



Теплоизоляционные изделия из экструзионного пенополистирола **ТЕХНОНИКОЛЬ** в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов

Рекомендации по применению
с альбомом технических решений

**Открытое акционерное общество
«Инжиниринговая компания по теплотехническому строительству
«ТЕПЛОПРОЕКТ»**

ООО «ТехноНИКОЛЬ – Строительные Системы»

ТР 12149 –ТИ.2019

**ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ ИЗ
ЭКСТРУЗИОННОГО ПЕНОПОЛИСТИРОЛА
«ТЕХНОНИКОЛЬ XPS»
В КОНСТРУКЦИЯХ ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИИ
ТРУБОПРОВОДОВ**

**Рекомендации по применению
с альбомом технических решений**

**Москва
2019 г.**

ВВЕДЕНИЕ

Альбом технических решений по применению изделий ТЕХНОНИКОЛЬ XPS в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов и оборудования ТР 12147-ТИ.2019 разработан институтом «Теплопроект» в соответствии с действующими нормами на проектирование тепловой изоляции, с учетом требований пожарной безопасности и охраны окружающей среды, техническими условиями и другими разрешительными документами на теплоизоляционные изделия.

Экструзионный пенополистирол – обладает уникальными теплофизическими и эксплуатационными свойствами, позволяющими широко использовать его в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов и воздухопроводов круглого сечения. Благодаря своей структуре изделия из экструзионного пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ XPS обладают стабильными теплотехническими показателями и необычайно высокой прочностью на сжатие. ТЕХНОНИКОЛЬ XPS - экологически чистый материал с закрытыми порами, по природе химически инертный, не подвержен гниению, не содержит озоноразрушающих веществ.

Экструзионный вспененный полистирол для производства изделий ТЕХНОНИКОЛЬ XPS изготавливается методом экструзии из полистирола общего назначения на высокотехнологичном оборудовании с полной автоматизацией, от подачи и дозировки сырья до упаковки готовой продукции.

Закрытая микрочастистая структура, отсутствие капиллярного поглощения, высокое сопротивление сжатию и изгибу при небольшой плотности, незначительное водопоглощение, превосходные теплоизоляционные свойства, безопасность для здоровья - главные достоинства этого материала, широко используемого в качестве тепловой изоляции трубопроводов водопровода, канализации, вентиляции, газопроводов, нефтепроводов и холодильного оборудования.

Закрытопористая структура препятствует диффузии водяного пара в теплоизоляционную конструкцию и к поверхности изолируемого объекта, что делает его наиболее приемлемым материалом для изоляции объектов с отрицательными температурами содержащихся в них веществ.

Полуцилиндры и сегменты ТЕХНОНИКОЛЬ XPS изготавливаются путем фигурного вырезания нагретой нихромовой проволоки из плит ТЕХНОНИКОЛЬ XPS.

1. НОМЕНКЛАТУРА И ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ «ТЕХНОНИКОЛЬ XPS»

1.1. Предприятие ООО «ТехноНИКОЛЬ – Строительные Системы» производит теплоизоляционные полуцилиндры и сегменты из экструзионного пенополистирола по ТУ 22.21.41-118-72746455-2018 марок:

- ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF ПЦ (полуцилиндры);
- ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF С (сегменты);
- ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON SOLID ПЦ (полуцилиндры);
- ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON SOLID С (сегменты).

1.2. Основные технические характеристики полуцилиндров и сегментов из экструзионного пенополистирола приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 — Технические характеристики полуцилиндров и сегментов из экструзионного пенополистирола

Наименование показателя	Значение для марки ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON	
	PROF ПЦ/С	SOLID ПЦ/С
Прочность на сжатие при 10% относительной деформации, кПа, не менее	200	500
Теплопроводность, Вт/(м·К), не более, при температуре 25°C	0,030	0,032
Водопоглощение за 24 часа, по объему, не более, %	0,2	0,2
Паропроницаемость, мг/м·ч·Па, не более	0,014	0,014
Температура применения, °С	от -70 до +75*	
Группа горючести	Г4	
Группа дымообразующей способности/токсичности	Д3 / Т2	
Группа воспламеняемости	В2	

* - возможно применение при температуре до 115°C при устройстве промежуточного предохранительного слоя из температуростойких волокнистых материалов.

** - группа горючести – по ГОСТ 30244-94; группа по воспламеняемости – по ГОСТ 30402-96; группа дымообразующей способности – по ГОСТ 12.1.044-2018; группа распространения пламени – по ГОСТ Р 51032-97.

1.3. Номинальные размеры выпускаемых изделий указаны в таблице 1.2.

Размеры изделий, указанные в таблице 1.2 могут отличаться по согласованию с заказчиком.

							ТР 12149-ТИ.2019	Лист
								5
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

							ТР 12149-ТИ.2019	Лист
								6
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

Таблица 1.2 — Номинальные размеры выпускаемых изделий

Диаметр трубопровода, мм	Размеры изделий		
	Внутренний диаметр, мм	Длина, мм	Толщина, мм
Полуцилиндры			
57	60	2400	30; 40; 50; 60; 80; 100
76	80	2400	30; 40; 50; 60; 80; 100
89	95	2400	40; 50
108	115	2400	40; 50
Сегменты			
89	95	2400	60; 80; 100
108	115	2400	60; 80; 100
114	120	2400	40; 50; 60; 80; 100
133	140	2400	40; 50
159	165	2400	40; 50; 60; 80; 100
219	225	2400	40; 50; 60; 80; 100
273	280	2400	50; 60; 80; 100
325	330	2400	40; 50; 60; 80; 100
426	435	2400	30; 40; 50; 60; 80; 100
529	540	2400	50; 60; 80; 100
630	640	2400	50; 60; 80; 100
720	730	2400	50; 60; 80; 100
820	830	2400	50; 60; 80; 100
920	930	2400	50; 60; 80; 100
1020	1030	2400	60; 80; 100; 100
1220	1230	2400	60; 80; 100
1220	1233	2400	100
1420	1430	2400	60; 80; 100
1420	1436	2400	100

1.4. Предприятие ООО «ТехноНИКОЛЬ – Строительные Системы» производит следующие марки теплоизоляционных плит из экструзионного пенополистирола по СТО 72746455—3.3.1—2012 для тепловой изоляции трубопроводов:

- ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF;
- ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON SOLID тип А.

1.5. Основные технические характеристики плит теплоизоляционных из экструзионного пенополистирола приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 — Технические характеристики плит теплоизоляционных из экструзионного пенополистирола

Наименование показателя	Значение для марки ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON			
	PROF	SOLID 500	SOLID 700	SOLID 1000
Прочность на сжатие при 10% относительной деформации, кПа, не менее	250	500	700	1000
Прочность при изгибе, кПа, не менее при толщине 40-79мм	250	400	550	650
при толщине более 80мм	250	300	550	650
Теплопроводность, Вт/(м·К), не более, при температуре 25°С				
при толщине 40-49мм	0,029		0,031	
при толщине 50-79мм	0,029		0,030	
при толщине более 80мм	0,030		0,032	
Водопоглощение за 24 часа, по объему, не более, %	0,2		0,2	
Температура применения, °С	от -70 до +75*			
Группа горючести*	Г4 / Г3			
Группа дымообразующей способности/токсичности	Д3 / Т2			
Группа воспламеняемости	В2			

1.6. Номинальные размеры выпускаемых изделий указаны в таблице 1.4.

Таблица 1.4 — Номинальные размеры выпускаемых изделий

Параметр	Значение для марки	
	CARBON PROF	CARBON SOLID тип А
Толщина, мм	40 – 100	40 – 100
Длина, мм	1180	1180
Ширина, мм	580	580

Возможно изготовление плит других размеров по согласованию с потребителем.

1.7. Экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ XPS – экологически чистый материал, по природе химически инертный, не подвержен гниению.

Изделия из пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ XPS обладают достаточно высокой химической стойкостью по отношению к большинству используемых в строительстве материалов и веществ: битумным смесям, извести, цементу, не содержащим растворителей клеем, краскам, кислотам и щелочам.

Некоторые органические вещества (включая содержащие растворители, каменноугольную смолу и ее производные, разбавители красок, а также широко употребляемые растворители

Ширина компенсационных вставок 50 мм. При двухслойной изоляции вставки предусматриваются в каждом слое со смещением относительно друг друга.

3.9. В качестве покровного слоя тепловой изоляции из полуцилиндров и сегментов из пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ XPS предусматривается:

- металлическое покрытие из алюминия, оцинкованной или нержавеющей стали;
- штукатурное покрытие;
- покрытие из стеклопластика рулонного РСТ или других рулонных материалов.

Характеристики материалов для покровного слоя приведены в разделе 5.

3.10. При применении металлического покровного слоя в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с отрицательными температурами, для предохранения пароизоляционного слоя из алюминиевой фольги от повреждения в процессе эксплуатации и монтажа может быть предусмотрен предохранительный слой из стеклоткани, стеклохолста, полотна холстопрощивного, иглопробивного или других рулонных материалов. Предохранительный слой устанавливается между покровным и пароизоляционным слоями.

При применении пароизоляционного слоя из полиэтиленовой пленки, рубероида, битума или битумных мастик предохранительный слой не устанавливается.

3.11. В конструкциях тепловой изоляции вертикальных трубопроводов при применении металлического покрытия следует предусматривать опорные конструкции (разгружающие устройства) с шагом 3 – 4 метра по высоте, предотвращающие деформацию и сползание металлического покрытия.

Конструкция тепловой изоляции не должна иметь сквозных теплопроводных включений («мостиков холода»).

При проектировании разгружающих устройств, сквозные элементы или их части рекомендуется предусматривать из материалов с теплопроводностью не более 0,3 Вт/(м·°С) для снижения теплового потока и разности температур между поверхностью изоляции и окружающим воздухом в месте установки разгружающего устройства.

При необходимости, в местах установки разгружающих устройств, предусматриваются температурные швы в теплоизоляционном слое и в металлическом покрытии.

3.12. Изделия из пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ XPS в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов, расположенных на открытом воздухе, должны быть защищены от воздействия ультрафиолетового излучения покровным слоем.

3.13. При применении покрытий на открытом воздухе следует учитывать допустимую температуру применения материала покровного слоя. Это особенно важно при расположении изолируемых объектов в районах Крайнего Севера и Сибири, где температура в зимнее время опускается ниже минус 40°С. Рулонные стеклопластики и покрытие из оцинкованной стали не рекомендуются к применению в районах, где температура окружающего воздуха опускается ниже минус 40°С.

3.14. Трубопроводы подземной бесканальной прокладки с теплоизоляционным слоем из пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON SOLID должны иметь герметичное гидроизоляционное покрытие, выполняемое по поверхности трубы.

Допускается применение полуцилиндров и сегментов из пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ XPS без покровного слоя в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов подземной канальной прокладки.

3.15. В качестве покровного слоя может быть применено штукатурное покрытие.

Для покрытия изоляции объектов, расположенных на открытом воздухе, применяют асбестоцементный или песчано-цементный растворы.

Для покрытия изоляции объектов, расположенных в помещении, применяют асбозуритовый, асбозуритоцементный растворы или растворы, содержащие гипс. Поверхность асбозуритовой и асбозуритоцементной штукатурок оклеивают тканью с целью повышения их механической прочности и увеличения срока службы.

Для трубопроводов, подвергающихся вибрации, следует предусматривать оклейку штукатурного покрытия с последующей окраской.

Для оклейки применяются миткаль, бязь техническая, парусина, мешковина, марля, стеклоткань; тонкие стеклосетки с мелкой ячейкой. В качестве клеящего состава используют крахмал, огнеупорную глину, лаки и краски, которыми окрашивают поверхность ткани. Для окраски покрытия применяют масляную краску, краску БТ-177, перхлорвиниловые лаки и эмали.

3.16. При применении полуцилиндров и сегментов из экструзионного пенополистирола для изоляции трубопроводов с температурой от 76 до 115°С для предохранения пенополистирола от температурных воздействий между теплоизоляционным слоем и поверхностью трубопровода следует предусматривать установку промежуточного предохранительного слоя из температуростойких волокнистых материалов.

Рекомендуется применять изделия из стеклянного штапельного волокна, минеральной или базальтовой ваты.

Расчет толщины теплоизоляционного слоя из пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ XPS и предохранительного слоя следует производить по методике, приведенной в разделе 6.

3.17. Антикоррозионное покрытие трубопроводов не должно содержать органических растворителей и быть совместимым с экструзионным пенополистиролом.

							Лист
							15
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

ТР 12149-ТИ.2019

Лист

15

							Лист
							16
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

ТР 12149-ТИ.2019

Лист

16

4. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ «ТЕХНОНИКОЛЬ XPS»

4.1. Конструкции тепловой изоляции для трубопроводов.

4.1.1. Рекомендуется применять следующие марки изделий ТЕХНОНИКОЛЬ XPS в зависимости от наружного диаметра трубопровода:

- для трубопроводов наружным диаметром 57 – 108 мм рекомендуется применять полуцилиндры марки ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF/SOLID;
- для трубопроводов наружным диаметром 133 – 1420 мм рекомендуется применять сегменты марки ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF/SOLID.

Полуцилиндры и сегменты ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF применяются для теплоизоляции трубопроводов, прокладываемых любым способом, кроме бесканального. При бесканальной прокладке в грунте следует использовать изделия марки ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON SOLID

4.1.2. Изделия могут устанавливаться на изолируемую поверхность в один или два слоя насухо или с использованием клеящих мастик с учетом их совместимости с пенополистиролом. При изоляции в два слоя изделия следует устанавливать с перекрытием швов.

4.1.3. Для крепления полуцилиндров и сегментов из экструзионного пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON рекомендуется применять бандажки из лент из нержавеющей стали толщиной 0,5 мм шириной 12 – 20 мм, или стальной упаковочной ленты 0,7х20 мм. Бандажки крепятся пряжками из нержавеющей или оцинкованной (для бандажей из стальной упаковочной ленты) стали. Могут быть применены бандажки из упаковочной полиамидной ленты. Шаг установки бандажей 500 мм.

4.1.4. При установке изделий из пенополистирола на изолируемый трубопровод с применением битумных (или других) мастик, мастика наносится на поверхность трубопровода толщиной слоя 2 – 3 мм. Изделия устанавливаются на мастичный слой и закрепляются бандажками. Швы между изделиями при установке на мастике также рекомендуется промазать мастикой.

Если при этом производится герметизация швов металлического покрытия, пароизоляционный слой можно не предусматривать.

При применении в качестве покрытия упругих рулонных материалов следует установить герметичный пароизоляционный слой.

4.1.5. Для изоляции отводов трубопроводов наружным диаметром 57 – 108 мм применяются полуцилиндры из пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON, из которых нарезаются сегменты.

Для изоляции отводов трубопроводов могут быть изготовлены отводы (колена) из сегментов, нарезанных из полуцилиндров. Элементы отводов рекомендуется склеить клеями или мастиками, совместимыми с пенополистиролом.

Для изоляции отводов 90° трубопроводов наружным диаметром 57 – 76 мм могут быть применены скорлупы, разрезанные под углом 45°, которые соединяются встык на изолируемом трубопроводе.

Для изоляции отводов трубопроводов диаметром 133 – 1420 мм с помощью клеевых соединений также могут быть изготовлены готовые отводы из пенополистирола. Крепление отводов производится бандажками.

4.1.6. При необходимости применения съемной изоляции для отводов трубопроводов, рекомендуется поверх теплоизоляционного слоя устанавливать съемные секционные конструкции

										Лист
										17
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата					

покрытия с креплением на замках.

Съемные теплоизоляционные конструкции могут быть предусмотрены для отводов и прямых участков трубопроводов, если требуется применение сборно-разборных конструкций для проведения периодического контроля состояния металла трубопроводов или сварных швов (как, например, при изоляции газопроводов).

4.1.7. Если изготовление готовых отводов невозможно, отводы трубопроводов следует изолировать изделиями из минераловатного штапельного волокна на синтетическом связующем. Крепление волокнистого теплоизоляционного материала производится бандажками или кольцами из проволоки диаметром 2 мм. При изоляции трубопроводов с отрицательными температурами для крепления теплоизоляционного слоя на отводах следует применять оцинкованную проволоку.

При изоляции отводов трубопроводов волокнистыми материалами в технологических установках с большим количеством отводов не требуется устройства температурных швов в теплоизоляционном слое. Компенсация температурных деформаций происходит за счет применения волокнистых материалов для изоляции отводов.

При изоляции отводов теплоизоляционные материалы из стекловолокна, минеральной или базальтовой ваты следует уплотнять в соответствии с требованиями СП 61.13330.2012.

4.1.8. В двухслойных конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с температурой от 76 до 115°С для крепления промежуточного слоя из волокнистых материалов могут применяться бандажки из ленты стальной упаковочной или проволочные кольца. Элементы крепления устанавливаются с шагом 500 мм по длине трубопровода.

Изделия из минераловатного волокна следует устанавливать с уплотнением по толщине. Коэффициент уплотнения зависит от плотности применяемого материала. Плотность теплоизоляционного слоя из минераловатных изделий в конструкции должна быть не менее 35 – 40 кг/м³.

Коэффициент уплотнения следует принимать в соответствии с требованиями СП 61.13330.2012.

4.1.9. Элементы металлического покрытия следует устанавливать с перекрытием швов (с нахлестом) не менее 40 мм.

Кромки продольного нахлеста элементов покрытия смежных конструкций тепловой изоляции трубопроводов должны быть смещены друг относительно друга в шахматном порядке на расстояние не более, чем на 30 – 50 мм. Продольный нахлест конструкции должен располагаться не выше уровня горизонтальной оси трубопровода. Для придания жесткости, края элементов должны быть прозигованы.

Торцевая теплоизоляционная конструкция перед фланцевым соединением или арматурой на трубопроводе закрывается плоскими, составными, гофрированными или разрезными диафрагмами. Если фланцевое соединение не подлежит изоляции – торцы конструкций оформляются «под конус».

4.1.10. Крепление металлического покровного слоя предусматривается:

- бандажками при диаметре изоляции до 600 мм вкл.
- винтами самонарезающими при диаметре изоляции более 600 мм.

Шаг установки бандажей 500 мм по длине трубопровода, винтов – 150 мм по продольному шву, 250 – 300 по окружности. Материал, применяемый для изготовления бандажей, должен соответствовать материалу покрытия.

4.1.11. Рекомендуемая толщина металлических листов и лент, применяемых для покровного слоя, в зависимости от наружного диаметра теплоизоляционной конструкции приведена в

										Лист
										18
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата					

таблице 4.1.

Таблица 4.1 — Толщина металлических листов и лент, применяемых для покровного слоя в зависимости от наружного диаметра теплоизоляционной конструкции

Материал покровного слоя	Диаметр изоляции трубопровода, мм		
	Толщина листа, мм		
	350 и менее	св. 350 до 600	св. 600 до 1620
Листы и ленты из нержавеющей стали	0,35 – 0,5	0,5	0,5 – 0,8
Листы из тонколистовой стали, в том числе с полимерным покрытием	0,35 – 0,5	0,5 – 0,8	0,8
Листы из алюминия и алюминиевых сплавов	0,3	0,5 – 0,8	0,8
Ленты из алюминия и алюминиевых сплавов	0,25-0,3	0,3-0,8	0,8

Примечания.

1. В качестве покровного слоя теплоизоляционных конструкций диаметром изоляции более 600 до 1600 мм, расположенных в помещении с неагрессивными и слабоагрессивными средами, допускается применять металлические листы и ленты толщиной 0,6 мм.

2. Листы и ленты из алюминия и алюминиевых сплавов толщиной 0,25-0,3 мм рекомендуется применять гофрированными

4.1.12. Покрытие из рулонного стеклопластика, стеклотекстолита, пленки виниловой каландрированной или других упругих материалов рекомендуется предусматривать для трубопроводов диаметром изоляции не более 650 мм.

Крепление покрытия из рулонного стеклопластика производится бандажами или кольцами из проволоки диаметром 2 мм. Шаг установки бандажей – 500 мм по длине трубопровода.

Из стеклотекстолита, пленки виниловой каландрированной или листового стеклопластика могут быть изготовлены элементы покрытия (картины) с обрамлением шва металлическими планками. Крепление элементов покрытия осуществляется самонарезающими винтами по планке. Шаг установки винтов такой же, как при применении металлического покровного слоя.

4.1.13. Штукатурное покрытие выполняется по армирующей металлической сетке. Для армирования применяют сетку стальную плетеную с ромбической ячейкой 12x1,2, 12x1,4.

Толщину штукатурного покрытия при укладке по основанию из экструзионного пенополистирола в зависимости от диаметра изолируемого трубопровода рекомендуется принимать:

- для трубопроводов диаметром 57 – 133 мм – 10 мм;
- для трубопроводов диаметром 159 мм и более – 15 мм.

В штукатурном защитном покрытии следует предусматривать температурные швы в виде разрывов в покрытии шириной 8 – 10 мм с шагом 5 м по длине трубопровода. Температурные швы заполняют волокнистым теплоизоляционным материалом и закрывают накладками из оцинкованной стали. Накладки из алюминиевого листа не применяются.

Может быть предусмотрено штукатурное покрытие по армирующей щелочестойкой стеклосетке, аналогичное применяемому при наружном утеплении зданий при изоляции пенополистиролом («мокрый» фасад).

4.1.14. Для предотвращения повреждения пароизоляционного слоя в конструкциях изоляции трубопроводов с отрицательными температурами крепление покровного слоя рекомендуется

производить бандажами.

Возможно применение элементов покрытия с отбортовкой и креплением болтами и гайками или другие способы крепления покрытия.

При применении винтового крепления должна быть предусмотрена установка предохранительного слоя из волокнистых материалов толщиной более длины винта.

Допускается устройство воздушного зазора между пароизоляционным слоем и металлическим покрытием.

4.1.15. В конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с отрицательными температурами транспортируемых веществ должен быть предусмотрен пароизоляционный слой. Дополнительно могут быть герметизированы швы металлического покровного слоя.

Швы пароизоляционного слоя и места примыкания к опорным конструкциям, фланцам, оборудованию должны быть герметизированы. Повреждение пароизоляционного слоя в процессе монтажа и эксплуатации не допускается.

В качестве пароизоляционного слоя могут быть предусмотрены:

- пленка полиэтиленовая с проклейкой швов липкой лентой;
- фольга алюминиевая с проклейкой швов лентой алюминиевой с липким слоем или с применением клеящих составов;
- рубероид с проклейкой швов битумом или битумной мастикой.

Могут быть применены другие виды паронепроницаемых материалов.

4.1.16. Разгружающие устройства, предусматриваются на вертикальных участках трубопроводов в конструкциях изоляции с металлическим покрытием.

Разгружающие устройства состоят из разгружающих колец с ребрами, которые изготавливаются из лент или полос из углеродистой или нержавеющей стали (в зависимости от материала трубопроводов) шириной 30 мм, толщиной 2 - 3 мм.

Разгружающие кольца в зависимости от диаметра изолируемого трубопровода могут состоять из одного (до диаметра 108 мм), двух (до диаметра 1020 мм) или трех элементов (диаметр 1220 – 1420 мм). Разгружающие кольца крепятся на трубопроводе болтами и гайками.

На разгружающие кольца устанавливается диафрагма из материала покровного слоя или текстолита (в конструкциях изоляции для трубопроводов с отрицательными температурами). Навесные скобы (кляммеры), поддерживающие покровный слой, крепятся к диафрагме винтами.

В местах установки разгружающих устройств выполняются температурные швы в металлическом покровном слое и вставки из упругих материалов в теплоизоляционном слое из изделий из пенополистирола при необходимости.

Если допускается приварка, к трубопроводу можно приварить кронштейны (ребра), на которые затем можно установить металлическую диафрагму или диафрагму из текстолита.

4.1.17. При изоляции трубопроводов подземной бесканальной прокладки швы изделий из пенополистирола могут быть проклеены полиуретановым клеем для изделий из пенополистирола и должно быть предусмотрено водонепроницаемое покрытие для теплоизоляционного слоя. Может быть выполнено покрытие из двух слоев рубероида с установкой на битуме или битумной мастике, или другие виды водонепроницаемых материалов.

4.1.18. На магистральных трубопроводах тепловых сетей, нефтепроводов необходимо устройство противопожарных вставок из негорючих теплоизоляционных материалов, являющихся препятствием для распространения горения.

Следует предусматривать вставки из негорючих материалов длиной не менее 3 м при надземной прокладке через каждые 100м, на вертикальных участках через 10м, а также не вводе

5. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ КОНСТРУКЦИЙ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ С ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫМ СЛОЕМ ИЗ ИЗДЕЛИЙ «ТЕХНОНИКОЛЬ XPS»

5.1. Выбор материалов для кровного слоя тепловой изоляции конструкций с теплоизоляционным слоем из полужидких или сегментов из экструзионного пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ XPS следует производить с учетом их технических характеристик.

Необходимо учитывать следующие характеристики материала:

- прочность;
- гибкость;
- водонепроницаемость;
- горючесть;
- морозостойкость;
- допустимую температуру применения;
- коррозионную стойкость к атмосферным воздействиям и возможному воздействию транспортируемых веществ;
- стойкость к солнечной радиации;
- биостойкость;
- конструктивные свойства;
- декоративность.

5.2. В составе теплоизоляционных конструкций с теплоизоляционным слоем из изделий ТЕХНОНИКОЛЬ XPS в качестве кровного слоя в зависимости от требований, предъявляемых к конструкциям, могут применяться материалы, приведенные в таблице 5.1.

Таблица 5.1 — Материалы, применяемые в качестве кровного слоя в зависимости от требований, предъявляемых к конструкциям в составе теплоизоляционных конструкций с теплоизоляционным слоем из изделий ТЕХНОНИКОЛЬ XPS

Материал, ГОСТ или ТУ	Группа горючести	Применяемая толщина, мм	Срок службы, год	
			вне помещения	в помещении
Металлические				
Листы из алюминия и алюминиевых сплавов ГОСТ 21631-76, марки АД0, АД1, АМц, Амг2	НГ	0,3 - 1,0	12-15	14-17
Ленты из алюминия и алюминиевых сплавов ГОСТ 13726-97 марки АД0, АД1, АМц, Амг2	НГ	0,3 - 1,0	10-12	12-14
Прокат тонколистовой коррозионностойкой, жаропрочной и жаростойкой ГОСТ 5582-75	НГ	0,3 – 0,8	18-20	18-25
Лента холоднокатаная из коррозионностойкой и жаростойкой стали ГОСТ 4986-79	НГ	0,3 – 0,8	18-20	18-25
Сталь тонколистовая оцинкованная непрерывных линий ГОСТ 14918-80	НГ	0,35 - 0,1	10-12	12-14

						ТР 12149-ТИ.2019	Лист 23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

На основе синтетических полимеров				
Стеклопластик рулонный РСТ ТУ 6-48-87-92, марки РСТ-Х, РСТ-Ф, РСТ-Л	трудно-горючий	0,25-0,5	6-8	8-9
Стеклопластик рулонный РСТ ТУ 36.16.22-68-95	трудно-горючий	0,25-0,5	5-6	6-8
Стеклопластик теплоизоляционный ТУ 6-48-00204961-99	трудно-горючий	0,25-0,5	6-8	8-9
Стеклотекстолит КАСТ-В ГОСТ 10292-74	Г4	0,5-1,2	6-8	8-9
Пленка винилпластовая каландрированная ГОСТ 16398-81	Г4	0,4-1,0	3-4	5-6
Минеральные				
Штукатурки асбестоцементная, песчанцементная	НГ	10-20	4-5	8-10
Дублированные				
Фольга алюминиевая дублированная для теплоизоляционных конструкций ТУ 36.16.22-49-90	Г1	0,5-1,5	4-5	6-7
Фольма-ткань. ТУ 2244-055-00204961-00, марки: (П)-280-0,2, (П)-180-0,12	Г1	0,12 – 0,2	4-5	6-7

Примечание. При применении металлических защитных покрытий следует учитывать характер и степень агрессивности окружающей среды и производства.

5.3. Материалы, которые могут применяться для устройства пароизоляционного слоя в составе теплоизоляционных конструкций с теплоизоляционным слоем из экструзионного пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ XPS приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 — Материалы, применяемые для устройства пароизоляционного слоя в составе теплоизоляционных конструкций с теплоизоляционным слоем из экструзионного пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ XPS

Наименование материала	Область применения
Битумы нефтяные строительные ГОСТ 6617-76, битумы дорожные ГОСТ 22245-90	Обмазочная пароизоляция, наклейка и проклейка швов пароизоляционных слоев из рулонного материала при температуре окружающей среды от –10 до +70 °С. Рекомендуется применять битум марки БН-70/30
Мастики битумные ГОСТ 30693-2000, битумо-полимерные ГОСТ 30307-95	Обмазочная пароизоляция, наклейка и проклейка швов пароизоляционных слоев из рулонного материала при температуре окружающей среды от –50 до +70 °С.
Пленка полиэтиленовая ГОСТ 10354-82	Рулонная пароизоляция при температуре не ниже – 60°С. Применяется с проклейкой швов липкой лентой. Рекомендуется применять марки С, Т, В
Фольга алюминиевая для технических целей ГОСТ 618-2014	Рулонная пароизоляция с проклейкой швов клеями, герметиками, или самоклеящимися алюминиевыми лентами

						ТР 12149-ТИ.2019	Лист 24
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

Наименование материала	Область применения
Лента алюминиевая самоклеящаяся ТУ 1811-054-04696843-98	Для склеивания швов алюминиевой фольги и фольгированных покрытий и приклеивания их к металлическим покрытиям (проклейка стыков покрытий).
Лента полиэтиленовая с липким слоем ГОСТ 20477-86	Проклейка швов пароизоляционного и кровельных слоев теплоизоляционных конструкций. Применяется лента марки А при температуре не ниже - 40°С
Лента поливинилхлоридная ГОСТ 16214-86; ТУ6-19-240-84	Проклейка швов пароизоляционного и кровельных слоев теплоизоляционных конструкций при температуре не ниже - 40°С
Лента поливинилхлоридная с липким слоем ТУ 95.2322-92	То же
Лента поливинилбутиральная с липким слоем ГОСТ 9438-85	Рулонная пароизоляция и проклейка швов пароизоляционного слоя
Лента герметизирующая «Герлен-Д, Т, Ф» ТУ 5772-009-05108038-98	Герметизация швов пароизоляционного и кровельного слоев при температуре от минус 60 до +(100-120)°С
Герметизирующий материал Абрис ТУ 2513-001-43008408-98	Для герметизации металлических, бетонных, полимерных и др. поверхностей Температура эксплуатации от - 60 до +180°С. Выпускается в виде лент, брикетов, шнуров и мастик.
Герметик марки УТ-34. ГОСТ 24285-80	Для герметизации швов металлического покрытия. Температура эксплуатации до минус 60°С.
Рубероид РКП-350 ГОСТ 10923-93	Рулонная пароизоляция при температуре не ниже -40°С
Изол ГОСТ 10296-79	Рулонная пароизоляция при температуре не ниже - 35°С. С проклейкой швов битумом
Фольгозол ГОСТ 20429-84	Рулонная пароизоляция на битуме или с проклейкой швов битумом Покровный слой. Покрытие устанавливается без проклейки швов

5.4. Перечень вспомогательных и крепежных материалов и изделий, применяемых в составе теплоизоляционных конструкций с теплоизоляционным слоем из экструзионного пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ XPS, приведен в таблице 5.3.

						Лист
						25
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

ТР 12149-ТИ.2019

Таблица 5.3 — Перечень вспомогательных и крепежных материалов и изделий, применяемых в составе теплоизоляционных конструкций с теплоизоляционным слоем из экструзионного пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ XPS

Наименование материала	Назначение	Примечания
Лента стальная упаковочная 0,7x20 мм ГОСТ 3560-73	В качестве бандажей для крепления теплоизоляционного, предохранительного, выравнивающего слоев и кровельного слоя из упругих или рулонных материалов.	Бандажи должны быть покрыты антикоррозионными составами, совместимыми с пенополистиролом. Масса 1 м: 0,11 кг
Лента стальная горячекатаная ГОСТ 6009-74	Для изготовления разгружающих устройств	Применяют ленты 2x30, 3x30 мм из стали Ст3пс.
Проволока стальная низкоуглеродистая общего назначения ГОСТ 3282-74	Крепление пароизоляционного, выравнивающего, предохранительного слоев, теплоизоляционного слоя противопожарных вставок и кровельного слоя из стеклопластика, изола или рубероида.	Применяется проволока из Ст. 0 диаметром 1,2 – 2,0 мм. Масса 1000 м.: Ø1,2 – 8,88 кг; Ø2,0 - 24,65. В конструкциях тепловой изоляции с отрицательными температурами применяется оцинкованная проволока.
Проволока из высоколегированной коррозионно-стойкой и жаростойкой стали ГОСТ 18143-72	Крепление пароизоляционного, выравнивающего, предохранительного слоев, теплоизоляционного слоя противопожарных вставок в районах с температурой ниже минус 40°С.	Проволока из стали 12Х18Н9Т или 12Х18Н10Т диаметром 1,2 - 2,0 мм.
Сетки стальные плетеные одинарные с квадратными или ромбическими ячейками ГОСТ 5336-80	В качестве армирующего слоя под штукатурное покрытие.	Применять сетку № 12-1,4 или №12 – 1,2
Винты самонарезающие для металла и пластмасс с потайной или полукруглой головкой ГОСТ 10621-80	Крепление металлического покрытия или неметаллического покрытия (картин) с окантовкой металлом.	Применять винты 4x12 с противокоррозионным покрытием (оцинкованные или кадмированные). Масса 1000 шт. стальных винтов 1,193 кг.
Заклепки с полукруглой головкой ГОСТ 10299-80, заклепки трубчатые ГОСТ 26805-86	Крепление металлического покрытия, диафрагм, изготовление элементов съемных конструкций, бандажей с замками	Применять заклепки диаметром 4 мм алюминиевые или стальные с противокоррозионным покрытием

						Лист
						26
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

ТР 12149-ТИ.2019

Наименование материала	Назначение	Примечания
Текстолит конструкционный ГОСТ 5-78, ГОСТ 10292-74	Для изготовления элементов диафрагм, разгружающих устройств и прокладок при изоляции поверхностей с отрицательными температурами.	Текстолит толщиной 3 - 8 мм
Ткань хлопчатобумажная ГОСТ 29298-2005, ткань мешочная ГОСТ 30090-93	Для оклейки штукатурного слоя конструкций, расположенных на открытом воздухе	Рекомендуется применять с окраской масляной краской
Клей-пена ТЕХНОНИКОЛЬ PROFESSIONAL для пенополистирола СТО 72746455-3.6.10-2016	Для крепления плит и полуцилиндров (сегментов) к основанию	Однокомпонентный полиуретановый клей, обладает хорошей устойчивостью к влажности, плесени, старению.
Мастика приклеивающая ТЕХНОНИКОЛЬ №27 ТУ 5775-039-72746455-2010	Для приклеивания изделий из экструзионного пенополистирола к битумным, битумно-полимерным изоляционным материалам, бетону и металлу	Многокомпонентная однородная масса, состоящая из битума, минерального волокна, минерального наполнителя, растворителя и технологических добавок.
Винт полимерный тарельчатый R18	Для фиксации изделий из экструзионного пенополистирола друг с другом	Изготовлен из высококачественного стеклонаполненного полиамида, упрочненного стекловолокном.
Битум, битумные мастики и эмульсии ГОСТ 6617-76	Для приклеивания к изолируемой поверхности изделий из пенополистирола.	
Клей полиуретановый для полистиролов	Для склеивания и приклеивания к изолируемой поверхности изделий из пенополистирола.	двухкомпонентный полиуретановый клей холодного отверждения, без содержания органических растворителей

5.5. Состав растворов для изготовления штукатурного покрытия приведен в таблице 5.4.

Таблица 5.4 — Состав растворов для изготовления штукатурного покрытия

Раствор	Нормы расхода компонентов (с учетом влажности и потерь) на 1 м ³ раствора	
	компонент	количество
Асбозуритовый	Асбозурит, т	0,915
	Вода, м ³	0,86
Асбозуритоцементный	Асбозурит, т	0,76

ТР 12149-ТИ.2019						Лист
						27
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

	Цемент, т	0,2
	Вода, м ³	1
Асбестоцементный	Асбест VI сорта, т	0,313
	Цемент, т	1,17
	Вода, м ³	1
Цементно-песчаный	Цемент, т	0,4
	Песок, м ³	1,01
	Вода, м ³	1

6. РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО СЛОЯ НА ОСНОВЕ ИЗДЕЛИЙ «ТЕХНОНИКОЛЬ XPS» В КОНСТРУКЦИЯХ ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ И ОБОРУДОВАНИЯ

6.1. Общие положения

6.1.1. Основные обозначения, применяющиеся в формулах данного раздела

Обозначение	Размерность	Наименование показателя
q	Вт/м ²	Поверхностная плотность теплового потока через плоскую теплоизоляционную конструкцию
q_l	Вт/м	Линейная плотность теплового потока через цилиндрическую теплоизоляционную конструкцию
Q	Вт	Полный тепловой поток с плоской поверхности изоляции
Q_L	Вт	Полный тепловой поток с поверхности изоляции трубопровода
t_m	°С	Температура вещества внутри изолируемого оборудования
t_{m1}	"	Начальная температура вещества внутри изолируемого оборудования
t_{m2}	"	Конечная температура вещества внутри изолируемого оборудования
t_m^{cp}	"	Средняя температура теплоносителя по трассе трубопровода
t_3	"	Температура замерзания (твердения) вещества
t_o	"	Температура окружающей среды
t_{cp}	"	Средняя температура теплоизоляционного слоя
t_n	"	Температура на поверхности теплоизоляционной конструкции
t_p	"	Температура точки росы
t_k	"	Температура воздуха в канале
R	м ² ·°С/Вт	Полное термическое сопротивление плоской теплоизоляционной конструкции

ТР 12149-ТИ.2019						Лист
						28
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

Обозначение	Размерность	Наименование показателя
$R_{вн}$	"	Термическое сопротивление теплоотдаче от теплоносителя к внутренней поверхности стенки плоского изолируемого объекта
$R_{н}$	"	Термическое сопротивление теплоотдаче от наружной поверхности плоской теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху
$R_{см}$	"	Термическое сопротивление теплопередаче стенки плоского изолируемого объекта
$R_{из}$	"	Термическое сопротивление плоского слоя изоляции
R^l	м·°С/Вт	Полное термическое сопротивление цилиндрической теплоизоляционной конструкции
$R_{вн}^l$	"	Линейное термическое сопротивление теплоотдаче от теплоносителя к внутренней поверхности стенки цилиндрического изолируемого объекта
$R_{н}^l$	"	Линейное термическое сопротивление теплоотдаче от наружной поверхности цилиндрической теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху
$R_{см}^l$	"	Линейное термическое сопротивление теплопередаче цилиндрической стенки изолируемого объекта
$R_{из}^l$	"	Линейное термическое сопротивление цилиндрического теплоизоляционного слоя
$\delta_{из}$	м	Толщина теплоизоляционного слоя
$d_{мп}$	"	Наружный диаметр трубопровода
$d_{мп}^{вн}$	"	Внутренний диаметр трубопровода
$d_{из}$	"	Наружный диаметр теплоизоляционного слоя (теплоизоляционной конструкции)
L	"	Длина трубопровода
$\lambda_{из}$	Вт/(м·°С)	Коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя
α_n	Вт/(м ² ·°С)	Коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности теплоизоляционной конструкции
$\alpha_в$	Вт/(м ² ·°С)	Коэффициент теплоотдачи от теплоносителя к внутренней поверхности изолируемого объекта
$d_{из}^{i-1}$	м	Наружный диаметр предыдущего слоя теплоизоляции
$\delta_{из}^i$	м	Толщина теплоизоляционного изделия i -го слоя
N	шт.	Количество слоев в теплоизоляционной конструкции, включая покрытие
z	ч/год	Число часов работы за год трубопроводов систем отопления или тепловых сетей
$P_{п}$	кПа	Парциальное давление водяного пара
$P_{н}$	"	Парциальное давление насыщенного водяного пара

Обозначение	Размерность	Наименование показателя
φ	%	Относительная влажность окружающего воздуха
K	Безразмерный	Коэффициент дополнительных потерь, учитывающий потери через теплопроводные включения в теплоизоляционных конструкциях, обусловленных наличием в них крепежных деталей и опор
G	кг/ч	Расход вещества, транспортируемого трубопроводом
ρ	кг/м ³	Плотность вещества
c_m	кДж/(кг·°С)	Теплоемкость вещества (теплоносителя), находящегося внутри изолируемого объекта
$c_{см}$	кДж/(кг·°С)	Теплоемкость стенки изолируемого объекта
r_m	кДж/кг	Скрытая теплота замерзания (плавления)
Z	ч	Заданное время хранения вещества в емкости или при остановки движения вещества в трубопроводе
F	м ²	Площадь теплоотдающей поверхности изолируемого объекта
V	м ³	Объем вещества в изолируемом объекте
v_m	м ³ /м	Приведенный объем вещества к метру длины трубопровода
$v_{см}$	м ³ /м	Приведенный объем стенки к метру длины трубопровода
V_m	м ³	Объем хранимого вещества в емкости
$V_{см}$	м ³	Объем стенки емкости
$\psi_{к1}, \psi_{к2}$	Безразмерный	Коэффициенты, определяющие дополнительное термическое сопротивление подающего и обратного трубопроводов в канале

6.1.2. Расчет толщины теплоизоляционного слоя из экструзионного пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ XPS для конструкций тепловой изоляции трубопроводов производится в зависимости от её назначения.

Тепловая изоляция трубопроводов с положительными температурами теплоносителя может выполняться:

- с целью обеспечения заданной или нормативной плотности теплового потока;
- с целью обеспечения допустимой температуры на поверхности изоляции;
- в соответствии с технологическими требованиями (например, предотвращения снижения или повышения температуры теплоносителя в трубопроводе и т.д.).

Тепловая изоляция трубопроводов с отрицательными температурами теплоносителя может выполняться:

- в соответствии с технологическими требованиями;
- с целью предотвращения или ограничения испарения теплоносителя;
- с целью предотвращения конденсации на поверхности изолированного объекта, расположенного в помещении;
- с целью предотвращения повышения температуры теплоносителя не выше заданного значения;

Оборудование	1,1
--------------	-----

6.2.4. Расчетный коэффициент теплопроводности изделий ТЕХНОНИКОЛЬ XPS для поверхностей с положительной температурой теплоносителя следует принимать по формуле 6.2.14:

$$\lambda_{из} = 0,032 + 0,00018 \cdot t_{cp} - \text{для изделий марки CARBON PROF};$$

$$\lambda_{из} = 0,034 + 0,00018 \cdot t_{cp} - \text{для изделий марки CARBON SOLID}.$$

Расчетный коэффициент теплопроводности изделий из пенополистирола (Приложение Б СП 61.13330.2012):

$$\lambda_{из} = 0,036 + 0,00018 \cdot t_{cp} \quad (6.2.15)$$

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

Примечание. Для поверхностей, расположенных в помещении, в каналах, тоннелях, технических подпольях, на чердаках и подвалах зданий среднюю температуру теплоизоляционного слоя, t_{cp} , с достаточной степенью точности может быть определена $t_{cp} = (t_m + 40) / 2$, °C; для поверхностей, расположенных на открытом воздухе в зимнее время $t_{cp} = t_m / 2$.

6.2.5 Расчетный коэффициент теплопроводности теплоизоляционных изделий «ТЕХНОНИКОЛЬ XPS» при определении плотности теплового потока следует принимать по таблице 6.2.

Таблица 6.2 — Расчетный коэффициент теплопроводности теплоизоляционных изделий «ТЕХНОНИКОЛЬ XPS»

Марка теплоизоляционного изделия	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°C) при температуре изолируемой поверхности		
	25 °C	75 °C	От 19 до минус 60 °C
CARBON PROF	0,0365	0,0455	0,030
CARBON SOLID	0,0385	0,0475	0,032

6.2.6 Температуру теплоносителя, t_m , следует принимать в соответствии с заданием на проектирование.

6.2.7. Температуру окружающего воздуха, t_o , следует принимать:

а) при расположении в помещении:

- на основании технического задания на проектирование,
- при его отсутствии – равной 20°C;

б) при расположении на открытом воздухе:

- для технологического оборудования и трубопроводов - среднюю за год в соответствии со СП 131.13330.2018 «Строительная климатология» или по данным местной метеостанции для конкретного населенного пункта;
- для трубопроводов тепловых сетей при круглогодичной работе - среднюю за год;
- для трубопроводов тепловых сетей, работающих только в отопительный период, - среднюю за период со среднесуточной температурой наружного воздуха 8 °C и

						Лист
						33
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

ТР 12149-ТИ.2019

ниже;

в) для трубопроводов, расположенных в тоннелях - 40 °C;

г) для подземной прокладки в каналах или при бесканальной прокладке трубопроводов - среднюю за год температуру грунта на глубине заложения оси трубопровода. При величине заглубления верхней части перекрытия канала (при прокладке в каналах) или верха теплоизоляционной конструкции трубопровода (при бесканальной прокладке) 0,7м и менее за расчетную температуру окружающей среды должна приниматься та же температура наружного воздуха, что и при надземной прокладке.

6.2.7 Расчетный коэффициент теплоотдачи, α_n , от наружной поверхности теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху следует принимать по таблице 6.3.

Таблица 6.3 — Расчетный коэффициент теплоотдачи α_n от наружной поверхности теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху

Температура изолируемой поверхности, °C	Изолируемая поверхность	Вид расчета	Коэффициент теплоотдачи α_n , Вт/(м²·°C) при расположении изолируемых поверхностей			
			в помещениях и тоннелях с покрытиями		на открытом воздухе с покрытиями	
			Алюминиевая фольга, металлические покрытия	Стеклоткань, ПВХ и т.п. или без покрытия	Алюминиевая фольга, металлические покрытия	Стеклоткань, ПВХ и т.п. или без покрытия
Выше 20	Горизонтальные трубопроводы	По заданной температуре на поверхности кровного слоя	6	10	6	10
		Остальные виды расчетов	6	11	29	29
	Плоская поверхность, вертикальные трубопроводы	По заданной температуре на поверхности кровного слоя	6	11	6	11
		Остальные виды расчетов	7	12	35	35
19 и ниже	Все виды изолируемых объектов	Предотвращение конденсации влаги из окружающего воздуха на поверхности изоляции	5	7	-	-
		Остальные виды расчетов	6	11	29	29

Примечания.

1. Для трубопроводов, прокладываемых в каналах, коэффициент теплоотдачи от поверхности изоляции к воздуху в канале допускается принимать $\alpha_n = 8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$.
2. Коэффициент теплоотдачи от воздуха к стенке канала допускается принимать равным $8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$.
3. При применении покрытий из нержавеющей и тонколистовой оцинкованной стали, листов и лент из

						Лист
						34
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

ТР 12149-ТИ.2019

алюминия и алюминиевых сплавов, алюминиевой фольги, а также других материалов, окрашенных алюминиевой краской, следует принимать коэффициент теплоотдачи по графам 4 и 6.

6.3. Определение толщины теплоизоляционного слоя по заданной или нормированной плотности теплового потока.

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

6.3.2. Толщину теплоизоляционного слоя, $\delta_{из}$, из теплоизоляционных изделий ТЕХНОНИКОЛЬ XPS по заданной или нормированной плотности теплового потока для цилиндрического оборудования наружным диаметром более 1420 мм или плоской поверхности, следует определять по формуле:

$$\delta_{из} = \lambda_{из} \left(\frac{t_m - t_o}{q} - \frac{1}{\alpha_n} \right) \quad (6.3.1)$$

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

$$\ln \frac{d_{из}}{d_{мп}} = 2\pi\lambda_{из} \cdot \left(\frac{t_m - t_o}{q_l} - \frac{1}{\pi d_{из} \alpha_n} \right) \quad (6.3.2)$$

$$\delta_{из} = \frac{d_{мп}}{2} \cdot \left(\frac{d_{из}}{d_{мп}} - 1 \right) \quad (6.3.3)$$

где: d_n – наружный диаметр изоляционной конструкции, м;
 $d_{из}$ – наружный диаметр изолируемого трубопровода, м;
 t_m – температура теплоносителя, °С;
 t_o – среднегодовая температура окружающего воздуха – для трубопроводов, расположенных на открытом воздухе, или температура в помещении, °С,
 $\lambda_{из}$ – коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя, Вт/(м·°С);
 q_l – нормированная линейная плотность теплового потока (с 1 метра длины), Вт/м,
 α_n – коэффициент теплоотдачи от поверхности изоляции в окружающий воздух, Вт/(м²·°С).
 $\delta_{из}$ – толщина изоляции, м.

Примечание. Поскольку $d_{из}$ неизвестно, для реализации расчета целесообразно использовать метод последовательных приближений, суть которого заключается в следующем. Задаваясь начальным значением толщины изоляции $\delta_{0из}$, м, определяемой точностью расчета, производят с помощью последовательных шагов 1, 2, 3, ... i для толщины изоляции $\delta_1 = \delta_{01}$; $\delta_2 = \delta_{02}$; $\delta_3 = \delta_{03}$; ... $\delta_i = \delta_{0i}$ вычисление линейной плотности тепловых потоков q_{1l} ; q_{2l} ; q_{3l} ... q_{il} по уравнению (6.2.2).

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

$\delta_{из} = \delta_{0i}$ является искомой.

6.3.4. Расчетные параметры следует принимать в соответствии с пп. 6.2.4 – 6.2.7.

Нормы плотности теплового потока следует принимать в соответствии с рекомендациями СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003».

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

6.3.5. При расчетах толщины тепловой изоляции теплоизоляционную конструкцию, состоящую из изделий одной марки, установленных в несколько слоев, рассматривают, как однослойную конструкцию.

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

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

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

6.3.7. Расчетные значения толщины теплоизоляционного слоя из изделий «ТЕХНОНИКОЛЬ XPS», отвечающие нормам плотности теплового потока по СП 61.13330.2012 для Московского региона приведены в Таблицах А1- А6, А16-А19 Приложения А.

Ориентировочные расчетные значения толщины теплоизоляционного слоя из изделий «ТЕХНОНИКОЛЬ XPS», отвечающие нормам плотности теплового потока для Свердловской области и г. Екатеринбурга приведены в Таблицах А7–А12 Приложения А; для Ямало-Ненецкого Автономного Округа приведены в Таблицах А13–А15 Приложения А.

Ориентировочные расчетные значения толщины теплоизоляционного слоя из изделий «ТЕХНОНИКОЛЬ XPS», отвечающие нормам плотности теплового потока, в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с отрицательными температурами теплоносителя для предприятий, расположенных в Ямало-Ненецком Автономном Округе и других районах Крайнего Севера со среднегодовой температурой окружающего воздуха минус 5 – минус 8°С, приведены в Таблице А20 Приложения А.

6.4. Определение толщины изоляционного слоя по заданной температуре на поверхности изоляции.

6.4.1. Расчет толщины изоляции по заданной температуре на поверхности изоляции следует производить в случаях, когда тепловой поток с поверхности изоляции не регламентирован,

						Лист
ТР 12149-ТИ.2019						35
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

						Лист
ТР 12149-ТИ.2019						36
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

а изоляция необходима как средство, обеспечивающее нормальную температуру воздуха в рабочих помещениях и предохраняющее обслуживающий персонал от ожогов.

6.4.2. Толщину теплоизоляционного слоя следует определять:

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

$$\delta_{из} = \frac{\lambda_{из} \cdot (t_m - t_n)}{\alpha_n \cdot (t_n - t_o)}, \quad (6.4.1)$$

- для цилиндрической поверхности по формуле:

$$\ln \frac{d_{из}}{d_n} = \frac{2 \cdot \lambda_{из} \cdot (t_m - t_n)}{\alpha_n \cdot d_{из} \cdot (t_n - t_o)}, \quad (6.4.2)$$

После определения комплекса $\frac{d_{из}}{d_n}$ толщина изоляции $\delta_{из}$ определяется по формуле (6.3.3).

6.4.3. Температура на поверхности изоляции из изделий ТЕХНОНИКОЛЬ XPS, t_n , принимается согласно заданию или:

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

40°C – при температуре изолируемой поверхности 150 °C и ниже;

35°C – для трубопроводов, содержащих вещества с температурой вспышки паров не выше 45 °C;

б) для изолируемых поверхностей, расположенных на открытом воздухе:

55°C – при металлическом покрытии;

60°C – при неметаллическом покровном слое.

6.4.4 Температуру окружающего воздуха следует принимать для изолируемых поверхностей:

– расположенных на открытом воздухе – среднюю максимальную наиболее жаркого месяца в соответствии со СП 131.13330.2018 «Строительная климатология» или по данным местной метеостанции для конкретного населенного пункта;

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

6.4.5 Коэффициент теплопроводности изделий ТЕХНОНИКОЛЬ XPS следует определять по формуле 6.2.14, коэффициент теплоотдачи, α_n , от наружной поверхности теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху - по таблице 6.3.

6.4.6. **Примеры расчета толщины тепловой изоляции** из экструзионного пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF в конструкции с покровным слоем из алюминиевого листа при расположении на открытом воздухе и в помещении.

Пример I. Трубопровод расположен на открытом воздухе в районе со средней температурой самого жаркого месяца 25°C.

Исходные условия.

1. Наружный диаметр трубопровода 530 мм.

2. Температура транспортируемого вещества 75°C.

						Лист
						37
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

ТР 12149-ТИ.2019

3. Определить толщину тепловой изоляции конструкции с теплоизоляционным слоем из сегментов из экструзионного пенополистирола марки CARBON PROF с металлическим покрытием для предохранения обслуживающего персонала от ожогов.

Решение.

1. В соответствии с требованиями СП 61.13330.2012 и рекомендаций п. 6.4.3. температура на поверхности изоляции должна быть не более 55°C.

2. Расчетный коэффициент теплопроводности экструзионного пенополистирола марки CARBON PROF определяется по данным таблицы 6.2. линейной интерполяцией при средней температуре теплоизоляционного слоя.

Средняя температура теплоизоляционного слоя $t_{cp} = (t_T + t_n)/2 = (75 + 55)/2 = 65°C$.

$$\lambda_{из} = 0,032 + 0,00018 \cdot (t_{cp} - 25) = 0,032 + 0,00018 \cdot (65 - 25) = 0,0437 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$$

3. Толщину тепловой изоляции определяют по формулам 6.4.2. и 6.3.3.

$$\ln \frac{d_{из}}{d_n} = \frac{2 \cdot \lambda_{из} \cdot (t_m - t_n)}{\alpha_n \cdot d_{из} \cdot (t_n - t_o)} = \frac{2 \cdot 0,0437 \cdot (75 - 55)}{6 \cdot 0,63 \cdot (55 - 25)} = 0,0154$$

тогда $\frac{d_{из}}{d_n} = 1,0155$

Толщина тепловой изоляции из пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF:

$$\delta_{из} = \frac{d_n}{2} \cdot \left(\frac{d_{из}}{d_n} - 1 \right) = \frac{0,53}{2} \cdot (1,0155 - 1) = 0,0041 \text{ м;}$$

4. Расчетная толщина тепловой изоляции из пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF при расположении на открытом воздухе 4,1 мм.

При необходимости установки теплоизоляционного слоя устанавливать сегменты толщиной 50 мм.

Пример II. Трубопровод расположен в помещении с температурой воздуха 20°C.

Исходные условия.

1. Наружный диаметр трубопровода 530 мм.

2. Температура транспортируемого вещества 75°C.

3. Определить толщину тепловой изоляции конструкции с теплоизоляционным слоем из сегментов из экструзионного пенополистирола CARBON PROF с металлическим покрытием для предохранения обслуживающего персонала от ожогов.

Решение.

1. В соответствии с требованиями СП 61.13330.2012 и рекомендаций п. 6.4.3. температура на поверхности изоляции должна быть не более 40°C.

2. Расчетный коэффициент теплопроводности экструзионного пенополистирола марки CARBON PROF определяется по данным таблицы 6.1.1. линейной интерполяцией при средней температуре теплоизоляционного слоя.

Средняя температура теплоизоляционного слоя $t_{cp} = (t_T + t_n)/2 = (75 + 40)/2 = 57,5°C$.

$$\lambda_{из2} = 0,032 + 0,00018 \cdot (t_{cp2}) = 0,032 + 0,00018 \cdot (57,5) = 0,04235 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$$

						Лист
						38
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

ТР 12149-ТИ.2019

3. Толщину тепловой изоляции определяют по формулам 6.2.1. и 6.1.2.

$$\ln \frac{d_{uz}}{d_n} = \frac{2 \cdot \lambda_{uz} \cdot (t_m - t_n)}{\alpha_n \cdot d_n \cdot (t_n - t_o)} = \frac{2 \cdot 0,04235 \cdot (75 - 40)}{6 \cdot 0,63 \cdot (35 - 20)} = 0,0523$$

Тогда $\frac{d_{uz}}{d_n} = 1,054$

Толщина тепловой изоляции из пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF:

$$\delta_{uz} = \frac{d_n}{2} \cdot \left(\frac{d_{uz}}{d_n} - 1 \right) = \frac{0,53}{2} \cdot (1,054 - 1) = 0,0143 \text{ м;}$$

4. Расчетная толщина тепловой изоляции из пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ марки CARBON PROF при расположении в помещении с температурой 20°C – 14,3 мм.

При необходимости установки теплоизоляционного слоя устанавливать сегменты толщиной 50 мм.

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

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

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

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

$$\ln \frac{d_{uz}}{d_n} = \frac{2 \cdot \lambda_{uz} \cdot (t_n - t_m)}{\alpha_n \cdot d_{uz} \cdot (t_o - t_n)}, \quad (6.5.1)$$

после определения комплекса $\frac{d_{uz}}{d_{np}}$ толщину изоляции определяют по формуле (6.3.2).

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

$$\delta_{uz} = \frac{\lambda_{uz} \cdot (t_n - t_m)}{\alpha_n \cdot (t_o - t_n)} \quad (6.5.2)$$

6.5.4. При расчетах толщины теплоизоляционного слоя следует принимать:

- температуру и относительную влажность воздуха – в соответствии с заданием;
- расчетный коэффициент теплопроводности следует принимать по таблице 1.1;
- коэффициент теплоотдачи, α_e следует принимать по таблице 6.3.

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

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

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

Допустимый перепад температур $(t_o - t_n)$ рекомендуется принимать по таблице 6.4.

Таблица 6.4. Расчетный перепад между температурой поверхности изоляции и температурой воздуха в помещении $(t_o - t_n)$ при расчетной относительной влажности окружающего воздуха.

Температура воздуха, t_o , °C	Относительная влажность воздуха, ϕ , %					
	40	50	60	70	80	90
	Расчетный перепад, $(t_o - t_n)$, °C					
10	13,4	10,4	7,8	5,5	3,5	1,6
15	14,2	10,9	8,1	5,7	3,6	1,7
20	14,8	11,3	8,4	5,9	3,7	1,8
25	15,3	11,7	8,7	6,1	3,8	1,9
30	15,9	12,2	9,0	6,3	4,0	2,0

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

$$t_p = \frac{233,77 \cdot \ln P_n + 115,72}{16,57 - 0,997 \cdot \ln P_n}; \quad (6.5.3)$$

Парциальное давление водяного пара P_n определяют по формуле:

$$P_n = \frac{\phi \cdot P_H}{100}; \quad (6.5.4)$$

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

$$P_H = \exp \frac{16,57 \cdot t_o - 115,72}{223,77 + 0,997 \cdot t_o} \quad (6.5.5)$$

6.6. Определение толщины теплоизоляционного слоя трубопроводов подземной канальной прокладки

6.6.1. В соответствии с требованиями СП 61.13330.2012 для трубопроводов тепловых сетей двух трубной подземной канальной прокладки регламентируется суммарная линейная плотность теплового потока с поверхности изоляции двух трубопроводов. В связи с этим определение толщины тепловой изоляции производится методом последовательных приближений, при котором задается толщина тепловой изоляции трубопроводов и определяется суммарная плотность теплового потока с поверхности двух трубопроводов. Производится сравнение с нормативными значениями, приведенными в таблицах 8 и 9 СП 61.13330.2012.

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

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

- а) расчетную среднегодовую температуру теплоносителя подающего и обратного трубопроводов – по таблице 6.5;

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

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

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

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

г) расчетный коэффициент теплоотдачи $\alpha_n = 35 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ (при глубине заложения верха канала 0,7 м и менее);

д) коэффициенты теплоотдачи от поверхности теплоизоляционной конструкции к окружающему воздуху в канале, $\alpha_{нк1}$, $\alpha_{нк2}$, и коэффициент теплоотдачи от воздуха к стенке канала, α_k , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ могут быть приняты равными $8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$.

Таблица 6.5 — Среднегодовые температуры теплоносителя в водяных тепловых сетях

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

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

$$\Sigma q_l = q_{l1} + q_{l2} \quad (6.6.1),$$

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

- подающего трубопровода:

$$q_{l1} = \frac{(t_{m1} - t_{sp}) \cdot K}{r_1}, \quad (6.6.2),$$

- для обратного трубопровода:

$$q_{l2} = \frac{(t_{m2} - t_{sp}) \cdot K}{r_2}, \quad (6.6.3),$$

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

$$r_1 = \frac{1}{2\pi\lambda_{из1}} \ln \frac{d_{из1}}{d_{н1}} + \frac{1}{\alpha_{нк1}\pi \cdot d_{из1}} + r_k + \psi_{к1} \cdot r_k, \quad (6.6.4)$$

$$r_2 = \frac{1}{2\pi\lambda_{из2}} \ln \frac{d_{из2}}{d_{н2}} + \frac{1}{\alpha_{нк2}\pi \cdot d_{из2}} + r_k + \psi_{к2} \cdot r_k, \quad (6.6.5)$$

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

$$r_k = 1/[\alpha_k \cdot 2 \cdot (h+b)] + r_{sp}, \quad (6.6.6)$$

Термическое сопротивление грунта при двухтрубной канальной прокладке определяется по формуле:

$$r_{sp} = \frac{1}{2\pi \cdot \lambda_{sp}} \cdot \ln \left[\frac{2H}{d_k} + \sqrt{\left(\frac{2H}{d_k} \right)^2 - 1} \right], \quad (6.6.7).$$

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

$$r_{sp} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{sp}} \cdot \ln \frac{4 \cdot H}{d_k}, \quad (6.6.8)$$

эквивалентный диаметр канала, d_k определяется по формуле:

$$d_k = \frac{2 \cdot (h \cdot b)}{b + h}, \quad (6.6.9)$$

Коэффициент теплопроводности грунта принимается по таблице 6.6.

Таблица 6.6 — Рекомендуемая расчетная теплопроводность грунта в зависимости от его вида и влагосодержания

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

Коэффициенты, определяющие дополнительное термическое сопротивление подающего и обратного трубопроводов в канале, $\psi_{к1}$ и $\psi_{к2}$, определяют по формулам:

$$\psi_{\kappa 1} = \frac{(t_{m2} - t_{\text{сп}}) \cdot \left(\frac{1}{2\pi\lambda_{\text{из1}}} \ln \frac{d_{\text{из1}}}{d_{\text{н1}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{нк1}} \pi \cdot d_{\text{из1}}} \right) - (t_{m1} - t_{m2}) \cdot r_{\kappa}}{(t_{m1} - t_{\text{сп}}) \cdot \left(\frac{1}{2\pi\lambda_{\text{из2}}} \ln \frac{d_{\text{из2}}}{d_{\text{н2}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{нк2}} \pi \cdot d_{\text{из2}}} \right) + (t_{m1} - t_{m2}) \cdot r_{\kappa}}, \quad (6.6.10)$$

$$\psi_{\kappa 2} = \frac{(t_{m1} - t_{\text{сп}}) \cdot \left(\frac{1}{2\pi\lambda_{\text{из2}}} \ln \frac{d_{\text{из2}}}{d_{\text{н2}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{нк2}} \pi \cdot d_{\text{из2}}} \right) + (t_{m1} - t_{m2}) \cdot r_{\kappa}}{(t_{m2} - t_{\text{сп}}) \cdot \left(\frac{1}{2\pi\lambda_{\text{из1}}} \ln \frac{d_{\text{из1}}}{d_{\text{н1}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{нк1}} \pi \cdot d_{\text{из1}}} \right) - (t_{m1} - t_{m2}) \cdot r_{\kappa}}, \quad (6.6.11)$$

Температуру воздуха в канале, t_{κ} , следует определять по формуле:

$$t_{\kappa} = \frac{\frac{t_{m1}}{r_{\text{из1}} + r_{\text{н1}}} + \frac{t_{m2}}{r_{\text{из2}} + r_{\text{н2}}} + \frac{t_{\text{сп}}}{r_{\kappa}}}{\frac{1}{r_{\text{из1}} + r_{\text{н1}}} + \frac{1}{r_{\text{из2}} + r_{\text{н2}}} + \frac{1}{r_{\kappa}}}, \quad (6.6.12)$$

где:

а) $r_{\text{из1}}$ и $r_{\text{из2}}$ - термическое сопротивление теплоизоляционных конструкций подающего и обратного трубопроводов, м⁰С/Вт:

$$r_{\text{из1}} = \frac{1}{2\pi\lambda_{\text{из1}}} \ln \frac{d_{\text{из1}}}{d_{\text{н1}}}, \quad (6.6.13); \quad r_{\text{из2}} = \frac{1}{2\pi\lambda_{\text{из2}}} \ln \frac{d_{\text{из2}}}{d_{\text{н2}}}, \quad (6.6.14)$$

б) $r_{\text{н1}}$ $r_{\text{н2}}$ - термическое сопротивление теплоотдачи от поверхности теплоизоляционной конструкции подающего и обратного трубопроводов к воздуху в канале, м⁰С/Вт:

$$r_{\text{н1}} = \frac{1}{\pi \cdot \alpha_{\text{нк1}} \cdot d_{\text{из1}}}, \quad (6.6.15); \quad r_{\text{н2}} = \frac{1}{\pi \cdot \alpha_{\text{нк2}} \cdot d_{\text{из2}}}, \quad (6.6.16);$$

Вместо температуры грунта $t_{\text{сп}}$ в формулы (6.6.11) и (6.6.12) следует подставлять температуру окружающего воздуха t_o .

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

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

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

Уменьшает вероятность замерзания холодной воды применение изолированных неметаллических трубопроводов.

6.7.2. Исходными данными при определении запаса времени, на которое тепловая изоляция из изделий ТЕХНОНИКОЛЬ XPS может предохранить транспортируемую жидкость от замерзания при остановке её движения, являются:

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

6.7.3. Время (в часах) до начала замерзания воды в трубопроводе при имеющейся толщине изоляции, определяют по формуле (6.7.1):

$$Z = \frac{1}{3,6 \cdot K} \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{\text{из}}} \ln \frac{d_{\text{из}}}{d_{\text{мп}}} + \frac{1}{\pi \cdot d_{\text{из}} \cdot \alpha_{\text{н}}} \right) \cdot \left[\frac{2 \cdot (t_m - t_3) \cdot (v_m \rho_m c_m + v_{\text{см}} \rho_{\text{см}} c_{\text{см}}) + 0,25 \cdot v_m \rho_m r_m}{t_m + t_3 - 2 \cdot t_o} + \frac{0,25 \cdot v_m \rho_m r_m}{t_3 - t_o} \right]$$

В частном случае для стального водопровода формула имеет вид:

$$Z = \frac{2326}{K} \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{\text{из}}} \ln \frac{d_{\text{из}}}{d_{\text{мп}}} + \frac{1}{\pi \cdot d_{\text{из}} \cdot \alpha_{\text{н}}} \right) \cdot \left[\frac{t_m \cdot (v_m + 0,9 \cdot v_{\text{см}})}{t_m - 2 \cdot t_o} + \frac{10 \cdot v_m}{t_o} \right] \quad (6.7.2)$$

6.7.4. Толщину теплоизоляции из изделий ТЕХНОНИКОЛЬ XPS по заданному времени отсутствия движения жидкости следует определять по формуле (6.7.3):

$$\ln \frac{d_{\text{из}}}{d_{\text{мп}}} = 2\pi\lambda_{\text{из}} \left\{ \frac{3,6 \cdot K \cdot Z}{\frac{2 \cdot (t_m - t_3) \cdot (v_m \rho_m c_m + v_{\text{см}} \rho_{\text{см}} c_{\text{см}}) + 0,25 \cdot v_m \rho_m r_m}{t_m + t_3 - 2 \cdot t_o} + \frac{0,25 \cdot v_m \rho_m r_m}{t_3 - t_o}} - \frac{1}{\pi \cdot d_{\text{из}} \cdot \alpha_{\text{н}}} \right\} \quad (6.7.3)$$

или для частного случая стального трубопровода:

$$\ln \frac{d_{\text{из}}}{d_{\text{мп}}} = 2\pi\lambda_{\text{из}} \left\{ \frac{3,6 \cdot K \cdot Z}{2326 \cdot \frac{t_m \cdot (v_m + 0,9 \cdot v_{\text{см}})}{t_m - 2 \cdot t_o} + \frac{10 \cdot v_m}{t_o}} - \frac{1}{\pi \cdot d_{\text{из}} \cdot \alpha_{\text{н}}} \right\} \quad (6.7.4)$$

Уравнения 6.7.3. и 6.7.4. решаются методом последовательных приближений (методику расчета см. Приложение В.2.1. СП 61.13330.2012).

Наружный диаметр теплоизоляционной конструкции неизвестен и принимается ориентировочно. На точность расчета это влияет не значительно. Толщина изоляции и наружный диаметр конструкции уточняются в процессе расчета.

6.7.5. Температуру окружающего воздуха следует принимать – среднюю наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,98 для региона, где расположен трубопровод, по СП 131.13330.2018 «Строительная климатология».

6.7.6 Коэффициент K , учитывающий дополнительные потери на опорах, следует принимать по таблице 6.1.

6.7.7 Коэффициент теплопроводности изделий следует определять по формуле 6.2.14.

Наружный коэффициент теплоотдачи от поверхности изоляции к окружающему воздуху рекомендуется принимать $29 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

6.7.8. Толщина изоляции $\delta_{из}$ определяется по формуле 6.3.3.

6.7.8 Расчетное время, в течение которого тепловая изоляция на основе теплоизоляционных материалов ТЕХНОНИКОЛЬ XPS позволит предохранить от замерзания холодную воду с начальной температурой 5 и 10°C при аварийной остановке её движения в зимнее время в трубопроводах, расположенных в регионах со средней температурой наиболее холодной пятидневки не ниже минус 30°C , приведена в приложении В. Для температур, отличающихся от приведенных в Приложении В, необходимо делать расчет по формуле 6.7.2.

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

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

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

Расчет производят по следующим формулам:

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

$$\ln \frac{d_{из}}{d_{мп}} = 2\pi\lambda_{из} \cdot \left(\frac{3,6 \cdot L \cdot K}{G_m \cdot c_m \cdot \ln \frac{t_{m1} - t_o}{t_{m2} - t_o}} - \frac{1}{\alpha_n \cdot \pi \cdot d_{из}} \right) \quad (6.8.1)$$

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

$$\ln \frac{d_{из}}{d_{мп}} = 2\pi\lambda_{из} \cdot \left[\frac{3,6 \cdot L \cdot K \cdot (t_m^{cp} - t_o)}{G_w \cdot c_w \cdot (t_{m1} - t_{m2})} - \frac{1}{\alpha_n \cdot \pi \cdot d_{из}} \right] \quad (6.8.2)$$

6.8.2. Расчетную температуру окружающего воздуха, коэффициент теплоотдачи и коэффициент дополнительных потерь через опоры следует принимать в соответствии с указаниями п. 6.7.

6.9. Расчет тепловой изоляции в двухслойных конструкциях изоляции трубопроводов с температурой теплоносителя от 76 до 115°C .

6.9.1. Полуцилиндры и сегменты из экструзионного пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ XPS в сочетании с промежуточным слоем из теплоизоляционных материалов с температурой применения более 115°C могут быть применены для изоляции трубопроводов с температурой от 75 до 115°C .

6.9.2. Толщина внутреннего предохранительного слоя рассчитывается так, чтобы температура на границе раздела между внутренним слоем и наружным слоем из пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ XPS (межслойная температура) не превышала 75°C .

Толщина каждого слоя рассчитывается отдельно.

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

$$q_l = \frac{t_m - t_o}{\frac{1}{\alpha_e \cdot \pi \cdot d_e} + \frac{1}{2\pi \cdot \lambda_{из1}} \ln \frac{d_{из1}}{d_n} + \frac{1}{2\pi \cdot \lambda_{из2}} \ln \frac{d_{из2}}{d_{из1}} + \frac{1}{\alpha_n \cdot \pi \cdot d_{из2}}} \quad (6.9.1)$$

где: d_n – наружный диаметр изолируемого трубопровода, м;

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

$d_{из2}$ – диаметр наружного слоя изоляции (из пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ XPS), м;

t_m – температура теплоносителя, $^\circ\text{C}$;

t_o – температура окружающего воздуха, $^\circ\text{C}$;

$\lambda_{из1}$ – коэффициент теплопроводности внутреннего слоя, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$;

$\lambda_{из2}$ – коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя из пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ XPS, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$;

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

α_e – коэффициент теплоотдачи от теплоносителя к стенке трубопровода, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

α_n – коэффициент теплоотдачи от поверхности изоляции в окружающий воздух, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

Как правило, при расчетах термическим сопротивлением теплоотдачи от теплоносителя к стенке $1/(\alpha_e \cdot \pi \cdot d_e)$ можно пренебречь и в расчетах не учитывать.

6.9.4. Межслойную температуру при известной толщине наружного слоя из пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ XPS определяют по формуле:

$$t_{1,2} = t_o + \frac{q_l}{\pi} \cdot \left(\frac{1}{d_{из2} \alpha_n} + \frac{\ln \frac{d_{из2}}{d_{из1}}}{2\lambda_{из2}} \right) \quad (6.9.2)$$

или по формуле:

$$t_{1,2} = t_m - \frac{q_l}{\pi} \cdot \frac{\ln \frac{d_{из1}}{d_m}}{2 \cdot \lambda_{из1}} \quad (6.9.3)$$

Температура на поверхности изоляции может быть определена по формуле:

$$t_n = t_m - \frac{q_l}{\pi} \cdot \left(\frac{\ln \frac{d_{uz1}}{d_n}}{2 \cdot \lambda_{uz1}} + \frac{\ln \frac{d_{uz2}}{d_{uz1}}}{2 \cdot \lambda_{uz2}} \right) = t_o + \frac{q_l}{\alpha_n \cdot \pi \cdot d_{uz2}} \quad (6.9.4)$$

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

$$\ln \frac{d_{uz1}}{d_n} = 2 \cdot \pi \cdot \lambda_{uz1} \cdot \left(\frac{t_m - t_{1,2}}{q_l} - \frac{1}{\pi \cdot d_n \cdot \alpha_n} \right)$$

или, если пренебречь термическим сопротивлением теплоотдачи от теплоносителя к стенке:

$$\ln \frac{d_{uz1}}{d_n} = 2 \cdot \pi \cdot \lambda_{uz1} \cdot \frac{t_m - t_{1,2}}{q_l} \quad (6.9.5),$$

затем по формуле (6.3.3.) определяется толщина первого слоя изоляции.

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

Толщина второго (наружного) слоя определяется по формуле (6.3.2.) и (6.3.3.).

При этом вместо значения температуры теплоносителя (t_m) подставляют значение межслойной температуры ($t_{1,2}$), а вместо (d_n) - значение (d_{uz1}).

6.9.6. Порядок расчета двухслойной изоляции с наружным слоем из экструзионного пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ XPS:

1. Определяется требуемая плотность теплового потока при заданной температуре теплоносителя (нормируемая по СП 61.13330.2012 или заданная по технологическим требованиям).

2. Задается межслойная температура – не более 75°C.

3. Для заданной межслойной температуры по формуле (6.9.5.) определяется толщина первого слоя изоляции из температуростойкого материала.

4. Выбирается наиболее близкий по внутреннему диаметру по номенклатуре типоразмер полуцилиндров или сегментов из пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ XPS и, исходя из этого, корректируется толщина первого слоя изоляции.

5. По формулам 6.3.2. и 6.3.3. определяется требуемая толщина тепловой изоляции из полуцилиндров или сегментов из пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ XPS и определяется типоразмер изделий.

6. Для выбранных типоразмера изделий из пенополистирола и толщины внутреннего слоя из температуростойкого материала производится проверочный расчет значения межслойной температуры.

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

6.9.7. Для трубопроводов, проложенных на открытом воздухе, необходимо также проверить значение межслойной температуры при выбранной конструкции для средней максимальной

температуры самого жаркого месяца.

Для этого определяют тепловой поток по формуле (6.9.1) и межслойную температуру по формулам (6.9.2.) или (6.9.3.).

6.9.8. Пример расчета требуемой толщины тепловой изоляции из пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF.

1. Исходные данные.

Определить требуемую толщину тепловой изоляции из пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF в конструкции тепловой изоляции трубопровода наружным диаметром 219мм с температурой теплоносителя 115°C при числе часов работы более 5000. Трубопровод расположен в помещении с температурой воздуха 20°C.

В соответствии с таблицей 2 СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» плотность теплового потока определяется методом интерполяции: $q_l = 53,2$ Вт/м.

2. Выбор теплоизоляционного материала для предохранительного слоя.

В качестве внутреннего слоя тепловой изоляции могут быть использованы следующие:

- маты из супертонкого базальтового волокна ГОСТ 21880-2011;
- цилиндры из минеральной ваты на синтетическом связующем ГОСТ 23208-2003;
- плиты мягкие из базальтового волокна ГОСТ 9573-2012;
- материал базальтовый огнезащитный МБОР без обкладок;
- полотно стекловолнистое холстопршивное марки ПСХ-Т;
- полотно стекловолнистое иглопробивное марки ИПС-Т;
- маты из стеклянного штапельного волокна марки М-20 или М-25 ГОСТ 10499-95.

Для внутреннего слоя принимаются маты из супертонкого базальтового волокна ГОСТ 21880-2011 без обкладок.

3. Принимаем межслойную температуру $t_{cpl} = 70^\circ\text{C}$ (с запасом), учитывая максимальную температуру эксплуатации материала.

4. Определение необходимой толщины предохранительного слоя.

Коэффициент теплопроводности матов из супертонкого базальтового волокна определяется при средней температуре теплоизоляционного слоя по формуле (согласно таблице Б1 СП 61.13330.2012):

$$\lambda_{uz1} = 0,032 + 0,00019 \cdot t_{cpl},$$

где $t_{cpl} = 0,5 \cdot (t_m + t_{1,2}) = 0,5 \cdot (115 + 70) = 92,5^\circ\text{C}$.

тогда $\lambda_{uz1} = 0,032 + 0,00019 \cdot 92,5 = 0,0496$ Вт/(м·°C).

Толщина внутреннего слоя определяется по формулам 6.7.5. и 6.3.2.

$$\ln \frac{d_{uz1}}{d_n} = 2 \cdot \pi \cdot \lambda_{uz1} \cdot \frac{t_m - t_{1,2}}{q_l} = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,0496 \cdot \frac{115 - 70}{53,2} = 0,264$$

по таблицам натуральных логарифмов определяется отношение $\frac{d_{из1}}{d_n} = 1,31$

$$\text{отсюда } \delta_{из1} = \frac{d_n}{2} \cdot \left(\frac{d_{из1}}{d_n} - 1 \right) = \frac{0,219}{2} (1,31 - 1) = 0,034, \text{ м}$$

Наружный диаметр первого слоя тепловой изоляции: $219 + 2 \cdot 34 = 287$ мм.

Ближайший типоразмер полуцилиндров ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF имеет внутренний диаметр 330мм (для трубопроводов 325 мм).

Принимаем толщину первого слоя тепловой изоляции с учетом уплотнения 55 мм.

5. Толщина наружного слоя из ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF определяется по формулам 6.3.3. и 6.3.3. с учетом того, что $d_{из1} = 0,33$ м.

Расчетная теплопроводность экструзионного пенополистирола марки CARBON PROF при средней температуре теплоизоляционного слоя:

$$\lambda_{из2} = 0,032 + 0,00018 \cdot (t_{cp2}),$$

где $t_{cp2} = 0,5 \cdot (t_{1,2} + t_n) = 0,5 \cdot (70 + 40) = 55^\circ\text{C}$.

Примечание. Здесь ориентировочно температура поверхности изоляции принимается 40°C (Таблица Б1 СП 61.13330.2012). Температура поверхности может быть уточнена по формуле 6.9.4. после определения толщины наружного слоя и всей конструкции в целом.

$$\lambda_{из2} = 0,032 + 0,00018 \cdot (t_{cp2}) = 0,032 + 0,00018 \cdot 55 = 0,042 \text{ Вт/(м} \cdot \text{}^\circ\text{C)}.$$

Толщину теплоизоляционного слоя из полуцилиндров ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF определяют по формуле:

$$\ln \frac{d_{из2}}{d_{из1}} = 2 \cdot \pi \cdot \lambda_{из2} \cdot \left(\frac{t_{1,2} - t_0}{q_l} - \frac{1}{\pi \cdot d_{из2} \cdot \alpha_n} \right) = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,042 \cdot \left(\frac{70 - 20}{53,2} - \frac{1}{3,14 \cdot 0,43 \cdot 7} \right) = 0,219$$

Примечание. Наружный диаметр теплоизоляционной конструкции неизвестен и принимается ориентировочно 0,43 м. На точность расчета это влияет не значительно. Толщина изоляции и наружный диаметр конструкции уточняются в процессе расчета.

По таблицам натуральных логарифмов определяется отношение $\frac{d_{из2}}{d_{из1}} = 1,245$ при $\ln \frac{d_{из2}}{d_{из1}} = 0,219$,

$$\text{отсюда: } \delta_{из2} = \frac{d_{из1}}{2} \cdot \left(\frac{d_{из2}}{d_{из1}} - 1 \right) = \frac{0,33}{2} (1,245 - 1) = 0,04, \text{ м}$$

6. Предварительно принимаем следующую теплоизоляционную конструкцию:

- первый (внутренний) слой тепловой изоляции из матов из супертонкого базальтового волокна ГОСТ 21880-2011 - 55 мм;
- второй слой (наружный) из сегментов ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF – 40 мм (сегменты 325-40);
- покровный слой из алюминиевого листа толщиной 0,5 мм.

7. Плотность теплового потока определяют по формуле 6.9.1. без учета термического сопротивления теплоотдачи от теплоносителя к стенке трубопровода.

$$q_l = \frac{t_m - t_o}{R_{из1} + R_{из2} + R_n} = \frac{t_m - t_o}{\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{из1}} \ln \frac{d_{из1}}{d_{mp}} + \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{из2}} \ln \frac{d_{из2}}{d_{из1}} + \frac{1}{\pi \cdot d_{из2} \cdot \alpha_n}}$$

$$q_l = \frac{115 - 20}{\frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,0496} \ln \frac{0,33}{0,219} + \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,042} \ln \frac{0,41}{0,33} + \frac{1}{3,14 \cdot 0,41 \cdot 7}} = 42,3 \text{ Вт/м}$$

Плотность теплового потока не превышает нормативного значения по СП 61.13330.2012. Межслойная температура определяется при плотности теплового потока 40,6 Вт/м по формуле 6.9.2:

$$t_{1,2} = 115 - \frac{42,3}{3,14} \cdot \frac{\ln \frac{0,33}{0,219}}{2 \cdot 0,0496} = 59,3^\circ\text{C}$$

Таким образом, при заданной конструкции теплоизоляционного слоя, межслойная температура является допустимой для применения изделий из экструзионного пенополистирола.

							ТР 12149-ТИ.2019	Лист
								49
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

							ТР 12149-ТИ.2019	Лист
								50
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

ПРИЛОЖЕНИЕ А.

Таблица А1. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из полуцилиндров и сегментов **ТЕХ-НОНИКОЛЬ CARBON PROF**, отвечающая нормам плотности теплового потока в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с положительными температурами теплоносителя **при числе часов работы более 5000 при расположении на открытом воздухе** в Московском регионе.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С						
	20	30	40	50	60	70	75
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм						
57	16	19	22	23	24	25	26
76	18	22	24	26	28	29	30
89	18	23	26	29	31	34	32
108	19	24	27	30	33	35	33
133	21	26	30	32	34	36	37
159	22	28	32	35	37	38	39
219	23	30	35	38	41	42	43
273	25	32	36	39	42	45	46
325	26	32	36	41	44	47	48
426	24	31	36	39	43	45	46
530	25	32	38	41	44	47	48
630	26	33	38	41	44	47	48
720	27	34	39	42	46	49	50
820	27	34	40	43	47	50	52
920	27	35	41	44	48	51	53
1020	27	35	41	45	48	52	53
1220	28	36	42	45	49	53	54
1420	28	36	42	46	50	54	57

Таблица А2. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из полуцилиндров и сегментов **ТЕХ-НОНИКОЛЬ CARBON SOLID**, отвечающая нормам плотности теплового потока в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с положительными температурами теплоносителя **при числе часов работы более 5000 при расположении на открытом воздухе** в Московском регионе.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С						
	20	30	40	50	60	70	75
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм						
1	2	3	4	5	6	7	8
57	18	22	24	25	27	28	28
76	20	24	27	28	30	32	32
89	20	25	28	30	32	34	34
108	21	26	30	33	35	36	37
133	23	29	33	35	37	39	40
159	24	31	35	37	40	42	42
219	26	33	38	41	44	46	47
273	27	34	39	42	45	48	49
325	28	35	39	44	47	50	51
426	27	34	39	42	46	48	79
530	27	35	41	44	47	50	52
630	28	36	42	44	48	51	53
720	28	37	42	45	49	52	54
820	28	37	43	46	50	54	55
920	29	38	43	47	51	55	56
1020	29	38	44	47	52	55	57
1220	30	39	44	48	53	56	58
1420	31	40	46	49	54	57	59

Таблица А5. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из полуцилиндров и сегментов **ТЕХ-НОНИКОЛЬ CARBON PROF / SOLID**, отвечающая нормам плотности теплового потока в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с положительными температурами теплоносителя при числе часов работы более 5000 при расположении в помещении в Московском регионе.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С							
	50	60	70	75	50	60	70	75
	Толщина теплоизоляционного слоя для марки, мм							
	CARBON PROF				CARBON SOLID			
57	18	19	20	21	20	22	24	25
76	19	21	23	24	21	24	27	28
89	21	25	28	29	22	26	29	30
108	24	28	31	32	25	29	32	33
133	24	27	29	29	26	29	31	32
159	27	29	31	32	27	31	33	34
219	28	32	34	35	30	34	37	38
273	29	33	36	37	32	36	39	40
325	31	35	38	39	33	37	40	42
426	32	37	40	41	35	39	43	44
530	33	38	42	43	36	41	45	46
630	35	40	43	45	37	42	46	48
720	35	40	44	45	38	43	47	48
820	36	41	45	46	39	44	48	50
920	37	42	46	47	39	45	49	51
1020	37	42	46	48	39	45	49	51
1220	37	43	47	49	40	46	50	52
1420	38	44	48	50	40	47	51	53

Таблица А6. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из полуцилиндров и сегментов **ТЕХ-НОНИКОЛЬ CARBON PROF / SOLID**, отвечающая нормам плотности теплового потока в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с положительными температурами теплоносителя при числе часов работы 5000 и менее при расположении в помещении в Московском регионе.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С							
	50	60	70	75	50	60	70	75
	Толщина теплоизоляционного слоя для марки, мм							
	CARBON PROF				CARBON SOLID			
57	15	17	18	18	16	18	19	20
76	17	19	20	20	18	20	22	22
89	19	21	22	22	20	22	23	24
108	21	22	23	24	21	24	26	26
133	22	23	25	25	22	25	27	27
159	23	23	25	26	22	25	27	28
219	23	26	28	29	24	28	30	31
273	24	28	30	31	26	30	32	33
325	26	29	31	32	27	31	33	34
426	27	30	33	34	29	33	35	36
530	27	31	34	35	30	33	36	38
630	28	32	35	37	31	35	38	39
720	29	33	36	37	31	35	39	40
820	29	33	37	38	31	36	39	41
920	29	34	37	38	32	36	40	41
1020	30	35	37	39	32	36	40	42
1220	30	35	38	39	32	38	41	42
1420	32	36	39	40	33	38	41	43

В таблицах А7-А12 приведены ориентировочные расчетные значения толщины теплоизоляционного слоя из сегментов и полуцилиндров **ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF / SOLID**, отвечающие нормам плотности теплового потока, в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов объектов, расположенных в г. Екатеринбурге и Свердловской области.

Таблицы приведены как справочный материал для расчета.

Таблица А7. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из полуцилиндров и сегментов **ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF**, отвечающая нормам плотности теплового потока в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с положительными температурами теплоносителя **при расположении на открытом воздухе** в г. Екатеринбурге.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С						
	20	30	40	50	60	70	75
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм						
57	20	25	29	32	34	36	37
76	22	27	31	34	37	39	40
89	26	31	34	37	40	43	44
108	27	33	37	41	44	47	49
133	28	35	40	43	47	51	53
159	30	37	42	45	50	53	55
219	34	42	48	53	57	61	63
273	35	44	51	57	62	66	68
325	39	48	54	60	65	69	71
426	42	51	58	63	69	74	77
530	42	52	60	66	72	78	81
630	43	54	62	69	75	81	84
720	46	56	64	70	77	84	87
820	47	58	66	72	80	86	89
920	47	59	67	74	81	88	91
1020	48	60	68	75	83	90	93
Более 1020	51	66	77	85	94	102	106

Таблица А8. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из полуцилиндров и сегментов **ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON SOLID**, отвечающая нормам плотности теплового потока в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с положительными температурами теплоносителя **при расположении на открытом воздухе** в г. Екатеринбурге.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С						
	20	30	40	50	60	70	75
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм						
57	22	28	32	35	37	38	39
76	25	30	34	37	40	42	43
89	29	34	37	40	43	46	47
108	30	36	41	45	48	51	52
133	32	39	43	47	51	54	56
159	33	41	45	49	53	57	59
219	37	46	52	57	61	65	67
273	39	49	56	61	66	70	72
325	43	53	59	64	69	73	75
426	46	56	63	68	73	78	81
530	46	57	65	71	77	83	86
630	48	59	67	74	80	86	89
720	50	62	69	75	82	88	91
820	51	63	71	77	85	91	94
920	52	64	73	79	87	93	96
1020	53	65	74	81	88	95	98
Более 1020	51	66	77	85	94	102	106

Таблица А9. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из полуцилиндров и сегментов **ТЕХ-НОНИКОЛЬ CARBON PROF / SOLID**, отвечающая нормам плотности теплового потока в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с положительными температурами теплоносителя **при расположении в помещении** в г. Екатеринбурге.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура теплоносителя, °С							
	50	60	70	75	50	60	70	75
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм, для марки							
	CARBON PROF				CARBON SOLID			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
57	27	31	33	35	29	32	35	36
76	32	35	37	38	34	36	38	39
89	32	37	40	42	34	38	41	43
108	35	40	43	45	37	41	45	47
133	39	43	47	49	41	45	48	50
159	39	44	49	51	40	46	51	53
219	42	50	55	58	44	51	57	60
273	47	54	60	63	49	56	61	64
325	50	58	64	67	52	60	65	68
426	54	62	69	72	57	64	71	74
530	55	65	72	75	57	67	74	77
630	57	67	75	78	60	69	77	83
720	60	70	78	81	62	72	80	83
820	61	72	80	84	64	74	82	86
920	62	73	82	86	65	75	84	88
1020	63	74	83	95	66	76	85	89
Более 1020	70	84	95	100	73	86	97	102

Таблица А10. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из полуцилиндров и сегментов **ТЕХ-НОНИКОЛЬ CARBON PROF**, отвечающая нормам плотности теплового потока в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с положительными температурами теплоносителя **при расположении на открытом воздухе** на предприятиях Свердловской области.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С							
	20	30	40	50	60	70	75	
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм							
57	16	19	21	23	25	27	28	
76	18	22	24	26	28	30	31	
89	19	23	26	29	31	33	34	
108	20	25	28	30	33	35	36	
133	22	26	29	32	35	37	39	
159	24	29	32	34	37	40	41	
219	26	31	35	38	42	45	47	
273	26	32	37	40	44	47	49	
325	27	33	38	42	46	50	52	
426	29	36	41	45	50	54	56	
530	30	37	43	47	52	57	59	
630	31	39	45	49	54	59	61	
720	32	40	46	50	56	60	63	
820	32	40	46	51	56	61	64	
920	32	41	47	52	58	63	65	
1020	33	42	48	53	59	64	67	
Более 1020	39	48	55	60	68	75	79	

Таблица А11. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из полуцилиндров и сегментов **ТЕХ-НОНИКОЛЬ CARBON SOLID**, отвечающая нормам плотности теплового потока в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с положительными температурами теплоносителя **при расположении на открытом воздухе** на предприятиях Свердловской области.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С						
	20	30	40	50	60	70	75
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм						
57	18	21	24	25	27	29	30
76	21	24	27	29	31	32	33
89	21	25	29	31	33	35	36
108	22	27	31	33	35	38	39
133	25	29	32	34	37	40	41
159	27	32	35	37	40	42	44
219	29	34	38	41	45	48	49
273	29	35	40	43	47	50	51
325	29	36	41	45	50	53	55
426	32	39	44	48	53	57	59
530	33	41	46	51	56	60	62
630	34	42	48	53	58	62	64
720	35	43	49	54	59	64	66
820	35	44	50	55	60	65	67
920	36	45	51	56	61	66	68
1020	36	45	52	57	63	67	70
Более 1020	43	52	59	64	72	79	82

Таблица А12. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из полуцилиндров и сегментов **ТЕХ-НОНИКОЛЬ CARBON PROF / SOLID**, отвечающая нормам плотности теплового потока в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с положительными температурами теплоносителя **при расположении в помещении** на предприятиях Свердловской области.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура теплоносителя, °С							
	50	60	70	75	50	60	70	75
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм							
	CARBON PROF				CARBON SOLID			
57	20	23	25	26	21	24	26	27
76	24	27	29	30	26	28	30	31
89	26	29	31	32	27	30	32	33
108	26	30	33	35	27	31	34	36
133	27	31	35	37	28	33	36	38
159	31	35	38	40	32	36	39	41
219	33	38	42	44	35	40	44	46
273	36	41	46	48	37	43	47	49
325	38	43	48	50	39	45	49	51
426	40	46	51	53	41	47	52	54
530	41	48	53	56	43	50	55	57
630	42	49	55	58	44	51	57	59
720	43	51	57	60	45	52	58	61
820	44	51	58	61	45	53	59	62
920	45	53	59	62	47	54	60	63
1020	45	53	60	63	47	55	61	64
Более 1020	51	61	69	73	52	63	71	75

В таблицах А13 – А15 приведены ориентировочные расчетные значения толщины теплоизоляционного слоя из сегментов и полуцилиндров из экструзионного пенополистирола **ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF / SOLID**, отвечающие нормам плотности теплового потока, в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов промышленных предприятий, расположенных в Ямало-Ненецком автономном округе.

Таблицы приведены как справочный материал для расчета.

Таблица А13. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из полуцилиндров и сегментов **ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF**, отвечающая нормам плотности теплового потока в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с положительными температурами теплоносителя **при расположении на открытом воздухе** на предприятиях Ямало-Ненецкого Автономного Округа.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С						
	20	30	40	50	60	70	75
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм						
57	22	25	27	29	31	33	34
76	25	28	30	32	35	37	38
89	26	30	33	35	38	41	43
108	28	33	37	40	43	45	46
133	31	35	38	41	44	48	50
159	31	36	40	44	48	51	53
219	37	42	47	50	54	58	60
273	38	44	49	53	58	62	64
325	40	47	53	57	62	66	68
426	43	51	57	63	68	72	74
530	46	54	60	65	71	76	79
630	48	56	63	68	74	80	83
720	48	57	65	71	77	83	86
820	49	59	66	73	79	85	88
920	50	60	67	74	81	87	90
1020	52	61	69	75	82	89	92
Более 1020	57	68	77	84	92	100	103

Таблица А14. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из полуцилиндров и сегментов **ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON SOLID**, отвечающая нормам плотности теплового потока в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с положительными температурами теплоносителя **при расположении на открытом воздухе** на предприятиях Ямало-Ненецкого Автономного Округа.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С						
	20	30	40	50	60	70	75
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм						
1	2	3	4	5	6	7	8
57	25	28	30	32	34	35	36
76	28	31	34	35	38	40	41
89	29	33	36	39	41	44	45
108	31	36	40	44	46	48	49
133	35	39	42	44	48	51	53
159	34	40	44	48	51	55	57
219	41	46	51	54	58	62	64
273	42	48	53	58	62	66	68
325	44	52	57	62	66	70	72
426	48	56	62	68	72	76	78
530	51	59	65	70	76	81	83
630	52	61	68	73	79	84	87
720	53	62	70	76	82	87	90
820	54	64	72	78	84	90	93
920	55	65	73	79	86	92	95
1020	57	67	74	81	87	93	96
Более 1020	62	74	83	90	98	105	108

Таблица А15. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из полуцилиндров и сегментов **ТЕХ-НОНИКОЛЬ CARBON PROF / SOLID**, отвечающая нормам плотности теплового потока в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с положительными температурами теплоносителя при расположении в помещении на предприятиях Ямало-Ненецкого Автономного Округа.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура теплоносителя, °С							
	50	60	70	75	50	60	70	75
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм,							
	CARBON PROF				CARBON SOLID			
57	22	25	28	29	25	28	30	31
76	27	30	33	35	30	33	36	37
89	28	32	35	36	31	34	37	39
108	31	35	38	40	34	38	41	43
133	31	36	40	42	34	39	43	45
159	35	40	45	47	38	43	48	50
219	39	45	50	52	43	49	53	55
273	41	48	53	56	44	51	56	59
325	45	52	58	61	48	55	61	63
426	49	57	63	66	53	61	67	70
530	51	59	66	69	54	63	69	72
630	54	63	70	73	57	66	73	76
720	55	64	72	76	58	68	75	78
820	56	66	74	77	60	69	77	80
920	58	68	76	79	61	71	79	82
1020	58	68	76	80	61	71	80	83
Более 1020	65	76	85	89	69	80	89	93

Таблица А16. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из полуцилиндров и сегментов **ТЕХ-НОНИКОЛЬ CARBON PROF**, отвечающая нормам плотности теплового потока в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с отрицательными температурами теплоносителя при расположении на открытом воздухе, на промышленных предприятиях в Московском регионе.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С					
	0	-10	-20	-40	-60	-70
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм					
57	6	22	34	54	83	89
76	6	23	37	60	92	100
89	7	25	39	63	92	102
108	7	26	43	67	93	103
133	8	28	46	69	93	104
159	10	30	48	73	92	108
219	11	36	53	77	107	121
273	13	37	55	82	116	127
325	14	40	56	86	115	131
426	13	42	57	95	129	144
530	14	39	61	98	134	150
630 и более	14	40	60	100	140	150

Таблица А17. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из полуцилиндров и сегментов **ТЕХ-НОНИКОЛЬ CARBON SOLID**, отвечающая нормам плотности теплового потока в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с отрицательными температурами теплоносителя при расположении на открытом воздухе, на промышленных предприятиях в Московском регионе.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С					
	0	-10	-20	-40	-60	-70
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм					
57	6	24	38	60	94	101
76	7	25	40	66	103	112
89	7	27	43	69	103	114
108	8	29	47	73	103	115
133	9	31	50	75	103	115
159	11	32	52	80	101	119
219	12	39	57	84	117	133
273	13	40	59	90	126	139
325	15	43	60	93	125	142
426	14	45	61	103	140	156
530	15	41	65	106	145	163
630 и более	15	40	65	105	140	150

Таблица А18. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из полуцилиндров и сегментов **ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF**, отвечающая нормам плотности теплового потока в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с отрицательными температурами теплоносителя при расположении **в помещении**, на промышленных предприятиях в Московском регионе.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С					
	0	-10	-20	-40	-60	-70
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм					
57	15	24	33	55	67	77
76	18	28	45	63	78	91
89	20	32	48	68	83	95
108	21	37	51	72	95	102
133	22	40	53	78	100	109
159	25	39	58	77	109	115
219	27	42	61	84	110	122
273	32	49	62	99	122	131
325	31	48	66	99	123	134
426	33	52	67	101	134	144
530	34	52	71	104	138	155
630 и более	35	50	65	100	120	130

Таблица А19. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из полуцилиндров и сегментов **ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON SOLID**, отвечающая нормам плотности теплового потока в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с отрицательными температурами теплоносителя при расположении **в помещении**, на промышленных предприятиях в Московском регионе.

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С					
	0	-10	-20	-40	-60	-70
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм					
57	17	27	36	62	75	88
76	20	31	50	71	88	102
89	22	35	53	76	92	108
108	23	40	56	82	98	115
133	24	43	58	86	110	121
159	27	42	63	85	120	127
219	29	45	66	92	121	135
273	34	53	67	108	133	144
325	33	52	71	107	134	146
426	36	56	72	110	146	157
530	36	56	76	112	150	168
630 и более	37	55	70	100	120	140

В таблице А20 приведены расчетные значения толщины теплоизоляционного слоя из экструзионного пенополистирола **ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF / SOLID**, отвечающие нормам плотности теплового потока, в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с отрицательными температурами теплоносителя для предприятий, расположенных в Ямало-Ненецком Автономном Округе и других районах Крайнего Севера со среднегодовой температурой окружающего воздуха минус 5 – минус 8°С.

Таблица приведена как справочный материал для расчета.

Таблица 6.1.20. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из пенополистирола **ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF / SOLID**, отвечающая нормам плотности теплового потока в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с отрицательными температурами теплоносителя при расположении **на открытом воздухе в Ямало-Ненецком Автономном Округе**.

Наружный диаметр трубопровода, мм	Температура теплоносителя, °С							
	-10				-20			
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм							
	CARBON PROF				CARBON SOLID			
57	1	12	31	48	2	13	34	52
76	2	14	36	55	2	15	39	60
89	2	14	36	57	2	15	39	61
108	2	15	39	61	2	16	42	66
133	2	18	43	68	3	20	46	73
159	3	20	46	74	3	21	50	79
219	4	22	49	80	4	24	54	86
273	4	23	54	87	4	25	58	93
325	4	24	57	92	5	26	61	98
426	5	25	63	99	5	29	66	105
530	4	27	66	104	5	29	71	110
Более 530	4	29	73	121	5	31	78	127

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.

Таблица Б1. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из полуцилиндров и сегментов **ТЕХ-НОНИКОЛЬ CARBON PROF** в конструкциях тепловой изоляции, предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на поверхности изоляции трубопроводов, расположенных в помещении с относительной влажностью воздуха **не более 60% и металлическим защитным покрытием.**

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С					
	5	-10	-20	-40	-60	-70
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм					
57	5	14	19	29	37	41
76	5	15	20	30	39	43
89	5	15	21	31	41	45
108	5	15	21	32	42	47
133	5	15	21	33	43	48
159	5	16	22	34	44	49
219	5	16	22	35	46	52
273	5	16	23	36	47	53
325	5	16	23	36	48	54
426	5	16	23	37	49	55
530	5	16	24	37	50	56
630	5	17	24	37	51	57
720	5	17	24	38	51	58
820	6	17	24	38	51	58
920	6	17	24	38	52	58
1020	6	17	24	38	52	59
1220	6	17	24	38	52	59
1420	6	17	24	39	53	60

Таблица Б2. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из полуцилиндров и сегментов **ТЕХ-НОНИКОЛЬ CARBON PROF** в конструкциях тепловой изоляции, предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на поверхности изоляции трубопроводов, расположенных в помещении с относительной влажностью воздуха **не более 60% и неметаллическим защитным покрытием.**

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С					
	5	-10	-20	-40	-60	-70
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм					
57	4	11	15	22	28	32
76	4	11	15	23	30	33
89	4	11	16	23	31	34
108	4	11	16	24	32	35
133	4	11	16	24	32	36
159	4	12	16	25	33	37
219	4	12	17	26	34	38
273	4	12	17	26	35	39
325	4	12	17	26	36	40
426	4	12	17	27	36	41
530	4	12	17	27	37	41
630	4	12	17	27	37	42
720	4	12	17	27	37	42
820	4	12	17	27	37	42
920	4	12	17	28	38	43
1020	4	12	17	28	38	43
1220	4	12	17	28	38	43
1420	4	12	17	28	38	43

Таблица Б3. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из полудилиндров и сегментов **ТЕХ-НОНИКОЛЬ CARBON SOLID** в конструкциях тепловой изоляции, предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на поверхности изоляции трубопроводов, расположенных в помещении с относительной влажностью воздуха **не более 60% и металлическим защитным покрытием.**

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С					
	5	-10	-20	-40	-60	-70
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм					
57	6	15	20	30	39	43
76	6	15	21	32	41	46
89	6	16	22	33	43	49
108	6	16	23	34	44	50
133	6	16	23	35	45	51
159	6	17	23	35	47	52
219	6	17	24	37	49	55
273	6	17	24	37	50	56
325	6	17	24	38	51	57
426	6	17	25	39	52	59
530	6	18	25	39	53	60
630	6	18	25	40	54	61
720	6	18	25	40	54	61
820	6	18	25	40	55	62
920	6	18	25	40	55	62
1020	6	18	25	41	55	62
1220	6	18	26	41	56	63
1420	6	18	26	41	56	63

Таблица Б4. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из полудилиндров и сегментов **ТЕХ-НОНИКОЛЬ CARBON SOLID** в конструкциях тепловой изоляции, предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на поверхности изоляции трубопроводов, расположенных в помещении с относительной влажностью воздуха **не более 60% и неметаллическим защитным покрытием.**

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С					
	5	-10	-20	-40	-60	-70
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм					
57	4	11	15	23	30	33
76	4	12	16	24	31	35
89	4	12	16	25	32	36
108	4	12	17	25	33	37
133	4	12	17	26	34	38
159	4	12	17	26	35	39
219	4	12	18	27	36	41
273	4	12	18	28	37	42
325	4	13	18	28	38	42
426	4	13	18	28	38	43
530	4	13	18	29	39	44
630	4	13	18	29	39	44
720	4	13	18	29	40	45
820	4	13	18	29	40	45
920	4	13	18	29	40	45
1020	4	13	18	29	40	45
1220	4	13	19	30	40	46
1420	4	13	19	30	41	46

Таблица Б5. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из полуцилиндров и сегментов **ТЕХ-НОНИКОЛЬ CARBON PROF** в конструкциях тепловой изоляции, предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на поверхности изоляции трубопроводов, расположенных в помещении с относительной влажностью воздуха **75% и металлическим защитным покрытием.**

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С					
	5	-10	-20	-40	-60	-70
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм					
57	12	25	33	47	60	66
76	12	26	35	50	63	70
89	13	27	36	51	66	73
108	13	28	38	53	69	75
133	13	28	38	55	71	78
159	13	29	39	57	73	81
219	13	30	40	59	77	85
273	13	31	41	61	79	88
325	14	31	42	62	81	91
426	14	31	43	64	84	94
530	14	32	43	65	86	96
630	14	32	44	66	88	98
720	14	32	44	67	89	99
820	14	32	44	68	90	101
920	14	33	45	68	91	102
1020	14	33	45	68	91	102
1220	14	33	45	69	92	104
1420	14	33	45	70	93	105

Таблица Б6. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из полуцилиндров и сегментов **ТЕХ-НОНИКОЛЬ CARBON PROF** в конструкциях тепловой изоляции, предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на поверхности изоляции трубопроводов, расположенных в помещении с относительной влажностью воздуха **75% и неметаллическим защитным покрытием.**

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С					
	5	-10	-20	-40	-60	-70
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм					
57	9	19	25	36	46	51
76	9	20	26	38	49	54
89	10	20	27	39	51	56
108	10	21	28	40	53	57
133	10	21	28	41	54	59
159	10	22	29	43	55	61
219	10	22	30	44	58	64
273	10	22	30	45	60	66
325	10	23	31	46	61	68
426	10	23	31	47	62	70
530	10	23	32	48	64	71
630	10	23	32	49	65	72
720	10	23	32	49	65	73
820	10	24	32	49	66	74
920	10	24	32	50	66	74
1020	10	24	32	50	67	75
1220	10	24	33	50	67	76
1420	10	24	33	50	68	76

Таблица Б7. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из полуцилиндров и сегментов **ТЕХ-НОНИКОЛЬ CARBON SOLID** в конструкциях тепловой изоляции, предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на поверхности изоляции трубопроводов, расположенных в помещении с относительной влажностью воздуха **75% и металлическим защитным покрытием.**

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С					
	5	-10	-20	-40	-60	-70
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм					
57	13	27	35	49	63	69
76	13	28	36	52	67	73
89	14	29	38	54	71	76
108	14	30	39	57	73	80
133	14	30	40	58	74	82
159	14	31	41	60	77	85
219	14	32	43	63	81	90
273	14	32	44	64	84	93
325	14	33	44	66	86	96
426	15	33	45	68	89	99
530	15	34	46	69	91	102
630	15	34	47	70	93	104
720	15	34	47	71	94	105
820	15	34	47	72	95	107
920	15	35	47	72	96	108
1020	15	35	48	73	97	109
1220	15	35	48	73	98	110
1420	15	35	48	74	99	111

Таблица Б8. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из полуцилиндров и сегментов **ТЕХ-НОНИКОЛЬ CARBON SOLID** в конструкциях тепловой изоляции, предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на поверхности изоляции трубопроводов, расположенных в помещении с относительной влажностью воздуха **75% и неметаллическим защитным покрытием.**

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С					
	5	-10	-20	-40	-60	-70
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм					
57	10	20	26	38	48	53
76	10	21	28	40	51	56
89	10	22	29	42	54	58
108	10	22	30	43	56	61
133	10	22	30	44	57	63
159	10	23	31	45	58	65
219	10	23	32	47	61	68
273	10	24	32	48	63	70
325	11	24	33	49	64	72
426	11	24	33	50	66	74
530	11	25	34	51	68	76
630	11	25	34	52	69	77
720	11	25	34	52	69	78
820	11	25	34	52	70	78
920	11	25	34	53	70	79
1020	11	25	35	53	71	80
1220	11	25	35	53	71	80
1420	11	25	35	54	72	81

Таблица Б9. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из полуцилиндров и сегментов **ТЕХ-НОНИКОЛЬ CARBON PROF** в конструкциях тепловой изоляции, предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на поверхности изоляции трубопроводов, расположенных в помещении с относительной влажностью воздуха **80% и металлическим защитным покрытием.**

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С					
	5	-10	-20	-40	-60	-70
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм					
57	16	32	41	58	73	80
76	17	33	43	61	80	85
89	17	35	45	64	83	88
108	17	35	46	66	85	92
133	17	36	47	68	87	96
159	18	37	49	70	90	99
219	18	39	51	74	95	105
273	18	39	52	76	99	109
325	19	40	53	78	101	113
426	19	41	55	81	105	117
530	19	41	56	83	108	121
630	19	42	56	84	111	123
720	19	42	57	85	112	125
820	19	42	57	86	114	127
920	19	43	58	87	115	128
1020	19	43	58	87	116	129
1220	19	43	58	88	117	131
1420	19	43	59	89	119	134

Таблица Б10. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из полуцилиндров и сегментов **ТЕХ-НОНИКОЛЬ CARBON PROF** в конструкциях тепловой изоляции, предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на поверхности изоляции трубопроводов, расположенных в помещении с относительной влажностью воздуха **80% и неметаллическим защитным покрытием.**

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С					
	5	-10	-20	-40	-60	-70
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм					
57	12	24	31	44	56	62
76	12	25	33	47	60	66
89	13	26	34	49	63	68
108	13	27	35	51	64	72
133	13	27	36	52	66	73
159	13	28	37	53	68	76
219	13	29	38	56	72	80
273	13	29	39	57	74	83
325	14	29	39	58	76	85
426	14	30	40	60	79	88
530	14	30	41	62	80	90
630	14	31	41	63	82	91
720	14	31	42	63	83	92
820	14	31	42	64	84	94
920	14	31	42	64	84	94
1020	14	31	42	64	85	95
1220	14	31	42	64	86	96
1420	14	31	43	65	86	97

Таблица Б11. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из полуцилиндров и сегментов **ТЕХ-НОНИКОЛЬ CARBON SOLID** в конструкциях тепловой изоляции, предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на поверхности изоляции трубопроводов, расположенных в помещении с относительной влажностью воздуха **80% и металлическим защитным покрытием.**

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С					
	5	-10	-20	-40	-60	-70
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм					
57	17	33	43	60	77	84
76	17	35	45	64	81	90
89	18	37	47	68	86	95
108	19	38	48	70	89	98
133	19	38	50	72	91	101
159	19	39	52	74	95	105
219	19	41	54	78	100	111
273	20	42	55	81	104	115
325	20	42	57	83	107	119
426	20	43	58	86	111	124
530	20	44	59	88	115	128
630	20	44	60	89	117	130
720	20	45	60	90	119	132
820	20	45	61	91	120	134
920	20	45	61	92	122	136
1020	20	46	62	93	123	137
1220	20	46	62	94	124	139
1420	20	46	63	95	126	141

Таблица Б12. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из полуцилиндров и сегментов **ТЕХ-НОНИКОЛЬ CARBON SOLID** в конструкциях тепловой изоляции, предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на поверхности изоляции трубопроводов, расположенных в помещении с относительной влажностью воздуха **80% и неметаллическим защитным покрытием.**

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, °С					
	5	-10	-20	-40	-60	-70
	Толщина теплоизоляционного слоя, мм					
57	13	25	33	47	59	65
76	13	27	35	49	63	69
89	14	28	36	51	65	72
108	14	29	37	53	68	75
133	14	29	38	54	70	77
159	14	29	39	56	72	80
219	14	30	40	59	76	84
273	14	31	41	61	79	87
325	14	31	42	62	80	89
426	15	32	43	64	83	93
530	15	32	43	65	85	95
630	15	32	44	66	87	97
720	15	33	44	66	88	98
820	15	33	44	67	89	99
920	15	33	45	67	89	100
1020	15	33	45	68	90	101
1220	15	33	45	68	91	102
1420	15	33	45	69	92	103

ПРИЛОЖЕНИЕ В.

Таблица В1. Время до начала замерзания воды с начальной температурой +5°C в трубопроводах с теплоизоляцией из полуцилиндров и сегментов **ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF** при остановке ее движения.

Наружный диаметр, мм	Толщина теплоизоляционного слоя, мм							
	30	40	50	60	70 (30+40)	80	90 (40+50)	100
Время до начала замерзания при температуре воздуха минус 20°C, час								
57	9,6	11,6	13,2	14,8	16,1	17,5	18,6	19,5
76	13,2	16,2	18,8	21,1	23,3	25,2	27,0	28,6
89	17,3	21,4	25,0	28,3	31,3	34,0	36,5	38,8
108	23,0	28,6	33,6	38,3	42,5	46,4	49,8	53,2
133	30,1	37,7	44,6	51,2	57,2	62,3	67,4	72,7
159	37,3	46,8	55,7	64,5	72,3	79,6	86,4	92,9
Время до начала замерзания при температуре воздуха минус 30°C, час								
57	6,5	7,8	8,9	9,6	10,8	11,7	12,5	13,1
76	8,9	10,9	12,6	14,2	15,7	17,0	18,2	19,2
89	11,6	14,4	16,8	19,0	21,0	22,8	24,5	26,1
108	15,4	19,2	22,6	25,7	28,5	31,2	33,5	35,7
133	20,2	25,3	30,0	34,4	38,4	41,9	45,3	48,8
159	25,0	31,4	37,4	43,3	48,5	53,4	58,0	62,4
Время до начала замерзания при температуре воздуха минус 40°C, час								
57	4,8	5,5	6,7	7,4	8,1	8,8	9,3	9,9
76	6,6	8,1	9,5	10,7	11,7	12,7	13,6	14,5
89	8,7	10,8	12,6	14,3	15,8	17,2	18,4	19,6
108	11,6	14,4	17,0	19,3	21,5	23,5	25,3	27,0
133	15,2	19,1	22,6	25,9	28,9	31,7	34,3	36,8
159	18,8	23,8	28,4	32,6	36,5	40,2	43,7	46,9

Таблица В2. Время до начала замерзания воды с начальной температурой +10°C в трубопроводах с теплоизоляцией из полуцилиндров и сегментов **ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF** при остановке ее движения.

Наружный диаметр, мм	Толщина теплоизоляционного слоя, мм							
	30	40	50	60	70 (30+40)	80	90 (40+50)	100
Время до начала замерзания при температуре воздуха минус 20°C, час								
57	11,1	13,5	15,6	17,4	19,1	20,2	21,5	23,0
76	15,4	18,9	22,2	25,0	27,1	29,9	32,0	33,9
89	20,3	24,7	28,8	33,1	36,6	39,8	42,7	45,4
108	26,7	32,7	38,4	44,5	49,4	54,0	57,0	60,8
133	34,9	42,9	50,8	59,4	66,3	71,1	76,9	84,3
159	43,2	53,3	63,5	74,7	83,7	92,2	100,1	107,6
Время до начала замерзания при температуре воздуха минус 30°C, час								
57	7,6	9,2	10,6	11,8	12,9	13,8	14,7	15,7
76	10,5	12,9	15,2	17,1	18,5	20,1	21,5	23,1
89	13,8	16,8	19,7	22,6	24,9	27,1	29,1	31,0
108	18,2	22,3	26,2	30,3	33,7	36,8	38,8	41,4
133	23,8	29,2	34,6	40,5	45,2	48,4	52,4	57,5
159	29,4	36,3	43,3	50,9	57,0	62,8	68,2	73,3
Время до начала замерзания при температуре воздуха минус 40°C, час								
57	5,8	7,0	8,1	9,0	9,8	10,6	11,3	11,9
76	8,1	10,0	11,5	12,9	14,3	15,4	16,5	17,6
89	10,5	12,9	15,1	17,1	18,9	20,6	22,1	23,5
108	13,8	17,2	20,2	23,0	25,6	27,9	30,1	32,1
133	18,0	22,7	26,8	30,7	34,3	37,6	40,7	43,6
159	22,3	28,2	33,6	38,6	43,4	47,6	51,7	55,6

Таблица В3. Время до начала замерзания воды с начальной температурой +5°C в трубопроводах с теплоизоляцией из полуцилиндров и сегментов **ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON SOLID** при остановке ее движения.

Наружный диаметр, мм	Толщина теплоизоляционного слоя, мм							
	30	40	50	60	70 (30+40)	80	90 (40+50)	100
Время до начала замерзания при температуре воздуха минус 20°C, час								
57	9,0	10,9	12,4	13,8	15,1	16,4	17,5	18,3
76	12,5	15,2	17,6	19,8	21,9	23,7	25,3	26,8
89	16,3	20,1	23,5	26,5	29,3	31,9	34,2	36,4
108	21,6	26,8	31,6	35,9	39,8	43,5	46,8	49,9
133	28,3	35,4	41,9	48,1	53,7	58,5	63,3	68,2
159	35,0	44,0	52,4	60,5	67,8	74,6	81,1	87,1
Время до начала замерзания при температуре воздуха минус 30°C, час								
57	6,1	7,3	8,3	9,3	10,2	11,0	11,7	12,3
76	8,4	10,3	11,8	13,2	14,7	15,9	17,0	18,0
89	10,9	13,5	15,8	17,8	19,7	21,4	23,0	24,5
108	14,5	18,0	21,2	24,1	26,8	29,2	31,4	33,5
133	19,0	23,8	28,1	32,3	36,0	39,3	42,5	45,8
159	23,5	29,5	35,2	40,6	45,5	50,1	54,4	58,5
Время до начала замерзания при температуре воздуха минус 40°C, час								
57	4,5	5,4	6,3	7,0	7,6	8,2	8,8	9,3
76	6,2	7,6	8,9	10,0	11,0	11,9	12,8	13,6
89	8,2	10,1	12,0	13,4	14,8	16,1	17,3	18,4
108	10,9	13,6	16,1	18,2	20,2	22,0	23,7	25,3
133	14,3	17,9	21,3	24,3	27,1	29,7	32,2	34,5
159	17,7	22,3	26,6	30,6	34,3	37,7	41,0	44,0

Таблица В4. Время до начала замерзания воды с начальной температурой +10°C в трубопроводах с теплоизоляцией из полуцилиндров и сегментов **ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON SOLID** при остановке ее движения.

Наружный диаметр, мм	Толщина теплоизоляционного слоя, мм							
	30	40	50	60	70 (30+40)	80	90 (40+50)	100
Время до начала замерзания при температуре воздуха минус 20°C, час								
57	10,5	12,6	14,6	16,3	17,8	19,2	20,2	21,6
76	14,5	17,8	20,8	23,4	25,5	27,6	29,5	31,8
89	19,0	23,2	27,1	31,1	34,3	37,3	40,1	42,6
108	25,1	30,7	36,1	41,8	46,4	50,6	53,5	57,1
133	32,8	40,3	47,7	55,8	62,2	66,7	72,2	79,1
159	40,7	50,1	59,6	70,2	78,7	86,6	94,0	101,0
Время до начала замерзания при температуре воздуха минус 30°C, час								
57	7,1	8,6	10,0	11,1	12,1	13,0	13,8	14,7
76	9,9	12,1	14,2	16,0	17,4	18,8	20,2	21,7
89	13,0	15,8	18,5	21,2	23,4	25,4	27,3	29,1
108	17,1	20,9	24,6	28,5	31,6	34,5	36,5	38,9
133	22,3	27,5	32,5	38,0	42,4	46,5	49,2	53,9
159	27,7	35,0	41,7	47,9	53,6	59,0	64,1	68,8
Время до начала замерзания при температуре воздуха минус 40°C, час								
57	5,4	6,6	7,6	8,4	9,2	9,9	10,6	11,2
76	7,6	9,3	10,8	12,1	13,4	14,5	15,5	16,5
89	9,8	12,2	14,2	16,1	17,8	19,3	20,7	22,1
108	13,0	16,1	19,0	21,6	24,0	26,2	28,2	30,1
133	16,9	21,3	25,2	28,8	32,2	35,3	38,2	40,9
159	21,1	26,6	31,6	36,3	40,7	44,8	48,6	52,3

ПРИЛОЖЕНИЕ Г.

Таблица Г1. Ориентировочный расход материалов и изделий в конструкции с теплоизоляционным слоем из полужидких или сегментов ТЕХНОНИКОЛЬ XPS в расчете на 10 п.м. изоляции трубопровода.

Наименование материала, изделия	Наружный диаметр трубопровода, мм										
	57					76					89
	Толщина теплоизоляционного слоя в конструкции, мм										
	30	40	80*	90*	30	40	70*	80*	90*	40	
Изделия ТЕХНОНИКОЛЬ XPS											
объем в конструкции, м ³	0,085	0,126	0,352	0,426	0,104	0,151	0,33	0,404	0,451	0,17	
Бандаж с пряжкой, шт	24	24	48	48	24	24	48	48	48	24	
1. Лента 0,7x20, кг	1,4	1,6	3,8	4,0	1,6	1,7	3,8	4,0	4,3	1,9	
2. Пряжка, шт	24	24	48	48	24	24	48	48	48	24	
Покрытие, м ²	4,6	5,3	7,9	8,6	5,3	6,0	7,8	8,4	9,2	6,2	
1. Винт, шт	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	
2. Бандаж с пряжкой, шт	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Планка жесткости, м.п.	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	
Лента герметизирующая, м.п.	13,8	14,4	16,9	17,5	14,4	15,0	16,9	17,7	18,4	15,3	
Пароизоляционный слой, м ²	4,6	5,3	7,9	8,6	5,3	6,0	7,8	8,4	9,2	6,3	
Лента с липким слоем, м.п.	14,8	15,4	17,9	18,5	15,4	16,0	17,9	18,5	19,2	16,3	

Продолжение таблицы Г1.

Наименование материала, изделия	Наружный диаметр трубопровода, мм									
	89	108				133				159
	Толщина теплоизоляционного слоя в конструкции, мм									
	50	40	50	90*	100*	40	50	80*	90*	40
Изделия ТЕХНОНИКОЛЬ XPS										
объем в конструкции, м ³	0,228	0,195	0,259	0,591	0,691	0,226	0,30	0,56	0,66	0,26
Бандаж с пряжкой, шт	24	24	24	48	48	24	24	48	48	24
1. Лента 0,7x20, кг	2,0	2,0	2,2	5,2	5,3	2,3	2,4	5,2	5,3	2,4
2. Пряжка, шт	24	24	24	48	48	24	24	48	48	24
Покрытие, м ²	7,0	6,9	7,6	10,3	10,9	7,6	8,2	10,3	11,0	8,4
1. Винт, шт	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
2. Бандаж с пряжкой, шт	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Планка жесткости, м.п.	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4
Лента герметизирующая, м.п.	16,2	16,2	16,8	19,6	20,2	16,9	17,5	19,6	20,2	17,7
Пароизоляционный слой, м ²	7,1	7,1	7,8	11,1	11,8	8,0	8,7	11,0	11,8	8,9
Лента с липким слоем, п.м	17,1	17,1	17,6	20,6	21,1	17,9	18,6	20,6	21,3	18,7

ТР 12149-ТИ.2019

Лист

85

Изм. Кол.уч. Лист № док. Подп. Дата

Продолжение таблицы Г1.

Наименование материала, изделия	Наружный диаметр трубопровода, мм									
	159	219				273		325		
	Толщина теплоизоляционного слоя в конструкции, мм									
	50	40	50	100*	110*	50	60	50	60	100*
Изделия ТЕХНОНИКОЛЬ XPS										
объем в конструкции, м ³	0,34	0,33	0,43	1,03	1,17	0,52	0,64	0,60	0,74	1,38
Бандаж с пряжкой, шт	24	24	24	48	48	24	24	24	24	48
1. Лента 0,7x20, кг	2,6	2,8	3,1	7,1	7,3	3,6	3,7	4,0	4,2	8,8
2. Пряжка, шт	24	24	24	48	48	24	24	24	24	48
Покрытие, м ²	9,2	10,5	11,2	14,7	15,4	13,1	13,8	14,9	15,6	18,3
1. Винт, шт	70	70	70	140	140	140	140	140	140	140
2. Бандаж с пряжкой, шт	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Планка жесткости, м.п.	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	20,8	20,8	20,8
Лента герметизирующая, м.п.	18,3	19,6	20,2	23,5	24,2	22,0	22,6	23,5	24,2	26,8
Пароизоляционный слой, м ²	6,9	11,1	11,8	15,6	16,3	13,7	14,5	15,6	16,3	19,3
Лента с липким слоем, п.м.	19,3	20,6	21,3	24,5	25,2	23,0	23,6	24,5	25,2	27,8

Продолжение таблицы Г1.

Наименование материала, изделия	Наружный диаметр трубопровода, мм									
	325		426						529	
	Толщина теплоизоляционного слоя в конструкции, мм									
	110*	130	50	60	80	100*	110*	130	50	60
Изделия ТЕХНОНИКОЛЬ XPS										
объем в конструкции, м ³	1,53	1,89	0,76	0,93	1,30	1,69	1,90	2,32	0,93	1,14
Бандаж с пряжкой, шт	48	48	24	24	24	48	48	48	24	24
1. Лента 0,7x20, кг	8,9	9,4	4,9	5,0	5,4	10,6	10,8	11,1	5,7	5,9
2. Пряжка, шт	48	48	24	24	24	48	48	48	24	24
Покрытие, м ²	19,0	20,4	18,5	19,2	20,5	22,0	22,7	24,0	22,1	22,8
1. Винт, шт	140	140	140	140	140	182	182	189	182	182
2. Бандаж с пряжкой, шт	20	20	20	20	20	20	-	-	20	20
Планка жесткости, м.п.	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8	-	-	20,8	20,8
Лента герметизирующая, м.п.	27,5	28,7	26,8	27,3	28,5	30,1	30,7	32,0	30,1	30,7
Пароизоляционный слой, м ²	20,0	21,5	19,3	20,0	21,5	23,1	23,9	25,3	23,1	23,9
Лента с липким слоем, п.м.	28,5	30,0	27,8	28,5	30,0	31,1	31,8	33,0	31,1	31,8

ТР 12149-ТИ.2019

Лист

86

Изм. Кол.уч. Лист № док. Подп. Дата

Продолжение таблицы Г1.

Наименование материала, изделия	Наружный диаметр трубопровода, мм									
	529				630			720		
	Толщина теплоизоляционного слоя в конструкции, мм									
	80	100*	110*	130*	50	60	80	50	60	80
Изделия ТЕХНОНИКОЛЬ XPS										
объем в конструкции, м ³	1,56	2,01	2,25	2,74	1,08	1,32	1,81	1,22	1,49	2,04
Бандаж с пряжкой, шт	24	48	48	48	24	24	24	24	24	24
1. Лента 0,7x20, кг	6,2	12,3	12,4	12,8	6,6	6,7	7,1	7,3	7,5	7,8
2. Пряжка, шт	24	48	48	48	24	24	24	24	24	24
Покрытие, м ²	24,2	25,5	26,3	27,6	25,5	26,3	27,6	28,7	29,4	30,7
Винт самонарезающий, шт	259	259	266	266	259	259	259	260	266	266
Лента герметизирующая, м.п.	32,0	33,3	33,9	35,1	33,3	33,9	35,1	36,1	36,7	37,6
Пароизоляционный слой, м ²	25,3	26,7	27,5	28,9	25,1	26,0	27,3	30,0	30,7	32,1
Лента с липким слоем, п.м.	33,0	34,8	35,4	36,6	34,8	35,4	36,6	37,6	38,2	39,5

Продолжение таблицы Г1.

Наименование материала, изделия	Наружный диаметр трубопровода, мм									
	720				820					920
	Толщина теплоизоляционного слоя в конструкции, мм									
	100*	110*	130*	50	60	80	100*	110*	130*	50
Изделия ТЕХНОНИКОЛЬ XPS										
объем в конструкции, м ³	2,60	2,90	3,51	1,38	1,68	2,29	2,92	3,24	3,92	1,54
Бандаж с пряжкой, шт	48	48	48	24	24	24	48	48	48	24
1. Лента 0,7x20, кг	15,4	15,7	15,9	8,1	8,4	8,6	17,1	17,2	17,6	9,0
2. Пряжка, шт	48	48	48	24	24	24	48	48	48	24
Покрытие, м ²	32,1	32,8	34,2	32,1	32,8	34,2	35,6	36,3	37,6	35,6
Винт самонарезающий, шт	273	273	273	348	350	350	350	357	357	343
Лента герметизирующая, м.п.	39,2	39,9	41,1	39,2	39,9	41,1	42,3	43,0	44,2	42,3
Пароизоляционный слой, м ²	33,6	34,3	35,8	33,6	34,3	35,8	37,2	37,9	39,4	37,2
Лента с липким слоем, п.м.	40,7	41,3	42,6	40,7	41,3	42,6	43,9	44,5	45,8	43,9

Продолжение таблицы Г1.

Наименование материала, изделия	Наружный диаметр трубопровода, мм									
	920					1020				
	Толщина теплоизоляционного слоя в конструкции, мм									
	60	80	110*	130*	150*	60	80	100	160*	180*
Изделия ТЕХНОНИКОЛЬ XPS										
объем в конструкции, м ³	1,86	2,53	3,59	4,31	5,09	2,05	2,80	3,55	5,99	6,84
Бандаж с пряжкой, шт	24	24	48	48	48	24	24	24	48	48
1. Лента 0,7x20, кг	9,1	9,5	19,0	19,3	19,6	10,0	10,3	10,6	22,2	22,6
2. Пряжка, шт	24	24	48	48	48	24	24	24	48	48
Покрытие, м ²	36,3	37,6	39,7	41,1	42,5	39,7	41,1	42,5	46,6	48,0
Винт самонарезающий, шт	350	350	354	360	364	357	357	357	434	441
Лента герметизирующая, м.п.	43,0	44,2	46,1	47,4	48,6	46,1	47,4	48,6	52,4	53,6
Пароизоляционный слой, м ²	37,9	39,4	41,5	43,0	44,4	41,5	43,0	44,4	48,8	50,2
Лента с липким слоем, м ²	44,5	45,8	47,6	49,0	50,2	47,6	49,0	50,2	54,0	55,2

Продолжение таблицы Г1.

Наименование материала, изделия	Наружный диаметр трубопровода, мм									
	1020	1220					1420			
	Толщина теплоизоляционного слоя в конструкции, мм									
	200*	60	80	100	160*	180*	200*	60	80	100
Изделия ТЕХНОНИКОЛЬ XPS										
объем в конструкции, м ³	7,73	2,44	3,29	4,18	6,99	7,97	8,98	2,81	3,79	4,80
Бандаж с пряжкой, шт	48	24	24	24	48	48	48	24	24	24
1. Лента 0,7x20, кг	22,9	11,6	12,0	12,3	25,6	25,9	26,4	13,3	13,6	14,1
2. Пряжка, шт	48	24	24	24	48	48	48	24	24	24
Покрытие, м ²	49,4	46,7	48,0	49,4	53,5	54,9	56,3	53,5	54,9	56,3
Винт самонарезающий, шт	441	434	441	441	448	455	455	448	455	455
Лента герметизирующая, м.п.	54,9	52,4	53,6	54,9	58,7	60,0	61,2	58,7	60,0	61,2
Пароизоляционный слой, м ²	51,6	48,8	50,2	51,6	56,0	57,4	58,9	56,0	57,4	58,9
Лента с липким слоем, м ²	56,4	54,0	55,2	56,4	60,2	61,4	62,7	60,2	61,4	62,7

Примечания.

1. Для крепления покрытия применять винты (1) или бандажи с пряжками (2).
 2. Бандажи по покрытию устанавливать до диаметра конструкции (по изоляции) до 600 мм.
 3. Планка жесткости применяется для элементов покрытия из упругих материалов.
 4. Лента герметизирующая применяется, если требуется герметизация швов покрытия.
- * толщина двухслойной изоляции

ПЕРЕЧЕНЬ ЧЕРТЕЖЕЙ

A1. Общая схема устройства тепловой изоляции трубопроводов изделиями
ТЕХНОНИКОЛЬ XPS

**ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ ТРУБОПРОВОДОВ С ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМИ
ТЕМПЕРАТУРАМИ**

- A2. Тепловая изоляция горизонтальных трубопроводов диаметром от 57 до 108мм
полуцилиндрами ТЕХНОНИКОЛЬ XPS
- A3. Тепловая изоляция горизонтальных трубопроводов диаметром от 133 до 1420 мм
сегментами ТЕХНОНИКОЛЬ XPS
- A4. Тепловая изоляция вертикальных трубопроводов диаметром от 57 до 1420 мм
полуцилиндрами и сегментами ТЕХНОНИКОЛЬ XPS
- A5. Двухслойная тепловая изоляция горизонтальных трубопроводов диаметром от 57 до
1420 мм изделиями ТЕХНОНИКОЛЬ XPS
- A6. Тепловая изоляция горизонтальных трубопроводов диаметром от 57 до 1420 мм с
температурой теплоносителя от 75 до 115 °С
- A7. Противопожарная вставка для трубопроводов диаметром от 57 до 1420 мм с тепловой
изоляцией изделиями ТЕХНОНИКОЛЬ XPS
- A8. Тепловая изоляция отводов трубопроводов с наружным диаметром от 57 до 108 мм
полуцилиндрами ТЕХНОНИКОЛЬ XPS
- A9. Тепловая изоляция отводов трубопроводов с наружным диаметром от 133 до 1420мм
сегментами ТЕХНОНИКОЛЬ XPS
- A10. Тепловая изоляция отводов трубопроводов с наружным диаметром от 57 до 1420 мм
изделиями минераловатными

**ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ ТРУБОПРОВОДОВ С ОТРИЦАТЕЛЬНЫМИ
ТЕМПЕРАТУРАМИ**

- A11. Тепловая изоляция горизонтальных трубопроводов диаметром от 57 до 108мм с
отрицательными температурами полуцилиндрами ТЕХНОНИКОЛЬ XPS. Вариант 1
- A12. Тепловая изоляция горизонтальных трубопроводов диаметром от 57 до 108мм с
отрицательными температурами полуцилиндрами ТЕХНОНИКОЛЬ XPS. Вариант 2
- A13. Тепловая изоляция горизонтальных трубопроводов диаметром от 133 до 1420 мм
сегментами ТЕХНОНИКОЛЬ XPS. Вариант 1
- A14. Тепловая изоляция горизонтальных трубопроводов диаметром от 133 до 1420 мм
сегментами ТЕХНОНИКОЛЬ XPS. Вариант 2

ТР 12149-ТИ.2019					
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Пров.	Мясников				
Н.контр.	Мелех				2019г.
Разраб.	Ромашкина				
АЛЬБОМ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ			Стадия	Лист	Листов
			1	78	
ОАО "ТЕПЛОПРОЕКТ"					

- A15. Тепловая изоляция вертикальных трубопроводов диаметром от 57 до 1420 мм с
отрицательными температурами полуцилиндрами и сегментами ТЕХНОНИКОЛЬ XPS
- A16. Устройство противопожарной вставки в конструкции тепловой изоляции
трубопроводов с отрицательными температурами с наружным диаметром до от 57 до
1420мм на основе сегментов ТЕХНОНИКОЛЬ XPS
- A17. Тепловая изоляция отводов трубопроводов с наружным диаметром от 57 до 108 мм с
отрицательными температурами полуцилиндрами ТЕХНОНИКОЛЬ XPS
- A18. Тепловая изоляция отводов трубопроводов с наружным диаметром от 57 до 1420мм
изделиями минераловатными
- A19. Тепловая изоляция отводов трубопроводов с наружным диаметром от 57 до 108 мм с
отрицательными температурами полуцилиндрами ТЕХНОНИКОЛЬ XPS

ИЗОЛЯЦИЯ ТРУБОПРОВОДОВ ПОДЗЕМНОЙ ПРОКЛАДКИ

- A20. Тепловая изоляция трубопроводов подземной прокладки на основе сегментов
ТЕХНОНИКОЛЬ XPS
- A21. Тепловая изоляция трубопроводов подземной прокладки на основе сегментов
ТЕХНОНИКОЛЬ XPS
- A22. Утепление трубопроводов подземной прокладки плитами ТЕХНОНИКОЛЬ XPS по
плоскости над трубопроводами
- A23. Теплоизоляционный короб из плит ТЕХНОНИКОЛЬ XPS для трубопроводов
подземной прокладки

ПОКРЫТИЯ ЗАЩИТНЫЕ ТРУБОПРОВОДА

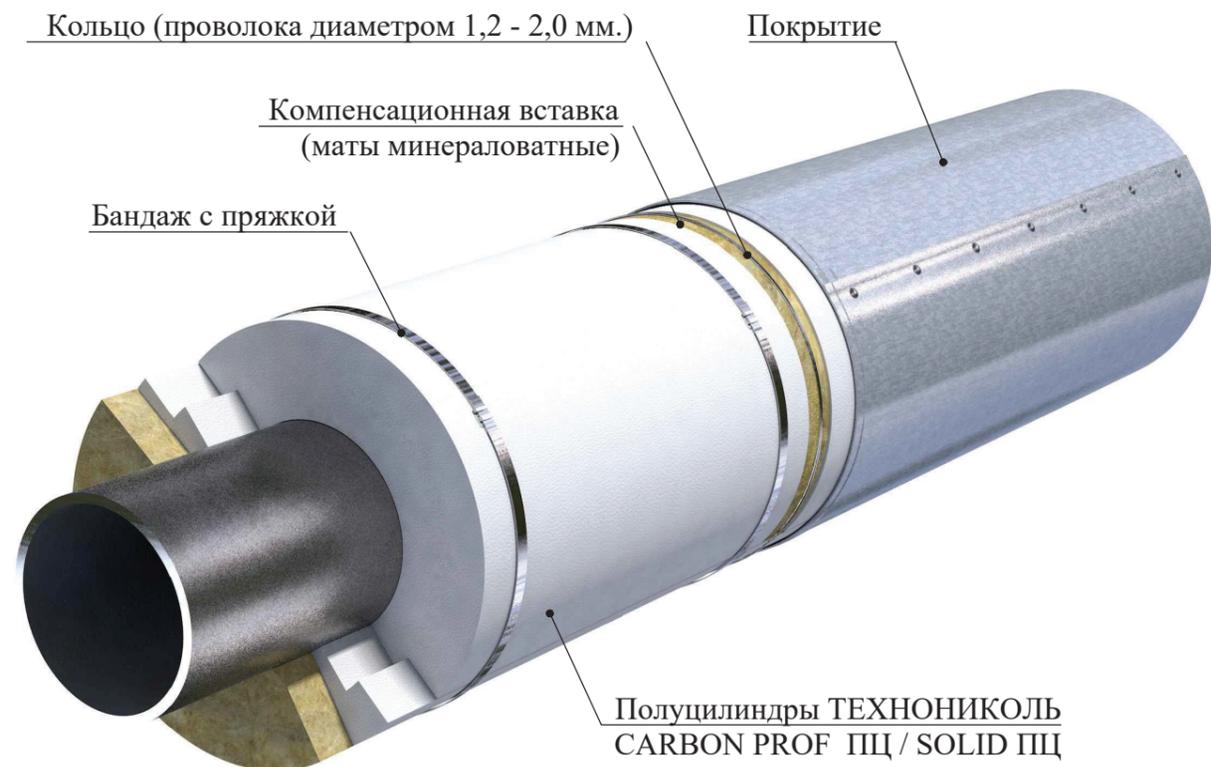
- A24. Металлическое защитное покрытие трубопровода.
- A25. Защитное покрытие трубопровода из рулонного стеклопластика или
стеклотекстолита.
- A26. Металлическое защитное покрытие отвода трубопровода. Крепление на винтах
- A27. Металлическое защитное покрытие отвода трубопровода. Крепление на замках
- A28. Тепловая изоляция трубопроводов с наружным диаметром от 57 до 1420 мм
изделиями ТЕХНОНИКОЛЬ XPS со штукатурным покрытием
- A29. Тепловая изоляция трубопроводов с наружным диаметром от 57 до 1420 мм
изделиями ТЕХНОНИКОЛЬ XPS со штукатурным покрытием "мокрый фасад"

ИЗОЛЯЦИЯ АРМАТУРЫ И ФЛАНЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

- A30. Тепловая изоляция фланцевого соединения изделиями ТЕХНОНИКОЛЬ XPS с
металлическим съёмным кожухом

ТР 12149-ТИ.2019						Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	92

A2.1. Тепловая изоляция горизонтальных трубопроводов диаметром от 57 до 108мм полуцилиндрами ТЕХНОКОЛЬ XPS. Модель



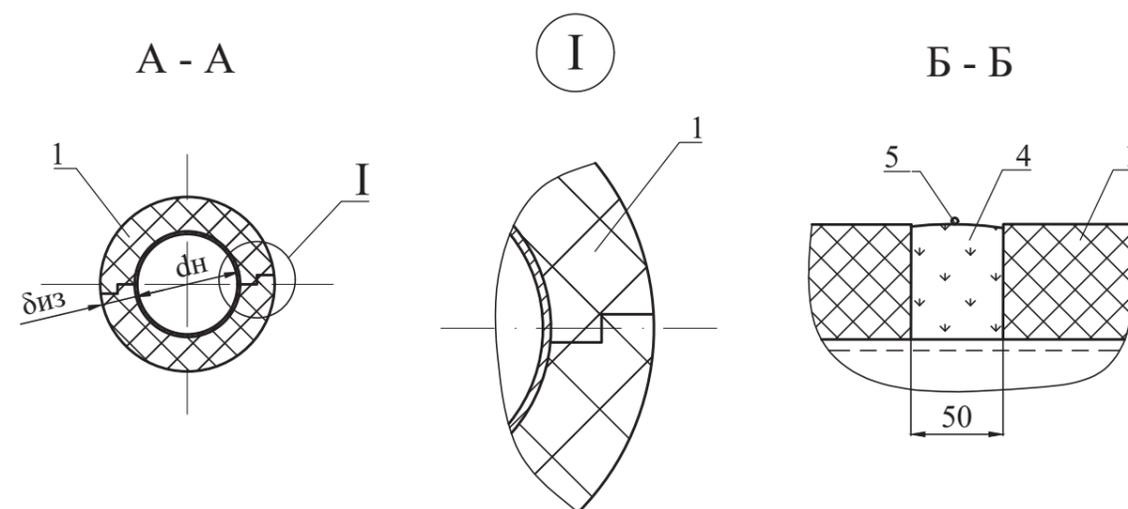
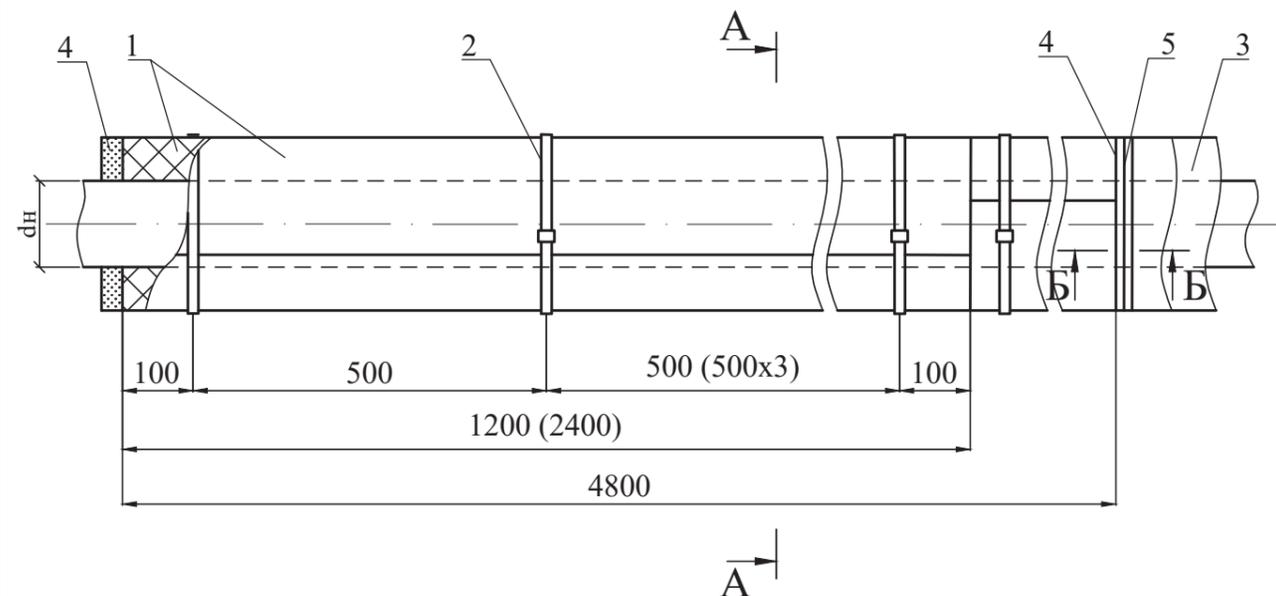
Теплоизоляционные полуцилиндры ТЕХНОКОЛЬ CARBON PROF / SOLID применяются в конструкциях изоляции трубопроводов наружным диаметром от 57 до 108 мм.

Для крепления полуцилиндров из экструзионного пенополистирола рекомендуется применять бандажи из лент из нержавеющей стали толщиной 0,5 мм шириной 12 - 20 мм, или стальной упаковочной ленты 0,7x20 мм. Бандажи крепятся пряжками из нержавеющей или оцинкованной (для бандажей из стальной упаковочной ленты) стали. Могут быть применены бандажи из упаковочной полиамидной ленты. Шаг установки бандажей 500 мм.

Полуцилиндры
ТЕХНОКОЛЬ CARBON PROF ПЦ / SOLID ПЦ

Диаметр трубопровода, мм	Размеры изделий		
	Внутренний диаметр, мм	Длина, мм	Толщина, мм
57	60	1200; 2400	30; 40
76	80	1200; 2400	30; 40
89	95	1200; 2400	40; 50
108	115	1200; 2400	40; 50

A2.2. Тепловая изоляция горизонтальных трубопроводов диаметром от 57 до 108мм полуцилиндрами ТЕХНОКОЛЬ XPS

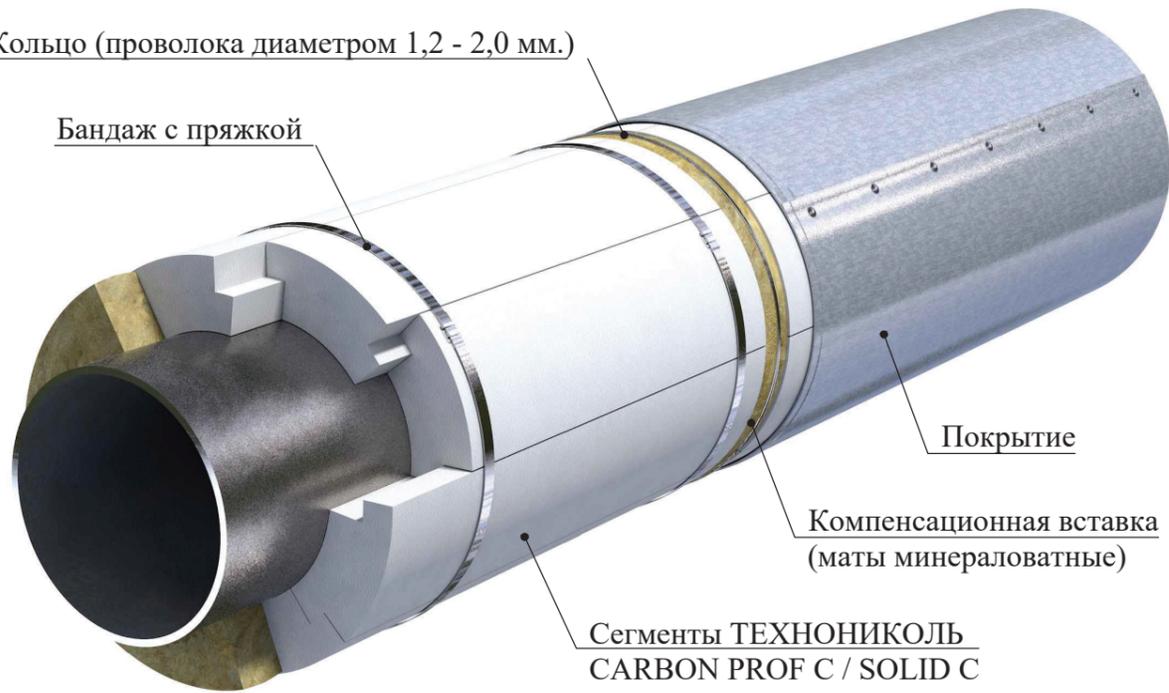


1	Полуцилиндры ТЕХНОКОЛЬ CARBON PROF ПЦ / SOLID ПЦ
2	Бандаж с пряжкой (чертеж А39)
3	Покрытие (чертеж А24-А25)
4	Компенсационная вставка (маты минераловатные)
5	Кольцо (проволока диаметром 1,2 - 2,0 мм ГОСТ 3282-74)

*в скобках указаны размеры для изделий длиной 2400мм

А3.1. Тепловая изоляция горизонтальных трубопроводов диаметром от 133 до 1420 мм сегментами ТЕХНОНИКОЛЬ XPS. Модель

Кольцо (проволока диаметром 1,2 - 2,0 мм.)



Бандаж с пряжкой

Покрытие

Компенсационная вставка (маты минераловатные)

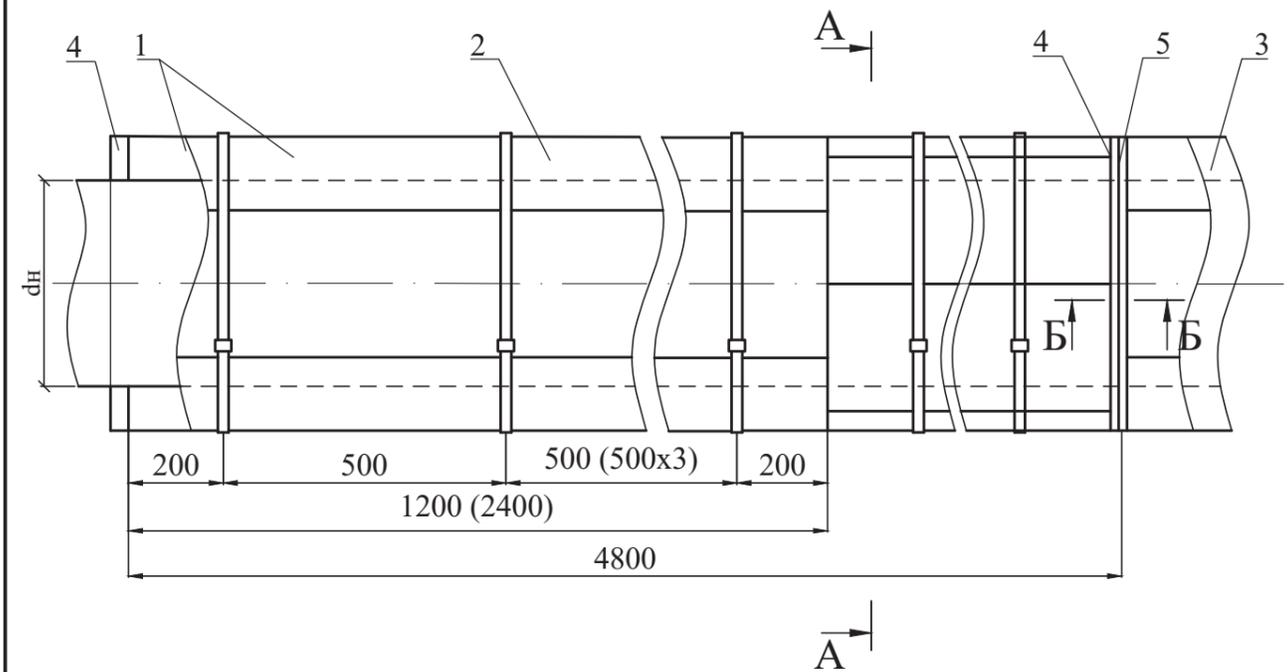
Сегменты ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF C / SOLID C

Теплоизоляционные сегменты ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF / SOLID применяются в конструкциях изоляции трубопроводов наружным диаметром от 133 до 1420 мм.

Сегменты ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF C / SOLID C

Диаметр трубопровода, мм	Размеры изделий		
	Внутренний диаметр, мм	Длина, мм	Толщина, мм
133	140	2400	40; 50
159	165	2400	40; 50
219	225	2400	40; 50
273	280	2400	50; 60
325	330	2400	50; 60
426	435	2400	50; 60; 80
529	540	2400	50; 60; 80
630	640	2400	50; 60; 80
720	730	2400	50; 60; 80
820	830	2400	50; 60; 80
920	930	2400	50; 60; 80
1020	1030	2400	60; 80; 100
1220	1230	2400	60; 80; 100
1420	1430	2400	60; 80; 100

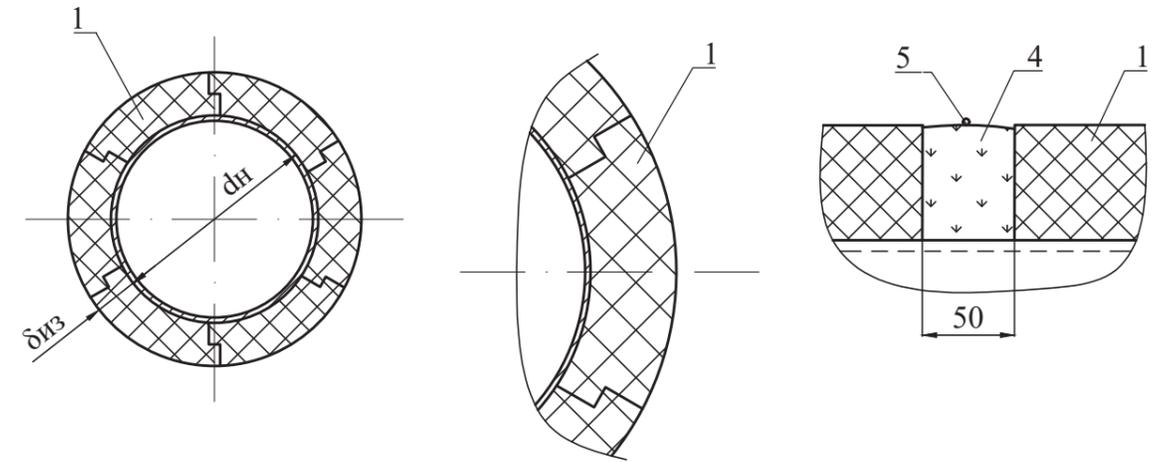
А3.2. Тепловая изоляция горизонтальных трубопроводов диаметром от 133 до 1420 мм сегментами ТЕХНОНИКОЛЬ XPS



А - А

И

Б - Б



1	Сегменты ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF C / SOLID C
2	Бандаж с пряжкой (чертеж А39)
3	Покрытие (чертеж А24-А25)
4	Компенсационная вставка (маты минераловатные ГОСТ 21880-2011)
5	Кольцо (проволока диаметром 1,2 - 2,0 мм ГОСТ 3282-74)

А4.1. Тепловая изоляция вертикальных трубопроводов диаметром от 57 до 1420 мм полуцилиндрами и сегментами ТЕХНОНИКОЛЬ XPS. Модель

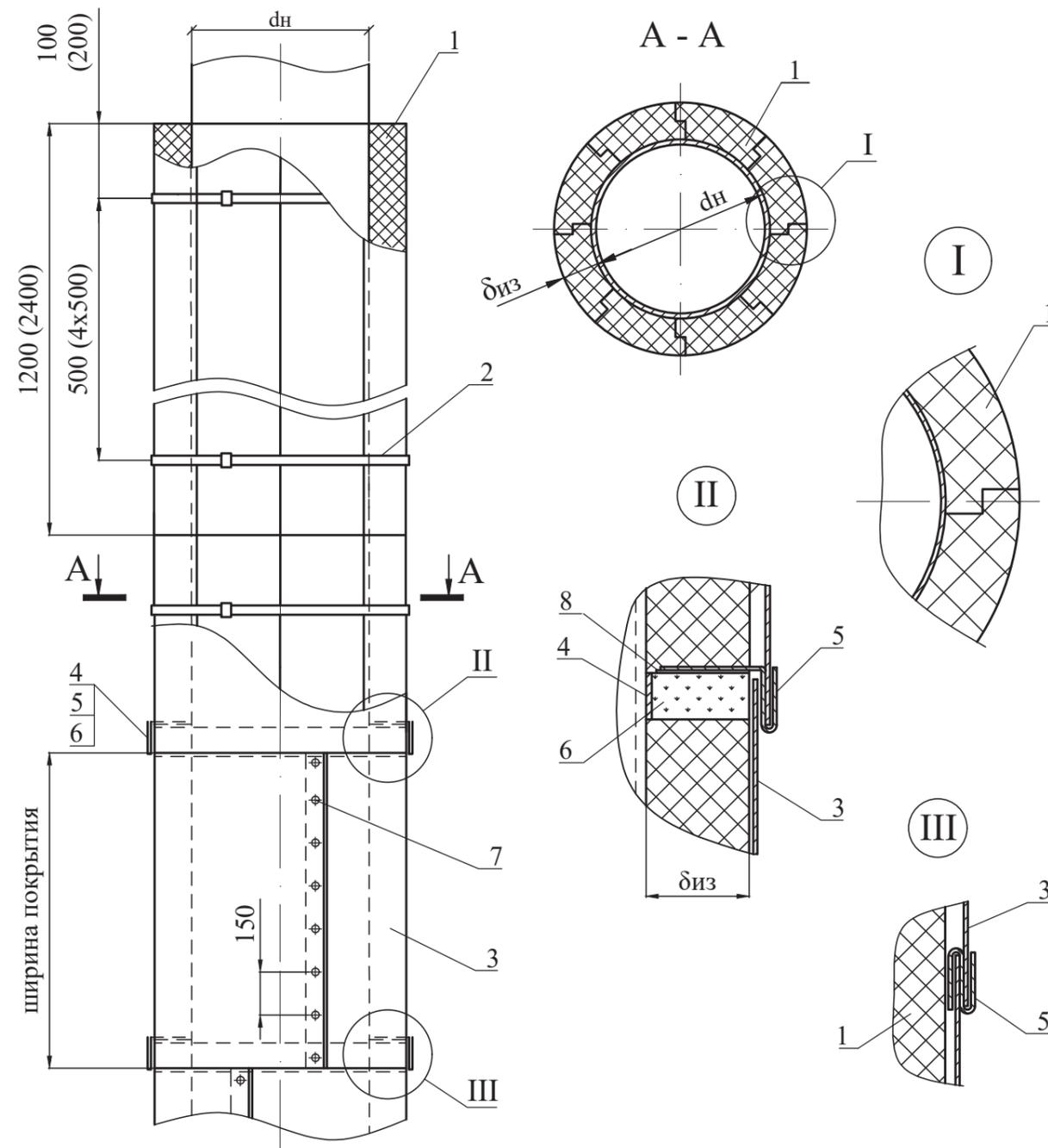


На вертикальных трубопроводах предусматриваются разгружающие устройства, состоящие из разгружающих колец с ребрами, которые изготавливаются из лент или полос из углеродистой или нержавеющей стали (в зависимости от материала трубопроводов) шириной 30 мм, толщиной 2 - 3 мм.

На разгружающие кольца устанавливается диафрагма из материала покровного слоя. Навесные скобы (кляммеры), поддерживающие покровный слой, крепятся к диафрагме винтами.

В местах установки разгружающих устройств выполняются температурные швы в металлическом покровном слое и вставки из упругих материалов в теплоизоляционном слое из изделий из пенополистирола при необходимости.

А4.2. Тепловая изоляция вертикальных трубопроводов диаметром от 57 до 1420 мм полуцилиндрами и сегментами ТЕХНОНИКОЛЬ XPS

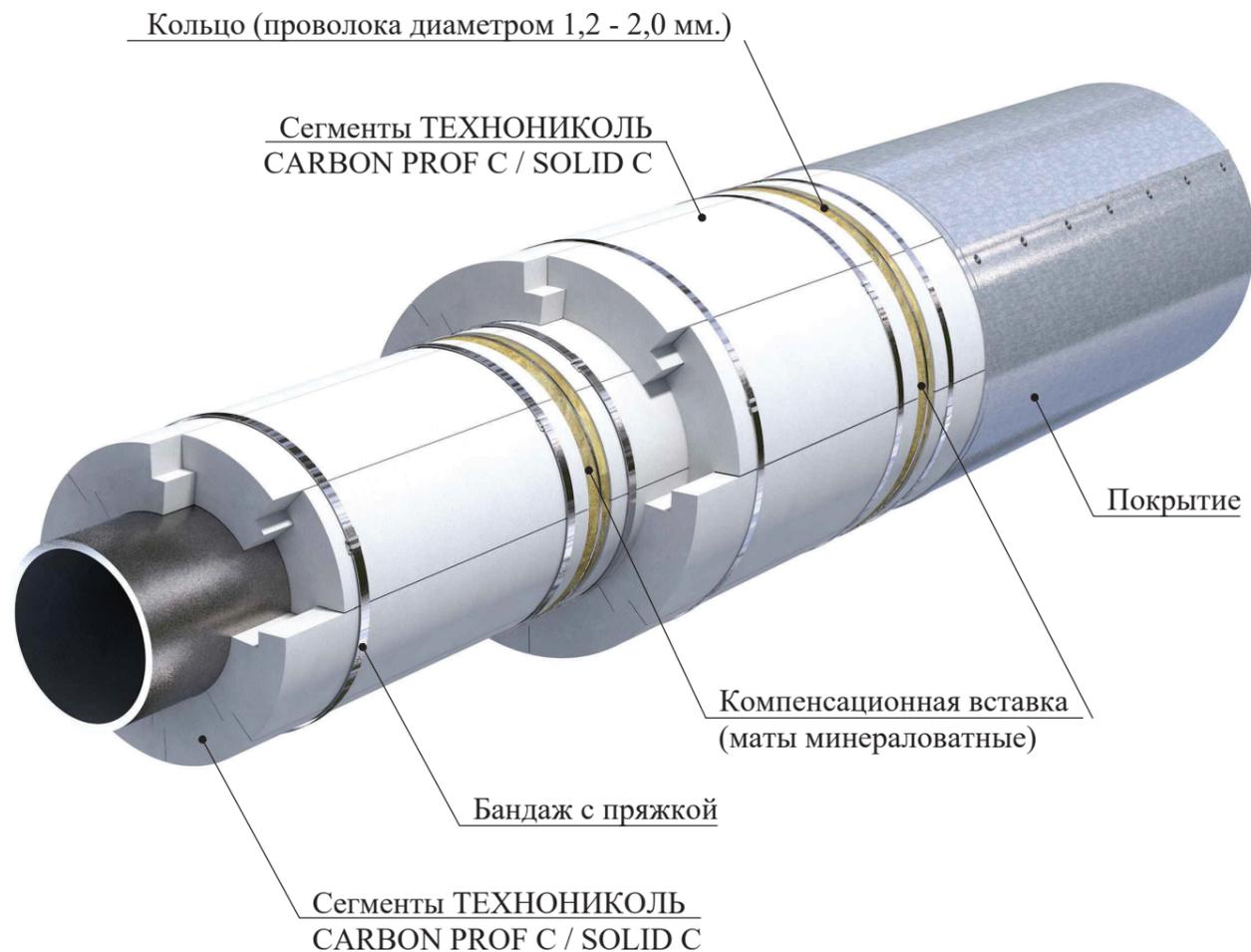


1	Сегменты ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF С / SOLID С	5	Скоба навесная (чертеж А37)
2	Бандаж с пряжкой (чертеж А39)	6	Компенсационная вставка (маты минераловатные ГОСТ 21880-2011)
3	Покрытие (чертеж А24-А25)	7	Винт самонарезающий
4	Разгружающее устройство (чертеж А35-А36)	8	Элемент диафрагмы

*в скобках указаны размеры для изделий длиной 2400мм

** при диаметре трубопровода до 133мм применяются полуцилиндры ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF ПЦ / SOLID ПЦ

A5.1. Двухслойная тепловая изоляция горизонтальных трубопроводов диаметром от 57 до 1420 мм изделиями ТЕХНОНИКОЛЬ XPS. Модель

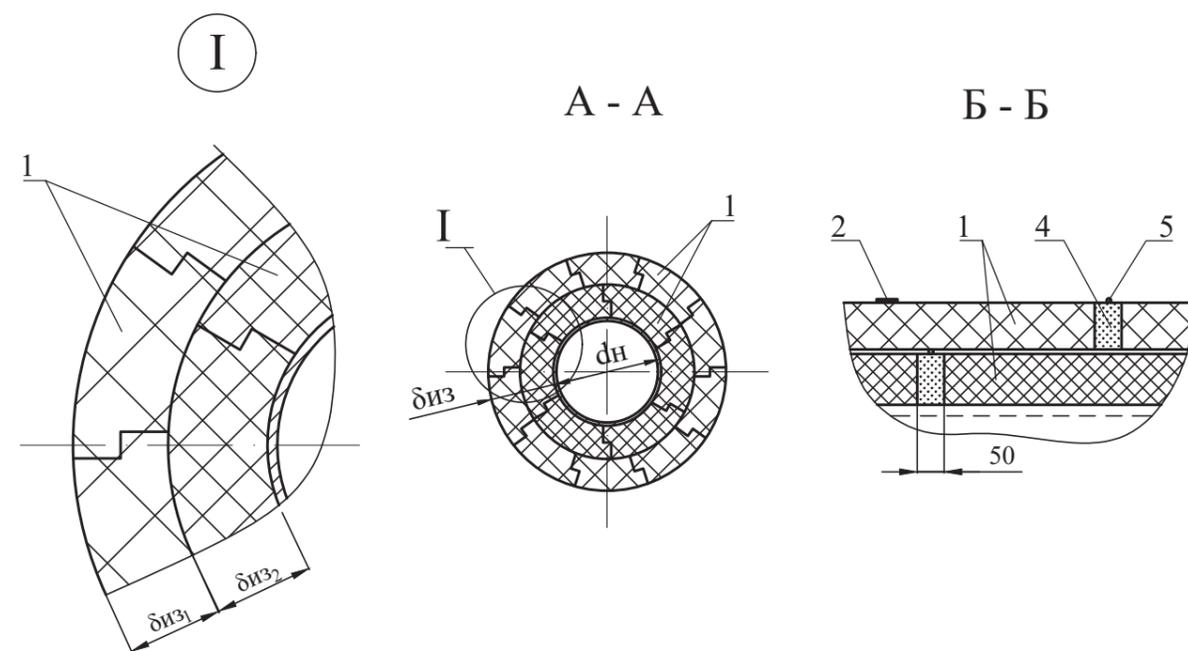
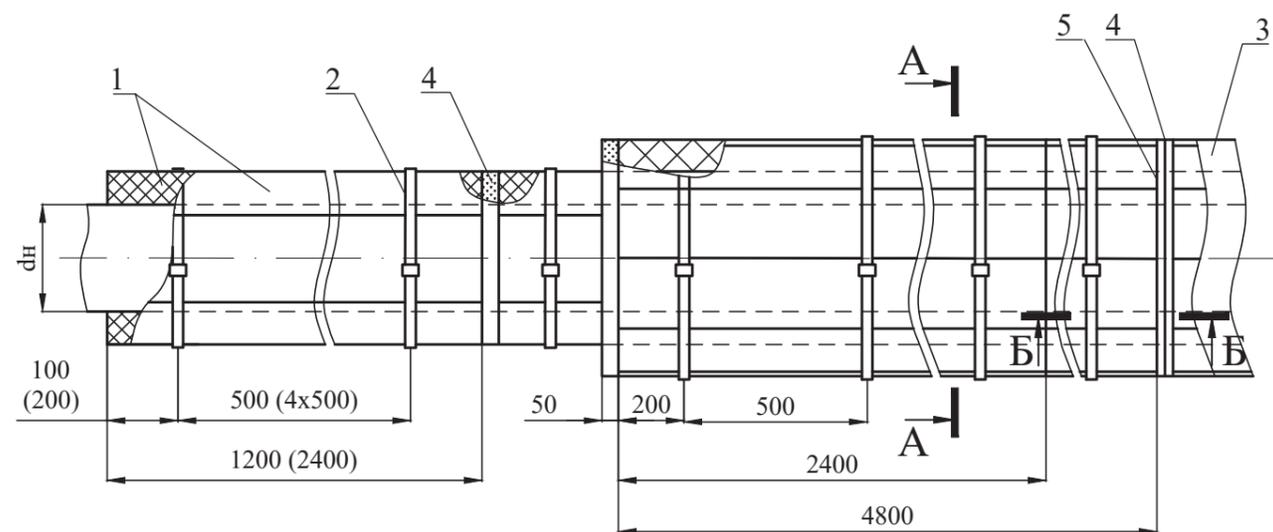


При изоляции в два слоя изделия из экструзионного пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON следует устанавливать с перекрытием швов

Для крепления полуцилиндров и сегментов рекомендуется применять бандажи из лент из нержавеющей стали толщиной 0,5 мм шириной 12 - 20 мм, или стальной упаковочной ленты 0,7x20 мм. Бандажи крепятся пряжками из нержавеющей или оцинкованной (для бандажей из стальной упаковочной ленты) стали. Могут быть применены бандажи из упаковочной полиамидной ленты. Шаг установки бандажей 500 мм.

При двухслойной изоляции компенсационные вставки предусматриваются в каждом слое со смещением относительно друг друга.

A5.2. Двухслойная тепловая изоляция горизонтальных трубопроводов диаметром от 57 до 1420 мм изделиями ТЕХНОНИКОЛЬ XPS



1	Сегменты ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF C / SOLID C
2	Бандаж с пряжкой (чертеж А39)
3	Покрытие (чертеж А24-А25)
4	Компенсационная вставка (маты минераловатные ГОСТ 21880-2011)
5	Кольцо (проволока диаметром 1,2 - 2,0 мм ГОСТ 3282-74)

*в скобках указаны размеры для изделий длиной 2400мм

** при диаметре трубопровода до 133мм применяются полуцилиндры ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF ПЦ / SOLID ПЦ

А5.3. Таблица толщин к чертежу А5.2.

дн / Двн	δ_1	Диз ₁	δ_2	$\delta_1 + \delta_2$	дн / Двн	δ_1	Диз ₁	δ_2	$\delta_1 + \delta_2$
57 / 60	30	120	30	60	529 / 540	50	640	50	100
			40	70				60	110
76 / 80	30	130	40	80	630 / 640	50	740	80	130
			40	70				50	100
89 / 95	40	175	40	80	720 / 730	50	830	60	110
			50	90				80	130
108 / 115	40	195	40	80	820 / 830	50	930	50	100
			50	90				60	110
133 / 140	40	220	50	100	920 / 930	50	1030	80	130
			50	90				100	200
219 / 225	40	305	60	110	1020 / 1030	100	1230	60	110
			50	100				80	130
273 / 280	50	380	50	100	1220 / 1230	100	1430	100	200
			60	120				60	110
325 / 330	50	430	50	100	1420 / 1430	100	1630	80	130
			60	110				100	200
426 / 435	50	535	50	100					
			60	110					
			80	130					

δ_1 - толщина изоляции первого слоя
 δ_2 - толщина изоляции второго слоя
 Двн - внутренний диаметр теплоизоляционного изделия
 Диз₁ - наружный диаметр изоляции первого слоя

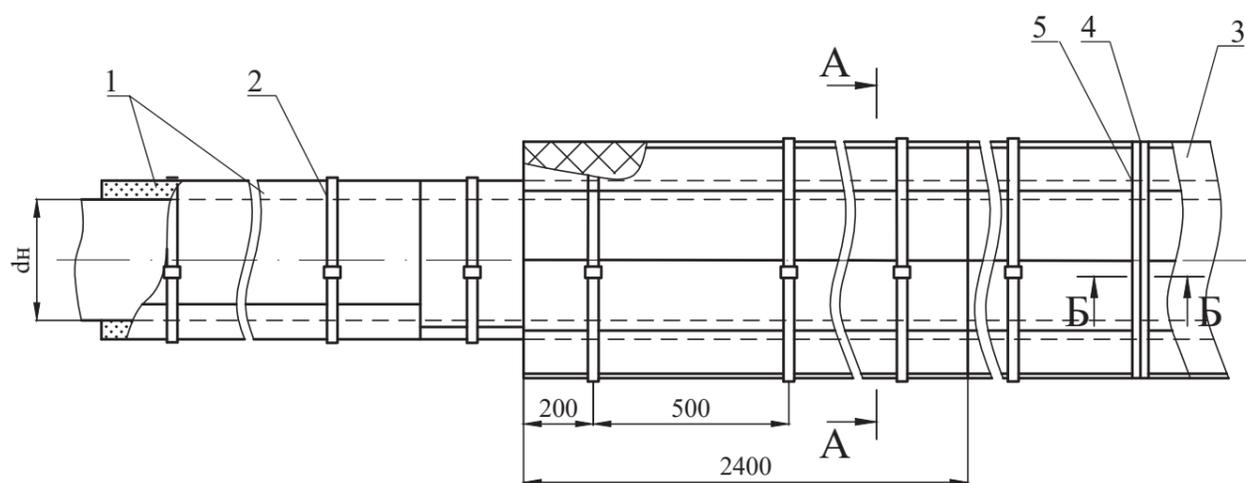
А6.1. Тепловая изоляция горизонтальных трубопроводов диаметром от 57 до 1420 мм с температурой теплоносителя от 75 до 115 °С. Модель



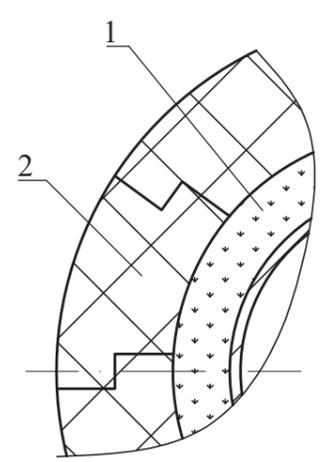
В двухслойных конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с температурой от 76 до 115°С для крепления промежуточного слоя из волокнистых материалов могут применяться бандажи из ленты стальной упаковочной или проволочные кольца. Элементы крепления устанавливаются с шагом 500 мм по длине трубопровода.

Изделия из минераловатного штапельного волокна следует устанавливать с уплотнением по толщине. Коэффициент уплотнения зависит от плотности применяемого материала. Плотность теплоизоляционного слоя из минераловатных изделий в конструкции должна быть не менее 35 - 40 кг/м³.

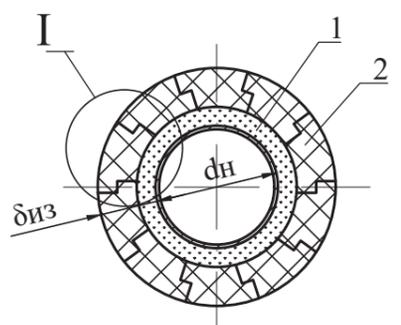
А6.2. Тепловая изоляция горизонтальных трубопроводов диаметром от 57 до 1420 мм с температурой теплоносителя от 75 до 115 °С



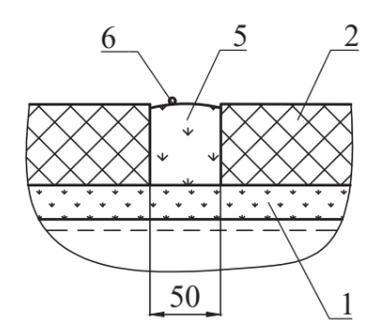
I



A - A

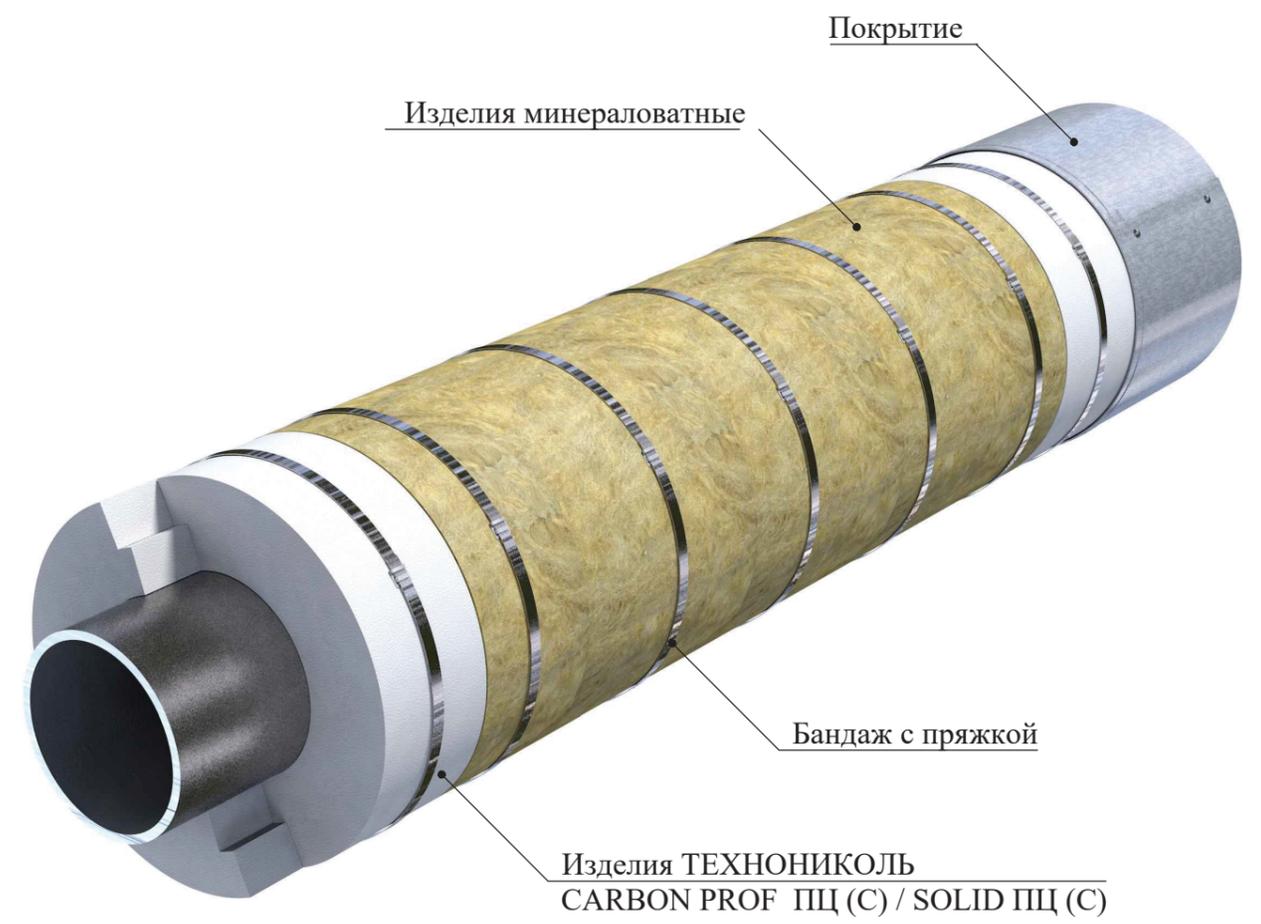


Б - Б



1	Изделия минераловатные
2	Сегменты ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF C / SOLID C
3	Бандаж с пряжкой (чертеж А39)
4	Покрытие (чертеж А24-А25)
5	Компенсационная вставка (маты минераловатные ГОСТ 21880-2011)
6	Кольцо (проволока диаметром 1,2 - 2,0 мм ГОСТ 3282-74)

А7.1. Противопожарная вставка для трубопроводов диаметром от 57 до 1420 мм с тепловой изоляцией изделиями ТЕХНОНИКОЛЬ XPS. Модель

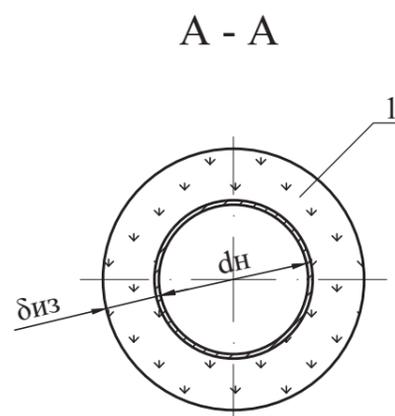
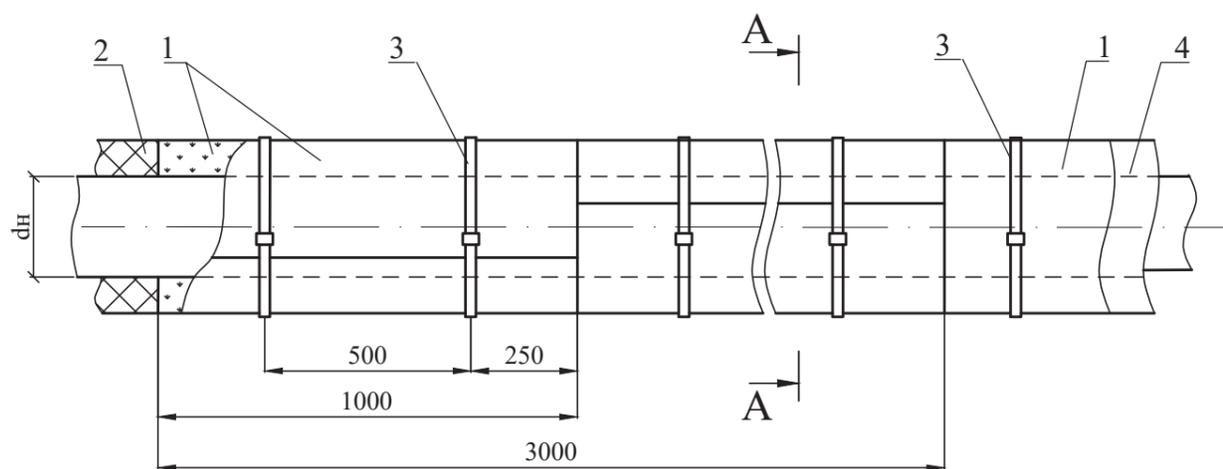


На магистральных трубопроводах тепловых сетей, нефтепроводов необходимо устройство противопожарных вставок из негорючих теплоизоляционных материалов, являющихся препятствием для распространения горения.

Следует предусматривать вставки из негорючих материалов длиной не менее 3 м при надземной прокладке через каждые 100м, на вертикальных участках через 10м, а также на вводе в здания и в местах выхода трубопроводов из грунта.

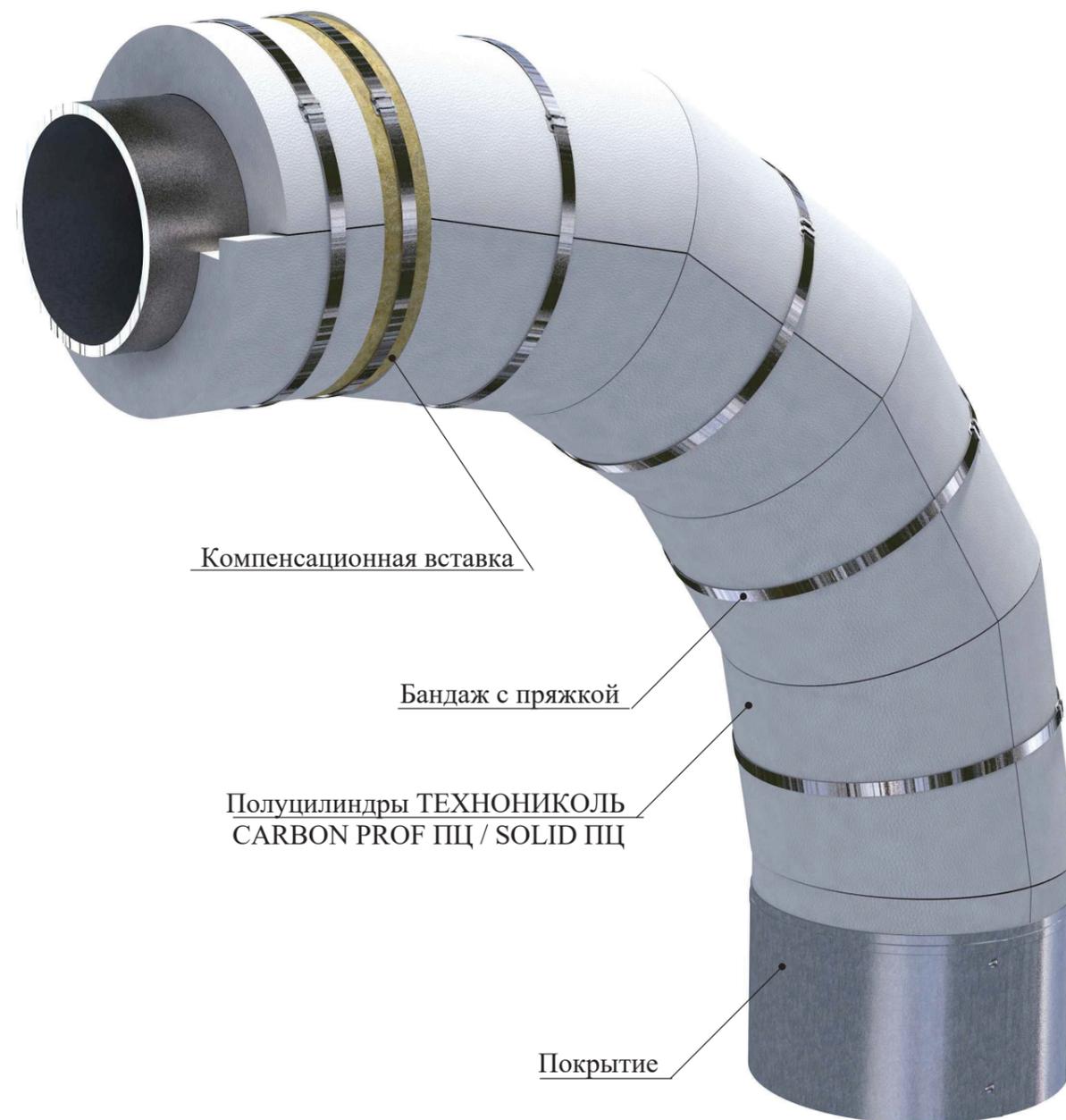
При прокладке трубопроводов в проходных и полупроходных каналах, без постоянного присутствия обслуживающего персонала, противопожарные вставки устраиваются длиной 3м на каждые 100м трубопровода.

А7.2. Противопожарная вставка для трубопроводов диаметром от 57 до 1420 мм с тепловой изоляцией изделиями ТЕХНОНИКОЛЬ XPS



1	Изделия минераловатные
2	Изделия ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF ПЦ (С) / SOLID ПЦ (С)
3	Бандаж с пряжкой (чертеж А39)
4	Покрытие (чертеж А24-А25)

А8.1. Тепловая изоляция отводов трубопроводов с наружным диаметром от 57 до 108 мм полуцилиндрами ТЕХНОНИКОЛЬ XPS. Модель

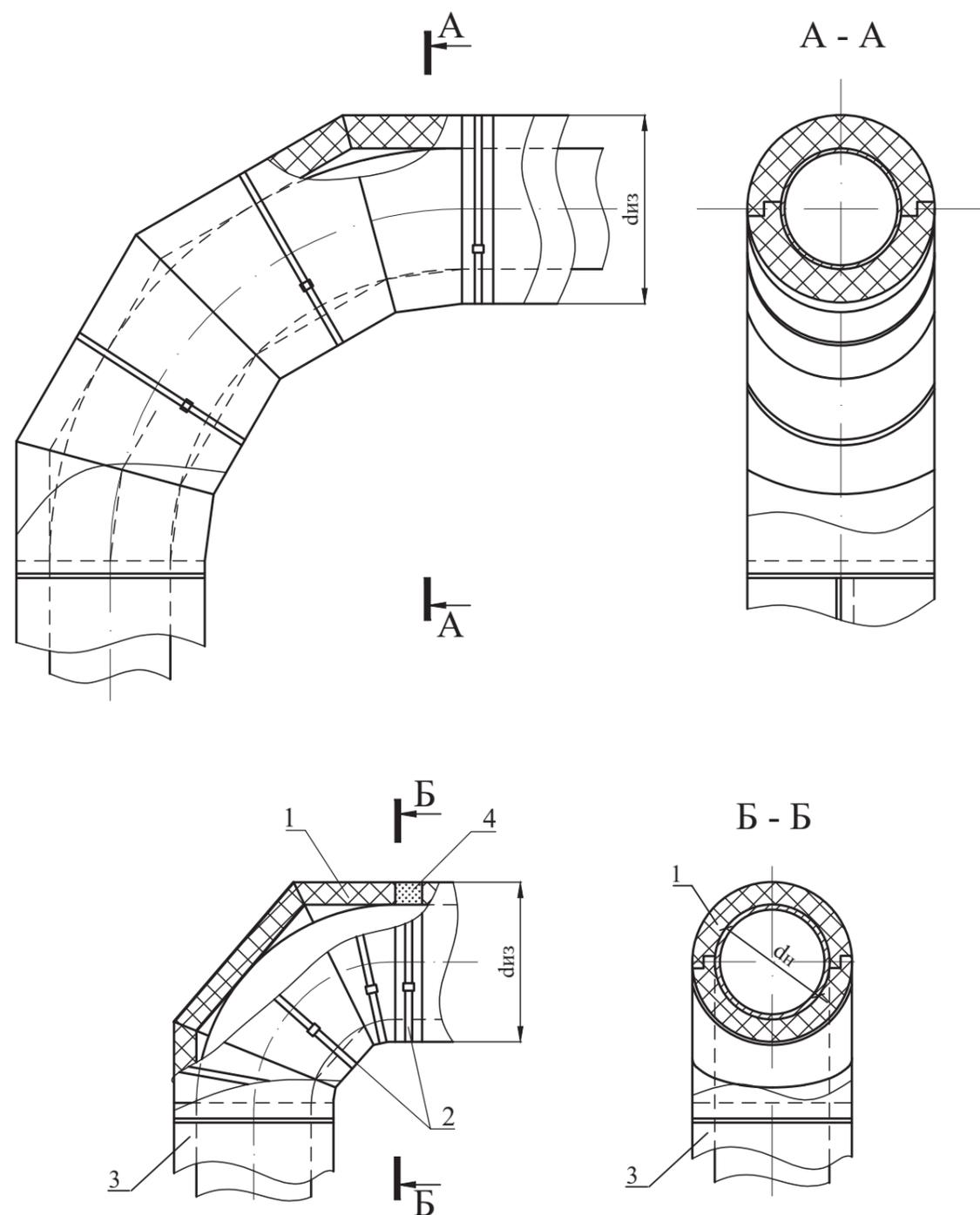


Для изоляции отводов трубопроводов наружным диаметром 57 - 108 мм применяются полуцилиндры из пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON, из которых нарезаются сегменты.

Для изоляции отводов трубопроводов могут быть изготовлены отводы (колена) из сегментов, нарезанных из полуцилиндров. Элементы отводов рекомендуется склеивать клеями или мастиками, совместимыми с пенополистиролом.

При необходимости применения съемной изоляции для отводов трубопроводов, рекомендуется поверх теплоизоляционного слоя устанавливать съемные секционные конструкции покрытия с креплением на замках.

А8.2. Тепловая изоляция отводов трубопроводов с наружным диаметром от 57 до 108 мм полуцилиндрами ТЕХНОКОЛЬ XPS



1	Полуцилиндры ТЕХНОКОЛЬ CARBON PROF ПЦ / SOLID ПЦ
2	Бандаж с пряжкой (чертеж А39)
3	Покрытие отвода (чертеж А26-А27)
4	Компенсационная вставка

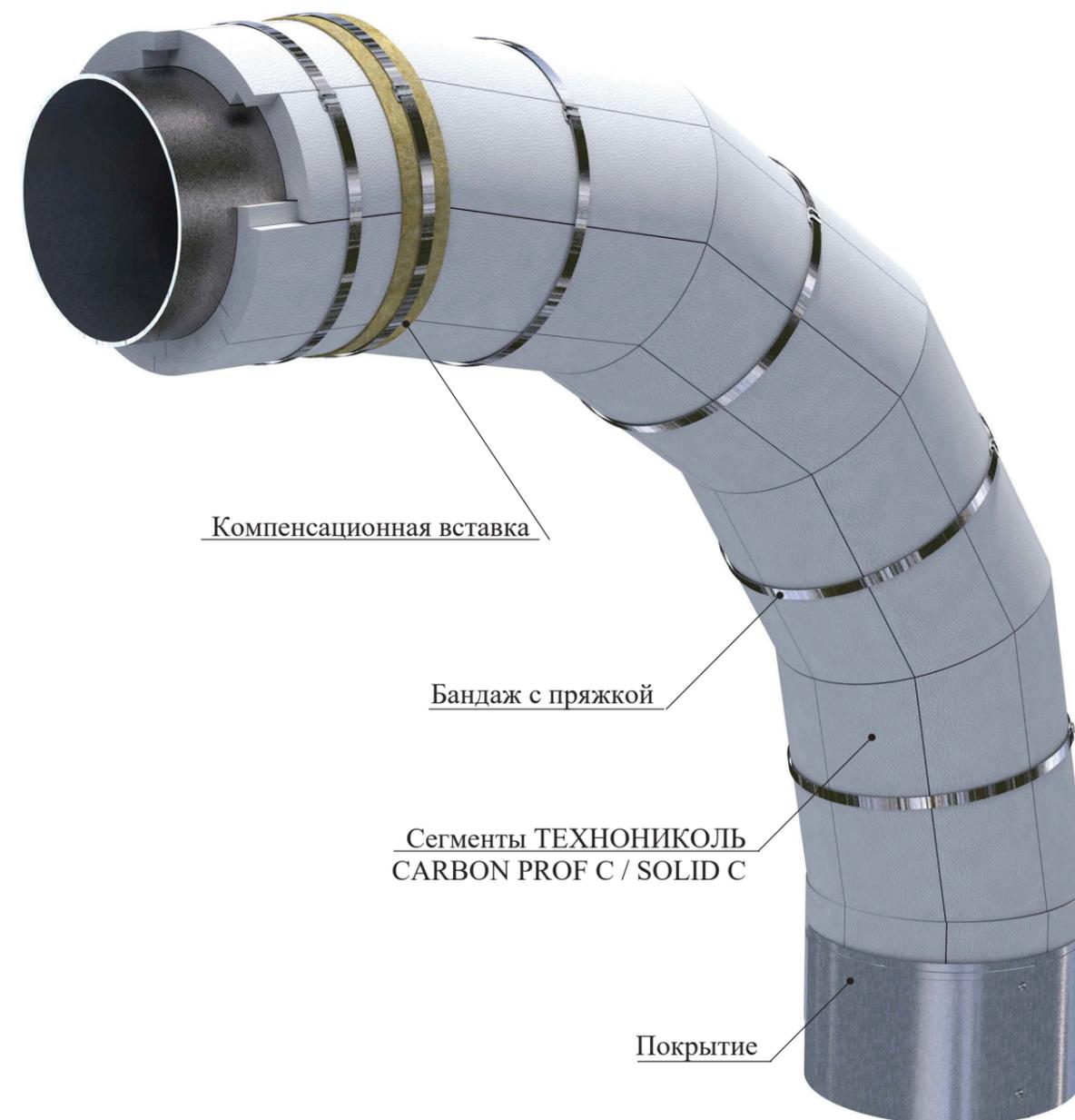
ТР 12149-ТИ.2019

Лист

109

Изм. Кол.уч. Лист № док. Подп. Дата

А9.1. Тепловая изоляция отводов трубопроводов с наружным диаметром от 133 до 1420мм сегментами ТЕХНОКОЛЬ XPS. Модель



Для изоляции отводов трубопроводов диаметром 133 - 1420 мм с помощью клеевых соединений также могут быть изготовлены готовые отводы из пенополистирола ТЕХНОКОЛЬ CARBON. Крепление отводов производится бандажами.

Элементы отводов рекомендуется склеить клеями или мастиками, совместимыми с пенополистиролом.

При необходимости применения съемной изоляции для отводов трубопроводов, рекомендуется поверх теплоизоляционного слоя устанавливать съемные секционные конструкции покрытия с креплением на замках.

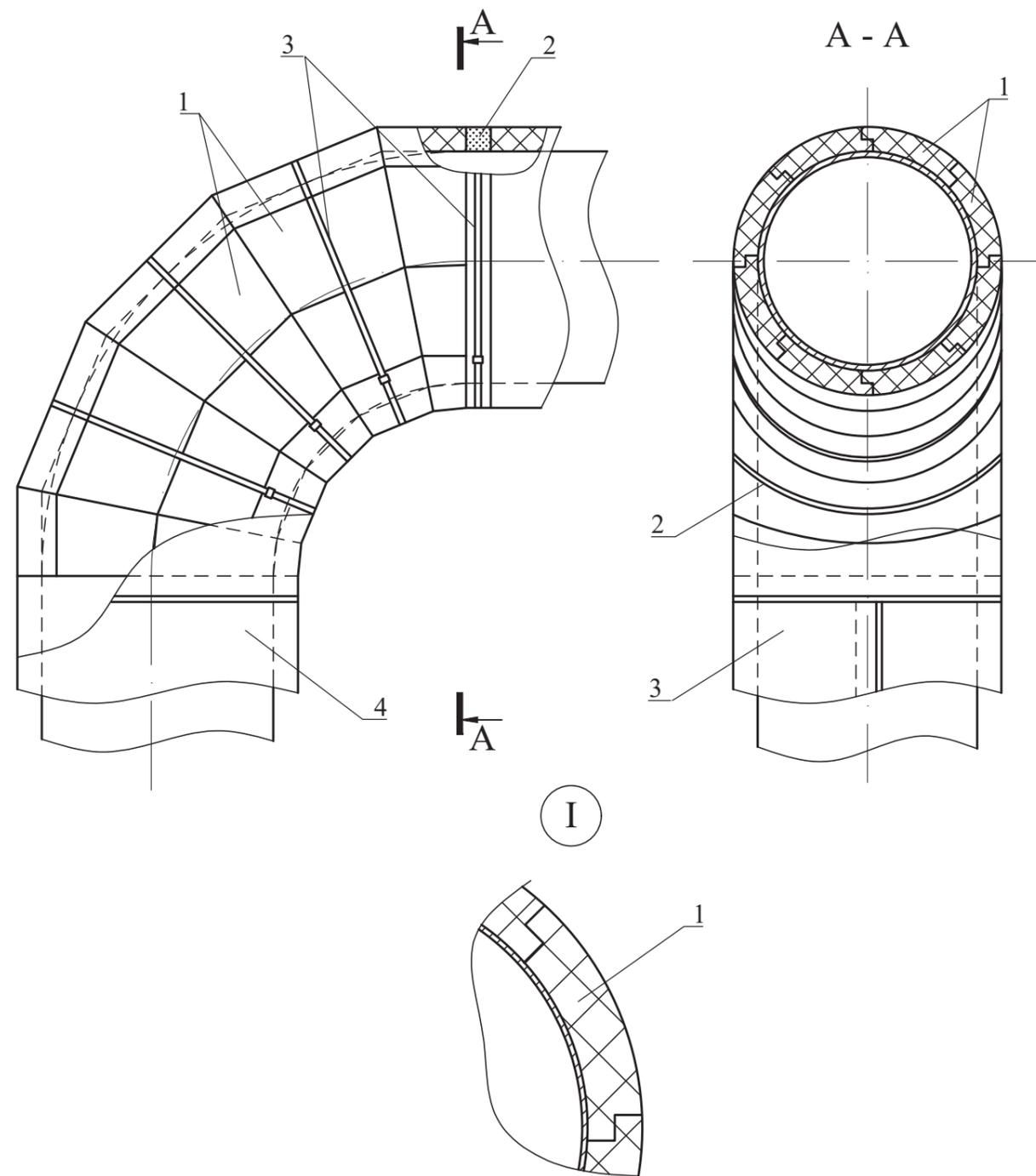
ТР 12149-ТИ.2019

Лист

110

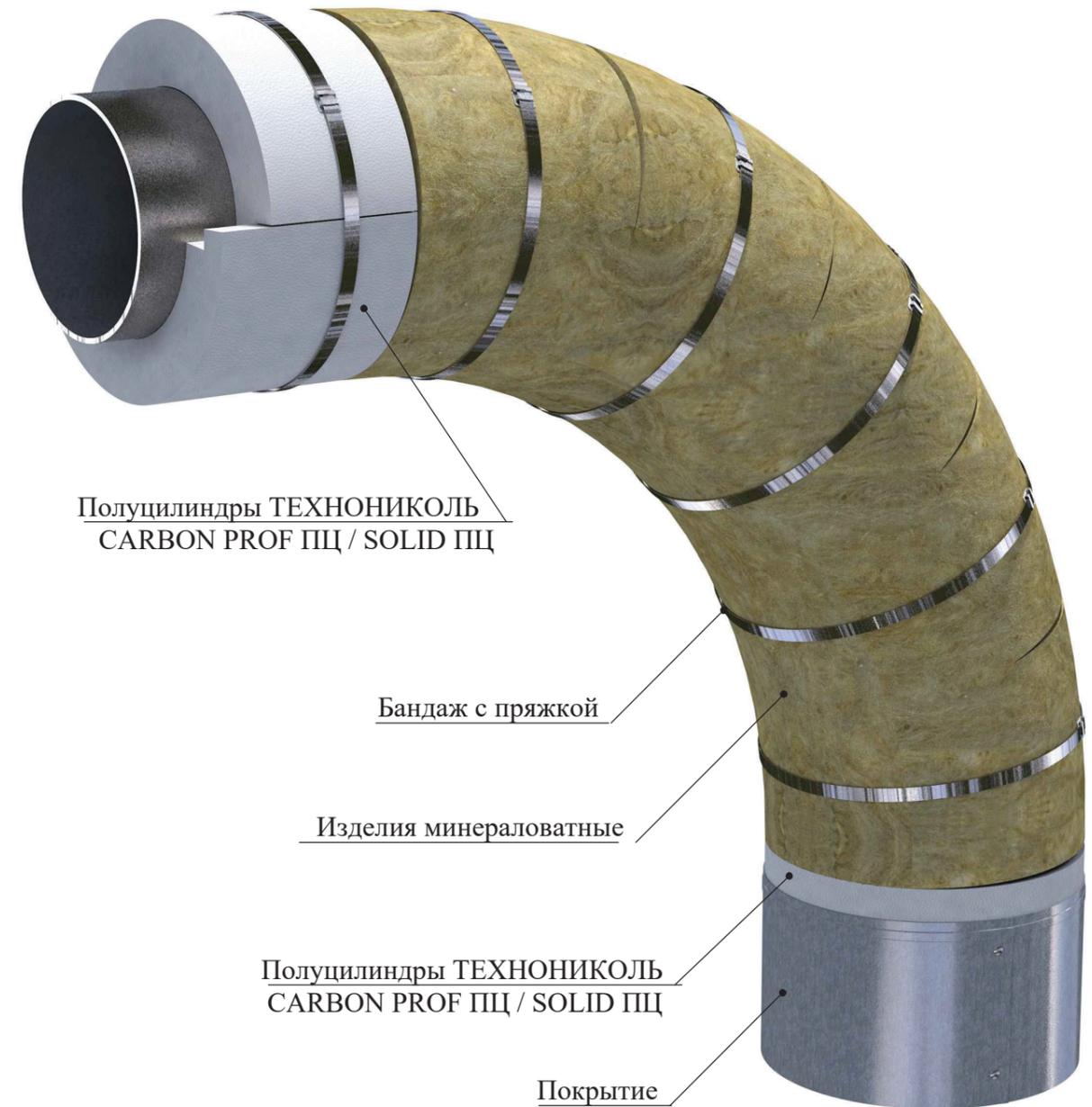
Изм. Кол.уч. Лист № док. Подп. Дата

А9.2. Тепловая изоляция отводов трубопроводов с наружным диаметром от 133 до 1420мм сегментами ТЕХНОНИКОЛЬ XPS



1	Сегменты ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF C / SOLID C
2	Изделия минераловатные
3	Бандаж с пряжкой (чертеж А39)
4	Покрытие отвода (чертеж А26-А27)

А10.1. Тепловая изоляция отводов трубопроводов с наружным диаметром от 57 до 1420 мм изделиями минераловатными. Модель

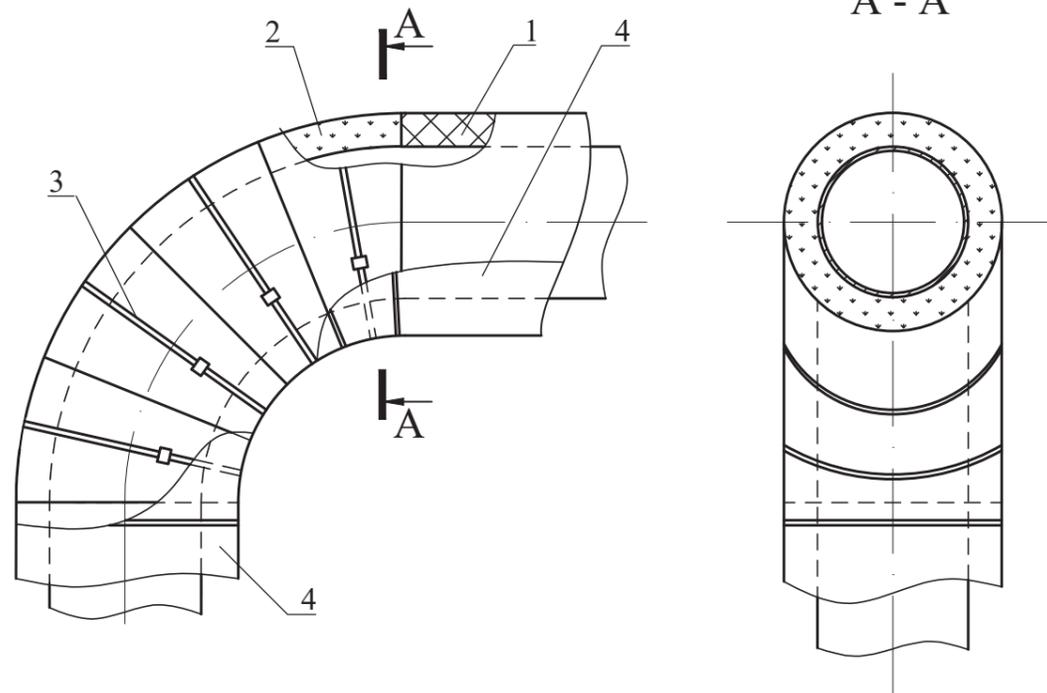


Если изготовление готовых отводов невозможно, отводы трубопроводов следует изолировать изделиями из минераловатного штапельного волокна на синтетическом связующем. Крепление волокнистого теплоизоляционного материала производится бандажами или кольцами из проволоки диаметром 2 мм.

При изоляции отводов трубопроводов волокнистыми материалами в технологических установках с большим количеством отводов не требуется устройства температурных швов в теплоизоляционном слое. Компенсация температурные деформаций происходит за счет применения волокнистых материалов для изоляции отводов.

При изоляции отводов теплоизоляционные материалы из стекловолокна, минеральной или базальтовой ваты следует уплотнять в соответствии с требованиями СП 61.13330.2012.

A10.2. Тепловая изоляция отводов трубопроводов с наружным диаметром от 57 до 1420 мм изделиями минераловатными



1	Полуцилиндры ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF ПЦ / SOLID ПЦ
2	Изделия минераловатные
3	Бандаж с пряжкой (чертеж А39)
4	Покрытие отвода (чертеж А26-А27)

ТР 12149-ТИ.2019

Лист

113

Изм. Кол.уч. Лист № док. Подп. Дата

A11.1. Тепловая изоляция горизонтальных трубопроводов диаметром от 57 до 108мм с отрицательными температурами полуцилиндрами ТЕХНОНИКОЛЬ XPS. Вариант 1. Модель



Теплоизоляционные полуцилиндры ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF / SOLID применяются в конструкциях изоляции трубопроводов наружным диаметром от 57 до 108 мм.

В конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с отрицательными температурами транспортируемых веществ должен быть предусмотрен пароизоляционный слой. Дополнительно могут быть герметизированы швы металлического покровного слоя.

Швы пароизоляционного слоя и места примыкания к опорным конструкциям, фланцам, оборудованию должны быть герметизированы. Повреждение пароизоляционного слоя в процессе монтажа и эксплуатации не допускается.

В качестве пароизоляционного слоя могут быть предусмотрены:

- пленка полиэтиленовая с проклейкой швов липкой лентой;
- фольга алюминиевая с проклейкой швов лентой алюминиевой с липким слоем или с применением клеящих составов;
- рубероид с проклейкой швов битумом или битумной мастикой.

Могут быть применены другие виды паронепроницаемых материалов.

Полуцилиндры ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF ПЦ / SOLID ПЦ

Диаметр трубопровода, мм	Размеры изделий		
	Внутренний диаметр, мм	Длина, мм	Толщина, мм
57	60	1200; 2400	30; 40
76	80	1200; 2400	30; 40
89	95	1200; 2400	40; 50
108	115	1200; 2400	40; 50

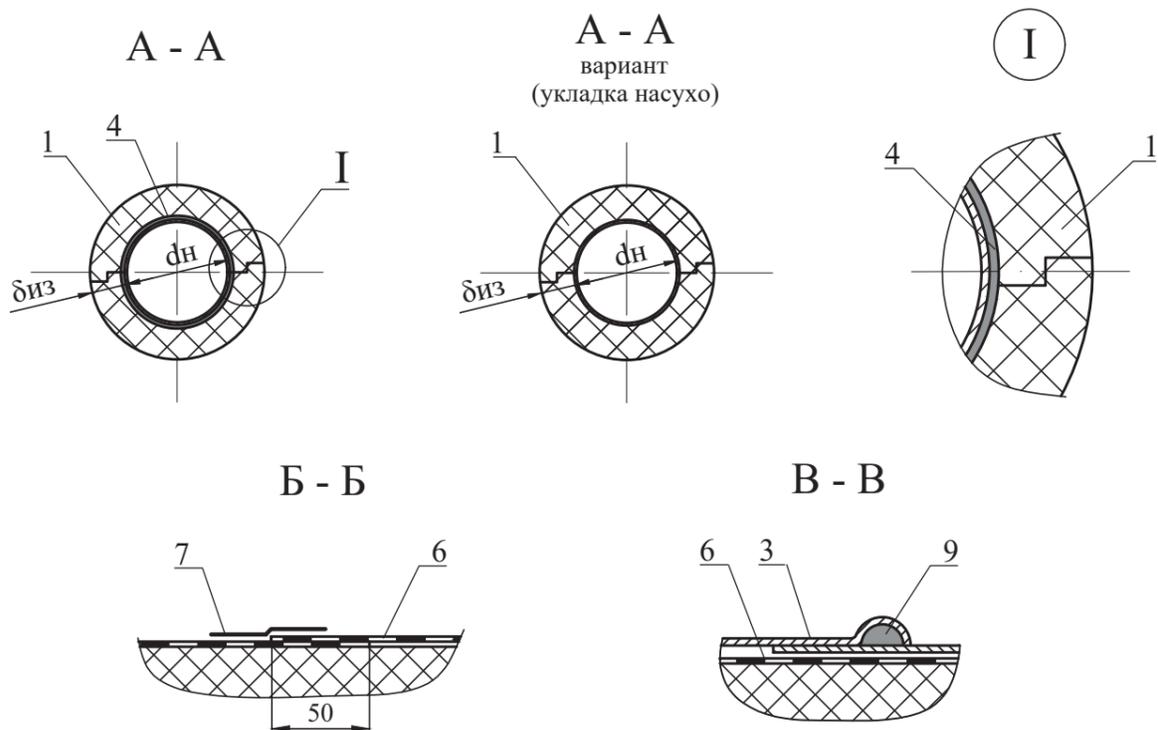
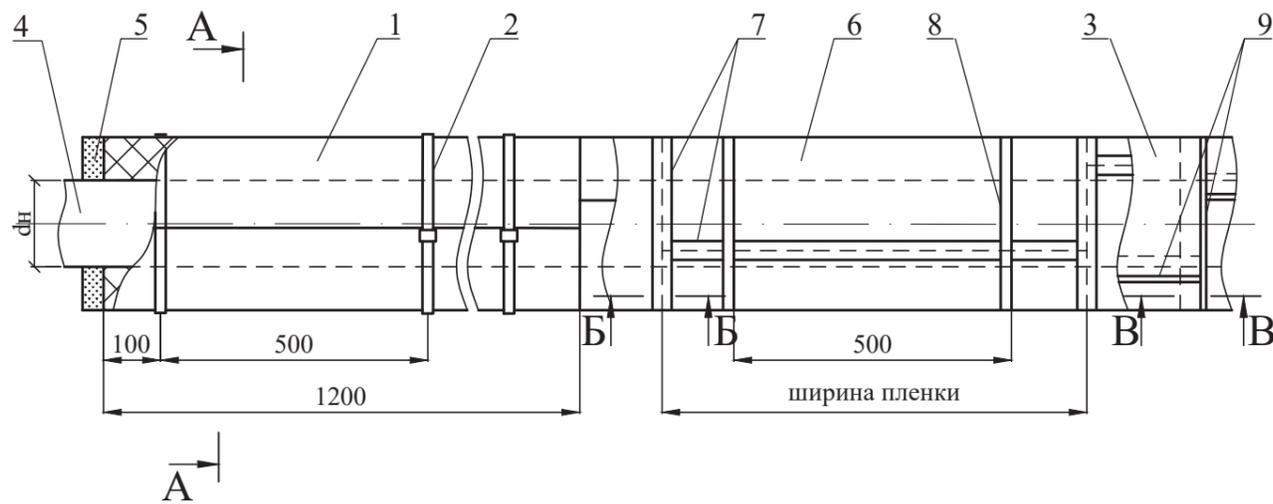
ТР 12149-ТИ.2019

Лист

114

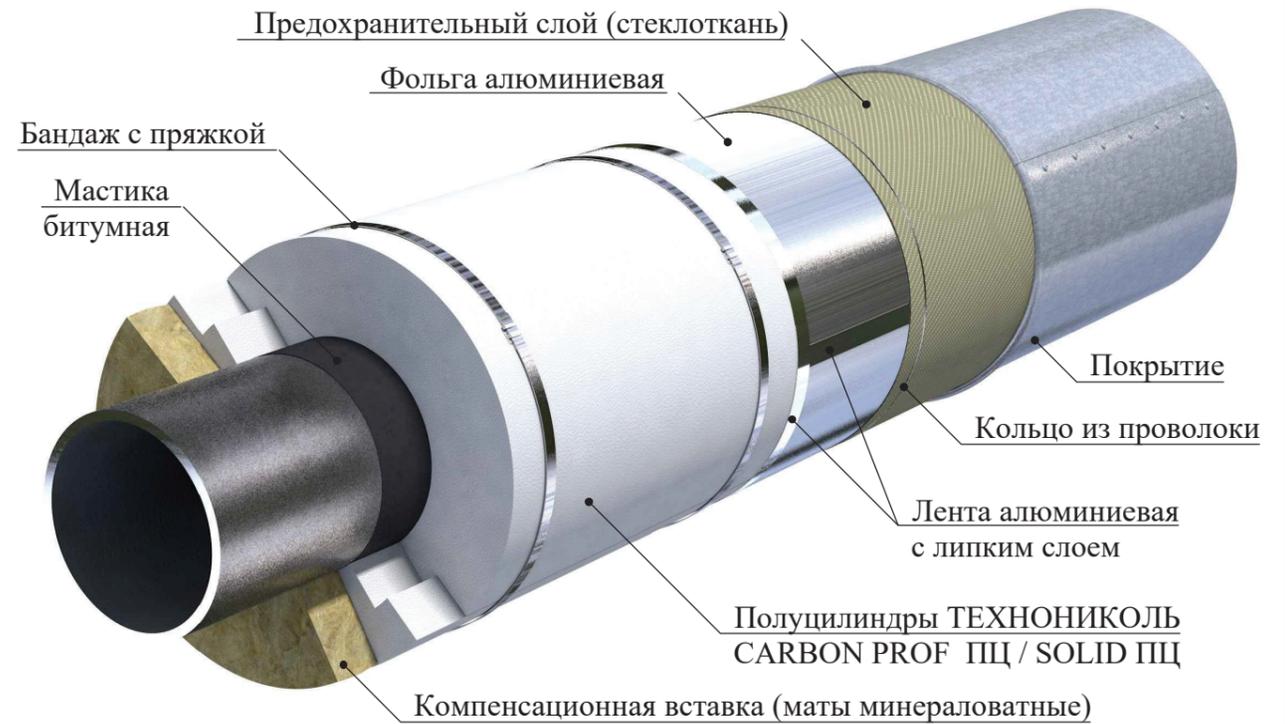
Изм. Кол.уч. Лист № док. Подп. Дата

A11.2. Тепловая изоляция горизонтальных трубопроводов диаметром от 57 до 108мм с отрицательными температурами полуцилиндрами ТЕХНОКОЛЬ XPS. Вариант 1



1	Полуцилиндры ТЕХНОКОЛЬ CARBON PROF ПЦ / SOLID ПЦ	5	Компенсационная вставка (маты минераловатные ГОСТ 21880-2011)
2	Бандаж с пряжкой (чертеж А39)	6	Пленка полиэтиленовая
3	Покрытие (чертеж А24-А25)	7	Лента полиэтиленовая с липким слоем
4	Мастика битумная	8	Бандаж из полиамидной ленты / скотч
		9	Герметик

A12.1. Тепловая изоляция горизонтальных трубопроводов диаметром от 57 до 108мм с отрицательными температурами полуцилиндрами ТЕХНОКОЛЬ XPS. Вариант 2. Модель



Теплоизоляционные полуцилиндры ТЕХНОКОЛЬ CARBON PROF / SOLID применяются в конструкциях изоляции трубопроводов наружным диаметром от 57 до 108 мм.

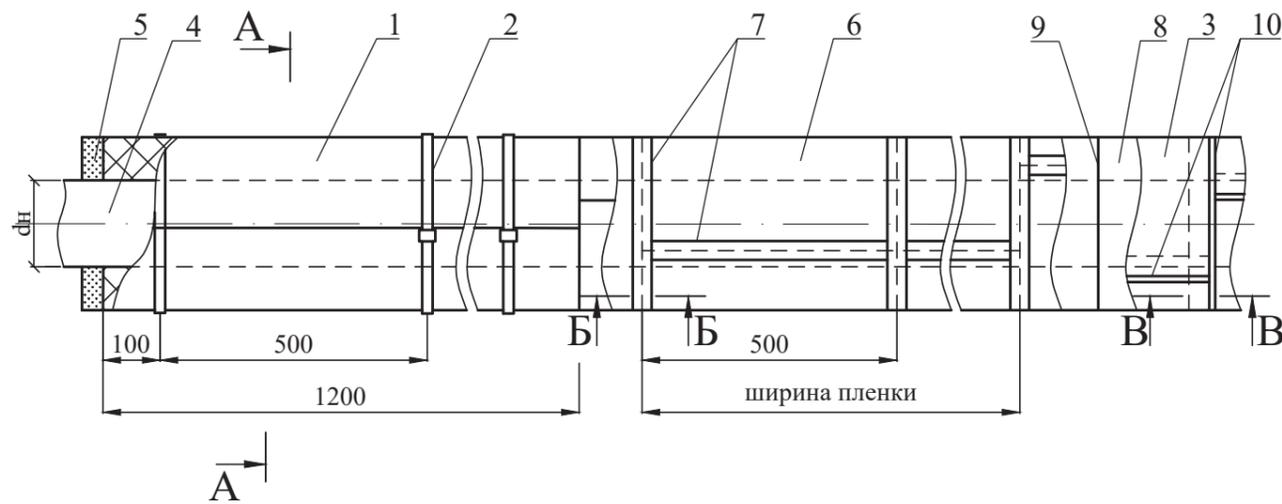
В конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с отрицательными температурами транспортируемых веществ должен быть предусмотрен пароизоляционный слой. Дополнительно могут быть герметизированы швы металлического покровного слоя.

При применении металлического покровного слоя в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с отрицательными температурами, для предохранения пароизоляционного слоя из алюминиевой фольги от повреждения в процессе эксплуатации и монтажа может быть предусмотрен предохранительный слой из стеклоткани, стеклохолста, полотна холстопробивного, иглопробивного или других рулонных материалов. Предохранительный слой устанавливается между покровным и пароизоляционным слоями.

Полуцилиндры ТЕХНОКОЛЬ CARBON PROF ПЦ / SOLID ПЦ

Диаметр трубопровода, мм	Размеры изделий		
	Внутренний диаметр, мм	Длина, мм	Толщина, мм
57	60	1200; 2400	30; 40
76	80	1200; 2400	30; 40
89	95	1200; 2400	40; 50
108	115	1200; 2400	40; 50

A12.2. Тепловая изоляция горизонтальных трубопроводов диаметром от 57 до 108мм с отрицательными температурами полуцилиндрами ТЕХНОКОЛЬ XPS. Вариант 2

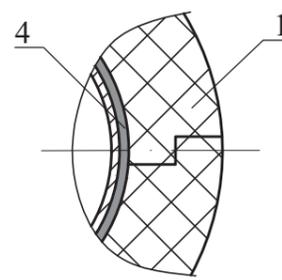
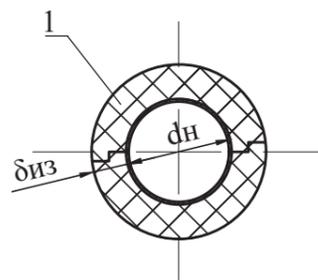
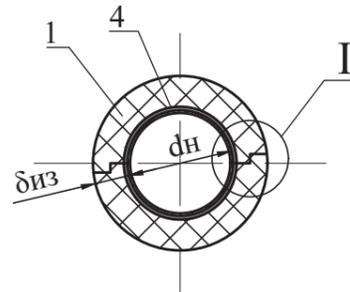


A - A

A - A

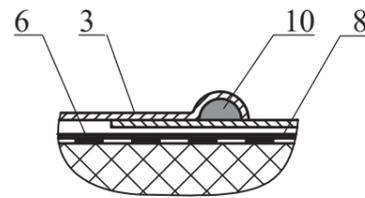
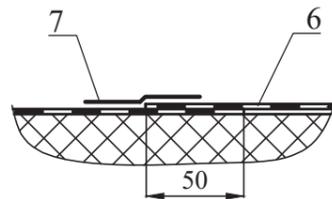
вариант
(укладка насухо)

I



Б - Б

В - В



A13.1. Тепловая изоляция горизонтальных трубопроводов диаметром от 133 до 1420 мм с отрицательными температурами сегментами ТЕХНОКОЛЬ XPS. Вариант 1. Модель



Теплоизоляционные сегменты ТЕХНОКОЛЬ CARBON PROF / SOLID применяются в конструкциях изоляции трубопроводов наружным диаметром от 133 до 1420 мм.

В конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с отрицательными температурами транспортируемых веществ должен быть предусмотрен пароизоляционный слой. Дополнительно могут быть герметизированы швы металлического покровного слоя.

Швы пароизоляционного слоя и места примыкания к опорным конструкциям, фланцам, оборудованию должны быть герметизированы. Повреждение пароизоляционного слоя в процессе монтажа и эксплуатации не допускается.

В качестве пароизоляционного слоя могут быть предусмотрены:

- пленка полиэтиленовая с проклейкой швов липкой лентой;
- фольга алюминиевая с проклейкой швов лентой алюминиевой с липким слоем или с применением клеящих составов;
- рубероид с проклейкой швов битумом или битумной мастикой.

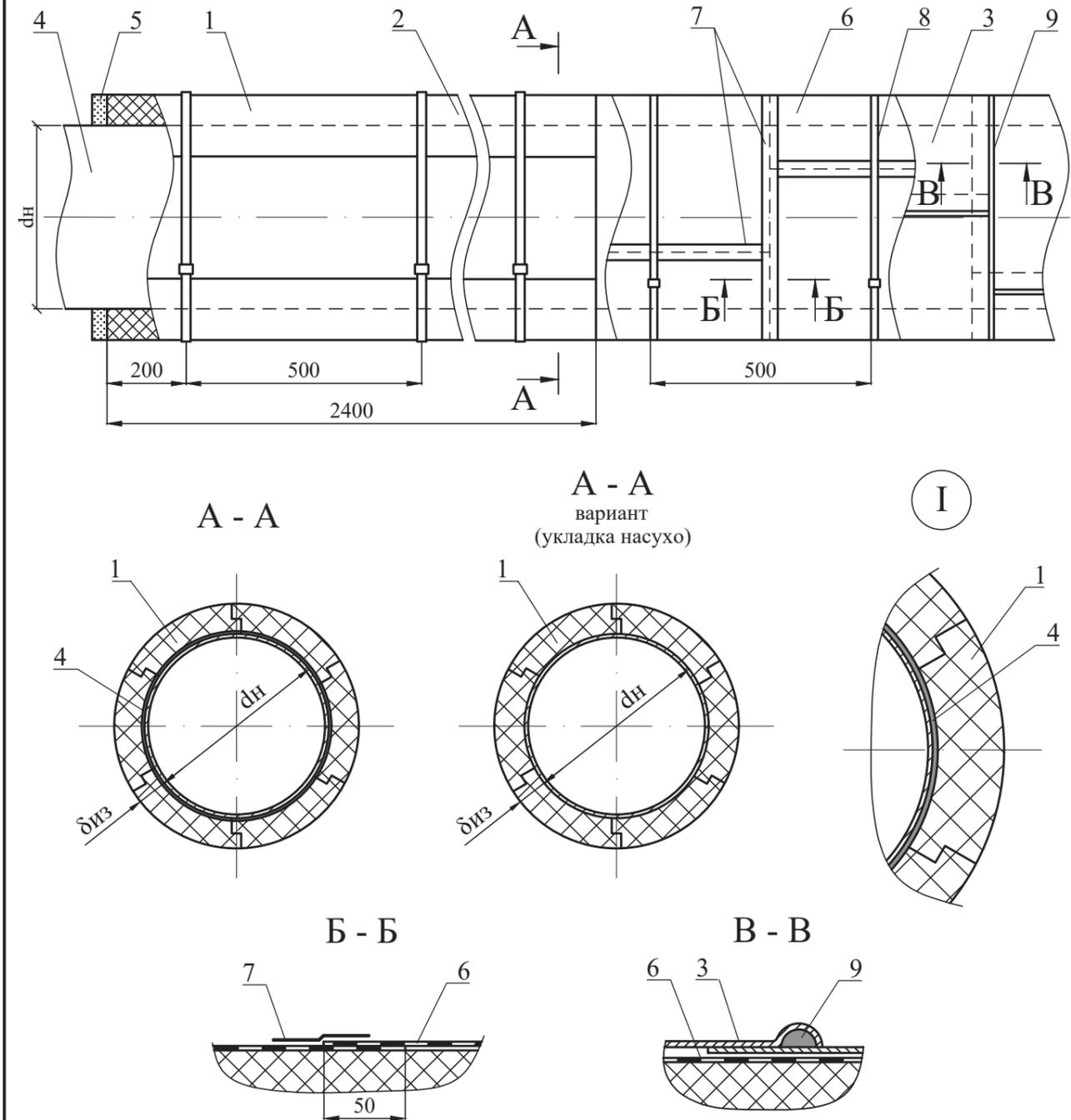
Могут быть применены другие виды паронепроницаемых материалов.

1	Полуцилиндры ТЕХНОКОЛЬ CARBON PROF ПЦ / SOLID ПЦ	6	Фольга алюминиевая
2	Бандаж с пряжкой (чертеж А39)	7	Лента алюминиевая с липким слоем
3	Покрытие (чертеж А24-А25)	8	Предохранительный слой (стеклоткань)
4	Мастика битумная	9	Кольцо (проволока диаметром 1,2мм)
5	Компенсационная вставка (маты минераловатные ГОСТ 21880-2011)	10	Герметик

Сегменты
ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF C / SOLID C

Диаметр трубопровода, мм	Размеры изделий		
	Внутренний диаметр, мм	Длина, мм	Толщина, мм
133	140	2400	40; 50
159	165	2400	40; 50
219	225	2400	40; 50
273	280	2400	50; 60
325	330	2400	50; 60
426	435	2400	50; 60; 80
529	540	2400	50; 60; 80
630	640	2400	50; 60; 80
720	730	2400	50; 60; 80
820	830	2400	50; 60; 80
920	930	2400	50; 60; 80
1020	1030	2400	60; 80; 100
1220	1230	2400	60; 80; 100
1420	1430	2400	60; 80; 100

A13.2. Тепловая изоляция горизонтальных трубопроводов диаметром от 133 до 1420 мм с отрицательными температурами сегментами ТЕХНОНИКОЛЬ XPS. Вариант 1



1	Сегменты ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF C / SOLID C	5	Компенсационная вставка (маты минераловатные ГОСТ 21880-2011)
2	Бандаж с пряжкой (чертеж А39)	6	Пленка полиэтиленовая
3	Покрытие (чертеж А24-А25)	7	Лента полиэтиленовая с липким слоем
4	Мастика битумная	8	Бандаж из полиамидной ленты / скотч
		9	Герметик

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12149-ТИ.2019

Лист

119

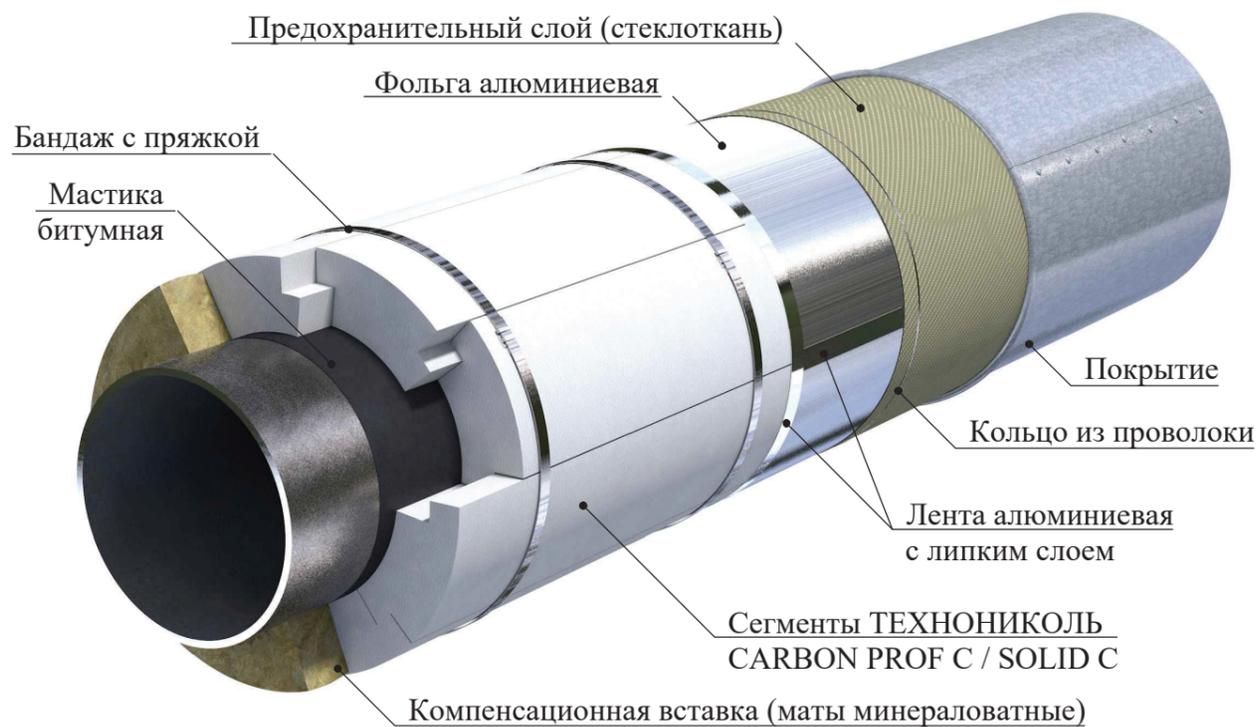
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ТР 12149-ТИ.2019

Лист

120

А14.1. Тепловая изоляция горизонтальных трубопроводов диаметром от 133 до 1420 мм с отрицательными температурами сегментами ТЕХНОНИКОЛЬ XPS. Вариант 2

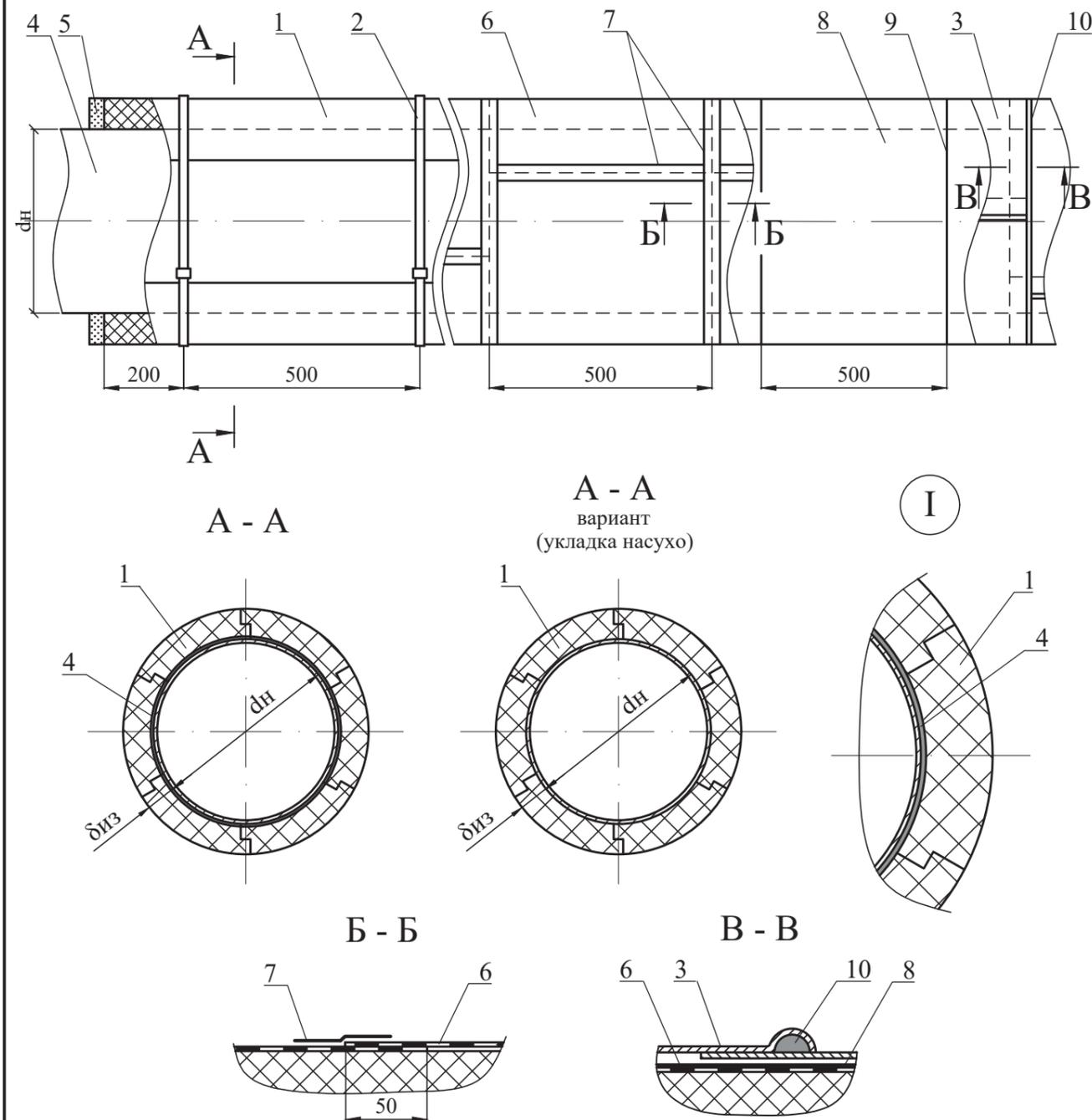


Теплоизоляционные сегменты ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF / SOLID применяются в конструкциях изоляции трубопроводов наружным диаметром от 133 до 1420 мм.

В конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с отрицательными температурами транспортируемых веществ должен быть предусмотрен пароизоляционный слой. Дополнительно могут быть герметизированы швы металлического покровного слоя.

При применении металлического покровного слоя в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с отрицательными температурами, для предохранения пароизоляционного слоя из алюминиевой фольги от повреждения в процессе эксплуатации и монтажа может быть предусмотрен предохранительный слой из стеклоткани, стеклохолста, полотна холстопробивного, иглопробивного или других рулонных материалов. Предохранительный слой устанавливается между покровным и пароизоляционным слоями.

А14.2. Тепловая изоляция горизонтальных трубопроводов диаметром от 133 до 1420 мм с отрицательными температурами сегментами ТЕХНОНИКОЛЬ XPS. Вариант 2



1	Сегменты ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF C / SOLID C	6	Фольга алюминиевая
2	Бандаж с пряжкой (чертеж А39)	7	Лента алюминиевая с липким слоем
3	Покрытие (чертеж А24-А25)	8	Предохранительный слой (стеклоткань)
4	Мастика битумная ТЕХНОНИКОЛЬ	9	Кольцо (проволока диаметром 1,2мм)
5	Компенсационная вставка (маты минераловатные ГОСТ 21880-2011)	10	Герметик

A15.1. Тепловая изоляция вертикальных трубопроводов диаметром от 57 до 1420 мм с отрицательными температурами полуцилиндрами и сегментами ТЕХНОКОЛЬ XPS



Разгружающие устройства, предусматриваются на вертикальных участках трубопроводов в конструкциях изоляции с металлическим покрытием.

Разгружающие устройства состоят из разгружающих колец с ребрами, которые изготавливаются из лент или полос из углеродистой или нержавеющей стали (в зависимости от материала трубопроводов) шириной 30 мм, толщиной 2 - 3 мм.

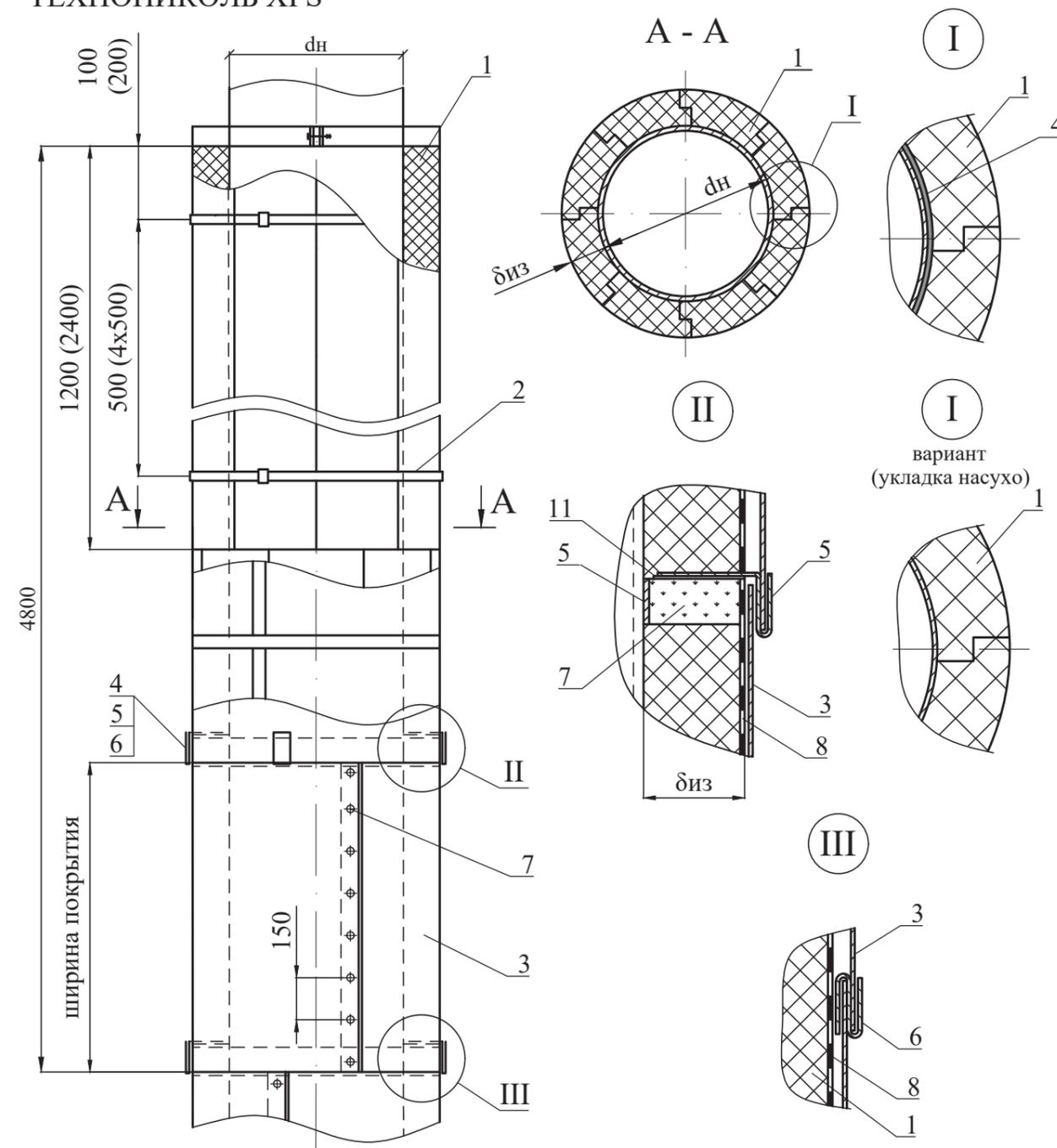
Разгружающие кольца в зависимости от диаметра изолируемого трубопровода могут состоять из одного (до диаметра 108 мм), двух (до диаметра 1020 мм) или трех элементов (диаметр 1220 - 1420 мм). Разгружающие кольца крепятся на трубопроводе болтами и гайками.

На разгружающие кольца устанавливается диафрагма из текстолита.

Навесные скобы (кляммеры), поддерживающие покровный слой, крепятся к диафрагме винтами.

В местах установки разгружающих устройств выполняются температурные швы в металлическом покровном слое и вставки из упругих материалов в теплоизоляционном слое из изделий из пенополистирола при необходимости.

A15.2. Тепловая изоляция вертикальных трубопроводов диаметром от 57 до 1420 мм с отрицательными температурами полуцилиндрами и сегментами ТЕХНОКОЛЬ XPS



1	Сегменты ТЕХНОКОЛЬ CARBON PROF C / SOLID C	7	Компенсационная вставка (маты минераловатные ГОСТ 21880-2011)
2	Бандаж с пряжкой (чертеж А39)	8	Пленка полиэтиленовая
3	Покрытие (чертеж А24-А25)	9	Лента полиэтиленовая с липким слоем
4	Мастика битумная	10	Герметик
5	Разгружающее устройство (чертеж А35-А36)	11	Элемент диафрагмы
6	Скоба навесная (чертеж А37)	12	Винт самонарезающий

A16.1. Устройство противопожарной вставки в конструкции тепловой изоляции трубопроводов с отрицательными температурами с наружным диаметром до от 57 до 1420мм на основе сегментов ТЕХНОНИКОЛЬ XPS

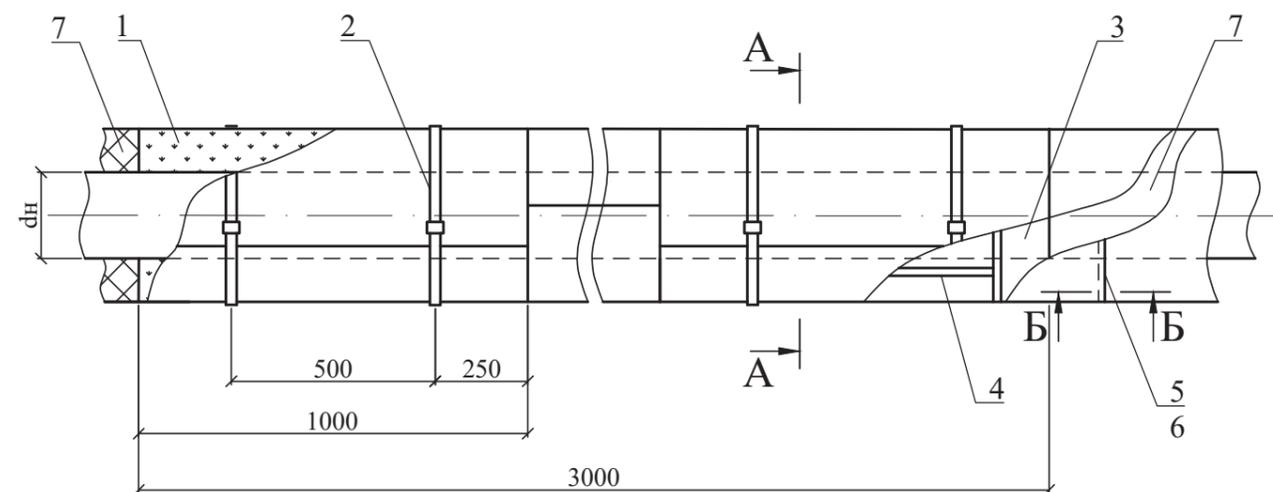


На магистральных трубопроводах тепловых сетей, нефтепроводов необходимо устройство противопожарных вставок из негорючих теплоизоляционных материалов, являющихся препятствием для распространения горения.

Следует предусматривать вставки из негорючих материалов длиной не менее 3 м при надземной прокладке через каждые 100м, на вертикальных участках через 10м, а также на вводе в здания и в местах выхода трубопроводов из грунта.

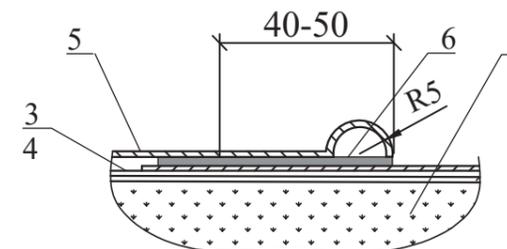
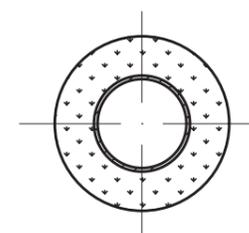
При прокладке трубопроводов в проходных и полупроходных каналах, без постоянного присутствия обслуживающего персонала, противопожарные вставки устраиваются длиной 3м на каждые 100м трубопровода.

A16.2. Устройство противопожарной вставки в конструкции тепловой изоляции трубопроводов с отрицательными температурами с наружным диаметром до от 57 до 1420мм на основе изделий ТЕХНОНИКОЛЬ XPS



A - A

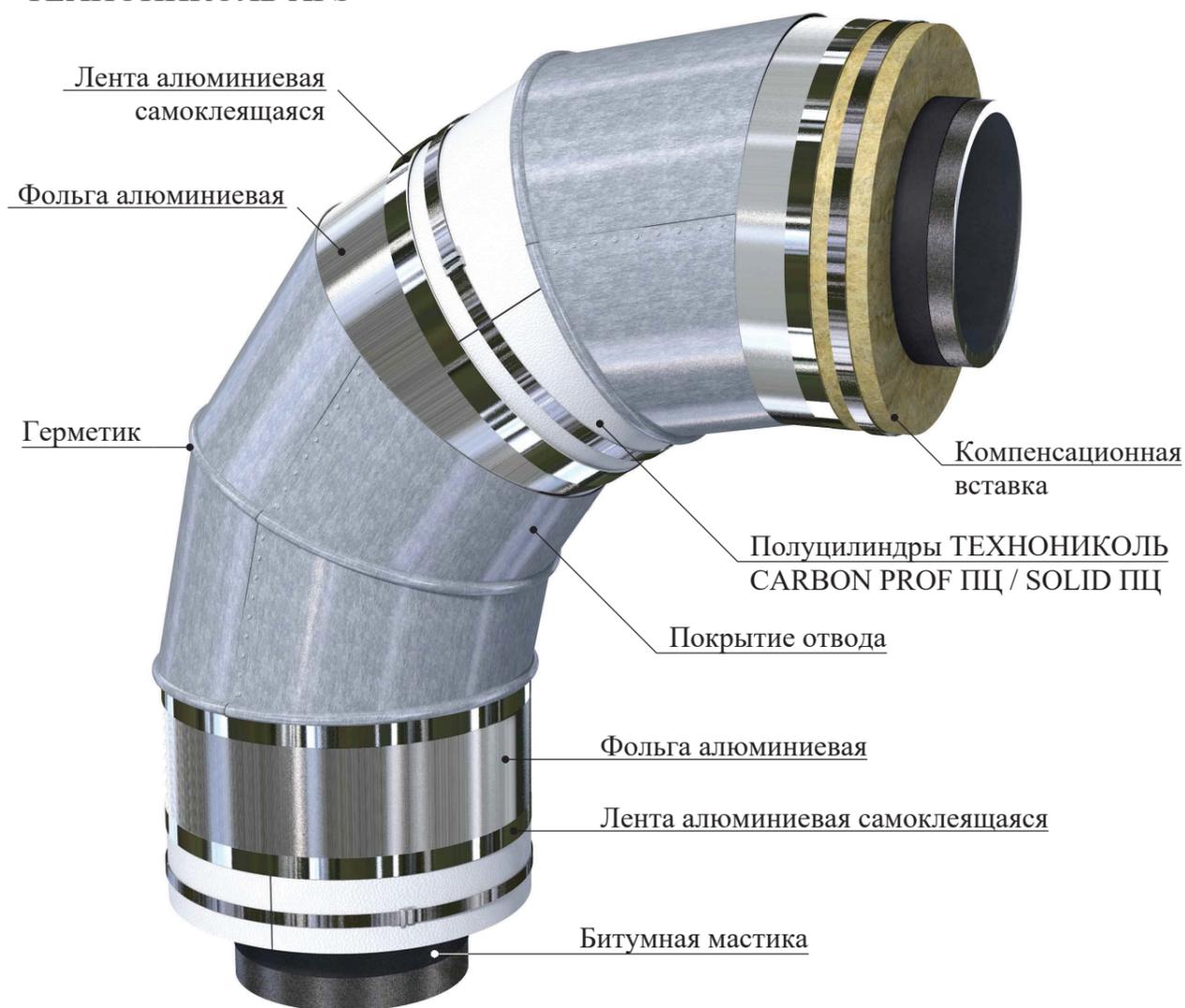
Б - Б



1	Изделия минераловатные
2	Бандаж с пряжкой (чертеж А39)
3	Фольга алюминиевая
4	Лента алюминиевая самоклеящаяся
5	Покрытие (чертеж А24-А25)
6	Герметик
7	Сегменты ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF C / SOLID C

** при диаметре трубопровода до 133мм применяются полуцилиндры ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF ПЦ / SOLID ПЦ

A17.1. Тепловая изоляция отводов трубопроводов с наружным диаметром от 57 до 108 мм с отрицательными температурами полуцилиндрами ТЕХНОНИКОЛЬ XPS



Для изоляции отводов трубопроводов наружным диаметром 57 - 108 мм применяются полуцилиндры из пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON, из которых нарезаются сегменты.

Для изоляции отводов трубопроводов могут быть изготовлены отводы (колена) из сегментов, нарезанных из полуцилиндров. Элементы отводов рекомендуется склеить клеями или мастиками, совместимыми с пенополистиролом.

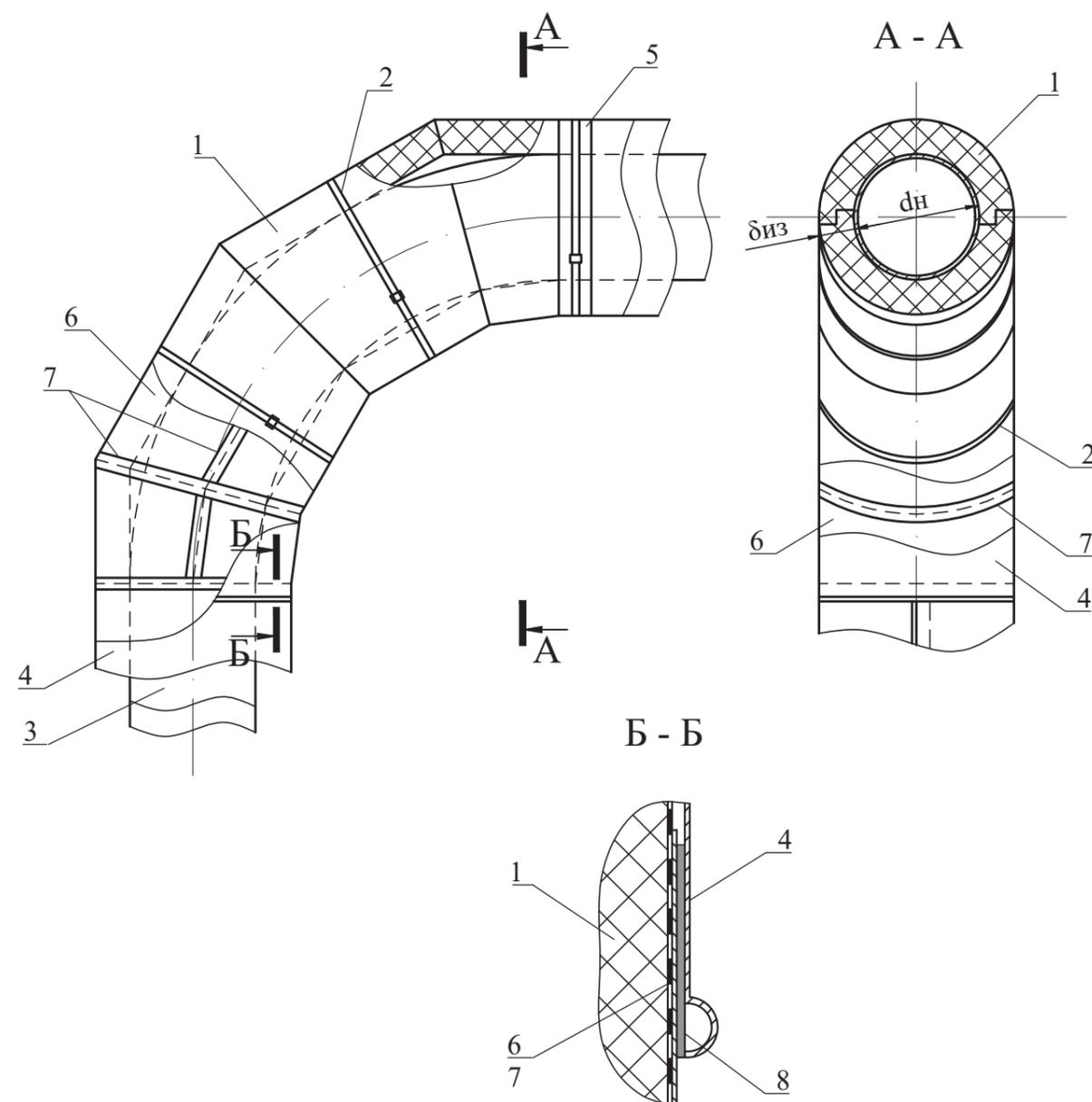
При необходимости применения съемной изоляции для отводов трубопроводов, рекомендуется поверх теплоизоляционного слоя устанавливать съемные секционные конструкции покрытия с креплением на замках.

В конструкциях тепловой изоляции отводов трубопроводов с отрицательными температурами транспортируемых веществ должен быть предусмотрен пароизоляционный слой. Дополнительно могут быть герметизированы швы металлического покровного слоя.

В качестве пароизоляционного слоя могут быть предусмотрены:

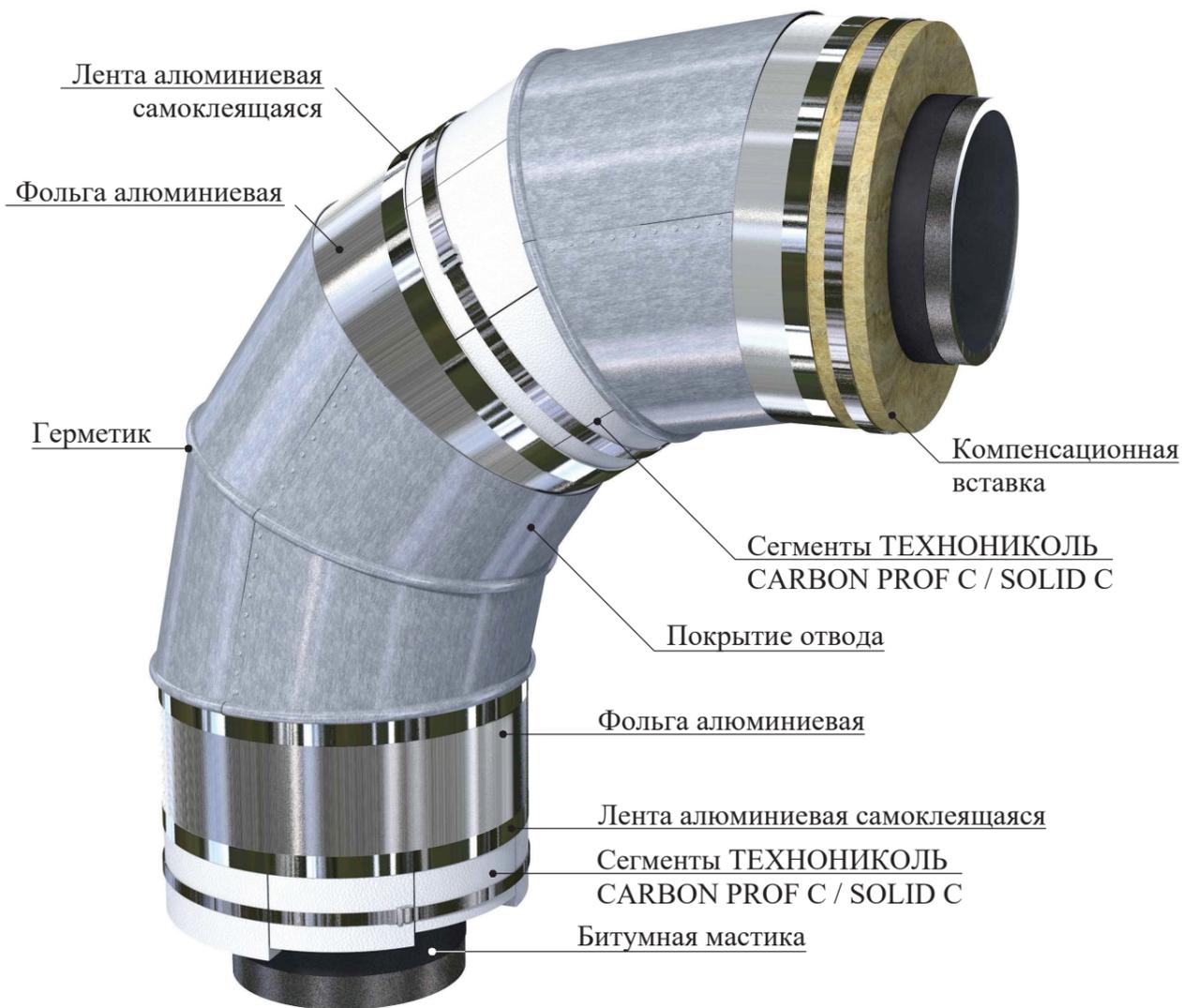
- пленка полиэтиленовая с проклейкой швов липкой лентой;
- фольга алюминиевая с проклейкой швов лентой алюминиевой с липким слоем или с применением клеящих составов;
- рубероид с проклейкой швов битумом или битумной мастикой.

A17.2. Тепловая изоляция отводов трубопроводов с наружным диаметром от 57 до 108 мм с отрицательными температурами полуцилиндрами ТЕХНОНИКОЛЬ XPS



1	Полуцилиндры ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF ПЦ / SOLID ПЦ
2	Бандаж с пряжкой (чертеж А39)
3	Битумная мастика
4	Покрытие отвода (чертеж А26-А27)
5	Компенсационная вставка
6	Пленка полиэтиленовая / фольга алюминиевая
7	Лента полиэтиленовая самоклеящаяся / лента алюминиевая самоклеящаяся
8	Герметик

A18.1. Тепловая изоляция отводов трубопроводов с наружным диаметром от 133 до 1420мм с отрицательными температурами изделиями минераловатными



Для изоляции отводов трубопроводов наружным диаметром 133 - 1420 мм применяются сегменты из пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON, из которых нарезаются элементы.

Элементы отводов рекомендуется склеить клеями или мастиками, совместимыми с пенополистиролом.

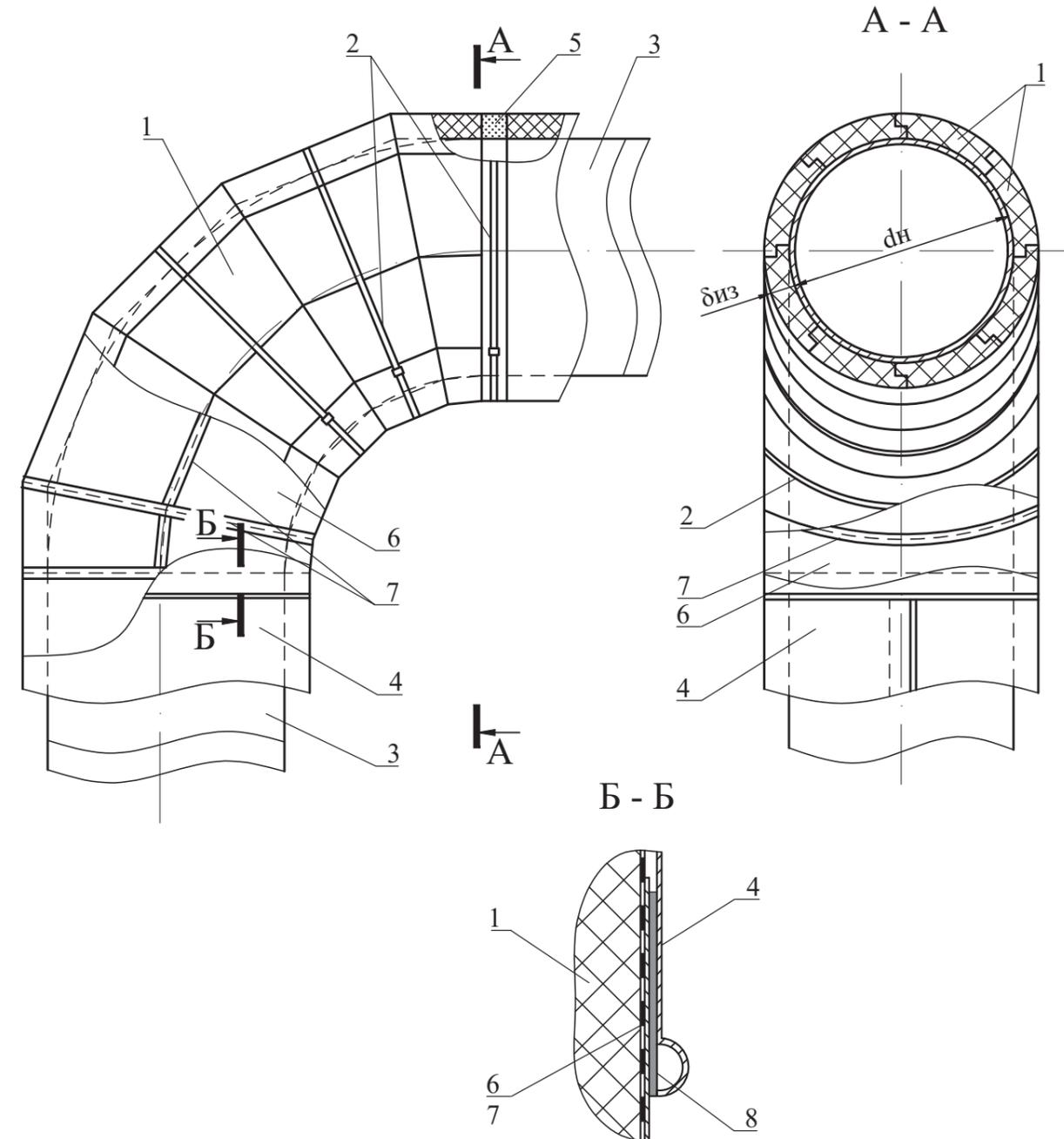
При необходимости применения съемной изоляции для отводов трубопроводов, рекомендуется поверх теплоизоляционного слоя устанавливать съемные секционные конструкции покрытия с креплением на замках.

В конструкциях тепловой изоляции отводов трубопроводов с отрицательными температурами транспортируемых веществ должен быть предусмотрен пароизоляционный слой. Дополнительно могут быть герметизированы швы металлического покровного слоя.

В качестве пароизоляционного слоя могут быть предусмотрены:

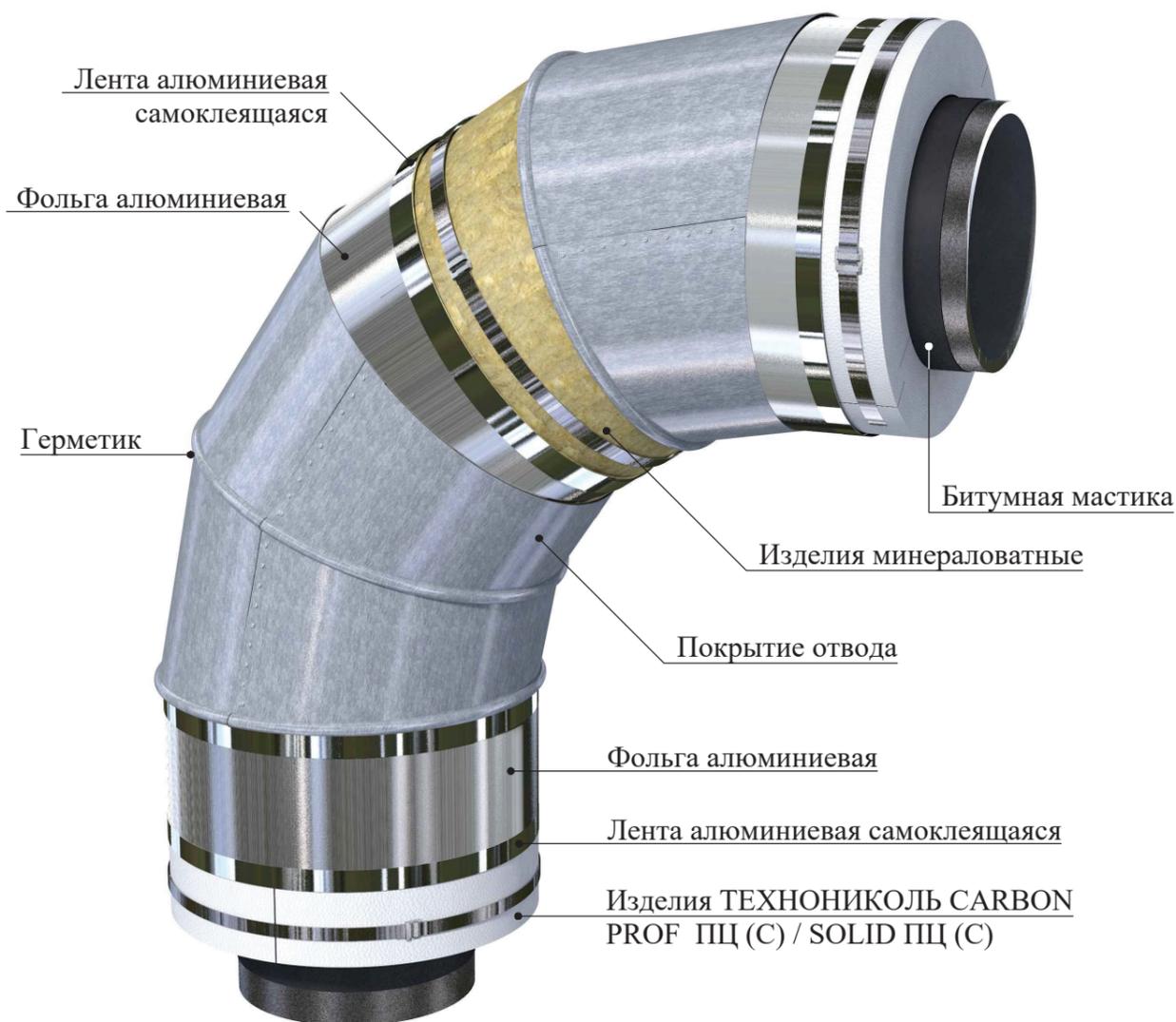
- пленка полиэтиленовая с проклейкой швов липкой лентой;
- фольга алюминиевая с проклейкой швов лентой алюминиевой с липким слоем или с применением клеящих составов;
- рубероид с проклейкой швов битумом или битумной мастикой.

A18.2. Тепловая изоляция отводов трубопроводов с наружным диаметром от 133 до 1420мм с отрицательными температурами сегментами ТЕХНОНИКОЛЬ XPS



1	Сегменты ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF C / SOLID C
2	Бандаж с пряжкой (чертеж А39)
3	Битумная мастика
4	Покрытие отвода (чертеж А26-А27)
5	Компенсационная вставка
6	Пленка полиэтиленовая / фольга алюминиевая
7	Лента полиэтиленовая самоклеящаяся / лента алюминиевая самоклеящаяся
8	Герметик

A19.1. Тепловая изоляция отводов трубопроводов с наружным диаметром от 57 до 1420 мм с отрицательными температурами изделиями минераловатными



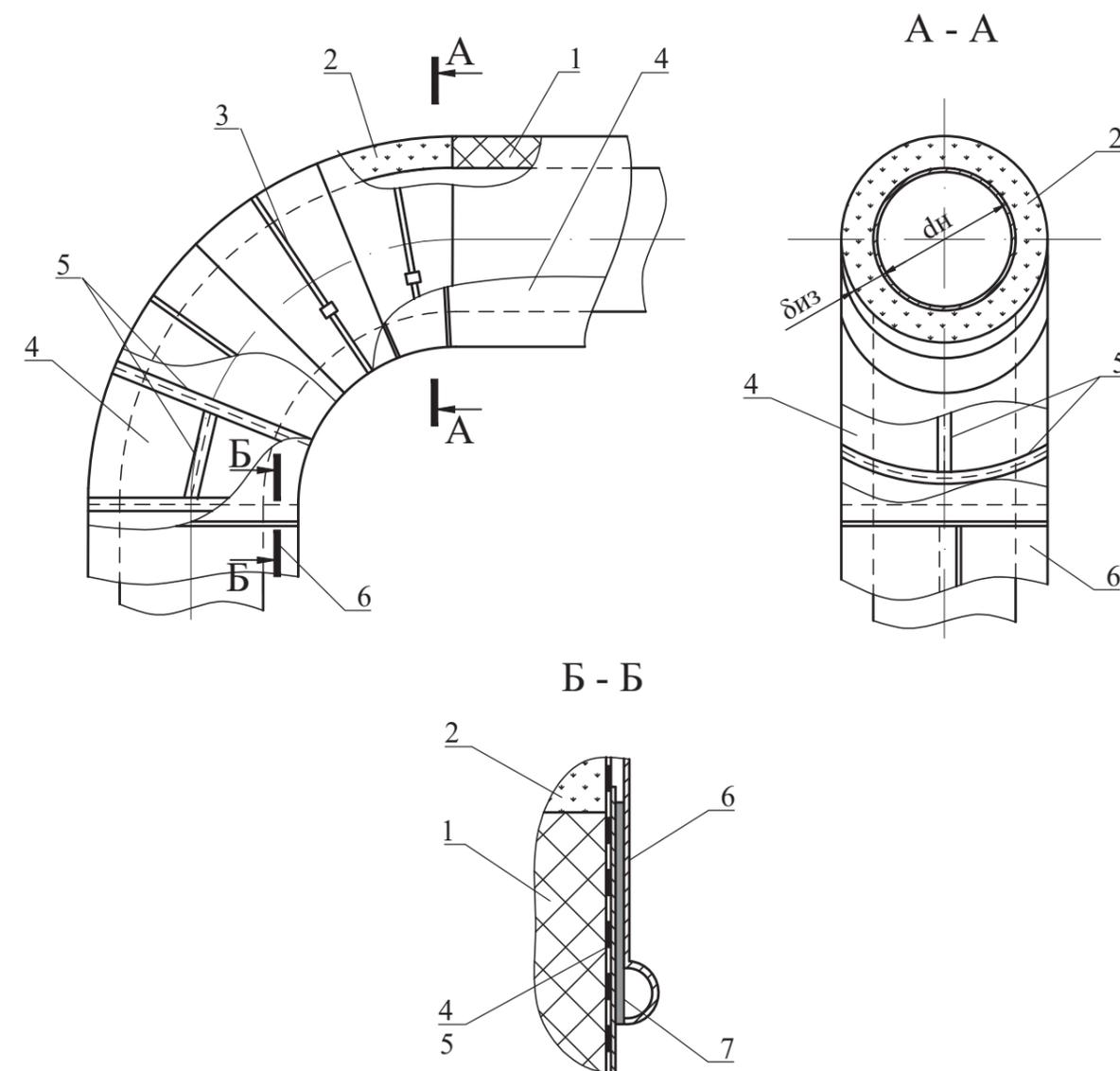
Если изготовление готовых отводов невозможно, отводы трубопроводов следует изолировать изделиями из минераловатного штапельного волокна на синтетическом связующем. Крепление волокнистого теплоизоляционного материала производится бандажами или кольцами из проволоки диаметром 2 мм.

При изоляции отводов трубопроводов волокнистыми материалами в технологических установках с большим количеством отводов не требуется устройства температурных швов в теплоизоляционном слое. Компенсация температурных деформаций происходит за счет применения волокнистых материалов для изоляции отводов.

При изоляции отводов теплоизоляционные материалы из стекловолна, минеральной или базальтовой ваты следует уплотнять в соответствии с требованиями СП 61.13330.2012.

В конструкциях тепловой изоляции отводов трубопроводов с отрицательными температурами транспортируемых веществ должен быть предусмотрен пароизоляционный слой. Дополнительно могут быть герметизированы швы металлического покровного слоя.

A19.2. Тепловая изоляция отводов трубопроводов с наружным диаметром от 57 до 1420 мм с отрицательными температурами изделиями минераловатными



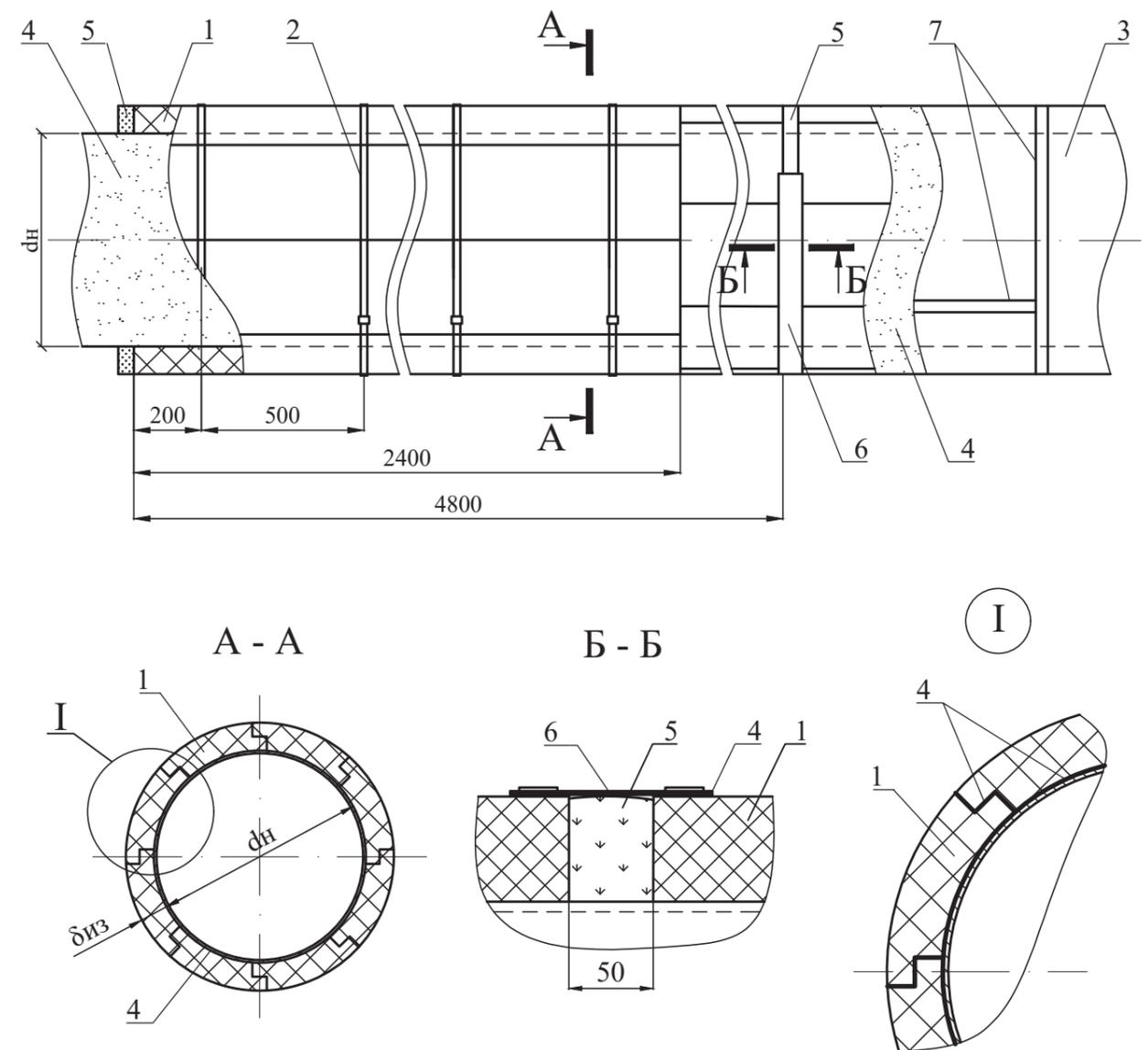
1	Изделия ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF ПЦ (С) / SOLID ПЦ (С)
2	Изделия минераловатные
3	Бандаж с пряжкой (чертеж А39)
4	Пленка полиэтиленовая / фольга алюминиевая
5	Лента полиэтиленовая самоклеящаяся / лента алюминиевая самоклеящаяся
6	Покрытие отвода (чертеж А26-А27)
7	Герметик

A20.1. Тепловая изоляция трубопроводов подземной прокладки на основе сегментов ТЕХНОНИКОЛЬ XPS. Модель



При изоляции трубопроводов подземной бесканальной прокладки швы изделий из пенополистирола могут быть проклеены клеем РУСЭКСП-ПС и должно быть предусмотрено водонепроницаемое покрытие для теплоизоляционного слоя. Может быть выполнено покрытие из двух слоев рубероида с установкой на битуме или битумной мастике, или другие виды водонепроницаемых материалов.

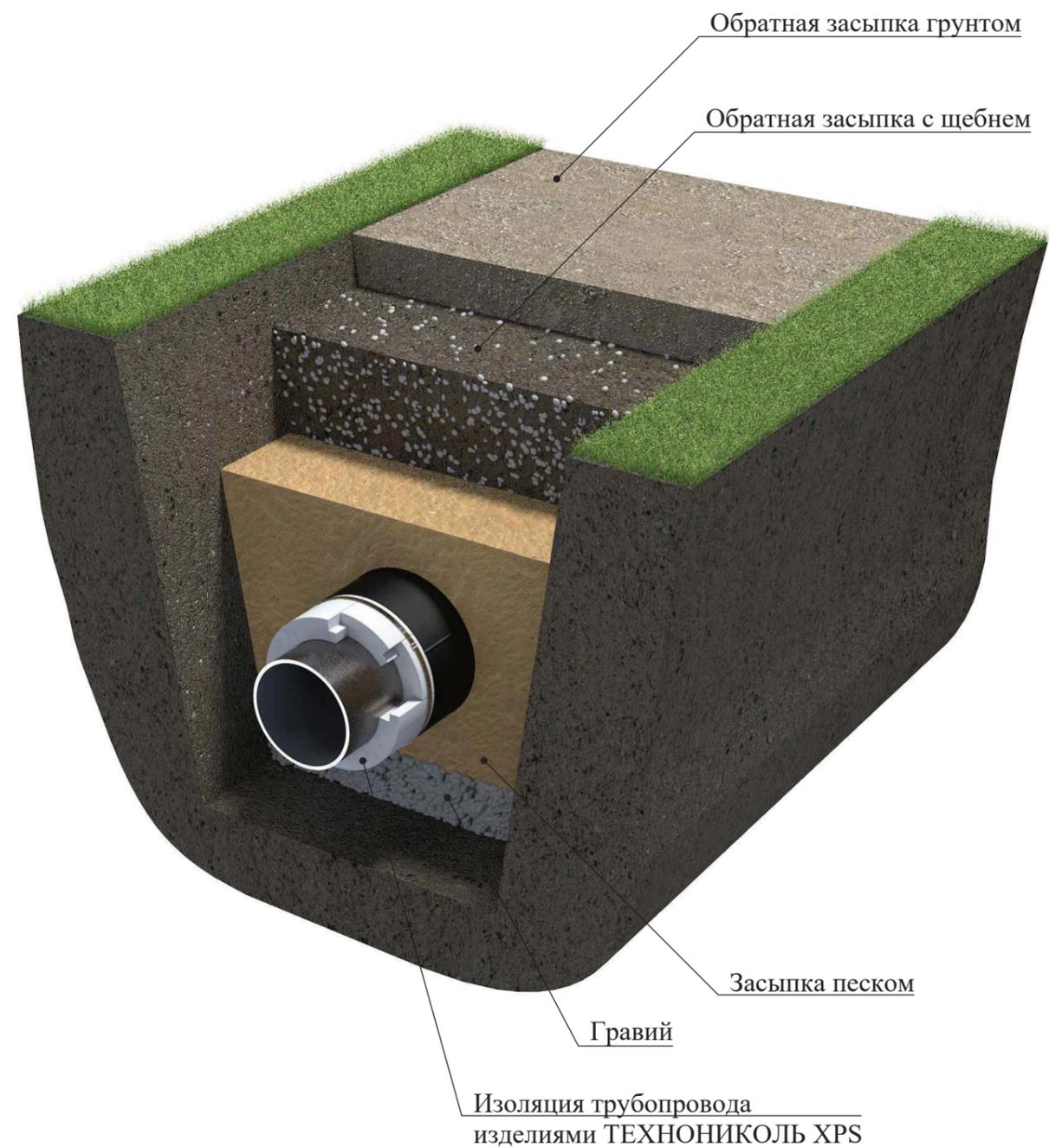
A20.2. Тепловая изоляция трубопроводов подземной прокладки на основе изделий ТЕХНОНИКОЛЬ XPS



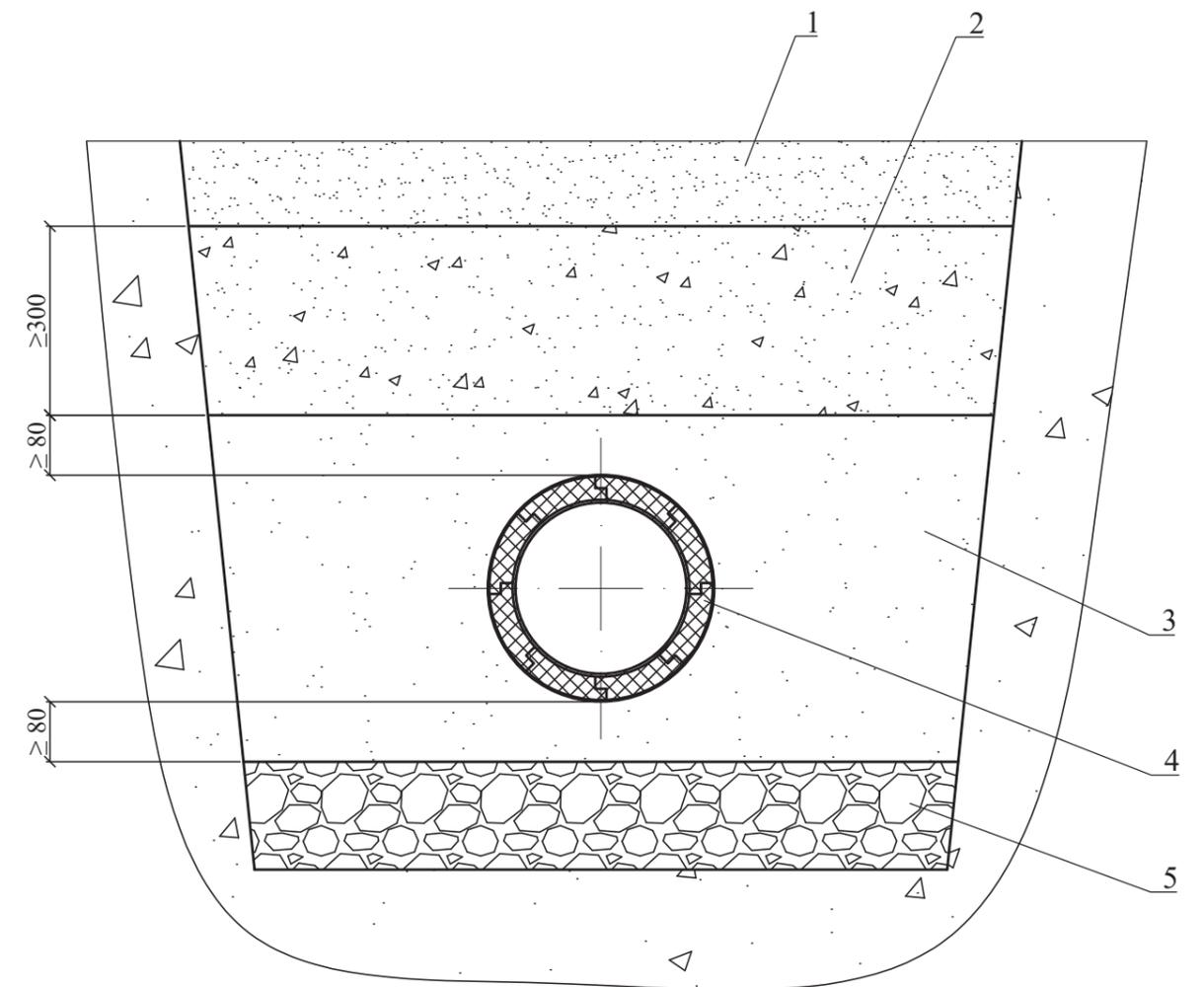
1	Сегменты ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF C / SOLID C
2	Бандаж с пряжкой (чертеж А39)
3	Гидроизоляционный слой
4	Битумная мастика
5	Компенсационная вставка
6	Накладка (резина)
7	Герметизация швов гидроизоляционного слоя (при необходимости)

** при диаметре трубопровода до 133мм применяются полуцилиндры ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF ПЦ / SOLID ПЦ

A21.1. Тепловая изоляция трубопроводов подземной прокладки изделиями ТЕХНОНИКОЛЬ XPS

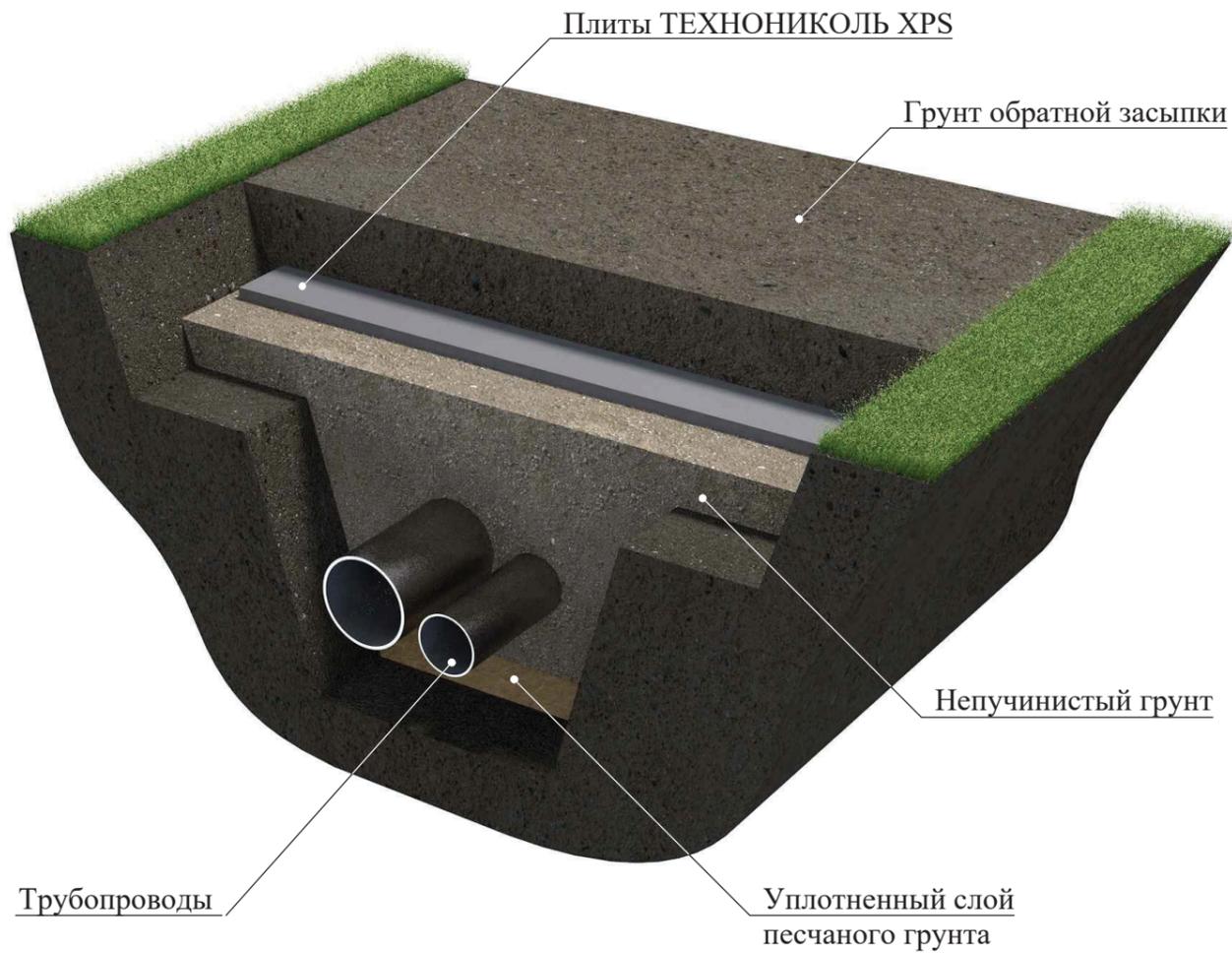


A21.2. Тепловая изоляция трубопроводов подземной прокладки изделиями ТЕХНОНИКОЛЬ XPS



1	Обратная засыпка грунтом
2	Обратная засыпка с щебнем
3	Засыпка песком
4	Изоляция трубопровода изделиями ТЕХНОНИКОЛЬ XPS
5	Гравий

A22.1. Утепление трубопроводов подземной прокладки плитами ТЕХНОНИКОЛЬ XPS по плоскости над трубопроводами. Модель

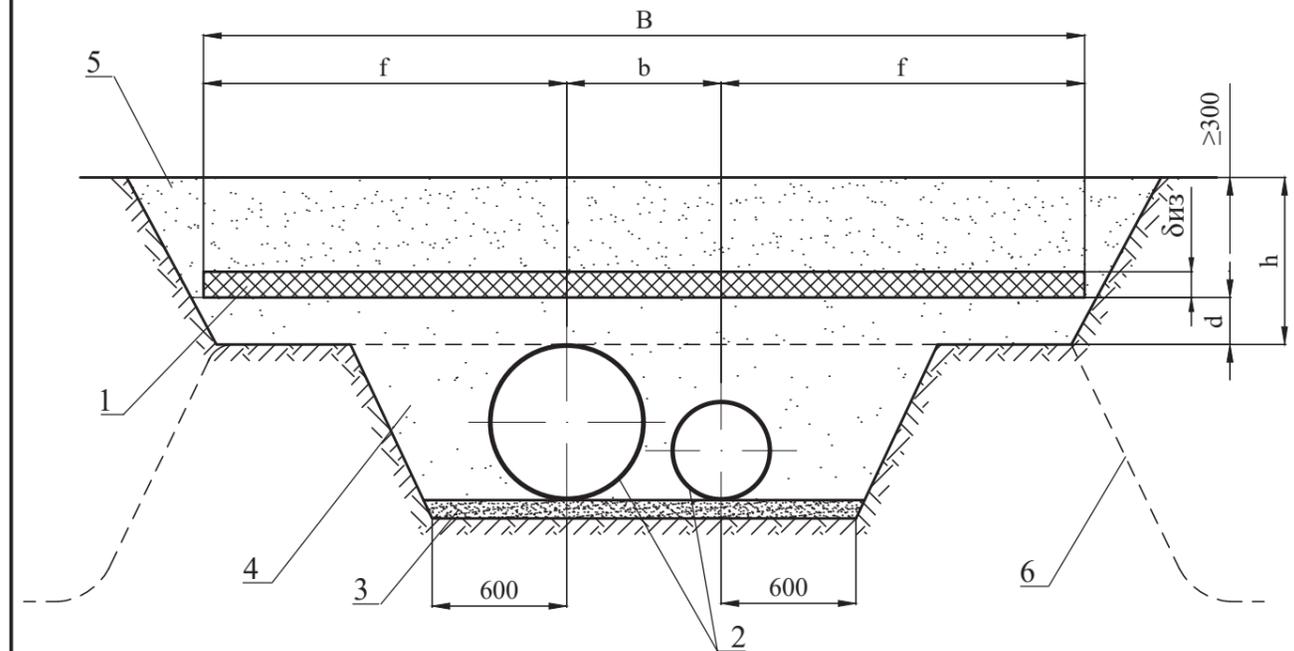


Утепление трубопроводов инженерных сетей плитами ТЕХНОНИКОЛЬ XPS производится при подземной прокладке в зонах промерзания грунтов с целью предотвращения замерзания жидкости в трубопроводах при остановке ее движения.

При горизонтальной теплоизоляции (по плоскости над трубопроводами) плиты из экструзионного пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ XPS устанавливаются над трубопроводами на глубине 0,3м от поверхности земли. Ширина и толщина теплоизоляционных плит, глубина заложения трубопроводов определяются расчетом.

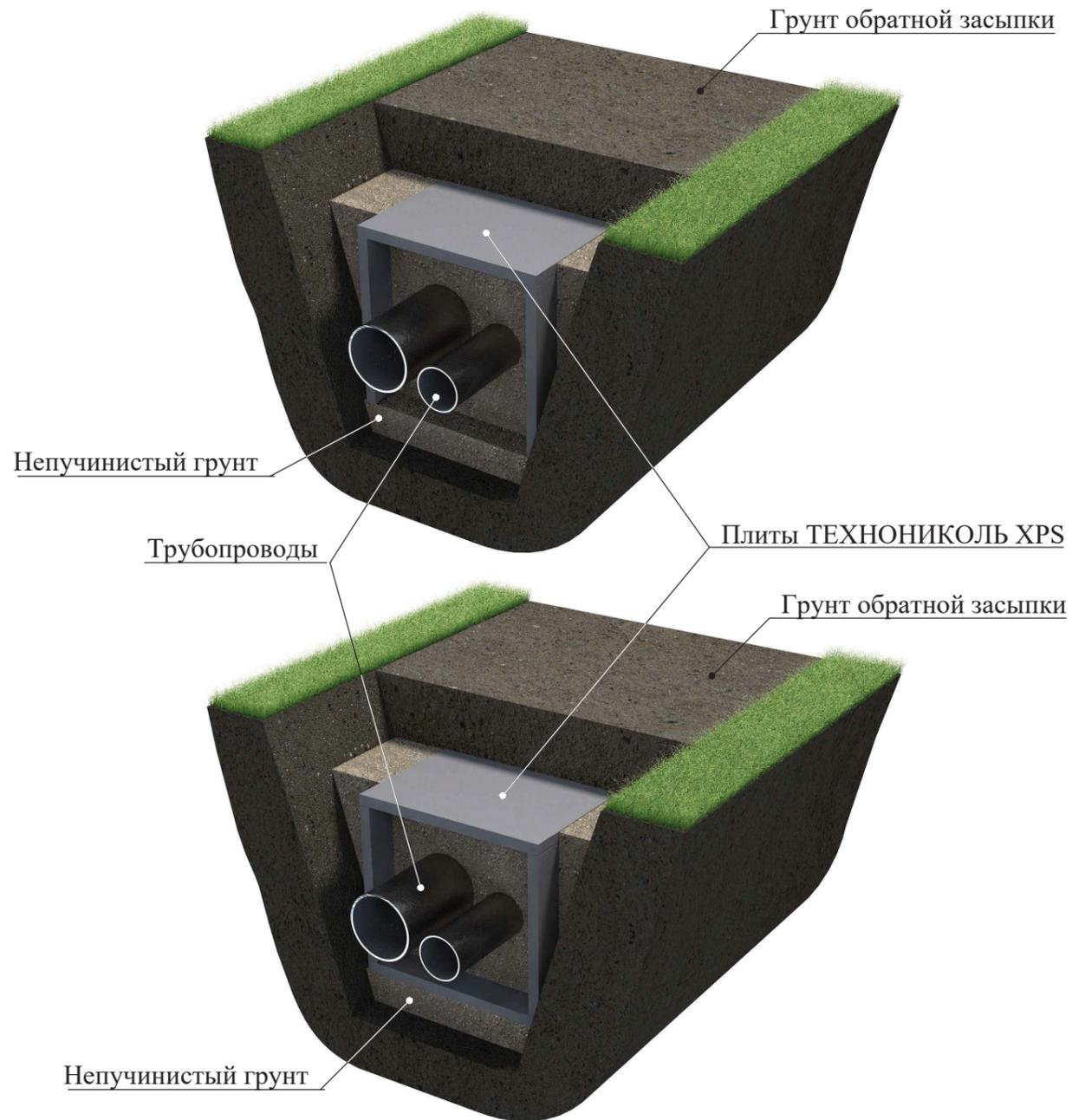
Дно траншеи выравнивается уплотненным слоем песчаного грунта не менее 0,1м, на который укладываются трубопроводы. Далее траншея засыпается грунтом, не подвергающимся пучению при промерзании (песчаные и крупнообломочные грунты), до подошвы теплоизоляционных плит.

A22.2. Утепление трубопроводов подземной прокладки плитами ТЕХНОНИКОЛЬ XPS по плоскости над трубопроводами



1	Плиты ТЕХНОНИКОЛЬ XPS
2	Трубопроводы
3	Уплотненный слой песчаного грунта
4	Непучинистый грунт
5	Грунт обратной засыпки
6	Граница промерзания грунта

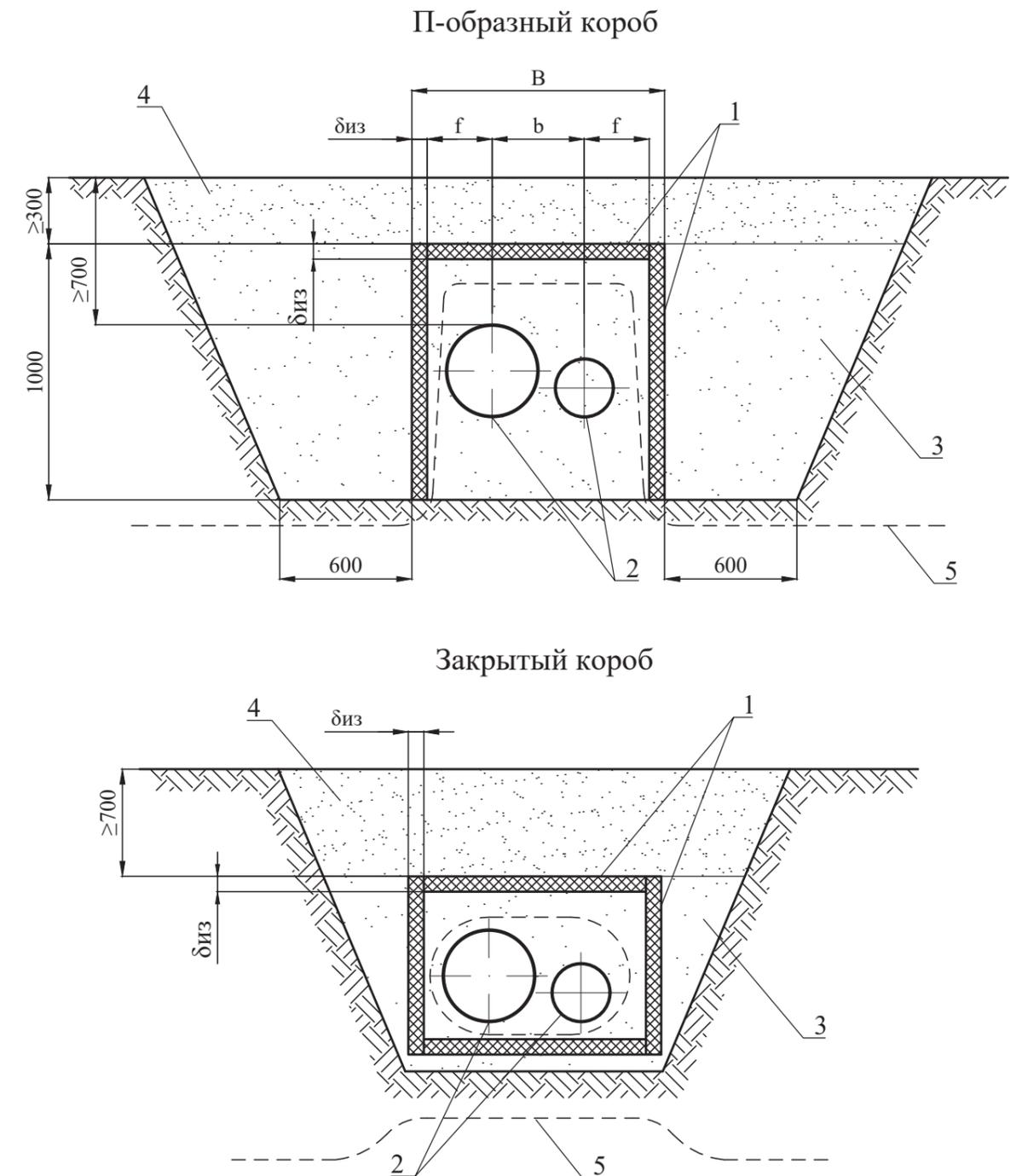
A23.1. Теплоизоляционный короб из плит ТЕХНОНИКОЛЬ XPS для трубопроводов подземной прокладки. Модель



Утепление трубопроводов инженерных сетей плитами ТЕХНОНИКОЛЬ XPS производится при подземной прокладке в зонах промерзания грунтов с целью предотвращения замерзания жидкости в трубопроводах при остановке ее движения.

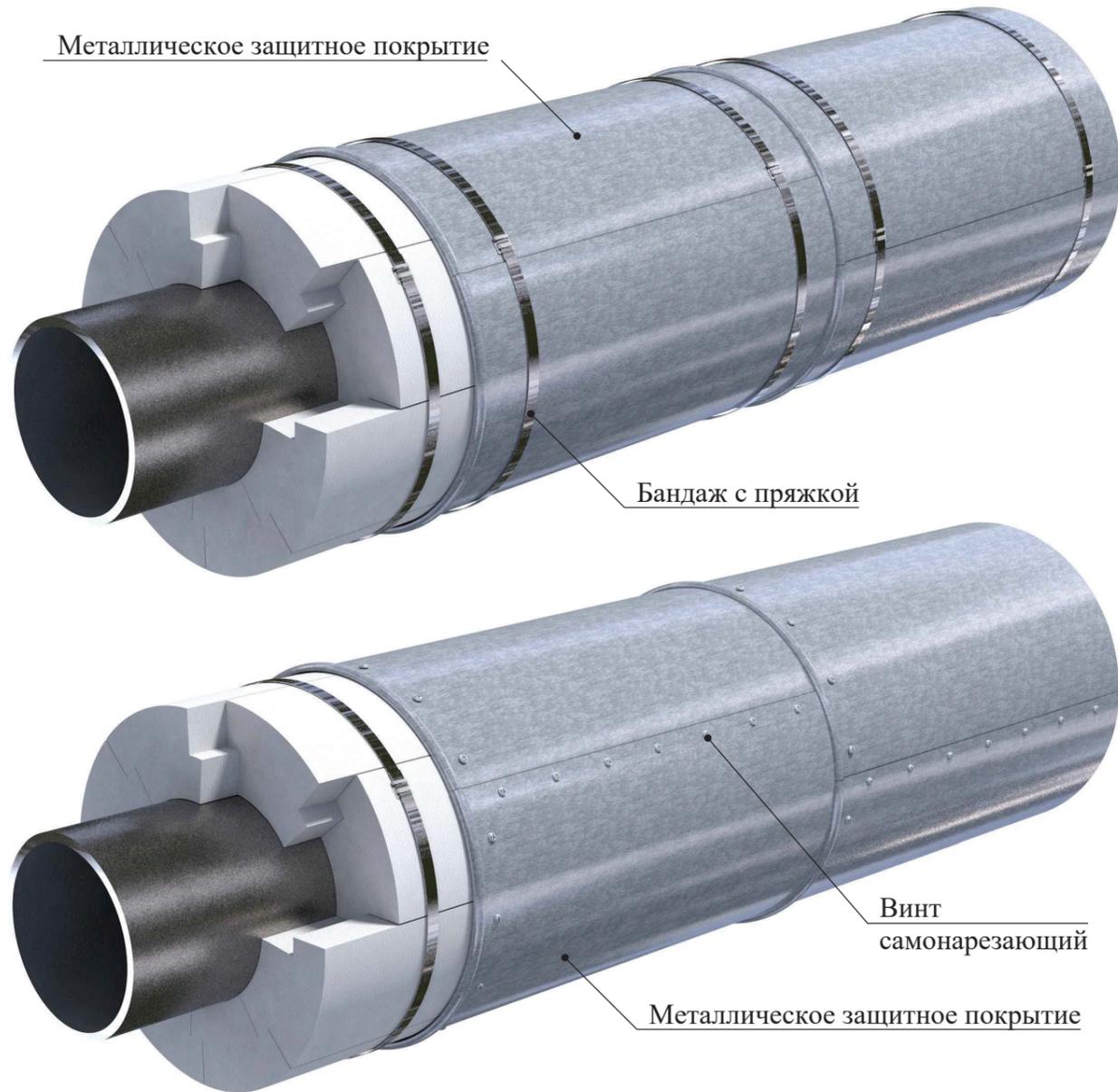
Теплоизоляционные короба П-образные или закрытые состоят из двух вертикальных и одной или двух горизонтальных плит из экструзионного пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ XPS. Ширина траншеи и теплоизоляционного короба, толщина плит определяется расчетами. Траншея засыпается непучинистыми грунтами до верхней поверхности короба, устанавливаемой на глубине 0,3 м от поверхности. Трубопроводы укладываются на глубине 0,7 м от верха трубопровода наибольшего диаметра.

A23.2. Теплоизоляционный короб из плит ТЕХНОНИКОЛЬ XPS для трубопроводов подземной прокладки



1	Плиты ТЕХНОНИКОЛЬ XPS
2	Трубопроводы
3	Непучинистый грунт
4	Грунт обратной засыпки
5	Граница промерзания грунта

A24.1. Металлическое защитное покрытие трубопровода. Модель



Элементы металлического покрытия следует устанавливать с перекрытием швов (с нахлестом) не менее 40 мм.

Кромки продольного нахлеста элементов покрытия смежных конструкций тепловой изоляции трубопроводов должны быть смещены друг относительно друга в шахматном порядке на расстояние не более, чем на 30 - 50 мм. Продольный нахлест конструкции должен располагаться не выше уровня горизонтальной оси трубопровода. Для придания жесткости, края элементов должны быть прозагинаны.

Торцевая теплоизоляционная конструкция перед фланцевым соединением или арматурой на трубопроводе закрывается плоскими, составными, гофрированными или разрезными диафрагмами. Если фланцевое соединение не подлежит изоляции - торцы конструкций оформляются «под конус».

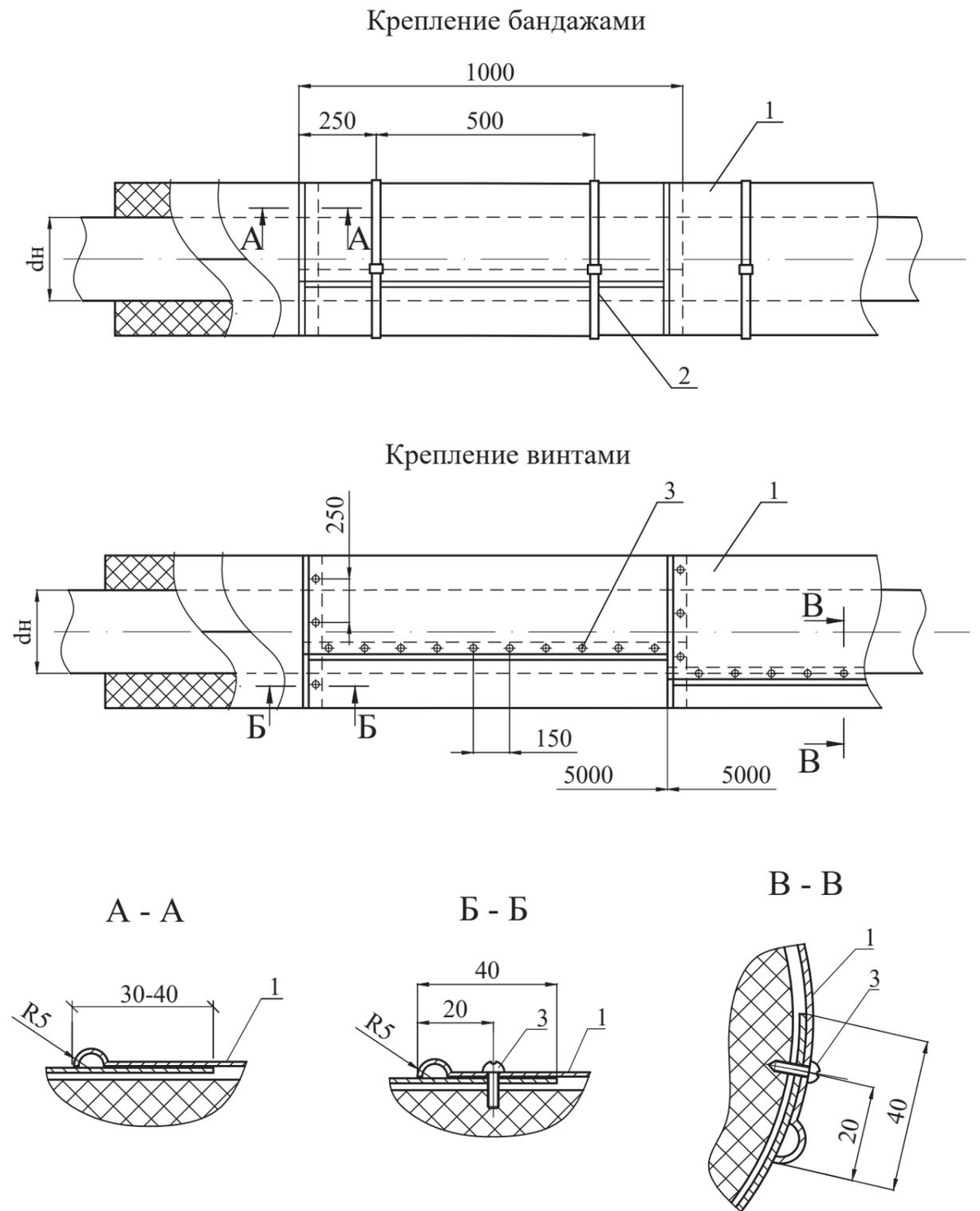
Крепление металлического покровного слоя предусматривается:

- бандажами при диаметре изоляции до 600 мм вкл.
- винтами самонарезающими при диаметре изоляции более 600 мм.

						Лист
						141
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

ТР 12149-ТИ.2019

A24.2. Металлическое защитное покрытие трубопровода.

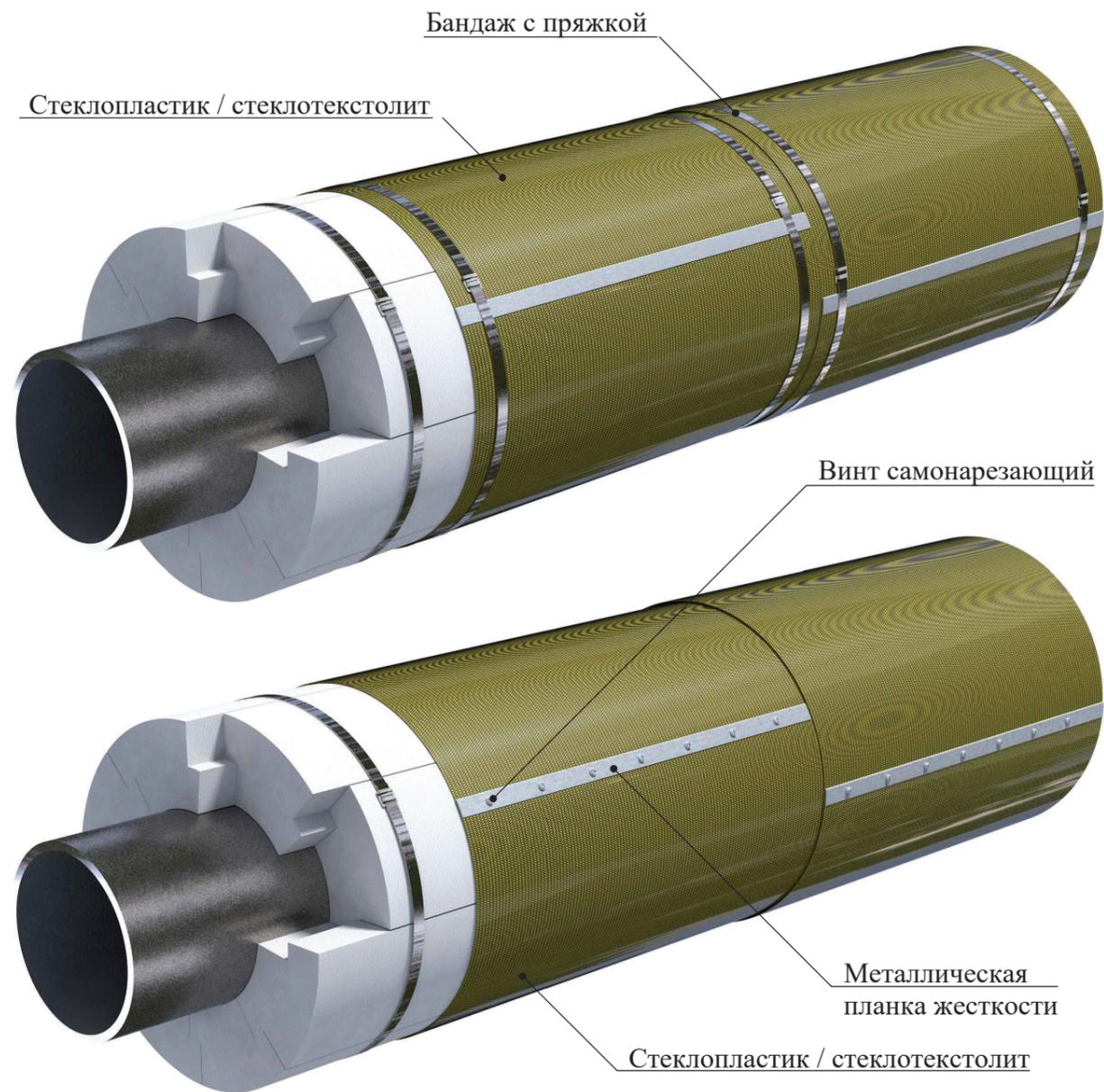


1	Металлическое защитное покрытие
2	Бандаж с пряжкой (чертеж А39)
3	Винт самонарезающий

						Лист
						142
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

ТР 12149-ТИ.2019

A25.1. Защитное покрытие трубопровода из рулонного стеклопластика или стеклотекстолита. Модель

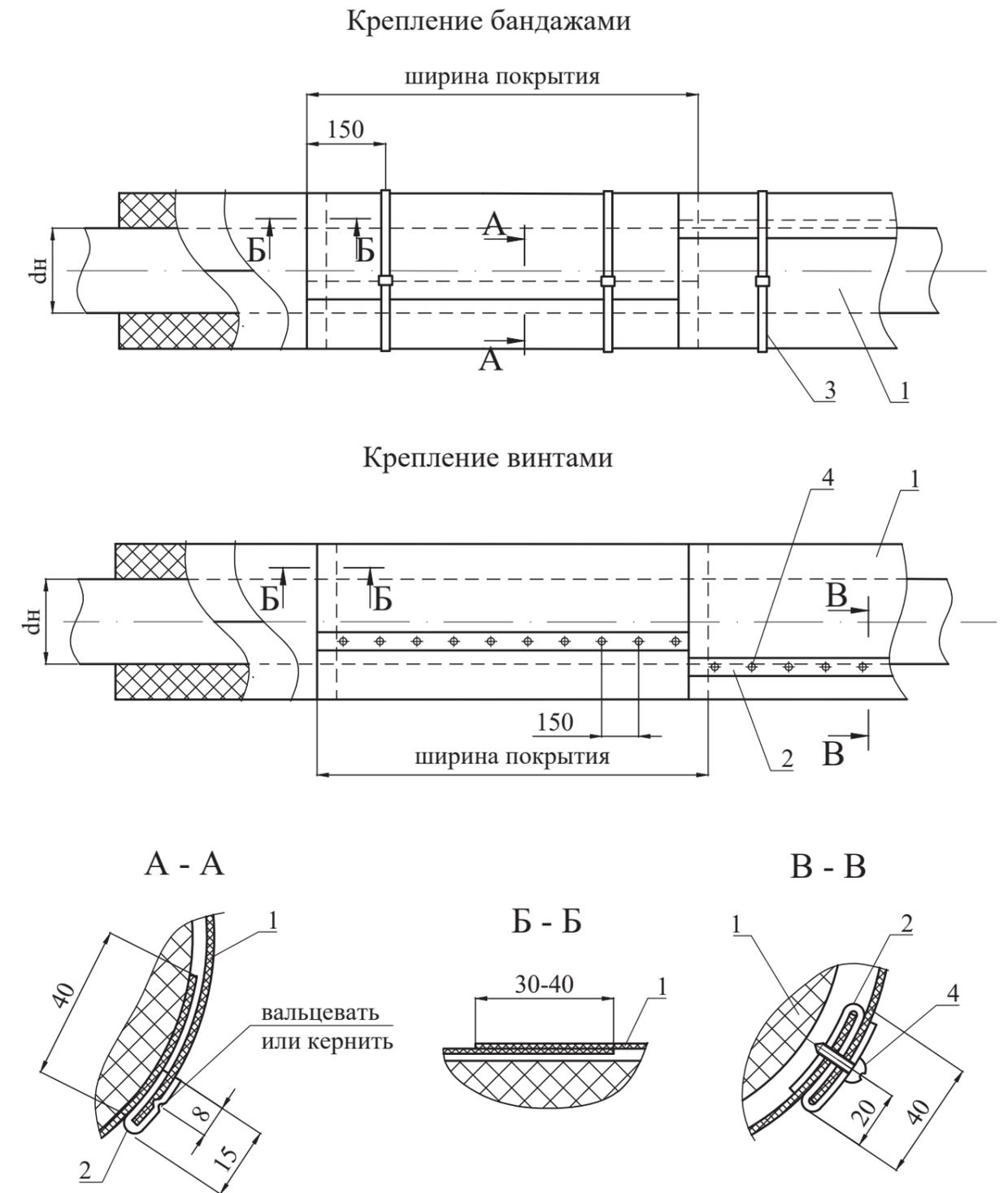


Покрытие из рулонного стеклопластика, стеклотекстолита, пленки виниловой каландрированной или других упругих материалов рекомендуется предусматривать для трубопроводов диаметром изоляции не более 650 мм.

Крепление покрытия из рулонного стеклопластика производится бандажами или кольцами из проволоки диаметром 2 мм. Шаг установки бандажей - 500 мм по длине трубопровода.

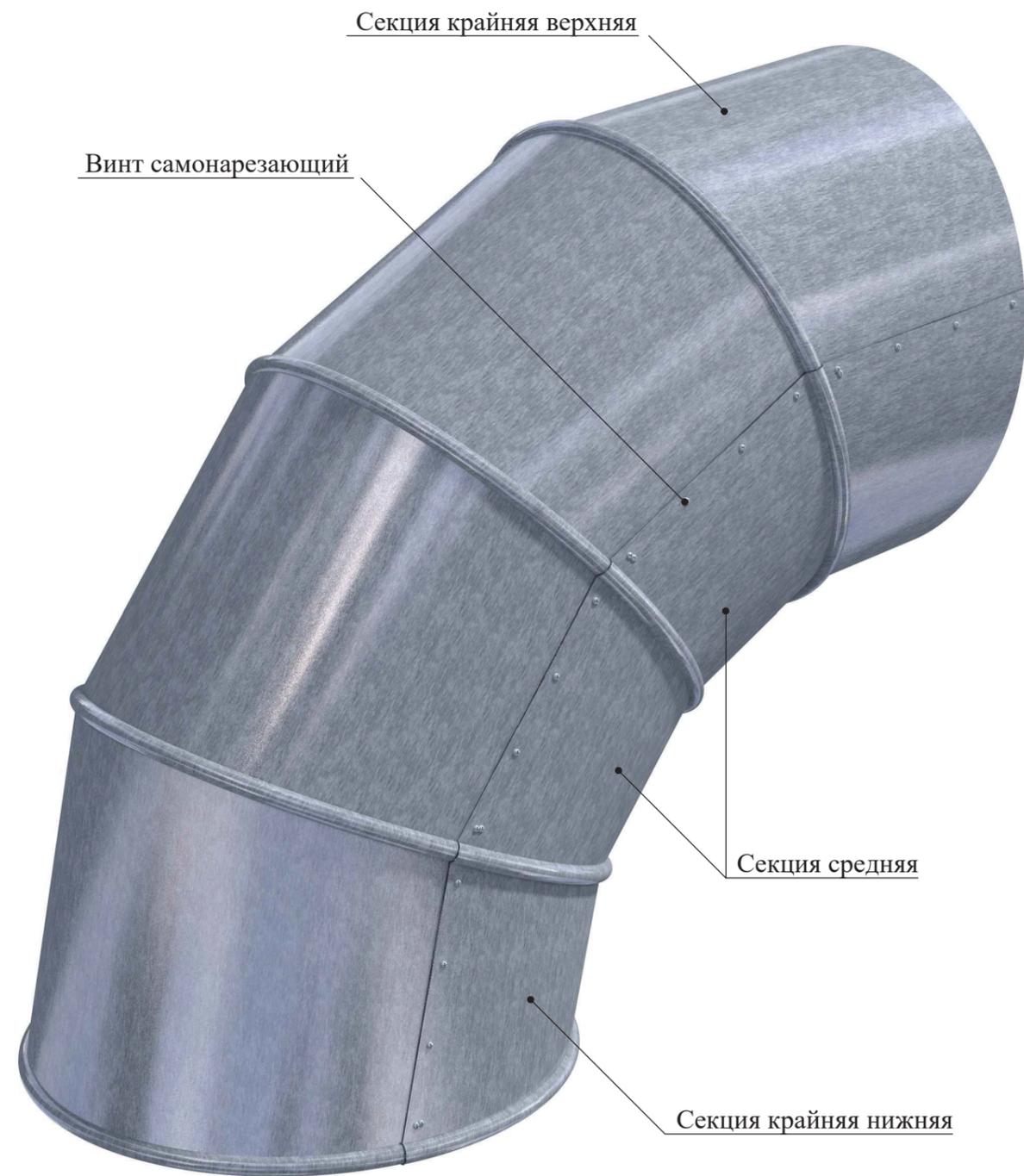
Из стеклотекстолита, пленки виниловой каландрированной или листового стеклопластика могут быть изготовлены элементы покрытия (картины) с обрамлением шва металлическими планками. Крепление элементов покрытия осуществляется самонарезающими винтами по планке. Шаг установки винтов такой же, как при применении металлического покровного слоя.

A25.2. Защитное покрытие трубопровода из рулонного стеклопластика или стеклотекстолита.



1	Стеклопластик / стеклотекстолит
2	Металлическая планка жесткости
3	Бандаж с пряжкой (чертеж А39)
4	Винт самонарезающий

A26.1. Металлическое защитное покрытие отвода трубопровода. Крепление на винтах

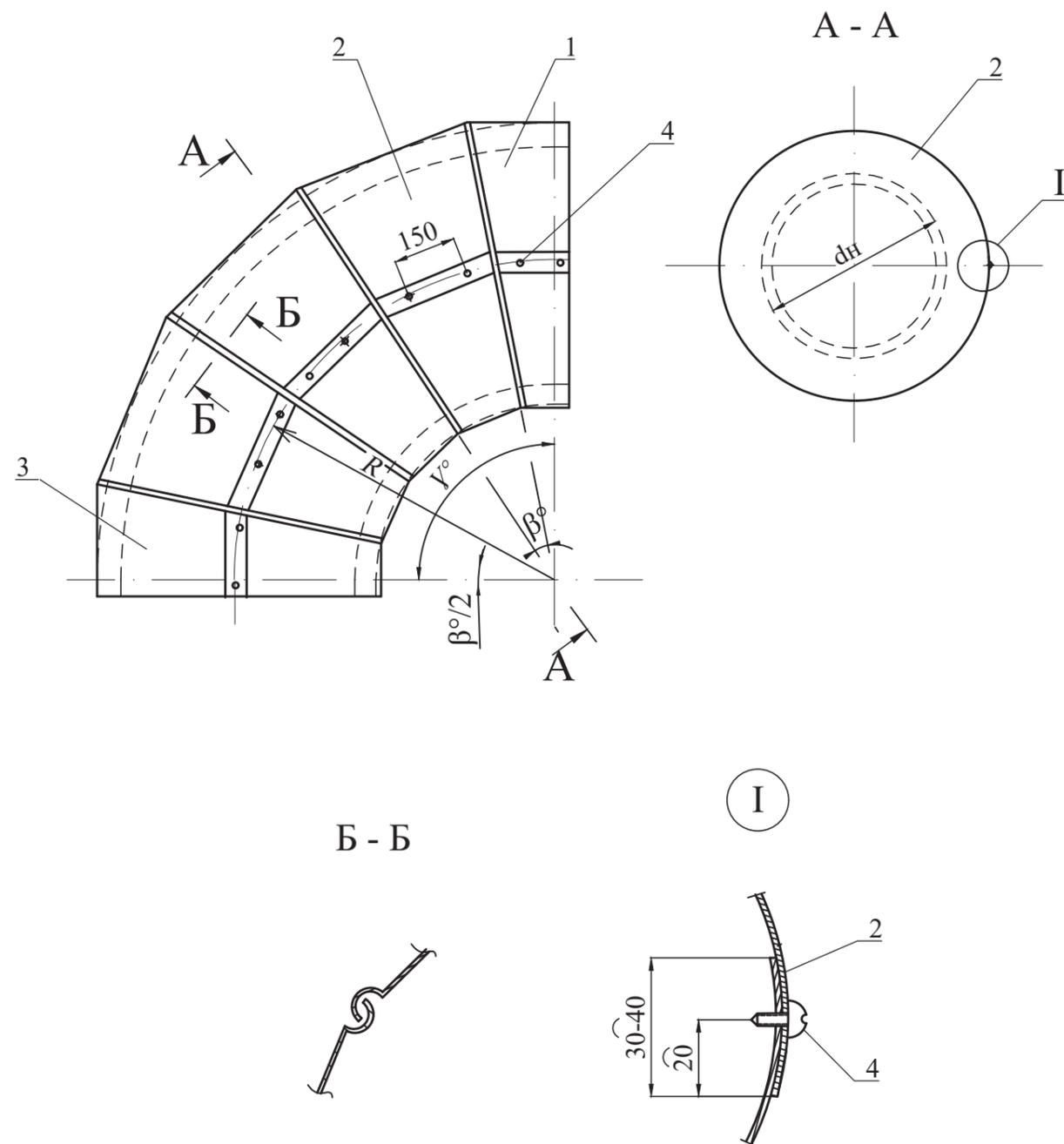


Рекомендуется в качестве металлическое защитного покрытия отвода трубопровода применять готовые к монтажу унифицированные элементы сегментного исполнения. Количество сегментов от 3 до 12, в зависимости от наружного диаметра покрытия, с продольным и поперечным зигом.

Крепление покрытия производится самонарезающими винтами с расстоянием между ними 150мм.

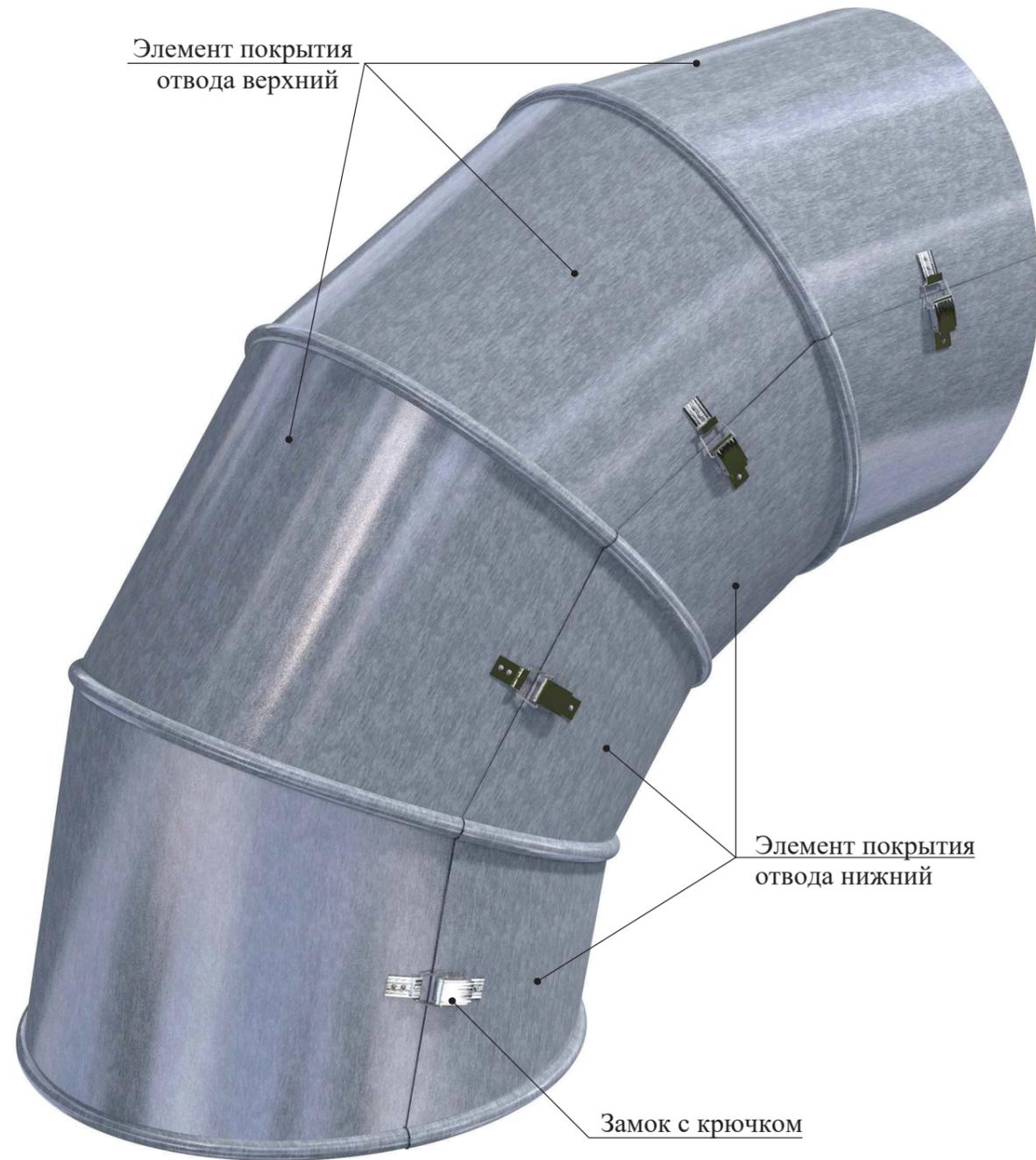
Покровный слой прямых участков трубопроводов, примыкающих с отводам, устанавливается после покрытия отводов.

A26.2. Металлическое защитное покрытие отвода трубопровода. Крепление на винтах



1	Секция крайняя верхняя
2	Секция средняя
3	Секция крайняя нижняя
4	Винт самонарезающий

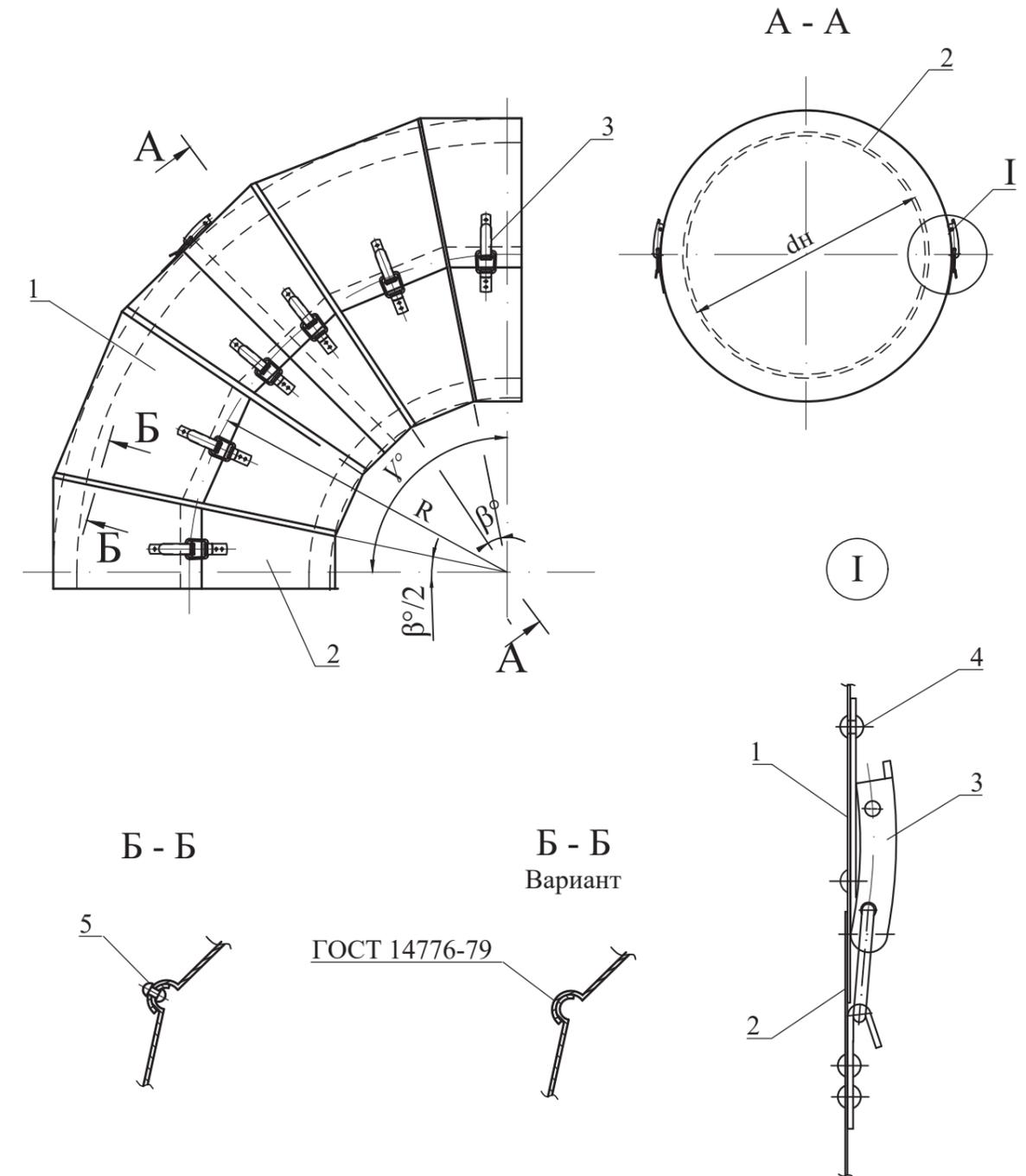
A27.1. Металлическое защитное покрытие отвода трубопровода. Крепление на замках. Модель



При необходимости применения съемной изоляции для отводов трубопроводов, рекомендуется поверх теплоизоляционного слоя устанавливать съемные секционные конструкции покрытия с креплением на замках.

Съемные теплоизоляционные конструкции могут быть предусмотрены для отводов и прямых участков трубопроводов, если требуется применение сборно-разборных конструкций для проведения периодического контроля состояния металла трубопроводов или сварных швов (как, например, при изоляции газопроводов).

A27.2. Металлическое защитное покрытие отвода трубопровода. Крепление на замках



1	Элемент покрытия отвода верхний
2	Элемент покрытия отвода нижний
3	Замок с крючком (чертеж А38)
4	Заклепка

A28.1. Тепловая изоляция трубопроводов с наружным диаметром от 57 до 1420 мм изделиями ТЕХНОНИКОЛЬ XPS со штукатурным покрытием. Модель



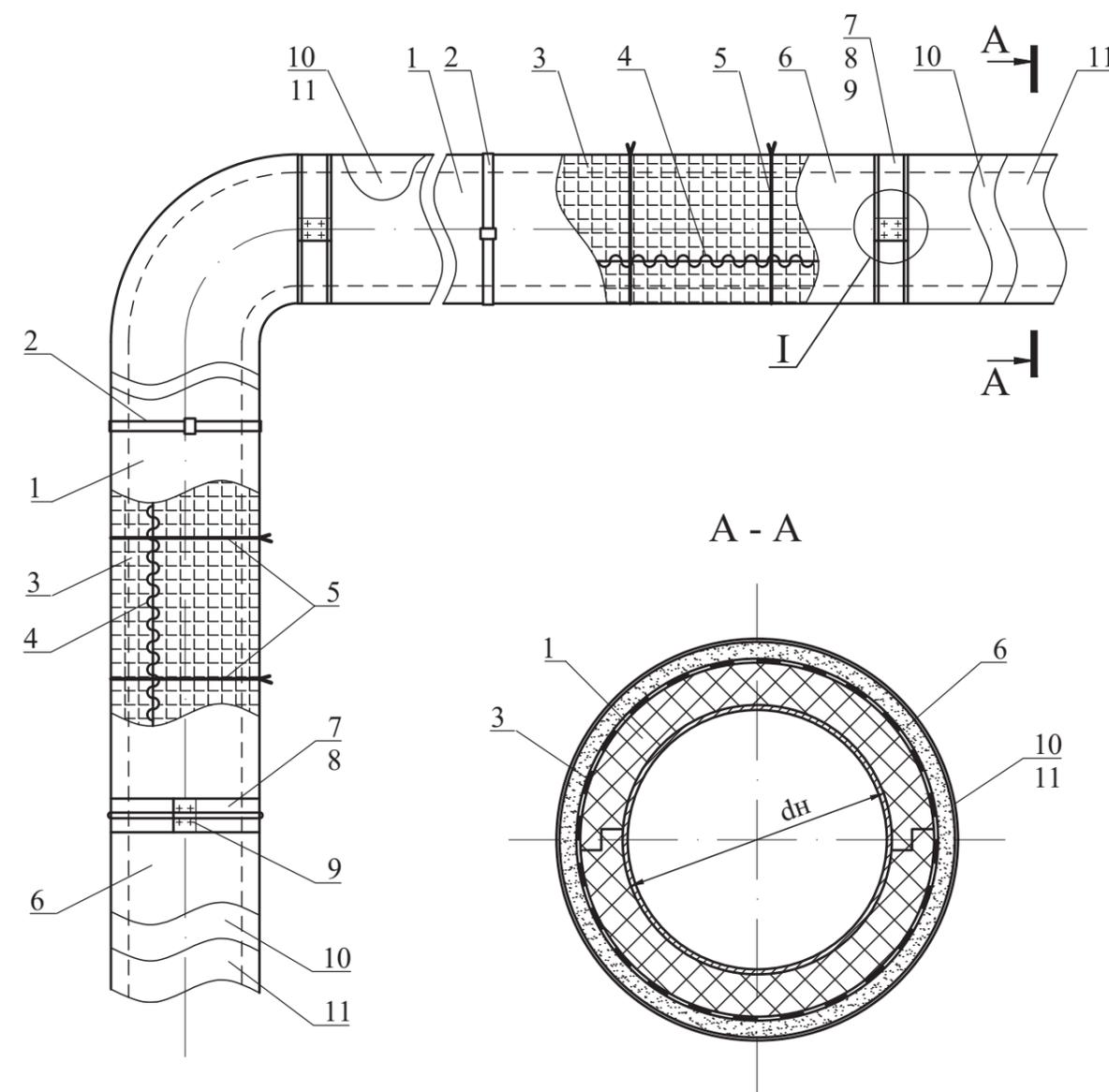
Штукатурное покрытие выполняется по армирующей металлической сетке. Для армирования применяют сетку стальную плетеную с ромбической ячейкой 12x1,2, 12x1,4.

Толщину штукатурного покрытия при укладке по основанию из экструзионного пенополистирола в зависимости от диаметра изолируемого трубопровода рекомендуется принимать:

- для трубопроводов диаметром 57 - 133 мм - 10 мм;
- для трубопроводов диаметром 159 мм и более - 15 мм.

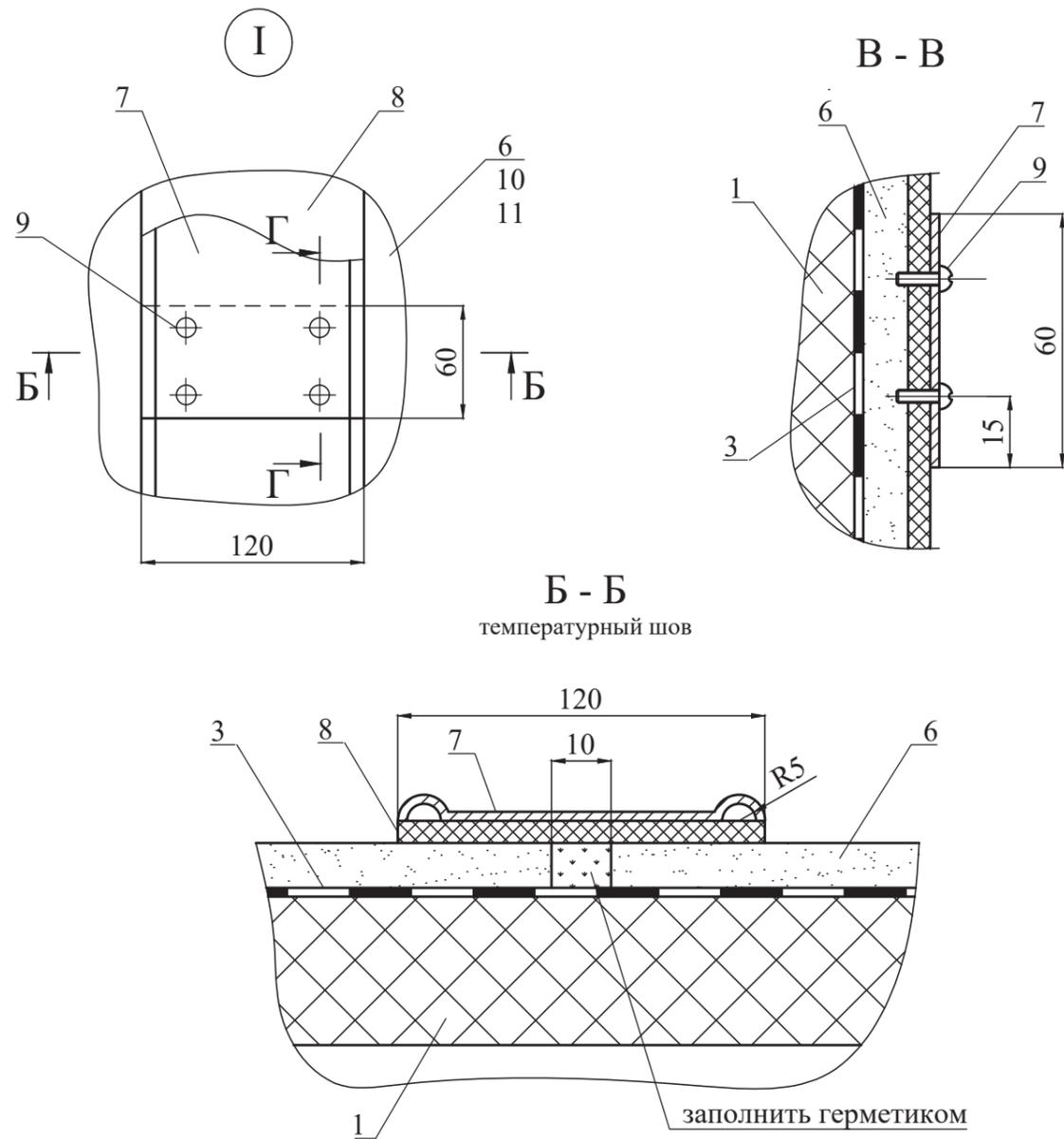
В штукатурном защитном покрытии следует предусматривать температурные швы в виде разрывов в покрытии шириной 8 - 10 мм с шагом 5 м по длине трубопровода. Температурные швы заполняют волокнистым теплоизоляционным материалом и закрывают накладками из оцинкованной стали. Накладки из алюминиевого листа не применяются.

A28.2. Тепловая изоляция трубопроводов с наружным диаметром от 57 до 1420 мм изделиями ТЕХНОНИКОЛЬ XPS со штукатурным покрытием



1	Изделия ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF ПЦ(С) / SOLID ПЦ(С)	6	Штукатурка цементно-песчаная
2	Бандаж с пряжкой (чертеж А39)	7	Манжета (сталь 0,8мм)
3	Сетка стальная плетеная 12-1,4	8	Прокладка (резина листовая толщ.2мм)
4	Сшивка (проволока диаметром 0,8мм)	9	Винт самонарезающий
5	Кольцо (проволока диаметром 2мм)	10	Оклейка хлопчато-бумажной тканью
		11	Окраска масляной краской

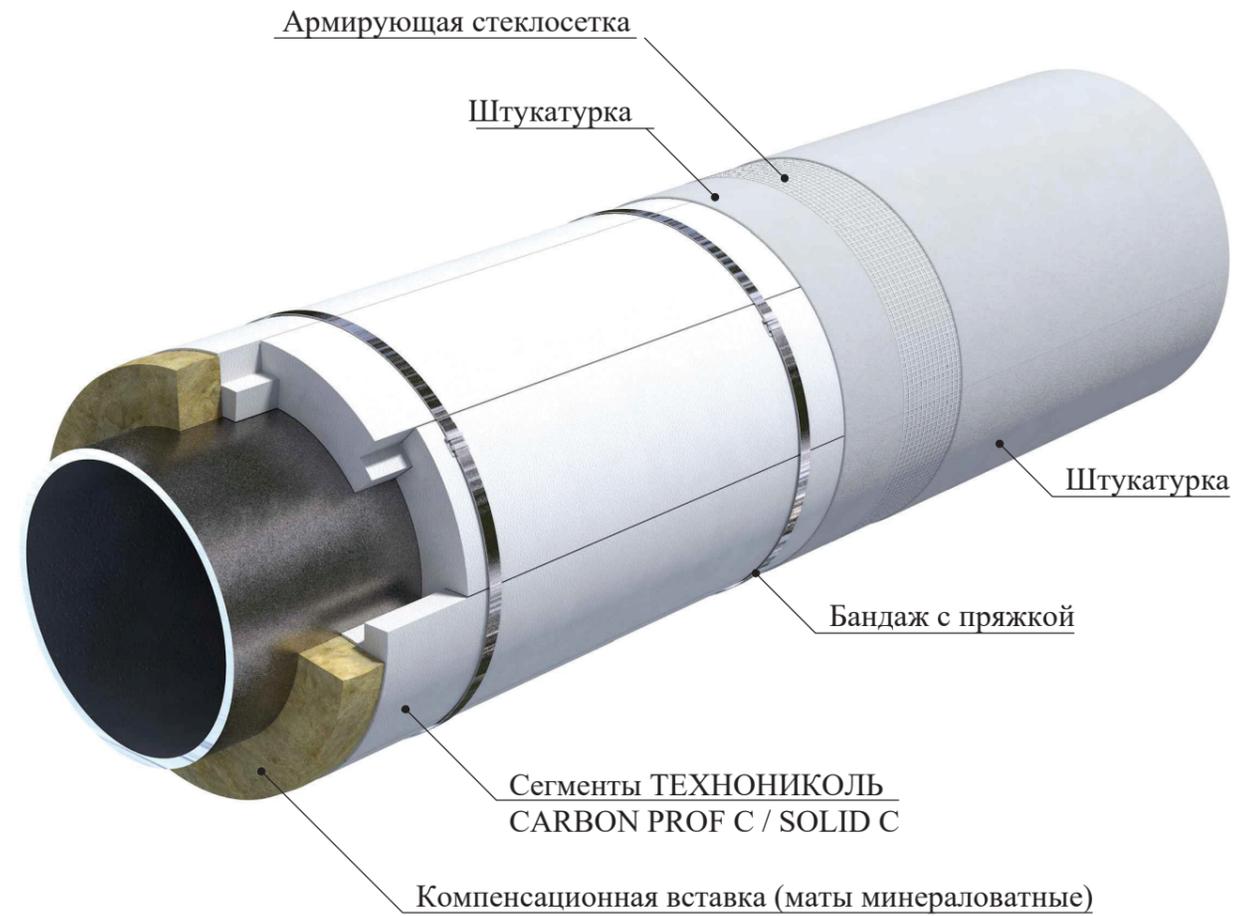
A28.3. Разрезы к чертежу A28.2.



Состав растворов и норма расхода компонентов для изготовления штукатурного покрытия

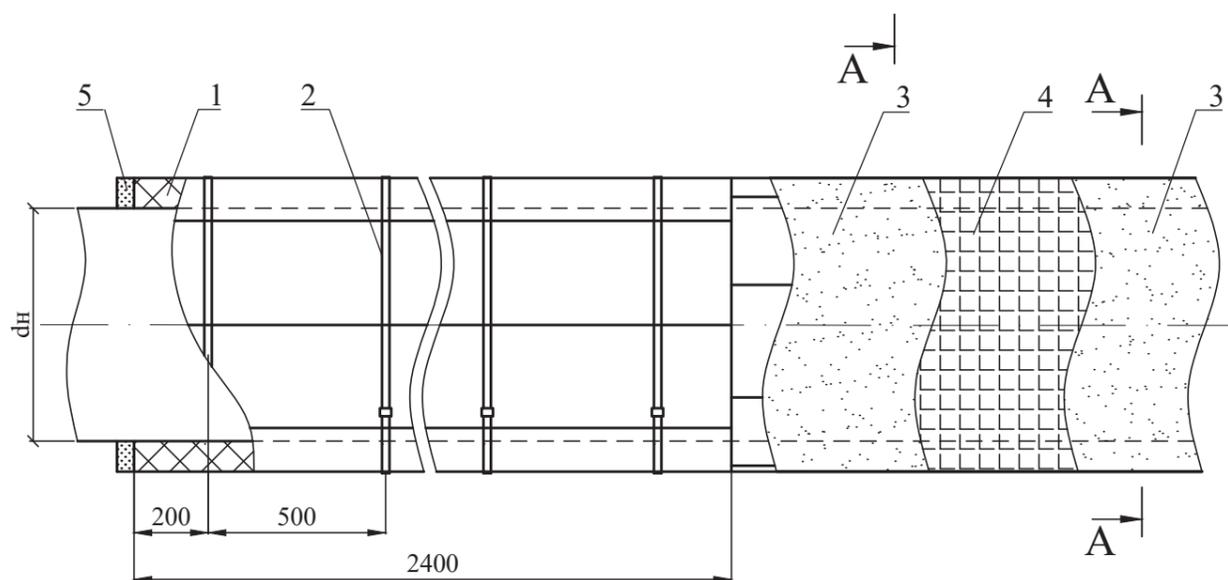
Раствор	Нормы расхода компонентов (с учетом влажности и потерь) на 1 м ³ раствора	
	Компонент	Количество
Цементно-песчаный	Цемент, т	0,4
	Песок, м ³	1,01
	Вода, м ³	1,0
Асбестоцементный	Асбест VI сорта, т	0,313
	Цемент, т	1,17
	Вода, м ³	1,0

A29.1. Тепловая изоляция трубопроводов с наружным диаметром от 57 до 1420 мм изделиями ТЕХНОНИКОЛЬ XPS со штукатурным покрытием "мокрый фасад". Модель



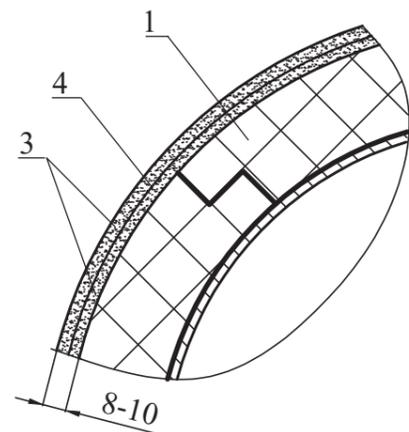
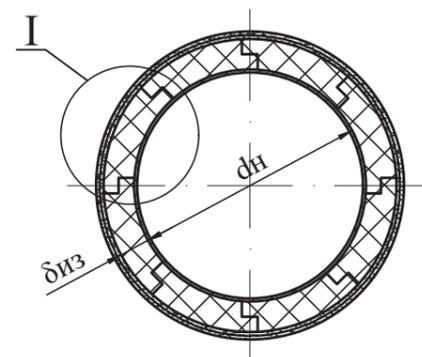
Может быть предусмотрено штукатурное покрытие по армирующей щелочестойкой стеклосетке, аналогичное применяемому при наружном утеплении зданий при изоляции пенополистиролом («мокрый» фасад).

A29.2. Тепловая изоляция трубопроводов с наружным диаметром от 57 до 1420 мм изделиями ТЕХНОНИКОЛЬ XPS со штукатурным покрытием "мокрый фасад"



A - A

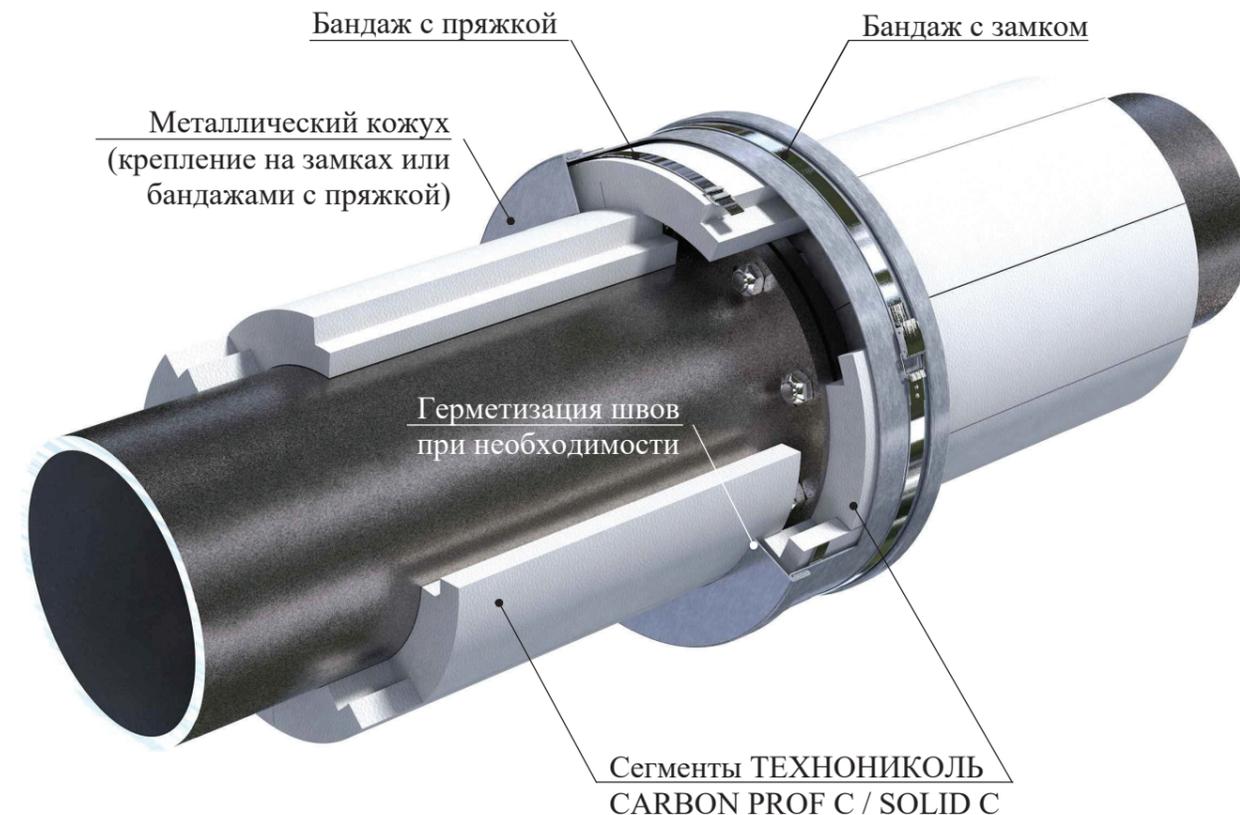
I



1	Сегменты ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF C / SOLID C
2	Бандаж с пряжкой (чертеж А39)
3	Штукатурка
4	Армирующая стеклосетка
5	Компенсационная вставка (маты минераловатные)

** при диаметре трубопровода до 133мм применяются полуцилиндры ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF ПЦ / SOLID ПЦ

A30.1. Тепловая изоляция фланцевого соединения изделиями ТЕХНОНИКОЛЬ XPS с металлическим съемным кожухом. Модель



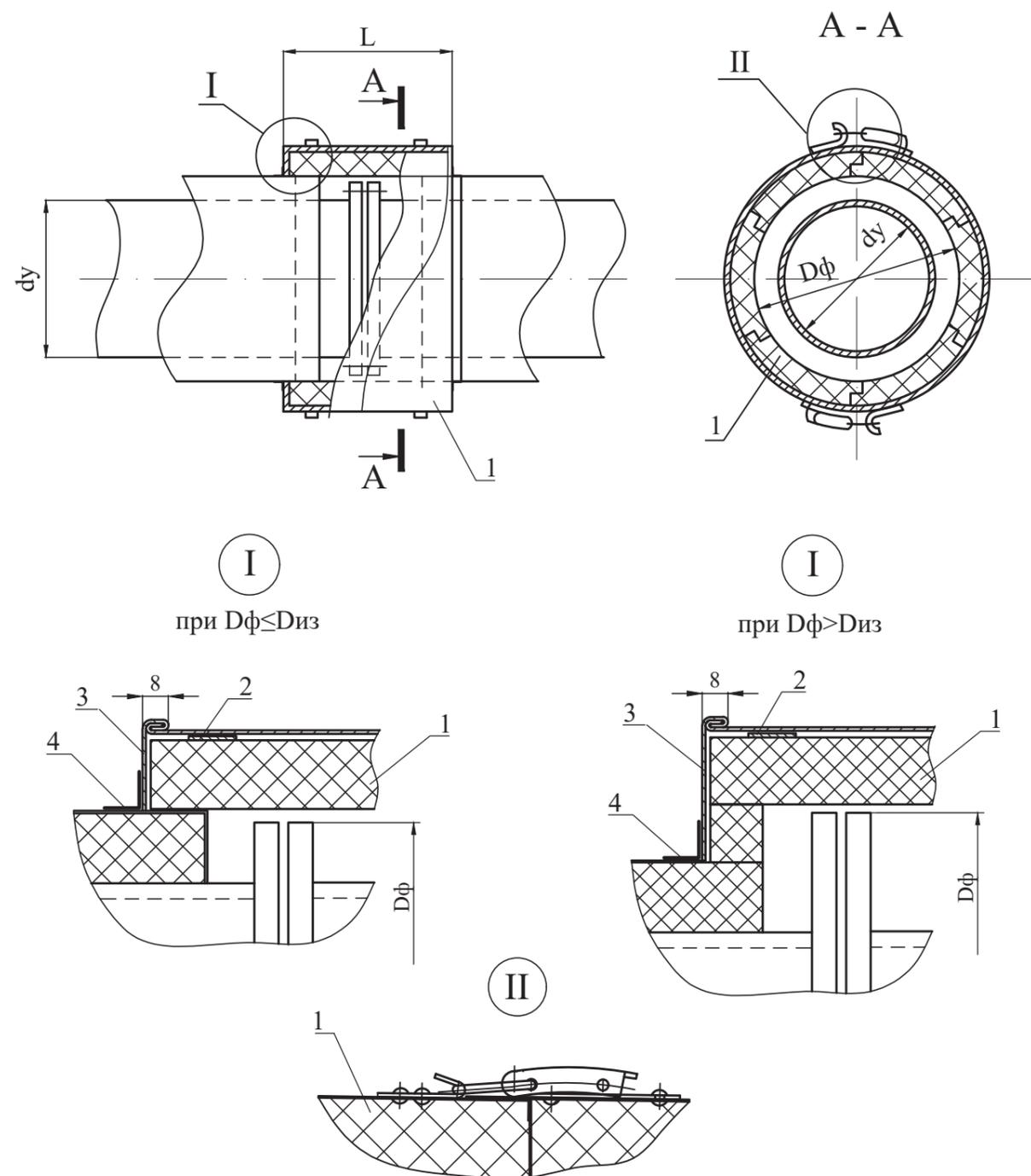
Для изоляции фланцевых соединений трубопроводов рекомендуется применять комплекты сегментов из экструзионного пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ XPS в соответствии с действующей номенклатурой. Следует применять сегменты с внутренним диаметром, соответствующим диаметру фланцев или диаметру изоляции трубопровода.

Сегменты устанавливают сверху фланцевого соединения на тепловую изоляцию трубопровода и закрепляют бандажами с пряжками (2 бандажа на фланцевое соединение). Сверху сегментов устанавливают съемный металлический кожух, крепление которого производится замками. Крючки и замки крепятся к элементам кожуха заклепками. Для крепления съемных кожухов могут быть предусмотрены бандажи с замками.

Если фланцы выступают за изоляцию трубопровода, под сегменты могут быть установлены кольцевые прокладки, которые могут быть изготовлены из пенополистирольных плит.

Для изоляции фланцевых соединений трубопроводов с отрицательными температурами, по теплоизоляционному слою следует устанавливать пароизоляционный слой и герметизировать стыки конструкций изоляции трубопровода и фланцевого соединения.

А30.2. Тепловая изоляция фланцевого соединения изделиями ТЕХНОНИКОЛЬ XPS с металлическим съёмным кожухом



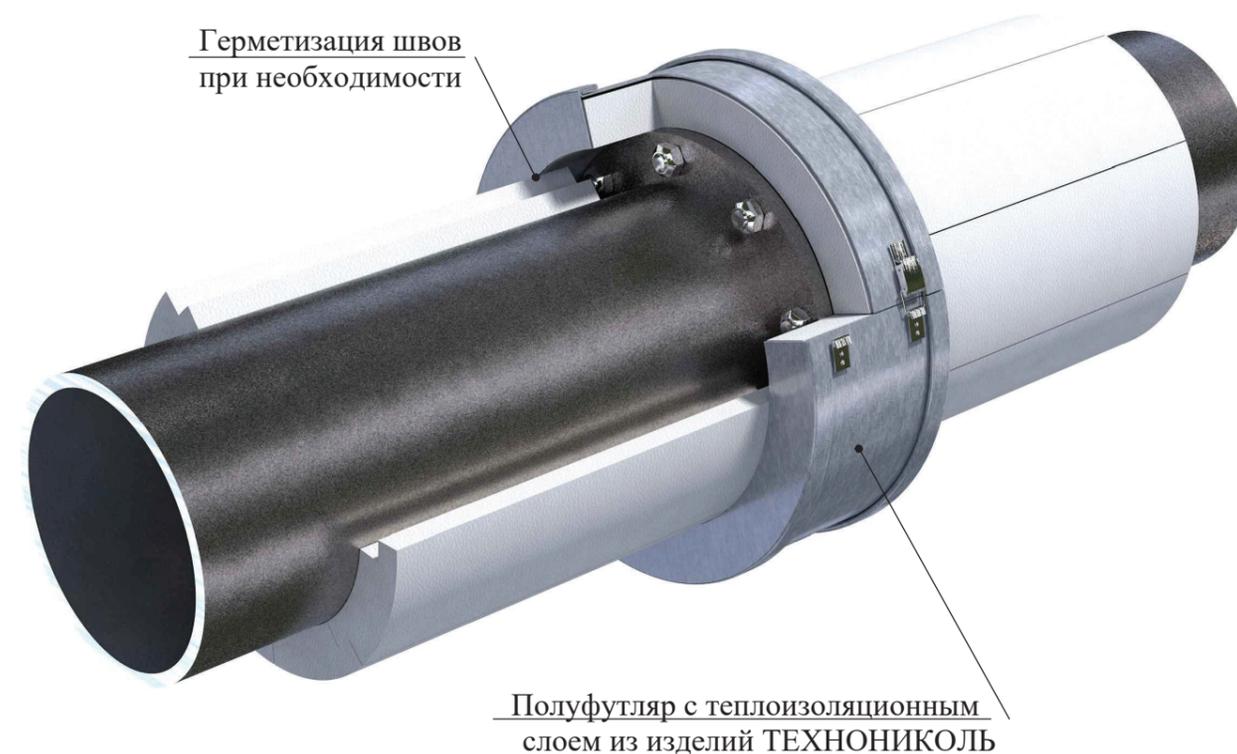
1	Сегменты ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF C / SOLID C
2	Бандаж с пряжкой (чертеж А39)
3	Металлический кожух (крепление на замках или бандажами с пряжкой)
4	Герметизация швов при необходимости

** при диаметре трубопровода до 133мм применяются полуцилиндры ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF ПЦ / SOLID ПЦ

						Лист
						155
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

ТР 12149-ТИ.2019

А31.1. Тепловая изоляция фланцевого соединения полуфутлярами на основе изделий ТЕХНОНИКОЛЬ XPS. Модель



Для изоляции фланцевых соединений могут быть изготовлены полносборные конструкции (полуфутляры).

В качестве теплоизоляционного слоя применяются сегменты из экструзионного пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ XPS. Сегменты должны быть приклеены к съёмному металлическому кожуху клеевыми составами, совместимыми с пенополистиролом.

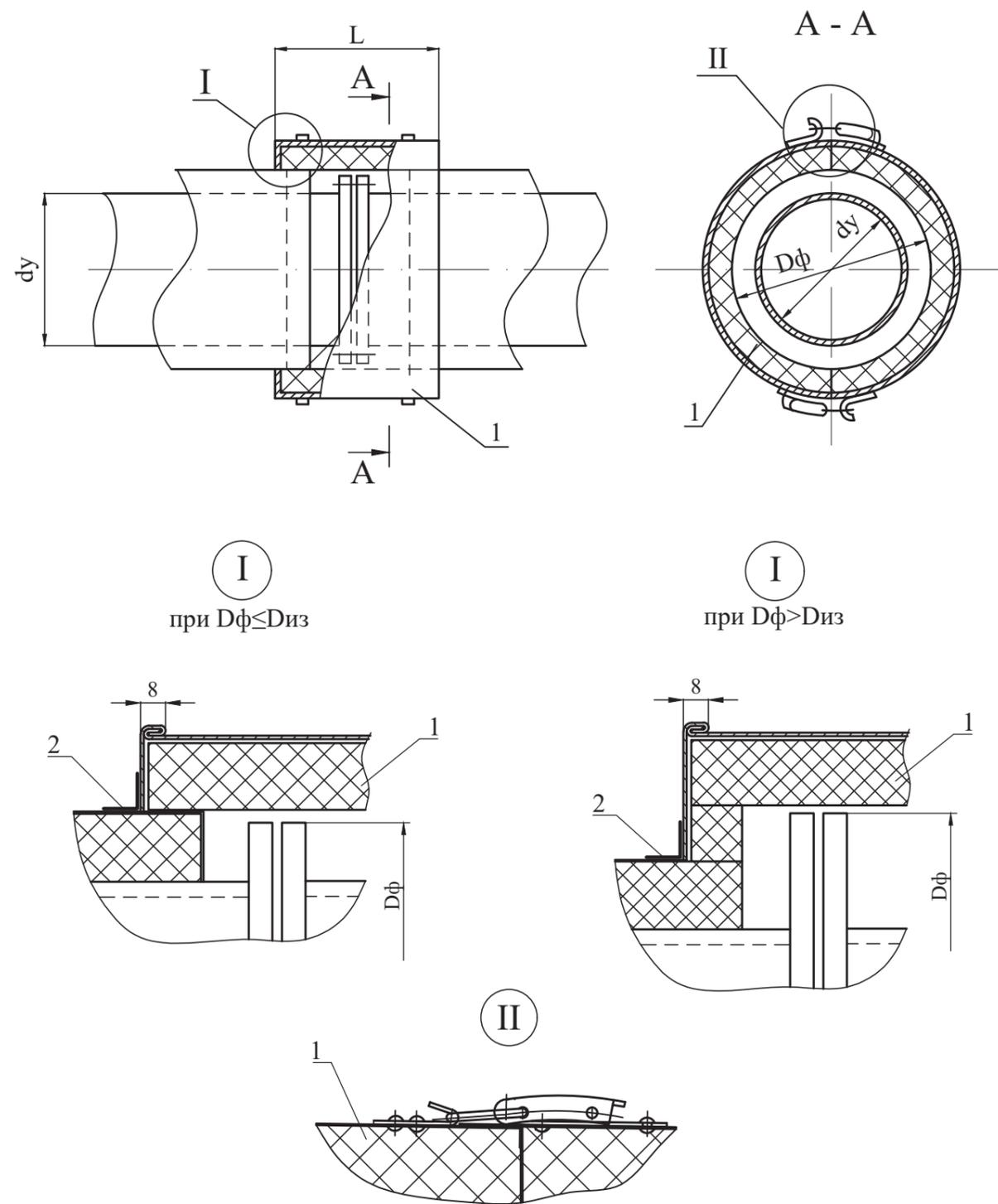
Если фланцы выступают за изоляцию трубопровода, под сегменты могут быть установлены кольцевые прокладки, которые могут быть изготовлены из плит ТЕХНОНИКОЛЬ XPS.

При изоляции фланцевых соединений трубопроводов с отрицательными температурами полносборными конструкциями с применением сегментов из экструзионного пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ XPS следует герметизировать стыки с конструкций изоляции трубопровода.

						Лист
						156
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

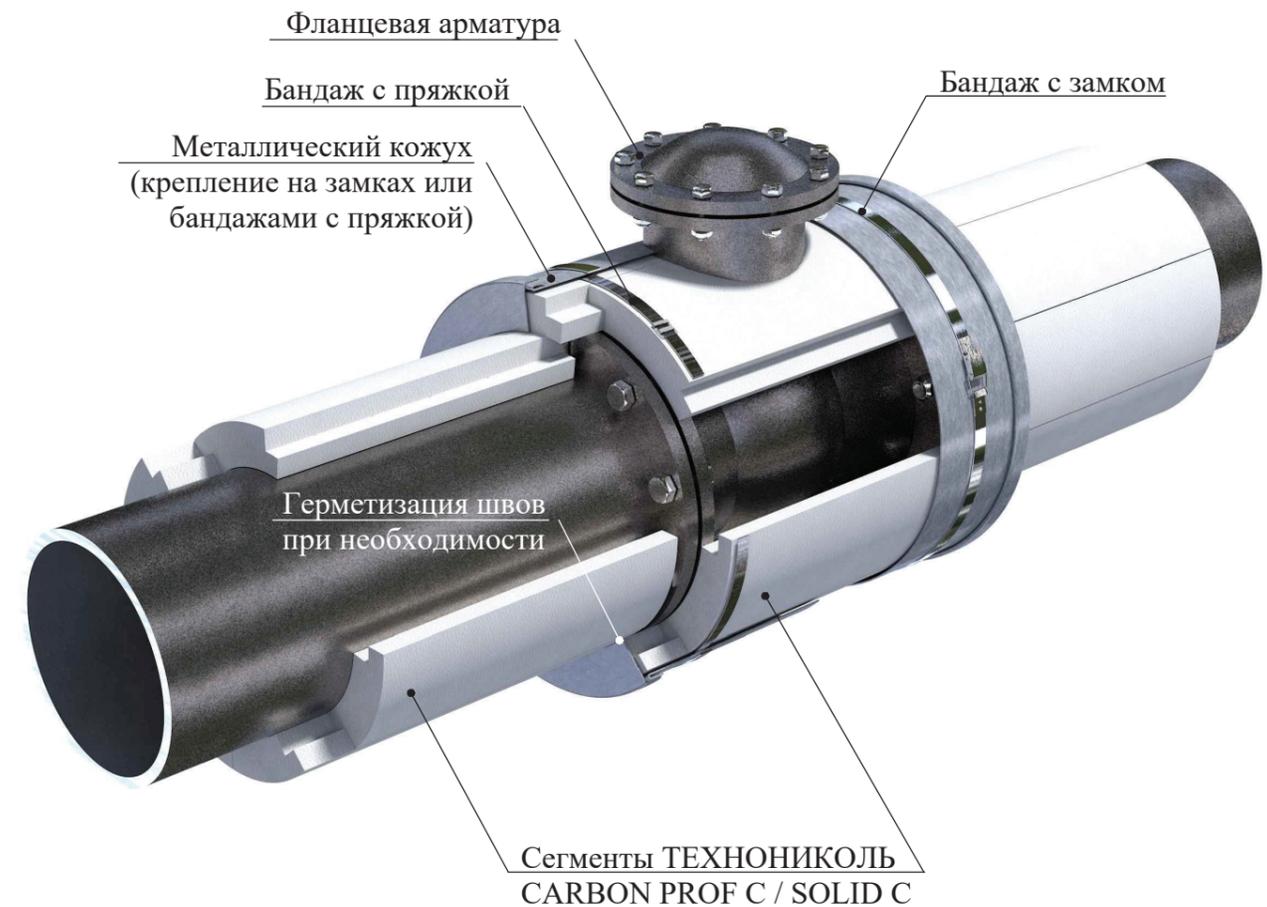
ТР 12149-ТИ.2019

А31.2. Тепловая изоляция фланцевого соединения полуфутлярами на основе изделий ТЕХНОНИКОЛЬ XPS



1	Полуфутляр с теплоизоляционным слоем из изделий ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF ПЦ (С) / SOLID ПЦ (С) (чертеж А34)
2	Герметизация швов при необходимости

А32.1. Тепловая изоляция фланцевой арматуры изделиями ТЕХНОНИКОЛЬ XPS с металлическим съёмным кожухом. Модель

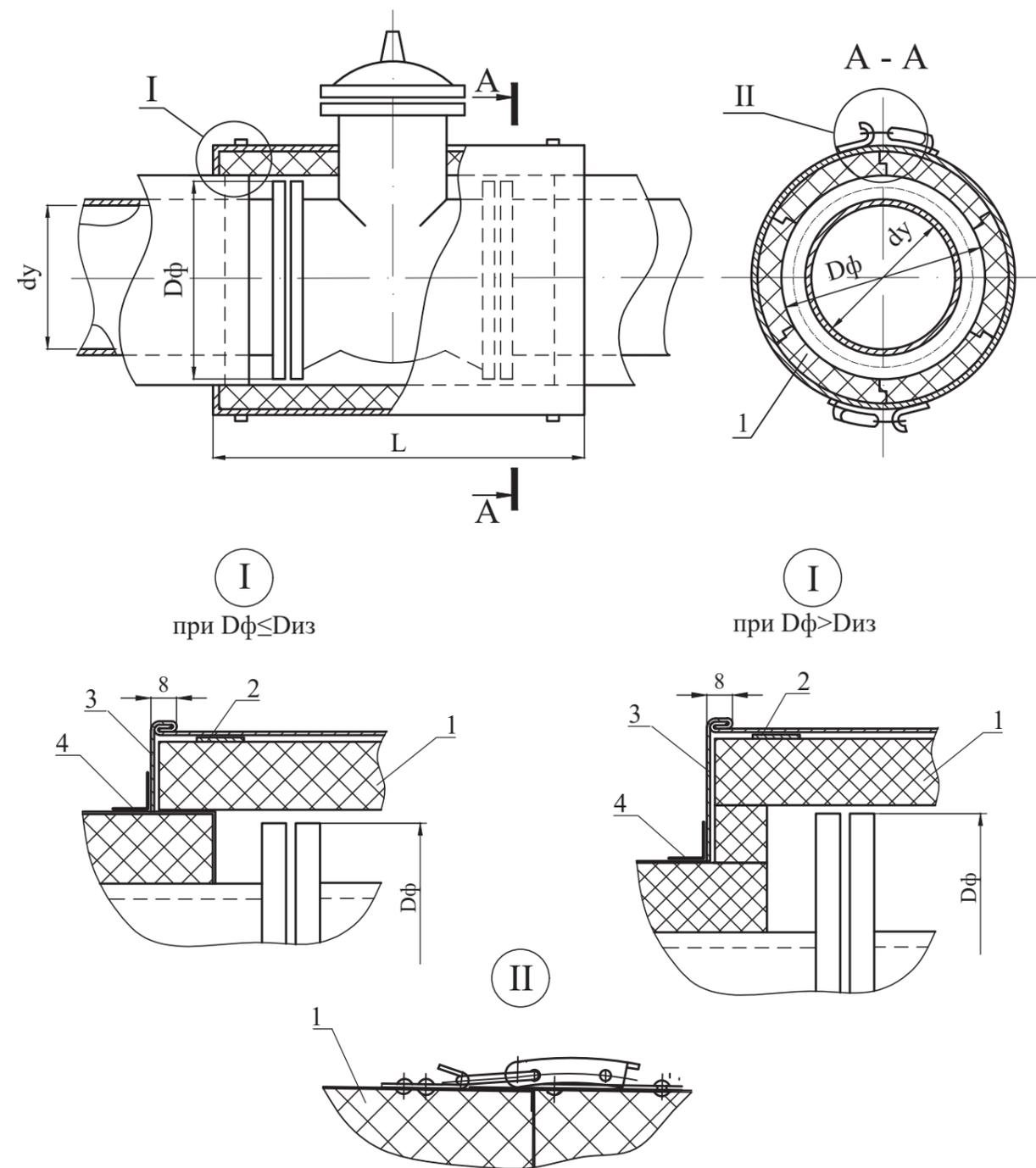


Для изоляции арматуры допускается применение теплоизоляционного слоя из сегментов в комплекте со съёмным кожухом. При этом для крепления сегментов ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF / SOLID предусматриваются бандажи с пряжками.

Если диаметр фланцев арматуры больше диаметра изоляции трубопроводов, следует изготовить кольцевые прокладки из сегментов (или плит), на которые затем устанавливаются сегменты с внутренним диаметром, соответствующим диаметру фланцев и кольцевых прокладок.

Сегменты, установленные на кольцевые прокладки, закрепляются бандажами (2 бандажа на фланцевое соединение).

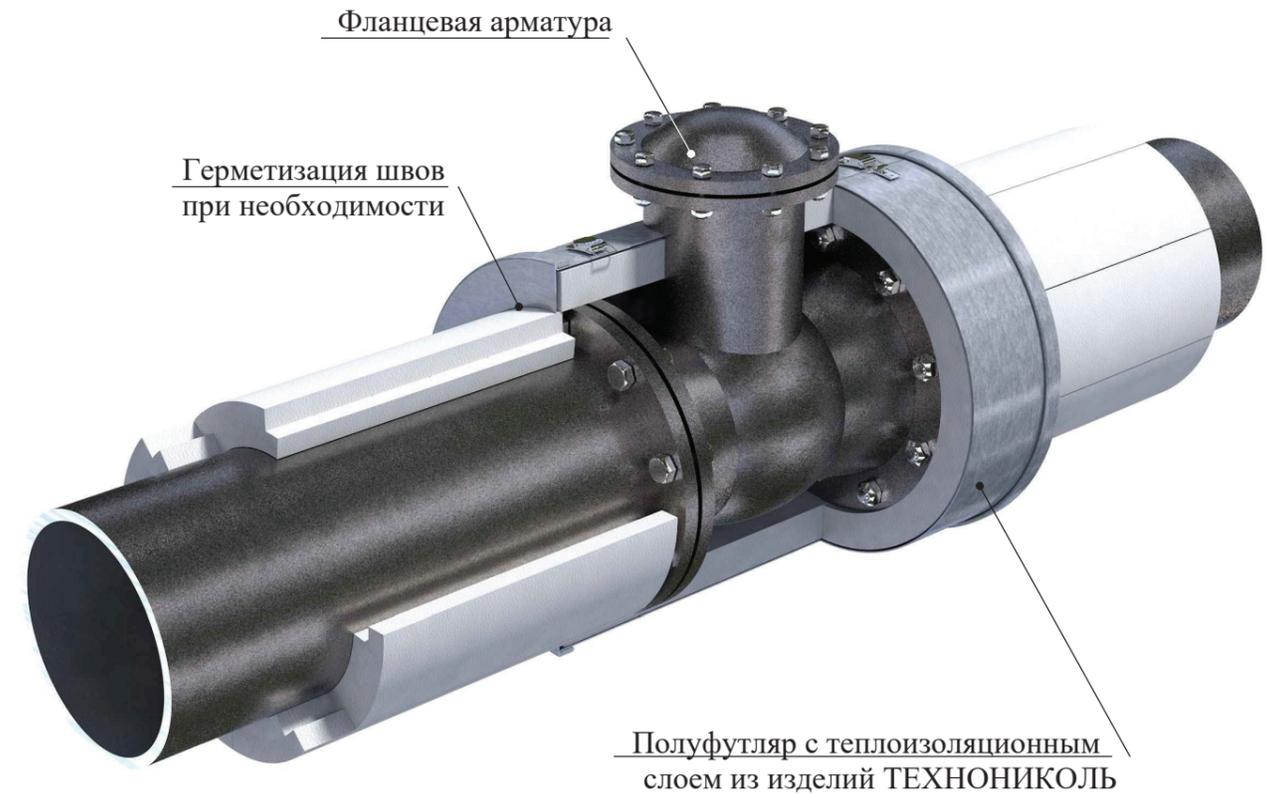
А32.2. Тепловая изоляция фланцевой арматуры изделиями ТЕХНОНИКОЛЬ XPS с металлическим съемным кожухом.



1	Сегменты ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF C / SOLID C
2	Бандаж с пряжкой (чертеж А39)
3	Металлический кожух (крепление на замках или бандажах с пряжкой)
4	Герметизация швов (при необходимости)

** при диаметре трубопровода до 133мм применяются полуцилиндры ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF ПЦ / SOLID ПЦ

А33.1. Тепловая изоляция фланцевой арматуры полуфутлярами на основе изделий ТЕХНОНИКОЛЬ XPS. Модель



Для изоляции арматуры рекомендуется применять полносборные конструкции - полуфутляры, с приклеенным теплоизоляционным слоем из сегментов из пенополистирола ТЕХНОНИКОЛЬ XPS. Полуфутляры оснащаются замками. Количество замков зависит от размеров арматуры и варьируется в пределах 4 - 8 шт.

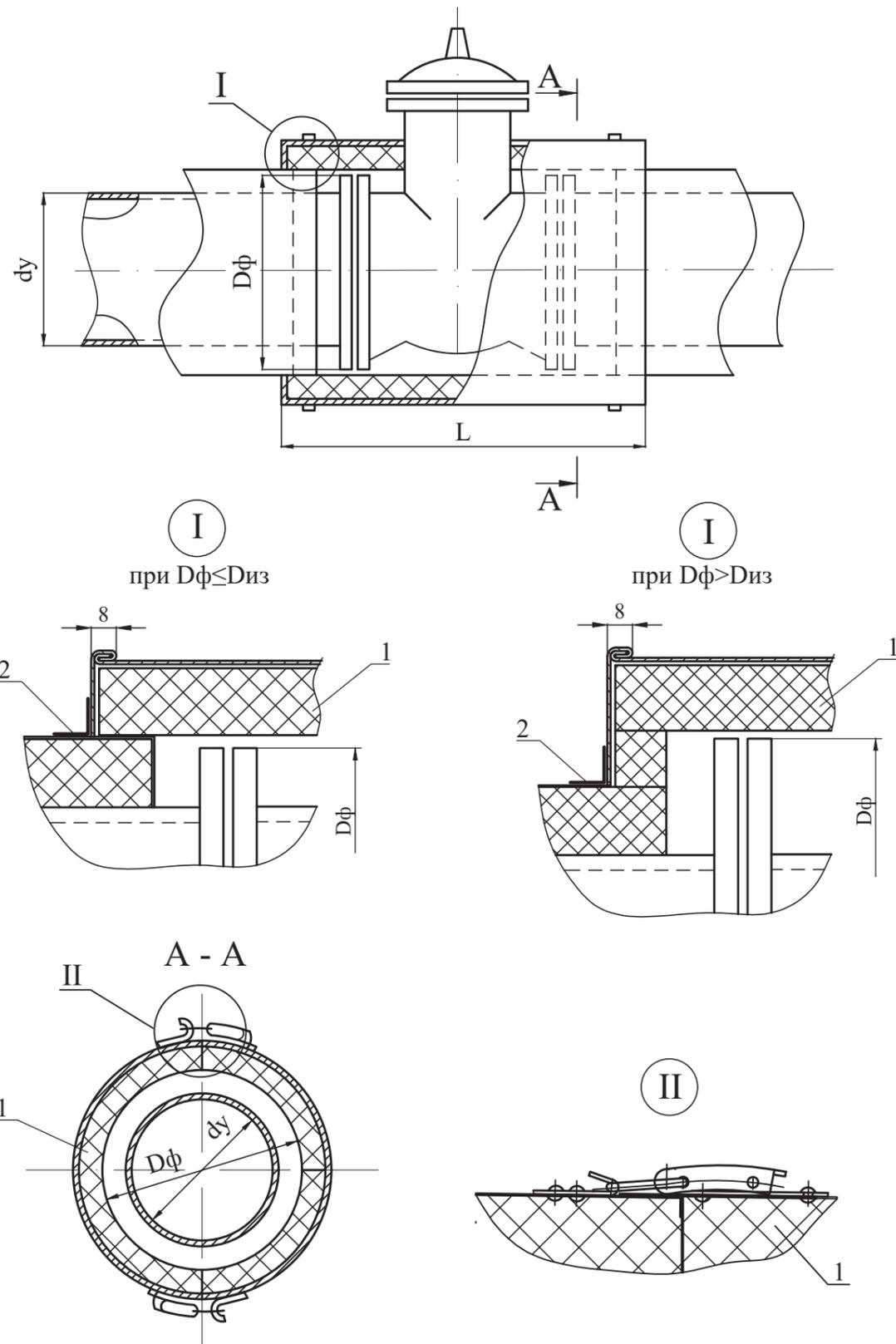
Крепление полуфутляров также может выполняться бандажами с замками.

Разъем конструкции выполняется по центру привода. Вырез под привод в полуфутляре выполняется по месту.

Если диаметр фланцев арматуры больше диаметра изоляции трубопроводов, следует изготовить кольцевые прокладки из сегментов (или плит), на которые затем устанавливаются сегменты с внутренним диаметром, соответствующим диаметру фланцев и кольцевых прокладок.

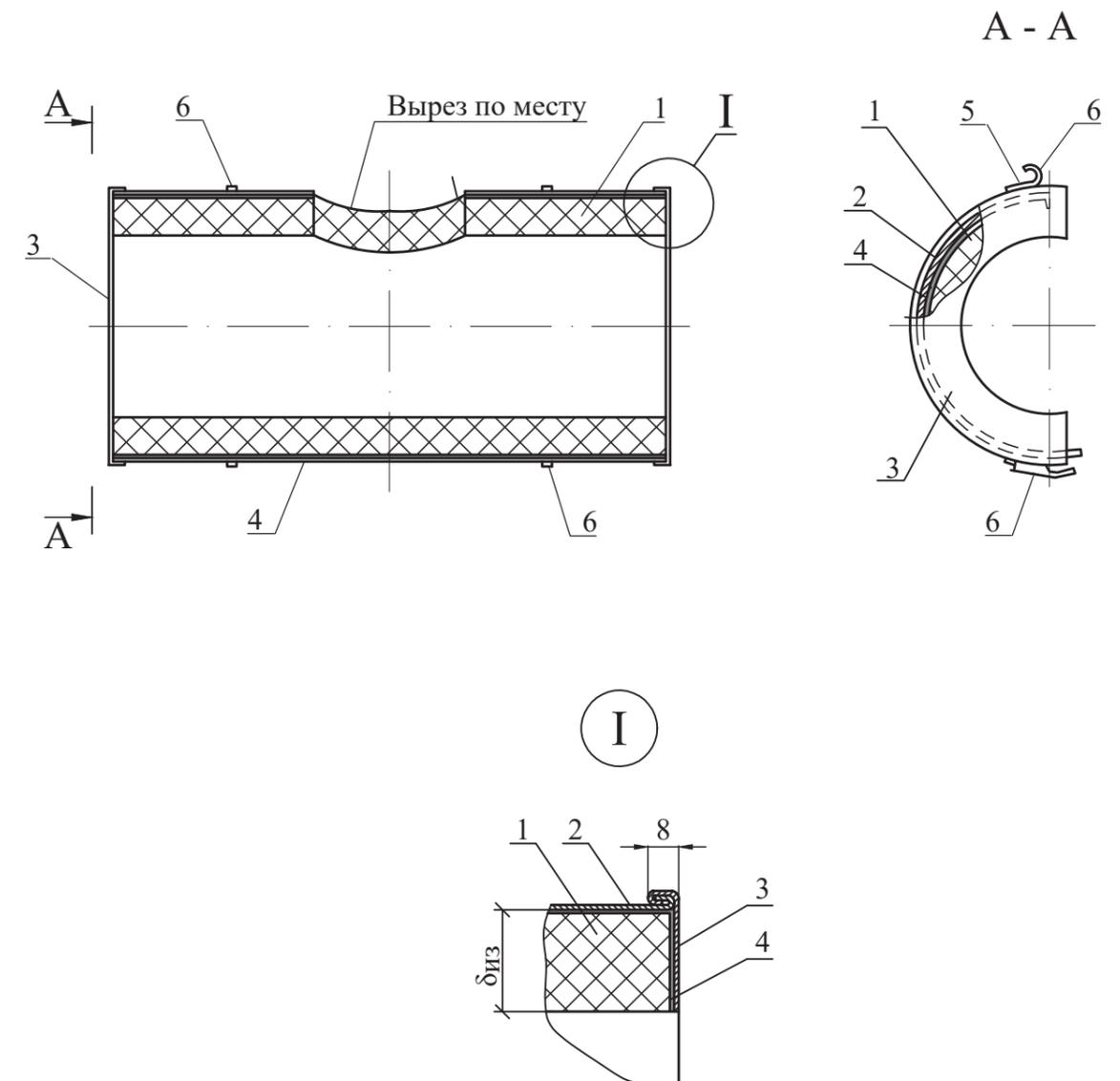
Сегменты, установленные на кольцевые прокладки, закрепляются бандажами (2 бандажа на фланцевое соединение).

А33.1. Тепловая изоляция фланцевой арматуры полуфутлярами на основе изделий ТЕХНОНИКОЛЬ XPS.



1	Полуфутляр с теплоизоляционным слоем из изделий ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF ПЦ (С) / SOLID ПЦ (С) (чертеж А34)
2	Герметизация швов (при необходимости)

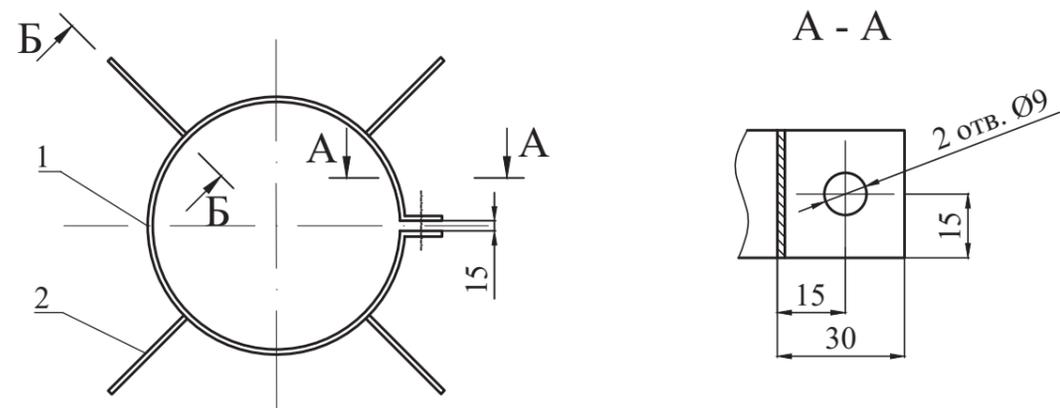
А34. Полуфутляр с теплоизоляционным слоем из полуцилиндров и сегментов ТЕХНОНИКОЛЬ XPS



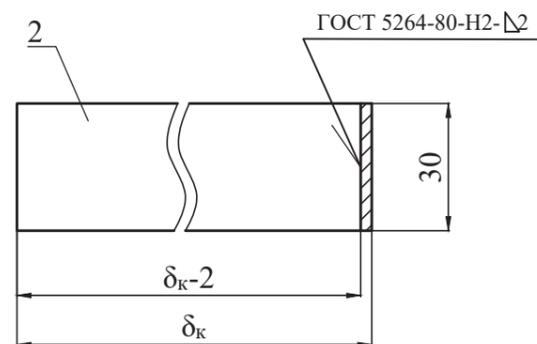
1	Изделия ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF ПЦ (С) / SOLID ПЦ (С)
2	Стенка боковая
3	Стенка торцевая
4	Клей
5	Заклепка
6	Замок с крючком (чертеж А38)

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

А35. Бандаж стяжной (для вертикальных трубопроводов d_n от 57 до 159мм)

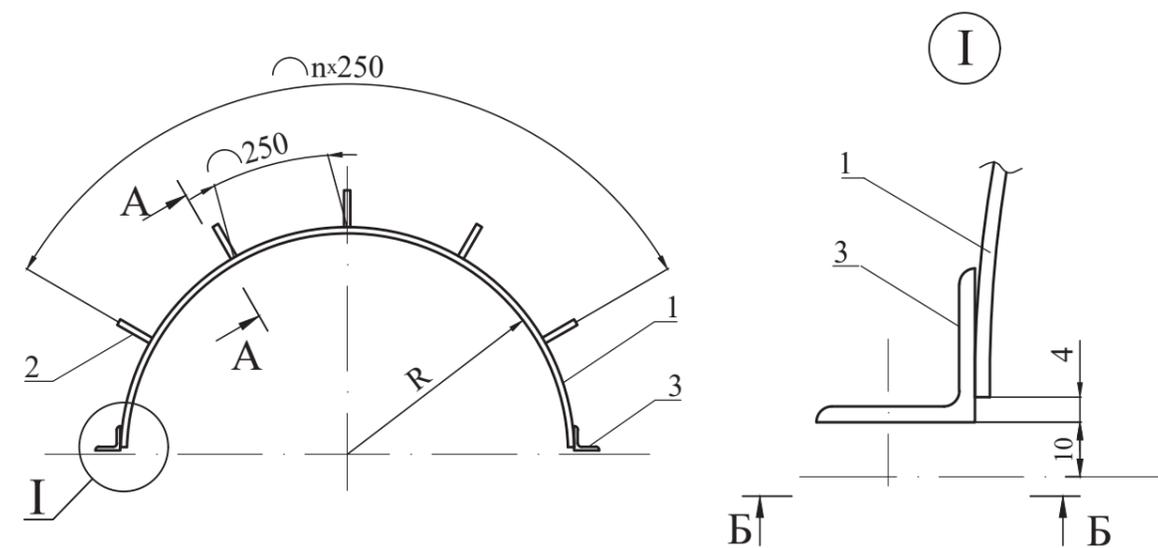


Б - Б

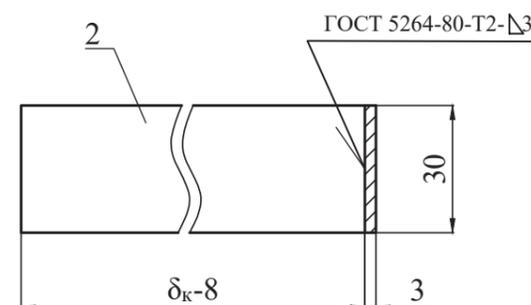


1	Бандаж (Лента 2x30 Ст 3пс ГОСТ 6009-74)
2	Ребро (Лента 2x30 Ст 3пс ГОСТ 6009-74)

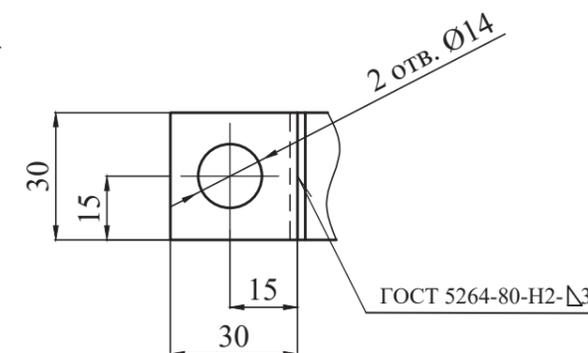
А36. Элемент стяжного бандажа (для вертикальных трубопроводов d_n от 219 до 1420мм)



А - А

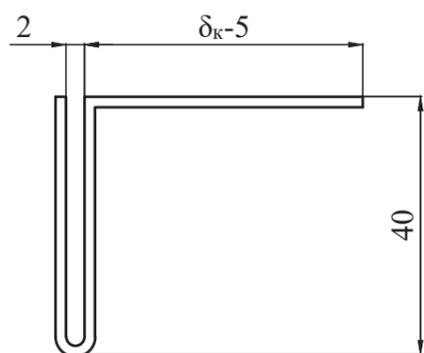


Б - Б

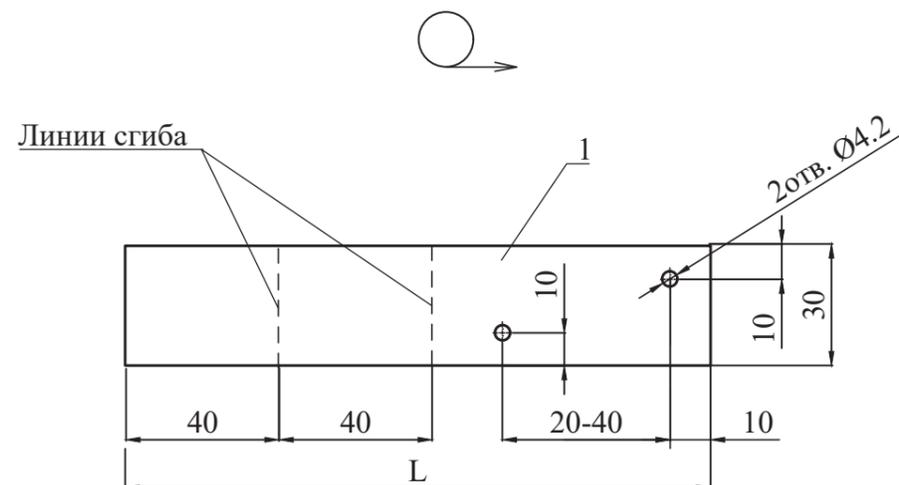


1	Бандаж (Лента 2x30 Ст 3пс ГОСТ 6009-74)
2	Ребро (Лента 2x30 Ст 3пс ГОСТ 6009-74)
3	Уголок 30x30x3 ГОСТ 8509-93

А37. Скоба навесная



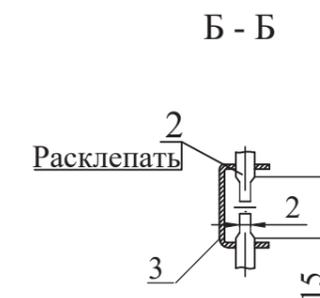
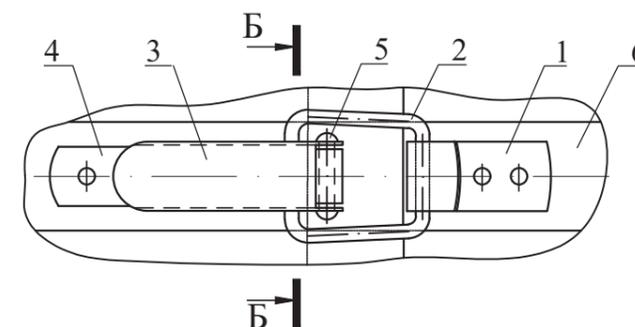
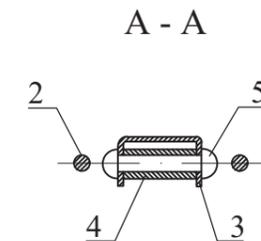
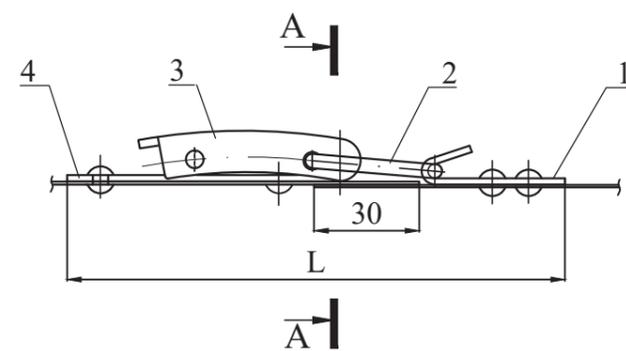
δ_k , мм	L, мм	Масса, кг
40	115	0,009
60	135	0,011
80	155	0,013
100 и более	175	0,015



1	Лист АД1.Н-1 ГОСТ 21631-76
---	----------------------------

Отверстия в скобе навесной сверлить совместно с диафрагмой

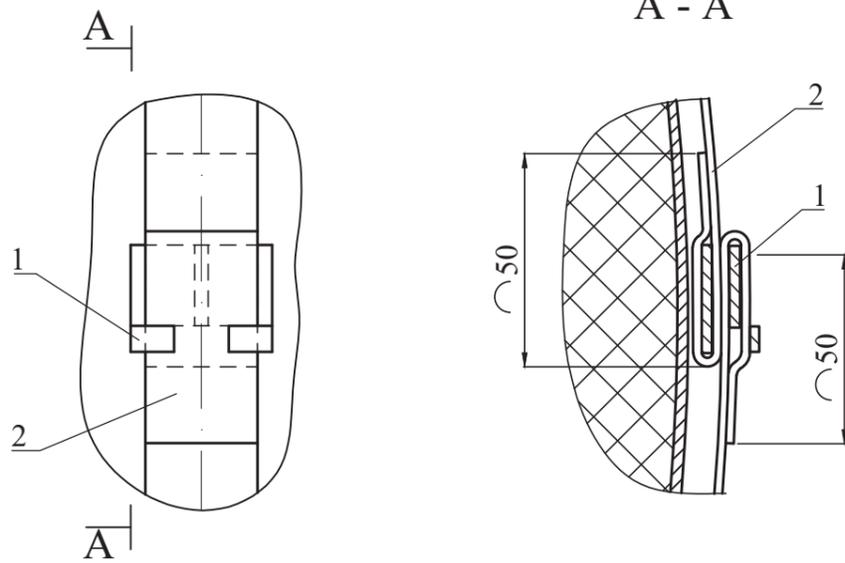
А38. Замок с крючком



Тип хомута	Диаметр теплоизоляционной конструкции, мм	Рабочая длина замка L, мм	Ход замка, мм	Лента, мм
Тип 1	до 300	115	37	0,7x20
Тип 2	300 - 800	145	22	0,8x20
Тип 3	более 800	190	25	1,0x25

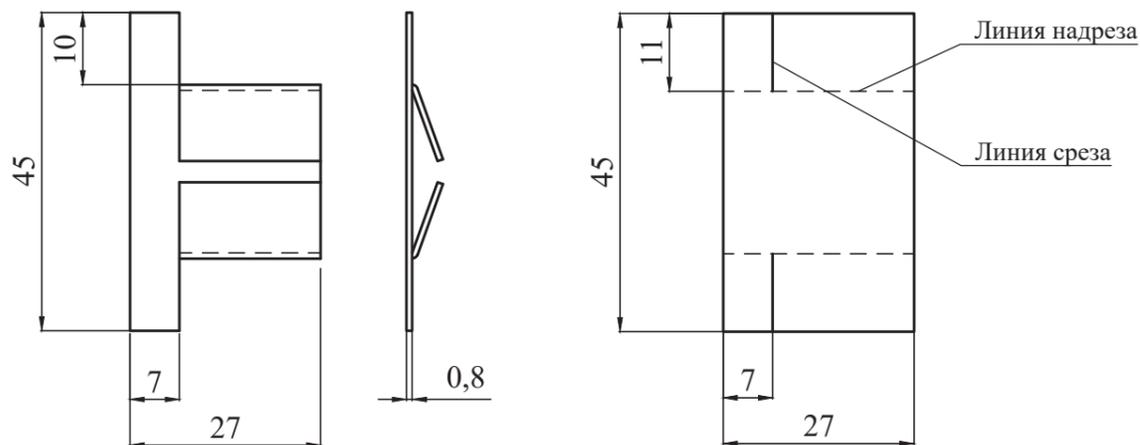
1	Крючок Лист 1,6-2,5 ГОСТ 19904-90 К350В ГОСТ 16523-97
2	Серьга Проволока 3-4-О-Ч ГОСТ 3282-74
3	Рычаг Лист 1,6-2,5 ГОСТ 19904-90 К350В ГОСТ 16523-97
4	Основание Лист 1,6-2,5 ГОСТ 19904-90 К350В ГОСТ 16523-97
5	Заклепка 4x24.37 ГОСТ 10299-80
6	Лента оцинкованная стальная ГОСТ 14918-80

А39. Пряжка бандажная



Пряжка

Заготовка пряжки



1	Пряжка Лист АД1.Н-0,8 ГОСТ 21631-76 (тип I-О ТУ 36.16.22-64-92)
2	Хомут Лента АД1 0,8x20 ГОСТ 13726-97

ТР 12149-ТИ.2019

Лист

167

Изм. Кол.уч. Лист № док. Подп. Дата

А40. Перечень материалов, используемых для изоляции трубопроводов и оборудования

В качестве защитного покрытия предусмотрены:

Материал защитного покрытия	Толщина листа, мм, при диаметре изоляции, мм		
	350 и менее	св. 350 до 600	св. 600 до 1420
Листы и ленты из нержавеющей стали ГОСТ 4986-79, ГОСТ 5582-75	0,35-0,5	0,5	0,5-0,8
Листы из тонколистовой стали ГОСТ 14918-80	0,35-0,5	0,5-0,8	0,8
Листы из алюминия и алюминиевых сплавов* Лист АД1.Н-δ ГОСТ 21631-76	0,3-0,5	0,5-0,8	0,8
Листы из алюминия и алюминиевых сплавов* Лента АД1.Н-δ ГОСТ 13726-97	0,25-0,3	0,3-0,8	0,8

- 1) Листы и ленты толщиной 0,3мм применять гофрированными
- 2) Хомуты для крепления теплоизоляционного слоя могут быть изготовлены из: ленты упаковочной ГОСТ 3560-73 (с окраской или лакировкой) ленты АД1.Н ГОСТ 13726-97 (резать пополам) ленты из нержавеющей стали ГОСТ 4986-79. Толщина и ширина ленты в зависимости от типа быстроръемного хомута.
- 3) Применяются пряжки по ТУ 36.16.22-64-92 из тонколистовой оцинкованной стали толщиной 0,8мм для бандажей из упаковочной ленты, из алюминиевых лент (листов) толщиной 0,8мм для бандажей из алюминия. При применении бандажей из нержавеющей стали, пряжки должны быть изготовлены из той же стали
- 4) Проклейка швов алюминиевым скотчем и подкладка из алюминиевого скотча см. лента алюминиевая самоклеящаяся ТУ 1811-054-04696843-98
- 5) Проволока стальная низкоуглеродистая общего назначения
Проволока 0,8-О-Ч ГОСТ 3282-74 (для сшивки обкладок)
Проволока 1,2-О-Ч ГОСТ 3282-74 (для стяжек, для спирального крепления) Проволока 2-О-Ч ГОСТ 3282-74 (для изготовления колец, струн, подвесок) Проволока 4(5)-О-Ч ГОСТ 3282-74 (для изготовления штырей, струн)
- 6) Подкладка под подвески изготавливается из стеклопластика рулонного ТУ2296-14-00204961-99
- 7) Для крепления элементов опорных колец и элементов стяжных бандажей применяются болты по ГОСТ 7798-70 и гайки по ГОСТ 5915-70
- 8) Для крепления металлического покрытия применяется самонарезающий винт - Винт 4x12.04.019 ГОСТ 10621-80

ТР 12149-ТИ.2019

Лист

168

Изм. Кол.уч. Лист № док. Подп. Дата



www.xps.tn.ru

WWW.TN.RU

8 800 600 05 65

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОНСУЛЬТАЦИИ