ТР 12297-ТИ.2005. Теплоизоляционные изделия ОАО "ТИЗОЛ" в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов. Рекомендации по применению с альбомом технических решений

Наименование документа: *ТР 12297-ТИ.2005*

Тип документа: **ТР**

Статус документа: действующий

Название рус.: Теплоизоляционные изделия ОАО "ТИЗОЛ" в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов. Рекомендации по применению с альбомом технических решений

Краткое содержание:

ВВЕДЕНИЕ
1. НОМЕНКЛАТУРА И ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ПРОИЗВОДСТВА ОАО «ТИЗОЛ»
1.1. Холсты из базальтовых супертонких волокон ТУ 5761-001-08621635-98.
1.2. Материал базальтоволокнистый теплоизоляционный ТУ 95.2691-98.
1.3. Маты прошивные теплоизоляционные из базальтового холста ТУ 5769-002-08621635-98.
1.4. Материалы базальтовые огнезащитные рулонные ТУ 5769-003-48588528-00.
2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ПРОИЗВОДСТВА ОАО «ТИЗОЛ» В КОНСТРУКЦИЯХ ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ
3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫМ МАТЕРИАЛАМ В КОНСТРУКЦИЯХ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ.
4. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ, ТРУБОПРОВОДОВ, АРМАТУРЫ И ФЛАНЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СУПЕРТОНКОГО БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА ПРОИЗВОДСТВА ОАО «ТИЗОЛ»
4.1. Конструкции тепловой изоляции для трубопроводов.
4.2. Конструкции тепловой изоляции арматуры и фланцевых соединений трубопроводов.
4.3. Конструкции тепловой изоляции промышленного оборудования.
4.4. Тепловая изоляция газоходов и воздуховодов прямоугольного сечения.
4.5. Тепловая изоляция стальных вертикальных цилиндрических

резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов.
4.6. Тепловая изоляция резервуаров для хранения холодной питьевой воды в системах водоснабжения.
5. РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО СЛОЯ КОНСТРУКЦИЙ НА ОСНОВЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СУПЕРТОНКОГО БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА ПРОИЗВОДСТВА ОАО «ТИЗОЛ»
5.1. Тепловая изоляция с целью обеспечения заданной плотности теплового потока с поверхности изолированного объекта.
5.2. Тепловая изоляция с целью обеспечения заданной температуры на поверхности изоляции.
5.3. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов с целью предотвращения конденсации влаги на поверхности изоляции.
5.4. Тепловая изоляция трубопроводов с целью предотвращения замерзания содержащейся в них жидкости.
5.5. Тепловая изоляция трубопроводов водяных тепловых сетей двухтрубной подземной канальной прокладки.
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. РАСЧЕТНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛООТДАЧИ.
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. РАСХОД ПОКРОВНЫХ И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРОИЗВОДСТВА ОАО «ТИЗОЛ» ПРИ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ И ОБОРУДОВАНИЯ.
Таблица П 2.1. Объем теплоизоляционного слоя из теплоизоляционных материалов производства ОАО «ТИЗОЛ» в конструкции в зависимости от толщины тепловой изоляции на 10 метров трубопровода.
Таблица П 2.2. Поверхность теплоизоляционной конструкции на 10 метров длины трубопровода в зависимости от толщины теплоизоляционного слоя из материалов производства ОАО «ТИЗОЛ»
Таблица П 2.3. Расход материалов на 1 м2 покрытия металлическими листами для конструкций тепловой изоляции трубопроводов
Таблица П 2.4. Расход материалов на 1 м2 покрытия металлическими листами для конструкций тепловой изоляции оборудования.

Дата актуализации текста: 01.01.2009

Дата введения: 01.01.2005

Дата добавления в базу: 10.11.2009

Доступно сейчас для просмотра: 100% текста. Полная версия документа.

Опубликован: ОАО "Теплопроект" № 2005

Документ утвержден: ОАО "Теплопроект" от 2005-01-01

Документ разработан: ОАО "Теплопроект"
ОАО "ТИЗОЛ" 624223, Свердловская обл., г. Нижняя Тура, ул. Малышева, 59

Открытое акционерное общество

«Инжиниринговая компания по теплотехническому строительству «ТЕПЛОПРОЕКТ»

Утверждаю

Генеральный директор

ОАО «Теплопроект»

_____ 2005 г.

ОАО «ТИЗОЛ»

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ ОАО «ТИЗОЛ» В КОНСТРУКЦИЯХ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ

Рекомендации по применению с альбомом технических решений

ТР 12297-ТИ.2005

Москва
2005 г.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ

1. НОМЕНКЛАТУРА И ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ПРОИЗВОДСТВА ОАО «ТИЗОЛ»

1.1. Холсты из базальтовых супертонких волокон ТУ 5761-001-08621635-98.

1.2. Материал базальтоволокнистый теплоизоляционный ТУ 95.2691-98.

1.3. Маты прошивные теплоизоляционные из базальтового холста ТУ 5769-002-08621635-98.

1.4. Материалы базальтовые огнезащитные рулонные ТУ 5769-003-48588528-00.

2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ПРОИЗВОДСТВА ОАО «ТИЗОЛ» В КОНСТРУКЦИЯХ ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫМ МАТЕРИАЛАМ В КОНСТРУКЦИЯХ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ.

4. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ, ТРУБОПРОВОДОВ, АРМАТУРЫ И ФЛАНЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СУПЕРТОНКОГО БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА ПРОИЗВОДСТВА ОАО «ТИЗОЛ»

4.1. Конструкции тепловой изоляции для трубопроводов.

4.2. Конструкции тепловой изоляции арматуры и фланцевых соединений трубопроводов.

4.3. Конструкции тепловой изоляции промышленного оборудования.

4.4. Тепловая изоляция газоходов и воздуховодов прямоугольного сечения.

4.5. Тепловая изоляция стальных вертикальных цилиндрических резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов.

4.6. Тепловая изоляция резервуаров для хранения холодной питьевой воды в системах водоснабжения.

5. РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО СЛОЯ КОНСТРУКЦИЙ НА ОСНОВЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СУПЕРТОНКОГО БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА ПРОИЗВОДСТВА ОАО «ТИЗОЛ»

5.1. Тепловая изоляция с целью обеспечения заданной плотности теплового потока с поверхности изолированного объекта.

5.2. Тепловая изоляция с целью обеспечения заданной температуры на поверхности изоляции.

5.3. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов с целью предотвращения конденсации влаги на поверхности изоляции.

5.4. Тепловая изоляция трубопроводов с целью предотвращения замерзания содержащейся в них жидкости.

5.5. Тепловая изоляция трубопроводов водяных тепловых сетей двухтрубной подземной канальной прокладки.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. РАСЧЕТНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛООТДАЧИ.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. РАСХОД ПОКРОВНЫХ И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРОИЗВОДСТВА ОАО «ТИЗОЛ» ПРИ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ И ОБОРУДОВАНИЯ.

Таблица П 2.1. Объем теплоизоляционного слоя из теплоизоляционных материалов производства ОАО «ТИЗОЛ» в конструкции в зависимости от толщины тепловой изоляции на 10 метров трубопровода.

Таблица П 2.2. Поверхность теплоизоляционной конструкции на 10 метров длины трубопровода в зависимости от толщины теплоизоляционного слоя из материалов производства ОАО «ТИЗОЛ»

Таблица П 2.3. Расход материалов на 1 м2 покрытия металлическими листами для конструкций тепловой изоляции трубопроводов

Таблица П 2.4. Расход материалов на 1 м2 покрытия металлическими листами для конструкций тепловой изоляции оборудования.

ВВЕДЕНИЕ

Изделия из базальтового супертонкого волокна, получаемые из горных пород габбро-базальтового типа, прочно завоевали рынок теплоизоляционных материалов, применяемых для изоляции оборудования и трубопроводов. Теплоизоляционные изделия из базальтового супертонкого волокна, выпускаемые ОАО «ТИЗОЛ», являются современными высокоэффективными теплоизоляционными материалами для промышленной и строительной тепловой изоляции, соответствующими мировому уровню по теплофизическим и эксплуатационным характеристикам.

Материалы из базальтового волокна обладают более высокой теплостойкостью по сравнению с минераловатными и стекловолокнистыми изделиями, более устойчивы к воздействию влаги и агрессивных сред (кислотам, щелочам, органическим растворителям и т.п.); обладают отличной вибростойкостью, способны работать без разрушений при высоких температурах и одновременно при сильных вибрационных нагрузках и имеют высокую долговечность в готовых изделиях.

Изделия из супертонкого базальтового волокна не накапливают радиацию и широко используются при теплоизоляции на атомных станциях.

Для производства базальтового супертонкого волокна применяются базальтовые порфириты, базаниты и другие близкие по химическому составу горные породы. Сырьевые материалы отвечают требованиям радиационной безопасности, не выделяют в процессе эксплуатации вредных и неприятно пахнущих веществ, являются негорючим и невзрывоопасным материалом. Эффективная удельная активность естественных радионуклидов соответствует требованиям СП 2.6.11.758-99 «НРБ-99. Нормы радиационной безопасности».

Высокий уровень качества базальтового супертонкого волокна производства ОАО «ТИЗОЛ» обеспечивает высокое качество теплоизоляционных изделий на его основе и позволяет получить стабильные показатели по плотности, теплопроводности, сжимаемости и водостойкости.

Для тепловой изоляции оборудования и трубопроводов могут применяться следующие теплоизоляционные материалы из природного камня, выпускаемые ОАО «ТИЗОЛ» по техническим условиям:

1. Изделия из природного и искусственного камня. Холсты из базальтовых супертонких волокон ТУ 5761-001-08621635-98.

2. Изделия из природного и искусственного камня. Маты прошивные теплоизоляционные из базальтового холста ТУ 5769-002-08621635-98.

3. Изделия из природного и искусственного камня. Материал базальтоволокнистый теплоизоляционный ТУ 95.2691-98.

4. Изделия из природного и искусственного камня. Материалы базальтовые огнезащитные рулонные ТУ 5769-003-48588528-00.

1. НОМЕНКЛАТУРА И ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ПРОИЗВОДСТВА ОАО «ТИЗОЛ»

1.1. Холсты из базальтовых супертонких волокон ТУ 5761-001-08621635-98.

1.1.1. Производство холстов из базальтовых супертонких волокон осуществляется из магматических горных пород основного состава: базальтовых порфиритов, базанитов и других горных пород, прошедших радиологический контроль.

Холсты представляют собой слой перепутанных волокон, скрепленных между собой силами естественного сцепления без связующего, и выпускаются двух марок в зависимости от вида волокна: холст БСТВ-ст (для строительных целей) и холст БСТВ-сп (специального назначения).

Холсты предназначены для изготовления теплозвукоизоляционных, звукопоглощающих материалов и изделий, фильтров для очистки газовоздушных и жидких сред, а также в качестве теплоизоляционного материала в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов всех отраслей промышленности, энергетике, жилищно-коммунальном хозяйстве и строительстве.

1.1.2. Холсты относятся к группе негорючих материалов (НГ) по ГОСТ 30244.

1.1.3. Размеры холстов: длина - от 1100 до 2100 мм, ширина - от 500 до 1500 мм, толщина (при давлении 98 Па) - от 50 до 300 с интервалом 50 мм.

1.1.4. Основные технические характеристики холстов с учетом результатов испытаний по п. 3.6. приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1.

Наименование показателя	Норма для холстов марок	
	БСТВ-ст	БСТВ-сп
Средний диаметр волокна, мкм, не более	3,0	2,0
Массовая доля неволокнистых включений размером свыше 0,25 мм, %, не более	8,0	4,8
Водостойкость (pH), не более	4	4
Плотность, кг/м3, не более	23,0	20,0
Теплопроводность, Вт/(м·К), не более, при температуре,	0,034	0,036
	0,054	0,058
°С:	0,098	0,098

(25 ± 5)

(125 ± 5)

(300 ± 5)

Температура применения, °С	-200 до +700	
Влажность по массе, %, не более	2,0	1,0
Выщелачиваемость в пересчете на Na2O на 5000 см2, %, не более	5,0	
Массовая доля ионов хлора на 10.000 см2, %, не более	0,03	

1.1.5. Условное обозначение холстов при составлении спецификаций и заказе должно состоять из наименования, марки изделия (буквенное обозначение базальтового супертонкого волокна БСТВ и сокращенное назначение изделия: ст - для строительных целей, сп - специального назначения) и обозначения технических условий.

Пример условного обозначения холстов из базальтовых супертонких волокон специального назначения:

Холст БСТВ-сп ТУ 5761-001-08621635-98.

1.2. Материал базальтоволокнистый теплоизоляционный ТУ 95.2691-98.

1.2.1. Базальтоволокнистый теплоизоляционный материал изготавливают на основе базальтовых супертонких волокон (ТУ 5761-001-08621635) с добавлением связующего и гидрофобизатора.

Базальтоволокнистый теплоизоляционный материал выпускается двух марок: плита мягкая (БВТМ-ПМ), картон (БВТМ-К), без обкладочного материала или в обкладке алюминиевой фольгой с одной стороны.

В качестве обкладочного материала применяется фольга алюминиевая марки ДПРХМ по ГОСТ 618. Может быть использована фольга других марок, не снижающих качество изделия.

Плиты и картон предназначены для тепловой изоляции трубопроводов и оборудования промышленных установок, включая энергетическое оборудование, а также строительных конструкций. Плиты могут применяться для изоляции крупноразмерного оборудования (резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов, баков и резервуаров питьевой и технической воды, и т.д.).

Базальтоволокнистые материалы могут использоваться для изоляции электробытовых приборов, бытовых отопительных устройств (печи, сауны и т.д.). Материалы с обкладкой фольгой могут использоваться для изоляции систем приточной вентиляции, в том числе коробов прямоугольного сечения, и трубопроводов холодного и горячего водоснабжения.

Картон в конструкциях тепловой изоляции может применяться также в качестве прокладок для ликвидации тепловых мостиков (опорные кольца, разгружающие устройства, под покровный слой в местах контакта с нагретыми поверхностями).

1.2.2. Плита БВТМ-ПМ относится к группе негорючих материалов (НГ), картон БВТМ-К - к группе слабогорючих материалов (Г1).

1.2.3. Размеры плит: длина - до 3000, ширина - до 1250 мм, толщина: плита мягкая - 10-30 мм, с интервалом 5 мм; картон - 5 мм. Предельные отклонения размеров по длине ±10 мм (БВТМ-ПМ), ±5 мм (БВТМ-К); ширине ±10 мм (БВТМ-ПМ), ±5 мм (БВТМ-К), толщине ±3-2 мм (БВТМ-ПМ), ±2-1 мм (БВТМ-К).

1.2.4. Основные технические характеристики материалов базальтоволокнистых теплоизоляционных с учетом результатов испытаний по п. 3.6. приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2.

Наименование показателя	БВТМ-ПМ	БВТМ-К
Плотность, кг/м3	18-40	44-80
Теплопроводность, Вт/(м·К), не более, при температуре:		
(25 ± 5)	0,035	0,035
(125 ± 5)	0,055	0,05
(300 ± 5)	0,100	0,093
Влажность, % по объему, не более	0,03	0,05
Содержание органических веществ, % по массе, не более	3,0	15,0
Сорбционная влажность (за 24 ч.), % по объему, не более	0,14	0,22
Сжимаемость, %, не более	40	15
Температура применения, °С	от-180 до +700	

1.2.5. Условное обозначение базальтоволокнистых теплоизоляционных материалов при составлении спецификаций и заказе должно состоять из наименования (БВТМ), обозначения марки: для картона (К), для плиты мягкой (ПМ), символа «Ф1» если изделия оклеены с одной стороны фольгой, размеров плит по длине, ширине, толщине в миллиметрах и обозначения технических условий.

Примеры условного обозначения:

- плиты мягкой с обкладкой фольгой с одной стороны длиной 1250, шириной 460, толщиной 30 мм:

БВТМ-ПМ/Ф1-1250.460.30 ТУ 95.2691-98.

- картона длиной 1250, шириной 600 и толщиной 5 мм:

БВТМ-К-1250.600.5 ТУ 95.2691-98.

1.3. Маты прошивные теплоизоляционные из базальтового холста ТУ 5769-002-08621635-98.

1.3.1. Маты теплоизоляционные прошивные выпускаются на основе базальтового холста без обкладок и с обкладочным материалом из ткани стеклянной, кремнеземной или базальтовой, фольги алюминиевой или стеклосеток. В зависимости от плотности выпускаются маты двух марок МПБ-30 и МПБ-50. Маты марки МПБ-30 могут быть в обкладке с одной стороны и без обкладок, маты марки МПБ-50 - только в обкладках тканями со всех сторон.

Для облицовки матов могут применяться: ткани стеклянные (Т-13, Т-14 по ГОСТ 19170, Т-23 по ТУ 6-48-53, Э1-Э4 по ГОСТ 19907); ткань кремнеземная (КТ-11, КТ-11-ТО по ТУ 6-48-64);ткань базальтовая марки ТБК-100 по ТУ 5952-027-00204949; фольга алюминиевая по ГОСТ 618; сетки стеклянные (ССД по ТУ 2296-001-02068048; СДА по ТУ 2296-057-00204949; ССНП по ТУ 2296-041-00204949).

Маты прошиваются строчками в продольном направлении с шагом шва не более 150 мм, при этом расстояние между кромкой и крайним швом должно быть не более 110, а между швами 160 мм.

В качестве прошивочного материала могут применяться нити стеклянные крученые комплексные марок ЕС-6, ЕС-9 номинальной линейной плотностью не ниже 100 текс. по ГОСТ 8325 или ТУ 6-48-0205002-71 или нити кремнеземистые марки К-11С-180 по ТУ 5952-153-05786904, а также ровинг базальтовый.

Допускается применение других обкладочных и прошивочных материалов, не снижающих качество матов.

Маты теплоизоляционные прошивные из базальтового холста применяются в конструкциях тепловой изоляции промышленного и энергетического оборудования и трубопроводов, в том числе атомных станций, при температуре изолируемой поверхности от минус 180° до плюс 700°С. Маты также могут быть использованы для теплозвукоизоляции строительных конструкций, приборов и бытового оборудования.

1.3.2. Маты МПБ относятся к группе негорючих материалов (НГ).

1.3.3. Выпускаются маты с размерами: длиной от 1000 до 6000 с интервалом 500 мм, ширина 500 мм, толщина: МПБ-30 - от 30 до 80 с интервалом 10 мм; МПБ-50 - от 30 до 120 с интервалом 10 мм. По согласованию с потребителем предусмотрен выпуск матов других размеров. Предельные отклонения размеров по длине ±50 мм, ширине ±20 мм, толщине ±5-4 мм.

1.3.4. Основные технические характеристики матов прошивных из базальтового холста с учетом результатов испытаний по п. 3.6. приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3.

Наименование показателей	МПБ-30	МПБ-50
Плотность, кг/м3	25-40	41-60
Теплопроводность, Вт/(м·К), не более, при	0,033	0,031

температуре:	0,050	0,044
(25 ±5)	0,093	0,081
(125 ±5)		
(300 ±5)		
Влажность, % по массе, не более	2,0	
Массовая доля ионов хлора, %, не более	0,03	
Сжимаемость, %, не более	25	
Температура применения, °С:	от-180 до +700	от-180 до +450

1.3.5. Условное обозначение матов прошивных теплоизоляционных из базальтового холста при составлении спецификаций и заказе должно состоять: из марки (буквенное обозначение матов прошивных из базальтового холста - МПБ и цифровое обозначение номинальной плотности изделия); обозначения обкладочного материала и количество обкладок, размеров по длине, ширине, толщине в миллиметрах и обозначения технических условий. Обозначение и количество обкладок: ткани (стеклянная - СТ, кремнеземистая - КТ, базальтовая - БТ); фольга алюминиевая - Ф; сетка стеклянная - СС; цифра 1 - для матов с обкладочным материалом с одной стороны; цифра 2 - для матов с обкладочным материалом со всех сторон. Пример условного обозначения при заказе и в технической документации матов прошивных из базальтового холста номинальной плотностью 30 кг/м3 в обкладке фольгой с одной стороны длиной 1000, шириной 470, толщиной 60 мм:

МПБ-30/Ф1-1000.470.60 ТУ 5769-002-08621635-98.

1.4. Материалы базальтовые огнезащитные рулонные ТУ 5769-003-48588528-00.

1.4.1. Основой для производства материалов базальтовых огнезащитных рулонных служит волокно базальтовое огнезащитное по ТУ 5760-001-48588528. Материалы базальтовые огнезащитные рулонные (МБОР) получают прошивкой (вязально-прошивным способом переплетением «трико») базальтового огнезащитного волокна без связующего. Материалы базальтовые огнезащитные рулонные в зависимости от вида прошивочного и облицовочного материалов подразделяются на марки: МБОР-5 (без обкладочного материала), МБОР-С-5 (на стеклоткани с одной стороны), МБОР-С2-5 (на стеклоткани с двух сторон), МБОР-Б-5 (на базальтовой ткани с одной стороны).

В качестве обкладочного материала применяют: ткань стеклянную из крученых комплексных нитей марок Э1-100, Э1-125, Э2-100, Э3-100, Э3-125 по ГОСТ 19907 или ГОСТ 8481; стеклосетку марки ССА 5×5×(115) по ТУ 6-48-00205009-135; ткань кремнеземную марки КТ-11 по ТУ 6-48-64; ткань базальтовую марки БТ-8 по ТУ 5952-031-00204949 или ТБК-100 по ТУ 5952-02-00204949. В качестве прошивочного материала применяют: нить стеклянную с линейной плотностью не менее 50 текс. и номинальным диаметром элементарной нити не более 7 мкм марок ЕС6-28×l×2 Z80 ЕС6-28×l×3 Z80 ЕС6-34×l×2 Z80 ЕС6-34×l×3 Z80 ЕС6-34×l×4 Z80 по ГОСТ 8325-93 или ЕС9-104×l Z80. ТУ 6-48-0205002-71; нить кремнеземную марок К-11С6-180 по ТУ 5952-153-05786904 или К-ПС6-170-БА по ТУ 6-11-444. Могут быть использованы другие марки перечисленных

обкладочных и прошивочных материалов не снижающие огнезащитных свойств материала.

Материалы предназначены для использования в качестве огнезащитного материала, повышающего огнестойкость строительных и инженерных конструкций, а также для применения в конструкциях тепло- и звукоизоляции промышленного оборудования, аппаратуры и транспортных средств. Материалы марки МБОР могут применяться в качестве фильтрующего элемента в системах сухой очистки коксовой пыли на коксохимических предприятиях.

1.4.2. Материалы базальтовые огнезащитные рулонные относятся к группе негорючих материалов (НГ).

1.4.3. Материалы МБОР выпускаются в рулонах длиной до 30 000 мм, шириной 1500, 1700 мм, толщиной 5 мм. Предельные отклонения размеров по длине ±200 мм, ширине ±30 мм, толщине ±1 мм.

1.4.4. Технические характеристики материалов марки МБОР с учетом результатов испытаний по п. 3.6. приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4.

Наименование показателя	Норма для марки			
	МБОР-5	МБОР-С-5	МБОР-С2-5	МБОР-Б-5
Поверхностная плотность, г/м2, не более	500	625	750	650
Плотность, кг/м3, не более	100	125	150	130
Влажность, % по массе, не более	2	2	2	2
Теплопроводность, Вт/(м·К), не более, при температуре:				
(25 ± 5)°С	0,038			
(125 ± 5)°С	0,051			
(300 ± 5)°С	0,090			
Температура применения, °С	-200 + 700	-200 + 450		-200 + 700

Коэффициент фильтрации, м/с, не более 0,05 - 0,09 в зависимости от марки материала.

1.4.5. Условное обозначение материала базальтового огнезащитного рулонного при составлении спецификаций и заказе должно состоять: из марки изделия (материал базальтовый огнезащитный рулонный - МБОР), обозначения обкладочного материала, цифры 2, если обкладочный материал с двух сторон, толщины в миллиметрах и обозначения технических условий. Обозначение и количество обкладок: С - стеклоткань, Б - базальтовая ткань. Пример условного обозначения при заказе изделия без обкладочного материала толщиной 5 мм:

МБОР-5 ТУ 5769-003-48588528-00;

То же, с обкладочным материалом из стеклоткани с двух сторон:

МБОР-С2-5 ТУ 5769-003-48588528-00.

и обозначения технических условий.

2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ПРОИЗВОДСТВА ОАО «ТИЗОЛ» В КОНСТРУКЦИЯХ ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ

2.1. Теплоизоляционные изделия производства ОАО «ТИЗОЛ» на основе базальтовых волокон обладают высокими конструкционными, теплозвукоизоляционными, диэлектрическими и другими свойствами, позволяющими широко использовать их в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов в различных отраслях промышленности: химической, нефтеперерабатывающей и газовой, радиоэлектронной и электротехнической, металлургии, энергетике, включая атомные станции и тепловые сети, в судостроении, в сельском и коммунальном хозяйстве при температуре изолируемых поверхностей от минус 180°С до плюс 700°С. Эти изделия могут использоваться в авиа-, автомобилестроении, транспорте, объектах пищевой промышленности и прочих объектах.

Применение тепловой изоляции на основе базальтовых супертонких волокон повышает огнестойкость и пожарную безопасность объектов.

2.2. Маты прошивные теплоизоляционные из базальтового холста МПБ-30 и МПБ-50, холсты из базальтовых супертонких волокон марок БСТВ-сп и БСТВ-ст, плиты мягкие БВТМ-ПМ рекомендуется применять для тепловой изоляции промышленного оборудования и трубопроводов всех отраслей промышленности и ЖКХ, включая:

- вертикальные и горизонтальные цилиндрические технологические аппараты предприятий химической, нефтеперерабатывающей, газовой, металлургической и др. отраслей промышленности;

- энергетическое оборудование тепловых и атомных станций, котельных (котлы, теплообменники, парогенераторы, турбины, газотурбинные установки, газоходы и т.д.);

- металлические стволы дымовых труб и подводящие газоходы;

- электрофильтры, печи, сушила;

- резервуары для хранения горячей воды (баки-аккумуляторы) на тепловых электростанциях и котельных;

- резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов, химических веществ;

- резервуары для хранения холодной воды в системах водоснабжения;

- резервуары для хранения противопожарного запаса воды в системах пожаротушения;

- воздуховоды круглого и прямоугольного сечения;

- криогенное оборудование;

- трубопроводы, в том числе магистральные нефте- и газопроводы, магистральные трубопроводы тепловых сетей.

- технологические трубопроводы с положительными и отрицательными температурами всех отраслей промышленности и на тепловых и атомных электростанциях;

- трубопроводы тепловых сетей при надземной (на открытом воздухе, помещениях чердаках, подвалах зданий,) и подземной (в каналах, тоннелях) прокладках;

- трубопроводы горячего и холодного водоснабжения в жилищном и гражданском строительстве, а также на промышленных предприятиях;

- нефте- газопроводы;

- трубопроводы со спутниками.

2.3. Материалы рулонные огнезащитные марки МБОР рекомендуется применять в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов наружным диаметром до 159 мм вкл. и в качестве огнезащиты воздуховодов с учетом максимально допустимой температуры в соответствии с п. 1.4.4. При изоляции трубопроводов наружным диаметром более 159 мм и оборудования материал марки МБОР рекомендуется применять в виде пакетов.

В целях тепловой изоляции рулонный огнезащитный материал может быть использован при необходимости добора теплоизоляционного слоя из других материалов до нужной толщины или дополнительного теплоизоляционного слоя по старой изоляции при ремонтных работах.

Рулонный материал марки МБОР может быть применен для предохранения пароизоляционного слоя от повреждения в качестве подкладочного слоя под металлическое покрытие при изоляции холодных поверхностей, а также в качестве прокладок по металлическим опорным кольцам для ликвидации мостиков тепла или холода.

2.4. Материл базальтоволокнистый теплоизоляционный марки БВТМ-К (картон) в теплоизоляционных конструкциях рекомендуется применять в качестве прокладок для ликвидации мостиков тепла или холода, изоляции трубопроводов и плоских поверхностей, бытовых отопительных установок, а также в целях огнезащиты.

Картон может применяться для изоляции объектов транспорта, в судостроении и авиастроении.

2.5. Плиты мягкие марки БВТМ-ПМ рекомендуется применять для изоляции трубопроводов, воздуховодов круглого и прямоугольного сечения, промышленного оборудования поверхностей с большим радиусом кривизны и плоских с температурой от минус 180 до 700°С.

При необходимости изоляции более чем в три слоя, из плит следует набирать пакеты. Пакеты также должны устанавливаться не более чем в три слоя.

Рекомендуемая плотность теплоизоляционного слоя из плит марки БВТМ-ПМ в конструкции - 60 кг/м3, допускаемая - не менее 45.

2.6. Плиты мягкие марки БВТМ-ПМ и картон БВТМ-К в обкладке с фольгой с одной стороны может применяться для изоляции трубопроводов холодной воды и с отрицательными температурами, трубопроводов, расположенных на чердаках, в подвалах, тоннелях и технических подпольях, воздуховодов приточной вентиляции круглого и прямоугольного сечения. При изоляции трубопроводов, расположенных на чердаках, в подвалах, тоннелях и технических подпольях покровный слой может не устанавливаться.

При необходимости установки плит в несколько слоев, плита или картон с обкладкой фольгой устанавливается сверху.

Плиты и картон с обкладкой фольгой могут применяться для изоляции трубопроводов с электрообогревом, при этом теплоизоляционные изделия устанавливаются фольгой внутрь конструкции. При этом следует учитывать температуру электрообогревателя. Температура электрообогрева не должна превышать 100°С (температуростойкость клеевого состава).

2.7. Маты теплоизоляционные прошивные из базальтового холста марок МПБ-30 и МПБ-50 и холсты из базальтового супертонкого волокна БСТВ-сп и БСТВ-ст могут применяться для изоляции трубопроводов и оборудования всех диаметров, в том числе подверженных вибрации, с учетом температуростойкости обкладочного материала в соответствии с данными, приведенными в п. 1.1.3. табл. 1.3.

Рекомендуемая плотность материалов в конструкции - 60 кг/м3 . На объектах, подверженных вибрации (газотурбинные установки, турбины, насосы, дымососы и т.д.), теплоизоляционные изделия рекомендуется уплотнять до 80 кг/м3. Допускаемая плотность матов марки МПБ-30 и холстов марок БСТВ-сп и БСТВ-ст в конструкции - 45 кг/м3. Снижение плотности материалов в конструкции приведет к увеличению коэффициента теплопроводности и снижению теплозащитных свойств конструкции.

2.8. Маты теплоизоляционные прошивные из базальтового холста марки МПБ с обкладкой из алюминиевой фольги применяются, как указано в п. 2.6.

2.9. Маты теплоизоляционные прошивные из базальтового холста марки МПБ-30 и МПБ-50, холсты из базальтовых супертонких волокон марок БСТВ-сп и БСТВ-ст и плиты мягкие БВТМ-ПМ могут применяться в конструкциях тепловой изоляции фланцевых соединений трубопроводов, муфтовой и фланцевой арматуры, а также для изоляции люков и фланцевых соединений аппаратов в соответствии с п. 4.2.

2.10. Маты прошивные марки МПБ в обкладках из стеклоткани или стеклосетки и плиты марки БВТМ-ПМ могут быть использованы в качестве теплоизоляционного слоя в полносборных и комплектных конструкциях, применяемых для изоляции трубопроводов и оборудования, изготавливаемых по ТУ 36-1180-85 «Индустриальные конструкции для промышленной тепловой изоляции трубопроводов, аппаратов и резервуаров».

2.11. При проектировании теплоизоляционных конструкций на основе теплоизоляционных изделий из базальтового супертонкого волокна производства ОАО

«ТИЗОЛ» следует соблюдать требования СНиП 41-03-2003 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов», СП 41-103-2000 «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов» с учетом требований норм технологического проектирования соответствующих отраслей промышленности, пожарной безопасности и охраны окружающей среды.

При проектировании тепловой изоляции объектов, расположенных на территории г. Екатеринбурга и Свердловской области, следует учитывать требования ТСН 23-337-2002 Свердловской области «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

При проектировании тепловой изоляции объектов, расположенных на территории Ямало-Ненецкого автономного округа, следует учитывать требования ТСН 41-309-2004 Ямало-Ненецкого автономного округа «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

2.12. Конструктивные решения тепловой изоляции на основе теплоизоляционных материалов из базальтового супертонкого волокна, производства ОАО «ТИЗОЛ» определяются параметрами изолируемого объекта, назначением тепловой изоляции, условиями эксплуатации теплоизоляционных конструкций и видом защитно-покровных материалов и с настоящими рекомендациями.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫМ МАТЕРИАЛАМ В КОНСТРУКЦИЯХ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ.

3.1. При монтаже и в процессе эксплуатации теплоизоляционные материалы в конструкции подвергаются температурным, влажностным, механическим, в том числе вибрационным, воздействиям, что определяет перечень предъявляемых к ним требований.

Физико-технические свойства теплоизоляционных материалов оказывают определяющее влияние на энергоэффективность, эксплуатационную надежность и долговечность конструкций промышленной тепловой изоляции, трудоемкость их монтажа, возможность ремонта в процессе эксплуатации.

Основными показателями, характеризующими физико-технические и эксплуатационные свойства теплоизоляционных материалов являются: плотность, теплопроводность, температуростойкость, сжимаемость и упругость (для мягких материалов), прочность на сжатие при 10 % деформации (для жестких и полужестких материалов), вибростойкость, формостабильность, горючесть, водостойкость и стойкость к воздействию химически агрессивных сред, содержание органических веществ и биостойкость.

3.2. Теплопроводность теплоизоляционного материала при прочих равных условиях определяет необходимую толщину теплоизоляционного слоя, а, следовательно, и нагрузки на изолируемый объект, конструктивные и монтажные характеристики теплоизоляционной конструкции. Теплопроводность возрастает с повышением температуры.

Расчетное значение коэффициента теплопроводности волокнистых теплоизоляционных материалов в конструкции определяются с учетом условий эксплуатации, степени их монтажного уплотнения, шовности конструкции, наличия крепежных деталей.

3.3. При выборе теплоизоляционного материала учитывают прочностные и деформационные характеристики изолируемого объекта, расчетные допустимые нагрузки на опоры и другие элементы изолируемой поверхности.

3.4. Долговечность теплоизоляционного материала зависит от особенностей конструкции, месторасположения изолируемого объекта, режима работы оборудования, агрессивности окружающей среды, механических нагрузок, наличия вибраций. Долговечность теплоизоляционного материала и теплоизоляционной конструкции в целом, в значительной степени определяется долговечностью покровного слоя.

3.5. Санитарно-гигиенические требования особенно важны при проектировании объектов с технологическими процессами, требующими высокой чистоты, например, в микробиологии, радиоэлектронике, фармацевтической промышленности. В этих условиях применяются материалы или конструкции, не допускающие загрязнения воздуха в помещениях. Следует предусматривать изделия в обкладках из стеклоткани, герметизацию швов покровного слоя или другие конструктивные решения.

3.6. Расчетная теплопроводность теплоизоляционных материалов основе базальтового супертонкого волокна производства ОАО «ТИЗОЛ» в условиях эксплуатации принята на основании обработки результатов испытаний, проведенных ИЦ «Стройтеплоизоляция-Тест» (протокол № 2Б/33 от 28 февраля 2005 г.), с учетом требований п. 3.2., данных сертификационных испытаний «УралНИИАС», показателей, приведенных в ТСН 64-301-2002 Свердловской области, и технических условиях на материалы.

Сводная таблица результатов измерения теплопроводности теплоизоляционных изделий из базальтового супертонкого волокна по протоколу № 2Б/33 от 28.02.05 г. приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1.

Марка изделия	Плотность образца, кг/м3	Средняя температура слоя, °С		
		25	125	300
		Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С),		
		λ0	λ125	λ300
Маты МПБ	20	0,034	0,054	-
	40	0,031	0,045	0,087
	60	0,030	0,042	0,075
Плита БВТМ-ПМ	30	0,031	0,051	0,0106
Картон БВТМ-К	45	0,031	0,043	0,093
Материал МБОР-5	84	0,033	0,045	0,080
Холст БСТВ-сп	18	0,036	0,054	-

3.7. Наибольшую эффективность конструкции тепловой изоляции с теплоизоляционным слоем из материалов на основе базальтового супертонкого волокна производства ОАО «ТИЗОЛ» имеют при коэффициенте уплотнения и плотности в конструкции, приведенными в таблице 3.2.

Таблица 3.2.

Наименование материала	Характеристики в конструкции	
	плотность, кг/м3,	коэффициент уплотнения
Маты марки МПБ-30	60	1,5
Маты марки МПБ-50	60	1,3-1,5
Плиты марки БВТМ-ПМ	45-60	1,5
Холсты марки БСТВ-ст	45-60	2,0-3,0
Холсты марки БСТВ-сп	40-60	2,0-3,0
Материал МБОР-5, МБОР-10	До 100	-
Картон марки БВТМ-К	До 85	-

4. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ, ТРУБОПРОВОДОВ, АРМАТУРЫ И ФЛАНЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СУПЕРТОНКОГО БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА ПРОИЗВОДСТВА ОАО «ТИЗОЛ»

4.1. Конструкции тепловой изоляции для трубопроводов.

4.1.1. Теплоизоляционный слой из материалов на основе супертонкого базальтового волокна производства ОАО «ТИЗОЛ» укладывается на изолируемую поверхность с уплотнением по толщине.

Коэффициент уплотнения материалов следует принимать в соответствии с таблицей 3.2.

Плиты мягкие марки БВТМ-ПМ и маты прошивные из базальтового холста марки МПБ-30 с покрытием фольгой одной стороны в качестве верхнего теплоизоляционного слоя в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов холодной воды, воздуховодов приточной вентиляции или поверхностей с отрицательными температурами, а также в конструкциях без покровного слоя, устанавливаются без уплотнения по толщине.

4.1.2. Для теплоизоляционного слоя из холстов из супертонкого базальтового волокна марки БСТВ-сп или БСТВ-ст, матов прошивных из базальтового холста марки МПБ-30 без обкладок или в обкладках, матов МПБ-50, плит мягких марки БВТМ-ПМ без

покрытия фольгой, материалов марок МБОР с облицовочным материалом или без него предусматривается крепление:

при укладке на трубопроводы с наружным диаметром теплоизоляционного слоя не более 200 мм - крепление проволокой диаметром 1,2 - 2 мм по спирали вокруг теплоизоляционного слоя РИС 1-1, РИС 1-2, при этом спираль закрепляется на проволочных кольцах по краям изделий.

Материал марки МБОР может укладываться намоткой или в виде пакетов.

Для материалов в обкладках (маты МПБ или материал МБОР) предусматривается сшивка стеклонитью, кремнеземной нитью или проволокой диаметром 0,8 мм;

при укладке на трубопроводы наружным диаметром до 219 мм вкл. РИС 1-3, РИС 1-5:

- при укладке плит марки БВТМ-ПМ, матов марки МПБ-30 и МПБ-50, холстов из супертонкого базальтового волокна марки БСТВ-сп или БСТВ-ст в один слой - бандажами из ленты 0,7 × 20 мм

Бандажи рекомендуется устанавливать:

- при изоляции холстами марки БСТВ - с шагом 200 мм;

- при укладке плит марки БВТМ ПМ длинной стороной вдоль трубопровода и матов марки МПБ шириной 900 мм - с отступом от края изделия 100 мм и шагом бандажей 350 мм; при изоляции матами другой ширины устанавливать 2 бандажа при ширине мата 500 и 600 мм и 3 при ширине 700 и 800 мм;

- при изоляции пакетами из материала марки МБОР - с шагом 200 мм;

- при укладке плит или пакетов из плит, матов или холстов в два слоя - кольцами из проволоки диаметром 2 мм для внутреннего слоя двухслойных конструкций, бандажами - для наружного слоя двухслойных теплоизоляционных конструкций. Бандажи из ленты 0,7 × 20 мм устанавливаются по наружному слою так же, как и в однослойной конструкции. Проволочные кольца устанавливаются аналогично. Внутренний теплоизоляционный слой из матов диаметром не более 200 мм может быть закреплен, аналогично указанному на РИС 1-1. Наружный теплоизоляционный слой устанавливается со смещением швов относительно внутреннего слоя.

Края обкладок сшиваются, как указано выше. При двухслойной изоляции сшивка краев обкладок внутреннего слоя не производится РИС 1-4.

Бандажи из углеродистой стальной ленты должны быть окрашены с целью предотвращения коррозии.

При изоляции трубопроводов с отрицательными температурами для крепления следует применять оцинкованную проволоку.

4.1.3. Для трубопроводов наружным диаметром 273 и более для теплоизоляционного слоя из теплоизоляционных изделий на основе базальтового супертонкого волокна производства ОАО «ТИЗОЛ» предусматривается крепление:

- при укладке изделий в один слой РИС 1-6, РИС 1-7 - бандажами из ленты 0,7×20 мм и подвесками из проволоки 1,2 мм. Подвески располагаются равномерно между бандажами и крепятся к трубопроводу. Под подвески устанавливаются подкладки из стеклопластика при применении безобкладочных материалов РИС 1-6.

При применении матов в обкладках подкладки не устанавливаются. Обкладки из стеклоткани, базальтовой или кремнеземной ткани и стеклосетки сшиваются, как указано выше РИС 1-7;

- при укладке изделий в два РИС. 1-8, РИС 1-9 и три слоя РИС. 1-10, РИС.1-11 - кольцами из проволоки диаметром 2 мм и подвесками из проволоки диаметром 1,2 мм для внутренних слоев двух или трехслойных конструкций. Подвески второго или третьего слоя крепятся к подвеске первого или второго слоя снизу. Бандажи из ленты 0,7 × 20 мм устанавливаются по наружному слою так же, как и в однослойной конструкции.

В многослойных конструкциях теплоизоляционные изделия каждого последующего слоя должны перекрывать швы внутреннего слоя.

Плиты мягкие базальтоволокнистые рекомендуется укладывать длинной стороной вдоль трубопровода.

4.1.4. На вертикальных трубопроводах наружным диаметром до 476 мм вкл. крепление теплоизоляционного слоя производится бандажами или проволочными кольцами. Для предупреждения сползания колец и бандажей следует устанавливать струны из проволоки диаметром 1,2 или 2 мм РИС. 1-12.

Струны могут крепиться к разгружающим устройствам или к кольцам из проволоки диаметром 5 мм, приваренным к поверхности трубопровода.

Для вертикальных трубопроводов наружным диаметром более 530 мм может быть предусмотрено крепление теплоизоляционного слоя с помощью проволочного каркаса, устанавливаемого по неизолированной поверхности трубопровода РИС. 1-13.

Кольца из проволоки диаметром 2-3 мм устанавливаются на поверхность трубопровода с шагом 500 мм по длине. К кольцам прикрепляются пучки стяжек из проволоки 1,2 мм с шагом 500 мм (600 - для плит) по дуге кольца.

Предусматривается четыре стяжки в пучке при изоляции в один слой и шесть - при изоляции в два слоя. Стяжки, скрученные в пучки, располагают в стыках матов, холстов или плит и прокалывают их посередине, затем стяжки закрепляются крест-накрест.

Бандажи из ленты 0,7 × 20 мм с пряжками устанавливаются с шагом, регламентируемым размерами применяемых изделий. При изоляции вертикальных участков матами шириной 900 мм и плитами длиной 1250 мм - шаг установки бандажей - 350 мм. Вместо бандажей по внутреннему слою двухслойной изоляции предусматриваются кольца из проволоки диаметром 2 мм.

Для предупреждения сползания бандажей или колец, установленных по теплоизоляционному слою, применяются струны из проволоки 2 мм.

4.1.5. Разгружающие устройства на вертикальных участках трубопроводов устанавливаются с шагом 2,7 - 4,0 метров по высоте в зависимости от размеров теплоизоляционных изделий.

4.1.6. При необходимости устройства съемной изоляции для изоляции трубопровода, из теплоизоляционных изделий на основе базальтового супертонкого волокна следует использовать маты МПБ-50 в обкладке тканями со всех сторон РИС. 1-15.

Безобкладочные изделия покрывают со всех сторон стеклотканью (базальтовой или кремнеземной) и прошивают стеклянной или кремнеземной нитями или проволокой диаметром 0,8 мм РИС. 1-14.

Крепление матрацев на трубопроводах производят бандажами с пряжками. Края матрацев не сшивают. Если на матраце предусмотрены крючки, производят перевязку краев матрацев по крючкам проволокой диаметром 0,8 мм РИС. 1-16.

Как правило, такие конструкции предусматриваются для изоляции трубопроводов, отводов и сварных швов первого контура атомных станций.

4.1.7. В теплоизоляционных конструкциях толщиной менее 100 мм при применении металлического защитного покрытия на горизонтальные трубопроводы следует устанавливать опорные скобы.

Скобы устанавливаются на горизонтальные трубопроводы диаметром от 108 мм с шагом 500 мм по длине трубопровода.

На трубопроводы наружным диаметром 530 мм и более устанавливается три скобы по диаметру в верхней части конструкции и одна снизу.

Опорные скобы изготавливают из алюминия или оцинкованной стали (в зависимости от материала защитного покрытия) с высотой, соответствующей толщине изоляции.

4.1.8. В горизонтальных теплоизоляционных конструкциях трубопроводов с положительными температурами толщиной 100 мм и более устанавливаются опорные кольца из ленты стальной горячекатаной 2 × 30 мм с прокладками из асбестового картона. Опорные кольца устанавливаются на трубопроводы диаметром от 219 мм и более. Опорные кольца для трубопроводов диаметром от 530 мм и выше изготавливаются из двух-четырех элементов, которые, как правило, стягиваются болтами 8 × 50 и гайками.

Для снижения температуры поверхности опорных колец может быть предусмотрена дополнительная установка прокладок из картона марки БВТМ-К под покровный слой.

Для трубопроводов с отрицательными температурами опорные конструкции должны иметь прокладки из стеклотекстолита, дерева или других малотеплопроводных материалов для ликвидации «мостиков холода».

Шаг установки опорных колец определяется размерами теплоизоляционных изделий и может быть в пределах 2,5 - 3,0 метра.

4.1.9. При применении неметаллического покровного слоя опорные скобы и опорные кольца на горизонтальные участки трубопровода не устанавливаются.

4.1.10. Как правило, для предотвращения коррозии элементы разгружающих устройств и опорных колец из черной стали должны быть окрашены лаком БТ-577 или кремнийорганическим лаком в зависимости от температуры изолируемой поверхности.

4.1.11. При изоляции трубопроводов холодной воды, трубопроводов, транспортирующих вещества с отрицательными температурами, а также трубопроводов тепловых сетей подземной прокладки для крепления элементов конструкций следует применять оцинкованную проволоку, бандажи из оцинкованной стали или с окраской.

4.1.12. Покровный слой в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов может выполняться из тонколистовой оцинкованной стали толщиной 0,5 - 0,8 мм, листов и лент из алюминия и алюминиевых сплавов толщиной 0,3 - 0,8 мм, стеклопластика рулонного РСТ, штукатурки и других материалов.

Листы и ленты из алюминия и алюминиевых сплавов толщиной 0,3 мм гофрируют для придания жесткости конструкции.

Элементы металлического покровного слоя с целью придания жесткости рекомендуется прозиговать по краям по горизонтали и по окружности. Радиус зига 3 - 5 мм.

Элементы металлического покрытия выполняются в виде цилиндров с одним разъемом по образующей или полуцилиндров с двумя разъемами в зависимости от диаметра теплоизоляционной конструкции. При расчете размеров элемента покрытия необходимо учитывать припуски на перекрытие швов, как горизонтальных, так и по окружности. Как правило, величина нахлеста должна быть не менее 40 мм.

Применение в качестве покровного слоя готовых изделий в виде цилиндров и полуцилиндров позволяет выполнять на монтаже только их сборку.

Крепление покрытия тепловой изоляции трубопроводов может производиться бандажами, устанавливаемыми с шагом 500 мм РИС. 1.17. или винтами, которые устанавливаются с шагом 150-200 мм по горизонтали и 250-300 мм по окружности РИС. 1-18, РИС 1-19.

Если необходимо применение съемных элементов покрытия рекомендуется применять бандажи с замками. Замки и крючки могут быть установлены на элементах покрытия РИС. 1-16.

Монтаж металлического покрытия на горизонтальных участках трубопровода начинают от фланцевого соединения или фасонных частей (например, отвода) в сторону противоположную уклону, на вертикальных - снизу вверх.

4.1.13. При креплении металлического покровного слоя винтами следует предусматривать температурные швы. Шаг швов зависит от температуры изолируемого объекта. Для трубопроводов может быть рекомендован шаг в соответствии с таблицей 4.1.

Таблица 4.1.

Температура изолируемой поверхности, °С	Шаг между температурными швами, м
до 200	5
200-300	4
300-400	2,7

более 400 2

Компенсация температурных деформаций может быть достигнута дополнительной зиговкой элементов покрытия.

4.1.14. При изоляции трубопроводов с отрицательными температурами по теплоизоляционному слою следует предусматривать пароизоляционный слой, который может выполняться из полиэтиленовой пленки, алюминиевой фольги, рубероида и других материалов с низкой паропроницаемостью или паронепроницаемых. Пароизоляционный слой должен быть герметичным. Для предотвращения повреждения пароизоляционного слоя под металлическое покрытие устанавливается предохранительный слой, выполняемый из рулонных материалов РИС. 1.20.

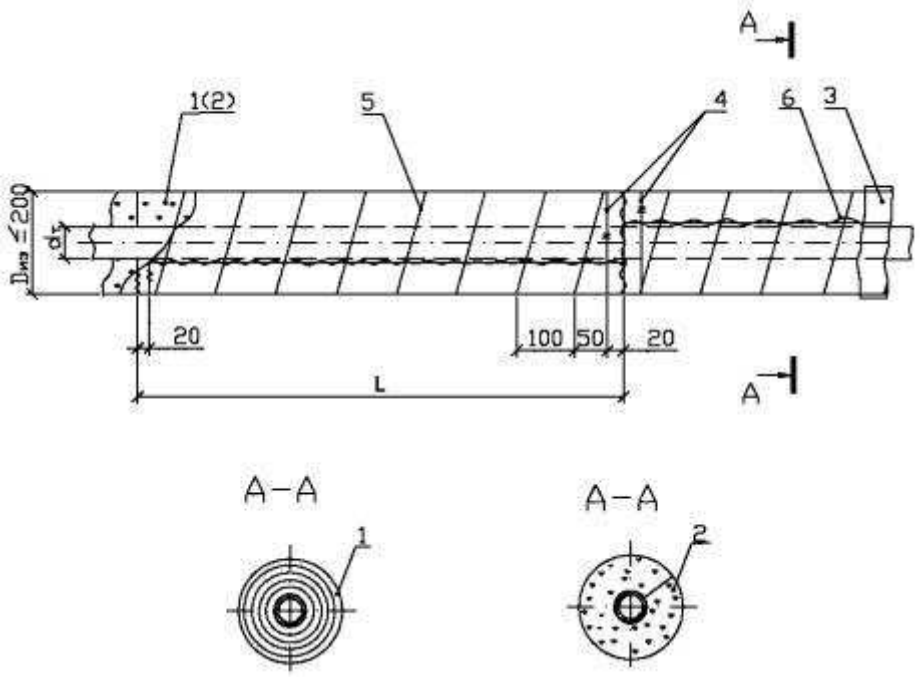
При применении в качестве пароизоляционного слоя алюминиевой фольги или полиэтиленовой пленки под металлический покровный слой рекомендуется устанавливать предохранительный слой из стеклоткани или стеклохолста. Крепление покрытия при этом рекомендуется осуществлять бандажами.

При креплении винтами предохранительный слой из рулонных волокнистых материалов должен быть толщиной не менее длины винта.

В качестве предохранительного слоя могут быть использованы плиты марки БВТМ-ПМ и материал марки МБОР. Материал марки МБОР в этих случаях особо рекомендуется для применения на пожаро-взрывоопасных объектах.

При необходимости в качестве предохранительного слоя может применяться полотно холстопрошивное из стеклянного штапельного волокна или полотно иглопробивное.

4.1.15. При изоляции трубопроводов холодной воды или воздуховодов приточной вентиляции при применении в качестве теплоизоляционного слоя плиты мягкой с покрытием фольгой с одной стороны или матов МПБ-30 в обкладке из фольги дополнительный пароизоляционный слой может не устанавливаться РИС. 1.21. При этом необходима тщательная герметизация швов изделий и проклейка фольги в местах её повреждения. Проклейку швов лучше всего осуществлять алюминиевой липкой лентой. Эту же ленту можно применять для крепления теплоизоляционного слоя на трубопроводах с диаметром теплоизоляционной конструкции до 200 мм вместо бандажей.



1. Материалы марки МБОР; 2. Плита мягкая БВТМ-ПМ, холсты марок БСТВ-ст, БСТВ-сп, маты марок МПБ-30, МПБ-50; 3. Покрытие (рис. 1.18); 4. Кольцо из проволоки диаметром 1,2-2,0 мм; 5. Спиральное крепление из проволоки диаметром 1,2-2,0 мм; 6. Сшивка (для материалов в обкладке стеклотканью).

L - ширина изделия.

Рис. 1.1. Изоляция горизонтальных трубопроводов с наружным диаметром теплоизоляционной конструкции не более 200 мм теплоизоляционными материалами на основе супертонкого базальтового волокна

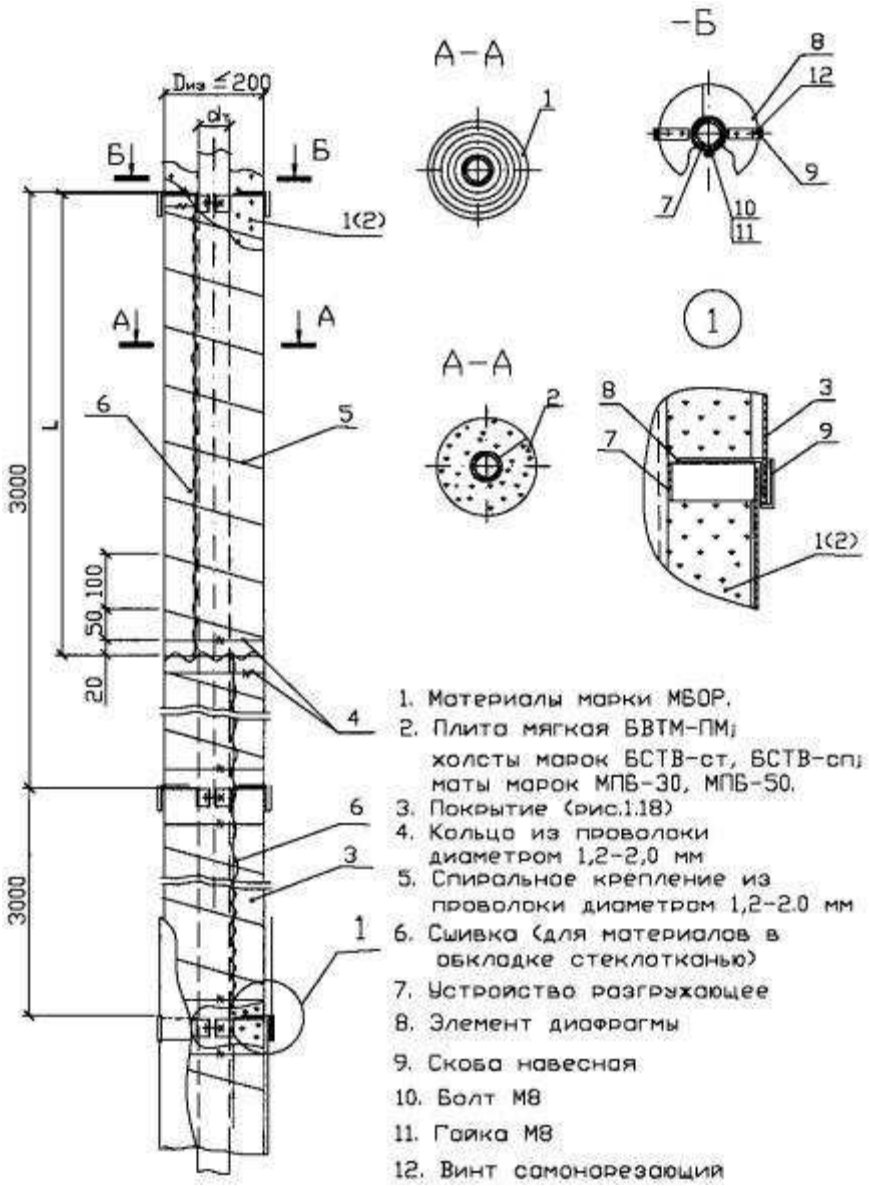
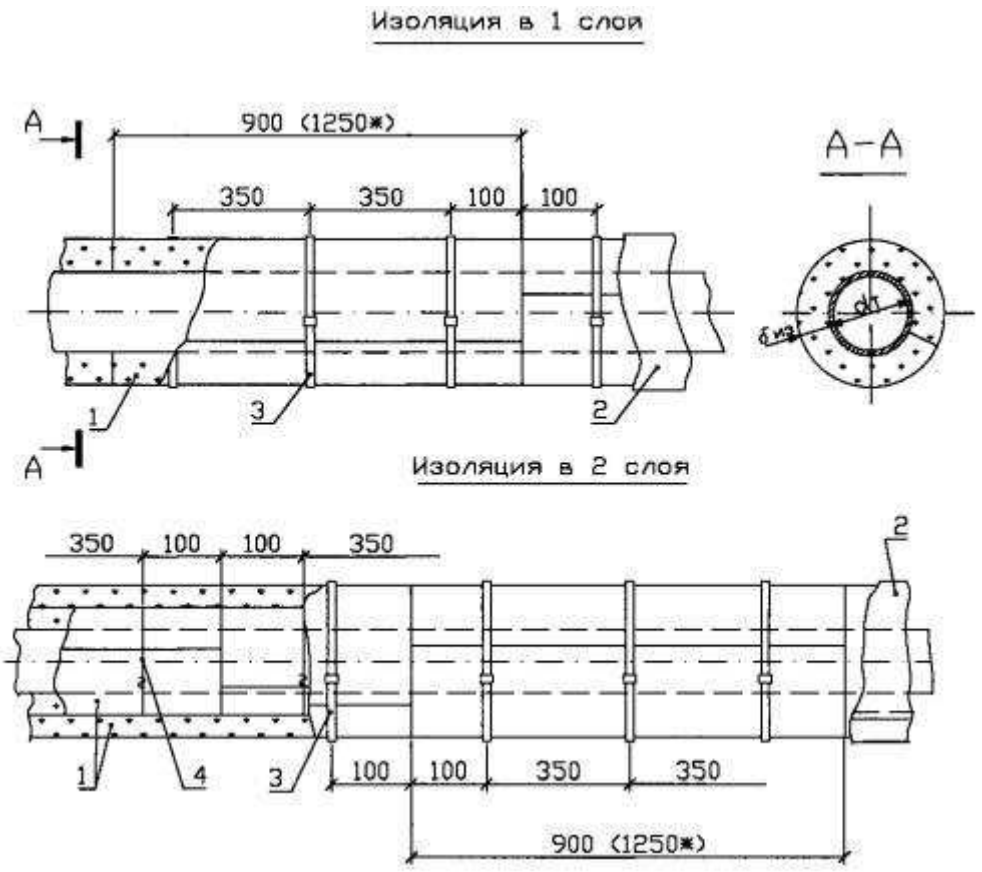


Рис. 1.2. Изоляция вертикальных трубопроводов с наружным диаметром теплоизоляционной конструкции не более 200 мм материалами на основе супертонкого базальтового волокна



1. Маты МПБ-30, плиты БВТМ-ПМ, холсты БСТВ-ст, БСТВ-сп; 2. Покрытие (рис 1.18-1.19); 3. Бандаж с пряжкой; 4. Кольцо из проволоки диаметром 1,2-2,00 мм.

1.* Размеры в скобках даны для теплоизоляционного слоя из плит БВТМ-ПМ

2. При изоляции холстом БСТВ шаг бандажей и колец - 200 мм.

Рис. 1.3. Изоляция горизонтальных трубопроводов наружным диаметром до 219 мм теплоизоляционными материалами на основе супертонкого волокна

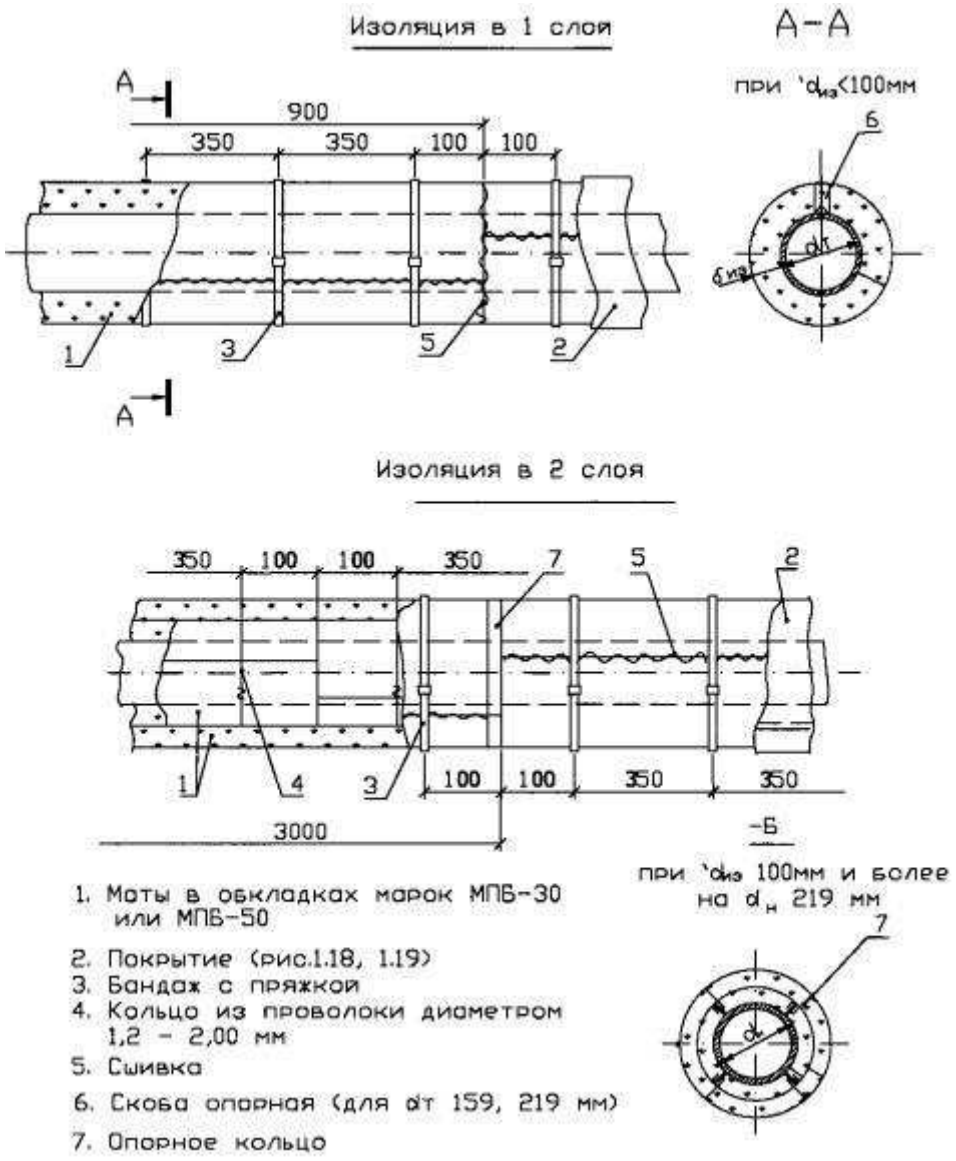
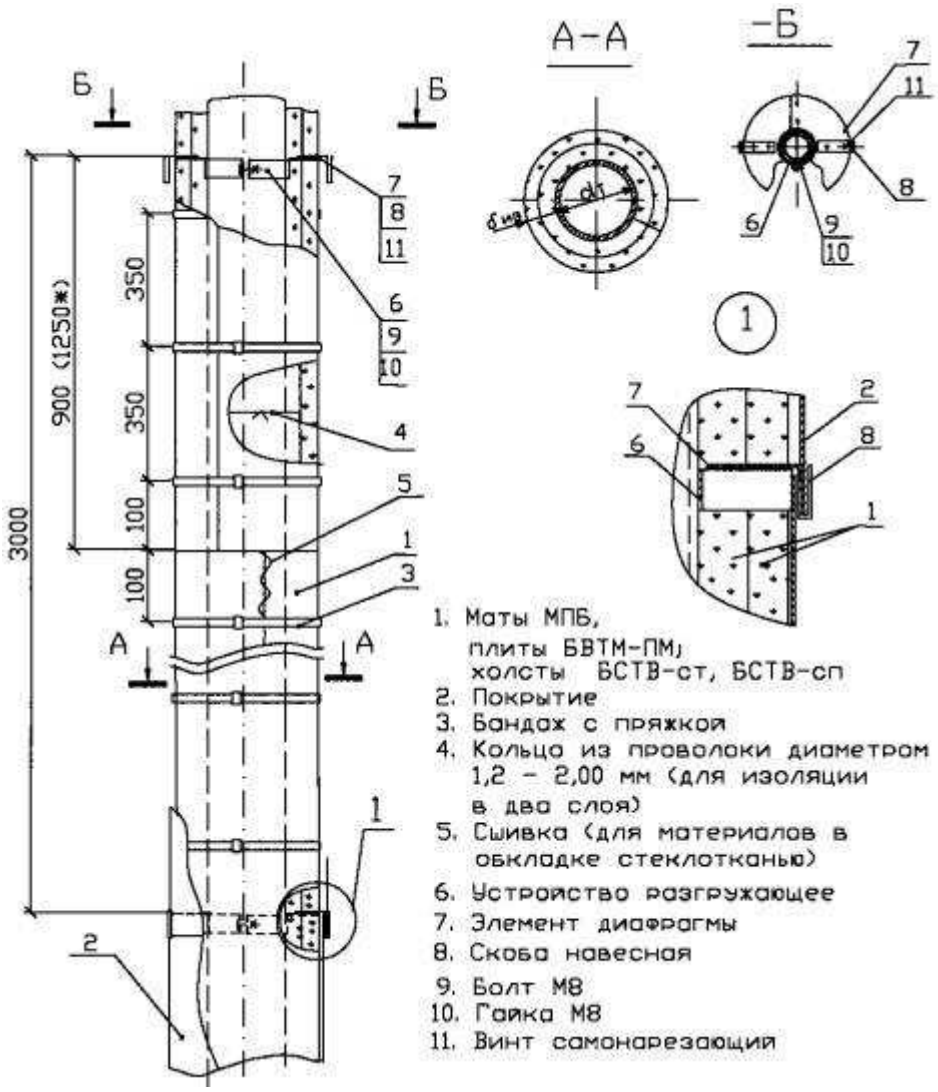


Рис. 1.4. Изоляция горизонтальных трубопроводов наружным диаметром до 219 мм матами в обкладках марок МПБ-30 или МПБ-50

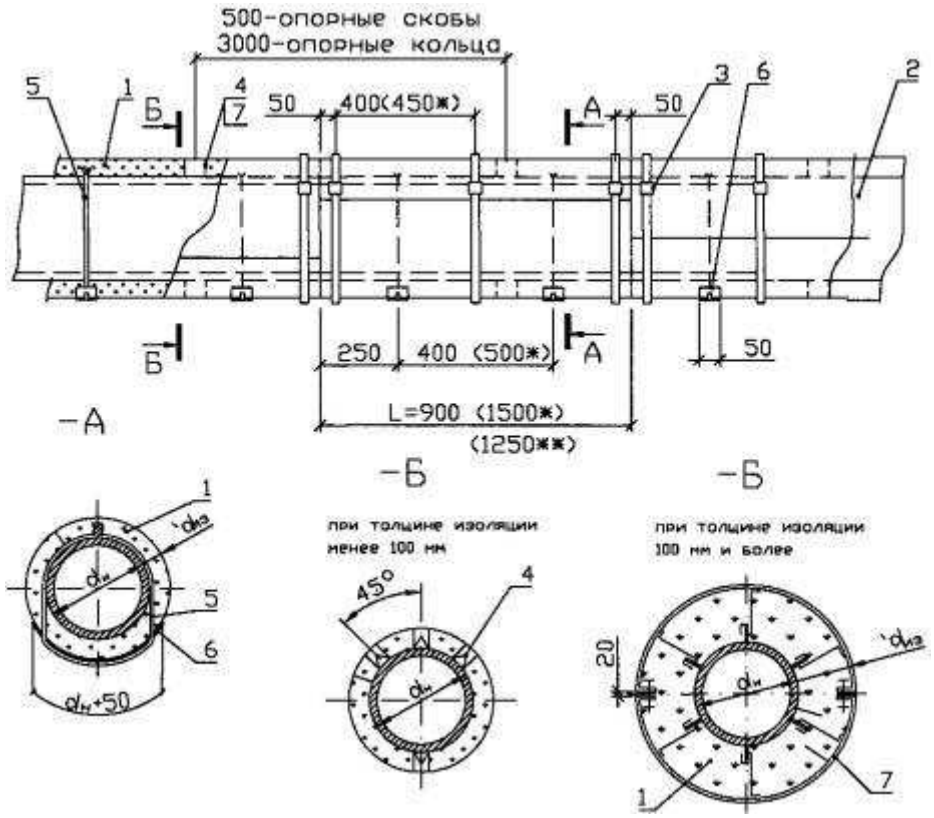


1.* Размеры в скобках даны для теплоизоляционного слоя из плит БВТМ-ПМ

2. При изоляции холстом БСТВ шаг бандажей и колец - 200 мм,

3. Крепление изоляции в два слоя см. рис 1.3.

Рис. 1.5. Изоляция вертикальных трубопроводов наружным диаметром до 219 мм холстами БСТВ, безобкладочными матами МПБ-30, матами в обкладке стеклотканью МПБ-50, плитами БВТМ-ПМ

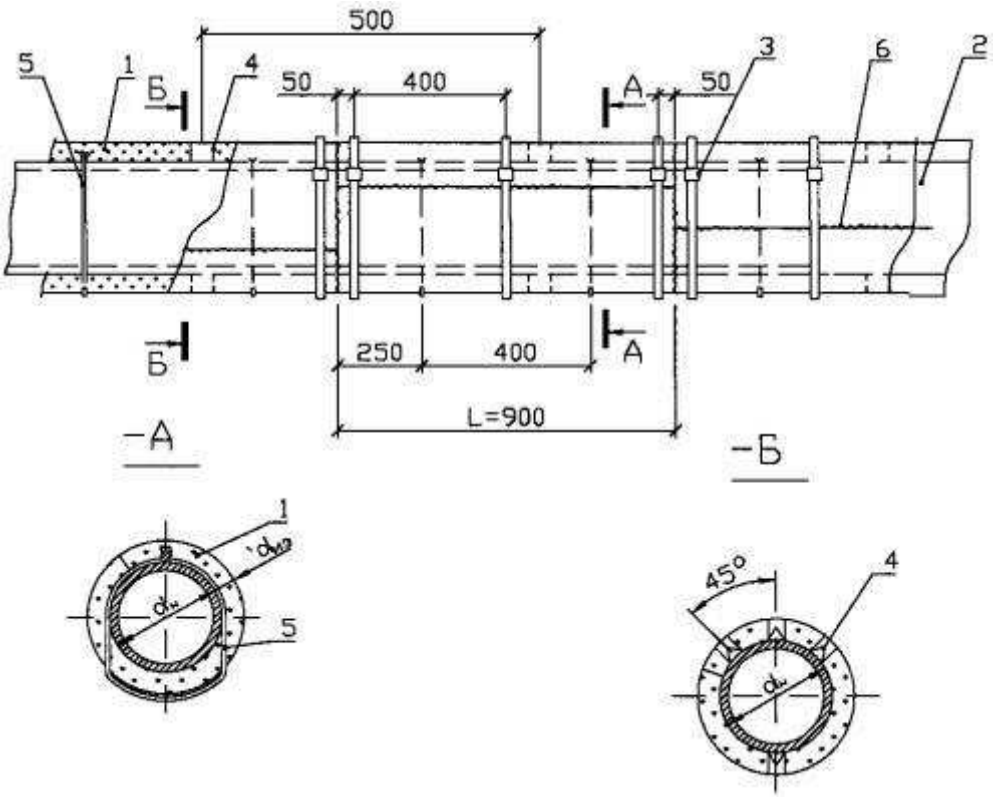


1. Маты безобкладочные МПБ-30, холсты БСТВ-ст, БСТВ-сп, плиты БВТМ-ПМ; 2. Покрытие; 3. Бандаж с пряжкой; 4. Опорная скоба; 5. Подвеска; 6. Подкладка; 7. Опорное кольцо.

Примечание - размеры со звездочками в скобках даны для:

* - холстов БСТВ, ** - для плит БВТМ-ПМ.

Рис. 1.6. Изоляция трубопроводов наружным диаметром 273 мм и более холстами БСТВ, матами МПБ-30 (безобкладочными), плитами БВТМ-ПМ в один слой с креплением бандажами и подвесками



1. Маты МПБ-30 или МПБ-50; 2. Покрытие; 3. Бандаж с пряжкой; 4. Опорная скоба; 5. Подвеска; 6. Сшивка

Рис. 1.7. Изоляция трубопроводов наружным диаметром 273 мм и более матами в обкладках МПБ-30, МПБ-50 в один слой с креплением бандажами и подвесками

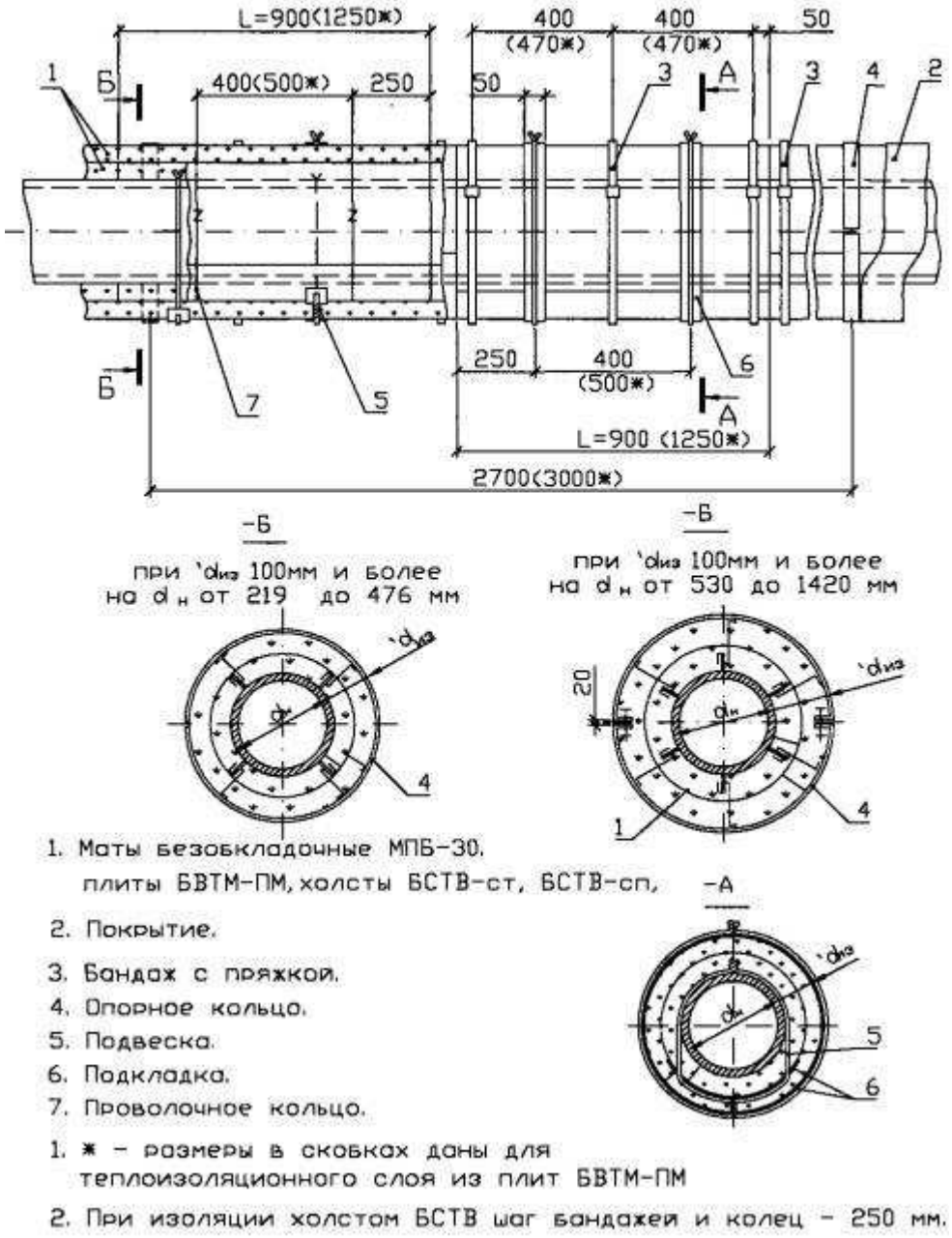


Рис. 1.8. Изоляция трубопроводов наружным диаметром 273 мм и более холстами БСТВ, матами МПБ-30 (безобкладочными), плитами БВТМ-ПМ в два слоя с креплением бандажами и подвесками

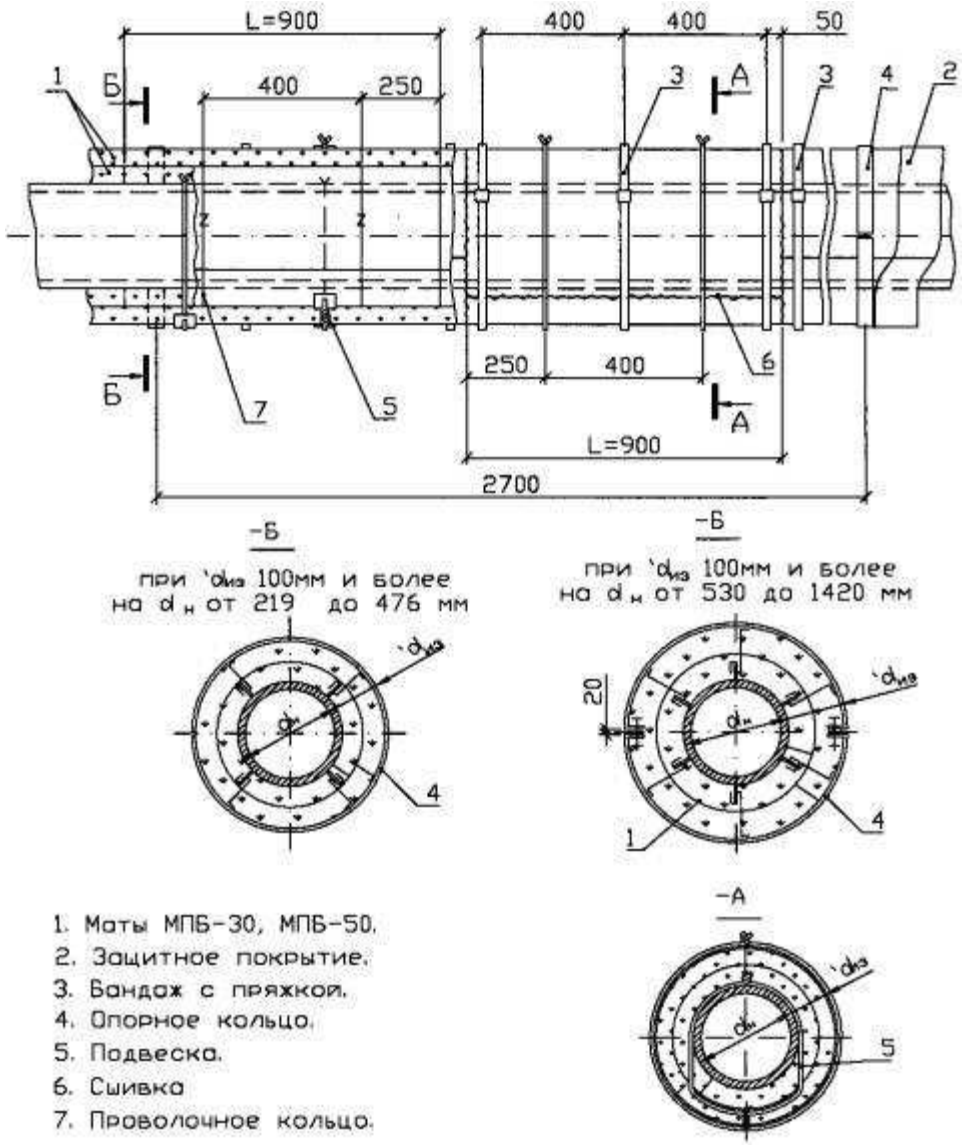


Рис. 1.9. Изоляция трубопроводов наружным диаметром 273 мм и более матами в обкладках МПБ-30 , МПБ-50 в два слоя с креплением бандажами и подвесками

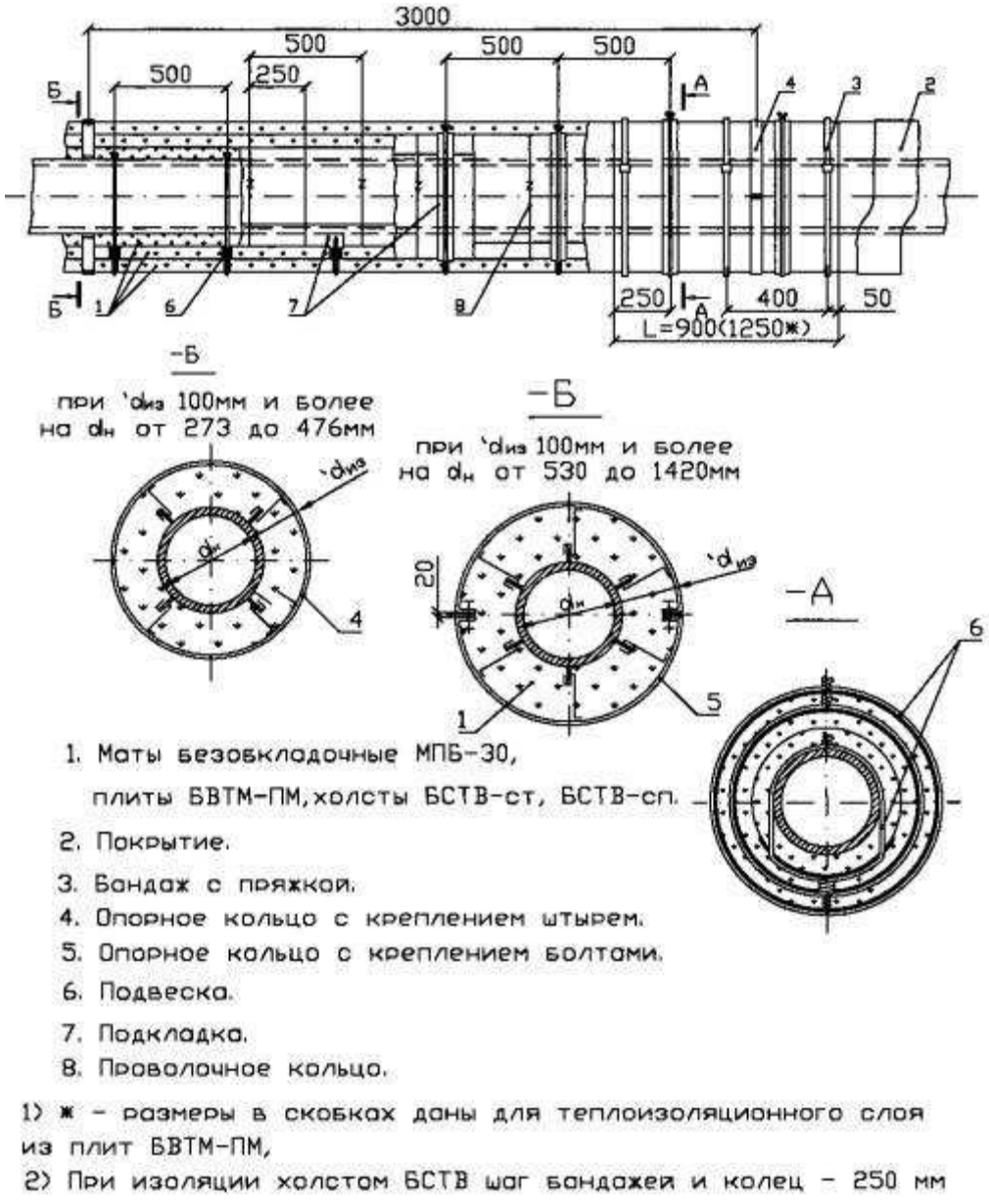


Рис. 1.10. Изоляция трубопроводов наружным диаметром 273 мм и более матами МПБ-30, плитами БВТМ-ПМ, холстами БСТВ в три слоя с креплением бандажами и подвесками

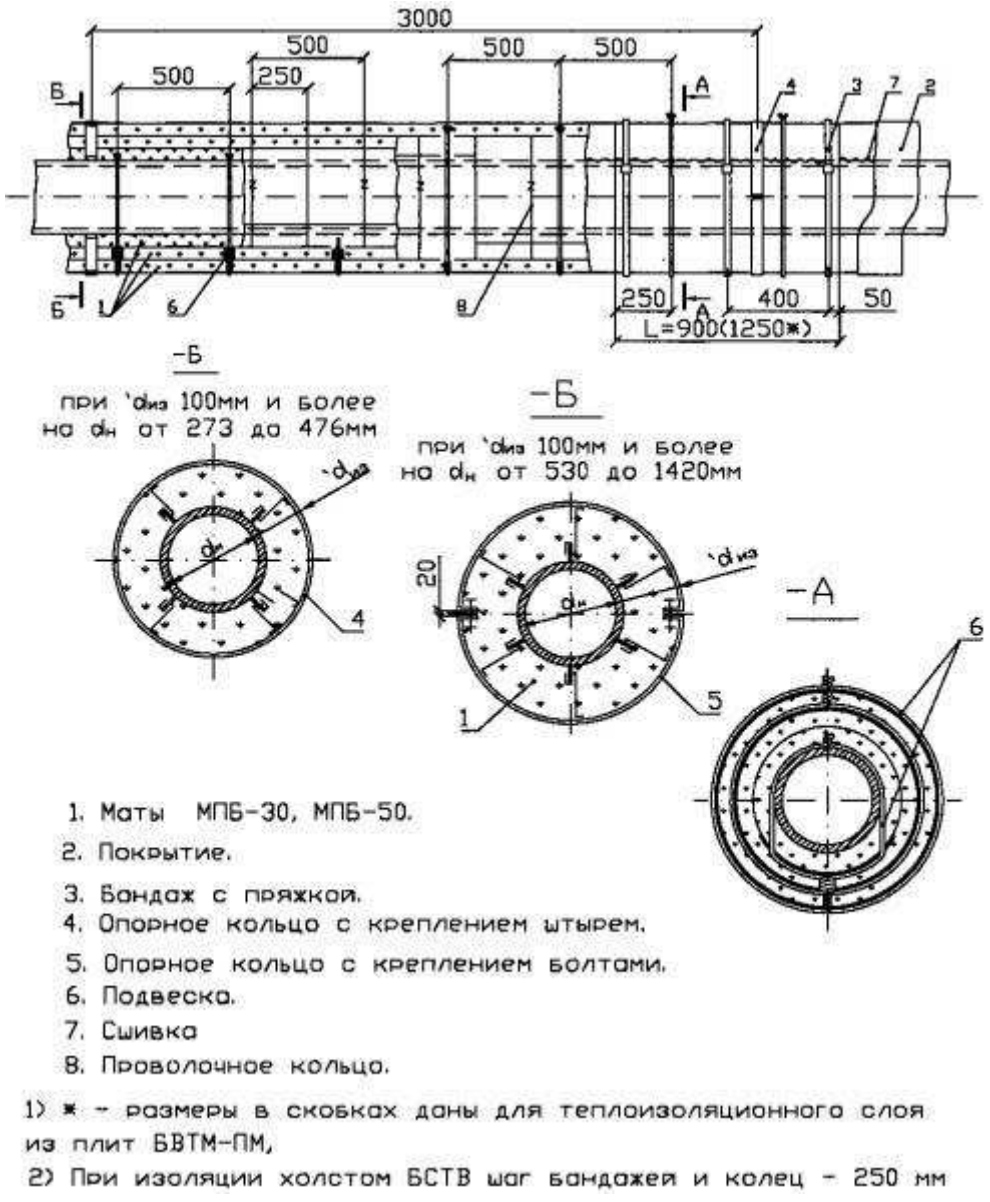


Рис. 1.11. Изоляция трубопроводов наружным диаметром 273 мм и более матами в обкладках МПБ-30, МПБ-50 в три слоя с креплением бандажами и подвесками

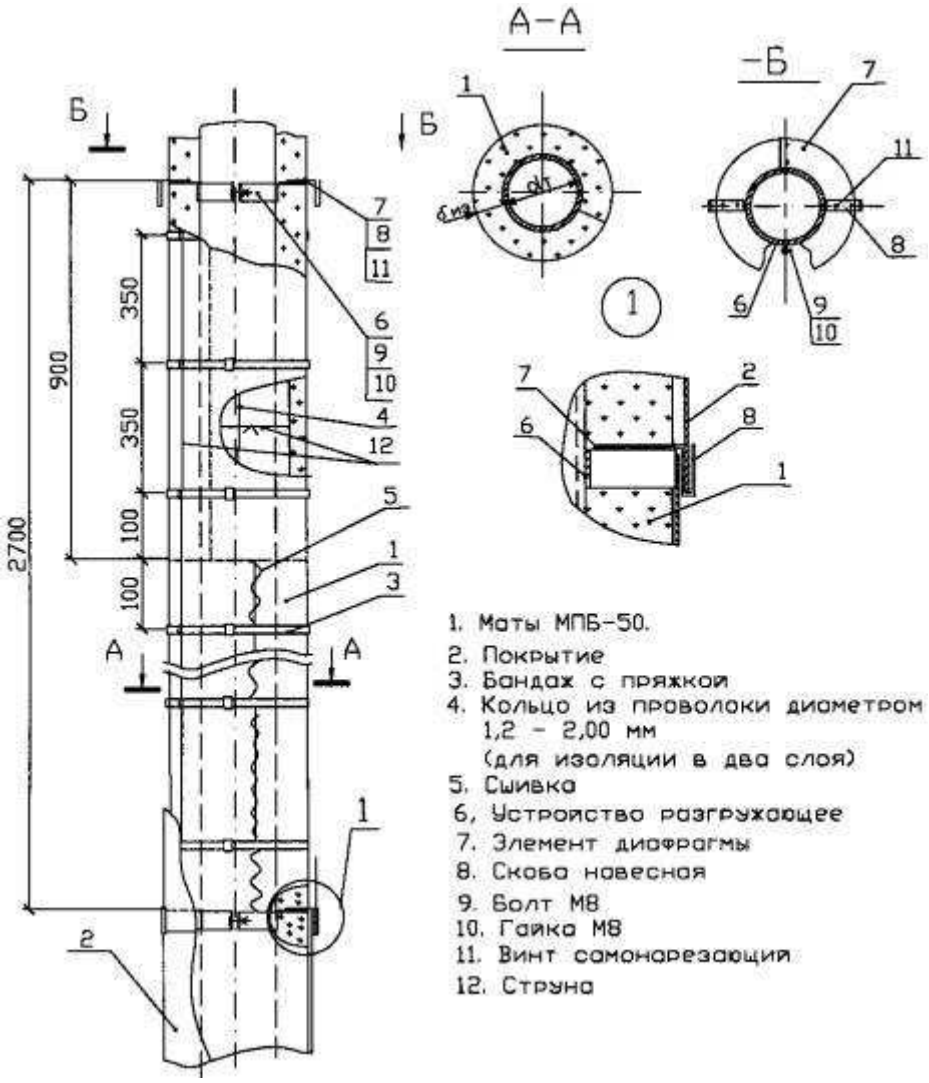


Рис. 1.12. Изоляция вертикальных трубопроводов наружным диаметром от 273 до 476 мм включительно матами в обкладках МП с креплением бандажами

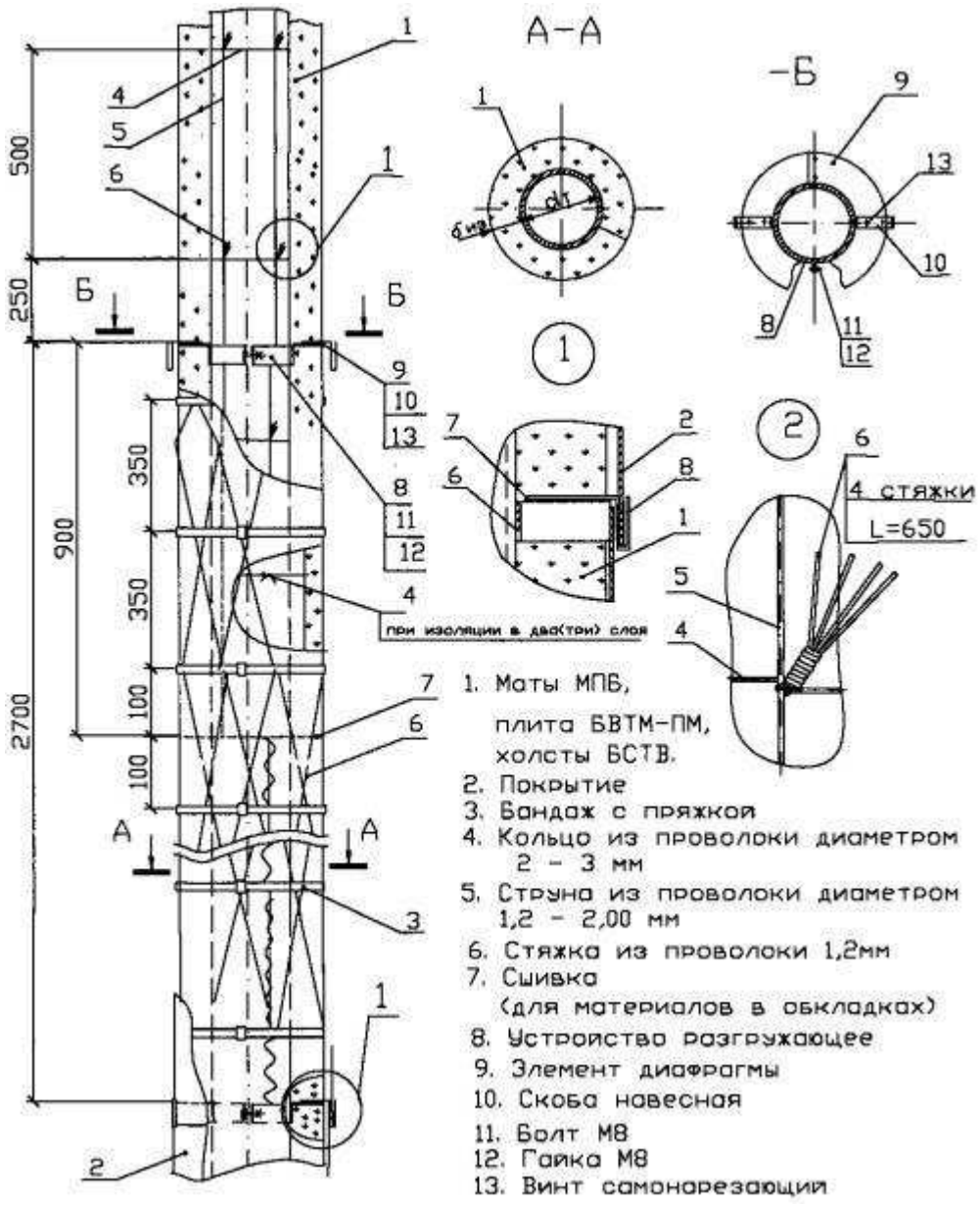
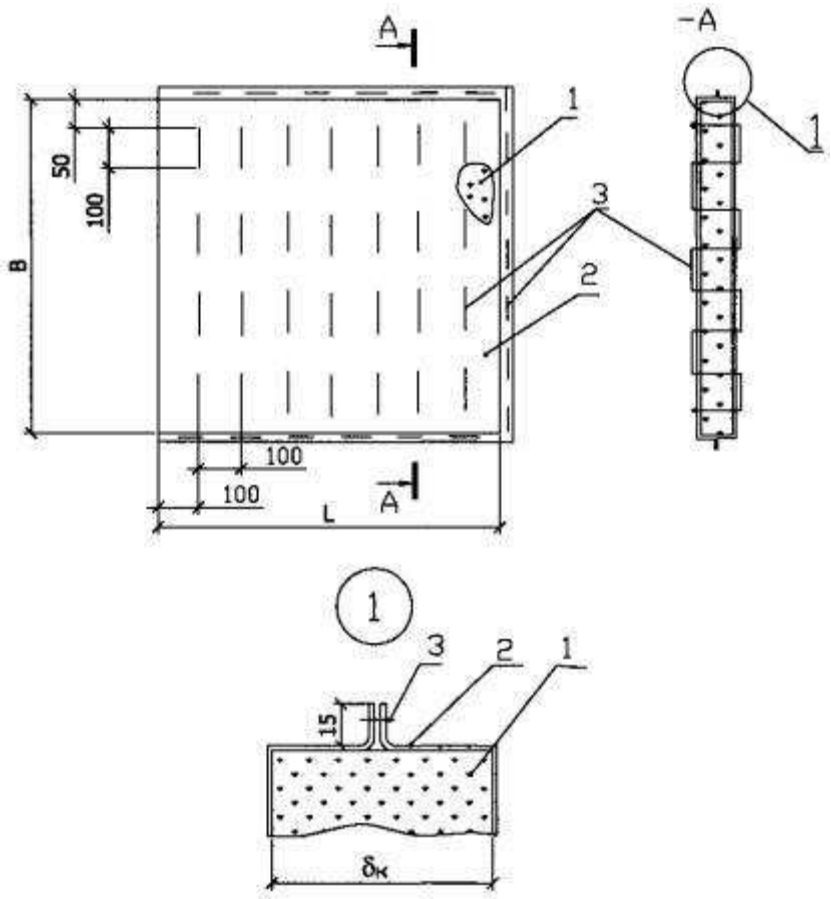
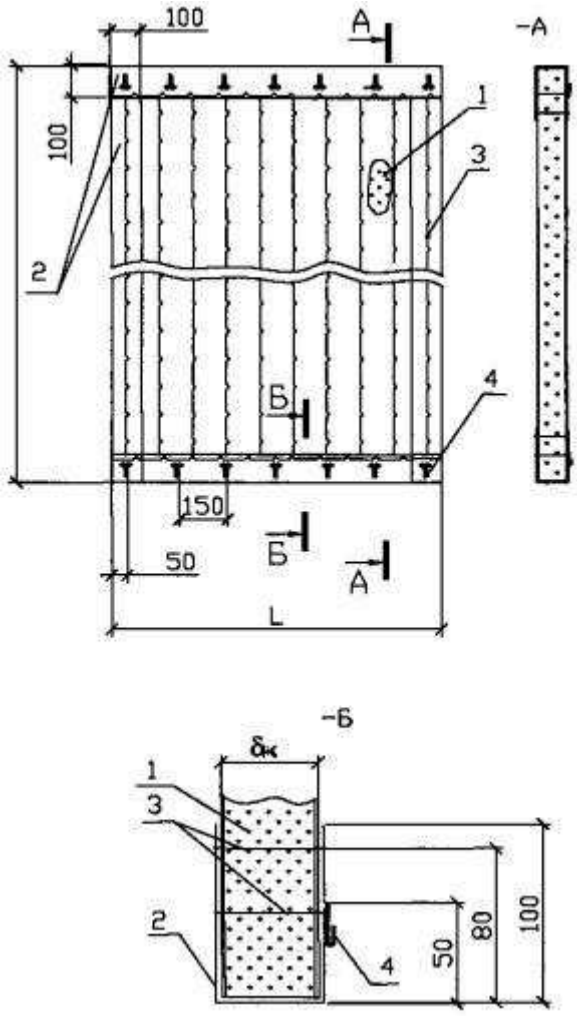


Рис. 1.13. Изоляция вертикальных трубопроводов наружным диаметром 530 мм и более матами МПБ, плитами БВТМ холстами БСТВ с креплением стяжками и бандажами



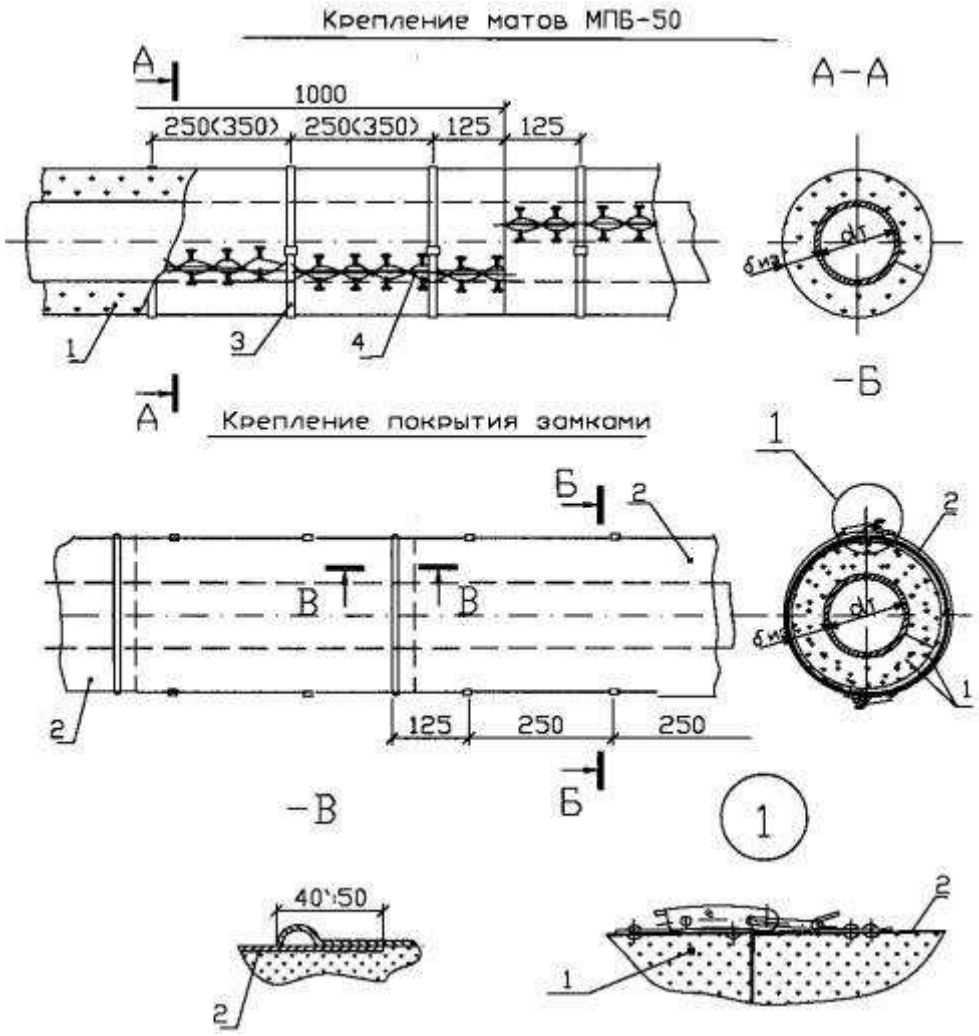
1. Маты МП-50; 2. Обшивка (стеклоткань); 3. Сшивка (проволока 0,8-0-4)

Рис. 1.14. Съемная изоляция трубопроводов матами МПБ-50



1. Маты МПБ-50 в обкладках из тканей (ст, кт, бт); 2. Обшивка торцев (ткань ст, кт, бт); 3. Сшивка (проволока 0,8-0-4); 4. Крючок (проволока 2-0-4)

Рис. 1.15. Съемная изоляция из матов МПБ-50 с крючками



1. Маты МП-50 с крючками (рис. 1.15); 2. Элементы покрытия; 3. Бандаж с пряжкой; 4. Струна из проволоки 0,8-0-4

Рис. 1.16. Съемная изоляция из матов МПБ-50 с крючками и элементами покрытия с креплением на замках

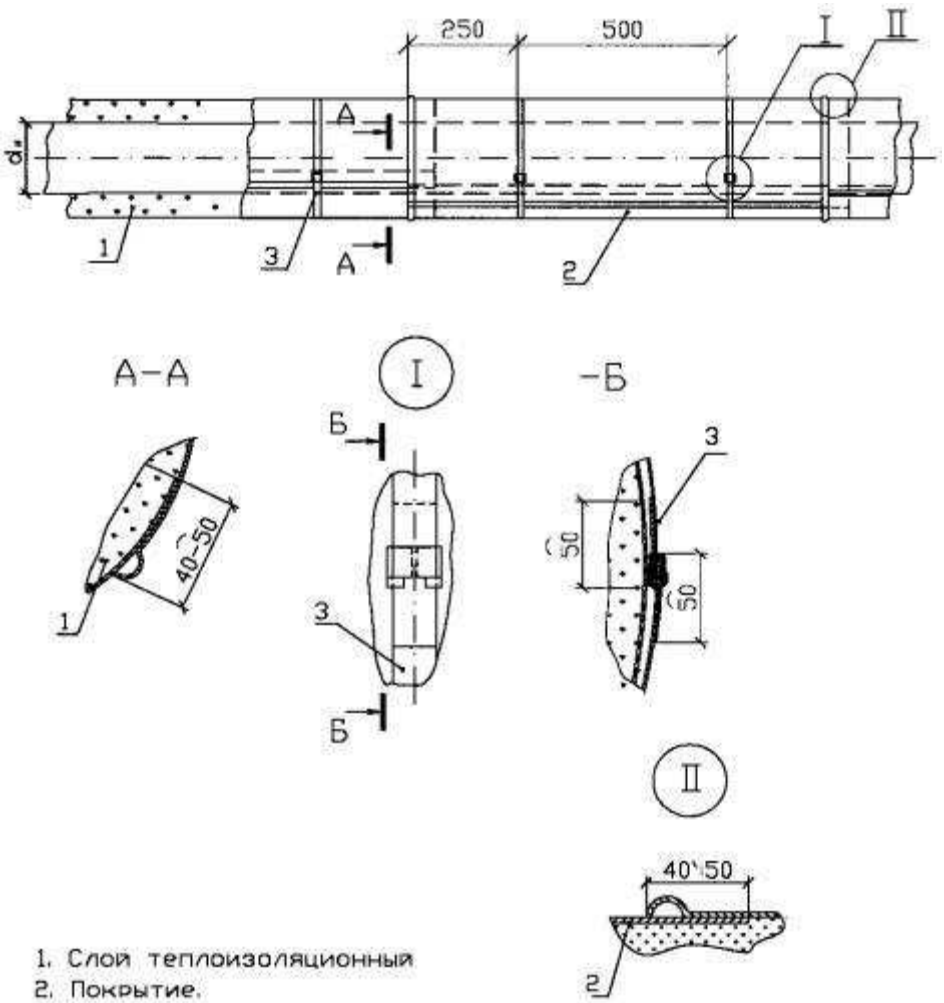
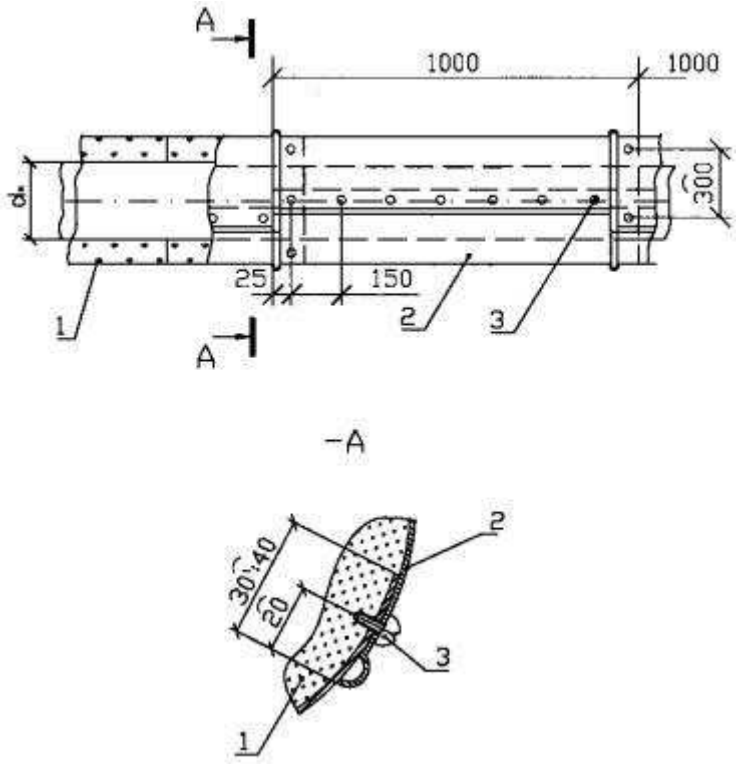
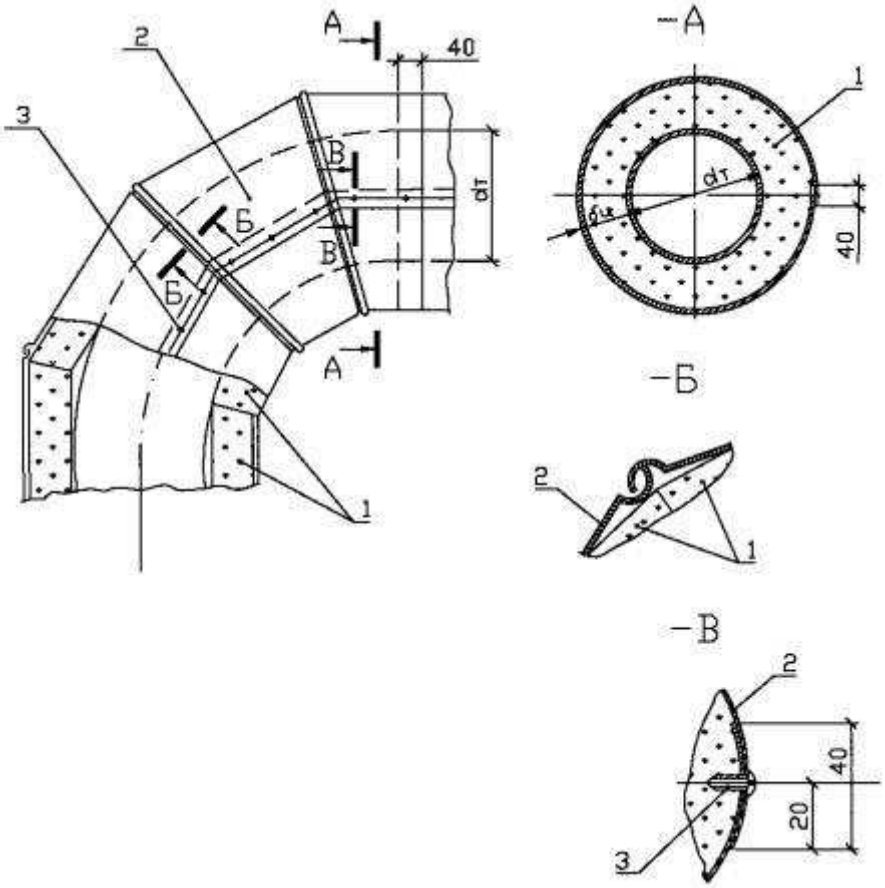


Рис. 1.17. Крепление покрытия изоляции трубопроводов бандажами



1. Слой теплоизоляционный; 2. Металлическое покрытие; 3. Винт самонарезающий

Рис. 1.18. Крепление металлического покровного слоя изоляции трубопроводов винтами



1. Маты МПБ; 2. Металлическое защитное покрытие; 3. Винт

Рис. 1.19. Изоляция отвода матами МПБ с креплением металлического защитного покрытия винтами

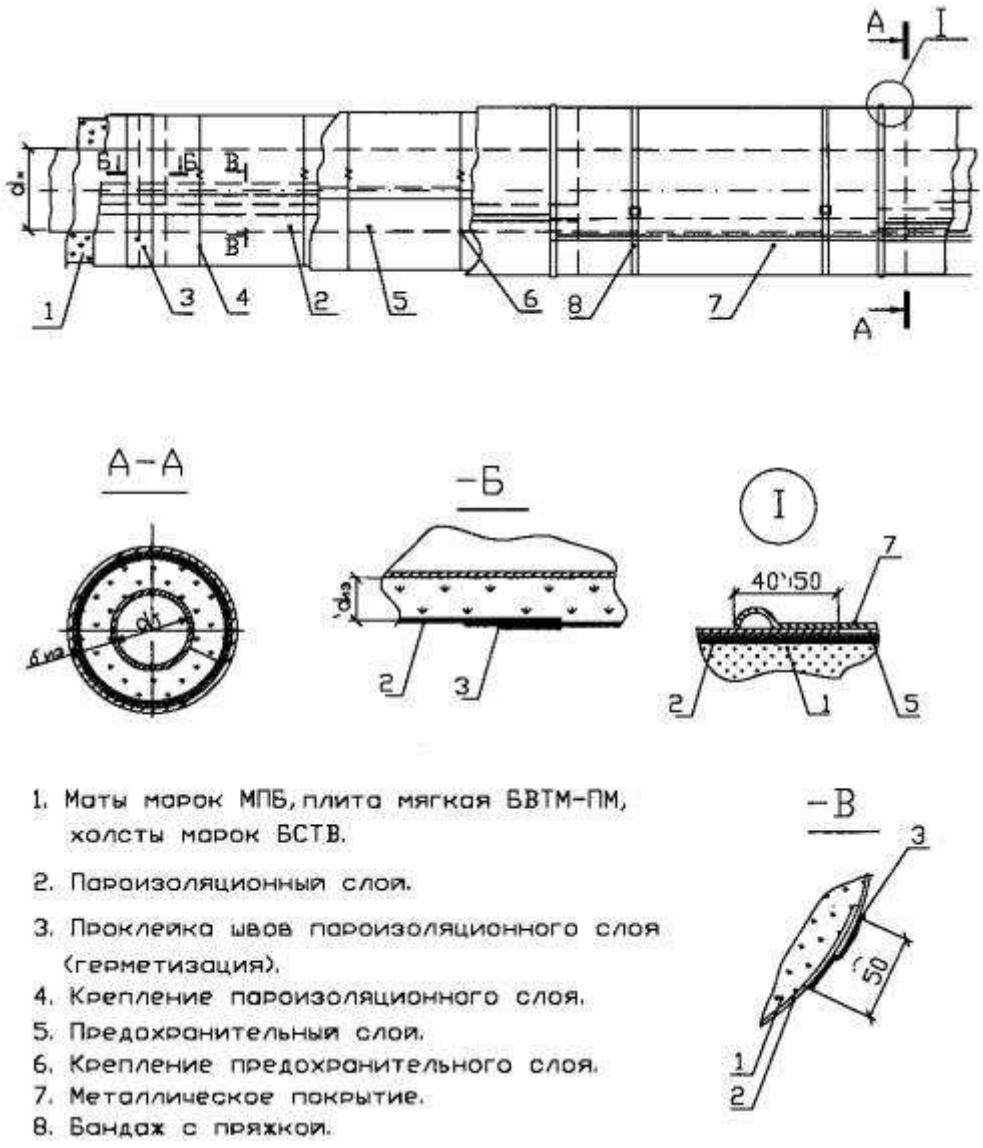
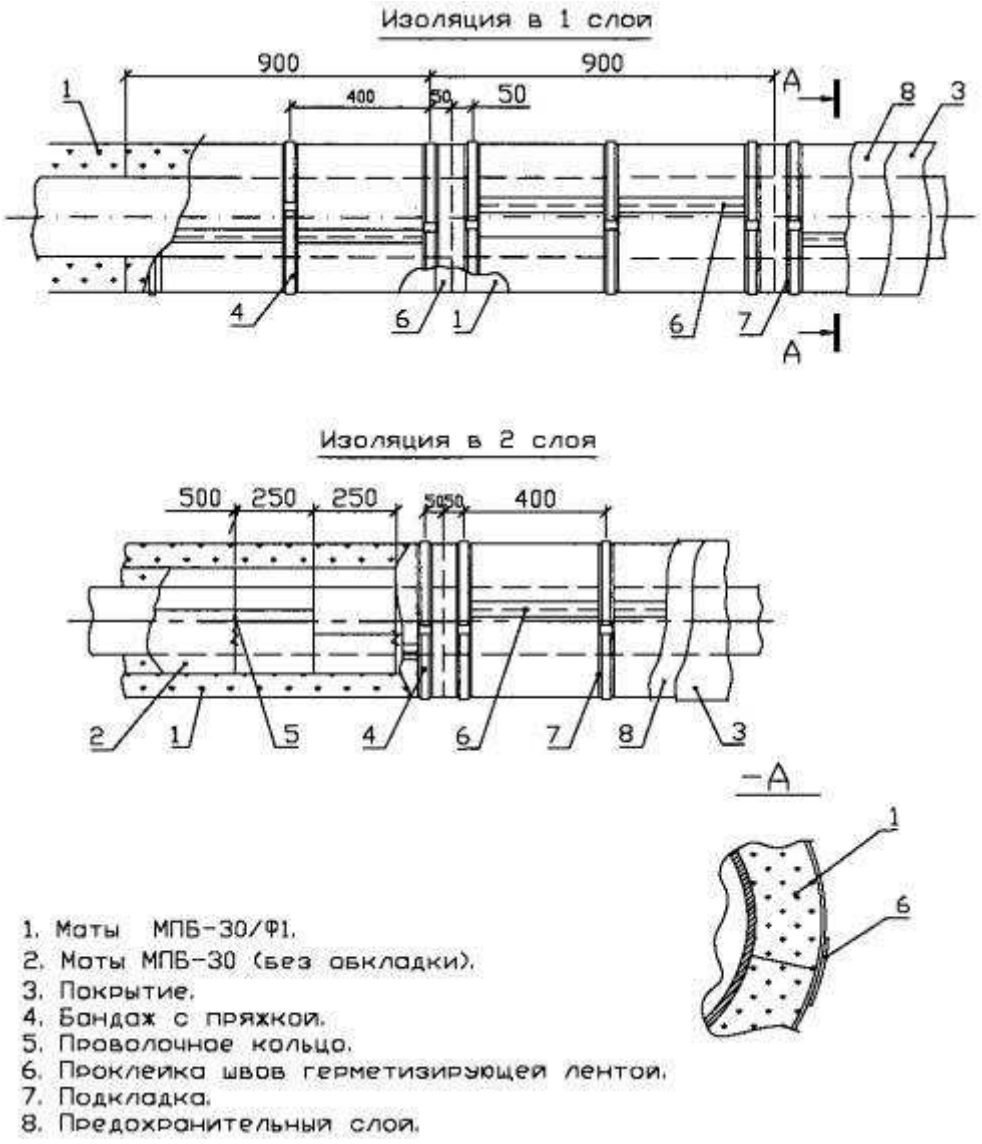
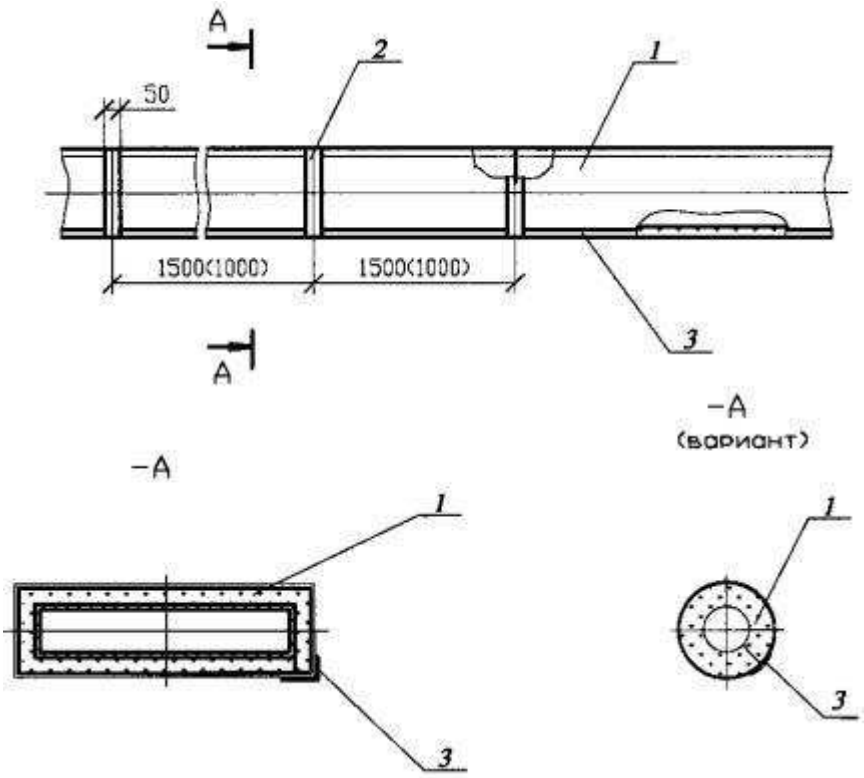


Рис. 1.20. Изоляция трубопроводов с отрицательными температурами теплоизоляционными изделиями на основе супертонкого базальтового волокна с креплением металлического покрытия бандажами



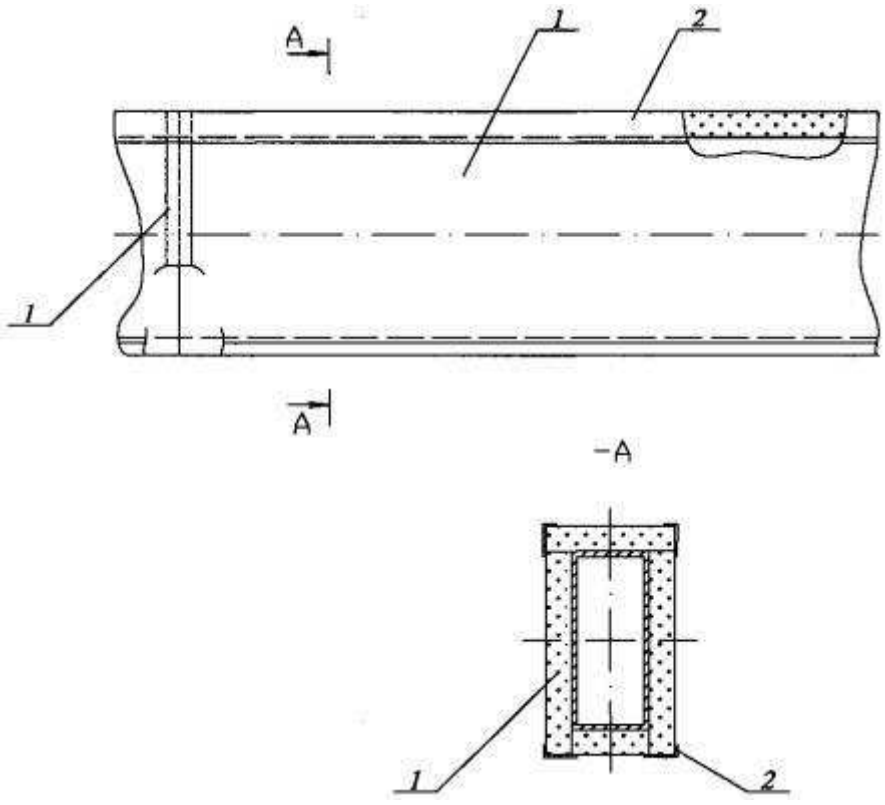
Примечание: Предохранительный слой (поз. 8) и покрытие (поз. 3) могут не устанавливаться.

Рис. 1.21. Изоляция трубопроводов матами МПБ-30/Ф1 (в обкладке фольгой с одной стороны)



1. Маты марки МПБ-30/Ф1; 2. Самоклеящаяся алюминиевая лента шириной 50 мм; 3. Самоклеящаяся алюминиевая лента шириной 75-100 мм.

Рис. 1.22. Изоляция воздуховодов систем вентиляции и кондиционирования матами МПБ с покрытием алюминиевой фольгой (обертка по периметру воздуховода)



1. Плита БВТМ-ПМ/Ф1; 2. Самоклеящая лента

Рис. 1.23. Изоляция воздуховодов систем вентиляции и кондиционирования мягкими плитами БВТМ-ПМ/Ф1

При диаметрах изоляции более 200 мм крепление теплоизоляционного слоя осуществляется бандажами. Под металлические бандажи следует устанавливать прокладки из рулонных материалов для предотвращения повреждения фольги.

При установке покровного слоя под покрытие по фольге следует предусматривать предохранительный слой из стеклоткани, стеклохолста или другого рулонного материала, не повреждающего фольгу.

4.1.16. При изоляции воздуховодов систем приточной вентиляции матами марки МПБ-30/Ф1 или плитами марки БВТМ-ПМ/Ф1 покровный слой может не устанавливаться. Швы теплоизоляционных изделий должны быть проклеены герметизирующими материалами или клеями. Рекомендуется проклейку производить алюминиевой лентой с липким слоем. Эта же лента может быть использована в качестве бандажей РИС. 1.22, РИС. 1-23.

4.2. Конструкции тепловой изоляции арматуры и фланцевых соединений трубопроводов.

4.2.1. Маты прошивные теплоизоляционные из базальтового холста марок МПБ-30 и МПБ-50 рекомендуется использовать для тепловой изоляции:

- фланцевых соединений трубопроводов;

- приварной и фланцевой арматуры (задвижек, вентилей, клапанов).

4.2.2. При изоляции арматуры и фланцевых соединений трубопроводов при температуре изолируемой поверхности до 450°С могут применяться маты МПБ-30, с обкладкой стеклотканью с одной стороны, и маты МПБ-50, с обкладками из стеклоткани со всех сторон. При температуре выше 450°С следует применять маты МПБ-50 с обкладкой со всех сторон кремнеземной или базальтовой тканями.

Поверх матов устанавливается съемный металлический кожух, крепление которого может осуществляться замками, приваренными непосредственно к кожуху, или бандажами с замками, устанавливаемыми поверх кожуха РИС. 2-1.

Маты МПБ к изолируемой поверхности крепятся бандажами с пряжками. При изоляции арматуры условным проходом Ду ≥ 500 мм при применении матов с крючками кроме крепления матов бандажами, производится перевязка проволокой по крючкам РИС. 2-2.

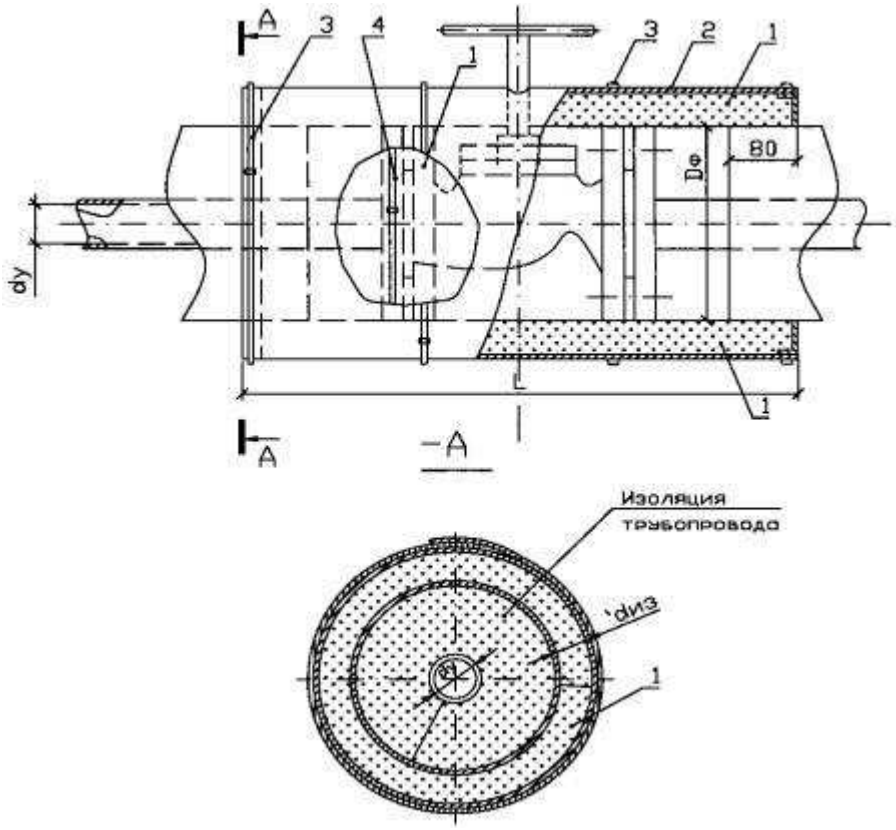
4.2.3. В зависимости от вида и размеров арматуры маты могут быть с пришитыми крючками или без них РИС. 1-14, РИС. 1-15.

Общая ширина матов прошивных при изоляции фланцевой арматуры и фланцевых соединений трубопроводов должна быть равна длине фланцевого соединения или арматуры, включая присоединительные фланцы, плюс две длины болта, соединяющего фланцевый разъем, плюс не менее, чем 200 мм для установки на изоляцию трубопровода или аппарата.

4.2.4. При изоляции приварной арматуры маты МПБ устанавливаются встык с изоляцией трубопровода РИС. 2-3. Съёмный кожух, состоящий из одного или двух элементов

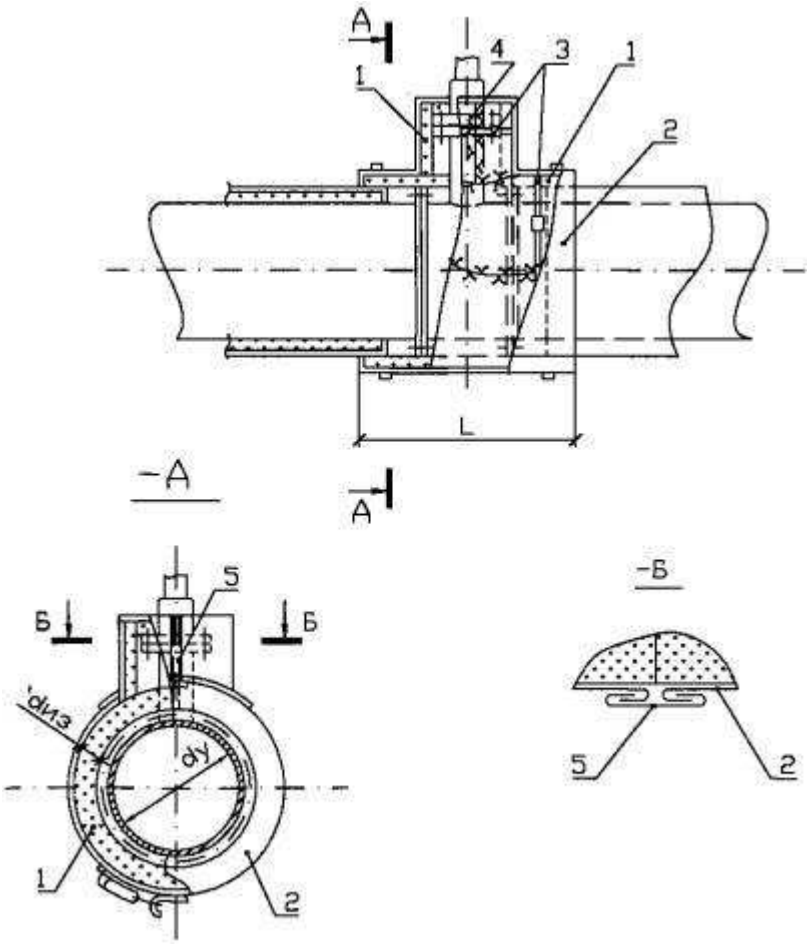
покрытия, крепится замками, расположенными непосредственно на кожухе, или бандажами с замком.

4.2.5. Маты прошивные из базальтового холста в обкладках из стеклянной, кремнеземной или базальтовой ткани или стеклосетки с одной стороны рекомендуется применять в качестве теплоизоляционного слоя в составе полносборных теплоизоляционных конструкций (футляров или полуфутляров) для изоляции арматуры и фланцевых соединений трубопроводов.



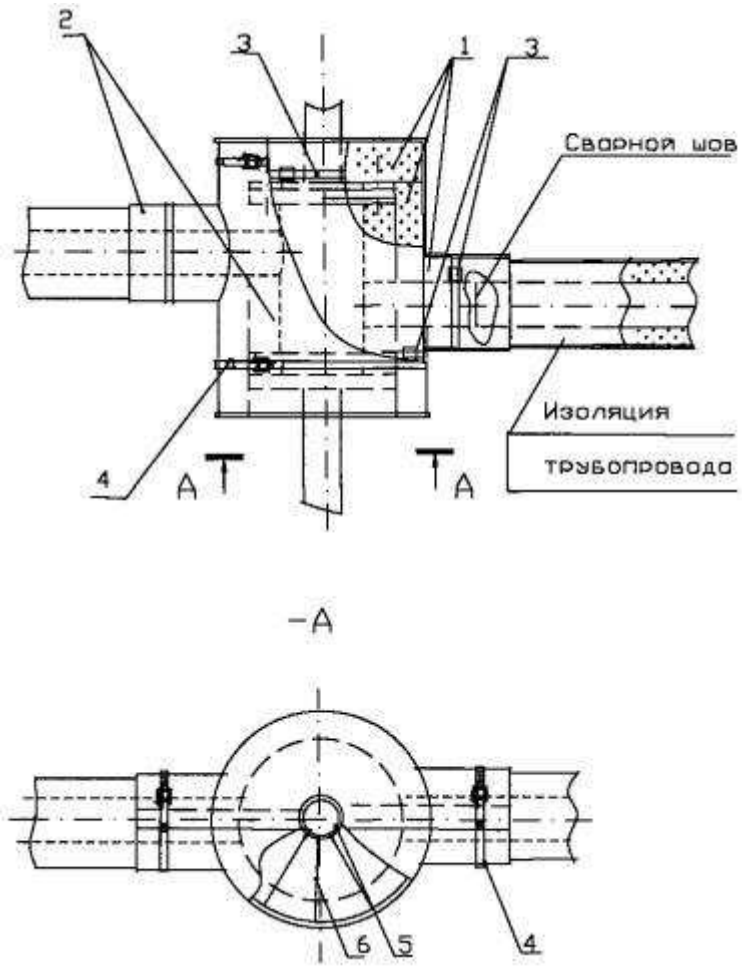
1. Маты МПБ-50 (рис. 1.14); 2. Металлический кожух; 3. Бандаж с замком; 4. Бандаж с пряжкой

Рис. 2.1. Изоляция фланцевой соосной арматуры диаметром (dy) до 100 мм включительно матами МПБ-50 со съемным металлическим кожухом



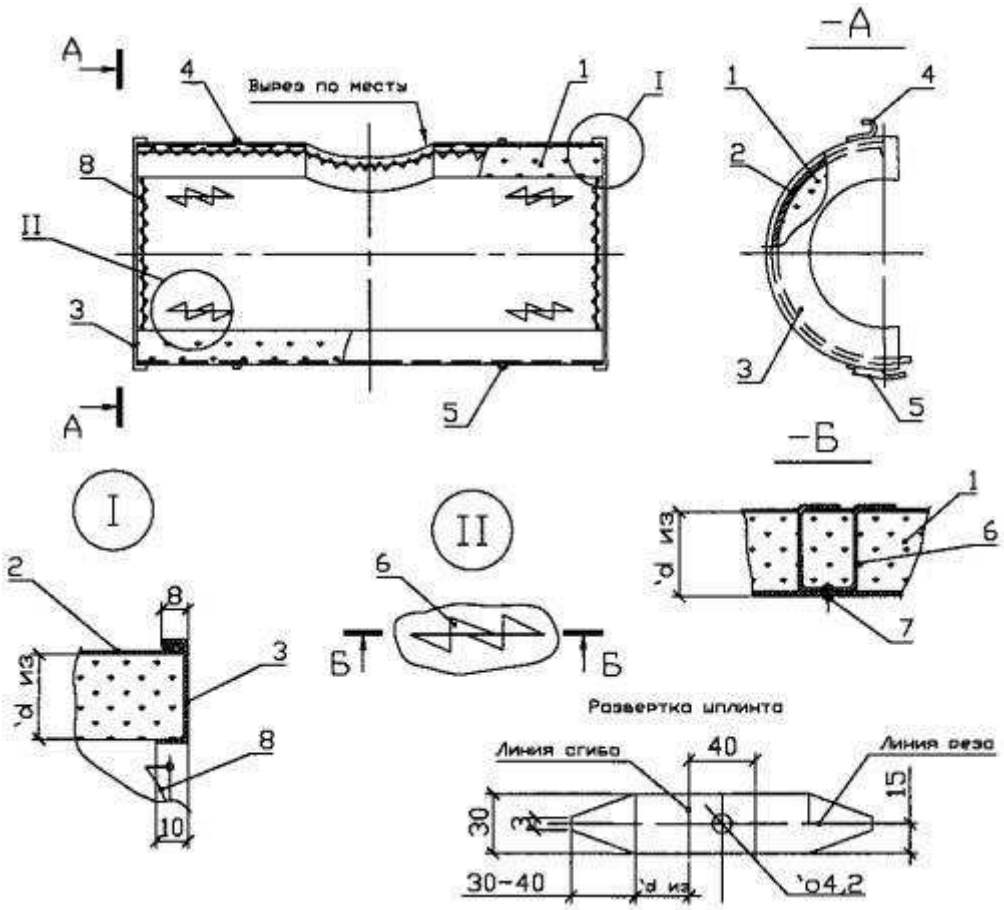
1. Маты МПБ (рис. 1.15); 2. Металлический кожух с замками; 3. Бандаж с пряжкой; 4. Сшивка матрацев по крючкам; 5. Герметизирующая планка

Рис. 2.2. Изоляция фланцевой арматуры матами МПБ-50 с покрытием металлическим съемным кожухом



1. Маты МПБ или холсты БСТВ; 2. Металлический кожух; 3. Бандаж с пряжкой; 4. Бандаж с замком; 5. Кольцо из проволоки 2-0-4; 6. Струна из проволоки 1,2-0-4

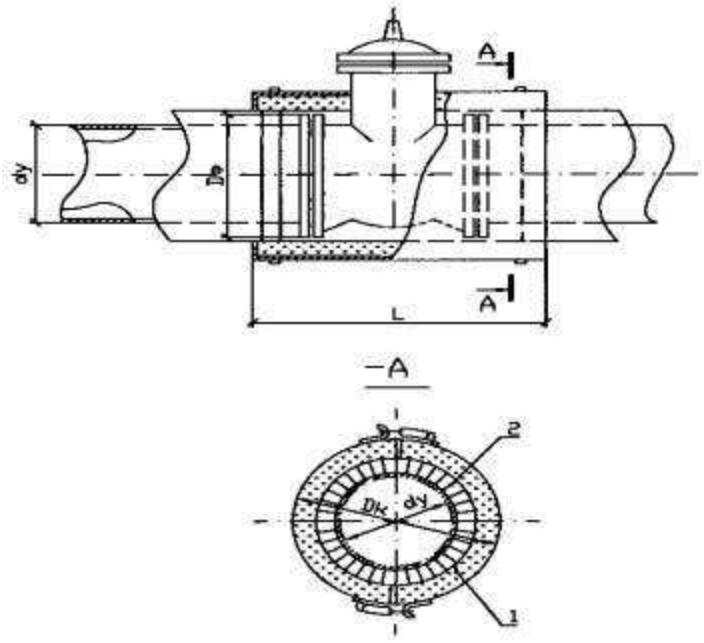
Рис. 2.3. Изоляция сильфонной несоосной арматуры диаметром (dy) до 100 мм включительно матами МПБ или холстами БСТВ и съемным металлическим кожухом



1. Маты МПБ-30/СТ1; 2. Стенка боковая металлического кожуха; 3. Стенка торцевая; 4. Крючок; 5. замок; 6. Шплинт; 7. Заклепка; 8. Проволока

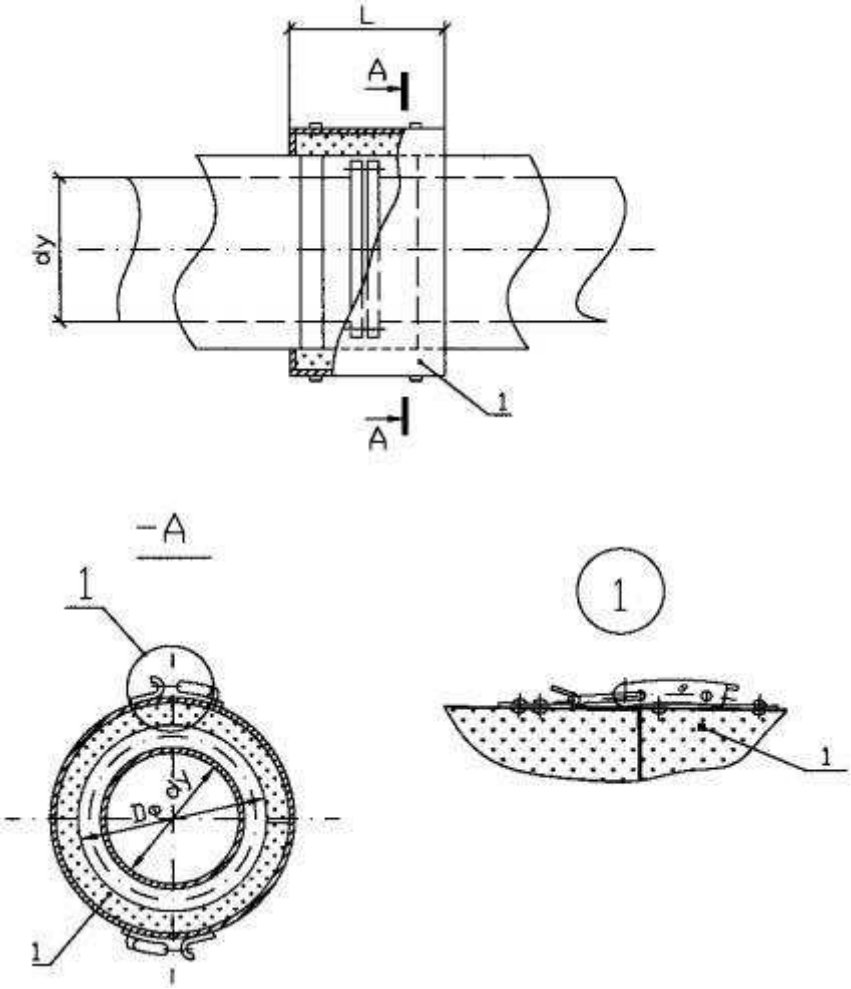
Примечание: при изготовлении полуфутляров для изоляции фланцевых соединений вырез не выполняют

Рис. 2.4. Полуфутляр с вкладышем из матов МПБ в обкладках из стеклоткани или стеклосетки



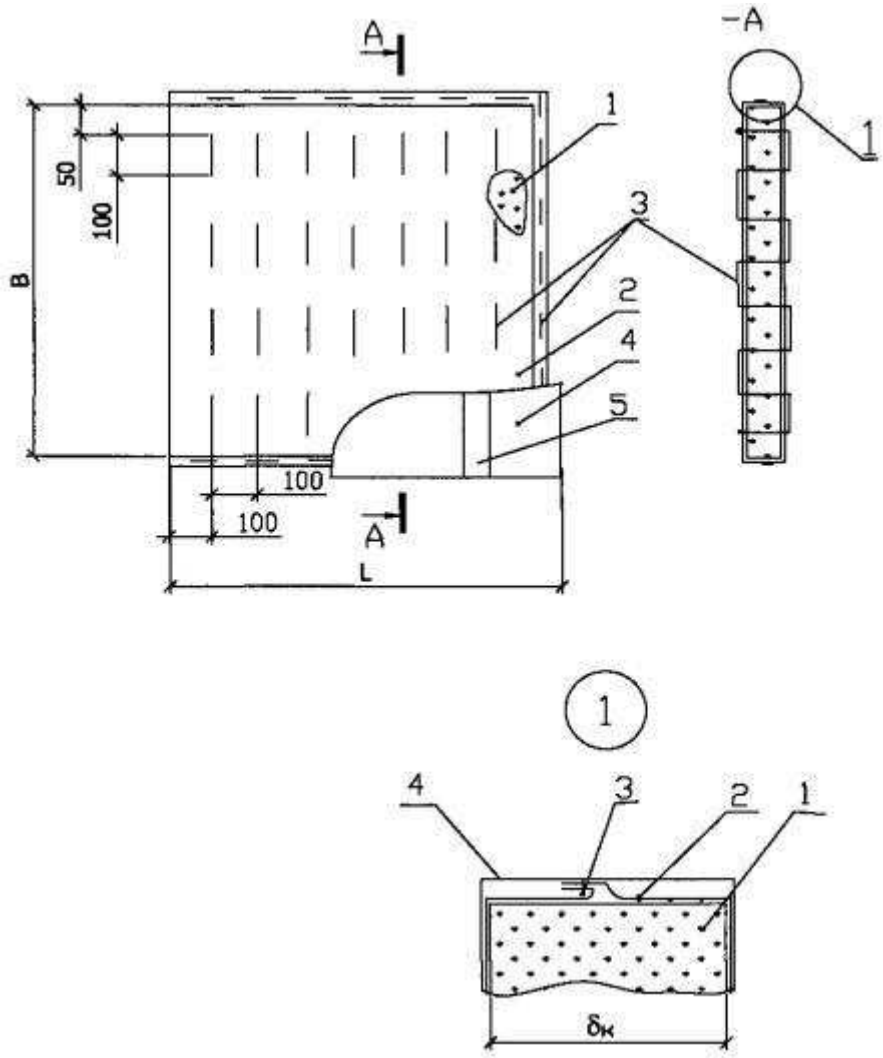
1. Полуфутляр (рис. 2.4); 2. Отделка торца изоляции трубопровода

Рис. 2.5. Изоляция арматуры съемной конструкцией с теплоизоляционным слоем из матов МПБ (полуфутляры)



1. Полуфутляр (рис. 2.4)

Рис. 2.6. Изоляция фланцевого соединения полуфутлярами с теплоизоляционным слоем из матов марки МПБ в обкладках из стеклоткани или стеклосетки



1. Маты МПБ-50; 2. Стеклоткань; 3. Нить стеклянная; 4. Пленка полиэтиленовая; 5. Лента полиэтиленовая с липким слоем

Рис. 2.7. Маты МПБ-50 в стеклоткани и полиэтиленовой пленке для изоляции арматуры и фланцевых соединении трубопроводов с отрицательными температурами

При этом маты устанавливаются в футляр (полуфутляр), накалываются на шплинты или крепятся с помощью клеев. Футляр оснащается бандажами или замками РИС. 2-4.

Футляры крепятся на фланцевых соединениях или фланцевой арматуре. РИС. 2-5, РИС.2-6. Температура применения таких конструкций определяется температурой применения материала обкладок.

4.2.6. Для изоляции фланцевых соединений и арматуры могут быть применены мягкие плиты марки БВТМ-ПМ или холсты марки БСТВ-сп (БСТВ-ст), как указано на РИС. 1-14, РИС. 1-15. Теплоизоляционный материал при этом должен быть уплотнен до нужной толщины прошивкой с помощью различных прошивочных материалов. Материал чехла выбирается в зависимости от температуры изолируемого объекта.

4.2.6. Торцы изоляции трубопроводов у фланцевых соединений и арматуры закрываются диафрагмами из материала покровного слоя.

4.2.7. При изоляции фланцевых соединений и арматуры с отрицательными температурами поверхности применяются маты МПБ-50 в стеклоткани и полиэтиленовой пленке РИС. 2-7. Крепление матов может производиться бандажами из стеклопластика, ровингом, киперной лентой. Швы между матами и местами сопряжений матов с конструкцией изоляции трубопровода должны быть проклеены полиэтиленовой лентой с липким слоем. Также должны быть проклеены (загерметизированы) швы и места сопряжения элементов покрытия арматуры и трубопровода. Для герметизации швов покрытия могут быть использованы нетвердеющие мастики или ленты типа Герлен или алюминиевые с липким слоем.

4.2.8. Уплотнение теплоизоляционных материалов на основе супертонкого базальтового волокна до рекомендуемой плотности в конструкции производится при изготовлении матов или вкладышей для футляров и полуфутляров.

4.3. Конструкции тепловой изоляции промышленного оборудования.

4.3.1. Маты прошивные из базальтового холста марки МПБ-30 без обкладок или в обкладках, маты МПБ-50, холсты из супертонкого базальтового волокна марки БСТВ-сп или БСТВ-ст, и плиты мягкие марки БВТМ-ПМ без покрытия фольгой могут применяться для изоляции горизонтального и вертикального оборудования промышленных объектов всех отраслей промышленности, энергетики и сельского хозяйства.

Для изоляции оборудования рекомендуется преимущественно применять маты в обкладках.

Из плит марки БВТМ следует формировать пакеты. При изготовлении пакетов изделия могут быть уплотнены до проектной толщины, при этом плотность пакетов из плит должна соответствовать требованиям п. 2.5. Пакеты рекомендуется устанавливать не более, чем в два слоя.

4.3.2. Теплоизоляционные материалы на основе супертонкого базальтового волокна в конструкциях тепловой изоляции оборудования следует устанавливать с уплотнением в соответствии с указаниями п. 4.1.1.

4.3.3. На поверхности аппаратов наружным диаметром более 530 мм, как правило, должны быть приварены скобы или втулки для крепления теплоизоляционного слоя. Скобы и втулки приваривают к поверхности сосудов и аппаратов на предприятии-изготовителе оборудования. Расположение скоб устанавливается требованиями ГОСТ 17314-81 «Устройства для крепления тепловой изоляции стальных сосудов и аппаратов. Конструкции и размеры. Технические требования». Съемные детали устанавливают во время монтажа тепловой изоляции.

Как правило, приварные детали на сосудах и аппаратах размещают:

а) на вертикальных объектах: в вертикальном и горизонтальном направлениях с шагом 500 мм. Расстояние приварки элементов крепления от анкерных болтов фланцевых соединений или сварных соединений либо сварных швов, соединяющих днища (крышки) и корпуса сосудов и аппаратов может быть 70 - 250 мм.

На поверхностях (днищах, крышках), обращенных вниз, скобы или втулки привариваются с шагом 250 × 250 мм;

б) на горизонтальных объектах:

- в горизонтальном направлении с шагом 500 мм, отступив от фланцевых соединений или сварных швов, соединяющих днища (крышки) и корпуса сосудов и аппаратов, на расстояние 70 - 250 мм;

- в вертикальном направлении: на верхней половине объекта с шагом 500 мм; на нижней половине объекта с шагом 250 мм. Отсчет шага ведут от плоскости горизонтального диаметра.

Способ крепления теплоизоляционного слоя из материалов на основе базальтового супертонкого волокна производства ОАО «ТИЗОЛ» зависит от геометрии изолируемого объекта.

4.3.4. Крепление теплоизоляционного слоя на цилиндрических горизонтальных аппаратах наружным диаметром до 1020 мм вкл. может быть предусмотрено бандажами и подвесками РИС. 3-1 аналогично креплению изоляции трубопроводов п. 4.1.3.

Опорные конструкции под металлическое защитное покрытие следует устанавливать с шагом 2,0 - 3,0 м в зависимости от размеров применяемых изделий и элементов покрытия, а также у фланцевых соединений и днищ аппаратов. Элементы опорных конструкций в виде колец, уголков, скоб или планок могут быть приварными или крепиться с помощью болтов.

Между покровным слоем и опорными конструкциями может быть предусмотрена установка прокладок из картона марки БВТМ-К.

Опорные конструкции, изготовленные из углеродистой стали, должны быть защищены от коррозии.

4.3.5. Для вертикальных аппаратов наружным диаметром менее 530 мм крепление теплоизоляционного слоя осуществляется бандажами из ленты 0,7 × 20 мм при изоляции в один слой. При изоляции в два слоя и более слоев внутренние теплоизоляционные слои крепятся кольцами из проволоки диаметром 2 мм. Конструкция изоляции аналогична изоляции трубопроводов диаметром менее 530 мм.

Для предотвращения сползания колец и бандажей следует предусматривать струны также из проволоки диаметром 2 мм. Струны могут крепиться к разгружающим устройствам или приварным кольцам из проволоки диаметром 5 мм, если приварка допускается.

4.3.6. Для вертикальных аппаратов, диаметром 530 - 1020 мм (теплообменников, колонн, емкостей и т.д.) при наличии приваренных на заводе-изготовителе скоб или втулок, крепление теплоизоляционных материалов производства ОАО «ТИЗОЛ» осуществляется с помощью пучков стяжек из проволоки 1,2 - 2,0 мм, которые закрепляются крест-накрест на поверхности теплоизоляционного слоя РИС 3-2. Стяжки располагаются в стыках швов или прокалывают изделия. При двухслойной изоляции изделия укладывают с перекрытием швов.

Дополнительно теплоизоляционный слой закрепляется бандажами по наружному слою и при однослойной изоляции и кольцами из проволоки диаметром 2 мм - по внутреннему теплоизоляционному слою с шагом 500 мм при изоляции матами прошивными и плитами мягкими.

Если в качестве теплоизоляционного слоя предусмотрены холсты из супертонкого базальтового волокна, бандажи следует устанавливать с шагом 250 мм.

Для предотвращения сползания бандажей или проволочных колец предусматривается их фиксация вертикальными струнами из проволоки диаметром 2 мм. Струны, в зависимости от конструкции аппарата, могут прикрепляться к фланцам, патрубкам, разгружающим устройствам, скобам или втулкам, предусмотренным для теплоизоляционных конструкций или к приваренным к аппарату кольцам из проволоки 5 мм, если дополнительная приварка на месте монтажа допускается.

При изоляции матами из базальтового волокна в обкладках бандажи могут устанавливаться по штырям, в этом случае струны не предусматриваются.

При наличии приварных крепежных деталей в качестве теплоизоляционного слоя рекомендуется использовать маты прошивные из базальтового холста шириной 500 мм или холсты из супертонкого базальтового волокна марок БСТВ-сп или БСТВ-ст шириной, кратной 500 мм.

Обкладки матов наружного слоя сшиваются проволокой диаметром 0,8 мм или стеклонитью (стеклоровингом). Обкладки матов внутреннего слоя допускается не сшивать.

В качестве внутреннего слоя могут применяться безобкладочные маты.

Аналогично (стяжками и бандажами) может выполняться изоляция горизонтальных аппаратов, при этом струны не устанавливаются.

4.3.7. Для изоляции вертикальных аппаратов наружным диаметром от 530 до 1420 мм, если на заводе изготовители скобы не были приварены и не допускается приварка к аппарату на месте монтажа, для крепления тепловой изоляции по поверхности аппарата может устанавливаться проволочный каркас.

4.3.7.1. При изоляции базальтоволокнистым теплоизоляционным материалом БВТМ-ПМ или пакетами из плит кольца из проволоки диаметром 3 мм устанавливаются по длине (высоте) аппарата на его поверхность с шагом 625 мм при их расположении длинной стороной вдоль аппарата и с шагом 600 мм при расположении плит короткой стороной вдоль аппарата.

К кольцам прикрепляются пучки стяжек из проволоки 1,2 мм с шагом по дуге кольца 600 или 625 мм в зависимости от расположения плит. Пучки стяжек должны проходить в месте стыков плит. Стяжки закрепляются крест на крест. Предусматривается четыре стяжки в пучке при изоляции в один слой и шесть - при изоляции в два слоя. Первый слой крепится двумя стяжками, второй - четырьмя.

Дополнительно плиты (пакеты из плит) закрепляются бандажами из ленты 0,7 × 20 мм с пряжками. При расположении плит длинной стороной вдоль аппарата устанавливают 4 бандажа на изделие, при расположении плит короткой стороной - 2. Вместо бандажей по внутреннему слою двухслойной изоляции предусматриваются кольца из проволоки диаметром 2 мм.

Для вертикальных аппаратов для предотвращения сползания бандажей и колец предусматриваются струны из проволоки 2 мм. Струны предусматриваются также для

закрепления колец, расположенных на поверхности аппарата. Количество струн зависит от наружного диаметра аппарата и может быть от 2 до 4-х.

4.3.7.2. При изоляции матами прошивными из базальтового холста или холстами из супертонкого базальтового волокна марок БСТВ-сп или БСТВ-ст шириной 500 мм кольца из проволоки диаметром 3 мм располагаются с шагом 500 мм по длине аппарата. К кольцам прикрепляются пучки стяжек из проволоки 1,2 мм с шагом по дуге кольца 500 мм.

Количество стяжек в пучке и их крепление - аналогично указанному выше.

При применении матов шириной более 500 мм расположение колец и пучков стяжек решается в каждом конкретном случае в зависимости от размеров матов.

Обкладки матов наружного слоя сшиваются проволокой диаметром 0,8 мм или стеклонитью (стеклоровингом). Обкладки матов внутреннего слоя допускается не сшивать.

Бандажи из ленты 0,7 × 20 мм с пряжками по наружному слою устанавливают с шагом 500 мм при однослойной изоляции и по наружному слою при двухслойной изоляции. Вместо бандажей по внутреннему слою двухслойной изоляции предусматриваются кольца из проволоки диаметром 2 мм.

При применении матов шириной 500 мм следует устанавливать два бандажа (или кольца) на изделие.

Края матов в обкладках сшиваются проволокой 0,8 мм или стеклонитью в зависимости от вида обкладки.

4.3.8. Для вертикальных и горизонтальных аппаратов наружным диаметром более 1020 мм крепление теплоизоляционного слоя следует осуществлять штырями из проволоки диаметром 4 - 5 мм, которые вставляются в скобы или втулки, приваренные на заводе-изготовителе.

Теплоизоляционные изделия накалывают на штыри, которые затем загибают. Дальнейшая фиксация теплоизоляционного слоя может осуществляться осуществляется перевязкой по загнутым штырям струнами из проволоки диаметром 1,2 - 2,0 мм и бандажами, устанавливаемыми, как правило, с шагом 500 мм РИС. 3-3, РИС 3-4, РИС. 3-5, РИС. 3-6. Может быть предусмотрен другой шаг установки бандажей.

При двухслойной изоляции может быть предусмотрено крепление бандажами (без перевязки струнами) и бандажами и кольцами. При этом на горизонтальных аппаратах кольца и бандажи устанавливаются в промежутках между штырями с шагом 500 мм при изоляции матами прошивными и плитами мягкими. При изоляции холстами из супертонкого базальтового волокна бандажи рекомендуется устанавливать с шагом 250 мм.

При изоляции вертикальных аппаратов при расположении бандажей и колец в промежутках между штырями для их фиксации предусматриваются струны из проволоки диаметром 2 мм РИС. 3-6. Если бандажи устанавливаются по штырям, струны не предусматриваются РИС. 3-7.

4.3.9. Для однослойной изоляции применяют одинарные штыри.

При изоляции в два слоя следует использовать двойные штыри. Маты и плиты внутреннего слоя (или пакеты из них), или холсты накалываются на штыри, один конец которых загибается. Затем внутренний слой крепится кольцами из проволоки диаметром 2 мм. Наружный теплоизоляционный слой закрепляется штырями и бандажами из ленты 0,7 × 20 мм РИС. 3-9.

Длина штыря рассчитывается исходя из толщины тепловой изоляции с учетом добавки на ширину скобы или втулки для крепления штыря и на загиб штыря на теплоизоляционный слой. Величина загиба штыря - 40 или 50 мм.

Размеры приварных скоб, одинарных и двойных штырей регламентируются ГОСТ 17314.

4.3.10. В конструкциях тепловой изоляции днищ вертикальных и горизонтальных аппаратов в зависимости от их диаметра и конфигурации, крепление теплоизоляционного слоя из теплоизоляционных материалов на основе супертонкого базальтового волокна может осуществляться с помощью проволочных стяжек и бандажей или струн из проволоки диаметром 2 мм или штырями, бандажами или струнами.

Крепление теплоизоляционного слоя на днищах аппаратов диаметром более 1020 мм производится штырями, устанавливаемыми в скобы или втулки и бандажами или струнами.

Как правило, одним концом бандажи и струны крепятся к проволочному кольцу, привариваемому или завязанному вокруг патрубка, другим - к проволочному или опорному кольцу (разгружающему устройству), которые устанавливаются у днищ РИС. 3-3, РИС 3-4, РИС. 3-5.

4.3.11. Если необходимо предусмотреть съемные конструкции тепловой изоляции по всей поверхности аппаратов РИС. 3-10. (например, на атомных станциях), в качестве теплоизоляционного слоя следует использовать маты прошивные из базальтового холста МПБ-50 в обкладках тканями со всех сторон, которые крепятся на аппаратах бандажами.

По матам устанавливается съемное покрытие, крепление которого осуществляется бандажами с замками. Замки могут быть приварены к элементам покрытия.

Для изоляции фланцевых соединений и днищ в этих случаях могут быть предусмотрены полносборные конструкции в виде футляров с вкладышами из прошивных матов в обкладках. Вкладыши крепятся к стенке металлического футляра шплинтами.

Днища и фланцевые соединения аппаратов могут быть изолированы матами и кожухами.

Теплоизоляционный материал уплотняется до расчетной толщины при изготовлении матов или вкладышей в полносборную конструкцию.

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

Фланцевые соединения аппаратов следует изолировать съемными конструкциями. Съемные конструкции могут быть полносборные - в виде полуфутляров или футляров, и комплектные - в виде матов и кожухов.

4.3.13. В качестве теплоизоляционного слоя в составе полносборных конструкций (полуфутляров) рекомендуется применять маты прошивные марки МПБ-30 или МПБ-50 в обкладках из стеклосетки или стеклоткани при температуре изолируемой поверхности не более 450°С. При температуре изолируемой поверхности более 450°С следует применять маты в обкладке из базальтовой или кремнеземной ткани.

Вкладыши из матов прикрепляются шплинтами к металлической поверхности кожуха. Края сетки или стеклоткани заделываются внутрь металлического кожуха и пришиваются проволокой диаметром 0,8 мм.

Полуфутляр оснащается замками или бандажами. Полуфутляры устанавливаются на фланцы поверх тепловой изоляции аппарата и скрепляются между собой РИС. 3-11. Размеры и количество полуфутляров определяется размерами фланцевого соединения.

4.3.14. При диаметре фланцев более 1,5 м предпочтительно применение комплектной конструкции тепловой изоляции в виде матов и съемных кожухов.

4.3.15. В составе комплектных конструкций рекомендуется применять маты МПБ-50 с обкладкой тканями со всех сторон. Маты в кремнеземной ткани с прошивкой кремнеземной нитью или проволокой могут использоваться при температуре изолируемой поверхности до 750°С. Маты к изолируемой поверхности крепятся бандажами с пряжками.

При изоляции фланцевых соединений аппаратов большого диаметра к матам пришиваются крючки. Для фланцевых соединений большого диаметра может быть предусмотрено 2 и более матов по периметру фланца. При установке матов на фланцевое соединение крючки соединяются проволокой (шнуровкой), поверх матов затем устанавливаются бандажи.

Теплоизоляционный слой закрывается съемным металлическим кожухом, крепление которого может осуществляться замками, приваренными непосредственно к кожуху, или бандажами с замками, устанавливаемыми поверх кожуха.

Общая ширина матов в обкладках при изоляции фланцевых соединений аппаратов должна быть равна ширине фланцевого соединения плюс две длины болта, соединяющего фланцевый разъем, плюс не менее, чем 200 мм, для установки на поверхность теплоизоляционной конструкции аппарата, длина - наружному периметру теплоизоляционной конструкции фланцевого соединения (с учетом толщины тепловой изоляции фланца). Если толщина тепловой изоляции корпуса аппарата больше, чем высота фланца, длина мата определяется диаметром теплоизоляционной конструкции корпуса аппарата и толщиной теплоизоляционной конструкции фланцевого соединения.

Могут быть использованы холсты из базальтового супертонкого волокна марки БСТВ. Уплотнение холстов по толщине также производится при изготовлении за счет их прошивки.

4.3.16. Разгружающие устройства на поверхности вертикальных аппаратов (кольца, кронштейны) с диафрагмами устанавливают у фланцевых соединений и днищ аппаратов с шагом 3-4 метра по высоте аппарата. Шаг установки разгружающих устройств определяется размерами теплоизоляционных изделий и элементов металлического покровного слоя.

Разгружающие устройства могут быть приварными или с креплением элементов конструкций на болтах. Диафрагмы, устанавливаемые на разгружающие устройства, не должны касаться защитного покрытия.

4.3.17. При изоляции оборудования с отрицательными температурами следует руководствоваться требованиями п. 4.1.14.

Элементы опорных конструкций из углеродистой стали, устанавливаемые на оборудование, должны быть окрашены лаком БТ-577 или другим, предохраняющим от коррозии. Для крепления тепловой изоляции следует использовать оцинкованную проволоку, бандажи должны быть окрашены. Конструкция крепления покровного слоя не должна иметь мостиков холода.

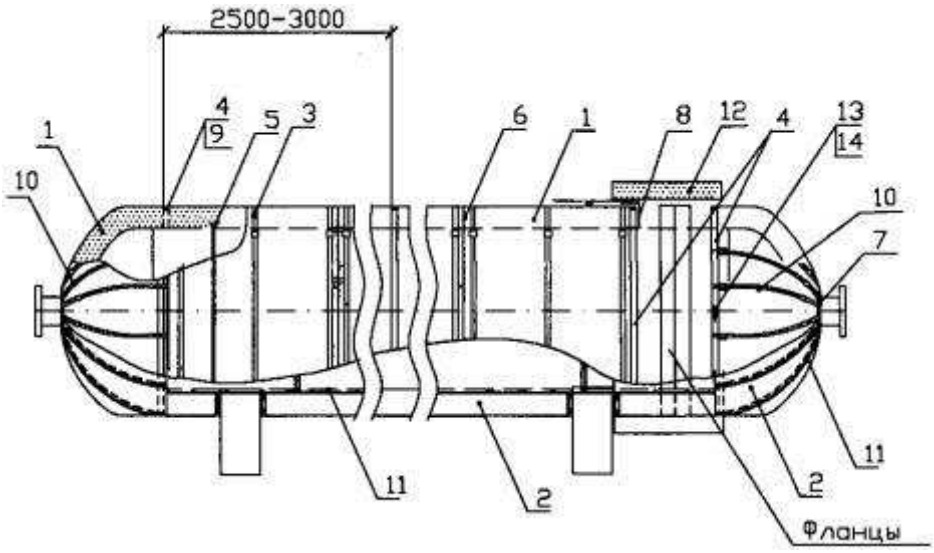
4.3.18. Конструкция покровного слоя горизонтального аппарата РИС. 3-12.

Для аппаратов, как правило, в качестве покровного слоя предусматриваются металлические покрытия. Для изготовления элементов покрытия (покровного слоя) предусматриваются листы или ленты из алюминия и алюминиевых сплавов, тонколистовая оцинкованная или кровельная (с окраской), или тонколистовая нержавеющая сталь, металлопласт. Толщина листов покрытия от 0,8 до 1,2 мм.

Крепление покровного слоя тепловой изоляции горизонтальных аппаратов осуществляется самонарезающими винтами 4 × 12 с антикоррозионным покрытием или заклепками. Шаг установки винтов (заклепок): по горизонтали 150 - 200 мм, по окружности-300 мм РИС. 3-7.

Для ускорения монтажа элементы защитного покрытия могут быть соединены лежачими фальцами шириной 8 - 10 мм (разрез Г-Г) в крупноразмерные картины.

Для придания конструкции покрытия тепловой изоляции жесткости, элементы покрытия зигуются по торцам по горизонтали и по окружности с радиусом зига примерно 5 мм.



1. Маты марок МПБ, холсты марок БСТВ, плиты БВТМ-ПМ (пакеты); 2. Покрытие (рис. 3.12); 3. Бандаж с пряжкой; 4. Опорное кольцо; 5. Подвеска; 6. Сшивка (для материалов в обкладках); 7. Проволочное кольцо; 8. Элемент диафрагмы; 9. Прокладка из картона

марки БВТМ-К; 10. Бандаж с двумя пряжками; 11. Винт самонарезающий; 12. Полуфутляр (см. рис. 2.4); 13. Болт; 14. Гайка

Примечание: подробное крепление теплоизоляционного слоя на горизонтальной части аппарата см. рис. 1.3, 1.4, 1.6, 1.7, 1.8.

Рис. 3.1. Изоляция горизонтальных аппаратов диаметром до 1020 мм с креплением бандажами и подвесками в конструкции с металлическим покрытием

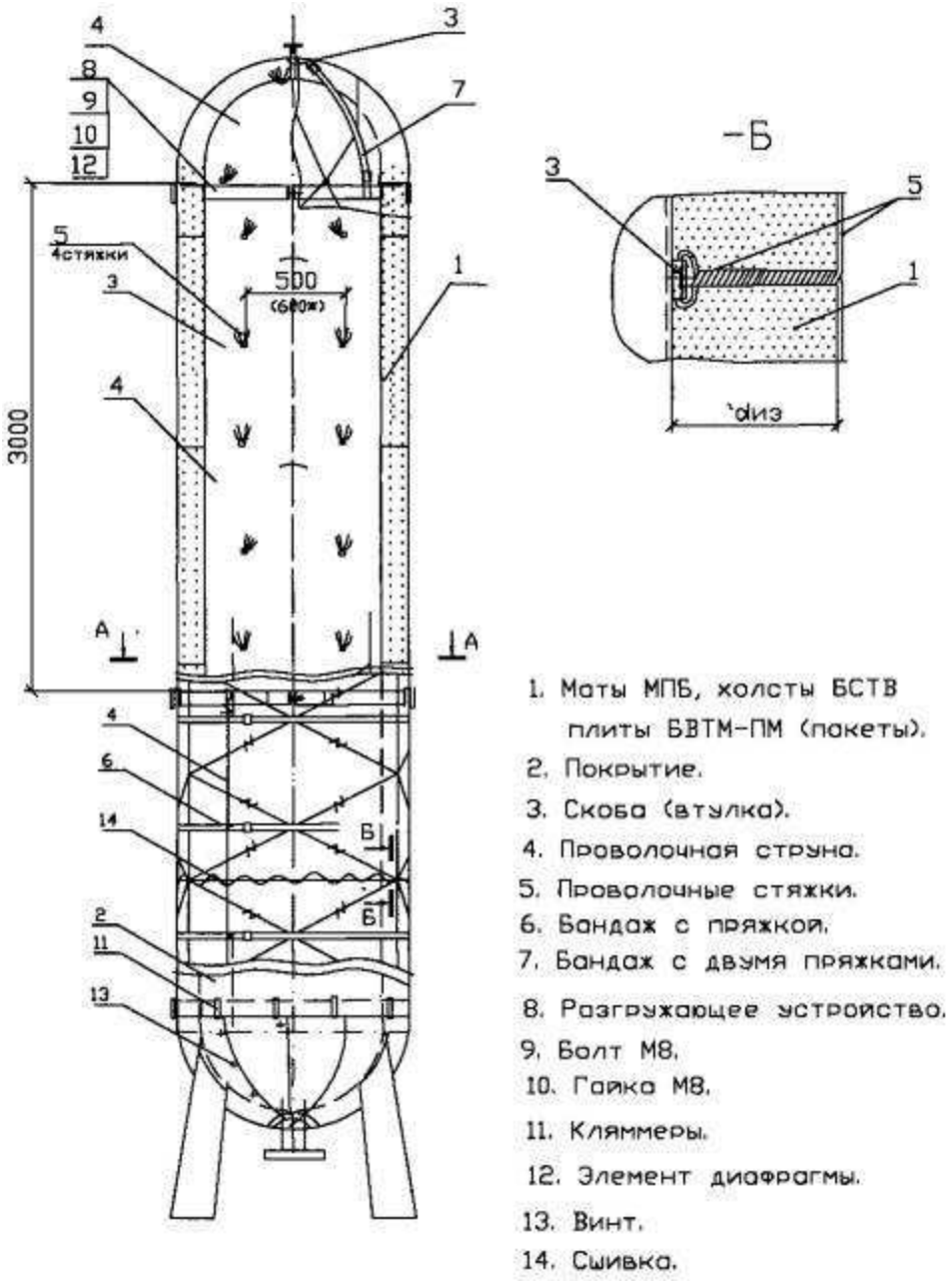
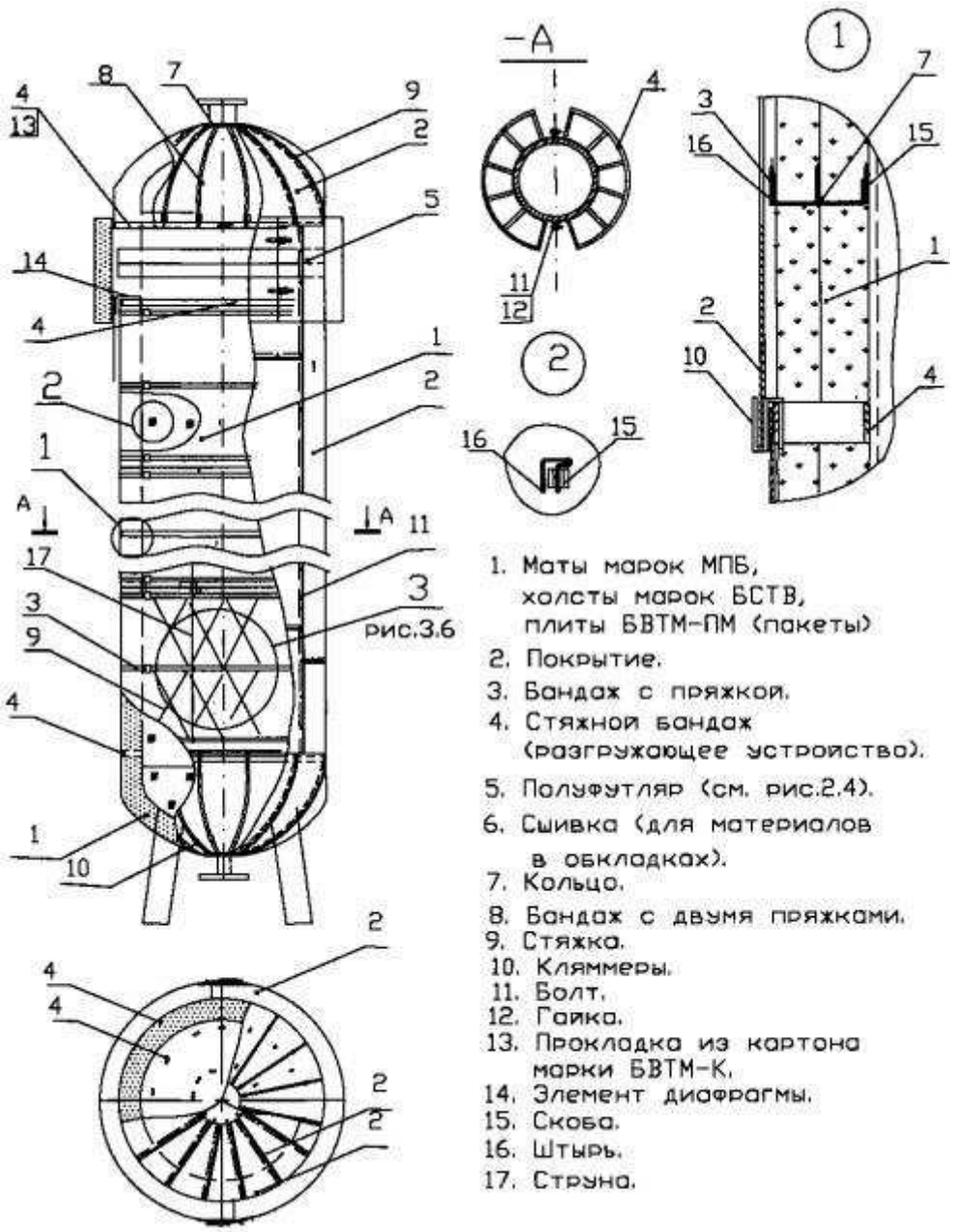
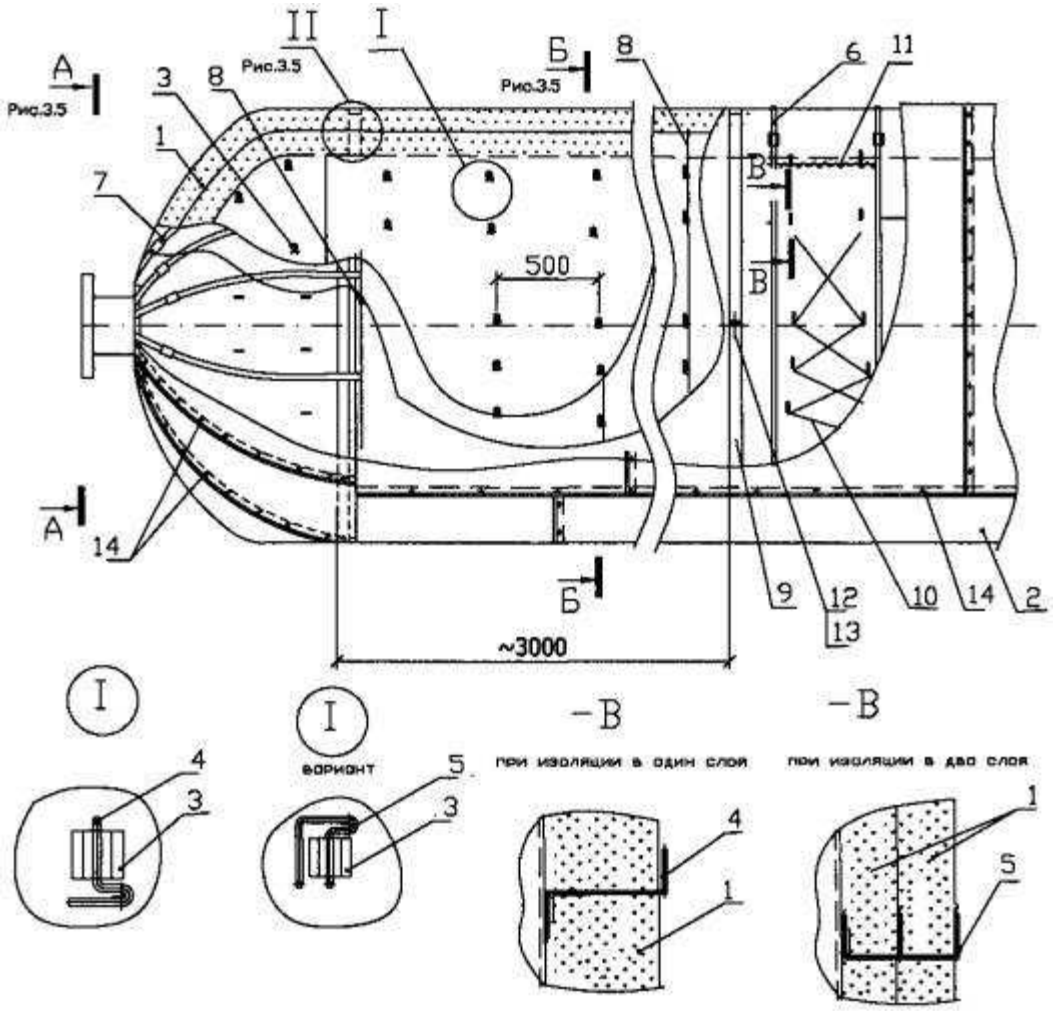


Рис. 3.2. Изоляция вертикальных аппаратов диаметром от 530 до 1420 мм матами МПБ, плитами БВТМ-ПМ, холстами БСТВ с креплением стяжками



Примечание: подробное крепление теплоизоляционного слоя на вертикальной части аппарата см. рис. 3.12, 3.13

Рис. 3.3. Изоляция вертикальных аппаратов диаметром более 1020 мм с креплением штырями и стяжками в конструкции с металлическим покрытием



1. Маты марок МПБ, плиты БВТМ-ПМ (пакеты), холсты марок БСТВ; 2. Покрытие; 3. Скоба или втулка; 4. Штырь одинарный Ш1; 5. Штырь двойной Ш2; 6. Бандаж с пряжкой; 7. Бандаж с двумя пряжками; 8. Проволочное кольцо; 9. Опорное кольцо; 10. Стяжка; 11. Сшивка; 12. Болт; 13. Гайка; 14. Бинт самонарезающий

Рис. 3.4. Изоляция горизонтальных аппаратов диаметром более 1020 мм с креплениями штырями в конструкции с металлическим покрытием

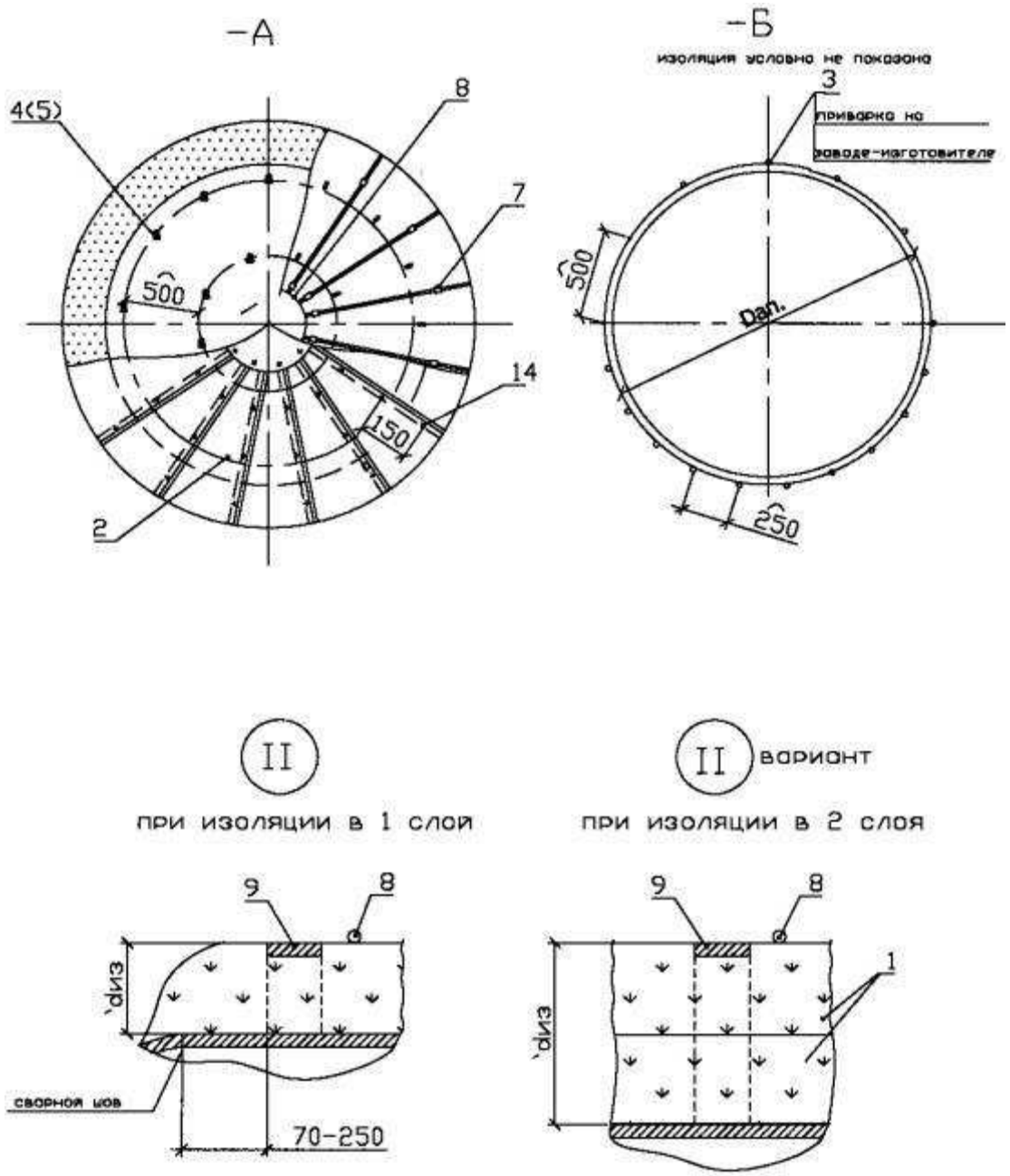


Рис. 3.5. Разрезы -, - и узел II к рис. 3.3.

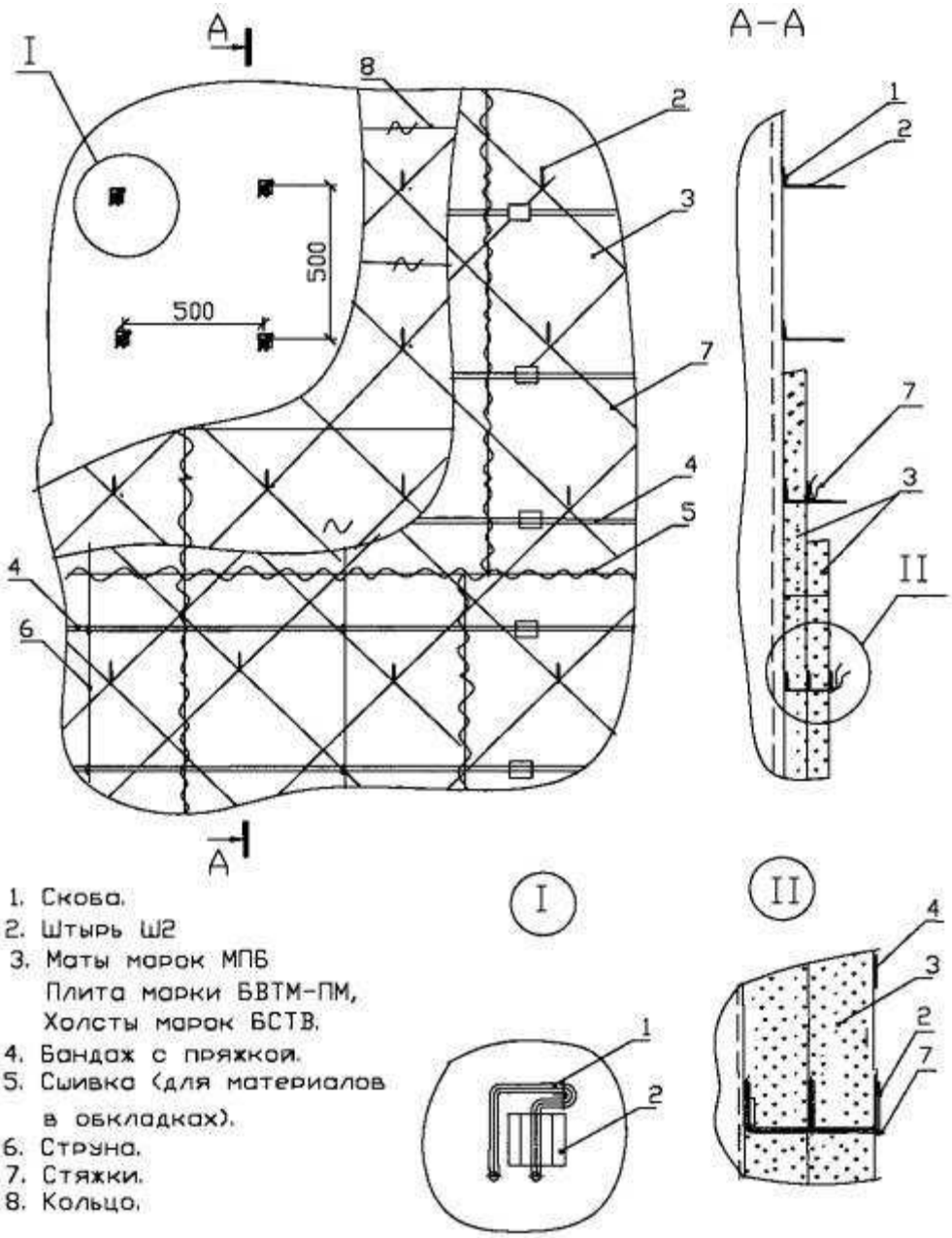
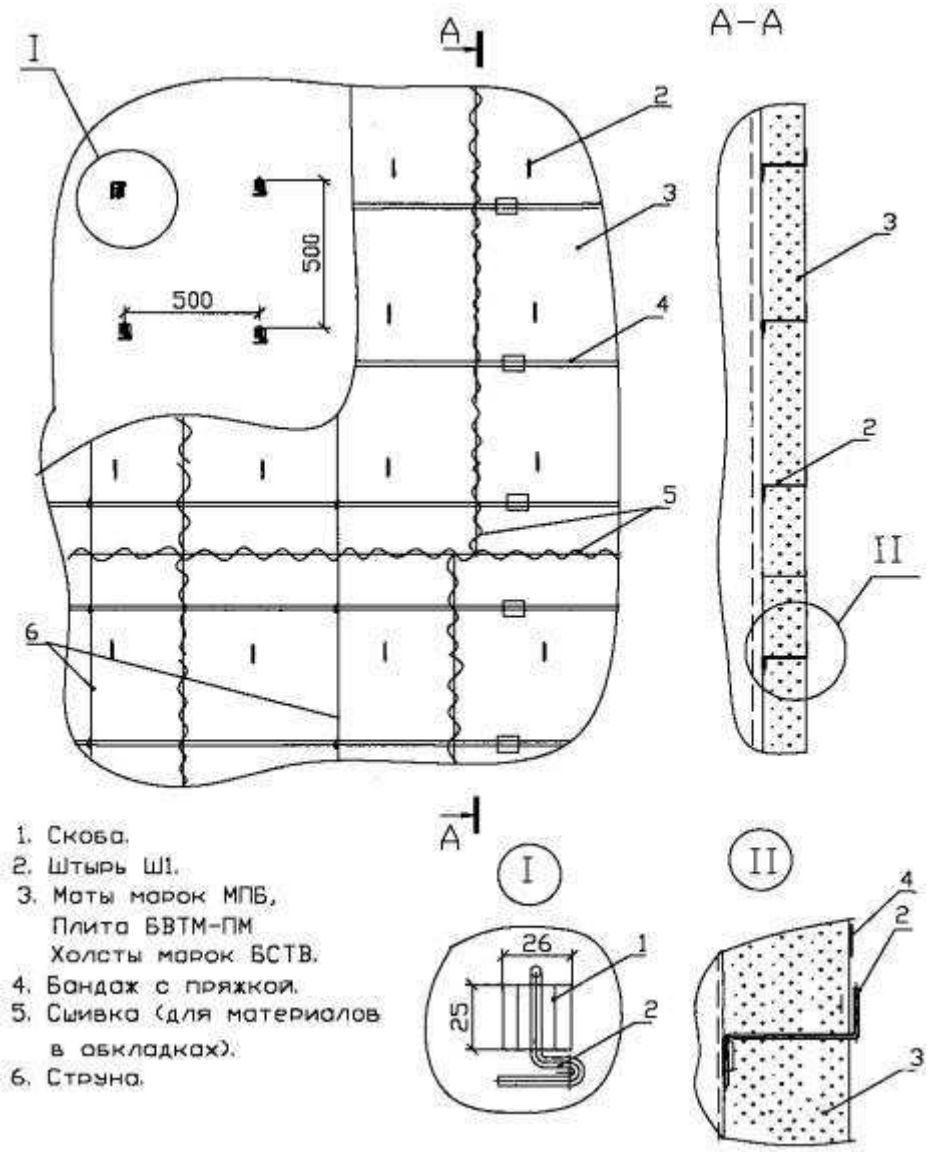
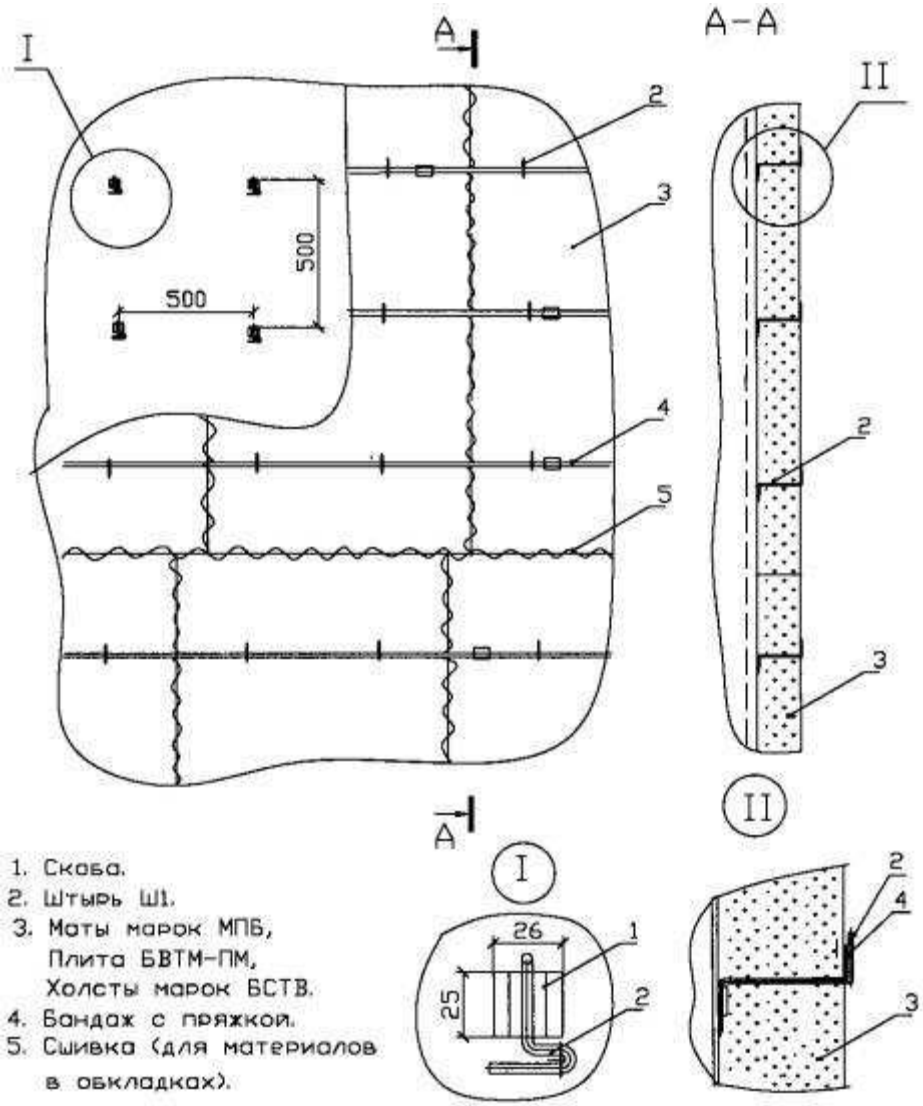


Рис. 3.6. Узел 3. Конструкция тепловой изоляции с креплением на штырях Ш2 и стяжках для вертикальных аппаратов



Примечание: Бандажи расположены в промежутках между штырями

Рис. 3.7. Конструкция тепловой изоляции в один слой с креплением на штырях для вертикальных аппаратов (расположение штырей по ГОСТ 17314)



Примечание: Бандажи установлены по штырям

Рис. 3.8. Конструкция тепловой изоляции в один слой с креплением на штырях для вертикальных аппаратов (расположение штырей по ГОСТ 17314)

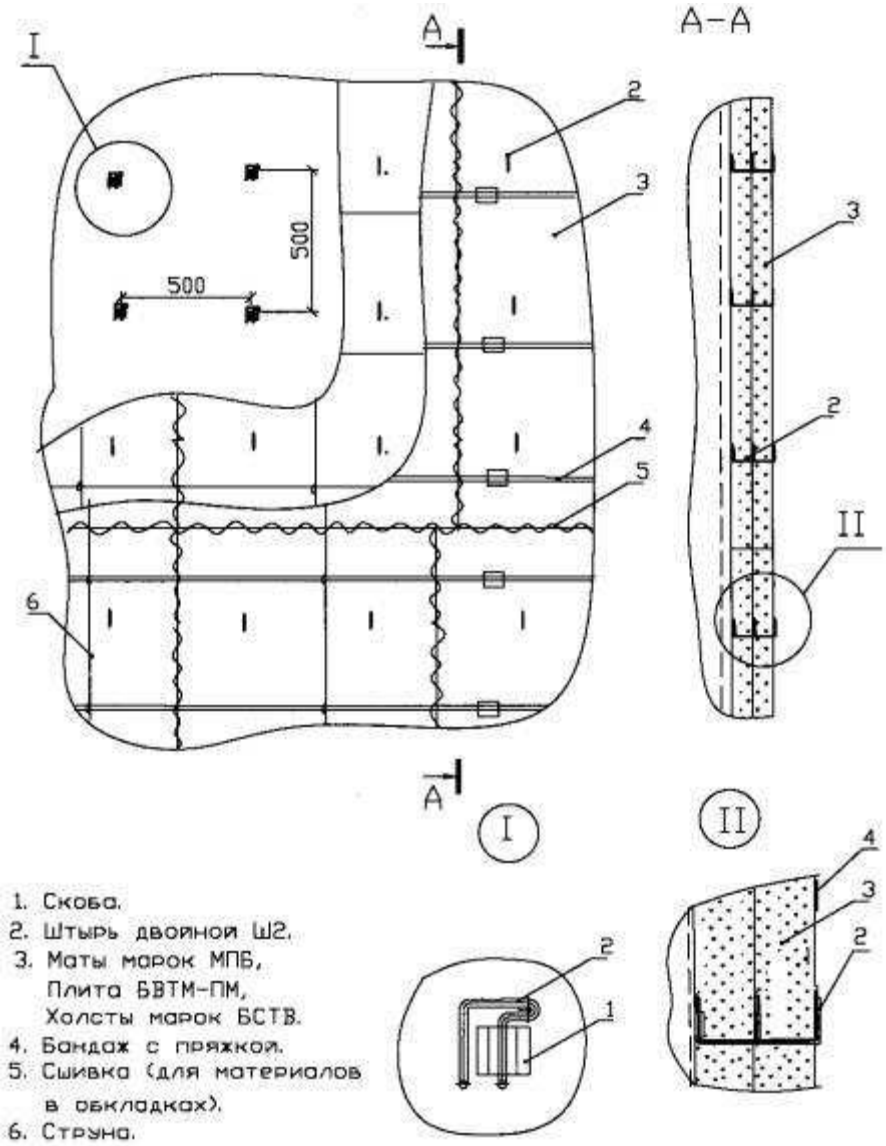


Рис. 3.9. Конструкция тепловой изоляции в два слоя с креплением на штырях для вертикальных аппаратов (расположение штырей по ГОСТ 17314)

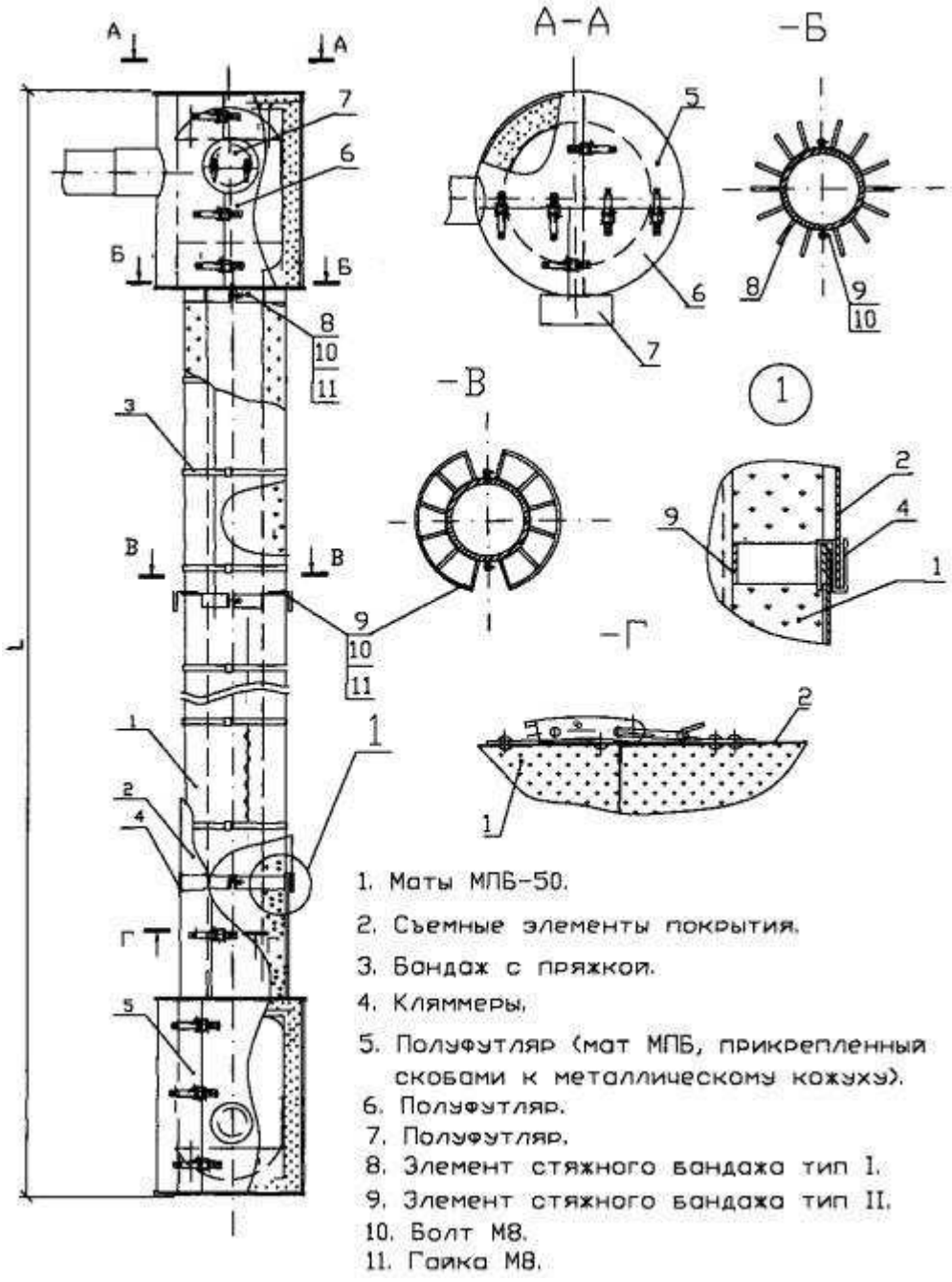
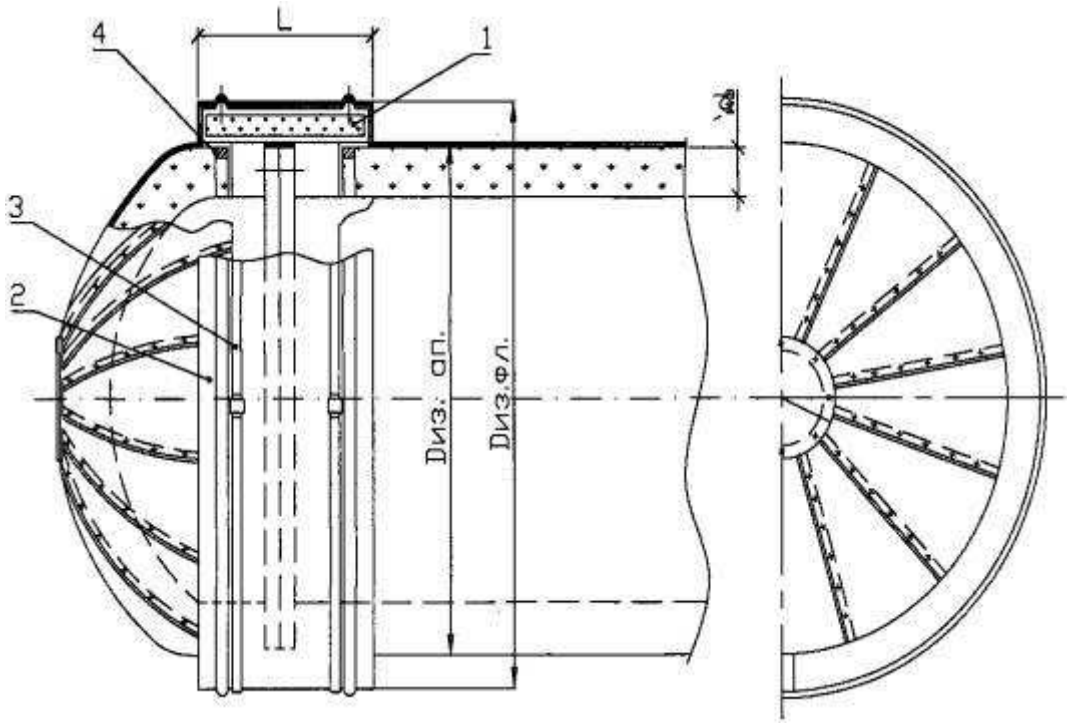
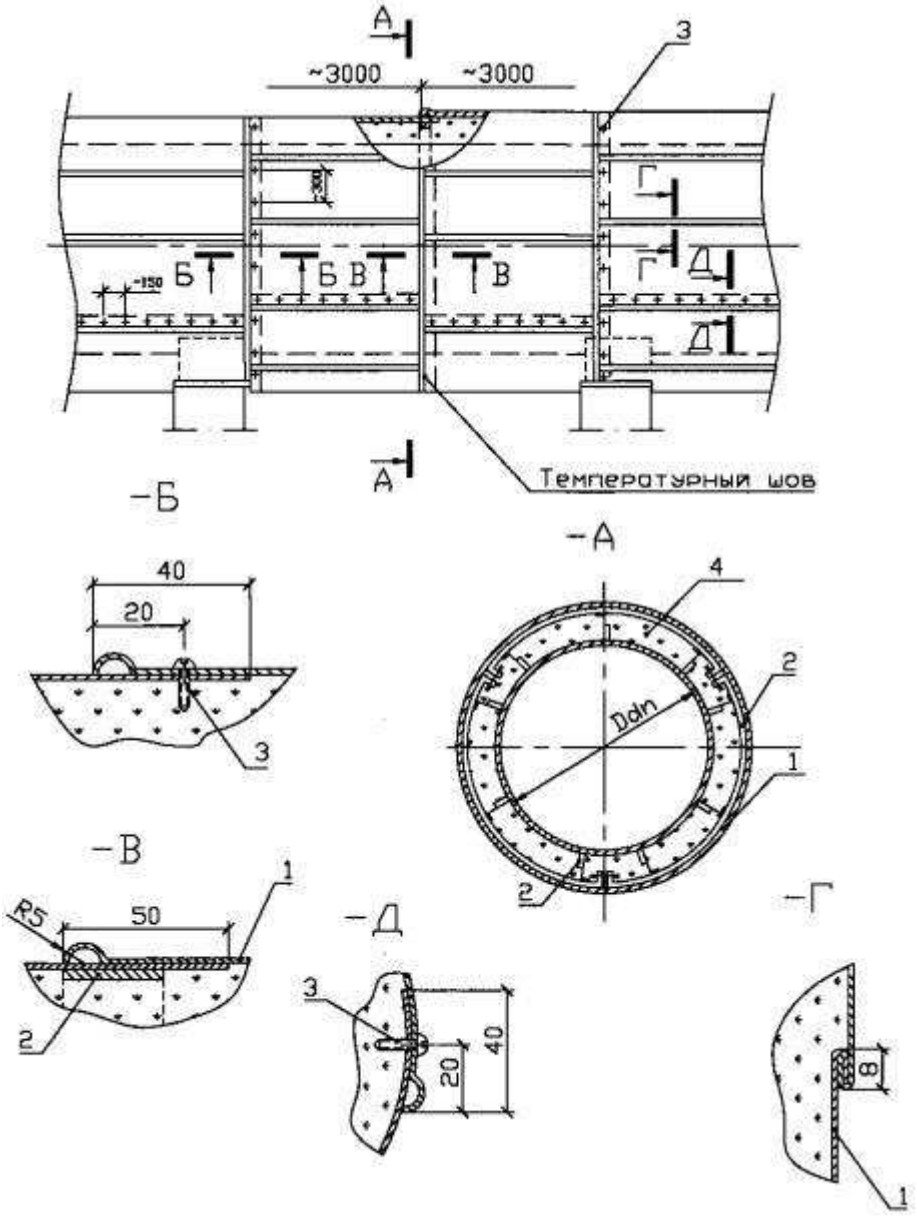


Рис. 3.10. Съемная конструкция изоляции вертикальных аппаратов



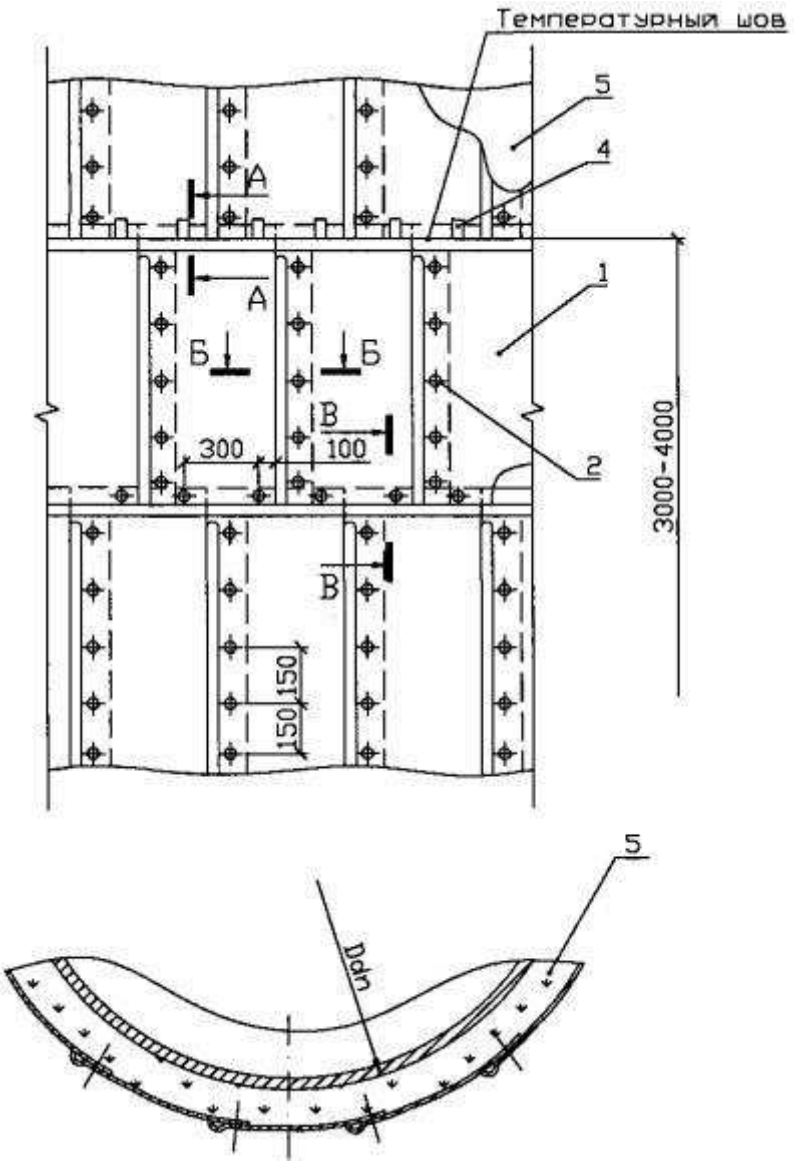
1. Маты МПБ-50 в обкладке стеклотканью со всех сторон; 2. Металлический кожух; 3. Бандаж с замком; 4. Опорное кольцо

Рис. 3.11. Изоляции для фланцевого соединения горизонтального аппарата матами МПБ-50 и съемным металлическим кожухом



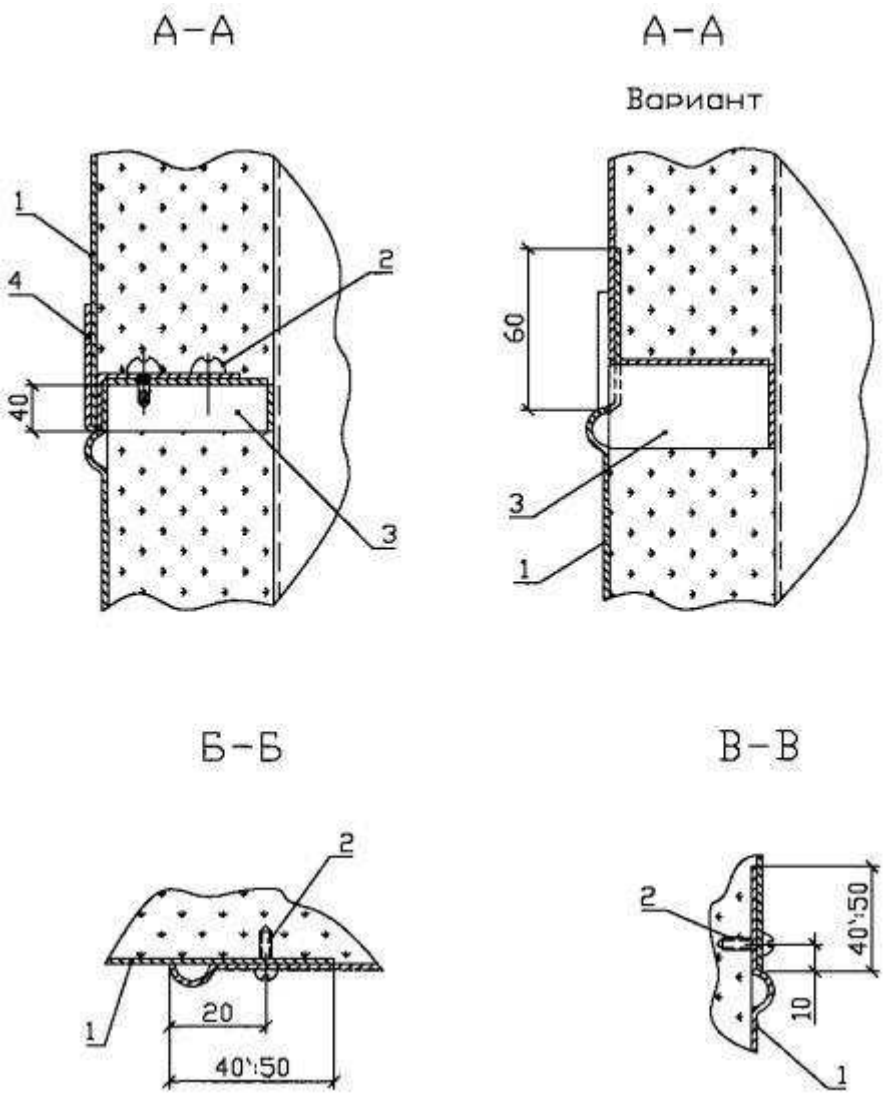
1. Металлическое покрытие; 2. Опорное кольцо; 3. Винт самонарезающий; 4. Теплоизоляционные изделия на основе супертонкого базальтового волокна

Рис. 3.12. Конструкция металлического покрытия тепловой изоляции горизонтального аппарата



1. Металлическое защитное покрытие; 2. Винт самонарезающий; 3. Разгружающее устройство; 4. Кляммеры; 5. Теплоизоляционные изделия на основе супертонкого базальтового волокна

Рис. 3.13. Конструкция покрытия тепловой изоляции для вертикальных аппаратов и резервуаров



Сопряжение элементов покрытия из металлических листов

Позиции указаны на рис. 3.13

Рис. 3.14. Разрезы А-А - В-В к рис. 3.13

Покрытие должно опираться на опорные кольца или другие приварные опорные элементы.

4.3.19. Опорные кольца разрез А-А РИС. 3-12. выполняются из ленты 2 × 30, 3 × 30, 2 × 40 или 3 × 40 мм. Металлические опорные конструкции при тепловой изоляции объектов с положительными температурами поверхности должны иметь малотеплопроводные элементы для снижения температуры на поверхности защитного покрытия, соприкасающегося с ними. Как правило, используются опоры или прокладки из асбестового картона. По поверхности опорных колец, как указано выше, могут устанавливаться прокладки из картона марки БВТМ-К.

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

4.3.20. В покровном слое по длине аппарата устраиваются температурные швы с шагом, определяемым температурой изолируемой поверхности. Температурный шов может

выполняется без крепления винтами по окружности. Для компенсации температурных деформаций может быть применена зиговка элементов покрытия или другие конструктивные решения.

4.3.21. Конструкция покровного слоя вертикального аппарата приведена на РИС. 3-13, РИС. 3-14. Для вертикальных аппаратов, как и для горизонтальных, применяются металлические покрытия из материалов, указанных в п. 4.3.17. Металлические листы могут быть собраны в картины. Как правило, применяется соединение листов лежачим фальцем.

Крепление покровного слоя вертикальных аппаратов так же осуществляется самонарезающими винтами 4 × 12 с антикоррозионным покрытием или заклепками. Шаг установки винтов (заклепок): по вертикали 150 - 200 мм, по горизонтали - не более 300 мм.

4.3.22. В покрытии тепловой изоляции аппарата по высоте должны быть предусмотрены температурные швы, в которых элементы покрытия опираются на разгружающие устройства или кляммеры и не крепятся по горизонтали (окружности).

Разгружающие устройства устанавливаются у верхнего и нижнего днищ аппаратов и по высоте аппарата с шагом, указанным в п. 4.3.16.

Кляммеры также могут быть установлены на листы покрытия предыдущего ряда.

Для придания конструкции покровного слоя жесткости элементы покрытия могут быть прозигованы, как и для горизонтальных аппаратов.

4.4. Тепловая изоляция газоходов и воздуховодов прямоугольного сечения.

4.4.1. Маты теплоизоляционные прошивные из базальтового холста марки МПБ-30 и МПБ-50 безобкладочные и в обкладках из стеклоткани, холсты из базальтовых супертонких волокон марок БСТВ-сп и БСТВ-ст и плиты мягкие БВТМ-ПМ рекомендуется применять для изоляции газоходов тепловых электростанций, объектов черной и цветной металлургии и др. и воздуховодов прямоугольного сечения.

Вариант конструкции тепловой изоляции газохода прямоугольного сечения с использованием теплоизоляционных материалов на основе супертонкого базальтового волокна производства ОАО «ТИЗОЛ» приведен на РИС. 4-1, РИС. 4-2.

Крепление теплоизоляционного слоя предусмотрено с помощью штырей (приварных, вставных) и бандажей. На углах тепловой изоляции газоходов прямоугольного сечения под бандажи или заменяющие их проволочные кольца устанавливают металлические подкладки из материала покрытия.

Для крепления покровного слоя к изолируемой поверхности привариваются скобы из ленты стальной горячекатаной 3 × 30 (могут быть использованы другие виды металлопроката). Элементы металлического покрытия устанавливаются на поверхность изоляции и крепятся к скобам болтами и гайками. Между собой элементы покрытия соединяются самонарезающими винтами или заклепками. Под покрытие на скобы устанавливаются прокладки из картона БВТМ-К или асбестового картона.

Расположение приварных скоб определяется размерами и конфигурацией газохода. При значительных размерах газохода шаг приварки скоб может быть принят 500 × 500 или 1000 × 500 мм (размер 1000 - по горизонтали). Шаг приварки штырей (или скоб под штыри) принимается в соответствии с указаниями п. 4.3.3.

Если высота ребер жесткости больше толщины тепловой изоляции, их следует изолировать. Конструкция изоляции зависит от конфигурации ребер. К ребрам могут быть приварены штыри, шпильки, скобы и другие элементы крепления тепловой изоляции и покрытия.

4.4.2. При изоляции воздуховодов приточной вентиляции крепление теплоизоляционного слоя из материалов производства ОАО «ТИЗОЛ» может осуществляться штырями, проволочными кольцами и струнами РИС. 4-3. В качестве опорных элементов под покрытием могут быть использованы деревянные бруски или элементы из стеклотекстолита конструкционного, которые крепятся к металлическим скобам.

Вместо металлических скоб может применяться каркас из деревянных брусков, устанавливаемых на поверхности воздуховода. В этом случае металлический покровный слой крепится к каркасу шурупами.

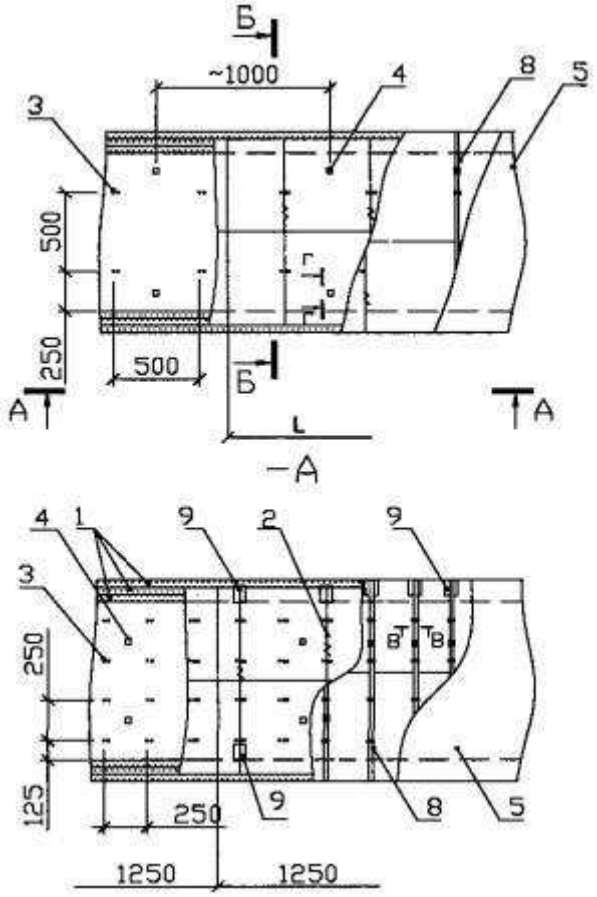
По теплоизоляционному слою устанавливается пароизоляционный слой. Стыки пароизоляционного слоя также рекомендуется располагать на брусках (элементах) каркаса.

При применении в качестве теплоизоляционного слоя из плит или матов с покрытием фольгой с одной стороны, стыки теплоизоляционных изделий должны быть проклеены алюминиевыми лентами с липким слоем. Эти ленты также могут быть использованы в качестве бандажей для крепления теплоизоляционного слоя из плит и матов с покрытием фольгой.

Если приварка штырей к воздуховоду не допускается, может быть применена проволочная каркасная конструкция, как при изоляции трубопроводов. Могут быть применены металлические бандажи из ленты 2 × 30 или 3 × 30 мм с приваренными к ним штырями. Такие бандажи устанавливаются на поверхность воздуховода и скрепляются между собой болтами и гайками.

4.4.3. При изоляции воздуховодов приточной вентиляции следует предусматривать пароизоляционный слой. Количество пароизоляционных слоев определяется СНиП 41-03-2003 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

Для предотвращения повреждения пароизоляционного слоя из полиэтиленовой пленки или алюминиевой фольги при применении металлического покрытия с креплением винтами рекомендуется установка предохранительного слоя толщиной 15 - 20 мм из волокнистых материалов. Могут быть использованы плиты марки БВТМ-ПМ, материал марки МБОР или полотно из стекловолокна (холстопрошивное или иглопробивное). Могут быть использованы другие конструктивные решения, например, крепление покрытия планками.

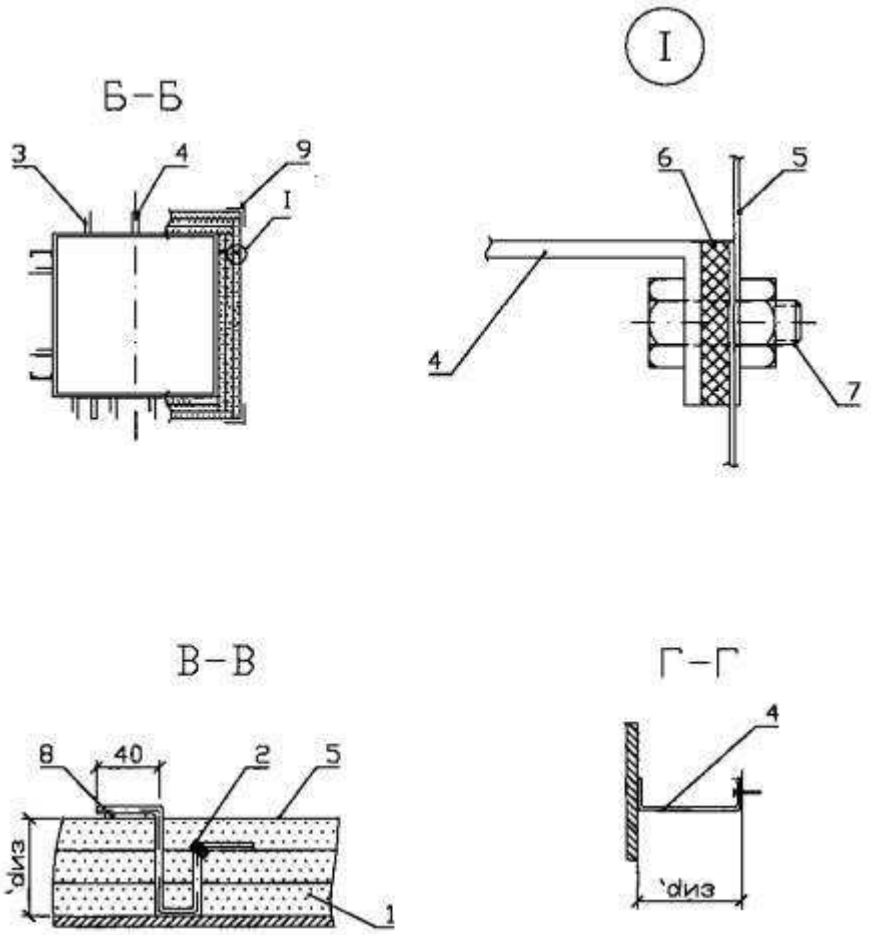


1. Маты марок МПБ, холсты марок БСТВ, плиты БВТМ-ПМ; 2. Проволочные струны по периметру с перевязкой по штырям; 3. Штырь; 4. Опорная скоба; 5. Покрытие; 6. Прокладка; 7. Болтовое крепление; 8. Бандаж с пряжкой; 9. Подкладка

Узел I и разрезы - - - см. на рис. 4.2.

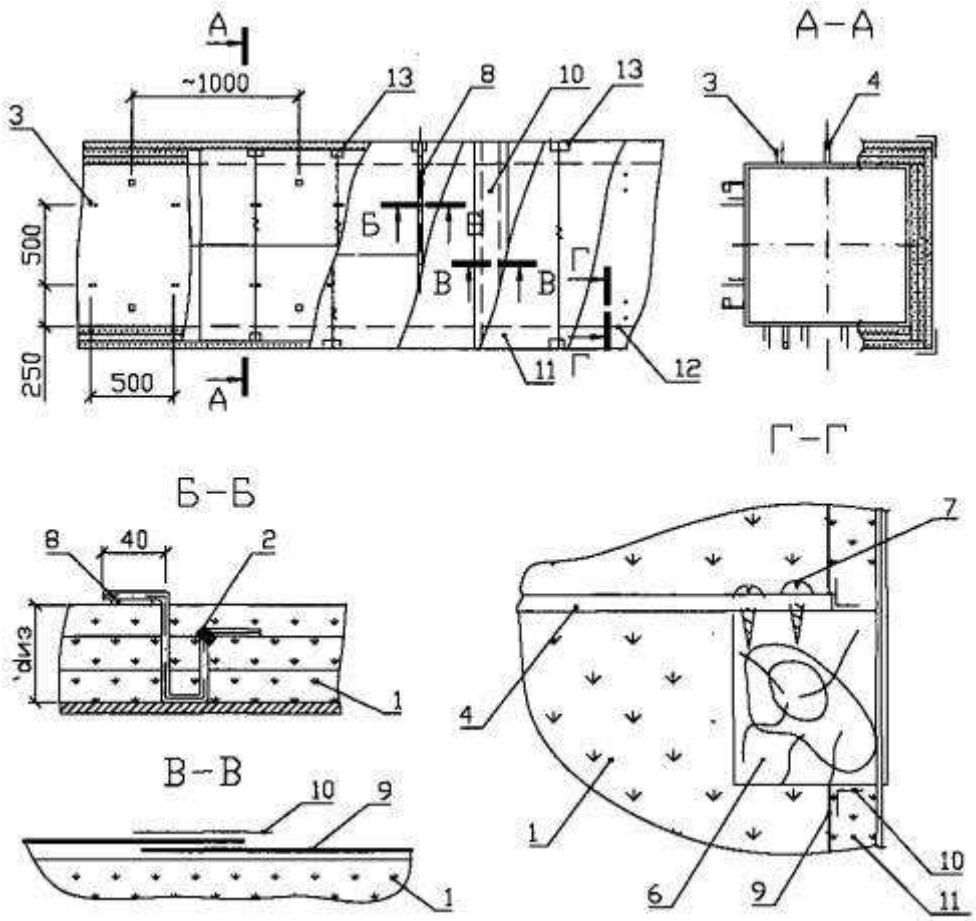
L - ширина изделия

Рис. 4.1. Изоляция горизонтальных газоходов прямоугольного сечения с положительными температурами изделиями производства ОАО «Тизол» в конструкции с металлическим покрытием



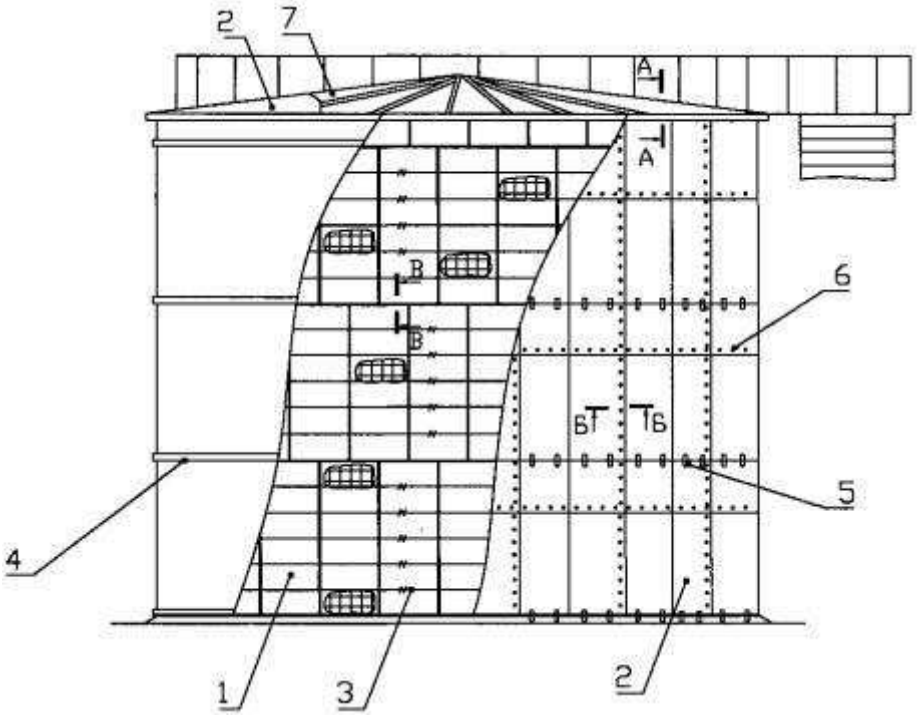
Позиции см. на рис. 4.1.

Рис. 4.2. Узел I и разрезы - - - к рис. 4.1.



1. Маты МПБ, плиты БВТМ-ПМ, холсты БСТВ; 2. Проволочные кольца; 3. Штырь; 4. Опорная скоба; 5. Покрытие; 6. Брусок; 7. Шуруп; 8. Бандаж с пряжкой; 9. Пароизоляционный слой; 10. Проклейка герметизирующей лентой; 11. Предохранительный слой; 12. Защитное покрытие; 13. Подкладка

Рис. 4.3. Изоляция воздуховодов приточной вентиляции прямоугольного сечения матами МПБ, плитами БВТМ-ПМ, холстами БСТВ



1. Навесная конструкция тепловой изоляции (рис. 5.3); 2. Покрытие; 3. Кольцо из проволоки диаметром 2 мм; 4. Приварной бандаж; 5. Кляммер; 6. Заклепка; 7. Маты марок МПБ

Рис. 5.1. Изоляция резервуаров для нефти и нефтепродуктов навесными матами с металлическим покрытием

4.5. Тепловая изоляция стальных вертикальных цилиндрических резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов.

4.5.1. Для тепловой изоляции резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов без наружного обогрева рекомендуется, в первую очередь, применять маты прошивные из базальтового холста марки МПБ-50 в обкладках из стеклоткани со всех сторон.

4.5.2. Если к поверхности резервуара приварены бандажи с шагом 3 метра, рекомендуется применять навесную конструкцию из матов МПБ-50 в обкладках со всех сторон из стеклоткани или стеклосетки. РИС. 5-1, РИС. 5-2.

На конструкции должны быть предусмотрены крюки для крепления к бандажам. Маты подвешиваются к бандажам и притягиваются к поверхности резервуара кольцами из проволоки диаметром 2 мм. Шаг установки колец следует принимать 500 мм по длине мата (по высоте резервуара).

Стыки матов рекомендуется сшивать проволокой диаметром 0,8 мм.

Крыша резервуара при этом должна изолироваться матами, которые укладываются между привариваемыми к крыше направляющими из стального уголка. Вместо уголка могут быть предусмотрены струны из проволоки диаметром 5 мм, при этом крепление матов к струнам осуществляется проволокой диаметром 2 мм, а покровного слоя - кляммерами.

В качестве покрытия тепловой изоляции предусматриваются листы из алюминия и алюминиевых сплавов или оцинкованной стали. Для покровного слоя цилиндрической части могут применяться профилированные листы, при этом горизонтальные температурные швы не предусматриваются.

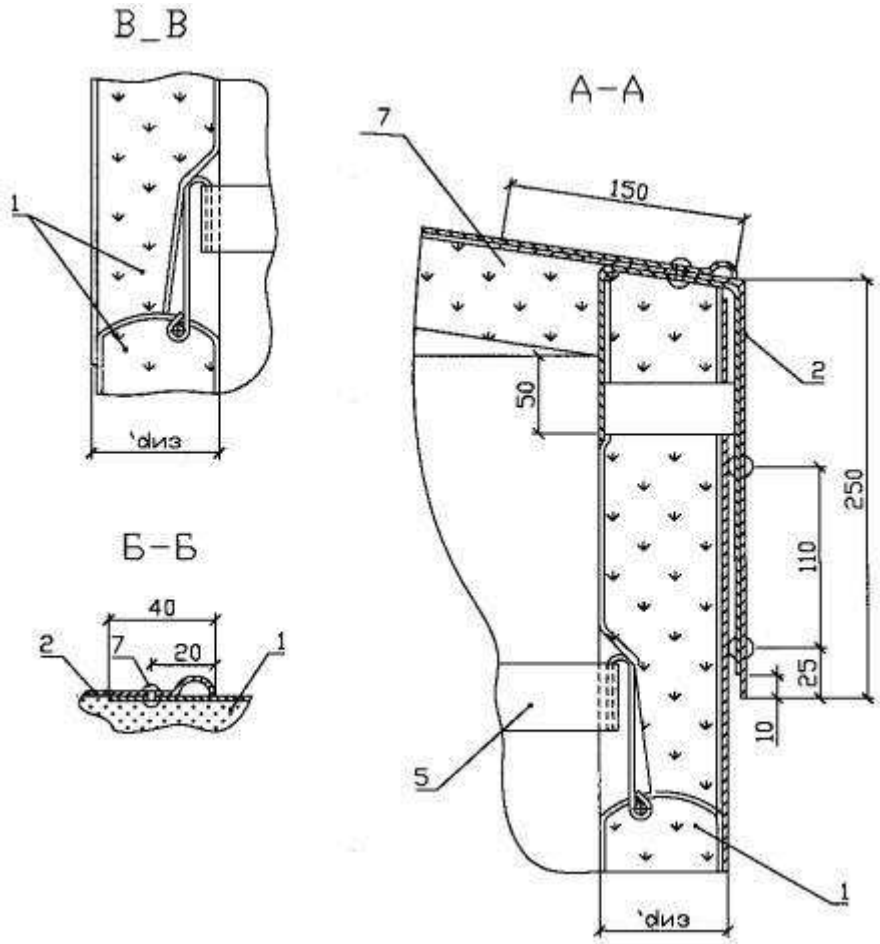
4.5.3. Для придания матам МПБ-50 прочности и крепления элемента для навески мата с одной стороны пришивается обкладка из металлической сварной сетки. Крепежное устройство, состоящее из металлического прутка диаметром 8 - 10 мм и двух металлических крючков из прутка 8 мм закрепляется поверх мата под сеткой РИС. 5-3.

При применении в данной конструкции матов безобкладочных марки МПБ-30, маты оборачиваются стеклотканью и прошиваются стеклонитью. Шаг прошивки - не более 100 мм. При прошивке маты должны быть уплотнены с коэффициентом уплотнения не менее, чем 1,5. Затем к мату проволокой диаметром 0,8 мм пришивается сварная металлическая сетка и крепится крепежное устройство. Шаг прошивки также 100 мм.

4.5.4. Если резервуар не имеет заранее приваренных бандажей и допускается приварка к стенке резервуара, в качестве тепловой изоляции резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов могут быть применены плиты мягкие марки БВТМ-ПМ в виде пакетов, маты марки МПБ в обкладках из стеклоткани или стеклосетки с одной или двух сторон.

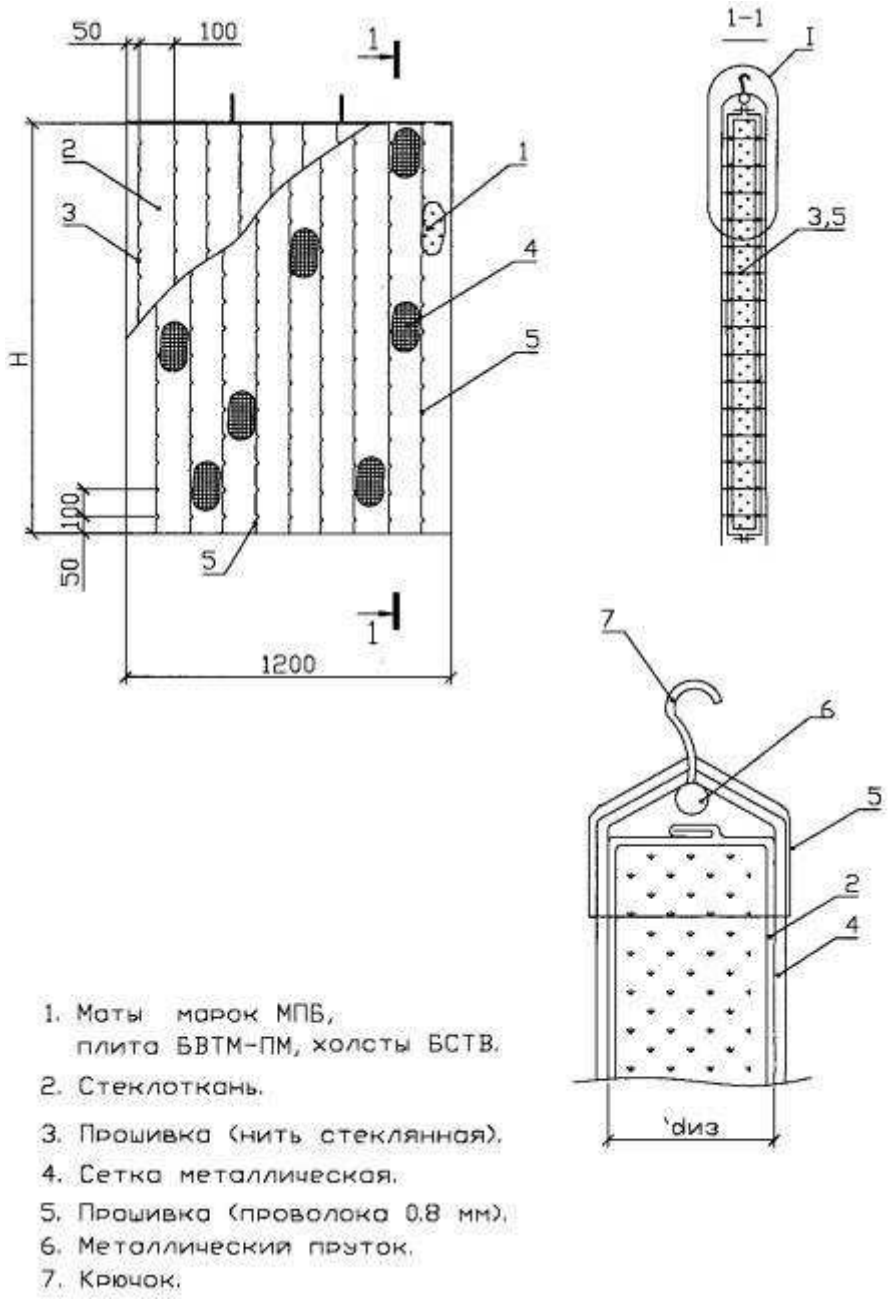
Применение в качестве теплоизоляционного слоя холстов из супертонкого базальтового волокна марки БСТВ не рекомендуется в связи с необходимостью уплотнения материала в 2-3 раза, что трудно добиться на плоской поверхности (или с большим радиусом кривизны).

Плиты крепятся к стенке резервуара штырями. Штыри следует располагать с учетом типоразмера применяемого материала.



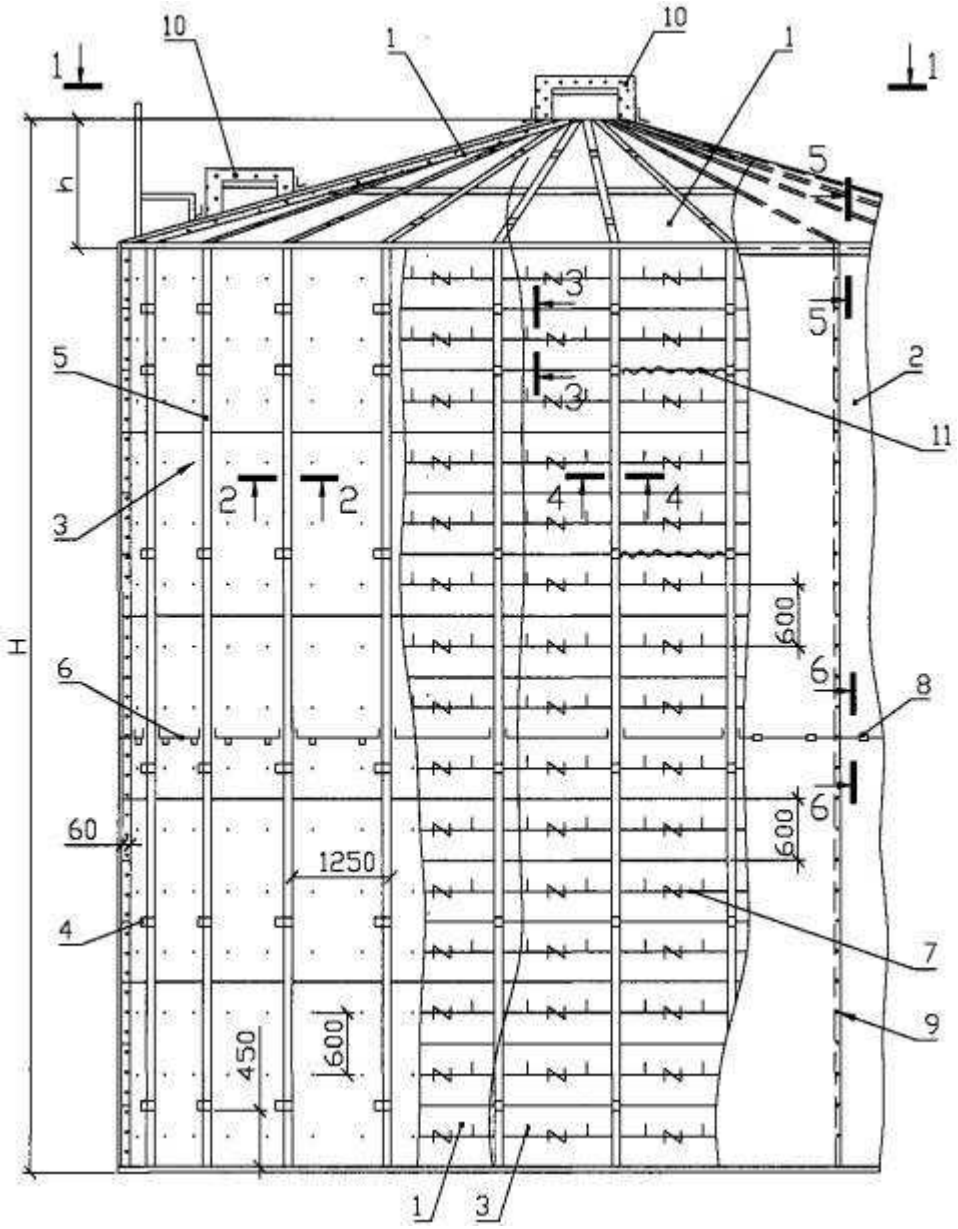
Позиции указаны на рис. 5.1

Рис. 5.2. Разрезы А-А - В-В к рис. 5.1



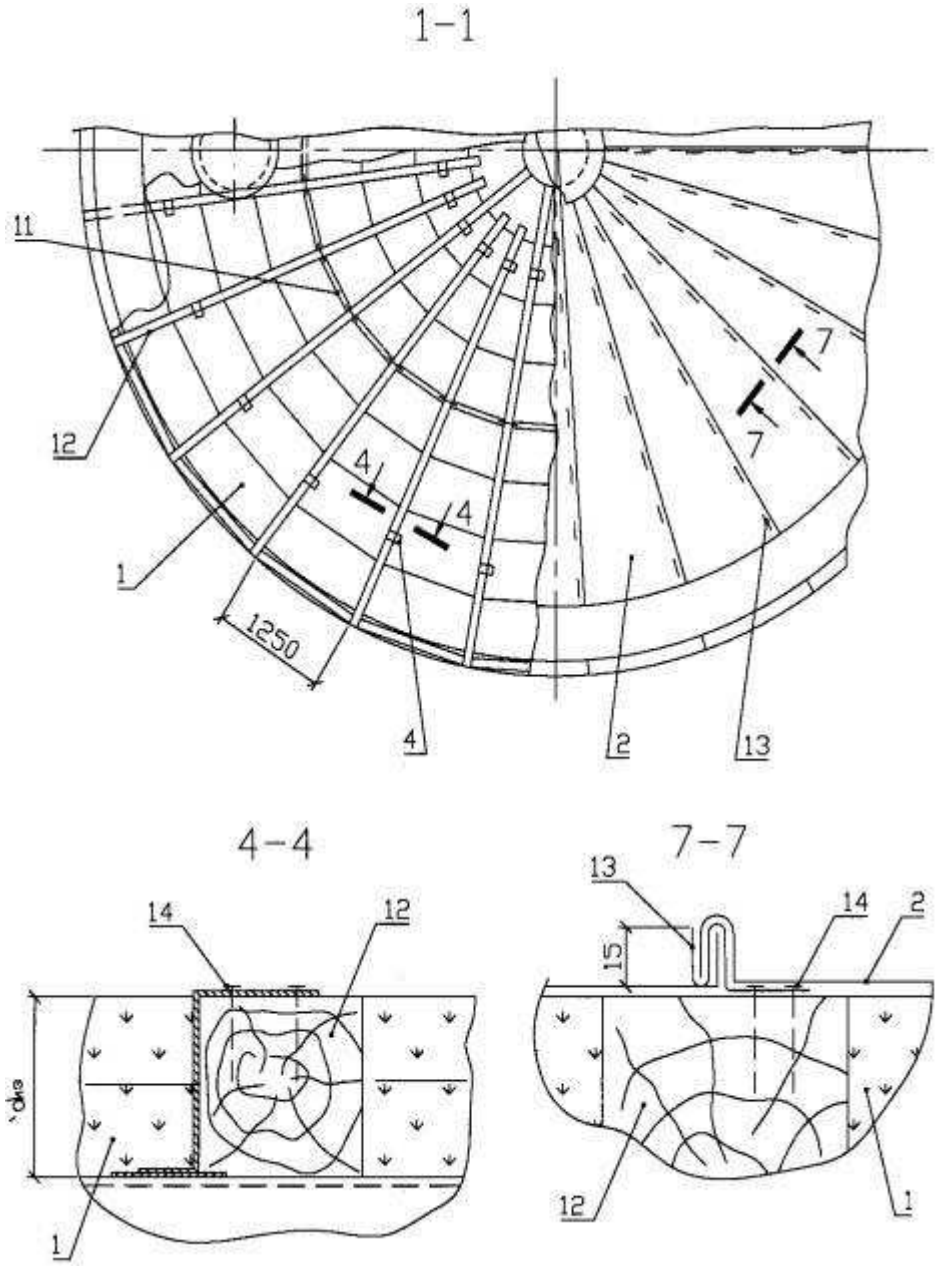
1. Маты марок МПБ, плита БВТМ-ПМ, холсты БСТВ.
2. Стеклоткань.
3. Прошивка (нить стеклянная).
4. Сетка металлическая.
5. Прошивка (проволока 0.8 мм).
6. Металлический пруток.
7. Крючок.

Рис. 5.3. Навесная конструкция тепловой изоляции к рис. 5.1



1. Пакеты из плит марки БВТМ-ПМ (маты марок МПБ); 2. Металлическое покрытие; 3. Штырь; 4. скоба; 5. Стойка; 6. Диафрагма; 7. Кольцо; 8. Кляммер; 9. Шуруп; 10. Конструкция изоляции люков; 11. Сшивка по наружному слою

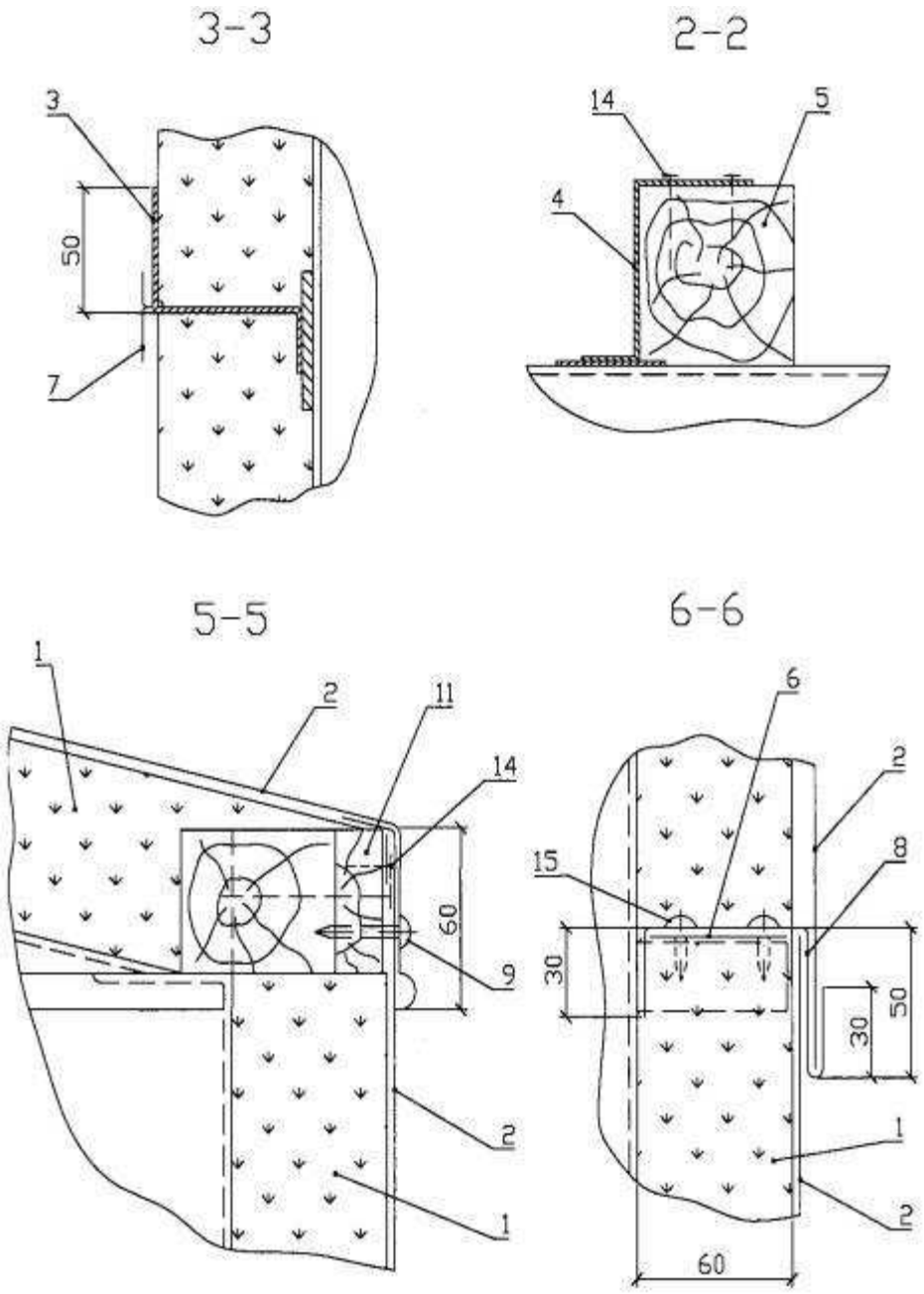
Рис. 5.4. Изоляция резервуара для хранения нефти и нефтепродуктов пакетами из плит БВТМ-ПМ.



12. Опорное кольцо из досок; 13. Направляющая; 14. Кляммеры 2; 15. Гвоздь

Остальные позиции на рис. 5.4.

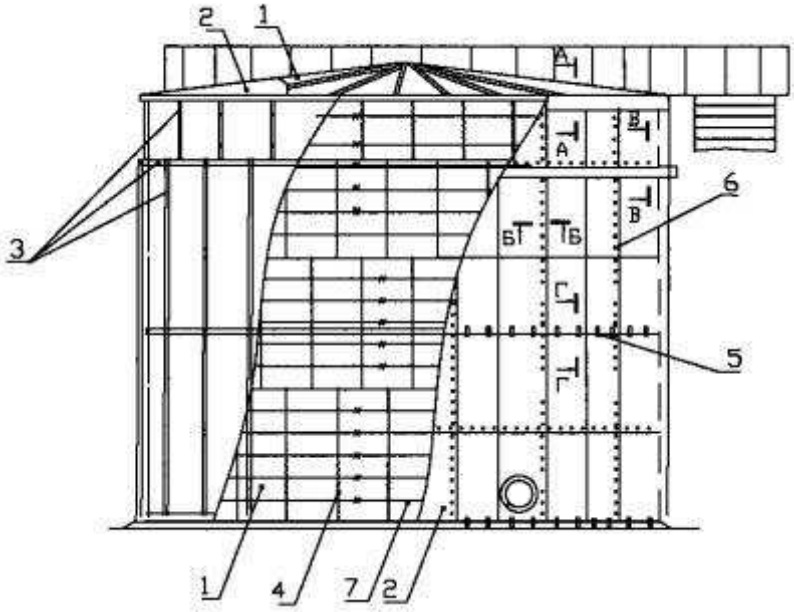
Рис. 5.5. Разрезы 1-1, 4-4, 7-7 к рис. 5.4.



16. Винт самонарезающий

Остальные позиции на рис. 5.4 и 5.5

Рис. 5.6. Разрезы 2-2, 3-3, 5-5 и 6-6 к рис. 5.4



1. Маты марок МПБ; 2. Покрытие; 3. Приварной каркас из металлоконструкции (кронштейны, уголки, планки со штырями); 4. Сшивка; 5. Кляммер; 6. Заклепка вытяжная; 7. Кольцо из проволоки диаметром 2 мм

Рис. 5.7. Изоляция резервуаров с наружным обогревом для нефти и нефтепродуктов матами МПБ в конструкции с металлическим покрытием

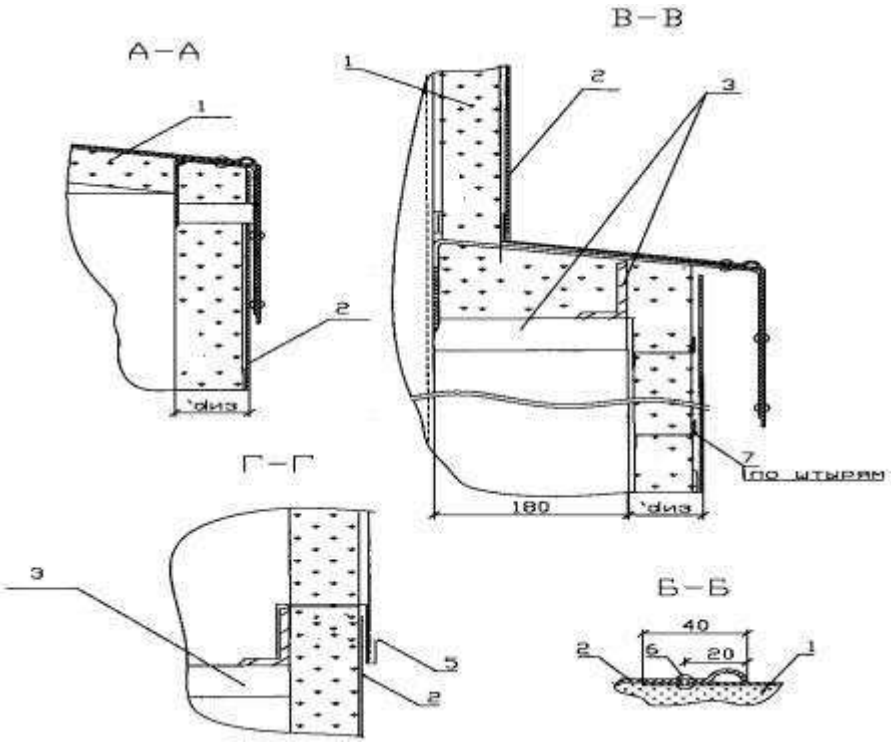


Рис. 5.8. Разрезы А-А - Г-Г к рис. 5.7

Может быть предусмотрено дополнительное крепление плит перевязкой по штырям проволокой (в виде колец или крест-накрест)

По высоте резервуара для предотвращения сползания теплоизоляционного слоя должны быть предусмотрены опорные полки. В месте установки опорных полок предусматриваются и температурные швы в покрытии.

Крыша резервуара изолируется теми же теплоизоляционными материалами, что и цилиндрическая часть. Теплоизоляционный материал на крыше укладывается между элементами каркаса и крепится струнами.

4.5.5. В качестве покровного слоя применяются листы из алюминия и алюминиевых сплавов толщиной 1 мм или листы из оцинкованной стали, толщиной 0,8 - 1,0 мм, в том числе профилированные.

Для крепления металлического покрытия могут быть предусмотрены опорные конструкции из вертикально расположенных стальных уголков или планок. Элементы покрытия при этом крепятся винтами. Элементы покрытия могут быть соединены в картины.

Для крепления покрытия тепловой изоляции может быть предусмотрен также каркас из деревянных брусков. Покровный слой при этом крепится шурупами к каркасу из деревянных брусков по вертикали и винтами по горизонтали РИС. 5-4, РИС. 5-5, РИС. 5-6.

Шаг установки опорных конструкций определяется размерами элементов покровного слоя.

4.5.6. При наличии приваренных к резервуару бандажей с шагом 3 м цилиндрическая часть резервуара может быть изолирована полносборными панельными конструкциями с теплоизоляционным слоем из матов из базальтового холста марки МПБ в обкладках из стеклоткани или стеклосетки. Крепление матов к покрытию осуществляется шплинтами и струнами (стяжками) из проволоки диаметром 1,2 - 2,0 мм.

4.5.7. Если резервуар имеет систему наружного обогрева цилиндрической части, следует создать воздушный зазор шириной не менее 180 мм по высоте резервуара. Для создания воздушного зазора к поверхности резервуара приваривают каркас из стальных уголков и планок. Крепление теплоизоляционного слоя осуществляется штырями, приваренными к вертикально расположенным элементам каркаса РИС. 5-7, РИС. 5-8.

В качестве теплоизоляционного слоя рекомендуется применять маты марки МПБ-50 в обкладках со всех сторон. Могут быть применены маты с односторонней обкладкой.

Могут быть применены также полносборные конструкции на основе матов из базальтового холста в обкладках.

4.6. Тепловая изоляция резервуаров для хранения холодной питьевой воды в системах водоснабжения.

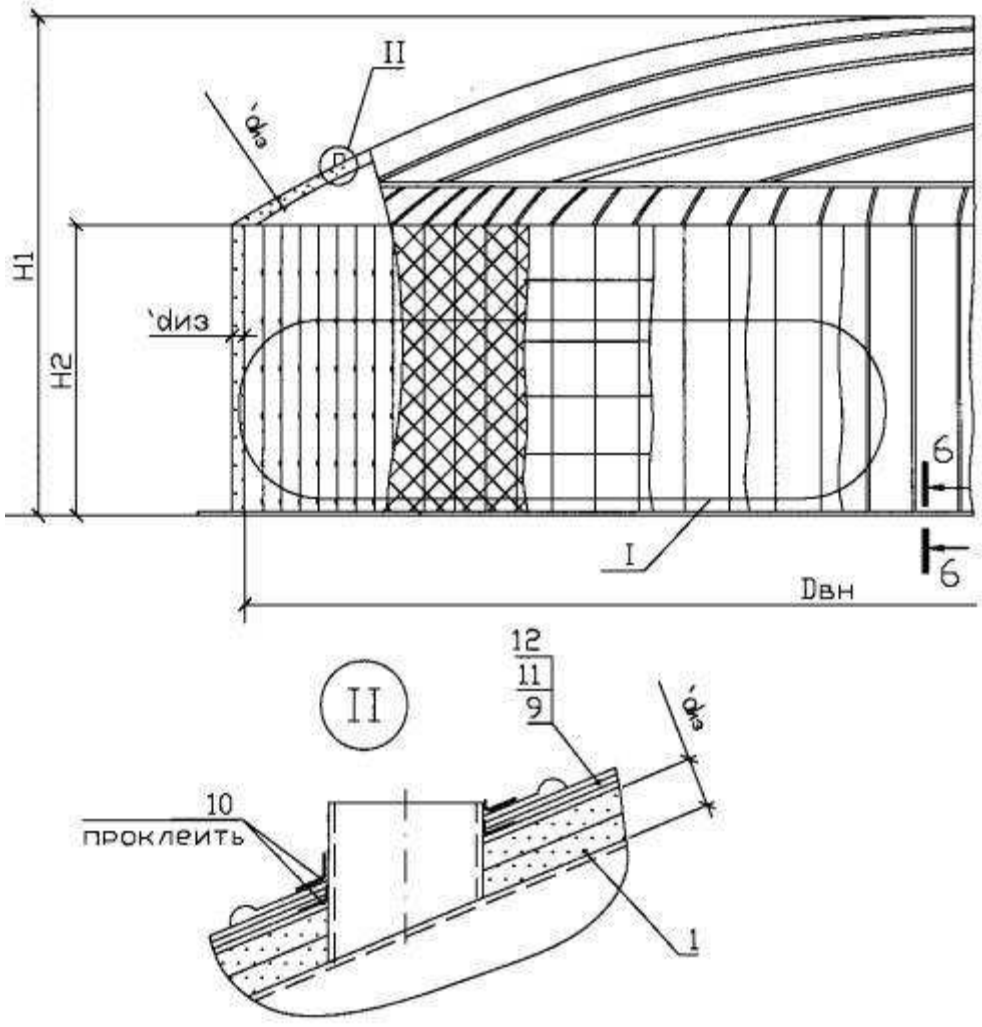
Для тепловой изоляции резервуаров для хранения холодной воды в системах водоснабжения рекомендуется, в первую очередь, применять маты прошивные из базальтового холста марки МПБ-50 в обкладках из стеклоткани с двух сторон. Конструкция тепловой изоляции аналогична приведенной в п. 4.5.4. - 4.5.5. с каркасом из деревянных брусков и отличается наличием пароизоляционного слоя. РИС. 6-1, РИС. 6-2, РИС. 6-3, РИС. 6-4, РИС. 6-5, РИС. 6-6.

Теплоизоляционные изделия на основе супертонкого базальтового волокна производства ОАО «ТИЗОЛ» (или пакеты из них) устанавливаются в один или два слоя, в зависимости от расчетной толщины изоляции, между стойками деревянного каркаса, крепятся штырями с перевязкой оцинкованной проволокой по штырям. РИС. 6-1, РИС. 6-2, РИС. 6-3, РИС. 6-4, РИС. 6-5, РИС. 6-6.

Поверх плит устанавливается пароизоляционный слой с герметизацией швов и мест возможных проколов. Для предотвращения повреждения пароизоляционного слоя устанавливается предохранительный слой из плит мягких марки БВТМ-ПМ или материала МБОР, могут применяться стекловолокнистые материалы, например, полотно иглопробивное или холстопрошивное.

Металлическое покрытие крепится шурупами к деревянным конструкциям. Швы покрытия герметизируются накладками из металлического профиля и герметиком. Приварные крепежные элементы должны быть окрашены лаком БТ-577 или другим антикоррозионным составом. Элементы деревянного каркаса должны быть обработаны антипиреном и антисептическим составом.

По поверхности изоляции крыши под покровный слой также следует устанавливать пароизоляционный слой.

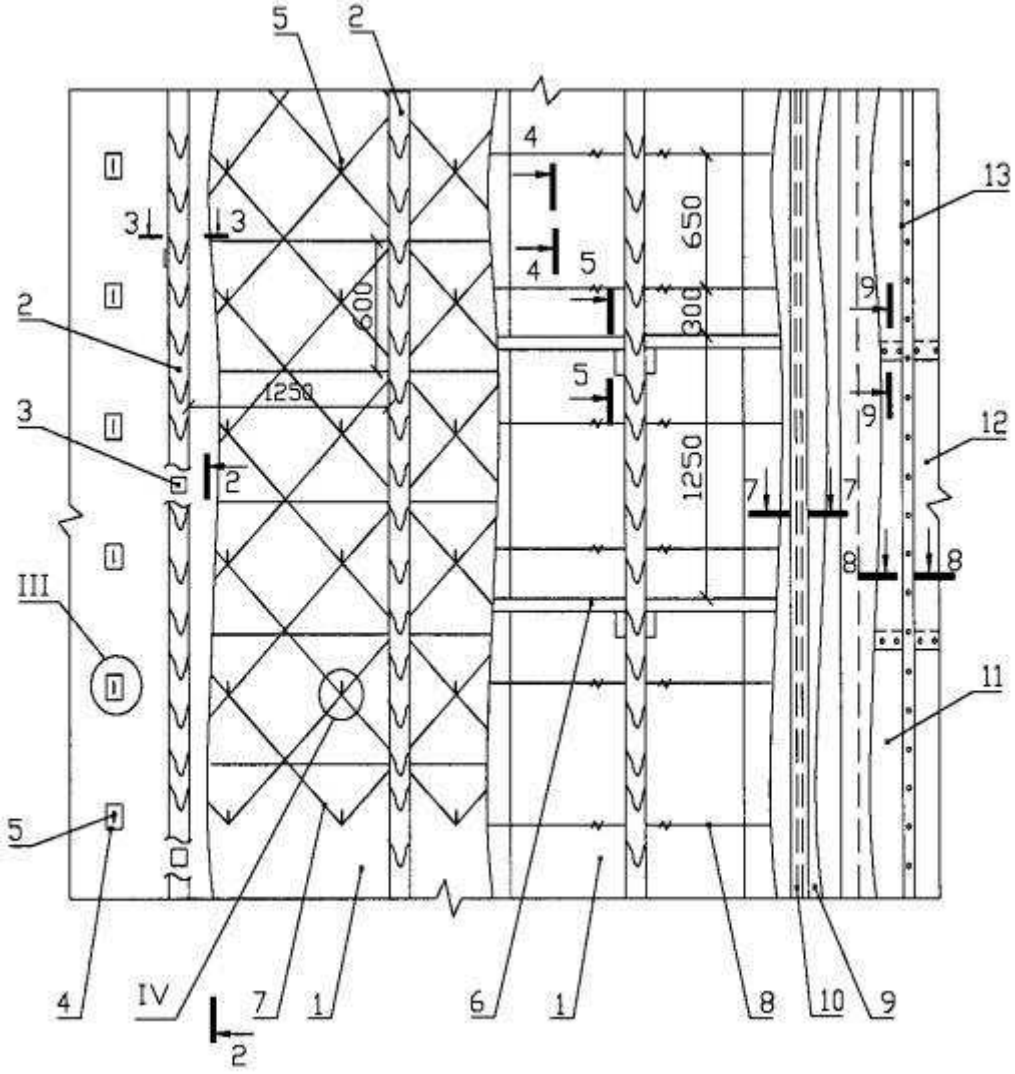


1. Пакеты из плиты БВТМ-ПМ

Поз. 9-12 указаны на рис. 6.2.

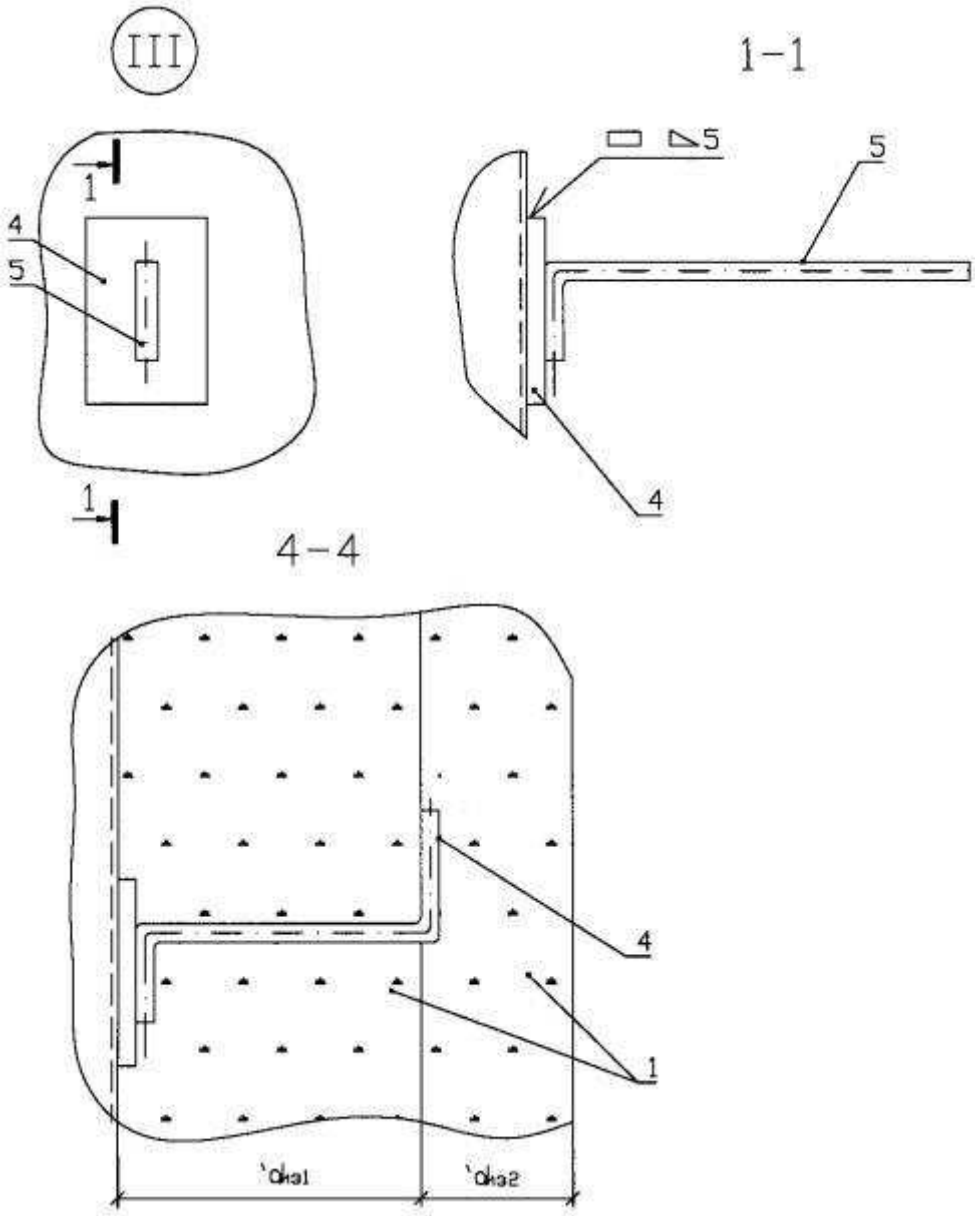
H1 - высота резервуара, H2 - высота цилиндрической стенки, Dвн. - внутренний диаметр резервуара

Рис. 6.1. Изоляция резервуара для хранения холодной воды пакетами из плит БВТМ-ПМ, матами МПБ, холстами БСТВ с металлическим покровным слоем



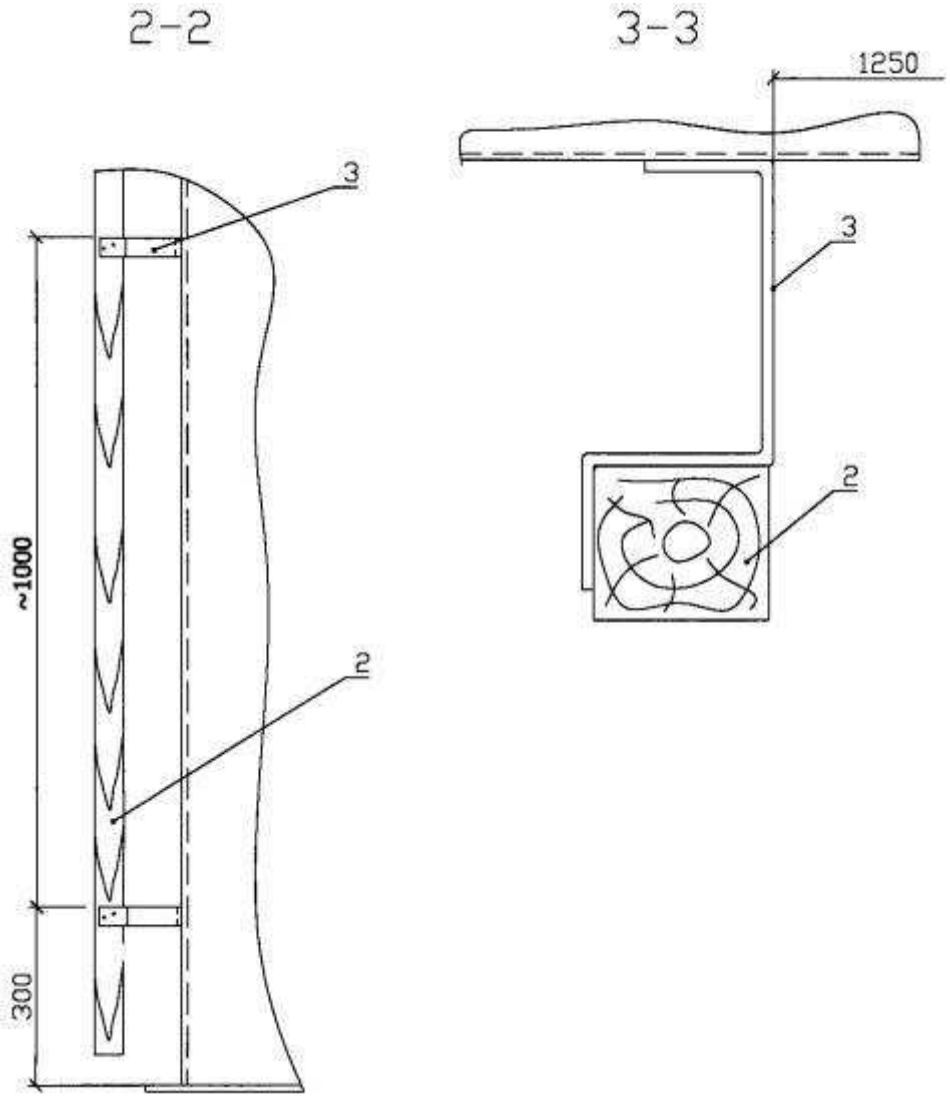
1. Пакеты из плит БВТМ-ПМ (маты МПБ); 2. Стойка (брусок); 3. Скоба; 4. Накладка; 5. Штырь; 6. Полка (доска); 7. Струна; 8. Кольцо; 9. Пароизоляционный слой; 10. Герметизирующая лента; 11. Предохранительный слой; 12. Покрытие; 13. Герметизирующий профиль

Рис. 6.2. Узел I к рис. 6.1. Конструкция тепловой изоляции цилиндрической стенки резервуара



1. Пакеты из плиты мягкой БВТМ-ПМ (маты марок МПБ); 4. Накладка, приваренная к стенке резервуара; 5. Штырь для крепления первого слоя изоляции

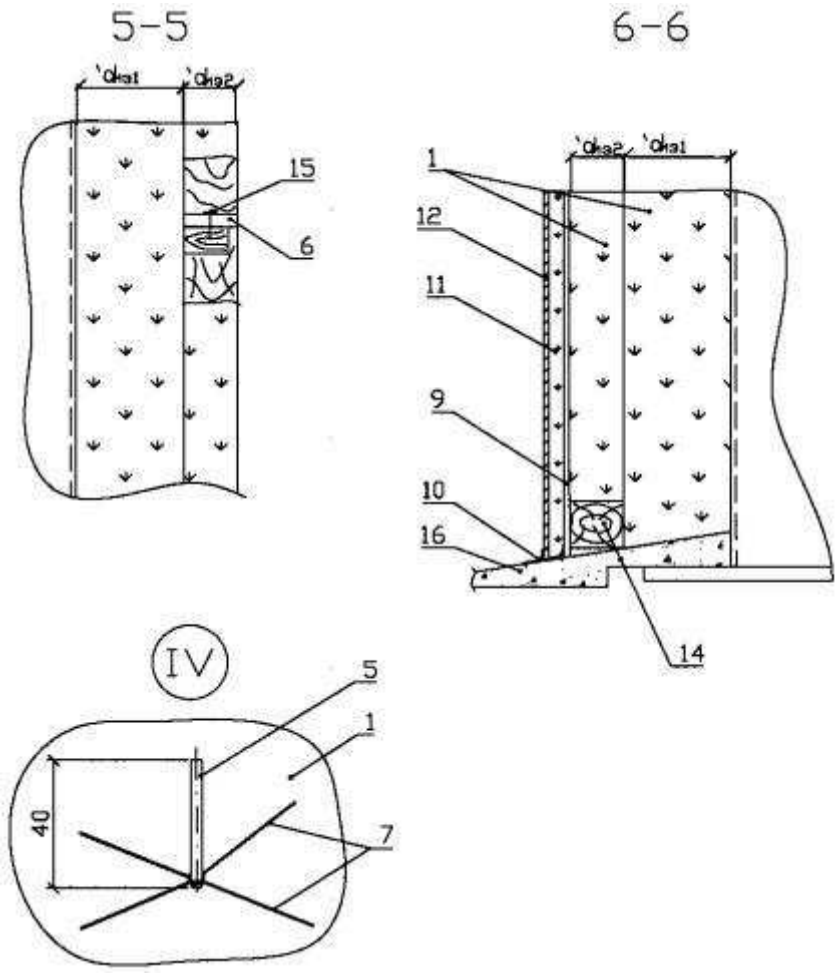
Рис. 6.3. Узел III и разрез 4-4 к рис. 6.2.



2. Стойка из бруса 50×60 мм; 3. Скоба из ленты стальной 3×30 мм

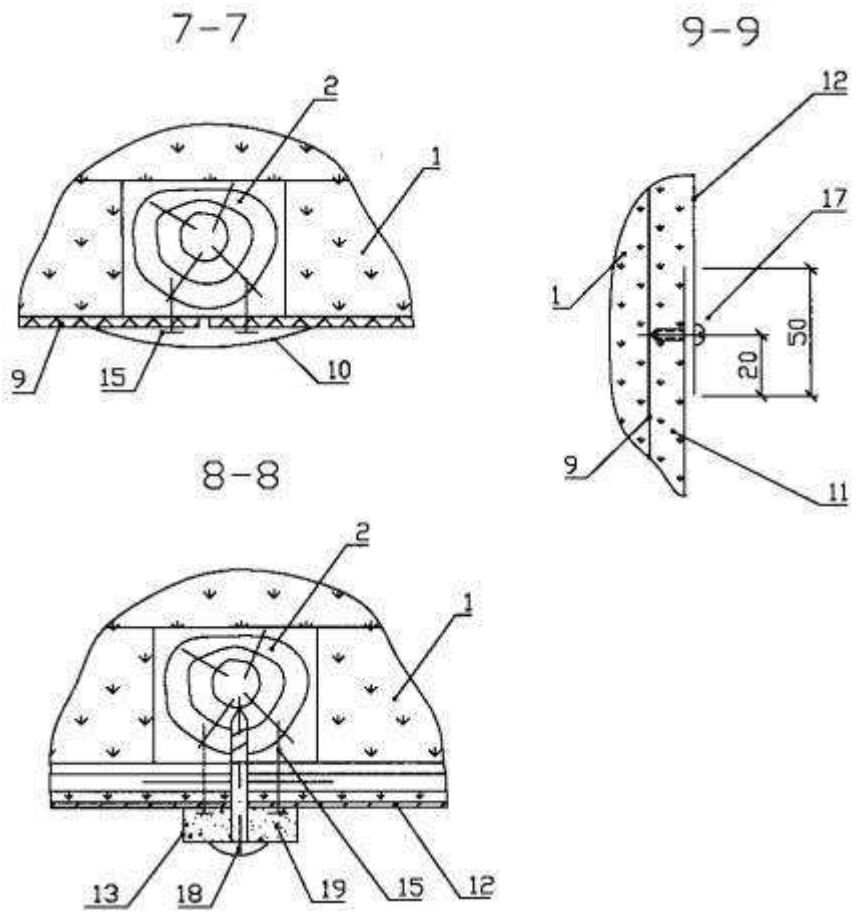
Размеры на рисунке указаны для толщины изоляции 150 мм,

Рис. 6.4. Разрезы 2-2 и 3-3 к рис. 6.2.



1. Пакеты из плит мягких марки БВТМ-ПМ (маты морок МПБ); 5. Штырь; 6. Полка (из доски толщиной 20 мм); 7. Струна из проволоки 2 мм; 9. Пароизоляционный слой; 10. Герметизирующая лента; 11. Предохранительный слой; 12. Защитное покрытие; 14. Брусок; 15. Гвоздь; 16. Отмостка

Рис. 6.5. Узел IV и разрезы 5-5 и 6-6 к рис. 6.2.



17. Винт самонарезающий; 18. Шуруп; 19. Герметик

Остальные позиции на рис. 6.2-6.5.

Рис. 6.6. Разрезы 7-7 и 9-9 к рис. 6.2.

5. РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО СЛОЯ КОНСТРУКЦИЙ НА ОСНОВЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СУПЕРТОНКОГО БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА ПРОИЗВОДСТВА ОАО «ТИЗОЛ»

Методика расчета толщины теплоизоляционного слоя на основе теплоизоляционных изделий на основе супертонкого базальтового волокна производства ОАО «ТИЗОЛ» в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов определяется в зависимости от назначения теплоизоляционной конструкции.

5.1. Тепловая изоляция с целью обеспечения заданной плотности теплового потока с поверхности изолированного объекта.

5.1.1. Допустимое значение плотности теплового потока с поверхности изолированного объекта определяется требованиями технологического процесса, общим тепловым балансом предприятия или нормативными значениями плотности теплового потока в соответствии со СНиП 41-03-2003 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

Для объектов, расположенных в Свердловской области и Екатеринбурге, нормативное значение плотности теплового потока может приниматься по ТСН 23-337-2002 Свердловской области.

Для объектов, расположенных на территории Ямало-Ненецкого автономного округа, нормативное значение плотности теплового потока может приниматься по ТСН 41-309-2004 Ямало-Ненецкого автономного округа.

5.1.2. Для плоских поверхностей и поверхностей с большим радиусом кривизны (R ≥ 1,0 м) толщина теплоизоляционного слоя определяется по допустимой плотности теплового потока с единицы поверхности изолированного объекта.

Расчет выполняется по формуле:

$$\delta_{из} = \lambda_{из} \cdot \frac{t_m - t_0}{q} - \frac{1}{\alpha_н}, \qquad (1)$$

где: λиз - коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя, Вт/(м·°С);

*t*m - температура теплоносителя, °С;

*t*0 - среднегодовая температура окружающего воздуха - для оборудования, расположенного на открытом воздухе, или расчетная температура в помещении, °С;

q - плотность теплового потока с единицы поверхности, Вт/м2;

αн - коэффициент теплоотдачи с поверхности теплоизоляционной конструкции, Вт/(м2·°С).

5.1.3. Для трубопроводов и аппаратов наружным диаметром более 1420 мм толщина теплоизоляционного слоя по нормированной плотности теплового потока, приведенного в СНиП 41-03-2003, определяется по формуле (1) и нормам плотности теплового потока для плоской поверхности.

При расчетах по нормам плотности теплового потока, приведенных в ТСН 23-337-2002, для цилиндрических поверхностей диаметром более 1020 мм толщина теплоизоляционного слоя также рассчитывается по формуле (1).

При заданной линейной плотности теплового потока, отличной от нормированной, для цилиндрических аппаратов наружным диаметром 1620 - 1820 мм толщина тепловой изоляции определяется по формуле (2).

5.1.4. При расчетах толщины тепловой изоляции по нормированной плотности теплового потока, приведенной в СНиП 41-03-2003, для трубопроводов и оборудования наружным диаметром до 1420 мм вкл. толщина тепловой изоляции определяется по формуле (2).

$$\ln \frac{d_{из}}{d_н} = 2 \cdot \pi \cdot \lambda_{из} \cdot \left(\frac{t_m - t_0}{q_l} - \frac{1}{\pi \cdot d_{из} \cdot \alpha_н} \right), \qquad (2)$$

где: *d*из - наружный диаметр изоляционной конструкции, м;

*d*н - наружный диаметр изолируемого объекта, м;

*t*m - температура теплоносителя, °С;

*t*0 - среднегодовая температура окружающего воздуха - для объектов, расположенных на открытом воздухе, или расчетная температура в помещении, °С,

ql - расчетная линейная плотность теплового потока, Вт/м,

*α*н - коэффициент теплоотдачи от поверхности изоляции к окружающему воздуху, Вт/(м2·°С).

При расчетах толщины тепловой изоляции по нормированной плотности теплового потока, приведенной в ТСН 23-337-2002, для трубопроводов и оборудования наружным диаметром до 1020 мм вкл. толщина тепловой изоляции также определяется по формуле (2).

После определения комплекса ln dиз/dн толщину изоляции вычисляют по формуле:

$$\delta_{из} = \frac{d_н}{2} \cdot \left(\frac{d_{из}}{d_н} - 1 \right), \qquad (3)$$

где *δ*из - толщина изоляции, м.

5.1.5. Коэффициент теплопроводности теплоизоляционных материалов в конструкции принимается при средней температуре теплоизоляционного слоя с учетом коэффициента уплотнения, шовности, влияния крепежных деталей и условий эксплуатации на основании показателей, приведенных в технических условиях на эти материалы с учетом результатов исследований, проведенных ИЦ «Стройтеплоизоляция-тест».

5.1.6. Коэффициент теплоотдачи от изолируемой поверхности к окружающему воздуху следует принимать по приложению 1.

5.1.7. В таблицах 5.1.1. - 5.1.16. приведены рекомендуемые значения толщины теплоизоляционного слоя из матов прошивных теплоизоляционных из базальтового холста марок МПБ-30 и МПБ-50, плит мягких марки БВТМ-ПМ, холстов из базальтовых супертонких волокон марок БСТВ-ст и БСТВ-сп, и материала базальтового огнезащитного рулонного МБОР, отвечающие нормам плотности теплового потока по СНиП 41-03-2003. Толщина теплоизоляционного слоя рассчитана для трубопроводов и оборудования промышленных объектов, расположенных на открытом воздухе и в помещении, для Европейского региона России при числе часов работы более 5000 и 5000 и менее.

5.1.8. В таблицах 5.1.17. - 5.1.4. приведены рекомендуемые значения толщины теплоизоляционного слоя из матов прошивных теплоизоляционных из базальтового холста марок МПБ-30 и МПБ-50, плит мягких марки БВТМ-ПМ, холстов из базальтовых супертонких волокон марок БСТВ-ст и БСТВ-сп и материала базальтового огнезащитного рулонного МБОР, отвечающие нормам плотности теплового потока по ТСН 23-337-2002 Свердловской области, в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов и оборудования, расположенных на открытом воздухе на промышленных объектах г. Екатеринбурга и Свердловской области.

5.1.9. В таблицах 5.1.24. - 5.1.32. приведены рекомендуемые значения толщины теплоизоляционного слоя из матов прошивных теплоизоляционных из базальтового холста марок МПБ-30 и МПБ-50, плит мягких марки БВТМ-ПМ, холстов из базальтовых супертонких волокон марок БСТВ-ст и БСТВ-сп и материала базальтового огнезащитного рулонного МБОР, отвечающие нормам плотности теплового потока по ТСН 23-337-2002 Свердловской области, в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов и оборудования, расположенных в помещениях промышленных объектов на территории г. Екатеринбурга и Свердловской области.

5.1.10. Коэффициент теплопроводности теплоизоляционных материалов принят при средней температуре теплоизоляционного слоя в соответствии с указаниями п. 5.1.5.

Таблица 5.1.1. Толщина теплоизоляционного слоя из плит марки **БВТМ-ПМ**, отвечающая нормам плотности теплового потока для Европейского региона России по **СНиП 41-03-2003**, в конструкции изоляции оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе. **Число часов работы 5000 и более.**

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С												
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм												
57	20	30	40	60	60	70	100	100	110	120	130	150	150
76	25	30	50	60	70	80	100	110	120	130	150	160	160
89	25	35	50	60	70	86	100	110	130	140	150	170	170
108	25	40	60	70	80	90	110	120	130	150	160	180	180
133	25	40	60	70	90	100	110	130	140	150	160	180	190
159	30	40	60	80	90	100	110	130	140	150	160	180	190
219	30	50	70	80	100	110	120	130	150	170	180	200	210
273	30	50	70	90	100	120	130	140	160	170	190	210	220
325	30	50	70	90	100	120	130	150	170	180	200	220	230
377	30	50	70	90	100	120	140	150	170	190	210	220	240
426	30	50	70	90	110	120	140	160	180	190	210	230	250
473	30	50	70	90	110	120	140	160	180	200	220	240	250
530	30	50	70	90	110	130	150	170	190	200	220	240	260
630	30	50	80	90	110	130	150	170	190	210	230	250	270
720	30	50	80	90	120	140	160	180	200	220	240	260	280
820	30	50	80	90	120	140	160	180	200	220	240	270	290
920	35	50	80	100	120	140	160	190	210	230	250	270	290
1020	35	50	80	100	120	140	170	190	210	230	250	280	300

1420	35	60	80	110	130	150	170	200	220	250	270	290	300
Более 1420*	35	60	90	120	150	170	200	230	260	260	280	290	300

*- в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.1.2. Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки **МПБ-30** или холстов марки **БСТВ-ст, БСТВ-сп**, отвечающая нормам плотности теплового потока для Европейского региона России по **СНиП 41-03-2003**, в конструкции изоляции оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе. **Число часов работы 5000 и более.**

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С												
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм												
18	30	30	30	40	40	50	60	70	80	100	100	100	100
25	30	30	30	40	40	50	60	70	80	90	100	110	120
32	30	30	40	40	50	50	60	70	90	100	110	120	140
38	30	30	40	40	50	60	70	80	90	100	110	130	140
45	30	30	40	50	50	60	70	80	100	110	120	140	140
57	30	30	40	50	60	60	80	90	100	120	130	150	150
76	30	30	50	60	60	70	90	100	120	130	140	160	160
89	30	30	50	60	70	80	90	110	120	140	150	170	170
108	30	30	50	60	70	80	100	110	130	140	160	180	180
133	30	30	60	70	80	90	100	110	130	150	160	180	200
159	30	30	60	70	80	90	100	110	130	150	160	180	200
219	30	50	70	80	90	100	110	130	140	160	180	190	210
273	30	50	70	80	100	110	120	130	150	170	190	200	220
325	30	50	70	80	100	110	120	140	160	180	200	210	230
377	30	50	70	80	100	110	130	150	160	180	200	220	240
426	30	50	70	80	100	110	130	150	170	190	210	230	250
473	30	50	70	90	100	110	130	150	170	190	210	230	250
530	30	50	70	90	100	120	140	160	180	200	220	240	260
630	30	50	70	90	110	120	140	160	190	210	230	250	270
720	30	50	70	90	110	120	150	170	190	210	230	260	280
820	30	50	80	90	110	130	150	170	200	220	240	260	290
920	40	50	80	100	110	130	150	180	200	220	250	270	290
1020	40	50	80	100	120	130	160	180	200	230	250	270	300
1420	40	60	80	100	120	140	160	190	210	240	260	290	300
Более 1420*	40	60	90	120	140	160	190	220	250	260	270	290	300

*- в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.1.3. Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки **МПБ-50**, отвечающая нормам плотности теплового потока для Европейского региона России по **СНиП 41-03-**

2003, в конструкции изоляции оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе. **Число часов работы 5000 и более**.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С												
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм												
18	30	30	30	40	40	40	50	60	60	70	80	80	90
25	30	30	30	40	40	40	50	60	60	70	80	80	90
32	30	30	40	40	40	50	50	60	70	70	80	90	90
38	30	30	40	40	50	50	60	60	70	80	80	90	100
45	30	30	40	40	50	50	60	70	80	80	90	100	110
57	30	30	40	50	50	60	70	70	80	90	100	110	110
76	30	30	50	50	60	60	80	80	90	100	109	120	130
89	30	40	50	60	60	70	80	90	100	110	120	130	140
108	30	40	50	60	70	70	80	100	100	120	120	130	140
133	30	40	60	70	70	80	90	100	110	120	130	140	150
159	30	40	60	70	80	90	90	100	110	120	130	140	150
219	30	50	60	80	90	90	100	110	120	130	140	150	160
273	30	50	70	80	90	100	100	120	130	140	150	160	180
325	30	50	70	80	90	100	110	120	140	150	160	170	190
377	30	50	70	80	90	100	110	130	140	160	170	180	190
426	30	50	70	80	90	100	120	130	150	160	170	190	200
473	30	50	70	80	90	110	120	130	150	160	180	190	210
530	30	50	70	80	100	110	120	140	150	170	180	200	210
630	30	50	70	90	100	110	130	150	160	180	190	210	220
720	30	50	70	90	100	120	130	150	170	180	200	210	230
820	30	50	70	90	110	120	140	150	170	190	200	20	240
920	30	50	80	90	110	120	140	160	170	190	210	230	240
1020	40	50	80	90	110	120	140	160	180	200	210	230	250
1420	40	60	80	100	120	130	150	170	190	210	230	240	250
Более 1420*	40	60	90	110	130	150	180	200	230	230	240	250	260

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности

Таблица 5.1.4. Толщина теплоизоляционного слоя из материала МБОР, отвечающая нормам плотности теплового потока для Европейского региона России по **СНиП 41-03-2003**, в конструкции изоляции оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе. **Число часов работы 5000 и более**.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С												
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм												
18	15	25	35	40	50	50	60	60	70	80	90	90	100
25	20	25	35	40	50	50	60	60	70	80	90	90	100

32	20	25	40	40	50	50	60	70	80	90	90	100	110
38	20	30	40	50	50	55	60	70	80	90	100	110	120
45	25	35	40	50	60	60	70	80	90	100	100	110	120
57	25	35	40	50	60	60	70	80	90	100	110	120	130
76	25	35	50	60	70	70	80	90	100	120	120	140	150
89	25	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
108	25	40	60	70	70	80	90	110	120	130	140	150	160
133	30	50	60	70	80	90	100	110	120	130	150	160	170
159	30	50	70	70	90	90	100	110	120	130	150	160	170
219	30	50	70	80	90	100	110	120	130	150	160	170	180
273	35	50	70	90	100	110	110	130	140	160	170	180	200
325	35	50	70	90	100	110	120	130	150	160	180	190	210
377	35	50	70	90	100	110	120	140	150	170	180	200	210
426	35	50	70	90	100	110	130	140	160	170	190	200	220
473	35	50	70	90	100	110	130	150	160	180	200	210	230
530	35	50	80	90	100	120	130	150	170	180	200	220	230
630	35	60	80	90	110	120	140	160	170	190	210	230	240
720	35	60	80	100	110	120	140	160	180	200	210	230	250
820	35	60	80	100	110	130	150	170	180	200	220	240	260
920	35	60	80	100	120	130	150	170	190	210	230	240	260
1020	35	60	80	100	120	130	150	170	190	210	230	220	270
1420	40	60	90	110	120	140	160	180	200	220	240	260	270
Более 1420*	40	60	100	120	140	160	190	210	240	240	260	270	280

*- в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.1.5. Толщина теплоизоляционного слоя из плит марки **БВТМ-ПМ**, отвечающая нормам плотности теплового потока для Европейского региона России по **СНиП 41-03-2003**, в конструкции изоляции оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе. **Число часов работы менее 5000**.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С												
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм												
57	20	25	40	40	60	60	70	80	90	100	110	120	130
76	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
89	20	30	40	50	60	70	80	90	110	120	130	140	150
108	20	30	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
133	20	35	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
159	25	35	50	60	70	80	90	100	110	130	140	150	160
219	25	40	50	70	80	90	100	110	120	140	150	160	170
273	25	40	60	70	90	90	100	120	130	150	160	170	180
325	25	40	60	70	90	90	110	120	140	150	170	180	190

377	25	40	60	70	90	100	110	130	140	160	170	190	200
426	25	40	60	70	90	100	120	130	150	160	180	190	200
473	25	40	60	70	90	100	120	130	150	160	180	190	210
530	25	40	60	80	90	100	120	140	150	170	180	200	210
630	25	40	60	80	90	110	120	140	160	170	190	210	220
720	25	40	60	80	100	110	130	150	160	180	200	210	230
820	25	40	60	80	100	110	130	150	170	180	200	220	230
920	25	40	60	80	100	120	130	150	170	190	200	220	240
1020	25	40	70	80	100	120	140	150	170	190	210	230	240
1420	30	50	70	90	100	120	140	160	180	200	220	240	260
Более 1420*	30	50	70	90	110	140	160	190	210	220	240	260	290

*- в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.1.6. Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки **МПБ-30** или холстов марки **БСТВ-ст, БСТВ-сп,** отвечающая нормам плотности теплового потока для Европейского региона России по **СНиП 41-03-2003**, в конструкции изоляции оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе. **Число часов работы менее 5000**.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С												
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм												
18	30	30	30	30	40	40	50	60	70	80	90	100	100
25	30	30	30	30	40	40	50	60	70	80	90	100	100
32	30	30	30	40	40	40	50	60	70	80	90	100	110
38	30	30	30	40	40	50	60	60	70	90	100	110	120
45	30	30	30	40	40	50	60	70	80	90	100	110	120
57	30	30	40	40	49	50	60	80	90	100	110	120	130
76	30	30	40	50	50	60	70	80	90	110	120	130	140
89	30	30	40	50	60	60	80	90	100	110	120	140	150
108	30	30	40	50	60	70	80	90	100	120	130	140	150
133	30	30	50	60	60	70	80	90	100	120	130	140	150
159	30	40	50	60	70	70	80	100	110	120	140	150	160
219	30	40	50	70	80	80	90	100	120	130	150	160	170
273	30	40	60	70	80	80	100	110	130	140	160	170	180
325	30	40	60	70	80	90	100	120	130	150	160	180	190
377	30	40	60	70	80	90	100	120	140	150	170	180	200
426	30	40	60	70	80	90	110	120	140	160	170	190	210
473	30	40	60	70	80	90	110	130	140	160	180	190	210
530	30	40	60	70	80	100	110	130	150	160	180	200	210
630	30	40	60	70	90	100	120	130	150	170	190	210	220
720	30	40	60	80	90	100	120	140	160	170	190	210	230
820	30	40	60	80	90	100	120	140	160	180	200	220	230

920	30	40	60	80	90	110	130	140	160	180	200	220	240
1020	30	40	60	80	90	110	130	150	170	190	200	220	240
1420	30	50	70	80	100	110	130	150	170	190	220	240	260
Более 1420*	30	50	70	90	110	130	150	180	200	220	240	260	290

*- в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности

Таблица 5.1.7. Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки **МПБ-50**, отвечающая нормам плотности теплового потока для Европейского региона России по **СНиП 41-03-2003**, в конструкции изоляции оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе. **Число часов работы менее 5000**.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С												
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм												
18	30	30	30	30	30	40	40	40	50	60	60	70	70
25	30	30	30	30	30	40	40	40	50	60	60	70	70
32	30	30	30	30	40	40	50	50	60	60	70	70	80
38	30	30	30	40	40	40	50	50	60	70	70	80	80
45	30	30	30	40	40	50	50	50	60	70	80	80	90
57	30	30	40	40	50	50	60	60	70	80	80	90	100
76	30	30	40	50	50	50	60	70	80	90	90	100	110
89	30	30	40	50	50	60	70	70	80	90	100	110	110
108	30	30	40	50	60	60	70	80	90	90	100	110	120
133	30	30	50	50	60	60	70	80	90	90	100	110	120
159	30	40	50	60	60	60	70	80	90	100	110	120	130
219	30	40	50	60	70	70	80	90	101	110	110	130	140
273	30	40	60	70	80	80	90	100	110	120	130	140	150
325	30	40	60	70	80	80	90	100	110	120	130	150	160
377	30	40	60	70	80	80	90	110	120	130	140	150	160
426	30	40	60	70	80	80	100	110	120	130	140	160	170
473	30	40	60	70	80	90	100	110	120	140	150	160	170
530	30	40	60	70	80	90	100	110	130	140	150	160	180
630	30	40	60	70	80	90	110	120	130	150	160	170	180
720	30	40	60	70	80	90	110	120	140	150	160	180	190
820	30	40	60	70	90	100	110	120	140	150	170	180	190
920	30	40	60	80	90	100	110	130	140	160	170	190	200
1020	30	40	60	80	90	100	120	130	150	160	170	190	200
1420	30	40	70	80	90	110	120	140	150	170	180	200	210
Более 1420*	30	50	70	90	100	120	140	160	180	190	210	230	240

*- в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.1.8. Толщина теплоизоляционного слоя из материала марки **МБОР**, отвечающая нормам плотности теплового потока для Европейского региона России по **СНиП 41-03-2003**, в конструкции изоляции оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе. **Число часов работы менее 5000**.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С												
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм												
18	15	20	30	35	40	40	50	50	60	70	70	80	90
25	15	20	30	35	40	40	50	50	60	70	70	80	90
32	15	25	30	35	40	40	50	60	60	70	80	80	90
38	20	25	35	40	40	50	50	60	70	80	80	90	100
45	20	25	35	40	50	50	60	60	70	80	90	100	100
57	20	30	40	40	50	50	60	70	80	90	100	100	110
76	20	30	40	50	50	60	70	80	90	100	100	110	120
89	20	30	40	50	60	60	70	80	90	100	110	120	130
108	25	35	50	60	60	70	80	90	90	100	110	120	130
133	25	35	50	60	70	70	80	90	90	100	110	120	130
159	25	40	50	60	70	70	80	90	100	110	120	130	140
219	30	40	60	70	80	90	90	100	110	120	130	140	150
273	30	40	60	70	80	90	90	110	120	130	140	150	160
325	30	40	60	70	80	90	100	110	120	140	150	160	170
377	30	40	60	70	80	90	100	110	130	140	150	170	180
426	30	40	60	70	80	90	110	120	130	140	160	170	180
473	30	40	60	70	80	90	110	120	130	150	160	170	190
530	30	40	60	80	90	100	110	120	140	150	170	180	190
630	30	50	60	80	90	100	110	130	140	160	170	190	200
720	30	50	70	80	90	100	120	130	150	160	180	190	200
820	30	50	70	80	90	100	120	140	150	170	180	200	210
920	30	50	70	80	90	110	120	140	150	170	190	200	220
1020	30	50	70	80	100	110	120	140	160	170	190	200	220
1420	30	50	70	90	100	110	130	150	160	180	200	220	230
Более 1420*	30	50	70	90	110	130	150	170	190	210	220	240	260

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.1.9. Толщина теплоизоляционного слоя из плит марки **БВТМ-ПМ**, отвечающая нормам плотности теплового потока для Европейского региона России по **СНиП 41-03-2003**, в конструкции изоляции оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении. **Число часов работы 5000 и более**.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм											

57	30	40	50	60	70	80	100	110	120	130	140	150
76	30	40	60	70	80	90	110	120	130	140	150	160
89	30	50	60	70	80	100	110	120	140	150	160	170
108	30	50	60	80	90	100	120	130	140	160	170	180
133	30	50	70	80	100	110	120	140	150	170	180	190
159	40	60	70	80	100	120	130	150	160	180	190	200
219	40	60	80	90	110	130	140	160	170	190	210	220
273	40	60	80	100	110	130	150	170	180	200	220	230
325	40	70	90	100	120	110	160	170	190	210	230	240
377	40	70	90	110	130	140	160	180	200	220	230	250
426	40	70	90	110	130	150	170	190	200	220	240	260
473	40	70	90	110	130	150	170	190	210	230	250	260
530	40	70	90	110	130	150	180	190	210	230	250	270
630	50	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280
720	50	80	100	120	140	160	190	210	230	250	270	290
820	50	80	100	120	150	170	190	210	230	250	280	300
920	50	80	100	130	150	170	190	220	240	260	280	300
1020	50	80	110	130	150	170	200	220	240	260	290	310
1420	50	80	110	130	160	180	210	230	260	280	300	320
Более 1420*	50	80	110	130	160	190	210	240	270	300	320	320

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности

Таблица 5.1.10. Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки **МПБ-30** или холстов марки **БСТВ-ст, БСТВ-сп**, отвечающая нормам плотности теплового потока для Европейского региона России по **СНиП 41-03-2003**, в конструкции изоляции оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении. **Число часов работы 5000 и более**.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм											
18	30	30	30	40	50	60	70	80	90	100	100	100
25	30	30	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
32	30	30	40	40	50	60	70	80	100	110	120	130
38	30	30	40	50	50	70	80	90	100	110	130	140
45	30	32	40	50	60	70	80	90	110	120	130	140
57	30	40	50	50	60	80	90	100	110	130	140	150
76	30	40	50	60	70	80	100	110	130	140	150	160
89	30	40	50	60	70	90	100	120	130	150	160	170
108	30	50	60	70	80	90	110	120	140	150	170	180
133	30	50	60	70	90	100	120	130	150	160	190	200
159	40	50	70	80	90	110	120	140	150	170	190	210
219	40	60	70	80	100	120	130	150	170	190	210	220

273	40	60	80	90	110	120	140	160	180	200	220	230
325	40	60	80	90	110	130	150	170	190	210	230	250
377	40	60	80	100	120	140	160	170	190	210	230	250
426	40	70	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260
473	40	70	90	100	120	140	160	180	200	220	250	270
530	40	70	90	100	120	150	170	190	210	230	250	270
630	40	70	90	110	130	150	170	200	220	240	260	280
720	40	70	90	110	130	160	180	200	220	250	270	280
820	50	70	100	110	140	160	180	210	230	250	280	300
920	50	70	100	120	140	160	190	210	230	260	280	300
1020	50	80	100	120	140	170	190	210	240	260	290	310
1420	50	80	100	120	150	170	200	220	250	280	300	320
Более 1420*	50	80	100	120	150	180	210	240	260	290	320	320

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности

Таблица 5.1.11. Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки **МПБ-50**, отвечающая нормам плотности теплового потока для Европейского региона России по **СНиП 41-03-2003**, в конструкции изоляции оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении. **Число часов работы 5000 и более**.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм											
18	30	30	30	30	40	50	50	60	60	70	70	80
25	30	30	30	30	40	50	50	60	60	70	70	80
32	30	30	40	40	40	50	60	60	70	80	80	90
38	30	30	40	40	50	50	60	70	70	80	90	90
45	30	30	40	40	50	60	70	70	80	90	90	100
57	30	40	40	50	60	60	70	80	90	90	100	110
76	30	40	50	50	60	70	80	90	100	100	110	120
89	30	40	50	60	70	80	80	90	100	110	120	130
108	30	50	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
133	30	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
159	30	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
219	40	60	70	80	90	100	110	130	140	150	160	170
273	40	60	70	80	90	110	120	130	150	160	170	180
325	40	60	80	90	100	110	130	140	150	170	180	190
377	40	60	80	90	100	120	130	150	160	170	190	200
426	40	60	80	90	110	120	140	150	170	180	190	210
473	40	60	80	90	110	130	140	160	170	180	200	210
530	40	70	80	100	110	130	150	160	180	190	200	220
630	40	70	90	100	120	130	150	170	180	200	210	230

720	40	70	90	100	120	140	160	170	190	200	220	240
820	40	70	90	110	120	140	160	180	190	210	230	240
920	50	70	90	110	130	150	160	180	200	220	230	250
1020	50	70	90	110	130	150	170	180	200	220	240	250
1420	50	80	100	110	130	150	180	200	210	230	250	270
Более 1420*	50	80	100	120	140	160	190	210	230	250	280	300

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности

Таблица 5.1.12. Толщина теплоизоляционного слоя из материала марки **МБОР**, отвечающая нормам плотности теплового потока для Европейского региона России по **СНиП 41-03-2003**, в конструкции изоляции оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении. **Число часов работы 5000 и более**.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм											
18	20	30	40	40	50	50	60	70	70	80	90	100
25	20	30	40	40	50	50	60	70	70	80	90	100
32	20	30	40	40	50	60	70	70	80	90	100	100
38	20	30	40	50	50	60	70	80	90	90	100	110
45	20	35	40	50	60	70	70	80	90	100	110	120
57	20	40	50	50	60	70	80	90	100	110	120	130
76	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
89	30	50	50	60	70	80	90	100	120	130	140	150
108	30	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	160
133	30	50	60	70	80	100	110	120	130	140	150	170
159	35	60	70	80	90	100	110	130	140	150	160	170
219	40	60	70	80	100	100	130	140	150	170	180	190
273	40	60	80	90	100	120	130	150	160	180	190	200
325	40	70	80	90	110	120	140	150	170	180	200	210
377	40	70	80	100	110	130	150	160	180	190	210	220
426	50	70	90	100	120	130	150	170	180	200	210	230
473	50	70	90	100	120	140	150	170	190	200	220	230
530	50	70	90	100	120	140	160	170	190	210	220	240
630	50	70	90	110	130	150	160	180	200	220	230	250
720	50	80	100	110	130	150	170	190	200	220	240	260
820	50	80	100	110	130	150	170	190	210	230	250	260
920	50	80	100	120	140	160	180	200	210	230	250	270
1020	50	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280
1420	50	80	100	120	140	170	190	210	230	250	270	290
Более 1420*	50	80	100	120	150	170	200	220	250	270	300	320

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.1.13. Толщина теплоизоляционного слоя из плит марки **БВТМ-ПМ**, отвечающая нормам плотности теплового потока для Европейского региона России по **СНиП 41-03-2003**, в конструкции изоляции оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении. **Число часов работы менее 5000**.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм											
57	20	40	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
76	25	40	50	50	70	80	90	100	110	120	130	140
89	25	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
108	25	40	50	60	70	80	100	110	120	130	140	150
133	30	40	60	70	80	90	100	110	130	130	150	160
159	30	50	60	70	80	90	110	120	130	130	160	170
219	30	50	60	80	90	100	120	130	140	160	170	180
273	30	50	70	80	90	110	120	140	150	170	180	190
325	35	50	70	80	100	110	130	140	160	170	190	200
377	35	60	70	90	100	110	130	150	160	180	190	210
426	35	60	70	90	110	120	140	150	170	180	200	210
473	35	60	70	90	110	120	140	160	170	190	200	220
530	35	60	80	90	110	130	140	160	180	190	210	220
630	35	60	80	90	110	130	150	170	180	200	210	230
720	40	60	80	90	120	130	150	170	190	200	220	240
820	40	60	80	90	120	140	160	170	190	210	230	240
920	40	60	80	90	120	140	160	180	190	210	230	250
1020	40	60	80	90	120	140	160	180	200	220	230	250
1420	40	70	90	110	130	150	170	190	210	230	250	260
Более 1420*	40	70	90	120	140	170	190	210	240	260	290	300

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности

Таблица 5.1.14. Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки **МПБ-30** или холстов марки **БСТВ-ст, БСТВ-сп**, отвечающая нормам плотности теплового потока для Европейского региона России по **СНиП 41-03-2003**, в конструкции изоляции оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении. **Число часов работы менее 5000**.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм											
18	30	30	30	30	40	50	50	60	70	80	90	100
25	30	30	30	30	40	50	50	60	70	80	90	100
32	30	30	30	40	40	50	60	70	80	90	100	110

38	30	30	30	40	50	50	60	70	80	90	100	110
45	30	30	40	40	50	60	70	80	90	100	110	120
57	30	30	40	40	50	60	70	80	90	110	120	130
76	30	40	40	50	60	70	80	90	100	110	130	140
89	30	40	40	50	60	70	80	100	110	120	130	150
108	30	40	50	60	70	80	90	100	110	130	140	150
133	30	40	50	60	70	80	100	110	120	140	150	160
159	30	40	50	60	80	90	100	110	130	140	160	170
219	30	50	60	70	80	100	110	130	140	160	170	180
273	30	50	60	70	90	100	120	130	150	160	180	190
325	30	50	60	80	90	110	120	140	150	170	190	200
377	40	50	70	80	90	110	130	140	160	180	190	210
426	40	50	70	80	100	110	130	150	160	180	200	210
473	40	50	70	80	100	120	130	150	170	180	200	220
530	40	60	70	80	100	120	140	160	170	190	210	220
630	40	60	70	90	110	120	140	160	180	200	210	230
720	40	60	80	90	110	130	150	160	180	200	220	240
820	40	60	80	90	110	130	150	168	190	210	230	240
920	40	60	80	90	110	130	150	170	190	210	230	250
1020	40	60	80	90	110	130	150	170	190	210	230	250
1420	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	250	270
Более 1420*	40	70	90	110	130	140	180	210	240	260	290	300

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности

Таблица 5.1.15. Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки **МПБ-50**, отвечающая нормам плотности теплового потока для Европейского региона России по **СНиП 41-03-2003**, в конструкции изоляции оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении. **Число часов работы менее 5000**.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм											
18	30	30	30	30	30	30	40	50	50	60	60	70
25	30	30	30	30	30	40	40	50	50	60	60	70
32	30	30	30	30	40	40	50	50	60	60	70	70
38	30	30	30	40	40	40	50	60	60	70	70	80
45	30	30	30	40	40	50	50	60	70	70	80	80
57	30	30	40	40	50	50	60	70	70	80	80	90
76	30	30	40	40	50	60	70	70	80	90	90	100
89	30	40	40	50	60	60	70	80	90	90	100	110
108	30	40	50	50	60	70	80	80	90	100	110	110
133	30	40	50	50	60	70	90	90	100	110	110	120

159	30	40	50	60	70	80	90	90	100	110	120	130
219	30	50	60	60	70	80	90	100	110	120	130	140
273	30	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
325	30	50	60	70	80	90	110	120	130	140	150	160
377	30	50	60	70	90	100	110	120	130	140	160	170
426	40	50	70	80	90	100	110	130	140	150	160	170
473	40	50	70	80	90	100	120	130	140	150	160	180
530	40	50	70	80	90	110	120	130	150	160	170	180
630	40	60	70	80	100	110	120	140	150	160	180	190
720	40	60	70	80	100	110	130	140	160	170	180	190
820	40	60	70	90	100	120	130	150	160	170	190	200
920	40	60	70	90	100	120	130	150	160	180	190	200
1020	40	60	80	90	100	120	140	150	170	180	190	210
1420	40	60	80	90	110	130	140	160	170	190	210	220
Более 1420*	40	60	80	100	120	140	160	190	200	230	250	260

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.1.16. Толщина теплоизоляционного слоя из материала марки **МБОР**, отвечающая нормам плотности теплового потока для Европейского региона России по **СНиП 41-03-2003**, в конструкции изоляции оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении. **Число часов работы менее 5000.**

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм											
18	20	25	30	30	40	40	50	60	60	70	70	80
25	20	25	30	30	40	40	50	60	60	70	70	80
32	20	25	30	35	40	48	50	60	70	70	80	90
38	20	30	35	40	40	50	60	60	70	77	80	90
45	20	30	35	40	50	50	60	70	80	80	90	100
57	20	35	40	40	50	60	70	70	80	90	100	100
76	20	35	40	50	60	70	70	80	90	100	110	120
89	25	35	50	50	60	70	80	90	100	100	110	120
108	25	40	50	60	60	70	80	90	100	110	120	130
133	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	150
159	30	40	60	60	70	80	90	100	110	120	140	150
219	30	50	60	70	80	90	100	120	130	140	150	160
273	35	50	60	70	90	100	110	120	130	150	160	170
325	35	50	70	80	90	100	120	130	140	150	160	180
377	35	60	70	80	90	110	120	130	140	160	170	180
426	35	60	70	80	100	110	120	140	150	160	180	190
473	35	60	70	80	100	110	130	140	150	170	180	190

530	40	60	70	90	100	120	130	140	160	170	190	200
630	40	60	80	90	100	120	130	150	160	180	190	210
720	40	60	80	90	110	120	140	150	170	180	200	210
820	40	60	80	90	110	130	140	160	170	190	200	220
920	40	60	80	90	110	130	140	160	180	190	210	220
1020	40	60	80	100	110	130	150	160	180	200	210	230
1420	40	70	80	100	120	140	150	170	190	200	220	240
Более 1420*	40	70	90	110	130	150	180	200	220	240	260	280

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности

Таблица 5.1.17. Толщина теплоизоляционного слоя из плит марки БВТМ-ПМ в конструкции тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, отвечающая нормам плотности теплового потока для г. Екатеринбурга по **ТСН 23-337-2002** при расположении на открытом воздухе.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С									
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450
	Толщина теплоизоляционного слоя из плит БВТМ-ПМ, мм									
57	25	40	50	70	80	100	110	130	150	150
76	30	40	60	80	90	110	120	140	160	160
89	30	45	66	80	100	110	130	150	170	170
108	30	50	70	90	100	120	140	160	180	180
133	40	50	80	100	110	130	150	170	190	200
159	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220
219	40	60	90	110	130	150	180	200	230	230
273	40	70	100	120	140	160	190	220	230	230
325	50	70	100	130	150	170	200	230	240	240
377	50	70	100	130	160	180	210	240	240	240
426	50	80	110	140	160	190	220	240	250	250
473	50	80	110	140	170	190	220	250	250	250
530	50	80	120	140	170	200	230	260	260	260
630	50	80	120	150	180	210	240	270	280	280
720	60	80	120	160	190	210	250	280	280	280
820	60	90	130	160	190	220	255	290	300	300
920	60	90	130	160	200	230	263	300	300	300
1020	60	90	130	170	200	230	269	305	320	320
Более 1420*	60	100	140	190	240	270	320	320	320	320

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.1.18. Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки **МПБ-30** или холстов марки **БСТВ-ст, БСТВ-сп** в конструкции тепловой изоляции оборудования и

трубопроводов, отвечающая нормам плотности теплового потока для **г. Екатеринбурга по** **ТСН 23-337-2002** при расположении на открытом воздухе.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С									
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450
	Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки МПБ-30 или холстов БСТВ-ст, БСТВ-сп, мм									
18	30	30	30	40	50	50	60	80	90	100
25	30	30	40	50	50	60	70	90	100	120
32	30	30	40	50	60	60	80	90	110	130
38	30	40	50	60	60	70	80	100	120	140
45	30	40	50	60	70	70	90	110	130	140
57	30	40	50	60	70	80	100	120	140	150
76	30	50	60	70	80	90	110	130	150	160
89	40	50	70	80	90	100	120	140	160	170
108	40	50	70	80	90	100	130	150	170	180
133	40	60	80	90	100	110	140	160	180	200
159	40	60	80	100	110	120	140	170	190	220
219	40	70	90	110	120	140	160	190	220	230
273	50	70	100	120	130	150	170	200	230	230
325	50	70	100	120	140	150	180	210	240	240
377	50	80	100	130	150	160	190	220	240	240
426	50	80	110	130	150	170	200	230	250	250
473	50	80	110	130	160	170	200	240	250	250
530	50	80	120	140	160	180	210	240	260	260
630	50	80	120	140	170	190	220	260	280	280
720	60	90	120	150	170	190	230	270	280	280
820	60	90	130	150	180	200	240	270	300	300
920	60	90	130	160	180	210	240	280	300	300
1020	60	90	130	160	190	210	250	290	320	320
Более 1420*	60	100	140	180	220	250	300	320	320	320

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.1.19. Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки **МПБ-50** в конструкции тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, отвечающая нормам плотности теплового потока для **г. Екатеринбурга по** **ТСН 23-337-2002** при расположении на открытом воздухе.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С												
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки МПБ-50, мм												
18	30	30	30	40	40	40	50	60	70	80	80	90	100
25	30	30	40	40	50	50	60	70	80	90	100	100	110

32	30	30	40	50	50	60	70	80	90	90	100	110	120
38	30	30	40	50	60	60	70	80	90	100	110	120	130
45	30	40	50	60	60	70	80	90	100	110	120	130	140
57	30	40	50	60	70	70	80	100	110	120	130	140	150
76	30	40	60	70	80	80	100	110	120	130	150	160	160
89	30	50	60	70	80	90	100	110	130	140	160	170	170
108	40	50	70	80	90	100	110	120	140	150	170	180	180
133	40	50	70	80	90	100	120	140	150	160	180	190	200
159	40	60	80	90	100	110	130	140	160	170	190	210	220
219	40	60	90	100	110	120	140	160	180	200	210	230	230
273	40	70	90	110	120	140	160	170	190	210	230	230	230
325	50	70	100	120	130	140	160	180	200	230	240	240	240
377	50	70	100	120	140	150	170	190	210	230	240	240	240
426	50	80	100	120	140	160	180	200	220	240	250	250	250
473	50	80	100	130	150	160	180	210	230	250	250	250	250
530	50	80	110	130	150	170	190	210	240	260	260	260	260
630	50	80	110	140	160	170	200	230	250	280	280	280	280
720	60	80	120	140	160	180	210	230	260	280	280	280	280
820	60	90	120	150	170	190	220	240	270	300	300	300	300
920	60	90	120	150	170	190	220	250	280	300	300	300	300
1020	60	90	120	150	180	200	230	260	280	310	320	320	320
Более 1420*	60	100	140	180	210	240	280	320	320	320	320	320	320

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.1.20. Толщина теплоизоляционного слоя из материала огнезащитного марки **МБОР** в конструкции тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, отвечающая нормам плотности теплового потока для **г. Екатеринбурга по** **ТСН 23-337-2002** при расположении на открытом воздухе.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С											
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
	Толщина теплоизоляционного слоя из материала огнезащитного МБОР, мм											
18	20	30	30	40	50	50	60	71	79	90	100	100
25	20	30	40	50	60	60	70	80	90	100	110	120
32	20	35	40	50	60	60	80	90	100	110	120	140
38	25	40	50	60	60	70	80	90	100	120	130	140
45	30	40	50	60	70	70	90	100	110	130	140	140
57	30	50	60	70	70	80	100	110	120	140	150	150
76	30	50	60	70	90	90	110	120	140	150	160	160
89	40	50	70	80	90	100	110	130	150	160	170	170
108	40	60	80	90	100	100	120	140	160	170	180	180
133	40	60	80	90	100	110	130	150	170	186	200	200

159	40	60	80	100	110	120	140	160	180	197	220	220
219	50	70	90	110	120	140	160	180	200	219	230	230
273	50	80	100	120	130	150	170	190	210	230	230	230
325	50	80	100	130	140	160	180	200	230	240	240	240
377	50	80	110	130	150	160	190	210	240	240	240	240
426	60	80	110	140	150	170	190	220	240	250	250	250
473	60	80	120	140	160	170	200	230	250	250	250	250
530	60	90	120	140	160	180	210	230	260	260	260	260
630	60	90	120	150	170	190	220	250	270	280	280	280
720	60	90	130	150	180	200	230	250	280	280	280	280
820	60	90	130	160	180	200	230	260	290	300	300	300
920	60	100	130	160	190	210	240	270	300	300	300	300
1020	60	100	140	170	190	210	250	280	310	320	320	320
Более 1420*	70	110	150	190	220	250	300	320	380	320	320	320

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.1.21. Толщина теплоизоляционного слоя из плит марки **БВТМ-ПМ** в конструкции тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, отвечающая нормам плотности теплового потока для **Свердловской области по** **ТСН 23-337-2002** при расположении на открытом воздухе.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С												
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя из плит марки БВТМ-ПМ, мм												
57	20	30	40	50	60	70	80	100	110	120	140	150	150
76	20	30	50	60	70	80	90	110	120	130	150	160	160
89	25	35	50	60	70	80	100	110	130	140	160	170	170
108	25	40	50	70	80	90	100	120	140	150	170	180	180
133	30	40	60	70	80	100	110	130	140	160	180	190	200
159	30	40	60	80	80	100	120	140	150	170	190	200	220
219	30	50	70	80	100	110	130	150	170	190	200	220	230
273	30	50	70	90	100	120	140	160	180	200	220	240	230
325	30	50	70	90	110	130	150	170	190	210	230	240	240
377	30	50	80	100	120	130	150	180	200	220	240	240	240
426	35	50	80	100	120	140	160	180	200	220	250	250	250
473	35	60	80	100	120	140	160	190	210	230	250	250	250
530	35	60	80	100	130	150	170	190	210	240	260	260	260
630	40	60	90	110	130	150	180	200	220	250	270	280	280
720	40	60	90	110	130	160	180	200	230	250	280	280	280
820	40	60	90	120	140	160	190	210	240	260	290	300	300
920	40	60	90	120	140	160	190	220	240	270	290	300	300
1020	40	60	90	120	140	170	190	220	240	270	300	320	320

Более 1420*	50	70	110	150	180	210	250	290	320	320	320	320	320

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.1.22. Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки **МПБ-30** или холстов марки **БСТВ-ст, БСТВ-сп** в конструкции тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, отвечающая нормам плотности теплового потока для **Свердловской области по** **ТСН 23-337-2002** при расположении на открытом воздухе.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С												
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки МПБ-30 или холстов БСТВ-ст, БСТВ-сп, мм												
18	30	30	30	30	40	40	50	60	70	80	90	100	100
25	30	30	30	40	40	40	50	60	80	90	100	110	120
32	30	30	30	40	40	50	60	70	80	100	110	120	140
38	30	30	33	40	50	50	60	80	90	100	120	130	140
45	30	30	35	50	50	60	70	80	90	110	120	140	140
57	30	30	40	50	60	60	80	90	100	120	130	150	150
76	30	30	50	60	60	70	80	100	110	130	140	160	160
89	30	40	50	60	70	70	90	100	120	140	150	170	170
108	30	40	50	60	70	80	100	110	130	150	160	180	180
133	30	40	50	70	80	90	100	120	140	160	170	190	200
159	30	40	60	70	80	90	110	130	150	160	180	200	220
219	30	50	60	80	90	100	120	140	160	180	200	220	230
273	30	50	70	80	100	110	130	150	170	190	210	230	230
325	30	50	70	90	100	120	140	160	180	200	220	240	240
377	40	50	70	90	110	120	140	170	190	210	230	240	240
426	40	50	80	100	110	130	150	170	190	220	240	250	250
473	40	50	80	100	110	130	150	180	200	220	250	250	250
530	40	60	80	100	120	130	160	180	210	230	250	260	260
630	40	60	80	100	120	140	160	190	210	240	270	280	280
720	40	60	90	110	130	140	170	200	220	250	270	280	280
820	40	60	90	110	130	150	170	200	230	260	280	300	300
920	40	60	90	110	130	150	180	210	230	260	290	300	300
1020	40	60	90	110	130	150	180	210	240	270	290	320	320
Более 1420*	50	70	110	140	170	200	240	280	310	320	320	320	320

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.1.23. Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки **МПБ-50** в конструкции тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, отвечающая нормам плотности теплового потока для **Свердловской области по** **ТСН 23-337-2002** при расположении на открытом воздухе.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С												
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки МПБ-50, мм												
18	30	30	30	30	30	40	40	50	50	60	60	70	70
25	30	30	30	30	40	40	50	50	60	70	70	80	90
32	30	30	30	40	40	40	50	60	70	70	80	90	90
38	30	30	30	40	50	50	50	60	70	80	90	90	100
45	30	30	40	40	50	50	60	70	70	80	90	100	110
57	30	30	40	50	50	60	70	70	80	90	100	110	120
76	30	30	40	50	60	60	70	80	90	100	110	120	130
89	30	40	50	60	60	70	80	90	100	110	120	130	140
108	30	40	50	60	70	70	80	100	100	120	130	140	150
133	30	40	50	60	70	80	90	100	110	130	140	150	160
159	30	40	60	70	70	80	100	110	120	130	150	160	170
219	30	50	60	80	90	100	110	120	140	150	160	180	190
273	30	50	70	80	90	100	120	130	150	160	170	190	200
325	30	50	70	80	100	110	120	140	150	170	180	200	210
377	40	50	70	90	100	110	130	150	160	180	190	210	220
426	40	50	70	90	100	120	130	150	170	180	200	210	230
473	40	50	80	90	110	120	140	150	170	190	200	220	240
530	40	60	80	100	110	120	140	160	180	190	210	230	250
630	40	60	80	100	120	130	150	170	190	200	220	240	260
720	40	60	80	100	120	130	150	170	190	210	230	250	270
820	40	60	90	110	120	140	160	180	200	220	240	260	280
920	40	60	90	110	120	140	160	180	200	230	240	260	280
1020	40	60	90	110	130	140	170	190	210	230	250	270	290
Более 1420*	50	70	110	140	160	190	220	250	280	310	320	320	320

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.1.24. Толщина теплоизоляционного слоя из материала огнезащитного **МБОР** в конструкции тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, отвечающая нормам плотности теплового потока для **Свердловской области по** **ТСН 23-337-2002** при расположении на открытом воздухе.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С												
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя из материала огнезащитного МБОР, мм												
18	15	25	30	30	40	40	50	50	60	70	80	80	90
25	15	25	30	36	40	50	50	60	70	80	90	90	100
32	15	25	35	40	50	50	60	70	80	80	90	100	110
38	20	30	35	50	50	50	60	70	80	90	100	110	120
45	20	30	40	50	50	60	70	80	80	90	110	110	120

57	25	30	50	50	60	60	70	80	90	100	110	130	140
76	25	35	50	60	60	70	80	90	100	110	130	140	150
89	25	40	50	60	70	70	90	100	110	120	130	150	160
108	30	40	60	70	70	80	90	110	120	130	140	160	170
133	30	40	60	70	80	90	100	110	130	140	150	170	180
159	35	50	60	70	80	90	110	120	130	150	160	180	190
219	35	50	70	80	90	100	120	130	150	160	180	200	210
273	35	50	70	90	100	110	130	140	160	180	190	210	220
325	35	60	80	90	100	120	130	150	170	190	200	220	240
377	40	60	80	100	110	120	140	160	180	190	210	230	240
426	40	60	80	100	110	130	140	160	180	200	220	240	250
473	40	60	80	100	120	130	150	170	190	210	220	240	250
530	40	60	90	100	120	130	150	170	190	210	230	250	260
630	40	60	90	110	120	140	160	180	200	220	240	260	280
720	40	70	90	110	130	140	160	190	210	230	250	270	280
820	40	70	90	110	130	150	170	190	210	240	260	280	300
920	40	70	100	120	130	150	170	200	220	240	260	290	300
1020	40	70	100	120	140	150	180	200	220	250	270	290	320
Более 1420*	50	80	120	150	170	200	230	270	300	320	320	320	320

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.1.25. Толщина теплоизоляционного слоя из плит марки **БВТМ-ПМ** в конструкции тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, отвечающая нормам плотности теплового потока для **г. Екатеринбурга по ТСН 23-337-2002** при расположении в помещении.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С							
	50	100	150	200	250	300	350	400
	Толщина теплоизоляционного слоя из плит БВТМ-ПМ, мм							
57	40	60	70	80	100	120	140	150
76	40	60	80	90	110	130	150	160
89	40	60	80	100	120	140	160	170
108	50	70	90	110	130	150	170	180
133	50	70	90	120	140	160	180	200
159	50	80	100	120	150	170	190	210
219	50	90	110	130	160	190	210	230
273	60	90	120	140	170	200	230	230
325	60	100	130	150	180	210	240	240
377	60	100	130	160	190	220	240	240
426	70	100	140	170	190	230	250	250
473	70	110	140	170	200	230	250	250
530	70	110	150	170	210	240	260	260

630	70	120	150	180	220	250	280	280
720	70	120	160	190	220	260	280	280
820	70	120	160	190	230	270	300	300
920	80	130	160	200	230	270	300	300
1020	80	130	170	200	240	280	320	320
Более 1420*	80	150	190	230	280	320	320	320

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.1.26. Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки **МПБ-30** или холстов марки **БСТВ-ст, БСТВ-сп** в конструкции тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, отвечающая нормам плотности теплового потока для **г. Екатеринбурга по ТСН 23-337-2002** при расположении в помещении.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С							
	50	100	150	200	250	300	350	400
	Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки МПБ-30 или холстов БСТВ-ст, БСТВ-сп, мм							
18	30	40	40	50	60	70	90	100
25	30	30	40	50	60	80	90	110
32	30	40	50	60	70	90	100	120
38	30	40	50	60	70	90	110	120
45	30	50	60	70	80	100	110	130
57	40	50	70	70	90	110	130	150
76	40	60	70	80	100	120	140	160
89	40	60	80	90	110	130	150	170
108	50	70	80	100	110	140	160	180
133	50	70	90	100	120	150	170	190
159	50	80	90	110	130	160	180	210
219	50	90	100	120	140	170	200	230
273	60	90	110	130	160	190	210	230
325	60	90	120	140	170	200	230	240
377	60	100	120	140	170	200	230	240
426	70	100	130	150	180	210	240	250
473	70	110	130	150	180	220	250	250
530	70	110	140	160	190	230	260	260
630	70	110	140	170	200	240	270	2800
720	70	120	150	170	210	240	280	280
820	70	120	150	180	210	250	290	300
920	80	120	150	180	220	260	200	300
1020	80	120	160	190	220	260	300	300
Более 1420*	80	140	180	220	260	310	320	320

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.1.27. Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки **МПБ-50** в конструкции тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, отвечающая нормам плотности теплового потока для **г. Екатеринбурга по** ТСН 23-337-2002 при расположении в помещении.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки МПБ-50, мм											
18	30	30	40	40	40	50	60	70	80	80	90	100
25	30	30	40	40	50	60	70	80	90	100	110	110
32	30	40	50	50	60	70	80	90	100	110	130	130
38	30	40	50	50	60	70	80	90	100	110	130	130
45	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
57	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
76	40	50	60	70	90	100	110	120	140	150	160	160
89	40	60	70	80	90	110	120	130	150	160	170	170
108	40	60	70	90	100	110	130	140	160	170	180	180
133	50	70	80	90	110	120	140	150	170	180	200	200
159	50	70	90	100	120	130	150	170	180	200	210	220
219	50	80	100	110	130	150	170	190	200	220	230	230
273	60	90	100	120	140	160	180	200	220	230	230	230
325	60	90	110	130	150	170	190	210	230	240	240	240
377	60	90	120	130	150	180	200	220	240	240	240	240
426	60	100	120	140	160	190	210	230	250	250	250	250
473	70	100	120	140	170	190	210	240	250	250	250	250
530	70	100	130	150	170	200	220	250	260	260	260	260
630	70	110	130	150	180	210	230	260	280	280	280	280
720	70	110	140	160	190	220	240	270	280	280	280	280
820	70	110	140	170	190	220	250	280	300	300	300	300
920	70	120	150	170	200	230	260	290	300	300	300	300
1020	70	120	150	170	200	230	260	290	320	320	320	320
Более 1420*	80	140	170	220	240	280	320	320	320	320	320	320

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.1.28. Толщина теплоизоляционного слоя из материала огнезащитного **МБОР** в конструкции тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, отвечающая нормам плотности теплового потока для **г. Екатеринбурга по** ТСН 23-337-2002 при расположении в помещении.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С									
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	Толщина теплоизоляционного слоя из материала огнезащитного МБОР, мм									

18	25	30	40	40	50	60	70	80	90	100
25	25	35	50	50	60	70	80	90	100	120
32	25	40	50	60	70	80	90	100	120	130
38	25	40	50	60	70	90	100	110	120	130
45	30	50	60	70	80	90	100	120	130	140
57	40	60	70	80	90	100	120	130	140	150
76	40	60	70	80	100	110	130	140	160	160
89	40	70	80	90	100	120	130	150	170	170
108	50	70	80	100	110	130	150	160	180	180
133	50	70	90	100	120	140	160	170	190	200
159	50	80	100	110	130	150	170	190	200	220
219	60	90	110	120	140	160	190	210	230	230
273	60	90	120	130	150	180	200	220	230	230
325	70	100	120	140	160	190	210	230	240	240
377	70	100	130	140	170	190	220	240	240	240
426	70	100	130	150	180	200	230	250	250	250
473	70	110	130	150	180	210	230	250	250	250
530	70	110	140	160	190	220	240	260	260	260
630	70	120	140	170	200	230	250	280	280	280
720	80	120	150	170	200	230	260	280	280	280
820	80	120	150	180	210	240	270	300	300	300
920	80	130	160	180	210	250	280	300	300	300
1020	80	130	160	190	220	250	290	320	320	320
Более 1420*	90	140	180	220	260	300	320	320	320	320

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.1.29. Толщина теплоизоляционного слоя из плит марки **БВТМ-ПМ** в конструкции тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, отвечающая нормам плотности теплового потока для **Свердловской области по** **ТСН 23-337-2002** при расположении в помещении.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя из плит марки БВТМ-ПМ, мм											
57	25	40	50	60	70	90	100	110	130	140	150	150
76	30	40	60	70	80	100	110	120	140	150	160	160
89	30	50	60	70	90	100	120	130	150	160	170	170
108	30	50	60	80	90	110	130	140	160	170	180	180
133	35	50	70	80	100	120	130	150	170	180	200	200
159	35	60	80	90	110	120	140	160	180	190	220	220
219	40	60	80	100	120	140	160	170	190	210	230	230
273	40	70	90	110	130	150	170	180	210	220	230	230

325	50	70	90	110	130	150	170	190	220	240	240	240
377	50	80	100	120	140	160	180	200	220	240	240	240
426	50	80	100	120	140	160	190	210	230	250	250	250
473	50	80	100	120	150	170	190	210	240	250	250	250
530	50	80	100	130	150	170	200	220	240	260	260	260
630	50	80	110	130	160	180	210	230	250	280	280	280
720	50	90	110	140	160	190	210	240	260	280	280	280
820	50	90	110	140	170	190	220	240	270	290	300	300
920	50	90	120	140	170	200	220	250	280	300	300	300
1020	50	90	120	150	170	200	230	250	280	310	320	320
Более 1420*	60	110	140	180	220	260	300	320	320	320	320	320

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.1.30. Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки **МПБ-30** или холстов марки **БСТВ-ст, БСТВ-сп** в конструкции тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, отвечающая нормам плотности теплового потока для **Свердловской области по** **ТСН 23-337-2002** при расположении в помещении.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки МПБ-30 или холстов БСТВ-ст, БСТВ-сп, мм											
18	30	30	30	30	40	50	60	70	80	90	100	100
25	30	30	40	40	50	70	70	80	90	100	120	120
32	30	30	40	40	50	60	80	90	100	110	130	140
38	30	30	40	50	60	70	80	90	100	120	140	140
43	30	30	40	50	60	70	90	100	110	130	140	140
57	30	40	50	60	70	80	90	110	120	140	150	150
76	30	40	50	60	70	90	100	120	140	150	160	160
89	30	50	60	70	80	90	110	130	140	160	170	170
108	30	50	60	70	80	100	120	130	150	170	180	180
133	40	50	70	80	90	110	130	140	160	180	200	200
159	40	60	70	80	100	110	130	150	170	190	220	220
219	40	60	80	90	110	130	150	170	190	210	230	230
273	40	70	80	100	120	140	160	180	200	220	230	230
325	50	70	90	100	120	140	170	190	210	230	240	240
377	50	70	90	110	130	150	170	200	220	240	240	240
426	50	70	90	110	130	160	180	200	230	250	250	250
473	50	80	100	110	130	160	180	210	230	250	250	250
530	50	80	100	120	140	160	190	210	240	260	260	260
630	50	80	100	120	150	170	200	220	250	270	280	280
720	50	80	100	120	150	180	200	230	260	280	280	280
820	50	80	110	130	150	180	210	240	260	290	300	300

920	50	90	110	130	160	190	210	240	270	300	300	300
1020	50	90	110	130	160	190	220	250	280	300	320	320
Более 1420*	60	100	140	170	200	250	280	320	320	320	320	320

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.1.31. Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки **МПБ-50** в конструкции тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, отвечающая нормам плотности теплового потока для **Свердловской области по** **ТСН 23-337-2002** при расположении в помещении.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки МПБ-50, мм											
18	30	30	30	30	30	40	40	50	60	60	70	70
25	30	30	30	30	40	50	50	60	60	70	80	80
32	30	30	30	40	40	50	60	70	70	80	90	90
38	30	30	30	40	50	60	60	70	80	80	90	100
43	30	30	40	40	50	60	70	80	80	90	100	110
57	30	40	50	50	60	70	80	80	90	100	110	120
76	30	40	50	50	70	70	80	90	100	110	120	130
89	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
108	30	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
133	30	50	60	70	80	90	100	120	130	140	150	160
159	40	50	60	70	90	100	110	120	140	150	160	170
219	40	60	70	80	100	110	120	140	150	160	180	190
273	40	60	80	90	100	120	130	150	160	180	190	200
325	40	70	80	90	110	130	140	160	170	190	200	220
377	40	70	80	100	110	130	150	160	180	200	210	230
426	50	70	90	100	120	140	150	170	190	200	220	240
473	50	70	90	100	120	140	160	180	190	210	220	240
530	50	70	90	110	130	150	160	180	200	220	230	250
630	50	80	100	110	130	150	170	190	210	230	240	260
720	50	80	100	120	140	160	180	200	220	230	250	270
820	50	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280
920	50	80	100	120	140	170	190	210	230	250	270	280
1020	50	80	110	120	150	170	190	210	230	250	280	300
Более 1420*	60	100	130	160	190	220	250	290	320	320	320	320

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.1.32. Толщина теплоизоляционного слоя из материала огнезащитного **МБОР** в конструкции тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, отвечающая нормам

плотности теплового потока для **Свердловской области по ТСН 23-337-2002** при расположении в помещении.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя из материала огнезащитного МБОР, мм											
18	15	25	30	35	40	50	50	60	70	70	80	90
25	20	25	35	40	40	50	60	70	80	80	90	100
32	20	35	35	40	50	60	70	80	80	90	100	110
38	20	35	40	50	50	60	70	80	90	100	110	120
45	25	35	50	50	60	70	80	90	100	110	120	130
57	25	40	50	50	60	70	90	100	110	120	130	140
76	35	40	50	60	70	80	100	110	120	130	140	150
89	35	50	60	70	80	90	100	110	130	140	150	160
108	35	50	60	70	80	90	110	120	130	150	160	170
133	35	50	70	80	90	100	120	130	140	160	170	180
159	40	60	70	80	90	100	120	140	150	170	180	190
219	40	60	80	90	110	120	140	150	170	180	200	210
273	50	70	80	100	110	130	150	160	180	200	210	230
325	50	70	90	100	120	140	150	170	190	210	220	240
377	50	80	90	110	120	140	160	180	200	220	230	240
426	50	80	90	110	130	150	170	190	200	220	240	250
473	50	80	100	110	130	150	170	190	210	230	250	250
530	50	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	260
630	50	80	100	120	140	160	190	210	230	250	270	280
720	50	80	110	130	150	170	190	210	230	260	280	280
820	50	80	110	130	150	170	200	220	240	260	290	300
920	60	90	110	130	150	180	200	230	250	270	290	300
1020	60	90	110	130	160	180	210	230	250	280	300	320
Более 1420*	60	110	140	170	200	240	270	310	320	320	320	320

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

5.2. Тепловая изоляция с целью обеспечения заданной температуры на поверхности изоляции.

5.2.1. Тепловую изоляцию оборудования и трубопроводов по заданной температуре на поверхности изоляции выполняют в случае, когда тепловые потери не регламентированы, но, в соответствии с требованиями безопасности при эксплуатации, необходимо защитить обслуживающий персонал от ожогов или снизить тепловыделения в помещении.

5.2.2. В соответствии с санитарными нормами и требованиями СНиП 41-03-2003 температура поверхности расположенных в помещении изолируемых объектов при температуре теплоносителя ниже 100°С не должна превышать 35°С, а при температуре теплоносителя 100°С и более не должна превышать 45°С.

В обслуживаемой зоне на открытом воздухе температура поверхности изоляции с металлическим защитным покрытием должна быть не выше 55°С, а для других видов покрытий не должна превышать 60°С.

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

5.2.3. Толщина тепловой изоляции, определяемая по заданной температуре на её поверхности, зависит от расположения изолируемого объекта (на открытом воздухе или в помещении), температуры окружающего воздуха, (t0), температуры теплоносителя, (tm), наружного диаметра, (dн) и коэффициента теплоотдачи от поверхности к окружающему воздуху (αн), Вт/(м2·К).

Расчет толщины тепловой изоляции для плоских и цилиндрических поверхностей с наружным диаметром 2 м и более выполняется по формуле:

$$\delta_{из} = \frac{\lambda_{из}(t_т - t_к)}{\alpha_н(t_к - t_0)}, \qquad (4)$$

Расчет толщины тепловой изоляции для цилиндрических поверхностей с наружным диаметром менее 2 м выполняется по формуле:

$$\frac{d_{из}}{d_н}\ln\frac{d_{из}}{d_н} = \frac{2\cdot\lambda_{из}\cdot(t_т - t_к)}{\alpha_н\cdot d_{из}\cdot(t_к - t_0)}, \qquad (5)$$

где: *t*к - температура на поверхности изоляционной конструкции, °С;

*t*m *t*0, *d*из, *d*н - те же, что и формулах (1) и (2).

Коэффициент теплоотдачи, (αн) принимают в соответствии с приложением 1.

5.2.4. При выборе покровного слоя тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении, учитываются радиационные свойства его поверхности. Для снижения толщины теплоизоляционного слоя для покрытия рекомендуется применять материалы с коэффициентом излучения более 2,33 Вт/(м2·°С) (неметаллическое или с окраской различными красками, кроме алюминиевой). Для тех же расчетных условий при металлическом покрытии расчетная толщина изоляции существенно выше.

5.2.7. В таблицах 5.2.1 - 5.2.8. приведены рекомендуемые значения толщины теплоизоляционного слоя из матов прошивных теплоизоляционных из базальтового холста марок МПБ-30 и МПБ-50, плит мягких БВТМ-ПМ, холстов из базальтовых супертонких волокон марок БСТВ-ст и БСТВ-сп, и материала базальтового огнезащитного рулонного МБОР конструкциях изоляции трубопроводов и оборудования с металлическим покровным слоем, расположенных в помещении с температурой 20°С или в рабочей или обслуживаемой зоне на открытом воздухе со средней максимальной температурой самого жаркого месяца не более 25°С.

5.2.8. В таблицах 5.2.9 - 5.2.16. приведены рекомендуемые значения толщины теплоизоляционного слоя из матов прошивных теплоизоляционных из базальтового холста марок МПБ-30 и МПБ-50, плит мягких БВТМ-ПМ, холстов из базальтовых

супертонких волокон марок БСТВ-ст и БСТВ-сп, и материала базальтового огнезащитного рулонного МБОР в конструкциях изоляции трубопроводов и оборудования с неметаллическим покровным слоем, расположенных в помещении с температурой 20°С или в рабочей или обслуживаемой зоне на открытом воздухе со средней максимальной температурой самого жаркого месяца не более 25°С.

Таблица 5.2.1. Толщина теплоизоляционного слоя из плит марки **БВТМ-ПМ**, отвечающая требованиям безопасности, в конструкции тепловой изоляции с металлическим покровным слоем для оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С										
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя из плит БВТМ-ПМ, мм										
57	20	20	30	40	50	70	80	100	110	130	140
76	20	20	30	50	60	70	90	100	120	140	150
89	20	20	35	50	60	70	90	110	120	140	150
108	20	25	35	50	60	80	90	110	130	150	160
133	20	25	35	50	60	80	100	120	130	150	170
159	20	25	35	50	70	80	100	120	140	160	170
219	20	25	40	50	70	90	110	130	150	170	180
273	20	25	40	50	70	90	110	130	160	180	190
325	20	25	40	60	70	90	120	140	160	180	200
377	20	25	40	60	80	100	120	140	160	190	200
426	20	25	40	60	80	100	120	140	170	190	210
473	20	25	40	60	80	100	120	150	170	200	210
530	20	25	40	60	80	100	120	150	170	200	220
630	20	25	40	60	80	100	130	150	180	210	220
720	20	25	40	60	80	100	130	150	180	210	230
820	20	25	40	60	80	100	130	160	180	210	230
920	20	25	40	60	80	110	130	160	190	220	240
1020	20	25	40	60	80	110	130	160	190	220	240
1420	20	25	40	60	80	110	140	170	200	230	250
Более 1420*	20	35	60	80	110	140	170	210	240	280	320

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.2.2. Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки **МПБ-30** или холстов **БСТВ-ст, БСТВ-сп**, отвечающая требованиям безопасности, в конструкции тепловой изоляции с металлическим покровным слоем для оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С									
	до 150	200	250	300	350	400	450	500	550	600

	Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки МПБ-30 или холстов БСТВ-ст, БСТВ-сп, мм									
18	30	30	30	40	50	60	70	90	100	100
25	30	30	40	40	60	70	80	90	110	110
32	30	30	40	50	60	70	80	100	110	120
38	30	30	40	50	60	70	90	100	115	120
45	30	30	40	50	60	80	90	100	120	130
57	30	30	40	50	70	80	100	110	130	140
76	30	30	40	60	70	90	100	120	140	150
89	30	30	40	60	70	90	110	120	140	150
108	30	30	50	60	80	90	110	130	150	160
133	30	30	50	60	80	100	110	130	150	170
159	30	40	50	60	80	100	120	140	160	170
219	30	40	50	70	90	110	130	150	170	180
273	30	40	50	70	90	110	130	150	180	190
325	30	40	50	70	90	110	140	160	180	200
377	30	40	50	70	90	120	140	160	190	200
426	30	40	50	70	100	120	140	170	190	210
473	30	40	60	70	100	120	140	170	200	210
530	30	40	60	80	100	120	150	170	200	220
630	30	40	60	80	100	120	150	180	210	220
720	30	40	60	80	100	130	150	180	210	230
820	30	40	60	80	100	130	150	180	210	230
920	30	40	60	80	100	130	160	190	220	240
1020	30	40	60	80	100	130	160	190	220	240
1420	30	40	60	80	110	130	160	200	230	250
Более 1420*	30	40	60	90	110	150	180	220	260	290

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.2.3. Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки **МПБ-50** отвечающая требованиям безопасности, в конструкции тепловой изоляции с металлическим покровным слоем для оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С									
	до 150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки МПБ-50, мм									
18	30	30	30	40	50	60	70	80	90	90
25	30	30	30	40	50	60	70	80	90	100
32	30	30	40	40	50	60	80	90	100	110
38	30	30	40	50	60	70	80	90	100	110
45	30	30	40	50	60	70	80	90	110	110

57	30	30	40	50	60	70	90	100	110	120
76	30	30	40	50	60	80	90	110	120	130
89	30	30	40	50	70	80	90	110	120	130
108	30	30	40	60	70	80	100	110	130	140
133	30	30	40	60	70	90	100	120	140	150
159	30	30	50	60	70	90	110	120	140	150
219	30	30	50	60	80	90	110	130	150	160
273	30	40	50	60	80	100	120	140	160	170
325	30	40	50	70	80	100	120	140	160	180
377	30	40	50	70	80	100	120	150	170	180
426	30	40	50	70	90	110	130	150	170	180
473	30	40	50	70	90	110	130	150	170	190
530	30	40	50	70	90	110	130	150	180	190
630	30	40	50	70	90	110	130	160	180	200
720	30	40	50	70	90	110	140	160	180	200
820	30	40	50	70	90	110	140	160	190	200
920	30	40	50	70	90	110	140	160	190	210
1020	30	40	50	70	90	120	140	170	190	210
1420	30	40	50	70	100	120	140	170	200	220
Более 1420*	30	40	60	80	100	130	160	190	230	250

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.2.4. Толщина теплоизоляционного слоя из материала огнезащитного **МБОР**, отвечающая требованиям безопасности, в конструкции тепловой изоляции с металлическим покровным слоем для оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С										
	до 100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя из материала огнезащитного МБОР, мм										
18	15	15	25	35	40	50	60	70	80	90	100
25	15	15	25	35	40	50	60	70	90	100	105
32	15	20	25	35	50	60	70	80	90	100	110
38	15	20	25	35	50	60	70	80	90	110	120
45	15	20	30	40	50	60	70	90	98	110	120
57	15	20	30	40	50	60	80	90	100	120	130
76	15	20	30	40	50	70	80	100	110	130	140
89	15	20	30	40	60	70	80	100	120	130	140
108	15	20	30	50	60	70	90	100	120	140	150
133	15	20	30	50	60	80	90	110	130	140	150
159	15	25	30	50	60	80	100	110	130	150	160
219	15	25	35	50	70	80	100	120	140	160	170

273	15	25	35	50	70	90	100	120	140	170	10
325	15	25	35	50	70	90	110	130	150	170	190
377	15	25	35	50	70	90	110	130	150	180	190
426	15	25	35	50	70	90	110	130	160	180	200
473	15	25	35	50	70	90	110	140	160	180	200
530	15	25	35	50	70	90	120	140	160	190	200
630	15	25	40	60	70	100	120	140	170	190	210
720	15	25	40	60	80	100	120	140	170	200	210
820	15	25	40	60	80	100	120	150	170	200	220
920	15	25	40	60	80	100	120	150	170	200	220
1020	15	25	40	60	80	100	120	150	180	200	220
1420	15	25	40	60	80	100	130	150	180	210	230
Более 1420*	15	25	40	60	80	110	140	170	200	240	270

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.2.5. Толщина теплоизоляционного слоя из плит марки **БВТМ-ПМ**, отвечающая требованиям безопасности, в конструкции тепловой изоляции с неметаллическим покровным слоем для оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С								
	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя из плит БВТМ-ПМ, мм								
57	20	25	30	40	50	50	60	70	80
76	20	25	30	40	50	60	70	80	80
89	20	25	35	40	50	60	70	80	80
108	20	25	35	40	50	60	70	80	90
133	20	25	35	40	50	60	70	80	90
159	20	25	35	40	50	60	80	90	100
219	20	30	35	50	60	70	80	90	100
273	20	30	40	50	60	70	80	100	103
325	20	30	40	50	60	70	80	100	110
377	20	30	40	50	60	70	90	100	110
426	20	30	40	50	60	70	90	100	110
473	20	30	40	50	60	80	90	100	110
530	20	30	40	50	60	80	90	100	110
630	20	30	40	50	60	80	90	110	120
720	20	30	40	50	60	80	90	110	120
820	20	30	40	50	60	80	90	110	120
920	20	30	40	50	70	80	90	110	120
1020	20	30	40	50	70	80	100	110	120
1420	20	30	40	50	70	80	100	110	130

Более 1420*	20	30	40	50	70	90	100	120	140

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.2.6. Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки **МПБ-30** или холстов **БСТВ-ст, БСТВ-сп**, отвечающая требованиям безопасности, в конструкции тепловой изоляции с неметаллическим покровным слоем для оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С							
	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки МПБ-30 или холстов БСТВ-ст, БСТВ-сп, мм							
18	30	30	30	40	40	50	50	60
25	30	30	30	40	40	50	60	60
32	30	30	40	40	50	60	60	70
38	30	30	40	40	50	60	60	70
45	30	30	40	40	50	60	70	70
57	30	30	40	40	50	60	70	80
76	30	30	40	50	60	70	80	80
89	30	30	40	50	60	70	80	80
108	30	30	40	50	60	70	80	90
133	30	40	40	50	60	70	80	90
159	30	40	40	50	60	80	90	90
219	30	40	50	60	70	80	90	100
273	30	40	50	60	70	80	100	100
325	30	40	50	60	70	80	100	110
377	30	40	50	60	70	90	100	110
426	30	40	50	60	70	90	100	110
473	30	40	50	60	70	90	100	110
530	30	40	50	60	80	90	110	110
630	30	40	50	60	80	90	110	120
720	30	40	50	60	80	90	110	120
820	30	40	50	60	80	90	110	120
920	30	40	50	60	80	90	110	120
1020	30	40	50	60	80	100	110	120
1420	30	40	50	70	80	100	110	130
Более 1420*	30	40	50	70	80	100	120	140

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.2.7. Толщина теплоизоляционного слоя из **матов марки МПБ-50** отвечающая требованиям безопасности, в конструкции тепловой изоляции с **неметаллическим**

покровным слоем для оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С							
	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки МПБ-50, мм							
18	30	30	30	30	40	40	50	50
25	30	30	30	40	40	50	50	60
32	30	30	30	40	40	50	60	60
38	30	30	30	40	40	50	60	60
45	30	30	30	40	50	50	60	60
57	30	30	40	40	50	60	60	70
76	30	30	40	40	50	60	70	70
89	30	30	40	40	50	60	70	70
108	30	30	40	50	50	60	70	80
133	30	30	40	50	60	60	70	80
159	30	30	40	50	60	70	80	80
219	30	30	40	50	60	70	80	90
273	30	30	40	50	60	70	80	90
325	30	40	40	50	60	70	90	90
377	30	40	40	50	60	80	90	100
426	30	40	40	50	70	80	90	100
473	30	40	40	50	70	80	90	100
530	30	40	40	50	70	80	90	100
630	30	40	40	60	70	80	90	100
720	30	40	40	60	70	80	90	100
820	30	40	50	60	70	80	100	100
920	30	40	50	60	70	80	100	110
1020	30	40	50	60	70	80	100	110
1420	30	40	50	60	70	80	100	110
Более 1420*	30	40	50	60	70	90	110	120

*- в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности

Таблица 5.2.8. Толщина теплоизоляционного слоя из **материала огнезащитного МБОР**, отвечающая требованиям безопасности, в конструкции тепловой изоляции **с неметаллическим** покровным слоем для оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С									
	до 150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя из материала огнезащитного МБОР, мм									
18	15	15	20	25	30	35	40	50	50	60

25	15	15	20	25	30	35	40	50	60	60
32	15	15	20	25	30	40	40	50	60	60
38	15	15	20	25	30	40	40	50	60	70
45	15	15	20	30	35	40	50	60	60	70
57	15	15	20	30	35	40	50	60	70	70
76	15	15	25	30	40	40	50	60	70	76
89	15	15	25	30	40	50	50	60	70	80
108	15	15	25	30	40	50	60	70	80	80
133	15	15	25	35	40	50	60	70	80	90
159	15	15	25	35	40	50	60	70	80	90
219	15	15	25	35	40	50	60	70	90	90
273	15	15	25	35	40	50	70	80	90	100
325	15	20	25	35	50	60	70	80	90	100
377	15	20	25	35	50	60	70	80	90	100
426	15	20	25	35	50	60	70	80	90	100
473	15	20	25	35	50	60	70	80	100	100
530	15	20	25	35	50	60	70	80	100	110
630	15	20	25	35	50	60	70	90	100	110
720	15	20	30	35	50	60	70	90	100	110
820	15	20	30	40	50	60	70	90	100	110
920	15	20	30	40	50	60	70	90	100	110
1020	15	20	30	40	50	60	70	90	100	110
1420	15	20	30	40	50	60	80	90	110	120
Более 1420*	15	20	30	40	50	60	80	100	110	120

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.2.9. Толщина теплоизоляционного слоя из **плит марки БВТМ-ПМ**, отвечающая требованиям безопасности, в конструкции тепловой изоляции с **металлическим** покровным слоем дня оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, С										
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя из плит БВТМ-ПМ, мм										
57	20	25	40	50	70	80	100	120	130	150	170
76	20	30	40	60	70	90	100	120	140	160	160
89	20	30	40	60	70	90	110	130	150	170	170
108	20	30	40	60	80	90	110	130	150	180	180
133	20	30	50	60	80	100	120	140	160	180	200
159	20	30	50	60	80	100	120	140	170	190	220
219	20	30	50	70	90	110	130	150	180	210	230
273	20	30	50	70	90	110	140	160	190	210	230

325	20	30	50	70	90	120	140	170	190	220	240
377	20	30	50	70	90	120	140	170	200	230	240
426	20	30	50	70	100	120	150	170	200	230	250
473	20	35	50	70	100	120	150	180	210	240	250
530	20	35	50	70	100	120	150	180	210	240	260
630	20	35	50	80	100	130	160	190	220	250	280
720	20	35	50	80	100	130	160	190	220	260	280
820	20	35	50	80	100	130	160	190	230	260	300
920	20	35	60	80	100	130	160	200	230	270	300
1020	20	35	60	80	100	130	160	200	230	270	310
1420	20	35	60	80	110	140	170	210	240	280	320
Более 1420*	20	35	60	80	110	150	190	230	280	320	320

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.2.10. Толщина теплоизоляционного слоя из **матов марки МПБ-30 или холстов БСТВ-ст, БСТВ-сп**, отвечающая требованиям безопасности, в конструкции тепловой изоляции с **металлическим** покровным слоем для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С										
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки МПБ-30 или холстов БСТВ-ст, БСТВ-сп, мм										
18	30	30	30	40	50	60	80	90	100	100	100
25	30	30	30	40	50	70	80	90	110	120	120
32	30	30	30	40	60	70	80	100	120	130	140
38	30	30	40	50	60	70	90	100	120	140	140
45	30	30	40	50	60	80	90	110	130	140	140
57	30	30	40	50	60	80	100	110	130	150	170
76	30	30	40	50	70	90	100	120	140	160	160
89	30	30	40	50	70	90	110	130	150	170	170
108	30	30	40	60	70	90	110	130	150	180	180
133	30	30	40	60	80	100	110	130	160	180	200
159	30	30	40	60	80	100	120	140	160	190	220
219	30	30	50	60	80	100	130	150	180	210	230
273	30	30	50	70	90	110	130	160	190	210	230
325	30	30	50	70	90	110	140	160	190	220	240
377	30	30	50	70	90	120	140	170	200	230	240
426	30	30	50	70	90	120	140	170	200	230	250
473	30	30	50	70	90	120	150	180	210	240	250
530	30	30	50	70	90	120	150	180	210	240	260
630	30	30	50	70	100	120	150	180	220	250	280
720	30	30	50	70	100	130	160	190	220	260	280

820	30	30	50	70	100	130	160	190	230	260	300
920	30	30	50	70	100	130	160	190	230	270	300
1020	30	30	50	70	100	130	160	200	230	270	310
1420	30	30	50	70	100	130	170	200	240	280	320
Более 1420*	30	40	50	80	110	140	180	230	280	320	320

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.2.11. Толщина теплоизоляционного слоя из **матов марки МПБ-50** отвечающая требованиям безопасности, в конструкции тепловой изоляции с **металлическим** покровным слоем для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С									
	до 150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки МПБ-50, мм									
18	30	30	40	50	60	70	80	90	100	100
25	30	30	40	50	60	70	90	100	110	120
32	30	30	40	50	60	80	90	100	120	130
38	30	30	40	50	70	80	90	110	120	140
45	30	40	40	60	70	80	100	110	130	140
57	30	40	50	60	70	90	100	120	140	150
76	30	40	50	60	80	90	110	130	140	160
89	30	40	50	70	80	100	110	130	150	170
108	30	40	50	70	80	100	120	140	160	180
133	30	40	50	70	90	110	120	140	160	180
159	30	40	60	80	90	110	130	150	170	190
219	30	40	60	80	100	120	140	160	180	210
273	30	40	60	80	100	120	140	170	190	210
325	30	50	60	80	100	120	150	170	200	220
377	30	50	60	80	100	130	150	180	200	230
426	30	50	60	80	110	130	150	180	210	230
473	30	50	60	90	110	130	160	180	210	240
530	30	50	70	90	110	130	160	190	220	240
630	30	50	70	90	110	140	160	190	220	250
720	30	50	70	90	110	140	170	200	230	260
820	30	50	70	90	110	140	170	200	230	260
920	30	50	70	90	120	140	170	200	230	270
1020	30	50	70	90	120	140	170	200	240	270
1420	30	50	70	90	120	150	180	210	250	280
Более 1420*	30	50	70	100	130	160	200	240	280	310

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.2.12. Толщина теплоизоляционного слоя из **материала огнезащитного МБОР**, отвечающая требованиям безопасности, в конструкции тепловой изоляции с **металлическим** покровным слоем для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С										
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя из материала огнезащитного МБОР, мм										
18	15	20	30	40	50	60	70	80	100	100	100
25	15	20	30	40	50	60	80	90	100	120	120
32	15	25	35	40	60	70	80	90	110	120	140
38	15	25	35	50	60	70	80	100	110	130	140
45	15	25	35	50	60	70	90	100	120	130	140
57	15	25	35	50	60	80	90	110	120	140	150
76	15	25	40	50	70	80	100	120	130	150	160
89	15	30	40	50	70	90	100	120	150	160	170
108	15	30	40	60	70	90	110	120	150	160	180
133	15	30	40	60	70	90	110	130	150	170	190
159	15	30	40	60	80	100	120	140	160	180	200
219	15	30	50	60	80	100	120	140	170	190	220
273	15	30	50	60	80	110	130	150	180	200	230
325	15	30	50	70	90	110	130	160	180	210	240
377	15	30	50	70	90	110	130	160	190	210	240
426	15	30	50	70	90	110	140	160	190	220	250
473	15	30	50	70	90	110	140	170	190	220	250
530	15	30	50	70	90	120	140	170	200	230	260
630	15	35	50	70	90	120	140	170	200	230	270
720	15	35	50	70	90	120	150	180	210	240	270
820	15	35	50	70	100	120	150	180	210	240	280
920	15	35	50	70	100	120	150	180	210	250	280
1020	15	35	50	70	100	120	150	180	220	250	290
1420	15	35	50	70	100	130	160	190	230	260	300
Более 1420*	15	35	50	80	110	140	170	210	260	300	320

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.2.13. Толщина теплоизоляционного слоя из **плит марки БВТМ-ПМ**, отвечающая требованиям безопасности, в конструкции тепловой изоляции с **неметаллическим** покровным слоем для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении.

Наружный диаметр,	Температура теплоносителя, °С									
	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600

мм	Толщина теплоизоляционного слоя из плит БВТМ-ПМ, мм									
57	20	25	30	40	50	60	70	80	100	100
76	20	25	35	40	50	70	80	90	100	110
89	20	25	35	50	60	70	80	90	110	120
108	20	25	35	50	60	70	80	100	110	120
133	20	30	40	50	60	70	90	100	110	130
159	20	30	40	50	60	80	90	100	120	130
219	20	30	40	50	70	80	90	110	130	140
273	20	30	40	50	70	80	100	110	130	150
325	20	30	40	50	70	80	100	120	140	150
377	20	30	40	60	70	90	100	120	140	160
426	20	30	40	60	70	90	100	120	140	160
473	20	30	40	60	70	90	106	120	140	160
530	20	30	40	60	70	90	110	130	150	160
630	20	30	40	60	70	90	110	130	150	170
720	20	30	40	60	70	90	110	130	150	170
820	20	30	40	60	80	90	110	130	160	180
920	20	30	40	60	80	90	110	130	160	180
1020	20	30	40	60	80	90	110	140	160	180
1420	20	30	40	60	80	100	120	140	160	190
Более 1420*	20	30	50	60	80	100	130	150	180	200

*- в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.2.14. Толщина теплоизоляционного слоя из **матов марки МПБ-30 или холстов БСТВ-ст, БСТВ-сп**, отвечающая требованиям безопасности, в конструкции тепловой изоляции с **неметаллическим** покровным слоем для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С								
	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки МПБ-30 или холстов БСТВ-ст, БСТВ-сп, мм								
18	30	30	30	40	50	60	60	70	80
25	30	30	40	40	50	60	70	80	90
32	30	30	40	40	50	60	70	80	90
38	30	30	40	50	60	70	80	90	100
45	30	30	40	50	60	70	80	90	100
57	30	30	40	50	60	70	80	90	110
76	30	30	40	50	60	80	90	100	110
89	30	40	40	50	70	80	90	110	120
108	30	40	50	60	70	80	100	110	120
133	30	40	50	60	70	90	100	110	130
159	30	40	50	60	70	90	100	120	140

219	30	40	50	60	80	90	110	130	140
273	30	40	50	70	80	100	110	130	150
325	30	40	50	70	80	100	120	140	160
377	30	40	50	70	80	100	120	140	160
426	30	40	50	70	90	100	120	140	160
473	30	40	50	70	90	100	120	140	170
530	30	40	50	70	90	110	130	150	170
630	30	40	60	70	90	110	130	150	170
720	30	40	60	70	90	110	130	150	180
820	30	40	60	70	90	110	130	160	180
920	30	40	60	70	90	110	130	160	180
1020	30	40	60	70	90	110	140	160	180
1420	30	40	60	80	90	120	140	160	190
Более 1420*	30	40	60	80	100	130	150	180	200

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.2.15. Толщина теплоизоляционного слоя из **матов марки МПБ-50** отвечающая требованиям безопасности, в конструкции тепловой изоляции с **неметаллическим** покровным слоем для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С								
	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя из матов марки МПБ-50, мм								
18	30	30	30	35	40	50	60	70	70
25	30	30	30	40	50	50	60	70	80
32	30	30	40	40	50	60	70	70	80
38	30	30	40	40	50	60	70	80	90
45	30	30	40	40	50	60	70	80	90
57	30	30	40	50	50	60	70	80	100
76	30	30	40	50	60	70	80	90	100
89	30	30	40	50	60	70	80	90	110
108	30	30	40	50	60	70	90	100	110
133	30	30	40	50	60	80	90	100	110
159	30	40	40	60	70	80	90	110	120
219	30	40	50	60	70	80	100	110	130
273	30	40	50	60	70	90	100	120	130
325	30	40	50	60	70	90	100	120	140
377	30	40	50	60	80	90	110	120	140
426	30	40	50	60	80	90	110	120	140
473	30	40	50	60	80	90	110	130	140
530	30	40	50	60	80	90	110	130	150

630	30	40	50	60	80	100	110	130	150
720	30	40	50	70	80	100	110	130	150
820	30	40	50	70	80	100	120	140	160
920	30	40	50	70	80	100	120	140	160
1020	30	40	50	70	80	100	120	140	160
1420	30	40	50	70	80	100	120	140	160
Более 1420*	30	40	50	70	90	110	130	160	170

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.2.16. Толщина теплоизоляционного слоя из **материала огнезащитного МБОР**, отвечающая требованиям безопасности, в конструкции тепловой изоляции с **неметаллическим** покровным слоем для оборудования и трубопроводов, расположенных в помещении

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С										
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
	Толщина теплоизоляционного слоя из материала огнезащитного МБОР, мм										
18	15	15	20	25	30	40	40	50	60	70	80
25	15	15	20	30	35	40	50	60	70	70	80
32	15	15	20	30	35	40	50	60	70	80	90
38	15	15	20	30	35	40	50	60	70	80	90
45	15	15	20	30	40	50	50	60	70	80	100
57	15	15	25	30	40	50	60	70	80	90	100
76	15	15	25	30	40	50	60	70	80	100	110
89	15	15	25	35	40	50	60	70	90	100	110
108	15	15	25	35	40	50	70	80	90	100	120
133	15	15	25	35	50	60	70	80	90	110	120
159	15	20	25	35	50	60	70	80	100	110	130
219	15	20	25	35	50	60	70	90	100	120	130
273	15	20	30	40	50	60	80	90	110	120	140
325	15	20	30	40	50	60	80	90	110	130	140
377	15	20	30	40	50	70	80	100	110	130	150
426	15	20	30	40	50	70	80	100	110	130	150
473	15	20	30	40	50	70	80	100	120	130	150
530	15	20	30	40	50	70	80	100	120	140	160
630	15	20	30	40	50	70	80	100	120	140	160
720	15	20	30	40	50	70	90	100	120	140	160
820	15	20	30	40	50	70	90	100	120	140	170
920	15	20	30	40	50	70	90	100	130	150	170
1020	15	20	30	40	60	70	90	110	130	150	170
1420	15	20	30	40	60	70	90	110	130	150	170
Более	15	20	30	40	60	80	100	120	140	170	180

1420*

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские

5.3. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов с целью предотвращения конденсации влаги на поверхности изоляции.

5.3.1. Тепловую изоляцию с целью предотвращения конденсации влаги из воздуха на поверхности изоляции рассчитывают для оборудования (аппаратов) и трубопроводов, расположенных в помещении и содержащих вещества с температурой ниже температуры окружающего воздуха, в том числе холодную воду.

Для объектов, расположенных на открытом воздухе, такой расчет не выполняют.

5.3.2. На величину толщины теплоизоляционного слоя для предотвращения конденсации влаги из воздуха на поверхности теплоизоляционной конструкции влияют относительная влажность окружающего воздуха (φ), температура воздуха в помещении (t0) и материал покровного слоя.

При использовании покрытия с коэффициентом излучения > 2,33 (неметаллического), расчетная толщина изоляции существенно ниже.

Расчет толщины тепловой изоляции для плоских и цилиндрических поверхностей с наружным диаметром 2 м и более выполняется по формуле

$$\delta_{из} = \frac{\lambda_{из}}{\alpha_н}\left(\frac{t_0 - t_ж}{t_0 - t_к} - 1\right), \qquad (8)$$

Расчетную толщину тепловой изоляции для оборудования с наружным диаметром менее 2 м определяют по формуле:

$$\frac{d_{из}}{d_н}\ln\frac{d_{из}}{d_н} = \frac{2\cdot\lambda_{из}}{\alpha_н\cdot d_{из}}\cdot\left(\frac{t_0 - t_ж}{t_0 - t_к} - 1\right), \qquad (9)$$

после определения *d*из/*d*н толщину изоляции определяют по формуле (3).

5.3.3. Для определения толщины изоляции следует задать температуру на поверхности изоляции, (*t*к), выше «точки росы» при температуре и относительной влажности окружающего воздуха (φ) в помещении.

Допустимый перепад температур (t0 - tк) рекомендуется принимать по таблице 5.3.1.

Таблица 5.3.1.

Допустимый перепад температур (t0 - tк).

Температура воздуха, t0, °C	Относительная влажность воздуха, φ, %				
	50	60	70	80	90
	Расчетный перепад, (t0 - tк)°C				

10	9,8	7,3	5,1	3,1	1,5
12	9,9	7,3	5,1	3,1	1,5
14	10,1	7,4	5,2	3,2	1,5
16	10,2	7,6	5,3	3,3	1,5
18	10,4	7,7	5,4	3,3	1,5
20	10,5	7,8	5,4	3,4	1,5
22	10,7	7,9	5,5	3,4	1,5
24	10,9	8,0	5,6	3,5	1,6
26	11,0	8,2	5,7	3,5	1,6
28	11,2	8,3	5,8	3,6	1,6
30	11,4	8,4	5,9	3,6	1,6

5.3.4. Коэффициент теплоотдачи, (αн), следует принимать в соответствии с приложением 1.

5.3.5. При проектировании следует принимать толщину тепловой изоляции в конструкции с учетом действующей номенклатуры холстов из базальтовых супертонких волокон, плит мягких базальтоволокнистых теплоизоляционных, матов прошивных теплоизоляционных из базальтового холста и материалов базальтовых огнезащитных рулонных, при этом округлять расчетные значения следует только в большую сторону.

5.3.6. Рекомендуемая толщина тепловой изоляции из теплоизоляционных изделий из супертонкого базальтового волокна производства ОАО «ТИЗОЛ», предотвращающая конденсацию влаги из воздуха в конструкциях тепловой изоляции для трубопроводов и оборудования, расположенных в помещении с относительной влажностью воздуха не более 60 %, приведена в таблицах 5.3.2 - 5.3.4.

5.3.7. Рекомендуемая толщина тепловой изоляции из теплоизоляционных изделий из супертонкого базальтового волокна производства ОАО «ТИЗОЛ», предотвращающая конденсацию влаги из воздуха в конструкциях тепловой изоляции с металлическим покровным слоем для трубопроводов и оборудования, расположенных в помещении с относительной влажностью воздуха свыше 60 до 75 % вкл., приведена в таблицах 5.3.5 - 5.3.7.

5.3.8. Рекомендуемая толщина тепловой изоляции из теплоизоляционных изделий из супертонкого базальтового волокна производства ОАО «ТИЗОЛ», предотвращающая конденсацию влаги из воздуха в конструкциях тепловой изоляции с неметаллическим покровным слоем для трубопроводов и оборудования, расположенных в помещении с относительной влажностью воздуха свыше 60 до 75 % вкл., приведена в таблицах 5.3.8 - 5.3.10.

5.3.9. При температуре и влажности воздуха в помещении, отличающихся от указанных, толщину изоляции следует определять по формулам (8) или (9), так как с повышением относительной влажности воздуха при отсутствии вентиляции толщина изоляции значительно возрастает.

Таблица 5.3.2. Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя из матов прошивных из базальтового холста МПБ-30, МПБ-50 или плит мягких БВТМ-ПМ в конструкции тепловой изоляции, предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на поверхности

изоляции трубопроводов и оборудования, расположенных в помещении с относительной влажностью воздуха не более 60 %.

	Вид покрытия												
	металлическое							неметаллическое					
Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С												
	от 10 до 0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-10 и выше	-20	-30	-40	-50	-60
	Толщина теплоизоляционного слоя из матов МПБ-30, МПБ-50 или плит мягких БВТМ-ПМ, мм												
18	20	20	20	25	30	35	40	20	20	20	25	25	30
25	20	20	20	30	30	35	40	20	20	20	25	30	30
32	20	20	25	30	35	40	50	20	20	25	25	30	35
38	20	20	25	30	35	40	50	20	20	25	25	30	35
45	20	20	25	30	35	40	50	20	20	25	30	30	35
57	20	20	25	30	40	50	50	20	20	25	30	35	40
76	20	20	30	35	40	50	50	20	20	25	30	35	40
89	20	20	30	35	40	50	60	20	20	25	30	35	40
108	20	20	30	35	40	50	60	20	20	25	35	40	40
133	20	20	30	35	50	50	60	20	20	30	35	40	50
159	20	20	30	40	50	50	60	20	25	30	35	40	50
219	20	25	30	40	50	60	60	20	25	30	35	40	50
273	20	25	30	40	50	60	70	20	25	30	35	40	50
325	20	25	30	40	50	60	70	20	25	30	35	40	50
377	20	25	30	40	50	60	70	20	25	30	35	50	50
426	20	25	35	40	50	60	70	20	25	30	35	50	50
473	20	25	35	40	50	60	70	20	25	30	35	50	50
530	20	25	35	40	50	60	70	20	25	30	35	50	50
630	20	25	35	40	50	60	70	20	25	30	40	50	50
720	20	25	35	50	50	60	70	20	25	30	40	50	50
820	20	25	35	50	50	60	70	20	25	30	40	50	50
920	20	25	35	50	50	60	70	20	25	30	40	50	50
1020	20	25	35	50	60	60	70	20	25	30	40	50	50
1420	20	25	35	50	60	70	70	20	25	30	40	50	60
Более 1420*	20	25	35	50	60	70	80	20	25	30	40	50	60

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.3.3. Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя из холста из супертонких базальтовых волокон БСТВ-ст или БСТВ-сп в конструкции тепловой, предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на поверхности изоляции трубопроводов и оборудования, расположенных в помещении с относительной влажностью окружающего воздуха не более 60 %.

Наружный диаметр, мм	Вид покрытия										
	металлическое						неметаллическое				
	Температура теплоносителя, °С										
	-10 и выше	-20	-30	-40	-50	-60	-20 и выше	-30	-40	-50	-60
	Толщина теплоизоляционного слоя из холстов БСТВ-ст или БСТВ-сп, мм										
18	30	30	30	30	40	40	30	30	30	30	30
25	30	30	30	40	40	40	30	30	30	30	40
32	30	30	30	40	40	50	30	30	30	30	40
38	30	30	30	40	40	50	30	30	30	30	40
45	30	30	30	40	50	50	30	30	30	40	40
57	30	30	40	40	50	50	30	30	30	40	40
76	30	30	40	40	50	60	30	30	40	40	40
89	30	30	40	50	50	60	30	30	40	40	50
108	30	30	40	50	50	60	30	30	40	40	50
133	30	30	40	50	60	60	30	30	40	40	50
159	30	30	40	50	60	60	30	30	40	40	50
219	30	30	40	50	60	70	30	30	40	50	50
273	30	40	40	50	60	70	30	30	40	50	50
325	30	40	40	50	60	70	30	30	40	50	50
377	30	40	50	50	60	70	30	30	40	50	50
426	30	40	50	50	60	70	30	30	40	50	50
473	30	40	50	60	60	70	30	30	40	50	50
530	30	40	50	60	60	70	30	30	40	50	50
630	30	40	50	60	70	80	30	40	40	50	60
720	30	40	50	60	70	80	30	40	40	50	60
820	30	40	50	60	70	80	30	40	40	50	60
920	30	40	50	60	70	80	30	40	40	50	60
1020	30	40	50	60	70	80	30	40	40	50	60
1420	30	40	50	60	70	80	30	40	40	50	60
Более 1420*	30	40	50	60	70	80	30	40	40	50	60

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.3.4. Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя из материала базальтового огнезащитного МБОР в конструкции тепловой изоляции, предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на поверхности изоляции трубопроводов и оборудования, расположенных в помещении с относительной влажностью окружающего воздуха не более 60 %.

Наружный диаметр, мм	Вид покрытия												
	металлическое							неметаллическое					
	Температура теплоносителя, °С												
	от 10	-10	-20	-30	-40	-50	-60	от 10	-10	-20	-30	-40	-50	-60

	до 0							до 0						
	Толщина теплоизоляционного слоя из материала МБОР, мм													
18	15	20	25	30	35	35	40	15	15	20	20	25	30	30
25	15	20	25	30	35	40	50	15	15	20	25	25	30	35
32	15	20	25	30	35	40	50	15	15	20	25	25	30	35
38	15	20	25	30	35	40	50	15	15	20	25	30	35	35
45	15	20	25	35	40	50	50	15	15	20	25	30	35	40
57	15	20	30	35	40	50	60	15	15	20	25	30	35	40
76	15	20	30	35	50	50	60	15	15	25	30	35	40	50
89	15	25	30	40	50	50	60	15	20	25	30	35	40	50
108	15	25	30	40	50	60	60	15	20	25	30	35	40	50
133	15	25	30	40	50	60	60	15	20	25	30	35	40	50
159	15	25	35	40	50	60	70	15	20	25	30	35	50	60
219	15	25	35	40	50	60	70	15	20	25	30	40	50	60
273	15	25	35	50	50	60	70	15	20	25	35	40	50	60
325	15	25	35	50	60	60	70	15	20	25	35	40	50	60
377	15	25	35	50	60	70	70	15	20	25	35	40	50	60
426	15	25	35	50	60	70	70	15	20	25	35	40	50	60
473	15	25	35	50	60	70	80	15	20	25	35	40	50	60
530	15	25	35	50	60	70	80	15	20	25	35	40	50	60
630	15	25	35	50	60	70	80	15	20	25	35	40	50	60
720	15	25	35	50	60	70	80	15	20	25	35	40	50	60
820	15	25	35	50	60	70	80	15	20	25	35	40	50	60
920	15	25	35	50	60	70	80	15	20	25	35	40	50	60
1020	15	25	35	50	60	70	80	15	20	25	35	40	50	60
1420	15	25	35	50	60	70	80	15	20	30	35	50	50	60
Более 1420*	15	25	40	50	60	70	90	15	20	30	35	50	50	60

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.3.5. Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя из матов прошивных из базальтового холста МПБ-30, МПБ-50 или плит мягких БВТМ-ПМ в конструкции тепловой изоляции с металлическим покровным слоем, предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на поверхности изоляции трубопроводов и оборудования, расположенных в помещении с относительной влажностью воздуха св. 60 до 75 % вкл.

	Температура теплоносителя, °С							
Наружный диаметр, мм	от 10 до 5	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60
	Толщина теплоизоляционного слоя из матов МПБ-30, МПБ-50 или плит мягких БВТМ-ПМ, мм							
18	20	20	30	40	40	50	60	60
25	20	20	30	40	50	50	60	70
32	20	20	30	40	50	60	60	70

38	20	20	30	40	50	60	70	70
45	20	25	35	40	50	60	70	80
57	20	25	35	50	60	60	70	80
76	20	25	35	50	60	70	80	90
89	20	25	35	50	60	70	80	90
108	20	25	40	50	60	70	80	90
133	20	25	40	50	70	80	90	100
159	20	25	40	60	70	80	90	100
219	20	25	40	60	70	80	90	100
273	20	30	40	60	70	80	100	110
325	20	30	50	60	70	90	100	110
377	20	30	50	60	80	90	100	110
426	20	30	50	60	80	90	100	120
473	20	30	50	60	80	90	100	120
530	20	30	50	60	80	90	110	120
630	20	30	50	60	80	90	110	120
720	20	30	50	60	80	90	110	120
820	20	30	50	60	80	100	110	130
920	20	30	50	60	80	100	110	130
1020	20	30	50	70	80	100	110	130
1420	20	30	50	70	80	100	120	130
Более 1420*	20	30	50	70	90	110	120	140

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.3.6. Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя из холста из базальтовых супертонких волокон БСТВ ст или БСТВ-сп в конструкции тепловой изоляции **с металлическим** покровным слоем, предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на поверхности изоляции трубопроводов и оборудования, расположенных в помещении с относительной влажностью воздуха св. 60 до 75 % вкл.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С						
	от 10 до 0	-10	-20	-30	-40	-50	-60
	Толщина теплоизоляционного слоя из холстов БСТВ-ст или БСТВ-сп, мм						
18	30	30	40	50	50	60	70
25	30	30	40	50	60	60	70
32	30	30	40	50	60	70	70
38	30	40	40	50	60	70	80
45	30	40	50	60	60	70	80
57	30	40	50	60	70	80	80
76	30	40	50	60	70	80	90
89	30	40	50	60	70	80	90
108	30	40	50	70	80	90	100

133	30	40	60	70	80	90	100
159	30	40	60	70	80	90	100
219	30	50	60	70	90	100	110
273	30	50	60	80	90	100	110
325	30	50	60	80	90	100	120
377	30	50	60	80	90	110	120
426	30	50	60	80	90	110	120
473	30	50	60	80	90	110	120
530	30	50	70	80	100	110	120
630	30	50	70	80	100	110	130
720	30	50	70	80	100	110	130
820	30	50	70	80	100	120	130
920	30	50	70	80	100	120	130
1020	30	50	70	80	100	120	130
1420	30	50	70	90	100	120	140
Более 1420*	30	50	70	90	110	130	150

*- в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.3.7. Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя из материала базальтового огнезащитного МБОР в конструкции тепловой изоляции с **металлическим** покровным слоем, предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на поверхности изоляции трубопроводов и оборудования, расположенных в помещении с относительной влажностью воздуха св. 60 до 75 % вкл.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С								
	10	5	0	-10	-20	-30	-40	-50	60
	Толщина теплоизоляционного слоя из материала МБОР, мм								
18	15	15	20	30	35	50	50	60	70
25	15	15	20	30	40	50	60	60	70
32	15	15	20	30	40	50	60	70	70
38	15	15	25	35	40	50	60	70	80
45	15	20	25	35	50	60	60	70	80
57	15	20	25	35	50	60	70	80	90
76	15	20	25	40	50	60	70	80	90
89	15	20	25	40	50	70	80	90	100
108	15	20	30	40	60	70	80	90	100
133	15	20	30	50	60	70	80	90	100
159	15	20	30	50	60	70	80	100	110
219	15	20	30	50	60	80	90	100	110
273	15	20	30	50	60	80	90	100	120
325	15	20	30	50	60	80	90	110	120
377	15	20	30	50	60	80	100	110	120
426	15	20	30	50	70	80	100	110	130

473	15	20	30	50	70	80	100	110	130
530	15	20	30	50	70	80	100	110	130
630	15	25	30	50	70	90	100	120	130
720	15	25	30	50	70	90	100	120	130
820	15	25	30	50	70	90	100	120	140
920	15	25	30	50	70	90	100	120	140
1020	15	25	30	50	70	90	110	120	140
1420	15	25	30	50	70	90	110	130	140
Более 1420*	15	25	35	60	80	100	120	140	150

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.3.8. Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя из матов прошивных из базальтового холста МПБ-30, МПБ-50 или плит мягких БВТМ-ПМ в конструкции тепловой изоляции **с неметаллическим** покровным слоем, предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на поверхности изоляции трубопроводов и оборудования, расположенных в помещении с относительной влажностью воздуха св. 60 до 75 % вкл.

	Температура теплоносителя, °С						
Наружный диаметр, мм	от 10 до 0	-10	-20	-30	-40	-50	-60
	Толщина теплоизоляционного слоя из матов МПБ-30, МПБ-50 или плит мягких БВТМ-ПМ, мм						
18	20	20	25	35	40	40	50
25	20	25	30	35	40	50	50
32	20	25	30	35	50	50	60
38	20	25	30	40	50	50	60
45	20	25	40	40	50	50	60
57	20	25	35	40	50	60	60
76	20	30	35	50	50	60	70
89	20	30	35	50	60	60	70
108	20	30	40	50	60	60	70
133	20	30	40	50	60	70	70
159	20	30	40	50	60	70	80
219	20	30	40	50	60	70	80
273	20	30	40	50	60	70	80
325	20	30	50	60	70	80	80
377	20	35	50	60	70	80	90
426	20	35	50	60	70	80	90
473	20	35	50	60	70	80	90
530	20	35	50	60	70	80	90
630	20	35	50	60	70	80	90
720	20	35	50	60	70	80	90
820	20	35	50	60	70	80	90

920	20	35	50	60	70	80	90
1020	20	35	50	60	70	80	90
1420	20	35	50	60	70	80	100
Более 1420*	20	35	50	60	80	90	100

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.3.9. Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя из холста из базальтовых супертонких волокон БСТВ-ст или БСТВ-сп в конструкции тепловой изоляции **с неметаллическим** покровным слоем, предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на поверхности изоляции трубопроводов и оборудования, расположенных в помещении с относительной влажностью воздуха св. 60 до 75 % вкл.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С						
	от 10 до 0	-10	-20	-30	-40	-50	-60
	Толщина теплоизоляционного слоя из холстов БСТВ-ст или БСТВ-сп, мм						
18	30	30	30	40	40	50	50
25	30	30	30	40	40	50	50
32	30	30	30	40	40	50	60
38	30	30	30	40	50	50	60
45	30	30	30	40	50	50	60
57	30	30	30	50	50	60	70
76	30	30	30	50	60	60	70
89	30	30	30	50	60	60	70
108	30	30	40	50	60	70	70
133	30	30	40	50	60	70	80
159	30	30	40	50	60	70	80
219	30	30	50	60	70	70	80
273	30	40	50	60	70	80	90
325	30	40	50	60	70	80	90
377	30	40	50	60	70	80	90
426	30	40	50	60	70	80	90
473	30	40	50	60	70	80	90
530	30	40	50	60	70	80	90
630	30	40	50	60	70	80	100
720	30	40	50	60	70	90	100
820	30	40	50	60	70	90	100
920	30	40	50	60	70	90	100
1020	30	40	50	60	80	90	100
1420	30	40	50	60	80	90	100
Более 1420*	30	40	50	70	80	90	110

* - в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

Таблица 5.3.10. Рекомендуемая толщина теплоизоляционного слоя из материала базальтового огнезащитного МБОР в конструкции тепловой изоляции **с неметаллическим** покровным слоем, предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на поверхности изоляции трубопроводов и оборудования, расположенных в помещении с относительной влажностью воздуха св. 60 до 75 % вкл.

Наружный диаметр, м	Температура теплоносителя, °С							
	До 5	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60
	Толщина теплоизоляционного слоя из материала МБОР, мм							
18	15	15	25	30	35	40	50	50
25	15	15	25	30	35	40	50	60
32	15	15	25	30	40	50	50	60
38	15	20	25	35	40	50	50	60
45	15	20	25	35	40	50	60	60
57	15	20	30	35	50	50	60	70
76	15	20	30	40	50	60	60	70
89	15	20	30	40	50	60	70	70
108	15	20	30	40	50	60	70	80
133	15	20	30	40	50	60	70	80
159	15	20	35	50	60	60	70	80
219	15	20	35	50	60	70	80	90
273	15	25	35	50	60	70	80	90
325	15	25	35	50	60	70	80	90
377	15	25	35	50	60	70	80	90
426	15	25	35	50	60	70	80	100
473	15	25	35	50	60	70	90	100
530	15	25	35	50	60	70	90	100
630	15	25	35	50	60	80	90	100
720	15	25	35	50	60	80	90	100
820	15	25	35	50	70	80	90	100
920	15	25	40	50	70	80	90	100
1020	15	25	40	50	70	80	90	100
1420	15	25	40	50	70	80	90	110
Более 1420*	15	25	40	60	70	80	100	110

*- в том числе поверхности с большим радиусом кривизны и плоские поверхности.

5.4. Тепловая изоляция трубопроводов с целью предотвращения замерзания содержащейся в них жидкости.

5.4.1. Тепловую изоляцию с целью предотвращения замерзания жидкости при прекращении её движения предусматривают для трубопроводов, расположенных на

открытом воздухе или в неотапливаемых помещениях. Как правило, это актуально для трубопроводов малого диаметра, имеющих малый запас аккумулированного тепла.

5.4.2. Время, на которое тепловая изоляция может предохранить транспортируемую жидкость от замерзания при остановке её движения, зависит от температуры жидкости и окружающего воздуха, скорости ветра, внутреннего диаметра, толщины и материала стенки трубопровода; параметров транспортируемой жидкости. К параметрам, влияющим на длительность периода до начала замерзания относятся: плотность, температура замерзания, удельная теплоёмкость, скрытая теплота замерзания.

Чем больше диаметр трубопровода и выше температура жидкости, тем меньше вероятность замерзания.

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

5.4.3. Толщину тепловой изоляции рассчитывают по формуле (10)

$$\ln\frac{d_{из}}{d_н} = 2\cdot\pi\cdot\lambda_{из}\cdot\left\{\frac{3{,}6\cdot K\cdot z}{\frac{2\cdot(t_ж - t_з)\cdot(v_ж\rho_ж c_ж + v_{ст}\rho_{ст}c_{ст})}{t_ж + t_з - 2\cdot t_0} + \frac{0{,}25\cdot v_ж\rho_ж r_ж}{t_з - t_0}} - \frac{1}{\pi\cdot d_{из}\cdot\alpha_н}\right\}, \quad (10)$$

где: *v*m - объём жидкости на метр длины трубопровода, м3;

*ρ*m - плотность жидкости, кг/м3;

*c*m - удельная теплоемкость жидкости, кДж/(кг·К);

*v*cm - объём стенки на метр длины трубопровода, м3;

*ρ*cm - плотность кг/м3;

*c*cm - удельная теплоемкость материала стенки, кДж/(кг·К);

*r*m - скрытая теплота замерзания (плавления), кДж/кг;

z - время предполагаемой приостановки движения жидкости, час;

K - коэффициент, учитывающий дополнительные потери на опорах трубопроводов.

В частном случае для стального водопровода формула имеет вид:

$$\ln\frac{d_{из}}{d_н} = 2\cdot\pi\cdot\lambda_{из}\left\{\frac{K\cdot z}{2326\cdot\left[\frac{t_ж\cdot(v_ж + 0{,}9\cdot v_{ст})}{t_ж - 2\cdot t_0} - \frac{10\cdot v_ж}{t_0}\right]} - \frac{1}{\pi\cdot d_{из}\cdot\alpha_н}\right\}, \quad (11)$$

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

5.4.5. Коэффициент К, учитывающий дополнительные потери на опорах, следует принимать:

- для стальных трубопроводов на подвижных опорах, условным проходом до 150 мм - 1,2;

- для неметаллических трубопроводов на подвижных и подвесных опорах - 1,05.

5.4.7. Расчетное время, в течение которого тепловая изоляция на основе теплоизоляционных изделий производства ОАО «ТИЗОЛ» позволит предохранить от замерзания холодную воду с начальной температурой 5 и 10°С при аварийной остановке её движения в трубопроводах в зимнее время при расчетной температуре окружающего воздуха до минус 30°С, приведено в таблицах 5.4.1. - 5.4.3.

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

5.4.8. При расчетной температуре окружающего воздуха ниже минус 30°С или для других жидких вязких веществ необходимо проведение расчетов по формулам (10) или (11).

Таблица 5.4.1. Время до начала замерзания воды при остановке ее движения в трубопроводах холодного водоснабжения с температурой +5°С и +10°С, теплоизолированных матами прошивными марок МПБ-30 и МПБ-50 или плитами мягкими марки БВТМ-ПМ.

Наружный диаметр, мм	Температура холодной воды, °С											
	+5						+10					
	Толщина теплоизоляционного слоя из матов прошивных марки МПБ-50, мм											
	40	50	60	80	100	120	40	50	60	80	100	120
	Время до начала замерзания воды в трубопроводе, час											
18	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	-	1,3	1,4	1,5	1,7	1,9	-
25	1,3	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	1,7	1,9	2,1	2,4	2,5	2,7
32	2,0	2,1	2,4	2,8	3,0	3,2	2,5	2,8	3,5	3,4	3,7	4,0
45	3,8	4,3	4,8	5,5	6	6	4,5	5,2	5,7	6	7	8
57	6	7	7	9	10	11	7	8	9	10	11	12
76	8	9	10	12	14	16	10	11	12	15	17	19
89	10	12	14	17	19	21	12	14	16	20	23	25
108	14	17	19	23	26	30	16	19	22	27	31	34
133	19	22	25	31	36	41	22	26	29	36	42	47
159	23	28	32	40	46	52	27	32	37	46	53	60

Таблица 5.4.2. Время до начала замерзания воды при остановке ее движения в трубопроводах холодного водоснабжения с температурой +5°С и +10°С, теплоизолированных матами теплоизоляционными прошивными из базальтового холста МПБ-30 или МПБ-50, холстами из базальтового супертонкого волокна БСТВ ст или БСТВ-сп.

Наружный диаметр, мм	Температура холодной воды, °С											
	+5						+10					
	Толщина теплоизоляционного слоя из матов прошивных марки МПБ-50, мм											
	40	50	60	80	100	120	40	50	60	80	100	120
	Время до начала замерзания воды в трубопроводе, час											
18	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9
25	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	1,6	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6
32	1,9	2,1	2,3	2,6	2,9	3,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,6	3,8
45	3,6	4,0	4,6	5,2	5,9	6	4,3	5,0	5,4	6	7	7
57	5,8	6	7	8	9	10	6	7	8	9	11	12
76	7	9	10	12	13	15	9	10	12	14	16	18
89	10	12	13	16	18	20	12	14	16	19	21	24
108	13	16	18	22	25	28	16	18	21	26	29	33
133	18	21	24	30	34	39	21	25	28	34	40	45
159	22	27	31	38	44	50	26	31	35	44	51	57

Таблица 5.4.3. Время до начала замерзания воды при остановке ее движения в трубопроводах холодного водоснабжения с температурой +5°С и +10°С, теплоизолированных матами теплоизоляционными прошивными из базальтового холста МПБ-30 и МПБ-50.

Наружный диаметр, мм	Температура холодной воды, °С											
	+5						+10					
	Толщина теплоизоляционного слоя из матов прошивных марки М-50, мм											
	40	50	60	80	100	120	40	50	60	80	100	120
	Время до начала замерзания воды в трубопроводе, час											
18	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8
25	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,0	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5
32	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,6
45	3,5	3,9	4,3	5,0	5,6	6	4,2	4,7	5,2	6	6	7
57	5,5	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10	11
76	7	8	9,8	11	13	14	9	10	11	13	15	17
89	10	11	13	15	17	19	11	13	15	18	20	23
108	13	15	17	21	24	27	15	18	20	24	28	31
133	17	20	23	28	33	37	20	23	27	33	38	43
159	21	25	29	36	42	47	25	29	34	42	49	55

5.5. Тепловая изоляция трубопроводов водяных тепловых сетей двухтрубной подземной канальной прокладки.

5.5.1. Для двухтрубной прокладки в одноячейковом непроходном канале линейная плотность теплового потока по заданным теплоизоляционным конструкциям и конструкции непроходного канала определяют по формулам:

для подающего трубопровода:

$$q_1 = \frac{t_{1ж} - t_{гр}}{R_1}, \qquad (12)$$

где: *t*1m - температура теплоносителя в подающем трубопроводе, °С;

*t*гр - температура грунта на глубине заложения трубопровода, °С.

*R*1 - полное термическое сопротивление подающего трубопровода, м2·°С/Вт;

для обратного трубопровода:

$$q_2 = \frac{t_{2ж} - t_{гр}}{R_2}, \qquad (13)$$

где: t2m - температура теплоносителя в обратном трубопроводе, °С;

R2 - полное термическое сопротивление обратного трубопровода, м2·°С/Вт.

Rl = R1mp + Rкан + R1доп, (14)
R2 = R2mp + Rкан + R2доп, (15)

где: R1mp и R2mp - термические сопротивления соответственно для подающего и обратного трубопроводов, м2·°С/Вт;

R1доп, R2доп - дополнительные термические сопротивления взаимного влияния для подающего и обратного трубопроводов, м2·°С/Вт;

Rкан - термическое сопротивление канала, м2·°С/Вт.

R1доп = Ψ1кан·Rкан; (16)
R2доп = Ψ2кан·Rкан; (17)

где: Ψ1кан , Ψ2кан - коэффициенты, определяющие дополнительное термическое сопротивление соответственно для подающего и обратного трубопроводов в канале.

$$\Psi_{1кан} = \left[(t_{2ж} - t_{гр})R_{1тр} - (t_{1ж} - t_{2ж})R_{кан}\right] / \left[(t_{1ж} - t_{гр})R_{2тр} + (t_{1ж} - t_{2ж})R_{кан}\right], \qquad (18)$$

$$\Psi_{2кан} = \left[(t_{1ж} - t_{гр})R_{2тр} + (t_{1ж} - t_{2ж})R_{кан}\right] / \left[(t_{2ж} - t_{гр})R_{1тр} - (t_{1ж} - t_{2ж})R_{кан}\right] \qquad (19)$$

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

а) расчетную среднегодовую температуру теплоносителя подающего и обратного трубопроводов - по таблице 5.5.1;

Таблица 5.5.1.

Температурные режимы водяных тепловых сетей, °С	95-70	150-70	180-70

Трубопровод	Расчетная температура теплоносителя, (tm) °С		
Подающий	65	90	110
Обратный	50	50	50

б) расчетную температуру наружной среды, t0, при глубине заложения до верха канала 0,7 м и менее:

- при круглогодичной работе тепловой сети - среднегодовую температуру наружного воздуха;

- при работе только в отопительный период - среднюю за отопительный период;

в) при глубине заложения верха канала более 0,7 м - среднюю за год температуру грунта на глубине заложения оси трубопроводов.

5.5.3. Рекомендуемая толщина изоляции из теплоизоляционных изделий из супертонкого базальтового волокна производства ОАО «ТИЗОЛ», отвечающая нормам плотности теплового потока, для трубопроводов тепловых сетей двухтрубной подземной канальной прокладки, расположенных в Европейском регионе России, приведена в таблицах 5.5.2. - 5.5.4.

Расчет выполнен для трубопроводов, расположенных на глубине 1,8 м в грунте средней влажности с расчетной теплопроводностью 1,8 Вт/(м·°С), в лотковых одноячейковых каналах (марки МКЛ) с размерами, приведенными в таблице 5.5.5.

Толщины изоляции подающего и обратного трубопровода приняты одинаковыми.

Таблица 5.5.2. Рекомендуемая толщина тепловой изоляции из плит мягких марки **БВТМ-ПМ** в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов тепловых сетей двухтрубной канальной прокладки для Европейского региона России.

Наружный диаметр трубопро-вода, мм	Число часов работы					
	более 5000			5000 и менее		
	Средняя температура теплоносителя в трубопроводе (прямой/обратный), °С					
	65/50	90/50	110/50	65/50	90/50	110/50
	Толщина теплоизоляционного слоя плит БВТМ-ПМ, мм					
57	35	40	50	30	35	35
76	40	50	50	35	35	40
89	40	50	50	35	35	40
108	40	50	50	35	40	40
133	50	50	60	35	40	50
159	50	50	60	35	40	50
219	50	60	60	40	40	50
273	50	60	70	40	50	50
325	50	60	70	40	50	50
377	50	60	70	40	50	50
426	50	60	70	40	50	50
478	50	60	70	40	50	50

530	50	60	70	40	50	50
630	50	60	70	40	50	50
720	50	60	70	40	50	50
820	50	60	70	40	50	50
920	60	60	70	40	50	50
1020	60	60	80	40	50	50
1220	60	70	80	40	50	60
1420	60	70	80	40	50	60

Таблица 5.5.3. Рекомендуемая толщина тепловой изоляции из матов прошивных марки **МПБ-30** или холстов марки **БСТВ-ст (БСТВ-сп)** в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов тепловых сетей двухтрубной канальной прокладки для Европейского региона России.

Наружный диаметр трубопро-вода, мм	Число часов работы					
	более 5000			5000 и менее		
	Средняя температура теплоносителя в трубопроводе (прямой/обратный), °С					
	65/50	90/50	110/50	65/50	90/50	110/50
	Толщина теплоизоляционного слоя из матов МПБ-30 или холстов БСТВ-ст (БСТВ-сп), мм					
57	40	40	50	30	30	40
76	40	40	50	40	40	40
89	40	50	50	40	40	40
108	50	50	60	40	40	40
133	50	50	60	40	40	40
159	50	60	60	40	40	40
219	50	60	60	40	40	50
273	50	60	60	40	50	50
325	50	60	60	40	50	50
377	50	60	60	40	50	50
426	50	60	60	40	50	50
478	50	60	60	40	50	50
530	60	60	70	40	50	50
630	60	60	70	40	50	50
720	60	60	70	40	50	50
820	60	60	70	40	50	50
920	60	60	70	40	50	50
1020	60	60	70	40	50	50
1220	60	60	70	40	50	50
1420	60	60	70	40	50	50

Таблица 5.5.4. Рекомендуемая толщина тепловой изоляции из матов прошивных марки **МПБ-50** в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов тепловых сетей двухтрубной канальной прокладки для Европейского региона России.

Наружный диаметр трубопро-вода, мм	Число часов работы					
	более 5000			5000 и менее		
	Средняя температура теплоносителя в трубопроводе (прямой/обратный), °С					
	65/50	90/50	110/50	65/50	90/50	110/50
	Толщина теплоизоляционного слоя из матов МПБ-50, мм					
57	40	40	40	30	30	40
76	40	40	40	30	40	40
89	40	40	50	30	40	40
108	40	50	50	40	40	40
133	40	50	50	40	40	40
159	50	50	50	40	40	40
219	50	50	50	40	40	40
273	50	60	60	40	40	50
325	50	60	60	40	40	50
377	50	60	60	40	40	50
426	50	60	60	40	40	50
478	50	60	60	40	40	50
530	50	60	60	40	40	50
630	50	60	60	40	40	50
720	50	60	70	40	40	50
820	50	60	70	40	40	50
920	50	60	70	40	40	50
1020	50	60	70	40	40	50
1220	50	60	70	40	50	50
1420	60	60	70	40	50	50

Таблица 5.5.5. Размеры каналов марки МКЛ

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

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. РАСЧЕТНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛООТДАЧИ.

Температура изолируемой поверхности	Изолируемая поверхность	Вид расчета тепловой изоляции	Коэффициент теплоотдачи, αе, Вт/(м2·°С), при расположении изолируемых поверхностей			
			в помещениях, тоннелях, для покрытий с коэффициентом излучения, С, Вт/(м2·К4)		на открытом воздухе, для покрытий с коэффициентом излучения, С, Вт/(м2·К4)	
			≤ 2,33	> 2,33	≤ 2,33	> 2,33
20 и более	плоская поверхность, оборудование, вертикальные трубопроводы	по заданной температуре на поверхности покрытия	6	11	6	11
		остальные виды расчетов	7	12	35	35
	горизонтальные трубопроводы	по заданной температуре на поверхности покрытия	6	10	6	10
		остальные виды расчетов	6	11	29	29
19 и менее	все виды изолируемых объектов	предотвращение конденсации влаги из окружающего воздуха на поверхности покрытия	5	7	-	-
		остальные виды расчетов	6	11	29	29

Примечания:

1. Для трубопроводов, прокладываемых в каналах, коэффициент теплоотдачи от поверхности покровного слоя к воздуху в канале допускается принимать αе = 8 Вт/(м2·°С).

2. Коэффициент теплоотдачи от воздуха к стенке канала допускается принимать равным 8 Вт/(м2·°С).

3. К материалам для покровного слоя с коэффициентом излучения С ≤ 2,33 Вт/(м2·К4) относятся нержавеющая и тонколистовая оцинкованная сталь, листы и ленты из алюминия и алюминиевых сплавов, алюминиевая фольга, а также другие материалы, окрашенные алюминиевой краской. К материалам для покровного слоя с коэффициентом излучения С > 2,33 Вт/(м2·К4) относятся стеклопластики рулонные и прочие материалы

на основе синтетических и природных полимеров, асбестоцементные листы, штукатурки, другие материалы, окрашенные различными красками, кроме алюминиевой.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. РАСХОД ПОКРОВНЫХ И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРОИЗВОДСТВА ОАО «ТИЗОЛ» ПРИ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ И ОБОРУДОВАНИЯ.

1. Расход уплотняющихся материалов производства ОАО «ТИЗОЛ: матов марок МПБ-30, МПБ-50, холстов БСТВ-сп, БСТВ-ст и плит марки БВТМ-ПМ на изоляцию трубопроводов различных диаметров в зависимости от наружного диаметра трубопровода и толщины теплоизоляционного слоя следует определять с учетом коэффициента уплотнения, приведенных в таблице 3.2.

Коэффициент уплотнения учитывает монтажное уплотнение теплоизоляционного материла по толщине и геометрическое уплотнение - за счет разницы внутреннего и наружного периметров теплоизоляционного слоя.

2. Заказной объем уплотняющихся теплоизоляционных изделий для теплоизоляционного слоя без учета трудноустранимых потерь на монтаже определяется с учетом коэффициента уплотнения по формуле:

Vиз = Vк Ку, (П.1)

где:

Vиз - заказной объем (расход) матов, плит и холстов на основе супертонкого базальтового волокна до установки их на трубопровод, м3;

Vк - объем теплоизоляционного слоя матов, плит и холстов на основе супертонкого базальтового волокна в конструкции тепловой изоляции трубопровода, принимаемый по таблице П 2.1., м3;

Ку - коэффициент уплотнения.

Требуемую толщину из теплоизоляционных материалов на основе супертонкого базальтового волокна производства ОАО «ТИЗОЛ» до установки на поверхность изолируемого трубопровода (без уплотнения) следует определять с учетом коэффициента уплотнения по формуле

$$\delta_з = \delta_к \cdot K_у \frac{d_н + \delta_к}{d_н + 2\delta_к}, \quad (П.2)$$

где:

δз - толщина теплоизоляционных изделий до установки на изолируемую поверхность трубопровода, м;

δк - толщина теплоизоляционного слоя из матов, плит и холстов на основе супертонкого базальтового волокна в конструкции, м;

*d*н - наружный диаметр изолируемого трубопровода, м.

При двухслойной изоляции толщину каждого слоя из теплоизоляционных материалов определяют отдельно. При определении толщины наружного (второго) теплоизоляционного слоя за *d*н принимают диаметр изоляции первого слоя.

3. Теплоизоляционные материалы марки МБОР при изоляции оборудования и трубопроводов не уплотняются по толщине.

Объем теплоизоляционного слоя из теплоизоляционных материалов в конструкции в зависимости от толщины тепловой изоляции на 10 метров трубопровода приведены в таблице П 2.1.

4. Расход теплоизоляционных материалов на трудноустранимые потери принимают в размере 3 % от заказного объема тепловой изоляции.

5. Поверхность теплоизоляционной конструкции трубопроводов в зависимости от диаметра трубопровода и толщины тепловой изоляции приведена в таблице П 2.2.

Расход материала покровного слоя теплоизоляционной конструкции горизонтальных трубопроводов следует принимать с учетом перекрытия швов покрытия. Величину перекрытия швов (нахлеста) принимают в зависимости от вида материала защитного покрытия.

Для металлического покрытия горизонтальных участков трубопроводов величина нахлеста составляет 30-40 мм. Для неметаллических рулонных материалов - 50-100 мм.

Расход материала металлического покрытия отводов следует принимать с учетом потерь при изготовлении (раскрое) и перекрытия швов.

Расход элементов (деталей) покрытия в м2 и необходимое количество крепежных деталей на 1 м2 покрытия изоляции трубопроводов и оборудования предварительно может быть принят по таблицам П 2.3. и П 2.4.

Таблица П 2.1. Объем теплоизоляционного слоя из теплоизоляционных материалов производства ОАО «ТИЗОЛ» в конструкции в зависимости от толщины тепловой изоляции на 10 метров трубопровода.

На-ру	Толщина теплоизоляционного слоя в конструкции, мм																										
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	280	300	320

жный диаметр, мм	Объем теплоизоляционного слоя в конструкции с учетом уплотнения на 10 метров трубопровода, м3																														
										0	0	0	0	0	0	0	0	0	0												
18	0,024	0,005	0,007	0,011	0,015	0,019	0,025	0,031	0,037	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	0,03	0,005	0,008	0,012	0,016	0,020	0,026	0,032	0,039	0,047	0,055	0,063	0,073	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	0,03	0,006	0,009	0,013	0,017	0,022	0,028	0,034	0,041	0,049	0,057	0,066	0,076	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	0,04	0,007	0,010	0,014	0,018	0,024	0,030	0,036	0,043	0,051	0,059	0,069	0,079	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	0,04	0,007	0,011	0,015	0,020	0,026	0,032	0,038	0,046	0,054	0,062	0,072	0,081	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57	0,05	0,008	0,012	0,017	0,022	0,028	0,034	0,042	0,05	0,058	0,067	0,076	0,087	0,097	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
76	0,06	0,010	0,015	0,020	0,026	0,032	0,039	0,047	0,055	0,064	0,074	0,084	0,095	1,06	1,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
89	0,07	0,011	0,016	0,022	0,028	0,035	0,043	0,051	0,06	0,069	0,079	0,089	1,01	1,13	1,25	1,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
108	0,08	0,013	0,019	0,025	0,035	0,039	0,047	0,056	0,065	0,075	0,087	0,097	1,09	1,22	1,35	1,48	1,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
133	0,10	0,015	0,022	0,029	0,036	0,045	0,054	0,063	0,073	0,084	0,095	1,07	1,20	1,39	1,47	1,62	1,77	1,93	2,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
159	0,11	0,018	0,025	0,033	0,041	0,050	0,060	0,070	0,081	0,093	1,05	1,18	1,31	1,46	1,60	1,76	1,92	2,08	2,25	2,32	2,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
219	0,15	0,024	0,033	0,042	0,053	0,064	0,075	0,087	0,087	1,14	1,28	1,43	1,58	1,74	1,90	2,08	2,26	2,44	2,63	2,83	3,03	3,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-
273	0,19	0,029	0,039	0,051	0,063	0,075	0,088	1,03	1,17	1,32	1,32	1,65	1,82	1,99	2,18	2,36	2,56	2,76	2,97	3,18	3,41	3,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
325	0,22	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08	1,10	1,11	1,13	1,15	1,16	0,08	2,20	2,22	2,24	2,26	2,28	3,00	3,30	3,53	3,76	4,00	4,26	-	-	-	-	-	-	-	-

		3	6	9	3	7	2	7	4	0	8	6	4	4	4	4	6	7															
377	0,25	0,38	0,52	0,67	0,82	0,98	1,15	1,32	1,50	1,68	1,87	2,07	2,27	2,48	2,70	2,92	3,15	3,38	3,62	3,87	4,12	4,38	4,65	-	-	-	-	-					
426	0,28	0,43	0,59	0,75	0,92	1,09	1,27	1,46	1,63	1,83	2,06	2,27	2,48	2,71	2,94	3,18	3,43	3,68	3,93	4,19	4,46	4,74	5,02	5,31	-	-	-	-					
476	0,31	0,51	0,65	0,83	1,01	1,20	1,40	1,60	1,81	2,02	2,25	2,47	2,71	2,95	3,2	3,45	3,71	3,98	4,25	4,53	4,81	5,10	5,40	5,70	-	-	-	-					
530	0,35	0,56	0,72	0,91	1,11	1,32	1,53	1,76	1,98	2,22	2,45	2,7	2,94	3,2	3,46	3,74	4,01	4,26	4,58	4,88	5,17	5,48	5,80	6,13	6,45	-	-	-					
630	0,41	0,65	0,84	1,07	1,30	1,55	1,79	2,05	2,30	2,65	2,83	3,10	3,39	3,67	3,97	4,27	4,58	4,89	5,21	5,54	5,87	6,22	6,56	6,92	7,27	8,00	-	-					
720	0,47	0,73	0,95	1,21	1,47	1,76	2,04	2,31	2,58	2,88	3,17	3,47	3,78	4,1	4,42	4,75	5,09	5,43	5,78	6,14	6,49	6,86	7,23	7,62	8,00	8,89	-	-					
820	0,53	0,83	1,08	1,37	1,65	1,96	2,26	2,58	2,89	3,22	3,54	3,88	4,22	4,57	4,92	5,28	5,65	6,03	6,41	6,79	7,16	7,58	7,99	8,41	8,82	9,67	10,55	-					
920	0,59	0,92	1,21	1,58	1,95	2,23	2,51	2,86	3,20	3,56	3,92	4,29	4,66	5,03	5,43	5,82	6,22	6,62	7,03	7,46	7,88	8,31	8,74	9,18	9,63	10,55	11,49	-					
1020	0,65	1,02	1,33	1,67	2,04	2,40	2,76	3,14	3,52	3,91	4,30	4,70	5,10	5,51	5,93	6,35	6,78	7,22	7,66	8,12	8,57	9,03	9,50	9,87	10,45	11,43	12,43	13,46					
1220	0,77	1,18	1,58	2,00	2,41	2,84	3,26	3,70	4,14	4,60	5,05	5,52	5,98	6,45	6,93	7,42	7,91	8,41	8,92	9,44	9,95	10,47	11,10	11,54	12,08	12,25	14,32	15,47					
1420	0,91	1,37	1,80	2,30	2,80	3,30	3,80	4,30	4,80	5,30	5,80	6,3	6,70	7,40	7,94	8,49	9,04	9,61	10,17	10,75	11,33	11,91	12,51	13,11	13,72	14,95	16,20	17,48					

Таблица П 2.2. Поверхность теплоизоляционной конструкции на 10 метров длины трубопровода в зависимости от толщины теплоизоляционного слоя из материалов производства ОАО «ТИЗОЛ»

Наружный диаметр, мм	Толщина теплоизоляционного слоя в конструкции, мм																										
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	280	
	Поверхность покровного слоя на 10 метров трубопровода, м3																										

18	1,8	2,4	3,1	3,7	4,3	5,0	5,6	6,2	6,8	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	2,1	2,7	3,3	3,9	4,6	5,2	5,8	6,4	7,1	7,7	8,3	9,0	9,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	2,3	2,9	3,5	4,1	4,8	5,4	6,0	6,7	7,3	7,9	8,5	9,2	9,8		-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	2,5	3,1	3,7	4,3	5,0	5,6	6,2	6,8	7,5	8,1	8,7	9,4	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	3,7	3,3	3,9	4,6	5,2	5,8	6,4	7,1	7,7	8,3	9,0	9,6	10,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57	3,1	3,7	4,3	4,9	5,6	6,2	6,8	7,4	8,1	8,7	9,3	9,95	10,6	11,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
76	3,7	4,3	4,9	5,5	6,2	6,8	7,4	8,0	8,7	9,3	9,9	10,5	11,2	11,8	12,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
89	4,1	4,7	5,3	5,9	6,6	7,2	7,8	8,4	9,1	9,7	10,4	11,0	11,6	12,2	12,8	13,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
108	4,7	5,3	5,9	6,5	7,2	7,8	8,4	9,1	9,7	10,3	10,9	11,7	12,2	12,8	13,4	14,1	14,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
133	5,5	6,1	6,7	7,3	8,0	8,6	9,2	9,9	10,5	11,1	11,7	12,3	13	13,6	14,2	14,9	15,5	16,1	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
159	6,3	6,9	7,5	8,1	8,8	9,4	10,0	10,6	11,3	11,9	12,5	13,2	13,8	14	15,1	15,7	16,3	17,0	17,6	18,2	18,8	-	-	-	-	-	-	-	-
219	8,1	8,8	9,4	10,0	10,6	11,3	11,9	12,5	13,2	13,8	14,5	15,0	15,7	16,3	16,9	17,6	18,2	18,8	19,4	20,1	20,7	21,3	-	-	-	-	-	-	-
273	9,8	10,5	11,1	11,7	12,3	13,0	13,6	14,6	14,9	15,5	16,1	16,7	17,4	18,0	18,6	19,2	19,9	20,5	21,1	21,8	22,4	23,0	-	-	-	-	-	-	-
325	11,5	12,1	12,6	13,3	14,0	14,6	15,2	15,9	16,5	17,1	17,7	18,4	19,0	19,6	20,3	20,9	21,5	22,2	22,8	23,4	24,0	24,6	25,3	-	-	-	-	-	-
377	13,1	13,7	14,4	15,0	15,6	16,2	16,9	17,5	18,1	18,8	19,4	20	20,6	21,3	21,9	22,5	23,1	23,8	24,4	25,1	25,7	26,3	26,9	-	-	-	-	-	-
426	14,6	15,3	15,9	16,5	17,2	17,8	18,4	19,0	19,7	20,3	20,9	21,6	22,2	22,8	23,4	24,1	24,7	25,3	25,9	26,6	27,2	27,9	28,5	29,1	-	-	-	-	-
476	16,2	17,0	17,5	18,1	18,7	19,3	20,0	20,6	21,2	21,9	22,5	23,1	23,7	24,4	25,0	25,5	26,3	26,9	27,5	28,1	28,8	29,4	30,0	30,6	-	-	-	-	-
530	17,9	17,6	19,1	19,8	20,4	21,0	21,6	22,3	22,9	23,5	24,1	24	25,4	26,1	26,7	27,3	28,0	28,6	29,2	29,8	30,5	31,1	31,7	32,3	33,0	-	-	-	
630	21,0	21,7	22,3	22,9	23,6	24,2	24,8	25,4	26,1	26,7	27,3	27,9	28,6	29,3	29,8	30,5	31,1	31,7	32,3	32,9	33,6	34,2	34,9	35,5	36,1	37,4	-	-	
720	23,9	23,5	25,1	25,7	26,4	27,0	27,6	28,3	28,9	29,5	30,1	30,8	31,4	32	32,7	33,3	33,9	34,6	35,2	35,8	36,4	37,1	37,7	38,3	38,9	40,2	-	-	
820	27,0	27,2	28,3	28,4	29,5	30,1	30,8	31,4	32,0	32,7	33,3	33,9	34,5	35,1	35,8	36,5	37,1	37,7	38,3	38,9	39,6	40,2	40,9	41,5	42,1	43,3	44,6	-	
920	30,2	30,8	31,4	32,0	32,8	33,3	33,9	34,5	35,2	35,9	36,4	37,1	37,7	38,3	38,9	39,6	41,2	41,9	41,5	42,1	42,7	43,3	44,0	44,6	45,2	46,5	47,7	-	
1020	33,3	33,9	34,5	35,2	35,8	36,4	37,1	37,7	38,3	38,9	39,6	40,2	40,8	41,5	42,1	42,7	43,3	44,0	44,6	45,2	45,8	46,5	47,1	47,7	48,4	49,6	50,9	52,1	
1212	39	39	40	41	42	42	43	44	44	45	45	46	47	47	48	49	49	50	50	51	52	52	53	54	54	55	57	58	

| | | |