4302	5,7400	10,0304	5,9600	10,6390
4,8650	7,6968	5,0850	8,2697	5,3050	8,8522	5,5250	9,4438	5,7450	10,0442	5,9650	10,6529
4,8700	7,7097	5,0900	8,2828	5,3100	8,8655	5,5300	9,4573	5,7500	10,0579	5,9700	10,6669
4,8750	7,7226	5,0950	8,2960	5,3150	8,8789	5,5350	9,4709	5,7550	10,0716	5,9750	10,6808
4,8800	7,7355	5,1000	8,3091	5,3200	8,8922	5,5400	9,4844	5,7600	10,0854	5,9800	10,6948
4,8850	7,7484	5,1050	8,3223	5,3250	8,9056	5,5450	9,4980	5,7650	10,0992	5,9850	10,7087
4,8900	7,7614	5,1100	8,3354	5,3300	8,9190	5,5500	9,5116	5,7700	10,1129	5,9900	10,7226
4,8950	7,7743	5,1150	8,3486	5,3350	8,9323	5,5550	9,5251	5,7750	10,1267	5,9950	10,7366
4,9000	7,7873	5,1200	8,3618	5,3400	8,9457	5,5600	9,5387	5,7800	10,1405	6,0000	10,7506
4,9050	7,8002	5,1250	8,3749	5,3450	8,9591	5,5650	9,5523	5,7850	10,1542	6,0050	10,7645
4,9100	7,8132	5,1300	8,3881	5,3500	8,9725	5,5700	9,5659	5,7900	10,1680	6,0100	10,7785
4,9150	7,8261	5,1350	8,4013	5,3550	8,9859	5,5750	9,5795	5,7950	10,1818	6,0150	10,7925
4,9200	7,8391	5,1400	8,4145	5,3600	8,9992	5,5800	9,5931	5,8000	10,1956	6,0200	10,8064
4,9250	7,8520	5,1450	8,4276	5,3650	9,0126	5,5850	9,6067	5,8050	10,2094	6,0250	10,8204
4,9300	7,8650	5,1500	8,4408	5,3700	9,0260	5,5900	9,6203	5,8100	10,2232	6,0300	10,8344
4,9350	7,8780	5,1550	8,4540	5,3750	9,0395	5,5950	9,6339	5,8150	10,2370	6,0350	10,8484
4,9400	7,8910	5,1600	8,4672	5,3800	9,0529	5,6000	9,6475	5,8200	10,2508	6,0400	10,8624
4,9450	7,9040	5,1650	8,4804	5,3850	9,0663	5,6050	9,6611	5,8250	10,2646	6,0450	10,8764
4,9500	7,9170	5,1700	8,4937	5,3900	9,0797	5,6100	9,6747	5,8300	10,2784	6,0500	10,8904
4,9550	7,9300	5,1750	8,5069	5,3950	9,0931	5,6150	9,6884	5,8350	10,2922	6,0550	10,9044
4,9600	7,9430	5,1800	8,5201	5,4000	9,1066	5,6200	9,7020	5,8400	10,3060	6,0600	10,9184
4,9650	7,9560	5,1850	8,5333	5,4050	9,1200	5,6250	9,7156	5,8450	10,3199	6,0650	10,9324
4,9700	7,9690	5,1900	8,5465	5,4100	9,1334	5,6300	9,7293	5,8500	10,3337	6,0700	10,9464
4,9750	7,9820	5,1950	8,5598	5,4150	9,1469	5,6350	9,7429	5,8550	10,3475	6,0750	10,9604
4,9800	7,9950	5,2000	8,5730	5,4200	9,1603	5,6400	9,7565	5,8600	10,3614	6,0800	10,9744
4,9850	8,0081	5,2050	8,5863	5,4250	9,1738	5,6450	9,7702	5,8650	10,3752	6,0850	10,9885
4,9900	8,0211	5,2100	8,5995	5,4300	9,1872	5,6500	9,7839	5,8700	10,3890	6,0900	11,0025
4,9950	8,0341	5,2150	8,6128	5,4350	9,2007	5,6550	9,7975	5,8750	10,4029	6,0950	11,0165
5,0000	8,0472	5,2200	8,6260	5,4400	9,2142	5,6600	9,8112	5,8800	10,4168	6,1000	11,0306
5,0050	8,0602	5,2250	8,6393	5,4450	9,2276	5,6650	9,8248	5,8850	10,4306	6,1050	11,0446
5,0100	8,0733	5,2300	8,6526	5,4500	9,2411	5,6700	9,8385	5,8900	10,4445	6,1100	11,0587
5,0150	8,0864	5,2350	8,6658	5,4550	9,2546	5,6750	9,8522	5,8950	10,4583	6,1150	11,0727
5,0200	8,0994	5,2400	8,6791	5,4600	9,2681	5,6800	9,8659	5,9000	10,4722	6,1200	11,0868
5,0250	8,1125	5,2450	8,6924	5,4650	9,2816	5,6850	9,8796	5,9050	10,4861	6,1250	11,1008

X	X*LnX	X	X*LnX	X	X*LnX	X	X*LnX	X	X*LnX	X	X*LnX
6,1300	11,1149	6,3500	11,7377	6,5700	12,3681	6,7900	13,0059	7,0100	13,6508	7,2300	14,3027
6,1350	11,1290	6,3550	11,7519	6,5750	12,3825	6,7950	13,0205	7,0150	13,6656	7,2350	14,3176
6,1400	11,1430	6,3600	11,7662	6,5800	12,3969	6,8000	13,0351	7,0200	13,6803	7,2400	14,3325
6,1450	11,1571	6,3650	11,7804	6,5850	12,4114	6,8050	13,0497	7,0250	13,6951	7,2450	14,3474
6,1500	11,1712	6,3700	11,7947	6,5900	12,4258	6,8100	13,0643	7,0300	13,7098	7,2500	14,3623
6,1550	11,1853	6,3750	11,8089	6,5950	12,4402	6,8150	13,0788	7,0350	13,7246	7,2550	14,3772
6,1600	11,1994	6,3800	11,8232	6,6000	12,4547	6,8200	13,0934	7,0400	13,7393	7,2600	14,3921
6,1650	11,2134	6,3850	11,8375	6,6050	12,4691	6,8250	13,1080	7,0450	13,7541	7,2650	14,4070
6,1700	11,2275	6,3900	11,8518	6,6100	12,4835	6,8300	13,1226	7,0500	13,7688	7,2700	14,4219
6,1750	11,2416	6,3950	11,8660	6,6150	12,4980	6,8350	13,1373	7,0550	13,7836	7,2750	14,4368
6,1800	11,2557	6,4000	11,8803	6,6200	12,5124	6,8400	13,1519	7,0600	13,7984	7,2800	14,4518
6,1850	11,2699	6,4050	11,8946	6,6250	12,5269	6,8450	13,1665	7,0650	13,8132	7,2850	14,4667
6,1900	11,2840	6,4100	11,9089	6,6300	12,5413	6,8500	13,1811	7,0700	13,8279	7,2900	14,4816
6,1950	11,2981	6,4150	11,9232	6,6350	12,5558	6,8550	13,1957	7,0750	13,8427	7,2950	14,4965
6,2000	11,3122	6,4200	11,9375	6,6400	12,5703	6,8600	13,2104	7,0800	13,8575	7,3000	14,5115
6,2050	11,3263	6,4250	11,9518	6,6450	12,5847	6,8650	13,2250	7,0850	13,8723	7,3050	14,5264
6,2100	11,3405	6,4300	11,9661	6,6500	12,5992	6,8700	13,2396	7,0900	13,8871	7,3100	14,5414
6,2150	11,3546	6,4350	11,9804	6,6550	12,6137	6,8750	13,2543	7,0950	13,9019	7,3150	14,5563
6,2200	11,3687	6,4400	11,9947	6,6600	12,6282	6,8800	13,2689	7,1000	13,9167	7,3200	14,5713
6,2250	11,3829	6,4450	12,0090	6,6650	12,6426	6,8850	13,2835	7,1050	13,9315	7,3250	14,5862
6,2300	11,3970	6,4500	12,0233	6,6700	12,6571	6,8900	13,2982	7,1100	13,9463	7,3300	14,6012
6,2350	11,4112	6,4550	12,0376	6,6750	12,6716	6,8950	13,3128	7,1150	13,9611	7,3350	14,6161
6,2400	11,4253	6,4600	12,0520	6,6800	12,6861	6,9000	13,3275	7,1200	13,9759	7,3400	14,6311
6,2450	11,4395	6,4650	12,0663	6,6850	12,7006	6,9050	13,3422	7,1250	13,9907	7,3450	14,6461
6,2500	11,4536	6,4700	12,0806	6,6900	12,7151	6,9100	13,3568	7,1300	14,0055	7,3500	14,6610
6,2550	11,4678	6,4750	12,0950	6,6950	12,7296	6,9150	13,3715	7,1350	14,0204	7,3550	14,6760
6,2600	11,4820	6,4800	12,1093	6,7000	12,7441	6,9200	13,3862	7,1400	14,0352	7,3600	14,6910
6,2650	11,4961	6,4850	12,1237	6,7050	12,7586	6,9250	13,4008	7,1450	14,0500	7,3650	14,7060
6,2700	11,5103	6,4900	12,1380	6,7100	12,7731	6,9300	13,4155	7,1500	14,0649	7,3700	14,7210
6,2750	11,5245	6,4950	12,1524	6,7150	12,7877	6,9350	13,4302	7,1550	14,0797	7,3750	14,7360
6,2800	11,5387	6,5000	12,1667	6,7200	12,8022	6,9400	13,4449	7,1600	14,0945	7,3800	14,7509
6,2850	11,5529	6,5050	12,1811	6,7250	12,8167	6,9450	13,4596	7,1650	14,1094	7,3850	14,7659
6,2900	11,5671	6,5100	12,1954	6,7300	12,8313	6,9500	13,4743	7,1700	14,1242	7,3900	14,7809
6,2950	11,5813	6,5150	12,2098	6,7350	12,8458	6,9550	13,4890	7,1750	14,1391	7,3950	14,7959
6,3000	11,5955	6,5200	12,2242	6,7400	12,8603	6,9600	13,5036	7,1800	14,1539	7,4000	14,8110
6,3050	11,6097	6,5250	12,2386	6,7450	12,8749	6,9650	13,5184	7,1850	14,1688	7,4050	14,8260
6,3100	11,6239	6,5300	12,2529	6,7500	12,8894	6,9700	13,5331	7,1900	14,1836	7,4100	14,8410
6,3150	11,6381	6,5350	12,2673	6,7550	12,9040	6,9750	13,5478	7,1950	14,1985	7,4150	14,8560
6,3200	11,6523	6,5400	12,2817	6,7600	12,9185	6,9800	13,5625	7,2000	14,2134	7,4200	14,8710
6,3250	11,6665	6,5450	12,2961	6,7650	12,9331	6,9850	13,5772	7,2050	14,2283	7,4250	14,8860
6,3300	11,6808	6,5500	12,3105	6,7700	12,9476	6,9900	13,5919	7,2100	14,2431	7,4300	14,9011
6,3350	11,6950	6,5550	12,3249	6,7750	12,9622	6,9950	13,6066	7,2150	14,2580	7,4350	14,9161
6,3400	11,7092	6,5600	12,3393	6,7800	12,9768	7,0000	13,6214	7,2200	14,2729	7,4400	14,9311
6,3450	11,7234	6,5650	12,3537	6,7850	12,9913	7,0050	13,6361	7,2250	14,2878	7,4450	14,9462

X	X*LnX	X	X*LnX	X	X*LnX	X	X*LnX	X	X*LnX	X	X*LnX
7,4500	14,9612	7,6650	15,6110	7,8800	16,2669	8,0950	16,9286	8,3100	17,5961	8,5250	18,2691
7,4550	14,9762	7,6700	15,6262	7,8850	16,2822	8,1000	16,9441	8,3150	17,6117	8,5300	18,2848
7,4600	14,9913	7,6750	15,6414	7,8900	16,2976	8,1050	16,9596	8,3200	17,6273	8,5350	18,3005
7,4650	15,0063	7,6800	15,6566	7,8950	16,3129	8,1100	16,9750	8,3250	17,6429	8,5400	18,3163
7,4700	15,0214	7,6850	15,6718	7,9000	16,3282	8,1150	16,9905	8,3300	17,6585	8,5450	18,3320
7,4750	15,0364	7,6900	15,6870	7,9050	16,3436	8,1200	17,0060	8,3350	17,6741	8,5500	18,3477
7,4800	15,0515	7,6950	15,7022	7,9100	16,3589	8,1250	17,0214	8,3400	17,6897	8,5550	18,3634
7,4850	15,0666	7,7000	15,7174	7,9150	16,3742	8,1300	17,0369	8,3450	17,7053	8,5600	18,3792
7,4900	15,0816	7,7050	15,7326	7,9200	16,3896	8,1350	17,0524	8,3500	17,7209	8,5650	18,3949
7,4950	15,0967	7,7100	15,7478	7,9250	16,4049	8,1400	17,0679	8,3550	17,7365	8,5700	18,4107
7,5000	15,1118	7,7150	15,7630	7,9300	16,4203	8,1450	17,0834	8,3600	17,7521	8,5750	18,4264
7,5050	15,1268	7,7200	15,7782	7,9350	16,4356	8,1500	17,0988	8,3650	17,7677	8,5800	18,4421
7,5100	15,1419	7,7250	15,7935	7,9400	16,4510	8,1550	17,1143	8,3700	17,7834	8,5850	18,4579
7,5150	15,1570	7,7300	15,8087	7,9450	16,4664	8,1600	17,1298	8,3750	17,7990	8,5900	18,4736
7,5200	15,1721	7,7350	15,8239	7,9500	16,4817	8,1650	17,1453	8,3800	17,8146	8,5950	18,4894
7,5250	15,1872	7,7400	15,8391	7,9550	16,4971	8,1700	17,1608	8,3850	17,8302	8,6000	18,5052
7,5300	15,2023	7,7450	15,8544	7,9600	16,5125	8,1750	17,1763	8,3900	17,8459	8,6050	18,5209
7,5350	15,2174	7,7500	15,8696	7,9650	16,5278	8,1800	17,1918	8,3950	17,8615	8,6100	18,5367
7,5400	15,2325	7,7550	15,8849	7,9700	16,5432	8,1850	17,2074	8,4000	17,8771	8,6150	18,5524
7,5450	15,2476	7,7600	15,9001	7,9750	16,5586	8,1900	17,2229	8,4050	17,8928	8,6200	18,5682
7,5500	15,2627	7,7650	15,9153	7,9800	16,5740	8,1950	17,2384	8,4100	17,9084	8,6250	18,5840
7,5550	15,2778	7,7700	15,9306	7,9850	16,5894	8,2000	17,2539	8,4150	17,9241	8,6300	18,5998
7,5600	15,2929	7,7750	15,9459	7,9900	16,6047	8,2050	17,2694	8,4200	17,9397	8,6350	18,6155
7,5650	15,3080	7,7800	15,9611	7,9950	16,6201	8,2100	17,2849	8,4250	17,9554	8,6400	18,6313
7,5700	15,3231	7,7850	15,9764	8,0000	16,6355	8,2150	17,3005	8,4300	17,9710	8,6450	18,6471
7,5750	15,3383	7,7900	15,9916	8,0050	16,6509	8,2200	17,3160	8,4350	17,9867	8,6500	18,6629
7,5800	15,3534	7,7950	16,0069	8,0100	16,6663	8,2250	17,3315	8,4400	18,0024	8,6550	18,6787
7,5850	15,3685	7,8000	16,0222	8,0150	16,6817	8,2300	17,3471	8,4450	18,0180	8,6600	18,6945
7,5900	15,3837	7,8050	16,0374	8,0200	16,6971	8,2350	17,3626	8,4500	18,0337	8,6650	18,7103
7,5950	15,3988	7,8100	16,0527	8,0250	16,7126	8,2400	17,3782	8,4550	18,0494	8,6700	18,7261
7,6000	15,4139	7,8150	16,0680	8,0300	16,7280	8,2450	17,3937	8,4600	18,0651	8,6750	18,7419
7,6050	15,4291	7,8200	16,0833	8,0350	16,7434	8,2500	17,4093	8,4650	18,0807	8,6800	18,7577
7,6100	15,4442	7,8250	16,0986	8,0400	16,7588	8,2550	17,4248	8,4700	18,0964	8,6850	18,7735
7,6150	15,4594	7,8300	16,1138	8,0450	16,7742	8,2600	17,4404	8,4750	18,1121	8,6900	18,7893
7,6200	15,4745	7,8350	16,1291	8,0500	16,7897	8,2650	17,4559	8,4800	18,1278	8,6950	18,8051
7,6250	15,4897	7,8400	16,1444	8,0550	16,8051	8,2700	17,4715	8,4850	18,1435	8,7000	18,8209
7,6300	15,5048	7,8450	16,1597	8,0600	16,8205	8,2750	17,4871	8,4900	18,1592	8,7050	18,8367
7,6350	15,5200	7,8500	16,1750	8,0650	16,8360	8,2800	17,5026	8,4950	18,1749	8,7100	18,8525
7,6400	15,5352	7,8550	16,1903	8,0700	16,8514	8,2850	17,5182	8,5000	18,1906	8,7150	18,8684
7,6450	15,5503	7,8600	16,2056	8,0750	16,8668	8,2900	17,5338	8,5050	18,2063	8,7200	18,8842
7,6500	15,5655	7,8650	16,2210	8,0800	16,8823	8,2950	17,5493	8,5100	18,2220	8,7250	18,9000
7,6550	15,5807	7,8700	16,2363	8,0850	16,8977	8,3000	17,5649	8,5150	18,2377	8,7300	18,9159
7,6600	15,5959	7,8750	16,2516	8,0900	16,9132	8,3050	17,5805	8,5200	18,2534	8,7350	18,9317

X	X*LnX	X	X*LnX	X	X*LnX	X	X*LnX	X	X*LnX	X	X*LnX
8,7400	18,9475	8,9550	19,6313	9,1700	20,3201	9,3850	21,0141	9,6000	21,7129	9,8150	22,4166
8,7450	18,9634	8,9600	19,6472	9,1750	20,3362	9,3900	21,0303	9,6050	21,7292	9,8200	22,4330
8,7500	18,9792	8,9650	19,6632	9,1800	20,3523	9,3950	21,0465	9,6100	21,7455	9,8250	22,4494
8,7550	18,9951	8,9700	19,6792	9,1850	20,3684	9,4000	21,0627	9,6150	21,7619	9,8300	22,4659
8,7600	19,0109	8,9750	19,6951	9,1900	20,3845	9,4050	21,0789	9,6200	21,7782	9,8350	22,4823
8,7650	19,0268	8,9800	19,7111	9,1950	20,4006	9,4100	21,0951	9,6250	21,7945	9,8400	22,4987
8,7700	19,0426	8,9850	19,7271	9,2000	20,4167	9,4150	21,1113	9,6300	21,8108	9,8450	22,5152
8,7750	19,0585	8,9900	19,7431	9,2050	20,4328	9,4200	21,1275	9,6350	21,8272	9,8500	22,5316
8,7800	19,0743	8,9950	19,7590	9,2100	20,4489	9,4250	21,1437	9,6400	21,8435	9,8550	22,5480
8,7850	19,0902	9,0000	19,7750	9,2150	20,4650	9,4300	21,1599	9,6450	21,8598	9,8600	22,5645
8,7900	19,1061	9,0050	19,7910	9,2200	20,4811	9,4350	21,1762	9,6500	21,8761	9,8650	22,5809
8,7950	19,1219	9,0100	19,8070	9,2250	20,4972	9,4400	21,1924	9,6550	21,8925	9,8700	22,5974
8,8000	19,1378	9,0150	19,8230	9,2300	20,5133	9,4450	21,2086	9,6600	21,9088	9,8750	22,6138
8,8050	19,1537	9,0200	19,8390	9,2350	20,5294	9,4500	21,2248	9,6650	21,9252	9,8800	22,6303
8,8100	19,1696	9,0250	19,8550	9,2400	20,5455	9,4550	21,2411	9,6700	21,9415	9,8850	22,6467
8,8150	19,1854	9,0300	19,8710	9,2450	20,5616	9,4600	21,2573	9,6750	21,9579	9,8900	22,6632
8,8200	19,2013	9,0350	19,8870	9,2500	20,5778	9,4650	21,2735	9,6800	21,9742	9,8950	22,6796
8,8250	19,2172	9,0400	19,9030	9,2550	20,5939	9,4700	21,2898	9,6850	21,9906	9,9000	22,6961
8,8300	19,2331	9,0450	19,9190	9,2600	20,6100	9,4750	21,3060	9,6900	22,0069	9,9050	22,7126
8,8350	19,2490	9,0500	19,9350	9,2650	20,6261	9,4800	21,3223	9,6950	22,0233	9,9100	22,7290
8,8400	19,2649	9,0550	19,9510	9,2700	20,6423	9,4850	21,3385	9,7000	22,0396	9,9150	22,7455
8,8450	19,2808	9,0600	19,9671	9,2750	20,6584	9,4900	21,3548	9,7050	22,0560	9,9200	22,7620
8,8500	19,2967	9,0650	19,9831	9,2800	20,6746	9,4950	21,3710	9,7100	22,0723	9,9250	22,7784
8,8550	19,3126	9,0700	19,9991	9,2850	20,6907	9,5000	21,3873	9,7150	22,0887	9,9300	22,7949
8,8600	19,3285	9,0750	20,0151	9,2900	20,7068	9,5050	21,4035	9,7200	22,1051	9,9350	22,8114
8,8650	19,3444	9,0800	20,0312	9,2950	20,7230	9,5100	21,4198	9,7250	22,1215	9,9400	22,8279
8,8700	19,3603	9,0850	20,0472	9,3000	20,7391	9,5150	21,4361	9,7300	22,1378	9,9450	22,8444
8,8750	19,3762	9,0900	20,0632	9,3050	20,7553	9,5200	21,4523	9,7350	22,1542	9,9500	22,8608
8,8800	19,3922	9,0950	20,0793	9,3100	20,7714	9,5250	21,4686	9,7400	22,1706	9,9550	22,8773
8,8850	19,4081	9,1000	20,0953	9,3150	20,7876	9,5300	21,4849	9,7450	22,1870	9,9600	22,8938
8,8900	19,4240	9,1050	20,1113	9,3200	20,8038	9,5350	21,5011	9,7500	22,2034	9,9650	22,9103
8,8950	19,4399	9,1100	20,1274	9,3250	20,8199	9,5400	21,5174	9,7550	22,2197	9,9700	22,9268
8,9000	19,4559	9,1150	20,1434	9,3300	20,8361	9,5450	21,5337	9,7600	22,2361	9,9750	22,9433
8,9050	19,4718	9,1200	20,1595	9,3350	20,8523	9,5500	21,5500	9,7650	22,2525	9,9800	22,9598
8,9100	19,4877	9,1250	20,1755	9,3400	20,8684	9,5550	21,5663	9,7700	22,2689	9,9850	22,9763
8,9150	19,5037	9,1300	20,1916	9,3450	20,8846	9,5600	21,5825	9,7750	22,2853	9,9900	22,9928
8,9200	19,5196	9,1350	20,2077	9,3500	20,9008	9,5650	21,5988	9,7800	22,3017	9,9950	23,0093
8,9250	19,5355	9,1400	20,2237	9,3550	20,9169	9,5700	21,6151	9,7850	22,3181	10,0000	23,0259
8,9300	19,5515	9,1450	20,2398	9,3600	20,9331	9,5750	21,6314	9,7900	22,3345		
8,9350	19,5674	9,1500	20,2558	9,3650	20,9493	9,5800	21,6477	9,7950	22,3509		
8,9400	19,5834	9,1550	20,2719	9,3700	20,9655	9,5850	21,6640	9,8000	22,3673		
8,9450	19,5993	9,1600	20,2880	9,3750	20,9817	9,5900	21,6803	9,8050	22,3838		
8,9500	19,6153	9,1650	20,3041	9,3800	20,9979	9,5950	21,6966	9,8100	22,4002		

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.



AEROFLEX Россия – ООО «Теплоизоляция Пермь»

Телефон: +7 342 294 37 01

Электронная почта: info@aeroflex-russia.ru

www.aeroflex-russia.ru

Контактная информация представителей AEROFLEX:

