



ТЕХНИКОЛЬ

PREMIUM



ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ PIR CRYO В КОНСТРУКЦИЯХ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ

**Рекомендации по применению
с альбомом технических решений в соответствии с
СП 61.13330.2012 и CINI Manual Insulation for Industries**

Корпорация ТЕХНОНИКОЛЬ — ведущий международный производитель надежных и эффективных строительных материалов и систем.

Компания предлагает рынку новейшие технологии, сочетающие в себе разработки собственных Научных центров и передовой мировой опыт.

Производственная компания ТЕХНОНИКОЛЬ – это 68 производственных площадок, 20 Учебных центров. В 10 Научных центрах, укомплектованных высокотехнологичным оборудованием и квалифицированным персоналом, ведется регулярная разработка и внедрение новых продуктов и решений для строительной отрасли.

Компания ТЕХНОНИКОЛЬ предлагает широкий спектр кровельных, гидроизоляционных, звукоизоляционных и теплоизоляционных материалов и систем. Продукция компании ТЕХНОНИКОЛЬ применяются в соответствии с документацией, разработанной компанией.

Продукция компании ТЕХНОНИКОЛЬ соответствует всем ГОСТам, применяемым на территории Российской Федерации.

Залогом успешного развития производства завтра является постоянная работа в области исследований и разработок. Поэтому Корпорация ТЕХНОНИКОЛЬ регулярно занимается созданием новых строительных материалов, модернизацией существующих технологий. Лаборатории Научных центров оснащены современным оборудованием, с помощью которого можно изучать физико-механические характеристики материалов в широком диапазоне температур, точно определять структуру и состав сырьевых компонентов, испытывать долговечность материалов. Научные исследования и внедрение передовых технологий позволяют компании ТЕХНОНИКОЛЬ каждый год выводить на рынок несколько новых продуктов.

Компания ТЕХНОНИКОЛЬ одной из первых среди российских производителей стала уделять значительное внимание обучению строителей инновационным технологиям и особенностям применения новых материалов. В собственных Учебных Центрах Корпорация внедряет систему обучения и повышения квалификации специалистов, работающих с современными изоляционными материалами, системами и технологиями. Снабженные современным монтажным оборудованием, стендами, макетами, высококласными аудиториями и зонами практических занятий, Учебные Центры Корпорации стали дополнительной поддержкой по направлениям высшего и специального образования для сотрудников, клиентов и партнеров компании.

	НАИМЕНОВАНИЕ	Стр.
	<u>ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА</u>	
	ВВЕДЕНИЕ	5
1	Основные технические характеристики теплоизоляционных изделий PIR CRYO	6
2	Пароизоляционные материалы и изделия PIR CRYO	8
3	Клеи и герметики PIR CRYO	9
4	Вспомогательные материалы PIR CRYO	11
5	Рекомендации по применению теплоизоляционных изделий PIR CRYO в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов	12
6	Конструктивные решения тепловой изоляции оборудования и трубопроводов на основе теплоизоляционных изделий PIR CRYO	15
7	Общие требования к производству работ с применением теплоизоляционных изделий PIR CRYO	21
8	Проектирование тепловой изоляции на основе материалов и изделий PIR CRYO	23
9	Расчет толщины теплоизоляционного слоя на основе изделий PIR CRYO в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов	25
	<u>АЛЬБОМ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ</u>	
	Раздел 1. ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ ТРУБОПРОВОДОВ	
A1.1	Тепловая изоляция трубопроводов d_n от 22 до 250 мм с положительными температурами полуцилиндрами PIR CRYO	33
A1.2	Тепловая изоляция трубопроводов d_n от 250 до 2036 мм с положительными температурами сегментами PIR CRYO	35
A1.3	Тепловая изоляция трубопроводов d_n от 22 до 2036 мм с положительными температурами сегментами и полуцилиндрами PIR CRYO в два слоя	37
A1.4	Тепловая изоляция вертикальных трубопроводов d_n от 22 до 2036 мм с положительными температурами сегментами и полуцилиндрами PIR CRYO	39
A1.5	Тепловая изоляция трубопроводов d_n от 22 до 250 мм с отрицательными температурами полуцилиндрами PIR CRYO	41
A1.6	Тепловая изоляция трубопроводов d_n от 250 до 2036 мм с отрицательными температурами сегментами PIR CRYO	43
A1.7	Тепловая изоляция трубопроводов d_n от 250 до 2036 мм с отрицательными температурами изделиями PIR CRYO. Вариант	45
A1.8	Тепловая изоляция трубопроводов d_n от 22 до 2036 мм с отрицательными температурами сегментами и полуцилиндрами PIR CRYO в два слоя	47
A1.9	Тепловая изоляция трубопроводов d_n от 22 до 2036 мм с отрицательными температурами сегментами и полуцилиндрами PIR CRYO в три слоя	49
A1.10	Тепловая изоляция вертикальных трубопроводов d_n от 22 до 2036 мм с отрицательными температурами сегментами и полуцилиндрами PIR CRYO	51
A1.11	Тепловая изоляция отводов трубопроводов d_n от 22 до 2036 мм с положительными температурами полуцилиндрами PIR CRYO	53
A1.12	Тепловая изоляция отводов трубопроводов d_n от 22 до 2036 мм с положительными температурами сегментами PIR CRYO	55

	НАИМЕНОВАНИЕ	Стр.
A1.13	Тепловая изоляция отводов трубопроводов d_n от 22 с отрицательными температурами изделиями фасонными PIR CRYO	57
A1.14	Тепловая изоляция отводов трубопроводов d_n от 22 с отрицательными температурами полуцилиндрами PIR CRYO	59
A1.15	Тепловая изоляция отводов трубопроводов d_n от 22 до 2036 мм с отрицательными температурами сегментами PIR CRYO в два слоя	61
A1.16	Тепловая изоляция отводов трубопроводов d_n от 22 до 2036 мм с отрицательными температурами сегментами PIR CRYO в три слоя	63
A1.17	Тепловая изоляция тройников трубопроводов d_n от 22 до 2036 мм с положительными температурами сегментами и полуцилиндрами PIR CRYO	65
A1.18	Тепловая изоляция тройников трубопроводов d_n от 22 до 2036 мм с положительными температурами сегментами и полуцилиндрами PIR CRYO	67
A1.19	Тепловая изоляция переходов трубопроводов d_n от 22 до 2036 мм с отрицательными температурами сегментами и полуцилиндрами PIR CRYO в три слоя	69
A1.20	Компенсационные вставки в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с отрицательными температурами изделиями PIR CRYO	71
A1.21	Компенсационные вставки в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов с отрицательными температурами изделиями PIR CRYO в два слоя	73
A1.22	Отделка торца изоляции изделиями PIR CRYO с металлическим съёмным покрытием	75
A1.23	Тепловая изоляция трубопроводов d_n от 22 до 2036 мм с положительными температурами изделиями PIR CRYO с покрытием полимерной мембраной	77
A1.24	Тепловая изоляция отводов трубопроводов d_n от 22 до 2036 мм с положительными температурами изделиями PIR CRYO с покрытием полимерной мембраной	79
Раздел 2. ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ ФЛАНЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ И АРМАТУРЫ		
A2.1	Тепловая изоляция фланцевых соединений и арматуры с положительными температурами полуфутлярами на основе изделий PIR CRYO	81
A2.2	Полуфутляр с теплоизоляционным слоем на основе изделий PIR CRYO	83
A2.3	Тепловая изоляция фланцевых соединений и арматуры с положительными температурами изделиями PIR CRYO с металлическим съёмным покрытием	85
A2.4	Тепловая изоляция фланцевых соединений трубопроводов с отрицательными температурами изделиями PIR CRYO с металлическим съёмным покрытием	87
A2.5	Тепловая изоляция фланцевых соединений трубопроводов с отрицательными температурами изделиями PIR CRYO в два слоя с металлическим съёмным покрытием	89
A2.6	Тепловая изоляция запорной арматуры с отрицательными температурами изделиями PIR CRYO с металлическим съёмным покрытием	91
A2.7	Тепловая изоляция запорной арматуры с отрицательными температурами изделиями PIR CRYO в два слоя с металлическим съёмным покрытием	93
Раздел 3. ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ АППАРАТОВ		
A3.1	Тепловая изоляция горизонтальных аппаратов с отрицательными температурами сегментами PIR CRYO с металлическим покрытием	95
A3.2	Тепловая изоляция вертикальных аппаратов с отрицательными температурами сегментами PIR CRYO с металлическим покрытием	97

Альбом технических решений по применению теплоизоляционных материалов PIR CRYO в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов ТР12180-ТИ.2023 разработан институтом «Теплопроект» в соответствии заданием ООО «ТехноНИКОЛЬ – Строительные Системы»

Технические решения содержат рекомендации по применению полуцилиндров и сегментов PIR CRYO из пенополиизоцианурата производства ТЕХНОНИКОЛЬ (СТО 72746455-3.8.5-2020) в конструкциях тепловой изоляции горизонтальных, вертикальных трубопроводов с положительными и отрицательными температурами, отводов, фланцевых соединений трубопроводов и арматуры, аппаратов.

В технических решениях приведены методики расчета толщины тепловой изоляции в зависимости от ее назначения в конструкциях тепловой изоляции.

Технические решения разработаны в соответствии с требованиями СП 61.13330.2012 "Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов", а также CINI Manual "Insulation for Industries".

Приведенные в Альбоме технических решений конструкции тепловой изоляции, применяемые материалы и изделия для трубопроводов и оборудования, работающих при криогенных температурах, разработаны в соответствии с требованиями CINI Manual "Insulation for Industries".

Теплоизоляционные изделия PIR CRYO производства ТЕХНОНИКОЛЬ соответствуют требованиям CINI Manual "Insulation for Industries" по стойкости к криогенным тепловым нагрузкам.

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

Сегменты и полуцилиндры из пенополиизоцианурата PIR CRYO применяются для утепления криогенных и инженерных систем, канализации, трубопроводов, нефтепроводов, газопроводов во всех климатических районах по СП 131.13330.2020, в том числе в районах Крайнего Севера (при прокладке трасс в условиях вечной мерзлоты), в условиях скальных грунтов, под автотрассами. Сегменты PIR CRYO применяются для теплоизоляции трубопроводов, прокладываемых любым способом

Материал для производства полуцилиндров и сегментов PIR CRYO относится к реактопластам, поэтому не поддерживает горение. При воздействии огня поверхность изделий PIR CRYO покрывается углеродной коркой и защищает внутренние слои полимера, препятствуя дальнейшему распространению огня. Материал PIR CRYO соответствует классу горючести Г1, что позволяет применять его в любых проектах для изоляции оборудования и трубопроводов согласно нормативной документации РФ (СП 61.13330.2012 и СП 4.13130.2013 при условии покровного слоя НГ).

Полуцилиндры и сегменты PIR CRYO могут быть использованы в качестве теплоизоляционного слоя в полносборных конструкциях, применяемых для изоляции трубопроводов и арматуры.

Теплоизоляционные полуцилиндры и сегменты PIR CRYO СТО 72746455-3.8.5-2020

1.1 Теплоизоляционные сегменты и полуцилиндры ТЕХНИКОЛЬ PIR CRYO на основе пенополиизоцианурата (PIR) относятся к классу полимеров-реактопластов. Закрытая ячеистая структура утеплителя наполнена газом, который обеспечивает пониженную теплопроводность. Химическое строение PIR характеризуется особым сочетанием жёсткой кольцевой структуры молекул и высокопрочных химических связей.

Теплоизоляционные сегменты и полуцилиндры PIR CRYO изготавливаются путём вырезания из теплоизоляционных плит PIR и обладают длительным сроком эксплуатации (более 50 лет) в самом широком диапазоне рабочих температур от -190 до +150 °С.

Сегменты и полуцилиндры могут производиться с прямыми или отформованными торцами в виде «L»-кромки.

1.2 Теплоизоляционные сегменты и полуцилиндры PIR CRYO применяются для тепловой изоляции водопроводов, воздухопроводов, газопроводов, нефтепроводов и других трубопроводов надземной, подземной канальной и бесканальной прокладок, тепловой изоляции трубопроводов с температурой ниже окружающей среды на объектах пищевой промышленности, холодильниках, складах пищевых продуктов и пр. Изделия также могут применяться в конструкциях тепловой изоляции резервуаров и оборудования.

1.3 Номинальные размеры сегментов и полуцилиндров PIR CRYO и предельные отклонения размеров представлены в таблице 1.1.

Основные технические характеристики теплоизоляционных сегментов и полуцилиндров PIR CRYO по СТО 72746455-3.8.5-2020 приведены в таблице 1.2.

1.4 Изделия PIR CRYO выпускаются следующих видов:

- Плиты теплоизоляционные PIR CRYO – предназначены для тепловой изоляции плоских поверхностей и цилиндрических поверхностей большого диаметра, промышленного оборудования сложной конфигурации.
- Полуцилиндры теплоизоляционные PIR CRYO – предназначены для тепловой изоляции трубопроводов и других цилиндрических поверхностей с диаметром от 22 мм до 250 мм (включительно).
- Сегменты теплоизоляционные PIR CRYO – предназначены для тепловой изоляции трубопроводов и других цилиндрических поверхностей с диаметром от 250 до 2036 мм.
- Фасонные теплоизоляционные изделия PIR CRYO – предназначены для тепловой изоляции отдельных фасонных элементов трубопроводов таких как: колена (отводы), ответвления, тройники, переходы и др.

1.5 Пример условного обозначения при заказе и в технической документации теплоизоляционных сегментов PIR CRYO с внутренним диаметром 377 мм, толщиной 60 мм, длиной 1000 мм, углом 90°, с «L»-кромкой:

Сегменты PIR CRYO 377x60x1000 90° L СТО 72746455-3.8.5-2020

Таблица 1.1 Номинальные размеры теплоизоляционных полуцилиндров и сегментов PIR CRYO и предельные отклонения размеров.

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение*	Предельные отклонения	Метод испытаний
Толщина	мм	20 - 200	±	ГОСТ 17177-94
Длина	мм	600 - 1200	±	ГОСТ 17177-94
Внутренний диаметр	мм	22 - 2036	±	ГОСТ 17177-94

* По согласованию с потребителем возможно производство изделий других размеров.

Таблица 1.2 Основные технические характеристики теплоизоляционных полуцилиндров и сегментов PIR CRYO.

Наименование показателя	Ед. изм.	Критерий	Значение	Метод испытаний
Начальное значение теплопроводности	Вт/(м•К)	не более	0,025	ГОСТ 7076-99
Количество закрытых ячеек	%	-	98,8	по спецификации производителя
Значение pH	-	-	5,5 - 7	ГОСТ 32302-2011 (EN 13468:2001)
Гигроскопичность	% по объему	-	1,9	по спецификации производителя
Паропроницаемость	мг/(м×ч×Па)	-	0,014	ГОСТ 25898-2020
Содержание хлоридов	мг/кг	-	30,1	ГОСТ 32302-2011 (EN 13468:2001)
Прочность на сжатие при 10 % линейной деформации при +23°C при -165°C	кПа	не менее	200 280	ГОСТ EN 826-2011
Разрушающее напряжение при растяжении при +23°C при -165°C	кПа	не менее	320 265	ГОСТ 17370-2017 (ISO 1926:2009)
Модуль упругости при растяжении при -165°C	МПа	не более	16	СТО 72746455-3.8.5-2020, ГОСТ 17370-2017 (ISO 1926:2009)
Коэффициент Пуассона при -165°C	-	-	0,4	СТО 72746455-3.8.5-2020
Коэффициент линейного теплового расширения	м/(м•К)	-	69×10 ⁻⁶	по спецификации производителя
Плотность	кг/м ³	не менее	40	ГОСТ 17177-94
Воспламеняемость	индекс распространения пламени	-	25	по спецификации производителя
Группа горючести	-	-	Г2	ГОСТ 30244-94

2.1 Первичный паронепроницаемый барьер CRYO (0,5х15 м)

Трехслойная пароизоляционная оболочка из фольги с бутилкаучуковым слоем

Первичный паронепроницаемый барьер CRYO (0,5х15м), представляет собой самоклеящиеся гидро, пароизоляционный барьер с основой из предельно прочной защитной алюминиевой фольгой толщиной 25 мкм с низкой паропроницаемостью, ламинированную полиэфирной пленкой толщиной 12 мкм с каждой стороны.

Трехслойная пароизоляционная оболочка, сочетая в себе превосходные пароизоляционные свойства алюминия и превосходные механические и термические характеристики полиэфирной пленки, представляет собой идеально гибкий и эффективный барьерный материал.

Первичный паробарьер имеет нетвердеющий слой герметика по всей ширине ленты.

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
Температура эксплуатации	°С	от -60 до +140
Паропроницаемость	мг/(м ² ×ч×Па)	0,0005
Водонепроницаемость	600 Па в течение 2 часов	Отсутствие признаков проникновения воды
Общая толщина	мкм	1,5 - 2
Ширина x длина	м	05 x 15

2.2 Вторичный паронепроницаемый барьер CRYO (1.03х100 м)

Трехслойная пароизоляционная оболочка из фольги

Вторичный паронепроницаемый барьер CRYO (1,03х100м), представляет собой предельно прочную защитную алюминиевую фольгу толщиной 25 микрон с низкой паропроницаемостью, ламинированную полиэфирной пленкой толщиной 12 микрон с каждой стороны.

Трехслойная пароизоляционная оболочка, сочетая в себе превосходные пароизоляционные свойства алюминия и превосходные механические и термические характеристики полиэфирной пленки, представляет собой идеально гибкий и эффективный барьерный материал.

Трехслойная пароизоляционная оболочка применяется в системах холодоизоляции для предотвращения попадания влаги в изоляцию в качестве облицовки изоляционных плит, сегментов и секций труб.

Клейкая слоистая конструкция включает в себя:

- Внешний слой из полиэфира для повышения механической прочности (± 12 мкм);
- Средний слой из алюминиевой фольги для улучшения паронепроницаемости (± 25 мкм);
- Внутренний слой из полиэфира для повышения механической прочности (± 12 мкм).

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
Температура эксплуатации	°С	от -80 до +150
Температура плавления (полиэфир)	°С	+250
Поверхностная плотность	г/м ²	52 - 60
Общая толщина	мкм	50 ±7
Ширина x длина	м	1,03 x 100

3.1 Герметик для швов CRYO

Состав для герметизации швов CRYO — это эластичный пароизоляционный герметик на основе бутилкаучука.

Предназначен для герметизации швов в изоляции (кроме пенополистирольной), металлических конструкциях и каменной кладке при необходимости соблюдения водо- и воздухопроницаемости. Может использоваться в качестве герметика для швов в низкоскоростных воздуховодных системах кондиционирования и идеально подходит для герметизации стыков алюминиевых оболочек для предотвращения проникновения влаги.

Герметик для швов CRYO - быстросохнущий пароизоляционный герметик, на который можно наносить большинство эластичных светлых покрытий, разбавленных растворителем, без опасности просачивания. Может использоваться для защиты от атмосферных воздействий без нанесения отделочного покрытия.

Предпочтительный продукт для заделки выступов и торцов там, где требуется полная изоляция от влаги и пара.

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
Способ нанесения	-	Штукатурной лопаткой или перчаткой
Внешний вид	-	Вязкая однородная пастообразная масса
Температура эксплуатации	°С	от -60 до +160
Диапазон температур нанесения	°С	от +5 до +25
Плотность	кг/дм ³	1,4 - 1,5
Прочность при отрыве от утеплителя	МПа	не менее 0,1
Время образования поверхностной пленки	мин	30 - 60
Время полного высыхания	-	не отверждается

3.2 Полиуретановый клей CRYO

Полиуретановый клей представляет собой двухкомпонентный высокопрочный термореактивный уретановый состав для приклеивания низкотемпературных изоляционных материалов к самим себе, а также к металлическим и каменным основаниям.

После отверждения он образует прочное, но гибкое соединение, способное выдерживать термоудар и механическое воздействие.

Полиуретановый клей можно использовать в качестве как связующего, так и герметика для стыков в низкотемпературных установках с использованием изоляции из пеностекла, пенополистирола или жестких пенополиуретановых плит. Его можно покрывать продуктами на основе растворителей без просачивания.

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
Способ нанесения	-	Штукатурной лопаткой или перчаткой
Внешний вид	-	Вязкая жидкость
Температура эксплуатации	°C	от -60 до +160
Содержание сухого остатка	% от объема	99
Соотношение	по весу	10 частей А / 1 часть В
Жизнеспособность	ч	2
Время отверждения	ч	4
Время набора технической прочности	ч	18

3.3 Герметик для металла CRYO

Герметик для металла CRYO производится на основе бутилкаучуков и растворителей с добавлением функциональных добавок.

Герметик применяется для герметизации оболочек из нержавеющей стали и алюминия. Гибкий, устойчивый к погодным условиям. Обладает хорошей адгезией к металлическим поверхностям.

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
Способ нанесения	-	Штукатурной лопаткой или перчаткой
Внешний вид	-	Вязкая однородная пастообразная серая масса
Температура эксплуатации	°C	от -40 до +120
Диапазон температур нанесения	°C	от +5 до +30
Плотность	кг/дм ³	не менее 1,2
Прочность при отрыве от стали	Мпа	0,03
Время образования поверхностной пленки, при толщине 1 мм	мин	5
Время высыхания при слое 1 мм	ч	1
Массовая доля нелетучих веществ	%	не менее 70

4.1 Лента армированная стекловолокном CRYO

Односторонняя армированная стеклосеткой липкая лента на основе плёнки ПЭТ с каучуковым клеем. Предназначена для временного или постоянного крепления теплоизоляции на трубопроводе.

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
Цвет	-	Прозрачная
Ширина	мм	25
Длина	м	50
Поверхностная плотность	г/м ²	150 ±15
Прочность на разрыв	Н/25 мм	450

4.2 Лента алюминиевая CRYO 50 мм

Применяется трехслойная пароизоляционная лента из фольги, аналогичная трехслойной пароизоляционной оболочке из фольги.

Чрезвычайно прочная защитная алюминиевая фольга толщиной 25 мкм с низкой паропроницаемостью ламинирована полиэфирной пленкой толщиной 12 мкм с обеих сторон. Трехслойная пароизоляционная лента, сочетая в себе превосходные пароизоляционные свойства алюминия и превосходные механические и термические характеристики полиэфирной пленки, представляет собой идеально гибкий и эффективный барьерный материал.

Пароизоляционная оболочка из трехслойной фольги применяется в основном для закрытия швов между стыками пароизоляционных барьеров и/или изоляционными плитами в системах холодоизоляции для предотвращения попадания влаги в изоляцию.

Клейкая слоистая конструкция включает в себя:

- Внешний слой из полиэфира для повышения механической прочности (± 12 мкм);
- Средний слой из алюминиевой фольги для улучшения паронепроницаемости (± 25 мкм);
- Внутренний слой из полиэфира для повышения механической прочности (± 12 мкм).

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
Температура эксплуатации	°C	от -80 до +150
Температура плавления (полиэфир)	°C	+250
Длина	м	50
Ширина	мм	50
Общая толщина	мкм	95 ±7
Поверхностная плотность	г/м ²	166 ±10

5.1 Требования к конструкциям с применением изделий PIR CRYO

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

- отвечать требованиям энергоэффективности (иметь оптимальное соотношение между стоимостью теплоизоляционной конструкции и стоимостью тепловых потерь через изоляцию в течение расчетного срока эксплуатации) или обеспечивать нормированную плотность теплового потока в соответствии с требованиями СП 61.13330.2012;

- обеспечивать безопасную для человека температуру наружной поверхности изоляции;
- обеспечивать требуемые параметры технологического режима.

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

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

Конструкция тепловой изоляции с применением изделий PIR CRYO не должна допускать попадания атмосферной влаги к изолируемой поверхности.

5.1.3 Для изоляции трубопроводов диаметром до 219 мм включительно рекомендуется применять полуцилиндры PIR CRYO.

Для изоляции трубопроводов диаметром 273 мм и более и оборудования следует применять сегменты PIR CRYO.

5.1.4 Если расчетная толщина изоляции превышает толщину, предусмотренную номенклатурой изделий PIR CRYO, следует предусматривать двухслойную изоляцию. В качестве первого теплоизоляционного слоя могут быть использованы полуцилиндры в соответствии с действующей номенклатурой или сегменты, в качестве второго слоя рекомендуется использовать сегменты PIR CRYO с пароизоляционным покрытием. Могут быть использованы сегменты без покрытия.

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

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

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

- покрытие из алюминиевого листа, оцинкованной или нержавеющей стали;
- ПВХ мембраны ТЕХНОНИКОЛЬ.

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

5.1.9 Конструкции тепловой изоляции трубопроводов тепловых сетей подземной канальной прокладки должны быть герметичными и не допускать попадания влаги к поверхности трубопровода.

5.1.10 Для крепления теплоизоляционных изделий PIR CRYO в проектом положении следует использовать клеи или герметики CRYO, а также бандажные или самоклеящиеся армированные ленты CRYO. Проклеиваются горизонтальные швы и швы между смежными изделиями.

5.1.11 Для крепления металлических покрытий применяются винты самонарезающие с шагом 150 мм по горизонтали и 250 – 300 мм по окружности или бандаж в зависимости от вида конструкции. Бандаж по покрытию устанавливается с шагом 500 мм.

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

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

5.1.14 Для фланцевых соединений, фланцевой арматуры и элементов трубопроводов, требующих в процессе эксплуатации систематического наблюдения, следует предусматривать сборно-разборные съемные теплоизоляционные конструкции.

5.2 Изделия PIR CRYO в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с положительными температурами

5.2.1 При разработке конструкций тепловой изоляции на основе теплоизоляционных материалов PIR CRYO для оборудования, трубопроводов и арматуры с положительными температурами теплоносителя (от 20 до 150°C) учитываются следующие факторы:

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

5.2.2 При изоляции объектов, расположенных в помещениях, устройство пароизоляционного слоя и герметизация покровного слоя не требуется, если это не противоречит нормам технологического проектирования.

5.2.3 В многослойных конструкциях тепловой изоляции монтаж второго слоя необходимо производить с перекрытием швов первого слоя.

5.3 Изделия PIR CRYO в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с отрицательными температурами

5.3.1 При применении теплоизоляционных изделий PIR CRYO для конструкций тепловой изоляции оборудования, трубопроводов и арматуры с температурой теплоносителя 19°C и ниже и отрицательной следует руководствоваться требованиями п.5.2.1.

5.3.2 Дополнительно следует учитывать:

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

5.3.3 При применении изделий PIR CRYO устанавливается Основной пароизоляционный слой CRYO с проклейкой стыков лентой алюминиевой CRYO.

В многослойных теплоизоляционных конструкциях при температуре изолируемой поверхности ниже минус 50 °C необходимо устанавливать Вспомогательный пароизоляционный слой CRYO.

5.3.4 Конструкции тепловой изоляции на основе изделий PIR CRYO для поверхностей с температурой ниже температуры окружающего воздуха должны быть герметичными.

Торцы теплоизоляционных изделий PIR CRYO с обеих сторон от фланцевых соединений, арматуры, опор трубопроводов, съемных теплоизоляционных конструкций должны быть закрыты пароизоляционными заглушками.

5.3.5 Места примыкания теплоизоляционной конструкции трубопровода к металлическим поверхностям оборудования (люки, патрубки, штуцера, фланцевые соединения) должны быть проклеены самоклеящимися лентами.

5.3.6 Нахлесты (стыки) металлического защитного покрытия должны быть герметизированы при помощи Герметика для металла CRYO.

6.1 Тепловая изоляция трубопроводов с положительными температурами изделиями PIR CRYO

6.1.1 Изолируемые поверхности должны быть очищены от строительного мусора и пыли до начала монтажа теплоизоляционных конструкций. Работы по антикоррозионной защите проводятся до начала теплоизоляционных работ.

6.1.2 Рекомендуется применять следующие теплоизоляционные изделия PIR CRYO в зависимости от наружного диаметра трубопровода:

- для трубопроводов наружным диаметром от 22 до 219 мм рекомендуется применять полуцилиндры PIR CRYO;
- для трубопроводов наружным диаметром от 273 до 2036 мм рекомендуется применять сегменты PIR CRYO.

6.1.3 Теплоизоляционные изделия PIR CRYO могут устанавливаться на изолируемую поверхность в один или несколько слоев, элементы каждого слоя соединяются между собой с использованием полиуретанового клея CRYO или герметика CRYO.

Монтаж теплоизоляционного слоя многослойных теплоизоляционных конструкций следует производить со смещением продольных и поперечных швов наружного слоя относительно внутреннего.

6.1.5 Для крепления полуцилиндров и сегментов PIR CRYO рекомендуется применять бандаж из лент из нержавеющей стали толщиной 0,5 мм шириной 12 – 20 мм, или стальной упаковочной ленты 0,7х20 мм. Бандаж крепится пряжками из нержавеющей или оцинкованной (для бандажей из стальной упаковочной ленты) стали. Могут быть применены бандаж из упаковочной полиамидной ленты. Шаг установки бандажей 400 - 500 мм.

Также для фиксации теплоизоляционных изделий PIR CRYO на изолируемом трубопроводе может применяться лента самоклеящаяся армированная стекловолокном CRYO.

Крепление изделий PIR CRYO вязальной проволокой не допускается.

6.1.6 Для изоляции отводов трубопроводов могут быть изготовлены отводы (колена) из сегментов, нарезанных из полуцилиндров. Элементы отводов рекомендуется соединять клеем или герметиком CRYO.

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

Для изоляции отводов трубопроводов диаметром 114 – 1420 мм с помощью клеевых соединений также могут быть изготовлены готовые отводы из сегментов PIR CRYO. Крепление отводов производится бандажными.

6.1.7 Тепловая изоляция отводов, тройников и переходов должна выполняться до установки теплоизоляционных изделий на прямых участках трубопровода.

6.1.8 При необходимости применения съемной изоляции для отводов трубопроводов, рекомендуется поверх теплоизоляционного слоя из изделий PIR CRYO устанавливать съемные секционные конструкции металлического 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).

6.1.9 При необходимости установки металлического покрытия в конструкциях тепловой изоляции на основе теплоизоляционных изделий PIR CRYO для трубопроводов его крепление осуществляется:

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

Шаг установки бандажей – 500 мм, шаг установки винтов и заклепок – 150 мм по продольному шву, 250 – 300 мм по окружности.

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

6.1.9 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.

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

Разгружающие устройства состоят из разгружающих колец (стяжных бандажей) 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 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 PIR CRYO при необходимости.

6.1.11 Покрытие из рулонного стеклопластика, стеклотекстолита, пленки винипластовой каландрированной или других упругих материалов может применяться для трубопроводов диаметром изоляции не более 650 мм.

6.1.12 При применении полимерных гидроизоляционных ПВХ мембран ТЕХНИКОЛЬ допустимо выполнение покрытия для любого номенклатурного диаметра трубопровода. Полимерные мембраны ТЕХНИКОЛЬ монтируются на изолируемом трубопроводе сваркой горячим воздухом.

Под ПВХ мембрану необходимо устанавливать разделительный слой из стеклохолста (плотностью не менее 100 г/м²) или геотекстиля (плотностью не менее 150 г/м²). Разделительный слой не требуется при использовании мембраны с подложкой из ламинированного геотекстиля.

6.1.13 В трубопроводах, работающих при разности температур более 100°C от наружной поверхности изоляции, должны предусматриваться компенсирующие вставки. Компенсирующие вставки должны располагаться под разгружающими устройствами (стяжными бандажами) всех вертикально расположенных трубопроводов и оборудования.

6.1.14 Компенсирующие вставки выполняются в однослойной конструкции тепловой изоляции PIR CRYO и на внешнем слое многослойной конструкции. В случае однослойной изоляции на компенсирующую вставку должен быть установлен второй слой теплоизоляционных изделий PIR CRYO той же толщины.

Компенсирующие вставки должны быть заполнены минеральным волокном плотностью 32 кг/м³ или гибкой эластомерной пеной с учетом температурных ограничений.

6.2 Тепловая изоляция трубопроводов с отрицательными температурами изделиями PIR CRYO

6.2.1 Устройство теплоизоляционного слоя выполняется аналогично конструкциям изоляции трубопроводов с положительными температурами теплоносителя.

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

При выполнении работ по монтажу пароизоляционного слоя следует выполнять требования проекта по обеспечению его герметичности. Швы пароизоляционного слоя и места примыкания к опорным конструкциям, фланцам, оборудованию должны быть тщательно герметизированы. Повреждение пароизоляционного слоя в процессе монтажа и эксплуатации не допускается.

6.2.2 В качестве пароизоляционного слоя предусматриваются:

- пароизоляционная оболочка из трехслойной фольги с бутилкаучуковым слоем (первичный паронепроницаемый слой CRYO);
- трехслойная пароизоляционная оболочка из фольги (вторичный паронепроницаемый слой CRYO).

6.2.3 Пароизоляционный материал устанавливается с нахлестом 50 мм и проклеиванием продольных и поперечных швов пароизоляционной трехслойной лентой CRYO.

6.2.4 В многослойных теплоизоляционных конструкциях на основе изделий PIR CRYO необходимо использовать вторичный паронепроницаемый барьер CRYO (вспомогательный пароизоляционный слой) при температуре изолируемой поверхности ниже минус 50°C. Вспомогательный пароизоляционный слой CRYO устанавливается на первый теплоизоляционный слой двухслойной конструкции изоляции или на второй теплоизоляционный слой трехслойной конструкции.

6.2.5 При креплении металлического защитного покрытия винтами самонарезающими или заклепками в конструкции тепловой изоляции с отрицательными температурами теплоносителя должен предусматриваться предохранительный слой из стеклохолста для избежания повреждения пароизоляционного слоя.

6.2.6 Для герметизации стыков металлического защитного покрытия рекомендуется использовать герметик для металла CRYO.

6.3 Тепловая изоляция фланцевых соединений и арматуры изделиями PIR CRYO

6.3.1 Для тепловой изоляции арматуры и фланцевых соединений трубопроводов в соответствии с требованиями СП 60.13330.2012 следует предусматривать съемные теплоизоляционные конструкции.

6.3.2 Для изоляции фланцевых соединений трубопроводов рекомендуется применять комплекты сегментов PIR CRYO 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 плит PIR CRYO.

6.3.3 Длина конструкции для изоляции фланцевого соединения определяется как две толщины фланцев плюс пространство, необходимое для того, чтобы снять болты, плюс перекрытие по 80 мм с каждой стороны для установки на изоляцию трубопровода.

6.3.4 Для изоляции фланцевых соединений трубопроводов с отрицательными температурами в соответствии с требованиями CINI Manual "Insulation for Industries" по теплоизоляционному слою следует устанавливать пароизоляционный слой CRYO и герметизировать стыки конструкций изоляции трубопровода и фланцевого соединения, а также торцы теплоизоляционного слоя пароизоляционными заглушками.

Пароизоляционный слой теплоизоляционной конструкции фланцевого соединения должен устанавливаться с нахлестом на пароизоляционный слой трубопровода.

На торцах теплоизоляционного слоя трубопровода необходимо устройство пароизоляционных заглушек. Пароизоляционные заглушки могут выполняться из пароизоляционного материала с нахлестом на поверхность трубопровода на 50 мм или мастики. При температуре изолируемого трубопровода ниже минус 50°C пароизоляционные заглушки выполняются из герметика CRYO, армированного стеклотканью.

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

В качестве теплоизоляционного слоя применяются сегменты или полуцилиндры PIR CRYO. Сегменты должны быть приклеены к съемному металлическому кожуху клеевым составом CRYO.

При изоляции фланцевых соединений трубопроводов с отрицательными температурами полносборными конструкциями следует герметизировать стыки с конструкций изоляции трубопровода.

6.3.6 Для изоляции арматуры рекомендуется применять полносборные конструкции – полуфутляры, с приклеенным теплоизоляционным слоем из сегментов PIR CRYO. 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.

Для изоляции арматуры допускается применение теплоизоляционного слоя из сегментов PIR CRYO в комплекте со съемным кожухом. При этом для крепления сегментов предусматриваются бандажи с пряжками.

6.3.7 При изоляции арматуры с отрицательными температурами следует герметизировать места стыковки с теплоизоляционной конструкцией трубопровода и выреза под привод.

При применении несъемных конструкций тепловая изоляция арматуры трубопроводов с отрицательной температурой выполняется полуцилиндрами или сегментами PIR CRYO с изоляцией трубопровода.

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

6.3.9 Для герметизации швов металлического покрытия арматуры и фланцевых соединений и покрытия изоляции трубопроводов могут быть использованы герметики CRYO или самоклеящиеся алюминиевые и металлизированные ленты.

6.3.10 Все зазоры между изолируемой поверхностью и теплоизоляционным слоем из изделий PIR CRYO должны быть заполнены минеральной ватой плотностью 16 кг/м³.

6.4 Тепловая изоляция аппаратов и резервуаров изделиями PIR CRYO

6.4.1 Для изоляции цилиндрической части горизонтального и вертикального оборудования рекомендуется предусматривать укладку сегментов PIR CRYO с перекрытием швов в шахматном порядке.

При изоляции эллиптических, сферических или конических днищ горизонтальных и вертикальных емкостей, колонн, резервуаров сегменты укладывают без перекрытия швов.

6.4.2 Сегменты PIR CRYO устанавливаются на цилиндрической части аппаратов и резервуаров бандажами с пряжками. Для крепления первого слоя изделий PIR CRYO в многослойной конструкции в качестве бандажей может быть использована лента армированная стекловолокном CRYO.

Стыки сегментов должны быть герметизированы полиуретановым клеем CRYO или герметиком CRYO.

6.4.2 Сегменты PIR CRYO на днищах вертикальных и горизонтальных аппаратов крепятся бандажами с двумя пряжками. При изоляции днищ шаг установки бандажей для крепления сегментов определяется конфигурацией днища и размерами сегментов.

Теплоизоляционные сегменты на днища аппаратов могут устанавливаться с использованием полиуретанового клея CRYO или герметика CRYO при температуре изолируемой поверхности выше минус 50°C, в данном случае бандажи могут не устанавливаться.

6.4.3 Люки и фланцевые соединения аппаратов подлежат периодическому осмотру и поэтому для них применяются съемные теплоизоляционные конструкции на основе изделий PIR CRYO.

6.4.4 Съемная конструкция для изоляции фланцевых соединений оборудования может быть предусмотрена в виде полносборных конструкций, представляющих собой два полуфутляра с наклеенными внутри сегментами PIR CRYO (аналогично изоляции фланцевых соединений трубопроводов). Для фланцевых соединений большого диаметра конструкция может состоять из трех – четырех частей. Соединение таких конструкций предусматривается болтами с гайками, замками, расположенными непосредственно на кожухе, или бандажами с замками.

Сегменты PIR CRYO также могут быть уложены на фланцевое соединение и закреплены самоклеящейся лентой и металлическими бандажами. Металлическое покрытие (кожухи) крепится замками или бандажами с замками. При необходимости такая конструкция может быть легко демонтирована снятием бандажей, а затем собрана вновь.

Герметичность конструкции изоляции фланцевых соединений может быть достигнута герметизацией швов металлического кожуха и мест сопряжения с изоляцией корпуса оборудования.

6.4.5 Вертикальные участки оборудования, имеющие опорные элементы, должны иметь компенсационные вставки из упругих материалов под каждым опорным звеном.

6.4.6 Все металлические элементы (ножки, опоры и др.), выступающие сквозь тепловую изоляцию, должны быть полностью тепло- и пароизолированы с теми же толщинами изоляции, что и трубопроводы, резервуары и сопутствующее оборудование. Длина изоляции должна быть как минимум в четыре раза больше ее толщины при наличии не менее 300 мм оголенного металла после ее окончания, чтобы поддерживать надлежащее повышение температуры и предотвращать конденсацию влаги внутри изоляции.

6.4.7 Юбки (укрепляющие металлические пояса) резервуаров и аппаратов с отрицательными температурами должны быть изолированы изнутри и снаружи от линий перегиба днищ резервуаров на расстоянии, вчетверо превышающем проектную толщину изоляции, но не менее 300 мм. Отверстия в юбках должны быть заполнены жестким пенополиуретаном и герметизированы первичным паронепроницаемым слоем CRYO.

6.4.8 Для герметизации температурных швов, а также мест сопряжения с люками, патрубками, штуцерами следует применять неотверждаемый герметик CRYO.

Как правило, температурные швы располагают на стенке у крыши резервуара (в месте сопряжения). В качестве компенсационной вставки применяется минеральная вата. Вставка должна быть герметизирована (предусматриваются накладки из листового бутилового каучука). Дополнительно, сверху вставки устанавливают слой из изделий PIR CRYO. Дополнительный слой устанавливается на основной теплоизоляционный слой из изделий PIR CRYO, а снизу приклеивается неотверждаемым герметиком CRYO, создающим скользящий слой.

6.4.9 При изоляции аппаратов и резервуаров с температурой ниже минус 50°C, в первом слое следует предусмотреть компенсационные вставки (температурные швы) с применением минеральной ваты (до минус 60°C или базальтового волокна при более низкой температуре).

В зависимости от величины температурных деформаций температурные швы могут быть предусмотрены как по высоте, так и по периметру аппарата или резервуара.

Компенсация температурных деформаций наружного слоя может быть достигнута за счет применения эластичного герметика в швах соседних сегментов PIR CRYO.

7.1 Теплоизоляционные работы с применением теплоизоляционных изделий и материалов PIR CRYO должны выполняться в соответствии с требованиями СНиП III–4-80 "Техника безопасности в строительстве" и СНиП 12-04-2002 "Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство".

Все работы, связанные с монтажом и эксплуатацией изделий PIR CRYO следует проводить строго в соответствии с инструкциями предприятия-изготовителя, принятыми и утверждёнными руководителем предприятия-изготовителя.

7.2 Теплоизоляционные работы на открытом воздухе с применением теплоизоляционных изделий и материалов PIR CRYO следует выполнять при температуре окружающего воздуха не ниже +5°C.

7.3 Оборудование и трубопроводы должны быть установлены в проектное положение, а работающие под давлением - опрессованы с оформлением соответствующего акта.

Работы по изоляции смонтированного оборудования и трубопроводов следует производить после полного окончания монтажа и испытания соответствующего монтажного блока. На оборудовании, аппаратах и резервуарах должны быть установлены детали крепления по проекту. На вертикальных участках трубопроводов и вертикальном оборудовании должны быть установлены разгружающие устройства.

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

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

7.6 Теплоизоляционные изделия должны быть предварительно сформованы в точном соответствии с размерами и формами трубопроводов, резервуаров и сопутствующего оборудования. Размеры предварительно сформованных сегментов должны быть рассчитаны так, чтобы число стыков было сведено до минимума.

7.7 Крепление теплоизоляционных изделий и материалов PIR CRYO на изолируемой поверхности следует осуществлять в соответствии с проектной документацией с учетом рекомендаций раздела 6.

7.8 Теплоизоляционные изделия без покрытия и все открытые торцевые поверхности должны временно предохраняться от влаги и ультрафиолетового излучения (например, соответствующей черной полиэтиленовой пленкой) до окончания работ по изоляции.

7.9 Транспортирование до места проведения работ и хранение плит производится в соответствии с требованиями ГОСТ 25880 и технических условий на теплоизоляционные материалы. Все материалы должны быть доставлены до места проведения работ в оригинальной упаковке в полном соответствии с типом, размерами, количеством и условиями хранения единиц продукции.

7.10 Теплоизоляционные изделия и материалы должны храниться в крытых складах отдельно по маркам и размерам. Допускается хранение под навесом, защищающим изделия от воздействия атмосферных осадков и солнечных лучей.

Теплоизоляционные изделия при хранении должны быть уложены в контейнеры или в штабеля на поддоны. При хранении под навесом материалы и изделия должны быть уложены на подкладки.

7.11 Соответствие смонтированной тепловой изоляции проекту и нормативным документам по использованным материалам и конструктивному оформлению подтверждается наличием журнала и актами на скрытые работы.

7.12 К числу дефектов выявляемых при приемочном контроле смонтированных теплоизоляционных конструкций относятся:

- применение материалов, несоответствующих стандартам и техническим условиям;
- отступления от проектных решений в части использованных материалов, конструкций и способа монтажа изоляции, не согласованные с проектной организацией и заказчиком;

- несоответствие плотности и толщины теплоизоляционного слоя проектным требованиям;
- допуск по толщине теплоизоляционной конструкции с теплоизоляционным слоем из жестких формованных изделий должен соответствовать допуску на изделия по техническим условиям и государственным стандартам. При изоляции поверхностей с целью предотвращения конденсации влаги на поверхности изоляции объектов, расположенных в помещении, допуск по толщине изоляции допускается только в сторону увеличения ("+").
- механические повреждения изоляции;
- некачественная отделка торцевых участков изоляции у фланцевых соединений, арматуры, опор и др.;
- слабая затяжка металлической сетки и каркасов;
- неплотное прилегание теплоизоляционного слоя или полносборной конструкции к поверхности изолируемого объекта;
- неплотное сопряжение смежных элементов защитного покрытия;
- несоблюдение правил сопряжения продольных и поперечных швов защитного покрытия, допускающее затекание воды в теплоизоляционный слой.
- отсутствие тепловой изоляции в местах расположения опор;
- наличие отступлений от проекта в части расположения крепежных деталей.
- нарушение герметичности пароизоляционного слоя.

7.13 Окончательную приемку смонтированных теплоизоляционных конструкций с составлением акта сдачи-приемки производят после устранения замеченных недостатков по дефектной ведомости.

8.1 Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с теплоизоляционным слоем из изделий PIR CRYO следует выполнять на основании технического задания на проектирование, которое должно содержать необходимые для проектирования исходные требования:

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

*температура окружающего воздуха для объектов, расположенных на открытом воздухе принимается в соответствии с СП 131.13330.2020 «Строительная климатология».

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

8.3 Состав и правила оформления рабочей документации по тепловой изоляции определяются ГОСТ 21.405-93.

Рабочая документация по тепловой изоляции включает:

- основной комплект рабочих чертежей теплоизоляционных конструкций с применением изделий PIR CRYO;
- техномонтажную ведомость;
- спецификацию оборудования.

В составе рабочей документации могут быть разработаны чертежи полносборных конструкций с теплоизоляционным слоем из изделий PIR CRYO для изоляции люков, фланцевых соединений трубопроводов и аппаратов, и арматуры, а также других элементов, входящих в состав теплоизоляционной конструкций.

8.4 Выбор типа теплоизоляционных изделий PIR CRYO, материалов пароизоляционного и кровного слоев и вспомогательных материалов и изделий следует производить в соответствии с указаниями разделов 1 - 6.

8.5 Расчет требуемой толщины теплоизоляционного слоя из изделий PIR CRYO в конструкциях тепловой изоляции в зависимости от назначения выполняется по методикам и расчетным формулам.

За проектную толщину теплоизоляционного слоя следует принимать ближайшую к расчетной более высокую толщину изделий.

Допускается принимать ближайшую более низкую толщину в случае расчета по температуре на поверхности изоляции и заданной величине теплового потока, если разница между расчетной и номенклатурной толщиной не превышает 3 мм.

8.6 Тепловая изоляция трубопроводов с температурой от 20°C в зависимости от конкретных условий применения может выполняться с целью обеспечения:

- экономической эффективности теплоизоляционной конструкции (экономичная толщина теплоизоляционного слоя из изделий PIR CRYO);
- сохранения заданного (или нормативного) значения плотности теплового потока с поверхности изоляции для обеспечения параметров технологического режима;
- обеспечения заданной температуры на поверхности изоляции;
- сохранения температуры вещества в заданных параметрах.

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

- с целью предотвращения конденсации на поверхности изолированного объекта, расположенного в помещении;
- в соответствии с технологическими требованиями;
- с целью предотвращения или ограничения испарения хранящихся веществ;
- по нормам потерь холода в соответствии с требованиями СП 61.13330.2012.

8.8 Тепловая изоляция трубопроводов холодного водоснабжения может выполняться:

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

9.1 Тепловая изоляция трубопроводов по нормам плотности теплового потока

Допустимое значение теплового потока (теплотер) с поверхности трубопровода определяется, как правило, требованиями технологического процесса (технологии производства), общим тепловым балансом предприятия или нормами плотности теплового потока, определяемыми в соответствии с СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

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

Для трубопроводов диаметром 2 м и менее толщина тепловой изоляции определяется исходя из линейной плотности теплового потока, то есть теплового потока с метра длины трубопровода заданного диаметра при заданной температуре.

Расчет производят по формуле:

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

где:

$\lambda_{из}$ - теплопроводность изоляционного слоя, Вт/(м·°C);

$d_{тр}$ - наружный диаметр трубопровода (изолируемого объекта), м;

$d_{из}$ - наружный диаметр изоляционной конструкции, м;

t_m - температура теплоносителя, °C;

t_o - среднегодовая температура окружающего воздуха - для трубопроводов, расположенных на открытом воздухе, или температура в помещении, °C;

q - расчетная линейная плотность теплового потока, Вт/м;

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

Теплопроводность теплоизоляционного слоя определяют при средней температуре теплоизоляционного слоя.

Толщину изоляции вычисляют по формуле:

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

где:

$\delta_{из}$ - толщина изоляции, м.

Для определения толщины изоляции для плоских или цилиндрических поверхностей с наружным диаметром 2 м и более принимается формула:

$$\delta_{из} = \lambda_{из} \cdot \left(\frac{t_m - t_o}{q} - \frac{1}{\alpha_n} \right) \quad (3)$$

где:

q - поверхностная плотность теплового потока через плоскую теплоизоляционную конструкцию.

9.2 Тепловая изоляция трубопроводов, отвечающая требованиям техники безопасности (заданной температуре на поверхности изоляции)

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

В соответствии с санитарными нормами и требованиями СП 61.13330.2012 температура поверхности изолированных трубопроводов, расположенных в помещении с температурой содержащих веществ, не должна превышать:

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

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

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

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

Толщина тепловой изоляции трубопроводов, определяемая по заданной температуре на её поверхности, зависит от расположения изолируемого объекта (на открытом воздухе или в помещении), температуры окружающего воздуха (t_o), температуры теплоносителя (t_m), наружного диаметра трубопровода ($d_{тр}$) и коэффициента теплоотдачи от поверхности к окружающему воздуху (α_n), Вт/(м²·К).

Коэффициент теплоотдачи, (α_n), принимают в соответствии с приложением В, таблица В.2 СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

При выборе защитного покрытия тепловой изоляции трубопроводов, расположенных в помещении, следует учитывать радиационные свойства его поверхности.

Для снижения толщины теплоизоляционного слоя (цилиндров) рекомендуется применять защитное покрытие с высоким коэффициентом излучения (неметаллическое). Для тех же расчетных условий при металлическом защитном покрытии расчетная толщина изоляции существенно выше.

Расчет тепловой изоляции выполняется по следующей формуле:

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

$$\delta_{из} = \frac{\lambda_{из} \cdot (t_m - t_k)}{\alpha_n \cdot (t_k - t_o)} \quad (4)$$

- для цилиндрической поверхности диаметром менее 2 м по формуле:

$$\frac{d_{из}}{d_{пр}} \ln \frac{d_{из}}{d_{пр}} = \frac{2 \cdot \lambda_{из} \cdot (t_m - t_k)}{\alpha_n \cdot d_{пр} \cdot (t_k - t_o)} \quad (5)$$

где:

$\lambda_{из}$ - теплопроводность изоляционного слоя, Вт/(м·°С);

$d_{пр}$ - наружный диаметр трубопровода (изолируемого объекта), м;

$d_{из}$ - наружный диаметр изоляционной конструкции, м;

t_m - температура теплоносителя, °С;

t_k - температура на поверхности изоляционной конструкции, °С;

t_o - среднегодовая температура окружающего воздуха - для трубопроводов, расположенных на открытом воздухе, или температура в помещении, °С;

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

9.3 Тепловая изоляция трубопроводов с целью предотвращения замерзания содержащейся в них жидкости

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

Как правило, это актуально для трубопроводов малого диаметра (до 159 мм), имеющих малый запас аккумулированного тепла.

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

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

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

Тепловая изоляция уменьшает вероятность замерзания холодной воды применение изолированных неметаллических трубопроводов.

Исходными данными при определении запаса времени, на которое тепловая изоляция из изделий PIR CRYO 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 PIR CRYO, применяемых для изоляции трубопроводов холодной воды.

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

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

В частном случае для стального водопровода формула имеет вид:

$$Z = \frac{2326}{K} \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{из}} \ln \frac{d_{из}}{d_{мп}} + \frac{1}{\pi \cdot d_{из} \cdot \alpha_n} \right) \cdot \left[\frac{t_m \cdot (v_m + 0,9 \cdot v_{cm})}{t_m - 2 \cdot t_o} + \frac{10 \cdot v_m}{t_o} \right] \quad (7)$$

Толщину тепловой изоляции рассчитывают по формуле:

$$\ln \frac{d_{из}}{d_{мп}} = 2 \cdot \pi \cdot \lambda_{из} \cdot \left\{ \frac{3,6 \cdot K \cdot Z}{\frac{2 \cdot (t_m - t_z) \cdot (v_m \rho_m c_m + v_{cm} \rho_{cm} c_{cm})}{t_m + t_z - 2 \cdot t_o} + \frac{0,25 \cdot v_m \rho_m r_m}{t_z - t_o}} - \frac{1}{\pi \cdot d_{из} \cdot \alpha_n} \right\} \quad (8)$$

где:

$d_{тр}$ - наружный диаметр трубопровода (изолируемого объекта), м;

$d_{из}$ - наружный диаметр изоляционной конструкции, м;

$\lambda_{из}$ - теплопроводность изоляционного слоя, Вт/(м⁰С);

v_m - объём жидкости на метр длины трубопровода, м³;

ρ_m - плотность жидкости, кг/м³;

c_m - удельная теплоемкость жидкости, кДж/(кгК);

v_{cm} - объём стенки на метр длины трубопровода, м³;

ρ_m - плотность материала стенки, кг/м³;

c_{cm} - удельная теплоемкость материала стенки, кДж/(кг·К);

r_m - скрытая теплота замерзания (плавления), кДж/кг;

t_m - температура теплоносителя, °С;

t_z - температура замерзания (твердения) вещества °С;

t_o - среднегодовая температура окружающего воздуха - для трубопроводов, расположенных на открытом воздухе, или температура в помещении, °С;

Z - заданное время хранения хранения вещества при остановки движения вещества в трубопроводе, ч;

K - коэффициент дополнительных потерь, учитывающий потери через теплопроводные включения в теплоизоляционных конструкциях, обусловленных наличием в них крепежных деталей и опор;

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

В частном случае для стального водопровода формула имеет вид:

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

9.4 Тепловая изоляция трубопроводов с целью предотвращения конденсации влаги на поверхности изоляции

Толщину тепловой изоляции с целью предотвращения конденсации влаги из воздуха на поверхности изоляции выполняют для трубопроводов, расположенных в помещении и транспортирующих вещества с температурой ниже температуры окружающего воздуха, в том числе холодную воду. Для трубопроводов, расположенных на открытом воздухе, такой расчет не выполняют.

На величину толщины теплоизоляционного слоя для предотвращения конденсации влаги из воздуха на поверхности теплоизоляционной конструкции влияют относительная влажность окружающего воздуха (ϕ), температура воздуха в помещении (t_0) и вид защитного покрытия.

При использовании покрытия с высоким коэффициентом излучения, расчетная толщина изоляции существенно ниже.

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

Коэффициент теплоотдачи следует принимать в соответствии с Таблицей В.2 СП 61.13330.2012.

Расчетную толщину тепловой изоляции для трубопроводов с наружным диаметром до 2 м определяют по формуле:

$$\frac{d_{из}}{d_{тр}} \ln \frac{d_{из}}{d_{тр}} = \frac{2 \cdot \lambda_{из}}{\alpha_n \cdot d_{тр}} \cdot \left(\frac{t_0 - t_m}{t_0 - t_k} - 1 \right) \quad (10)$$

где:

$d_{тр}$ - наружный диаметр трубопровода (изолируемого объекта), м;

$d_{из}$ - наружный диаметр изоляционной конструкции, м;

$\lambda_{из}$ - теплопроводность изоляционного слоя, Вт/(м·°С);

t_m - температура теплоносителя, °С;

t_0 - среднегодовая температура окружающего воздуха - для трубопроводов, расположенных на открытом воздухе, или температура в помещении, °С;

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

t_k - температура на поверхности теплоизоляционной конструкции, °С.

После определения $d_{из}/d_n$ толщину изоляции определяют по формуле (2).

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

$$\delta_{из} = \frac{\lambda_{из}}{\alpha_n} \cdot \left(\frac{t_0 - t_m}{t_0 - t_k} - 1 \right) \quad (11)$$

С повышением относительной влажности воздуха при отсутствии вентиляции толщина изоляции значительно возрастает.

9.5 Тепловая изоляция трубопроводов двухтрубных водяных тепловых сетей при подземной прокладке в непроходных каналах

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

для подающего трубопровода:
$$q_1 = \frac{t_{1m} - t_{ep}}{R_1} \quad (12)$$

где:

t_{1m} - температура теплоносителя в подающем трубопроводе, °С;

t_{rp} - температура грунта на глубине заложения трубопровода, °С.

R_1 - полное термическое сопротивление подающего трубопровода, м²·°С / Вт.

для обратного трубопровода:
$$q_2 = \frac{t_{2m} - t_{ep}}{R_2} \quad (13)$$

где:

t_{2m} - температура теплоносителя в обратном трубопроводе, °С;

R_2 - полное термическое сопротивление обратного трубопровода, м²·°С / Вт.

$$R_1 = R_{1mp} + R_{кан} + R_{1доп} \quad (14)$$

$$R_2 = R_{2mp} + R_{кан} + R_{2доп} \quad (15)$$

где:

$R_{1тр}$ и $R_{2тр}$ - термические сопротивления соответственно для подающего и обратного трубопроводов, м²·°С / Вт;

$R_{1доп}$, $R_{2доп}$ - дополнительные термические сопротивления взаимного влияния соответственно для подающего и обратного трубопроводов, м²·°С / Вт;

$R_{кан}$ - термическое сопротивление канала, м²·°С / Вт.

$$R_{1доп} = \psi_{1кан} \cdot R_{кан} \quad (16)$$

$$R_{2доп} = \psi_{2кан} \cdot R_{кан} \quad (17)$$

где:

$\psi_{1кан}$, $\psi_{2кан}$ - коэффициенты, определяющие дополнительное термическое сопротивление соответственно для подающего и обратного трубопроводов в канале.

$$\psi_{1кан} = \frac{(t_{2m} - t_{ep}) \cdot R_{1mp} - (t_{1m} - t_{2m}) \cdot R_{кан}}{(t_{2m} - t_{ep}) \cdot R_{2mp} + (t_{1m} - t_{2m}) \cdot R_{кан}} \quad (18)$$

$$\psi_{2кан} = \frac{(t_{2m} - t_{ep}) \cdot R_{2mp} + (t_{1m} - t_{2m}) \cdot R_{кан}}{(t_{2m} - t_{ep}) \cdot R_{1mp} + (t_{1m} - t_{2m}) \cdot R_{кан}} \quad (19)$$

9.6 Толщина теплоизоляционного слоя по заданному снижению (повышению) температуры вещества, транспортируемого трубопроводами

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

Расчет производится по следующим формулам:

при $\frac{t_{m1} - t_0}{t_{m2} - t_0} \geq 2$

$$\ln \frac{d_{из}}{d_{мп}} = 2 \cdot \pi \cdot \lambda_{из} \cdot \left(\frac{3,6 \cdot L \cdot K}{G_w \cdot c_w \cdot \ln \frac{t_{m1} - t_0}{t_{m2} - t_0}} - \frac{1}{\pi \cdot d_{из} \cdot \alpha_n} \right) \quad (20)$$

при $\frac{t_{m1} - t_0}{t_{m2} - t_0} < 2$

$$\ln \frac{d_{из}}{d_{мп}} = 2 \cdot \pi \cdot \lambda_{из} \cdot \left(\frac{3,6 \cdot L \cdot K \cdot (t_m^{cp} - t_0)}{G_w \cdot c_w \cdot \ln(t_{m1} - t_{m2})} - \frac{1}{\pi \cdot d_{из} \cdot \alpha_n} \right) \quad (21)$$

где:

$d_{тр}$ - наружный диаметр трубопровода (изолируемого объекта), м;

$d_{из}$ - наружный диаметр изоляционной конструкции, м;

$\lambda_{из}$ - теплопроводность изоляционного слоя, Вт/(м·°С);

t_m - температура теплоносителя, °С;

t_m^{cp} - средняя температура теплоносителя по трассе трубопровода, С;

t_{m1} - начальная температура вещества внутри изолируемого оборудования, °С;

t_{m2} - конечная температура вещества внутри изолируемого оборудования, °С;

t_0 - среднегодовая температура окружающего воздуха - для трубопроводов, расположенных на открытом воздухе, или температура в помещении, °С;

G_w - расход вещества, транспортируемого трубопроводом, кг/ч;

C_w - теплоемкость вещества (теплоносителя), находящегося внутри изолируемого объекта, кДж/(кг·°С) ;

L - длина трубопровода, м;

K - коэффициент дополнительных потерь, учитывающий потери через теплопроводные включения в теплоизоляционных конструкциях, обусловленных наличием в них крепежных деталей и опор;

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

9.7 Толщина теплоизоляционного слоя по заданной величине охлаждения (нагрева) вещества, хранимого в емкости

Расчет производится с целью определения необходимой толщины изоляции необходимой для поддержания температуры вещества, хранимого в емкости, в течение заданного времени. Расчет толщины теплоизоляционного слоя следует производить по формуле:

$$\delta_{из} = \lambda_{из} \cdot \left(\frac{3,96 \cdot (t_m^{cp} - t_e) \cdot F \cdot Z}{(t_{m1} - t_{m2}) \cdot (v_m \rho_m c_m + v_{cm} \rho_{cm} c_{cm})} - \frac{1}{\alpha_n} \right) \quad (22)$$

где:

$\lambda_{из}$ - теплопроводность изоляционного слоя, Вт/(м·°С);

t_m^{cp} - средняя температура теплоносителя по трассе трубопровода, °С;

t_e - температура окружающей среды, °С;

v_m - объем хранимого вещества в емкости, м³;

v_{cm} - объем стенки емкости, м³;

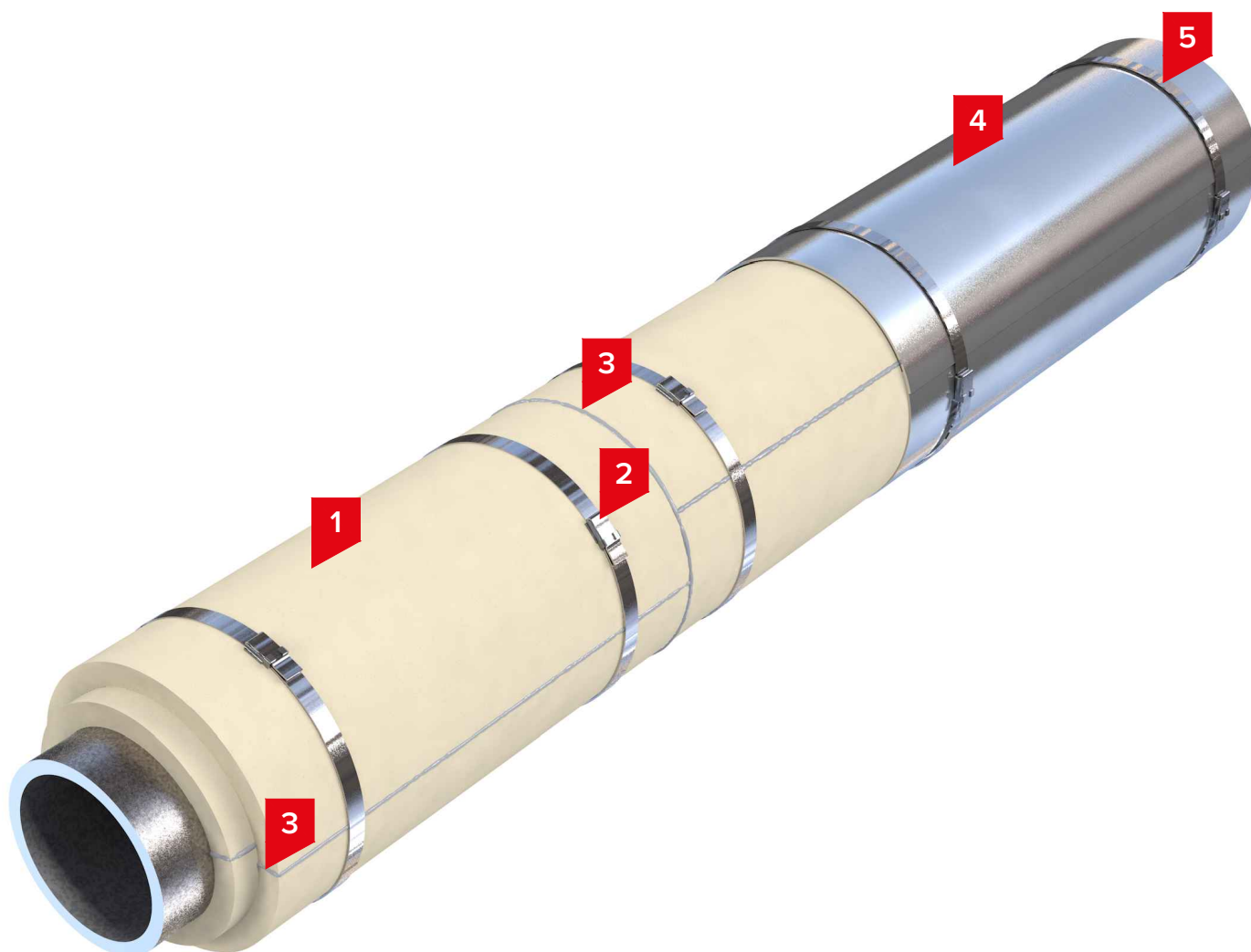
F - площадь теплоотделяющей поверхности изолируемого объекта, м²;

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

Температуру окружающего воздуха следует принимать:

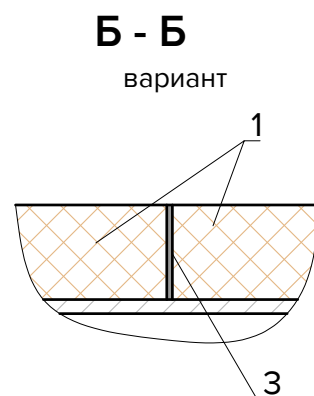
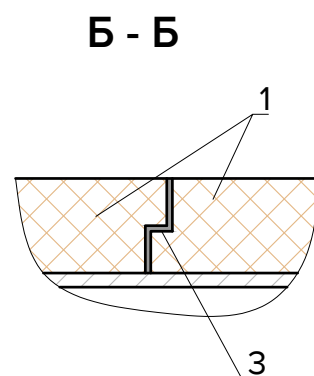
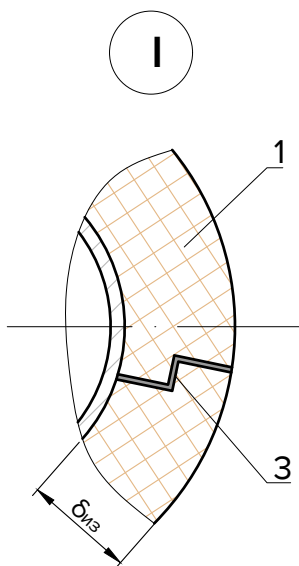
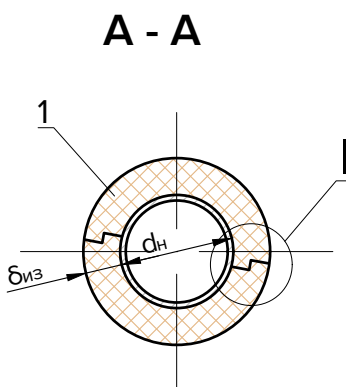
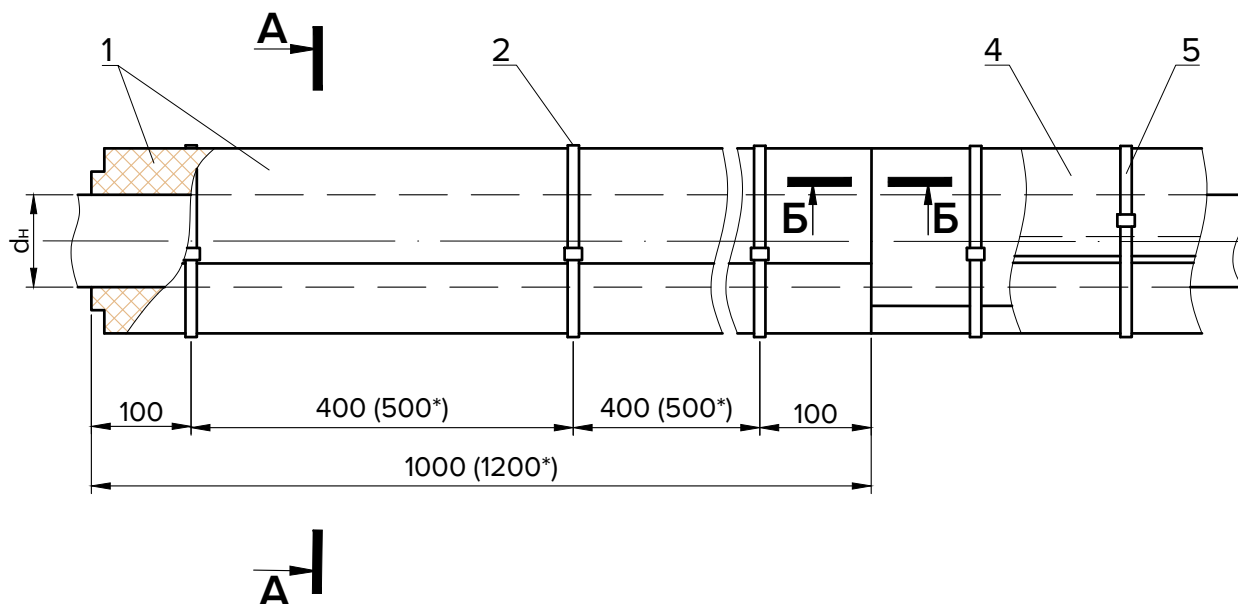
- при расположении на открытом воздухе - среднюю наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,98;
- при расположении в помещении - в соответствии с техническим заданием.

Коэффициент теплоотдачи от покрытия изоляции к окружающему воздуху рекомендуется принимать в соответствии с таблицей В.2 СП 61.1333-2012.

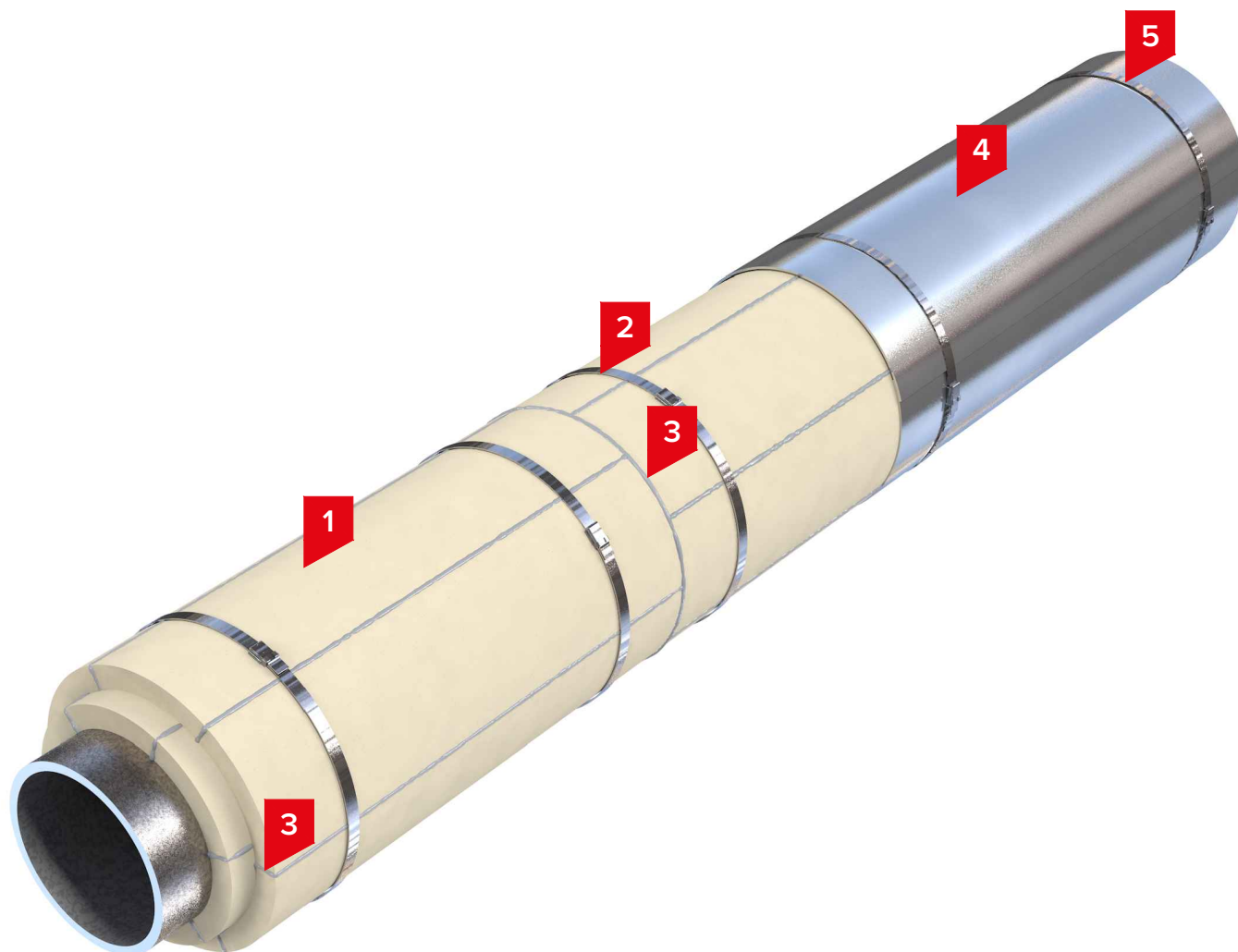


УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

1	Полуцилиндры теплоизоляционные PIR CRYO
2	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
3	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
4	Покрытие защитное металлическое
5	Бандаж с пряжкой

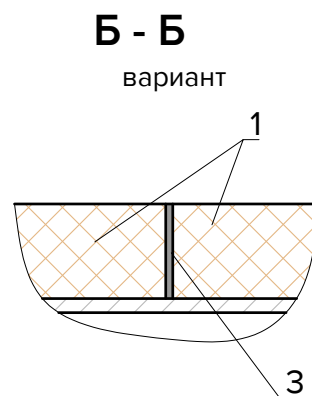
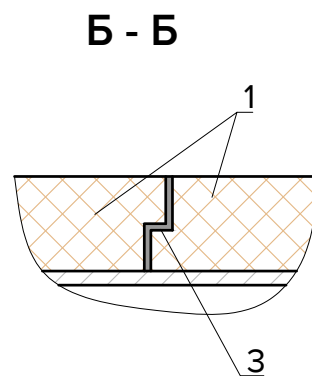
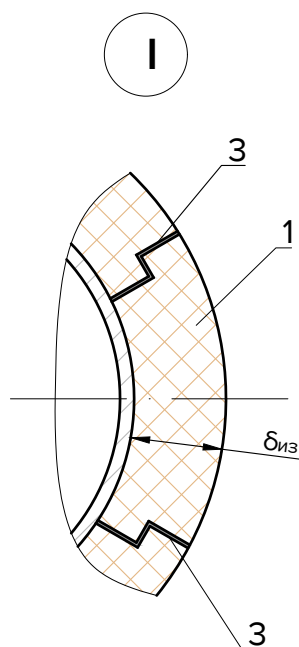
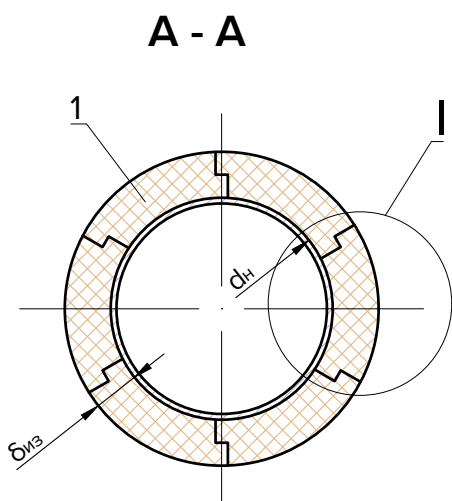
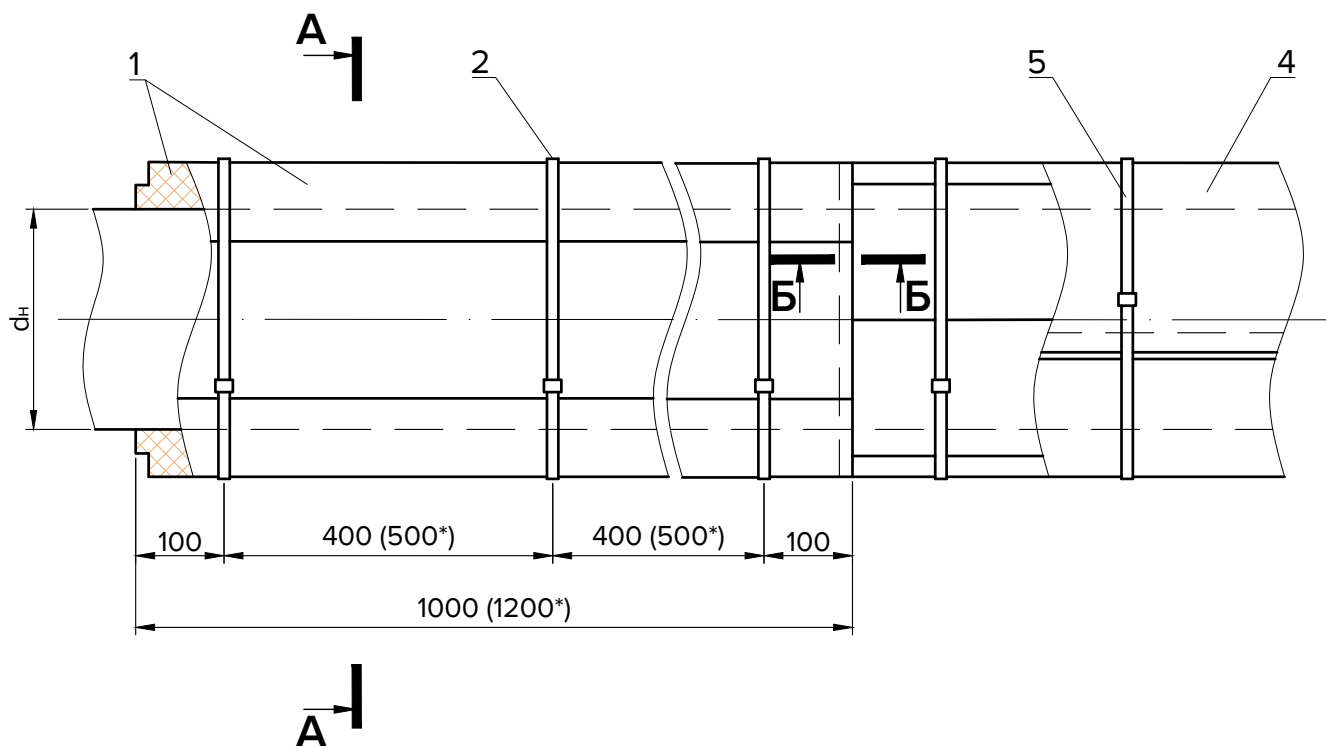


* Для теплоизоляционных изделий длиной 1200 мм.

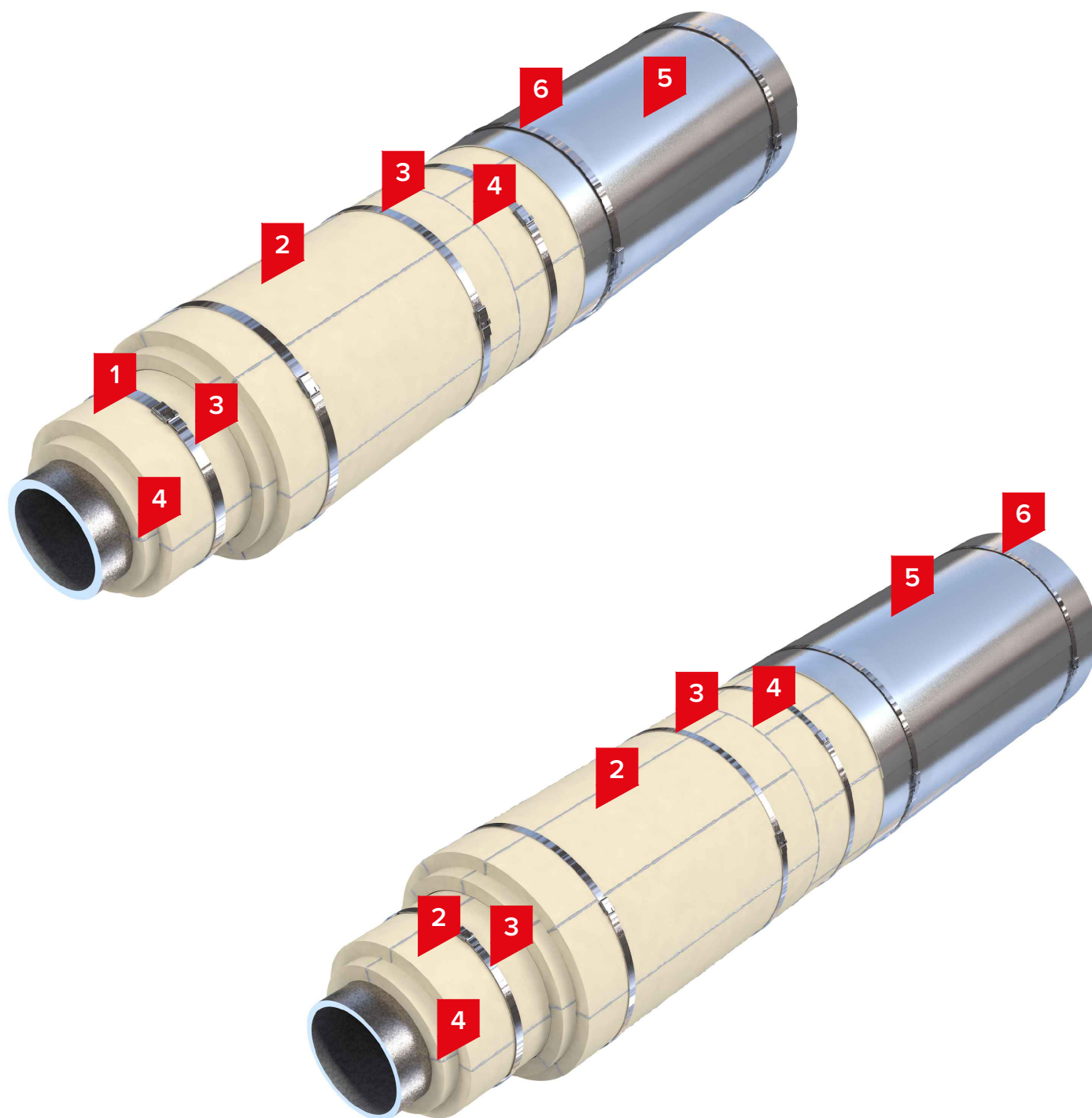


УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

1	Сегменты теплоизоляционные PIR CRYO
2	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
3	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
4	Покрытие защитное металлическое
5	Бандаж с пряжкой

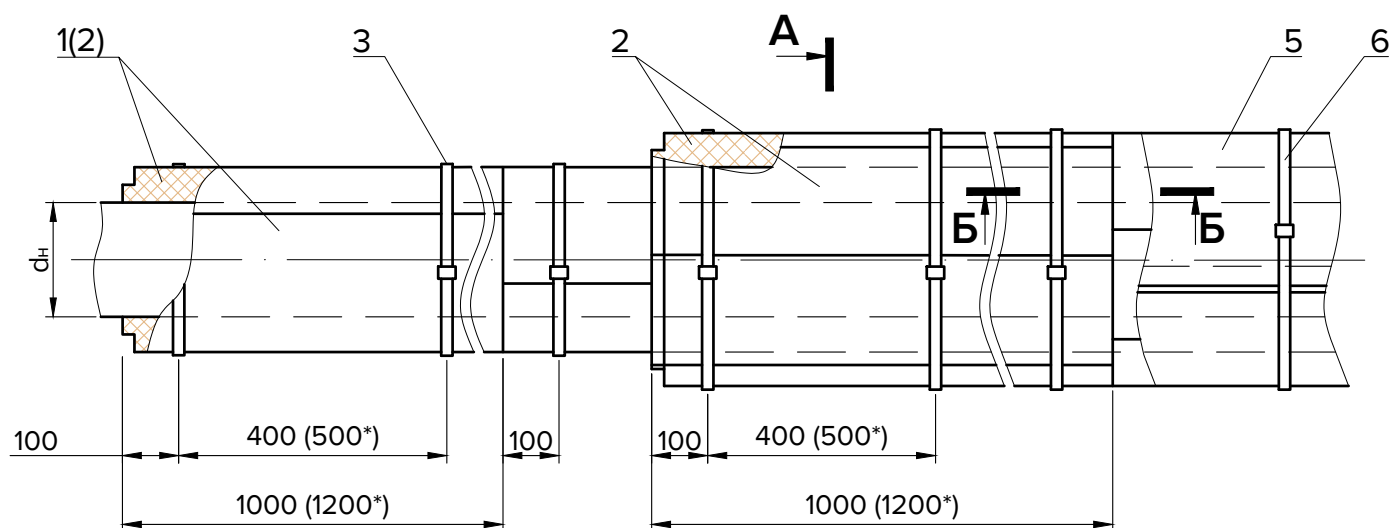


* Для теплоизоляционных изделий длиной 1200 мм.



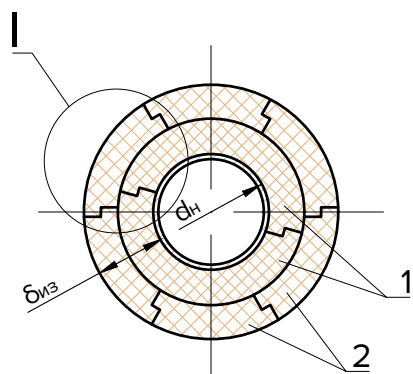
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

1	Полуцилиндры теплоизоляционные PIR CRYO
2	Сегменты теплоизоляционные PIR CRYO
3	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
4	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
5	Покрытие защитное металлическое
6	Бандаж с пряжкой



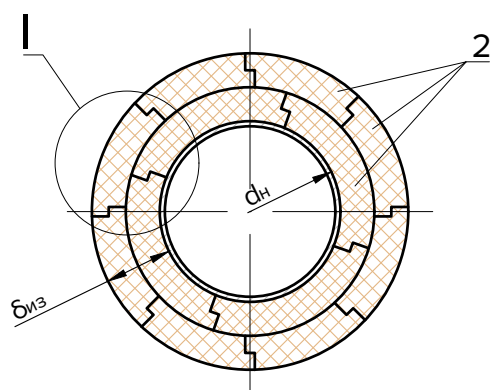
A - A

при d_n от 22 до 250 мм

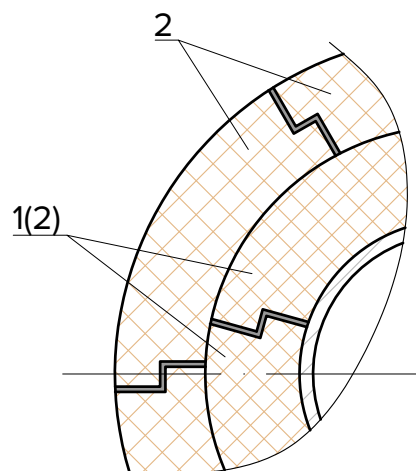


A - A

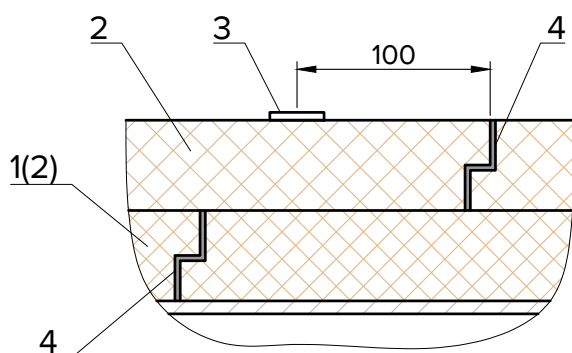
при d_n более 250 мм



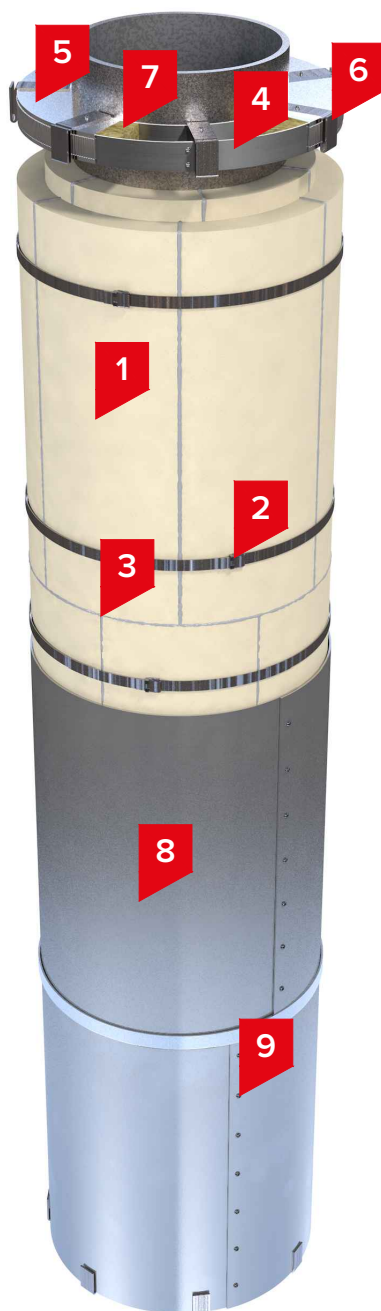
A - A



Б - Б

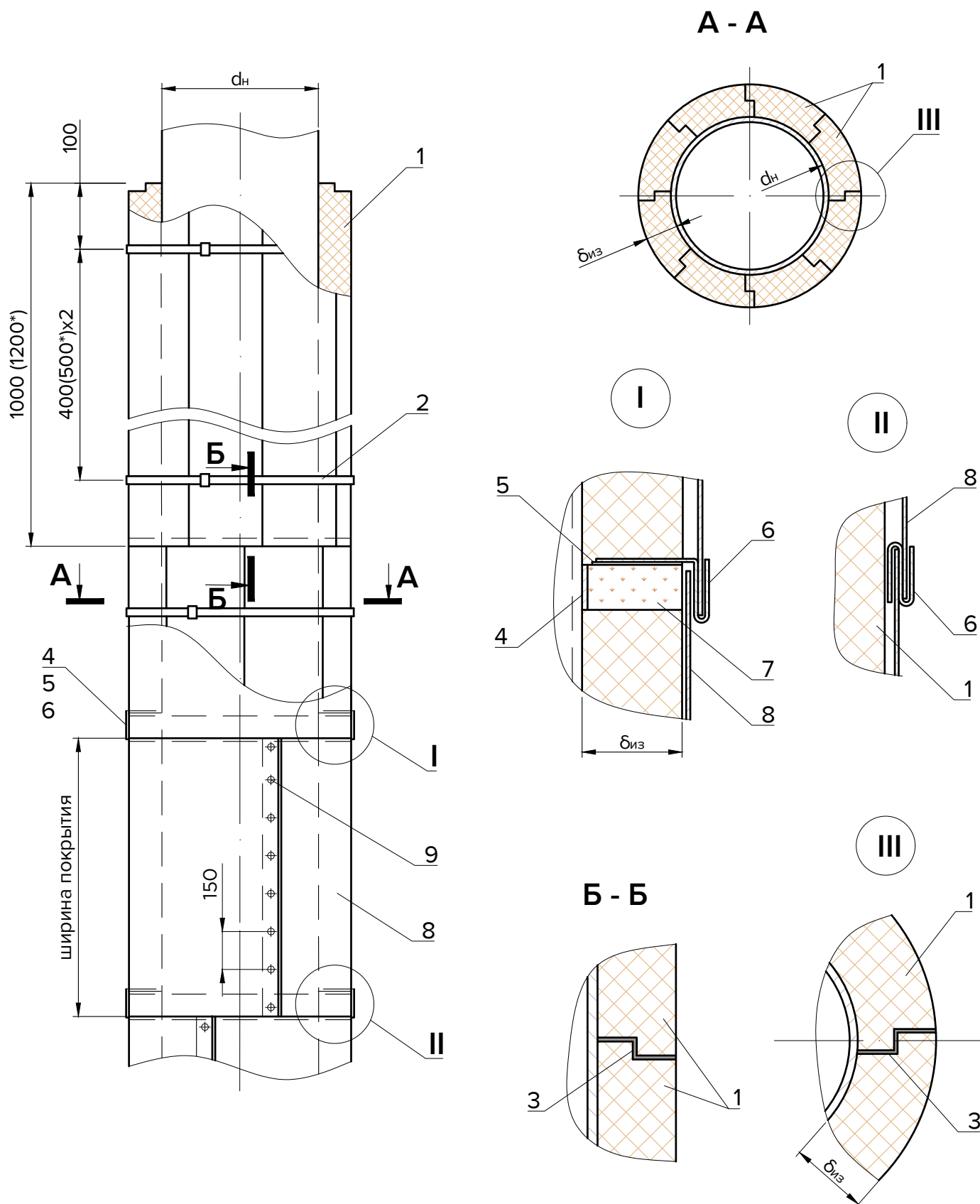


* Для теплоизоляционных изделий длиной 1200 мм.

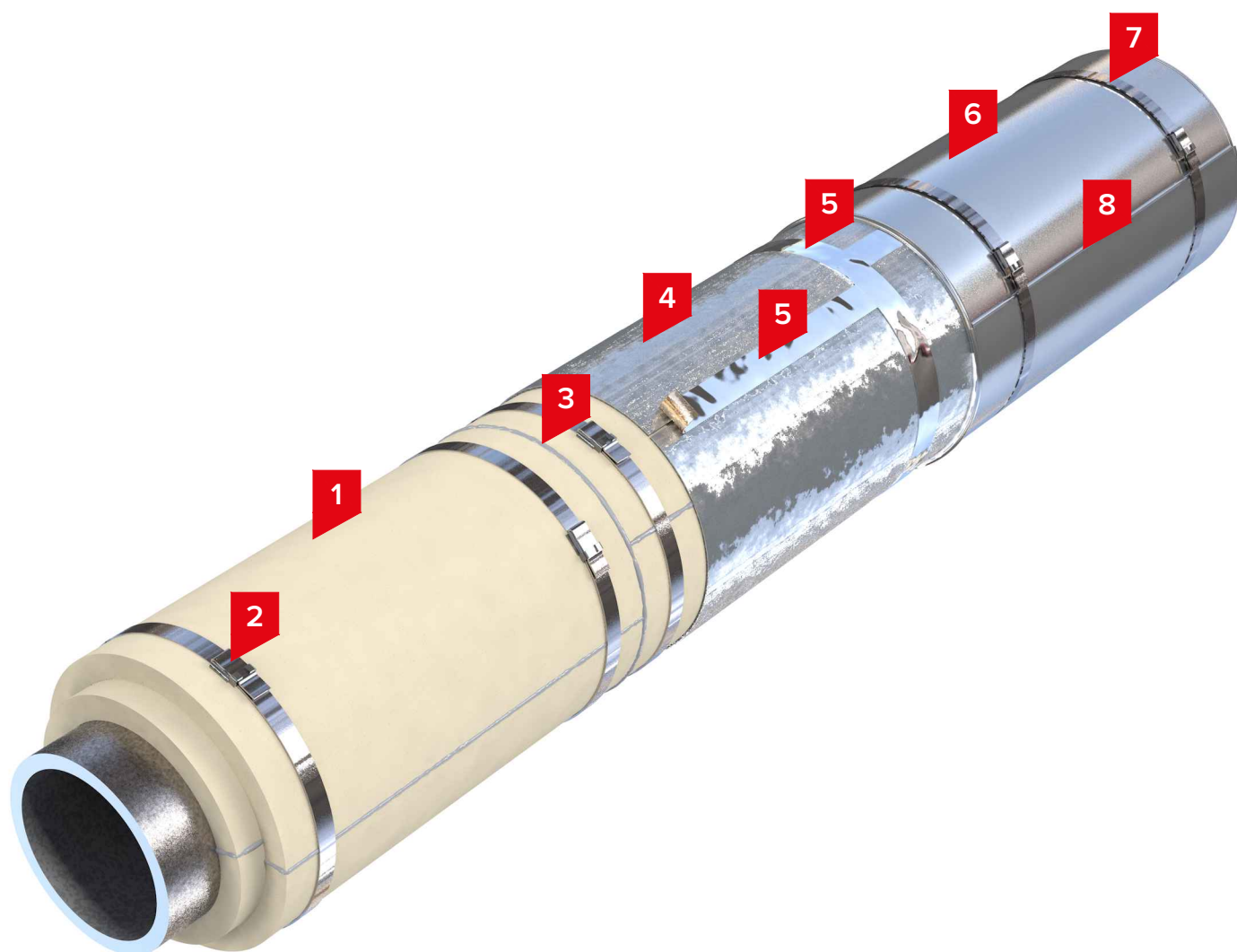


УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

1	Полуцилиндры / сегменты теплоизоляционные PIR CRYO
2	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
3	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
4	Разгружающее устройство - бандаж стяжной
5	Элемент диафрагмы
6	Скоба навесная
7	Компенсационная вставка (маты минераловатные ГОСТ 21880-2011)
8	Покрытие защитное металлическое
9	Винт самонарезающий

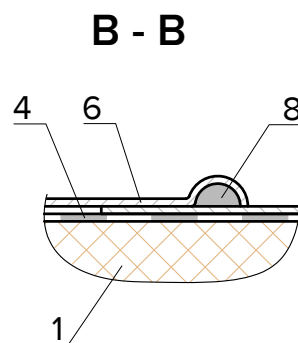
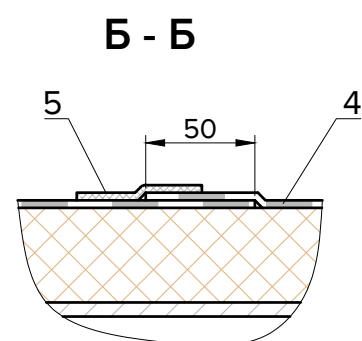
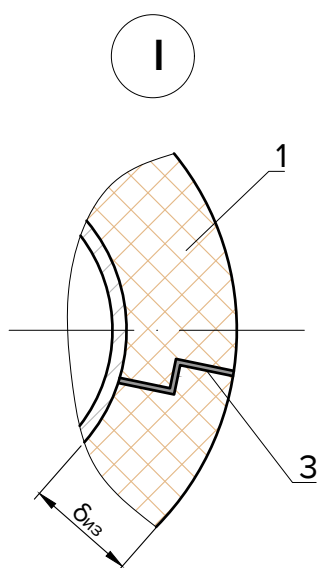
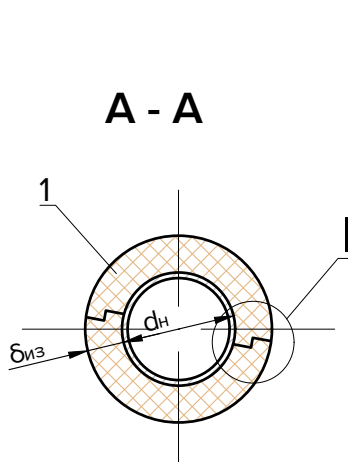
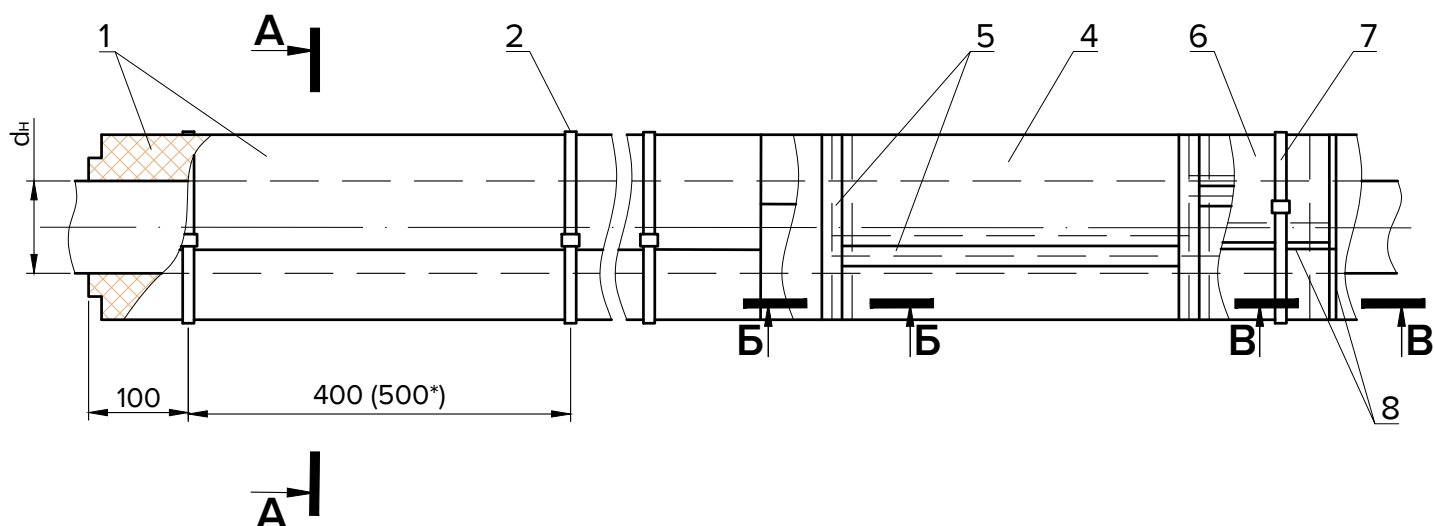


* Для теплоизоляционных изделий длиной 1200 мм.

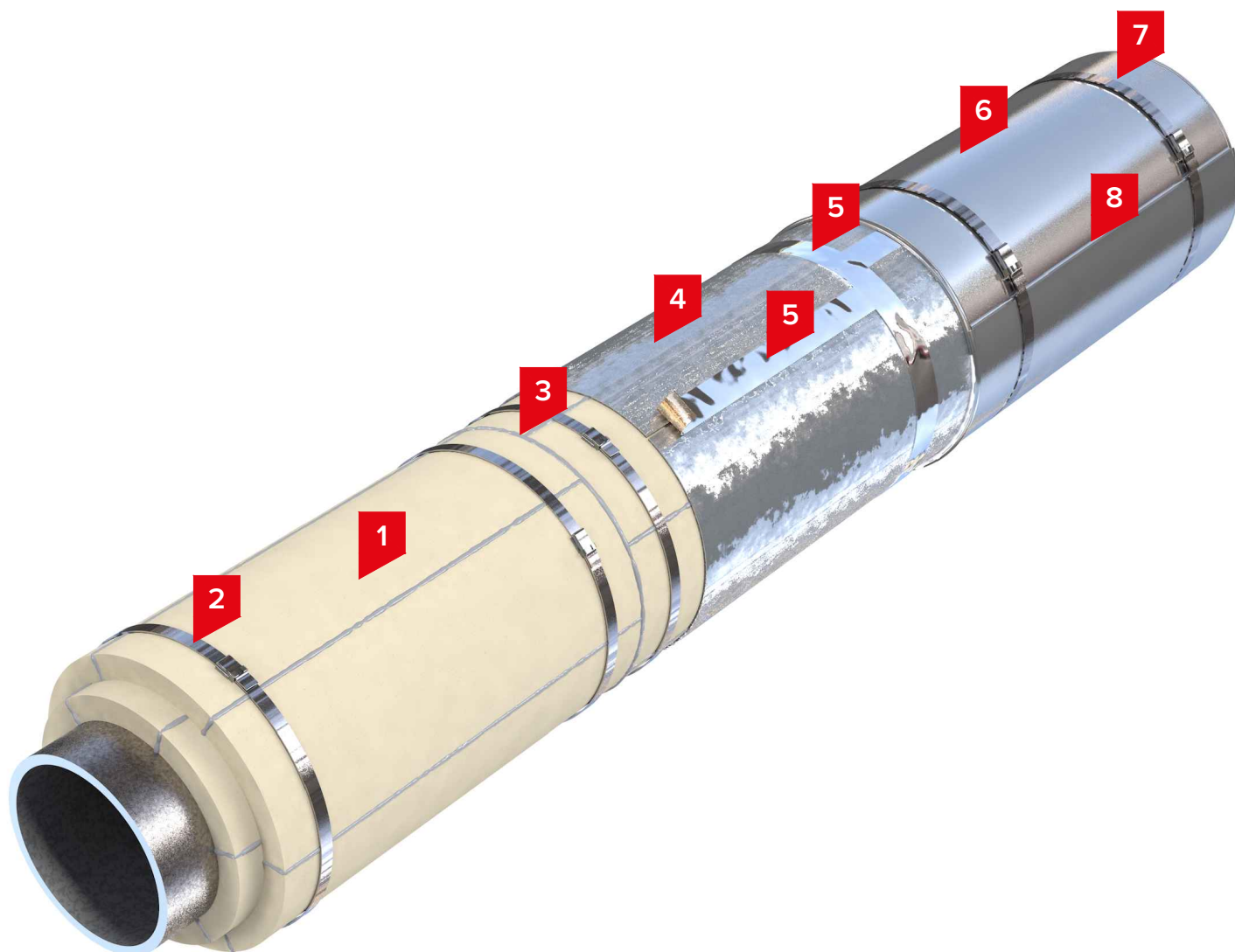


УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

1	Полуцилиндры теплоизоляционные PIR CRYO
2	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
3	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
4	Первичный паронепроницаемый барьер CRYO - основной пароизоляционный слой
5	Лента алюминиевая CRYO - стыки пароизоляционного слоя
6	Покрытие защитное металлическое
7	Бандаж с пряжкой
8	Герметик для металла CRYO

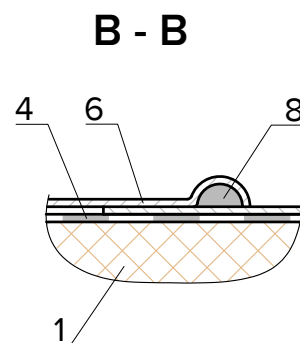
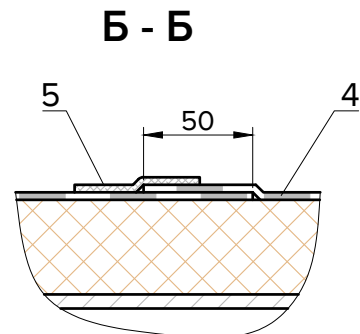
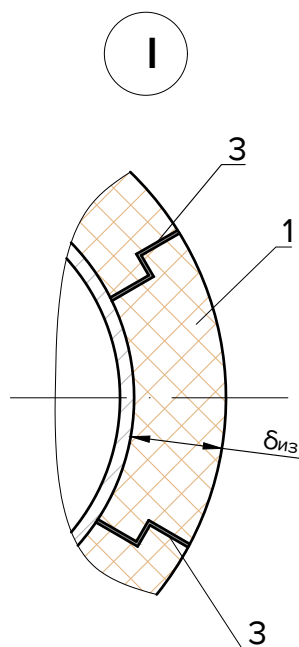
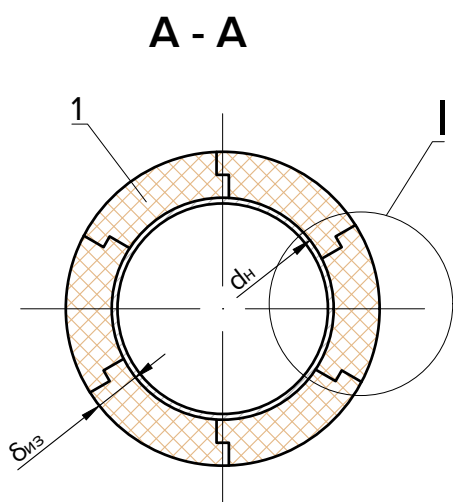
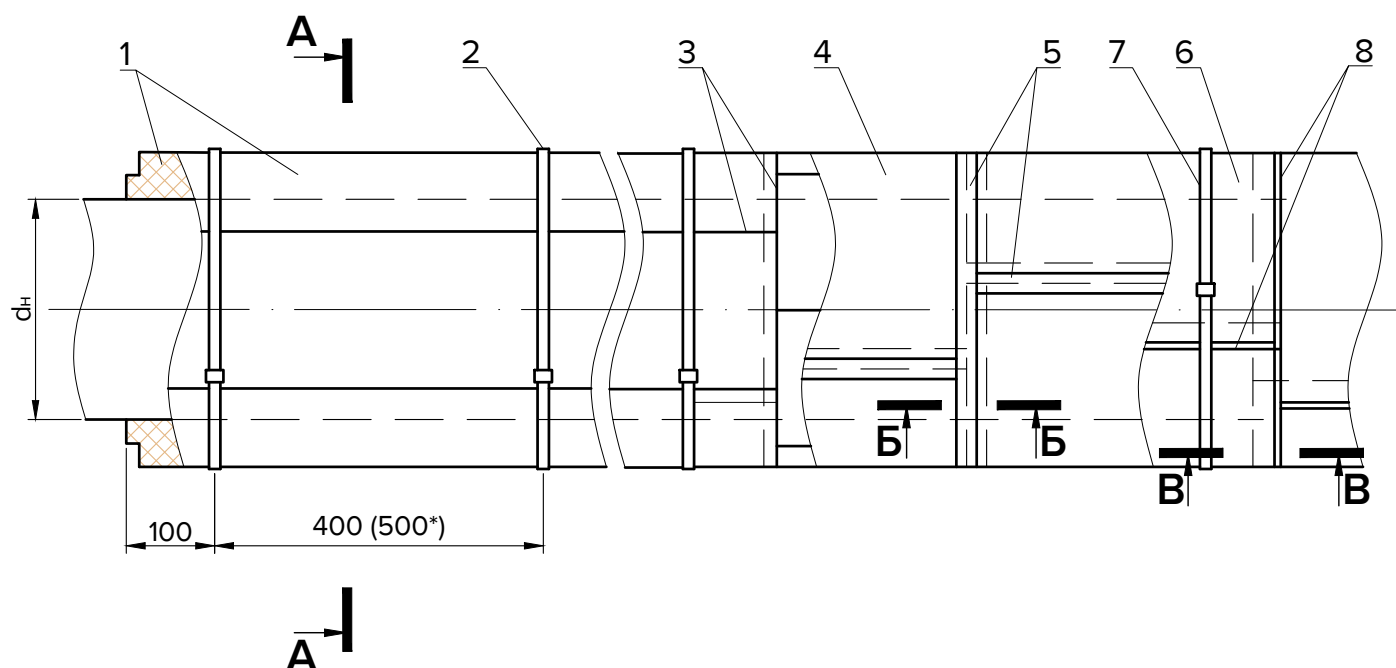


* Для теплоизоляционных изделий длиной 1200 мм.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

1	Сегменты теплоизоляционные PIR CRYO
2	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
3	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
4	Первичный паронепроницаемый барьер CRYO - основной пароизоляционный слой
5	Лента алюминиевая CRYO - стыки пароизоляционного слоя
6	Покрытие защитное металлическое
7	Бандаж с пряжкой
8	Герметик для металла CRYO

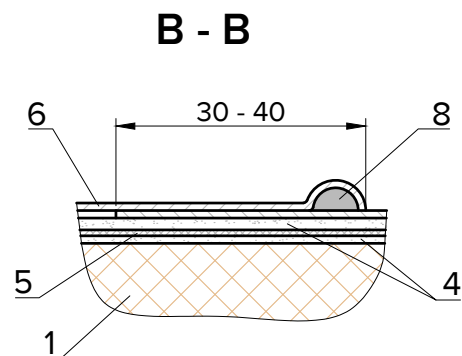
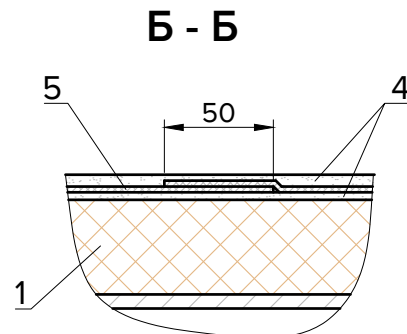
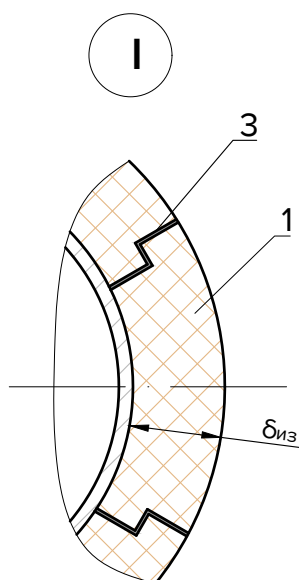
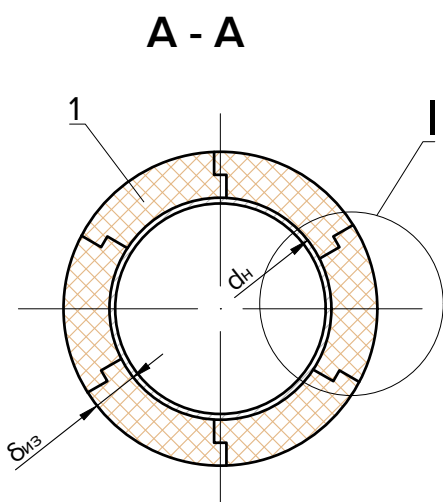
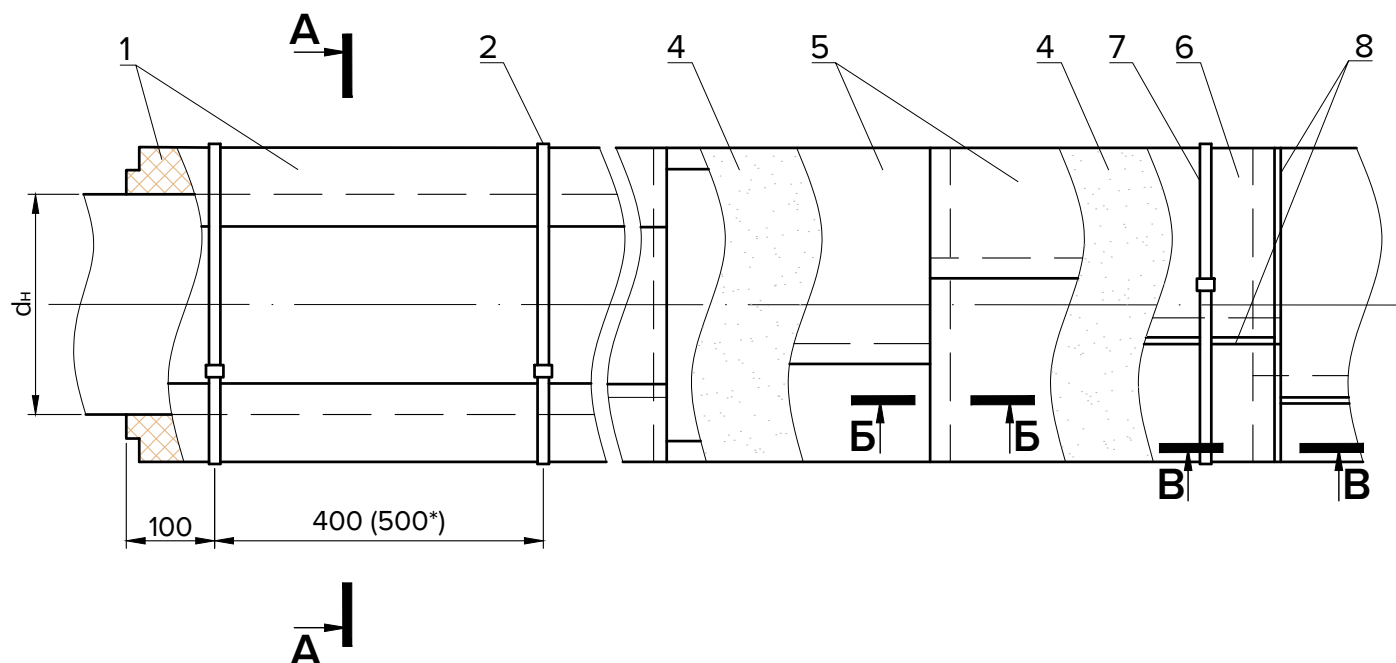


* Для теплоизоляционных изделий длиной 1200 мм.

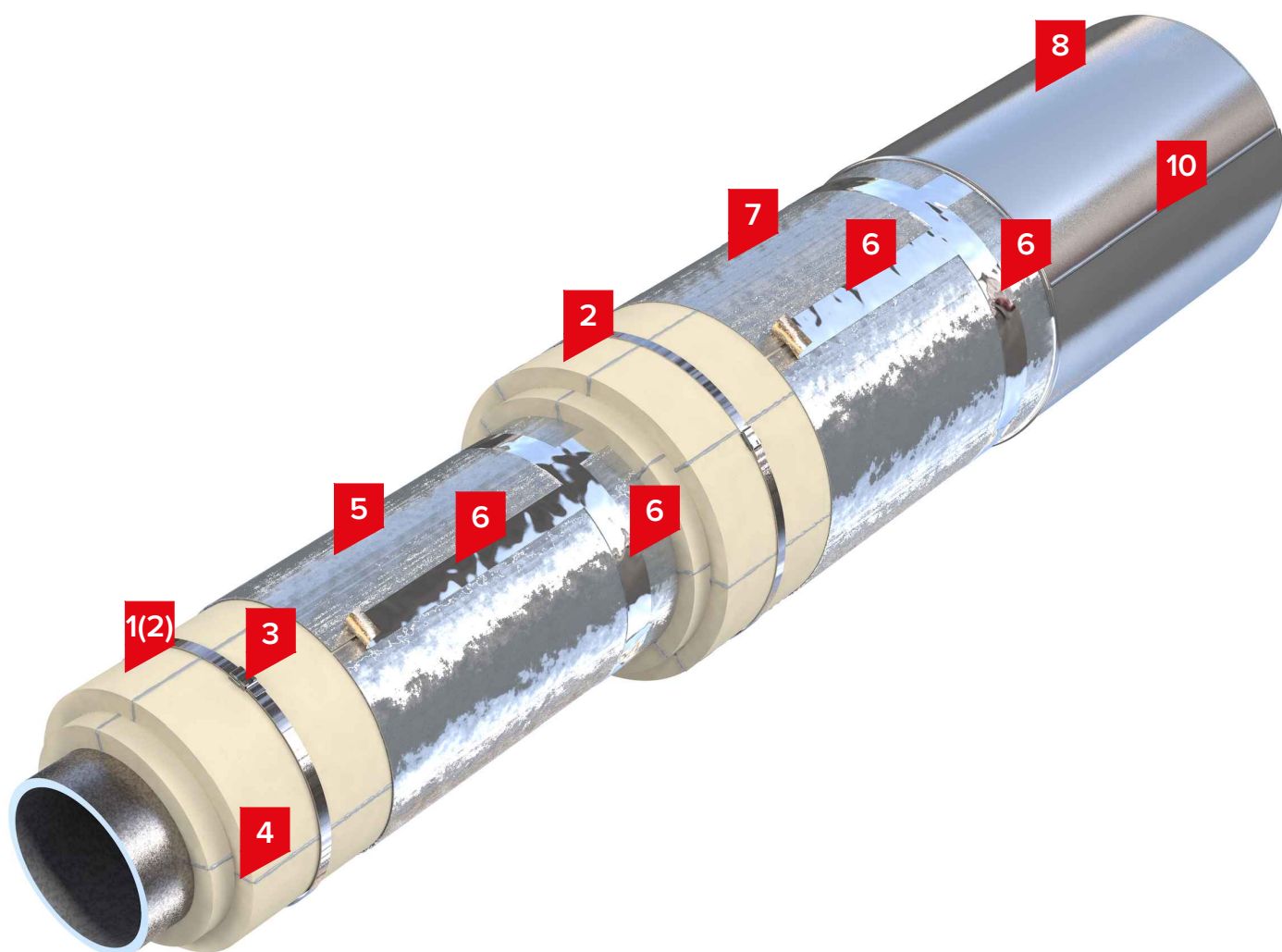


УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

1	Сегменты / полуцилиндры теплоизоляционные PIR CRYO
2	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
3	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
4	Мастика битумная
5	Стеклоткань армированная
6	Покрытие защитное металлическое
7	Бандаж с пряжкой
8	Герметик для металла CRYO

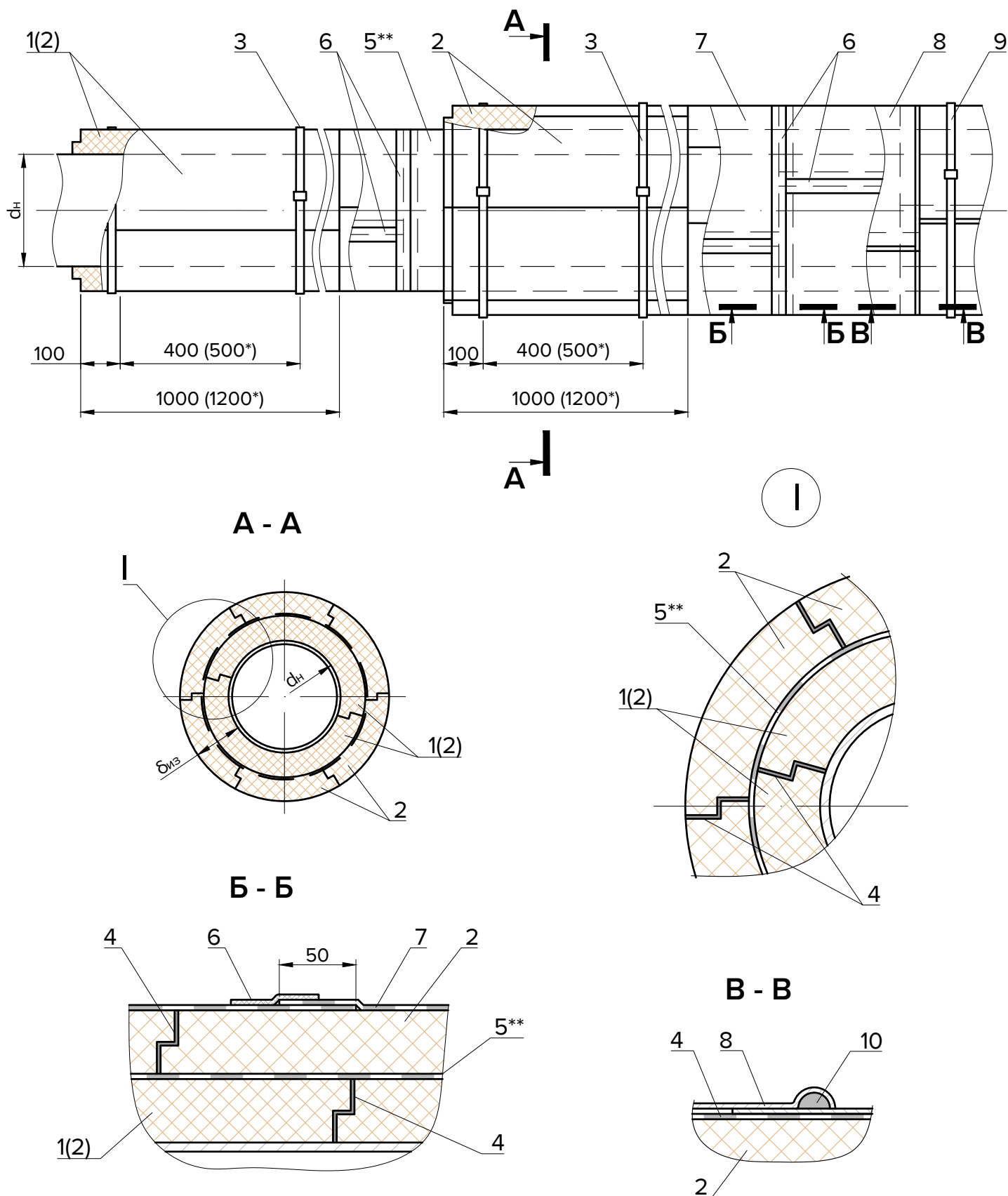


* Для теплоизоляционных изделий длиной 1200 мм.



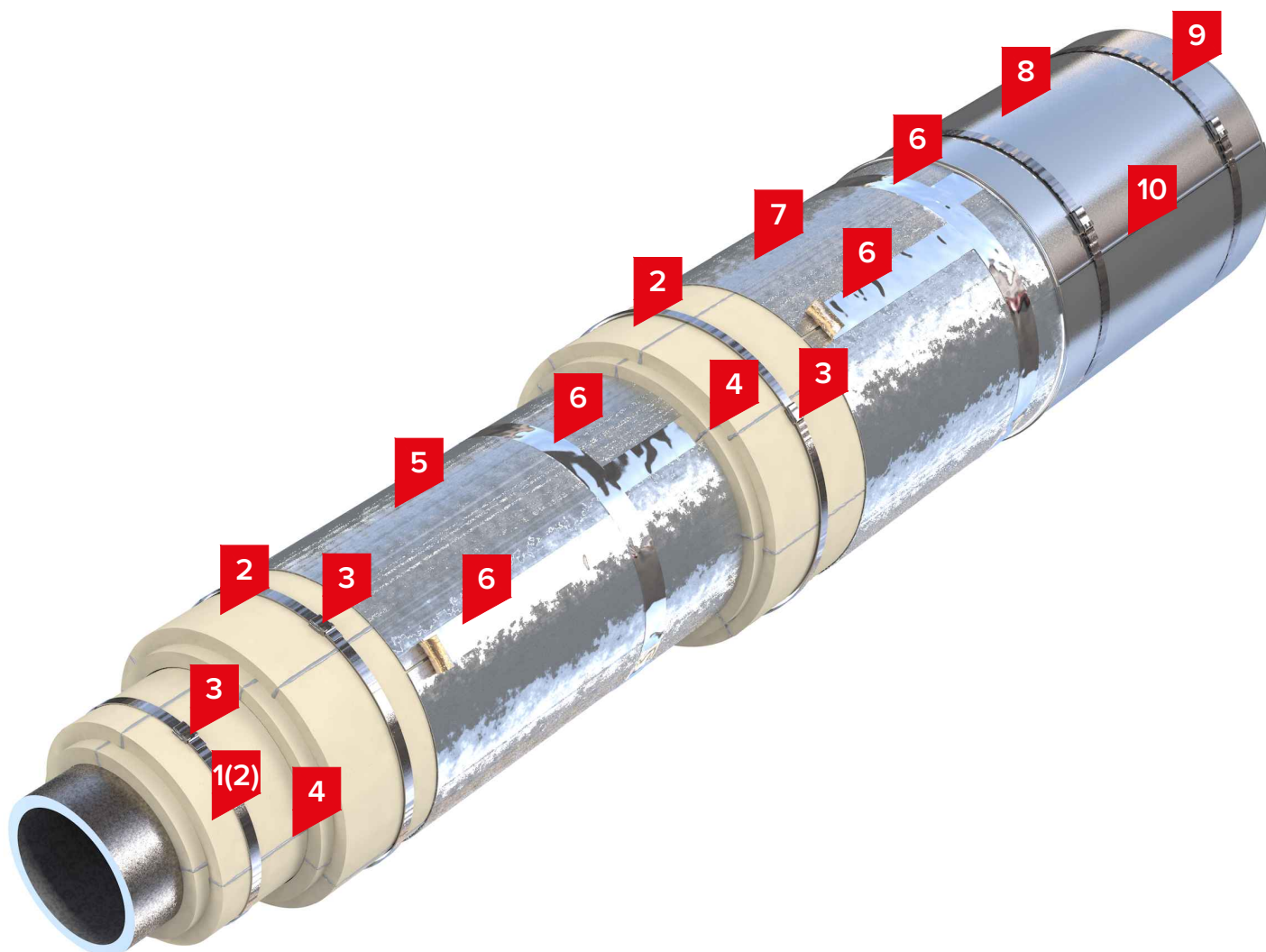
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

1	Полуцилиндры теплоизоляционные PIR CRYO
2	Сегменты теплоизоляционные PIR CRYO
3	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
4	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
5	Вторичный паронепроницаемый барьер CRYO - вспомогательный пароизоляционный слой - при температуре теплоносителя ниже -50°C
6	Лента алюминиевая CRYO - стыки пароизоляционного слоя
7	Первичный паронепроницаемый барьер CRYO - основной пароизоляционный слой
8	Покрытие защитное металлическое
9	Бандаж с пряжкой
10	Герметик для металла CRYO



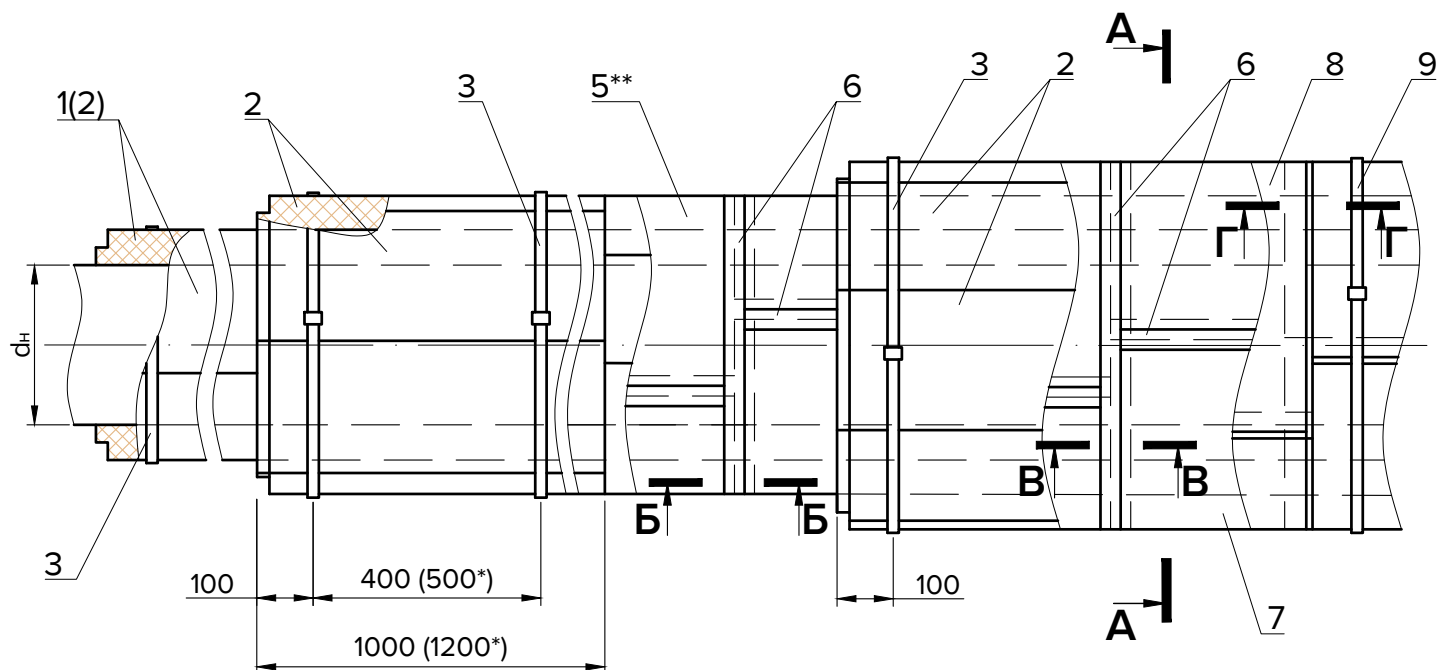
* Для теплоизоляционных изделий длиной 1200 мм.

** Вторичный пароизоляционный барьер применяется при температуре теплоносителя ниже -50°C .

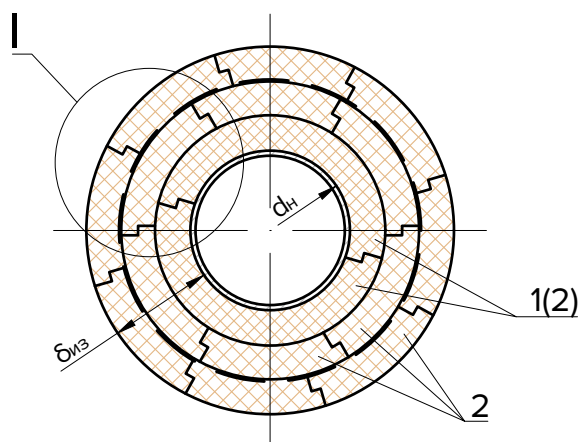


УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

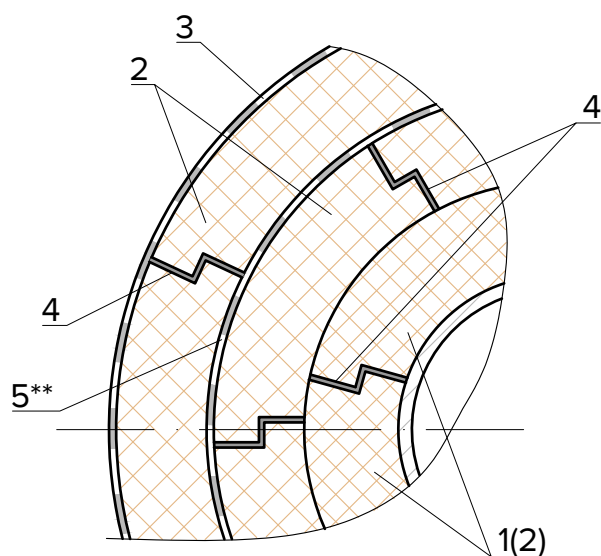
1	Полуцилиндры теплоизоляционные PIR CRYO
2	Сегменты теплоизоляционные PIR CRYO
3	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
4	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
5	Вторичный паронепроницаемый барьер CRYO - вспомогательный пароизоляционный слой
6	Лента алюминиевая CRYO - стыки пароизоляционного слоя
7	Первичный паронепроницаемый барьер CRYO - основной пароизоляционный слой
8	Покрытие защитное металлическое
9	Бандаж с пряжкой
10	Герметик для металла CRYO



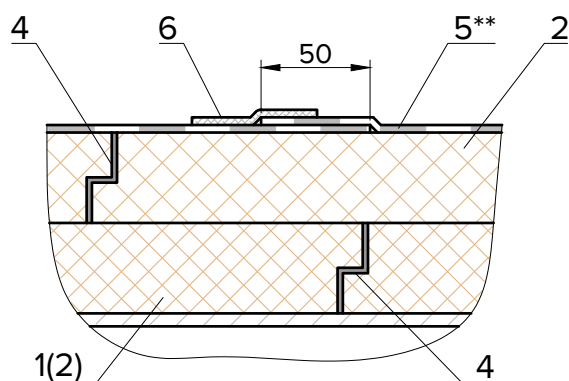
A - A



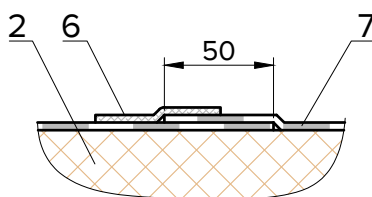
I



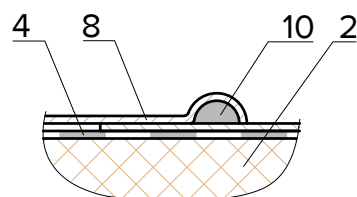
Б - Б



В - В



Г - Г



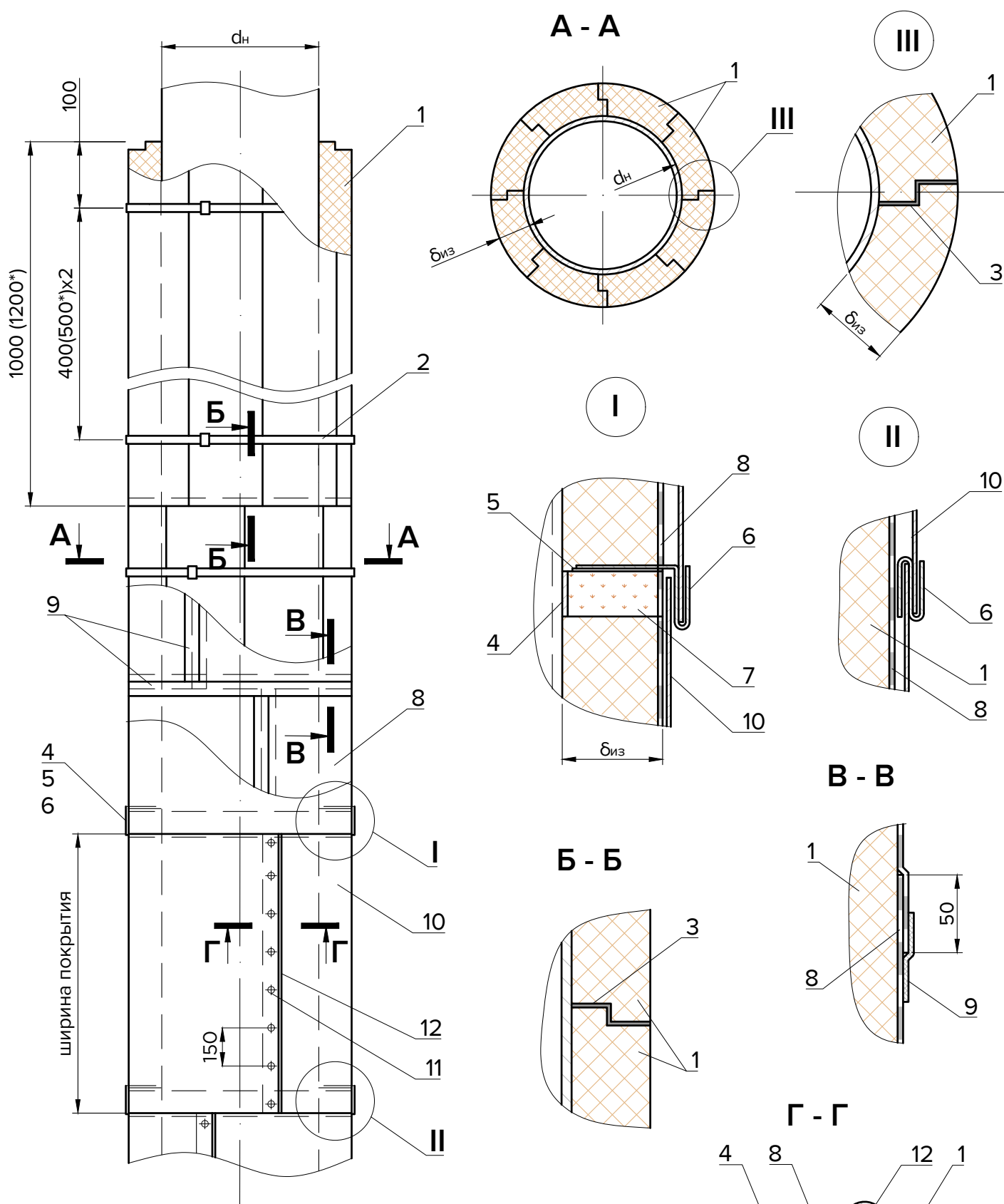
* Для теплоизоляционных изделий длиной 1200 мм.

** Вторичный пароизоляционный барьер применяется при температуре теплоносителя ниже -50°C .



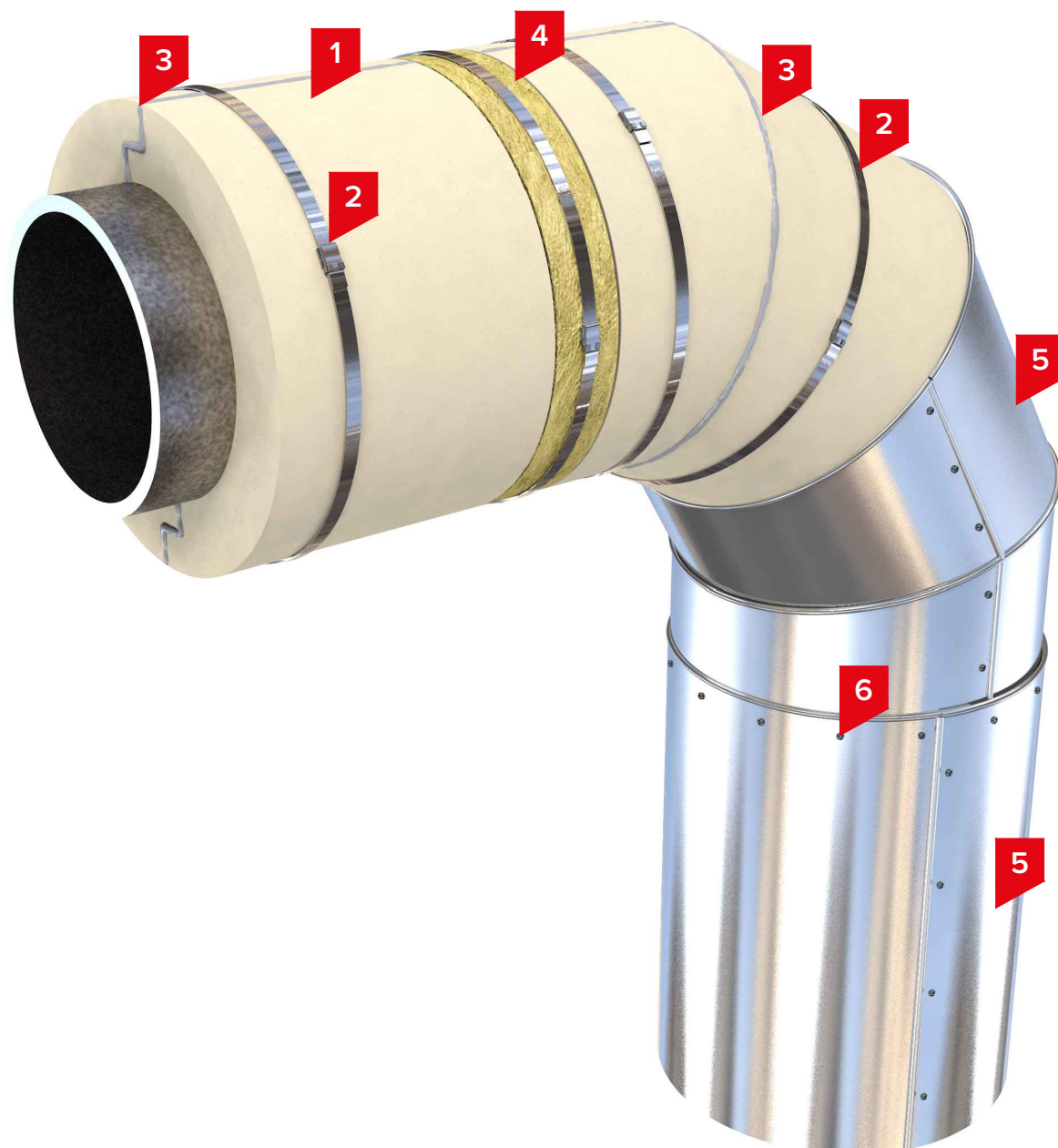
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

1	Полуцилиндры / сегменты теплоизоляционные PIR CRYO
2	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
3	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
4	Разгружающее устройство - бандаж стяжной
5	Элемент диафрагмы
6	Скоба навесная
7	Компенсационная вставка (маты минераловатные ГОСТ 21880-2011)
8	Первичный паронепроницаемый барьер CRYO - основной пароизоляционный слой
9	Лента алюминиевая CRYO - стыки пароизоляционного слоя
10	Покрытие защитное металлическое
11	Винт самонарезающий / Бандаж с пряжкой
12	Герметик для металла CRYO



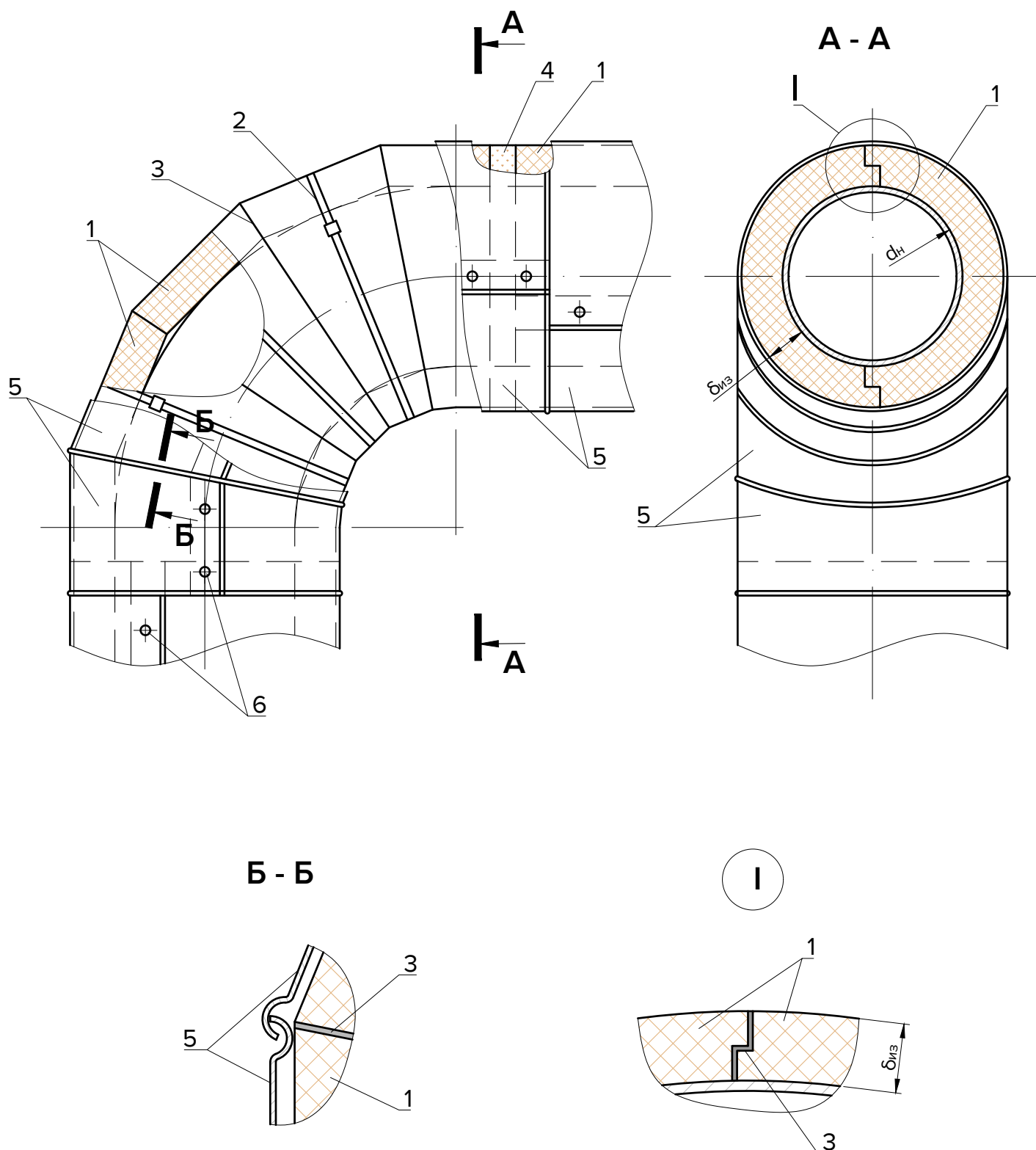
* Для теплоизоляционных изделий длиной 1200 мм.

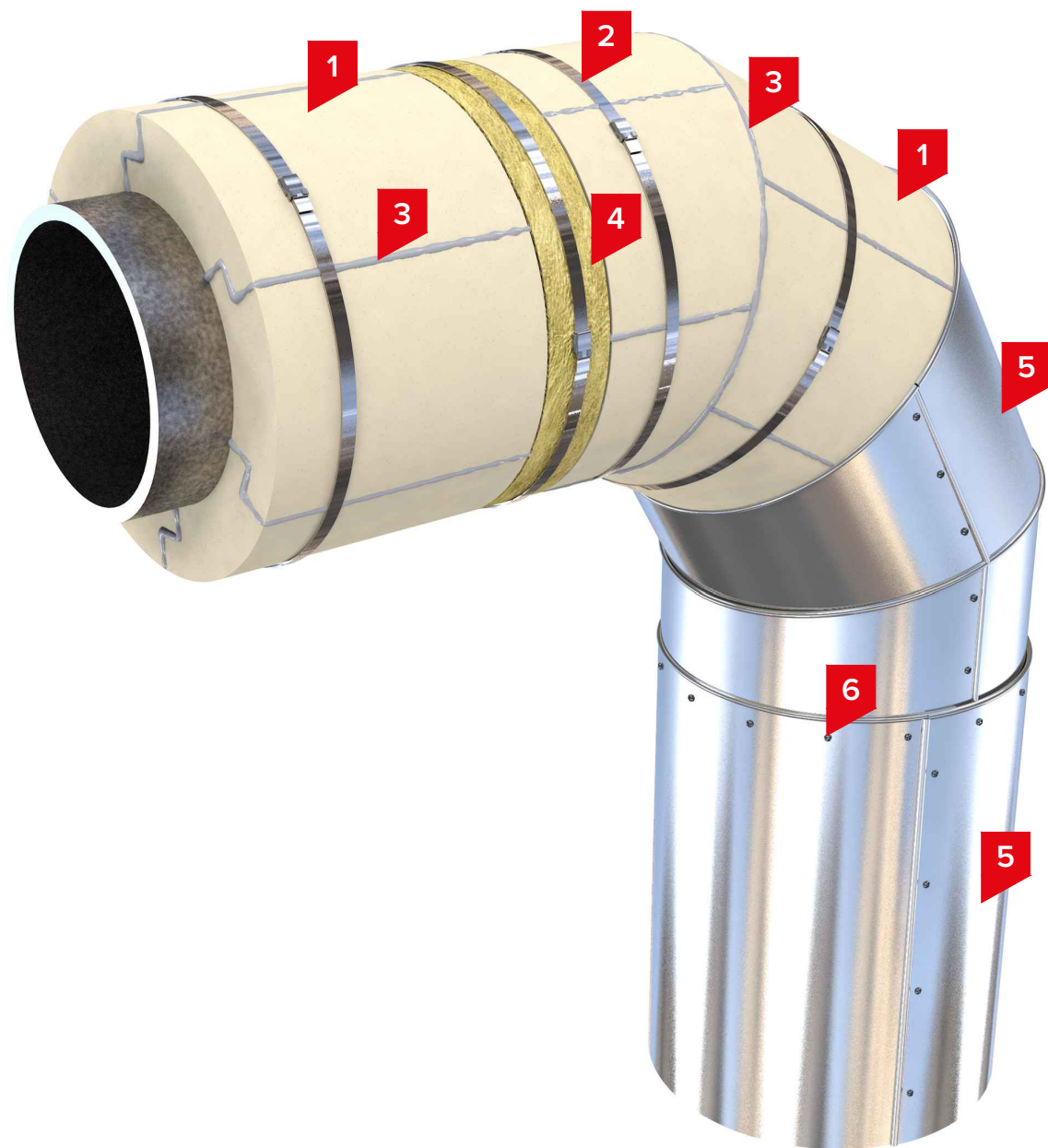
** Теплоизоляционная конструкция в два и три слоя выполняется согласно A1.7 и A1.8.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

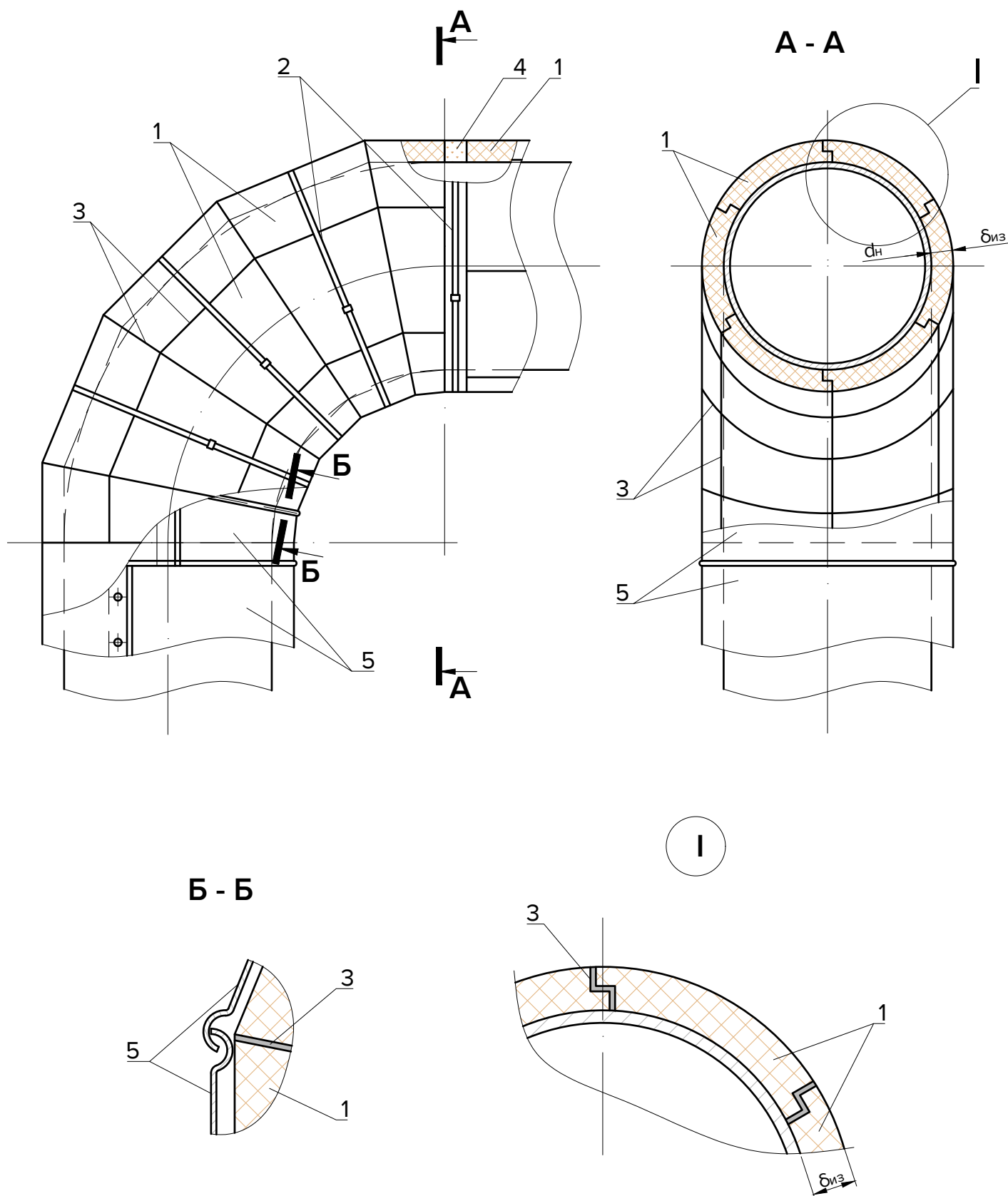
1	Полуцилиндры теплоизоляционные PIR CRYO
2	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
3	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
4	Компенсационная вставка (маты минераловатные ГОСТ 21880-2011)
5	Покрытие защитное металлическое
6	Винт самонарезающий / Бандаж с пряжкой

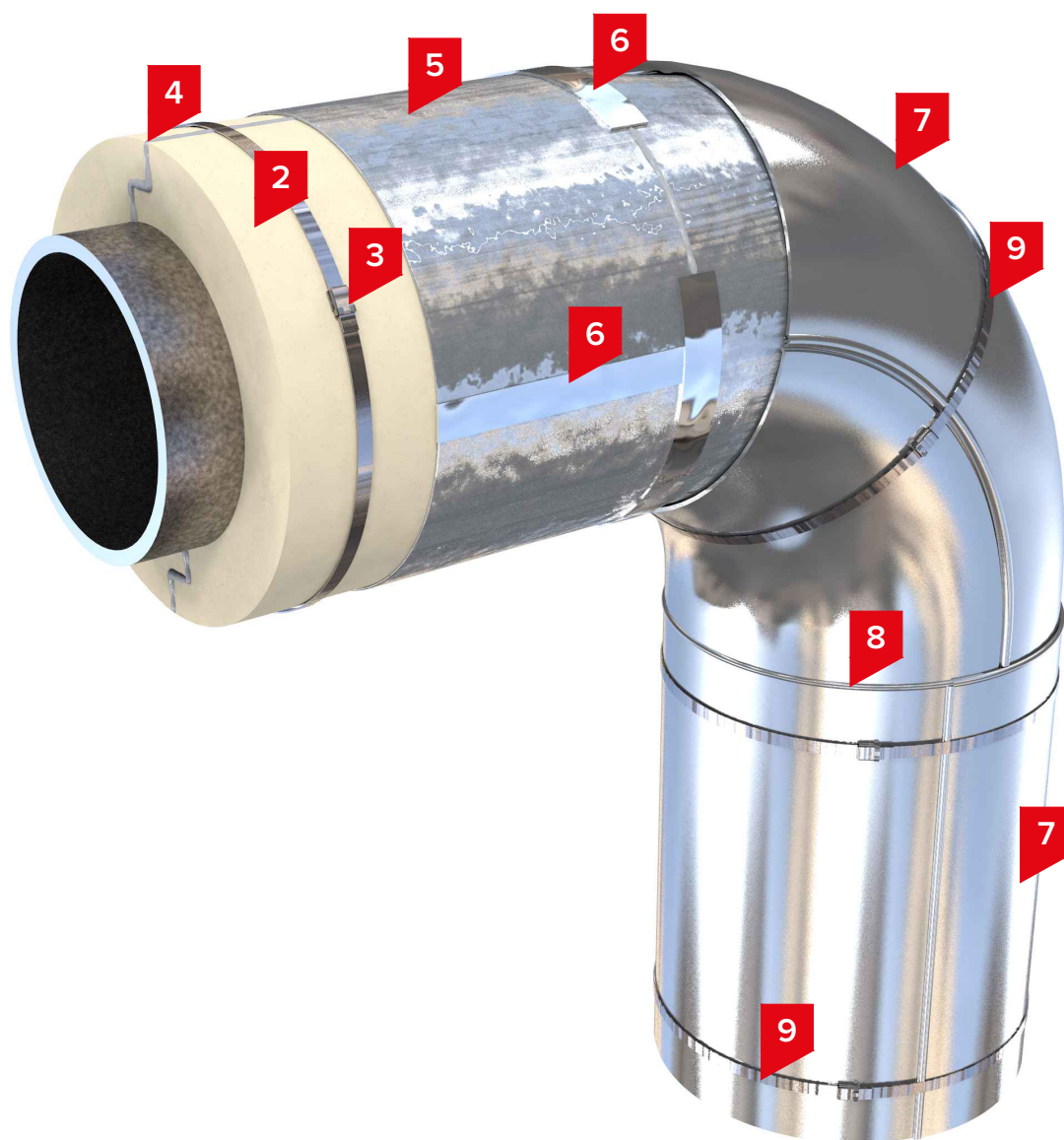




УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

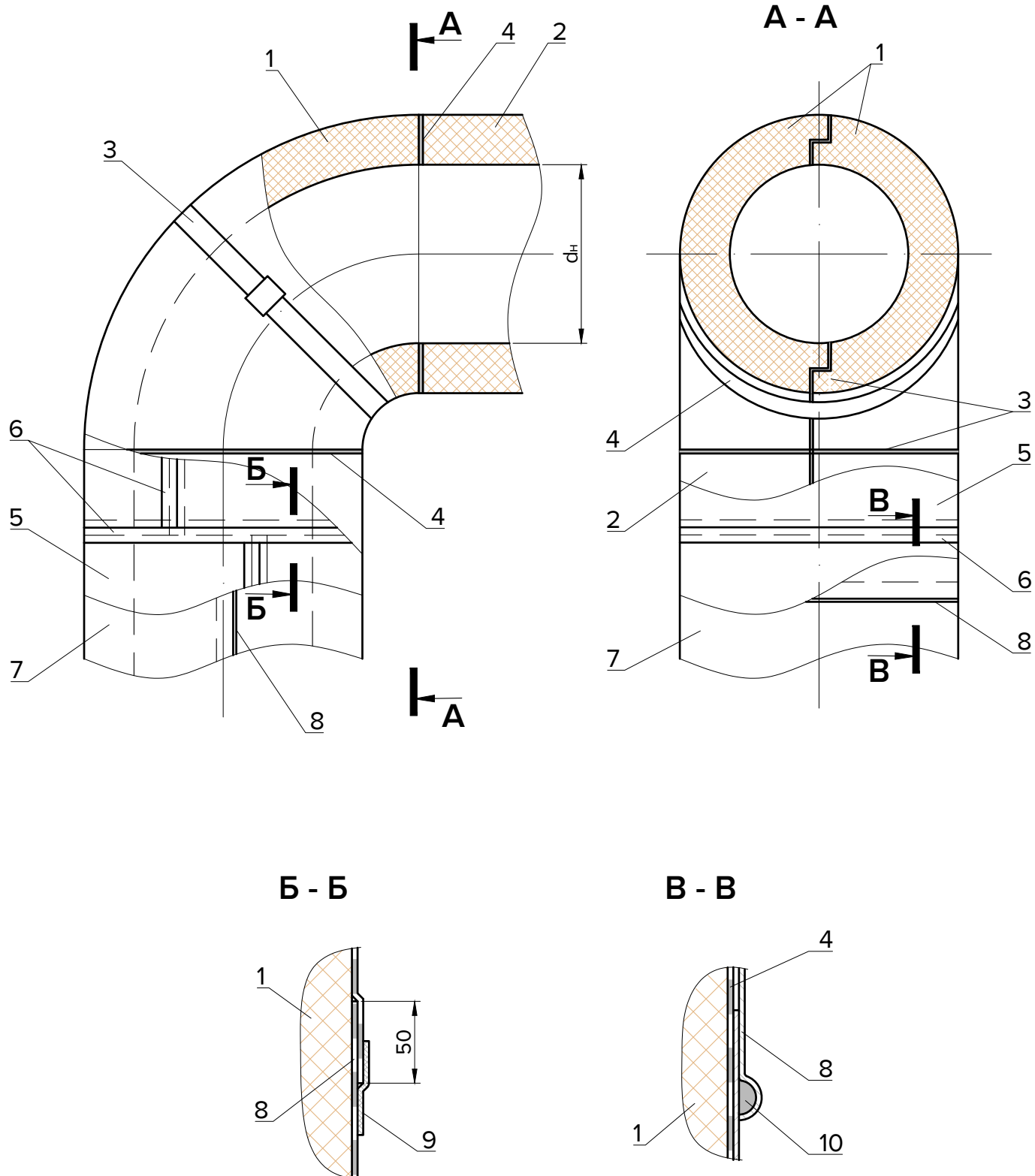
1	Сегменты теплоизоляционные PIR CRYO
2	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
3	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
4	Компенсационная вставка (маты минераловатные ГОСТ 21880-2011)
5	Покрытие защитное металлическое
6	Винт самонарезающий / Бандаж с пряжкой

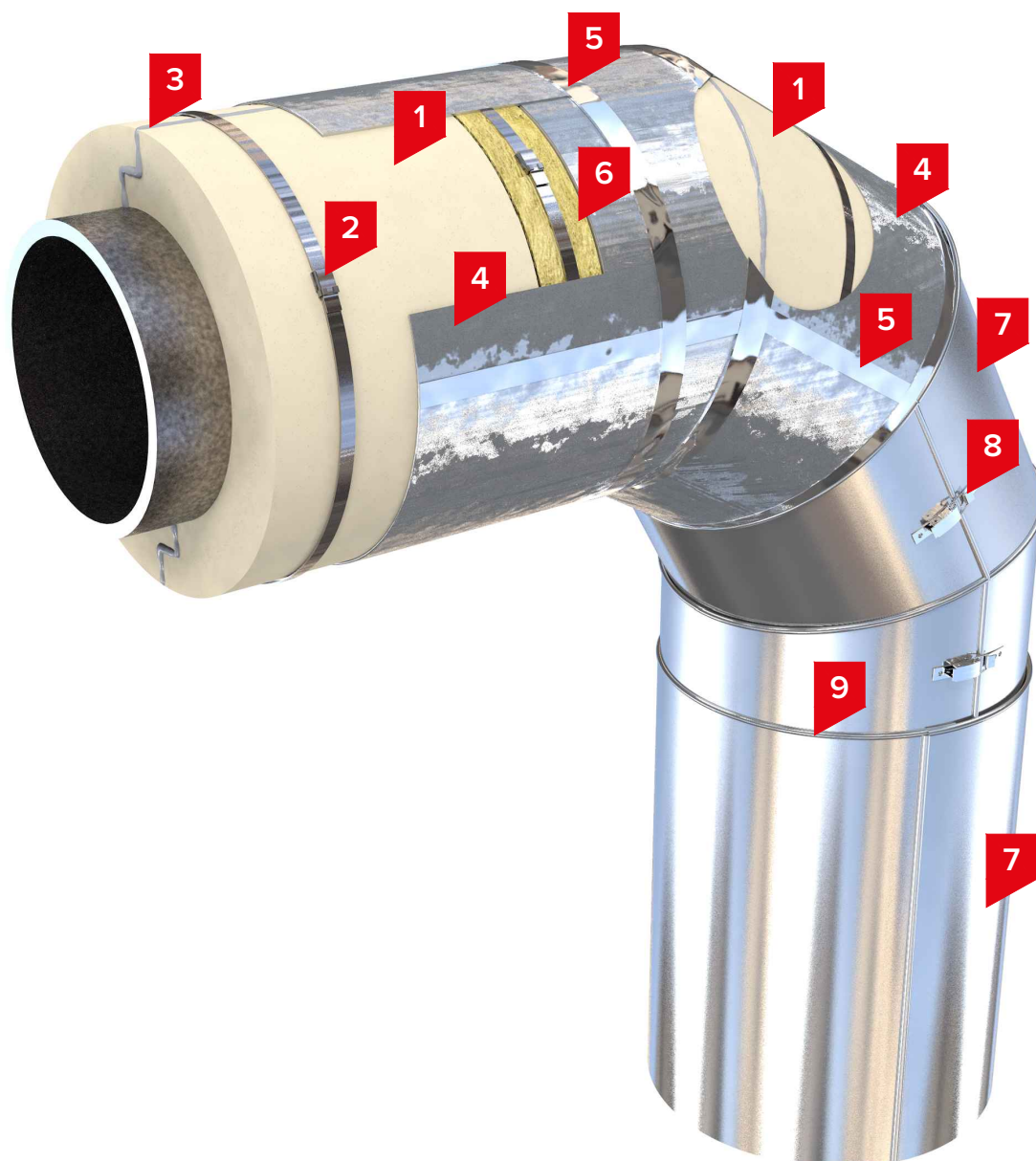




УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

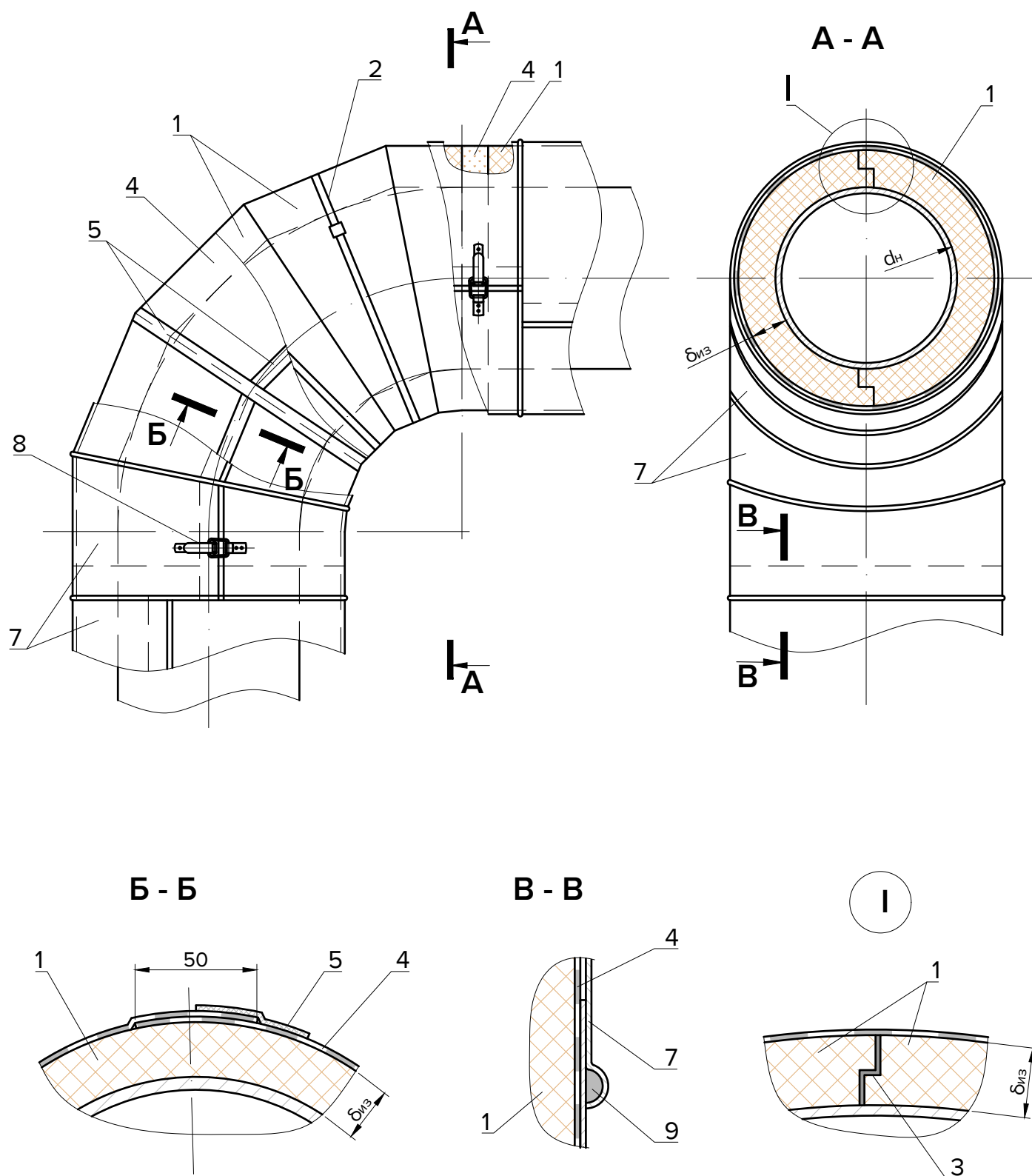
1	Отвод теплоизоляционный PIR CRYO
2	Полуцилиндры теплоизоляционные PIR CRYO
3	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
4	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
5	Первичный паронепроницаемый барьер CRYO - основной пароизоляционный слой
6	Лента алюминиевая CRYO - стыки пароизоляционного слоя
7	Покрытие защитное металлическое
8	Герметик для металла CRYO
9	Замок с крючком / Бандаж с пряжкой / Бандаж с замком

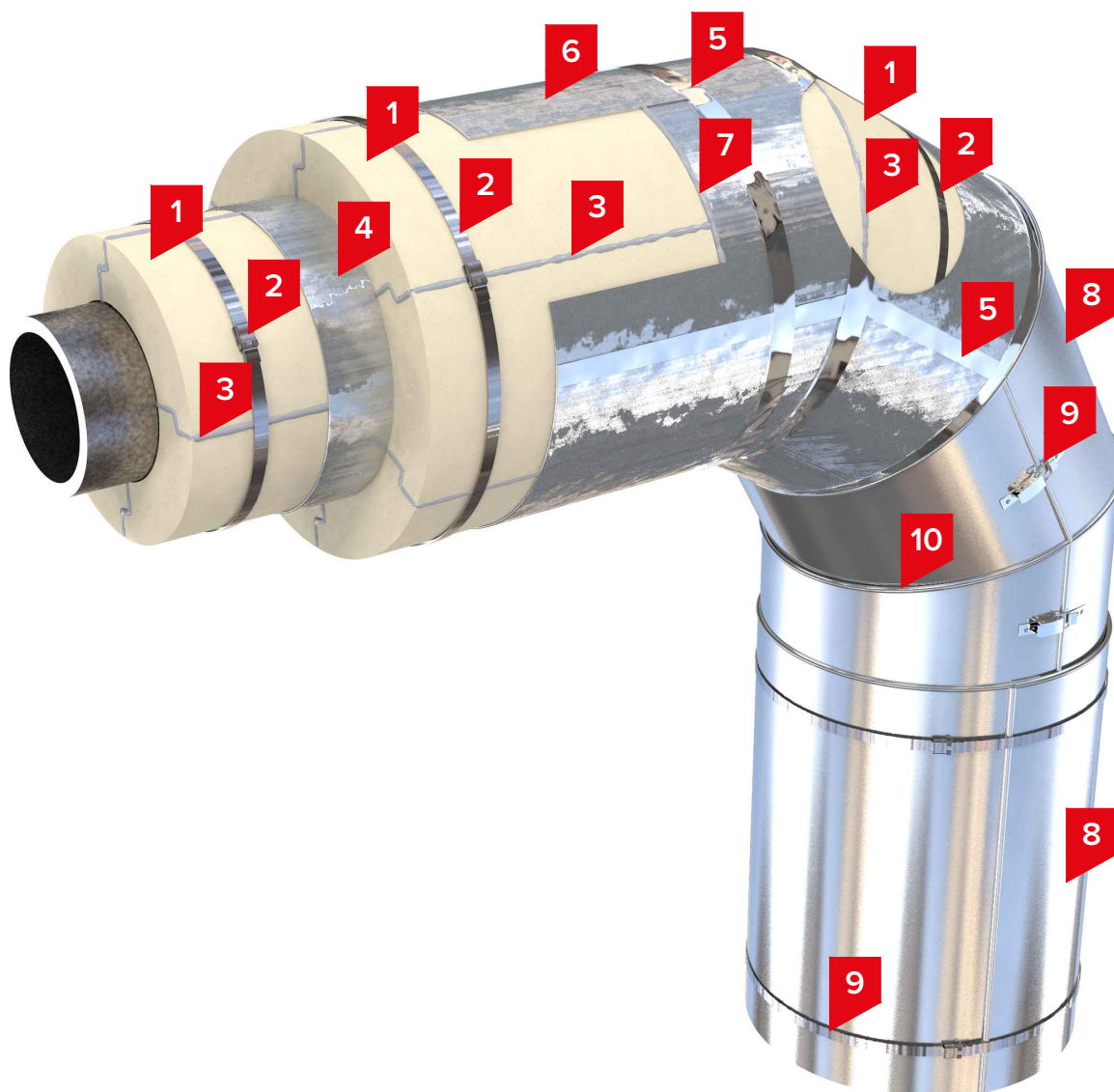




УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

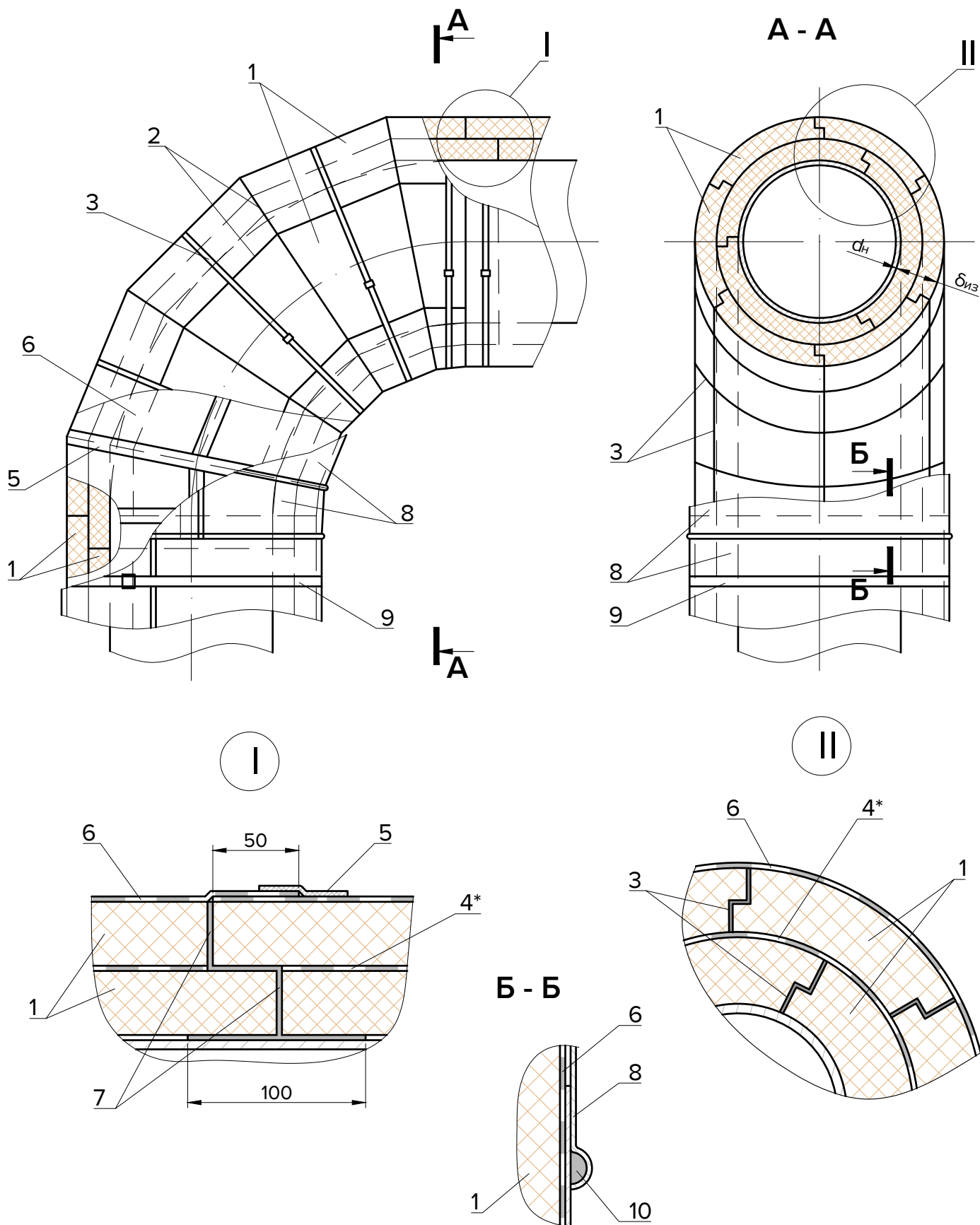
1	Полуцилиндры теплоизоляционные PIR CRYO
2	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
3	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
4	Первичный паронепроницаемый барьер CRYO - основной пароизоляционный слой
5	Лента алюминиевая CRYO - стыки пароизоляционного слоя
6	Компенсационная вставка (маты минераловатные ГОСТ 21880-2011)
7	Покрытие защитное металлическое
8	Замок с крючком / Бандаж с пряжкой / Бандаж с замком
9	Герметик для металла CRYO



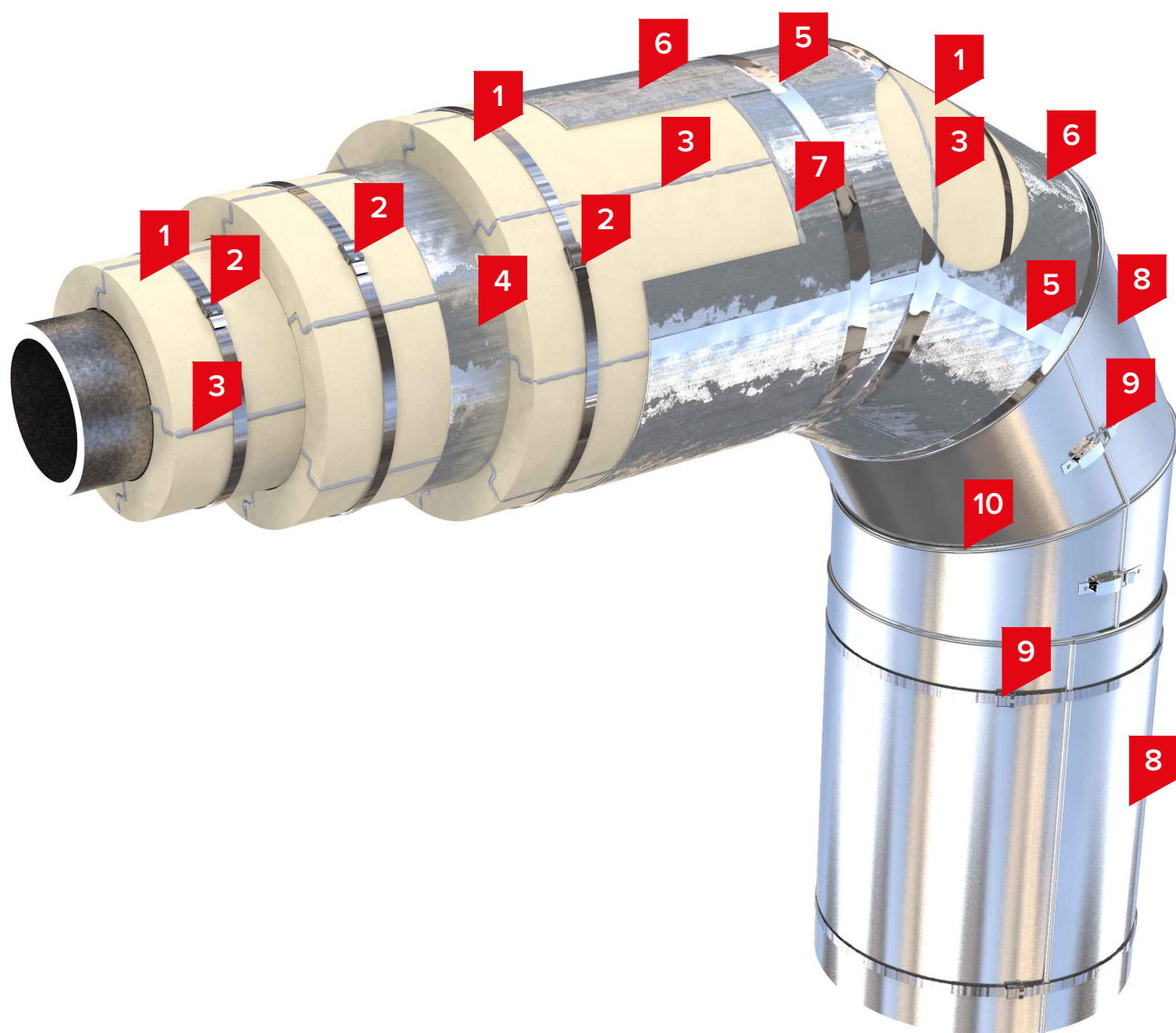


УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

1	Сегменты теплоизоляционные PIR CRYO
2	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
3	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
4	Вторичный паронепроницаемый барьер CRYO - вспомогательный пароизоляционный слой - при температуре теплоносителя ниже -50°C
5	Лента алюминиевая CRYO - стыки пароизоляционного слоя
6	Первичный паронепроницаемый барьер CRYO - основной пароизоляционный слой
7	Заглушка пароизоляционная - герметик CRYO / мастика битумная
8	Покрытие защитное металлическое
9	Замок / Бандаж с замком (пряжкой)
10	Герметик для металла CRYO

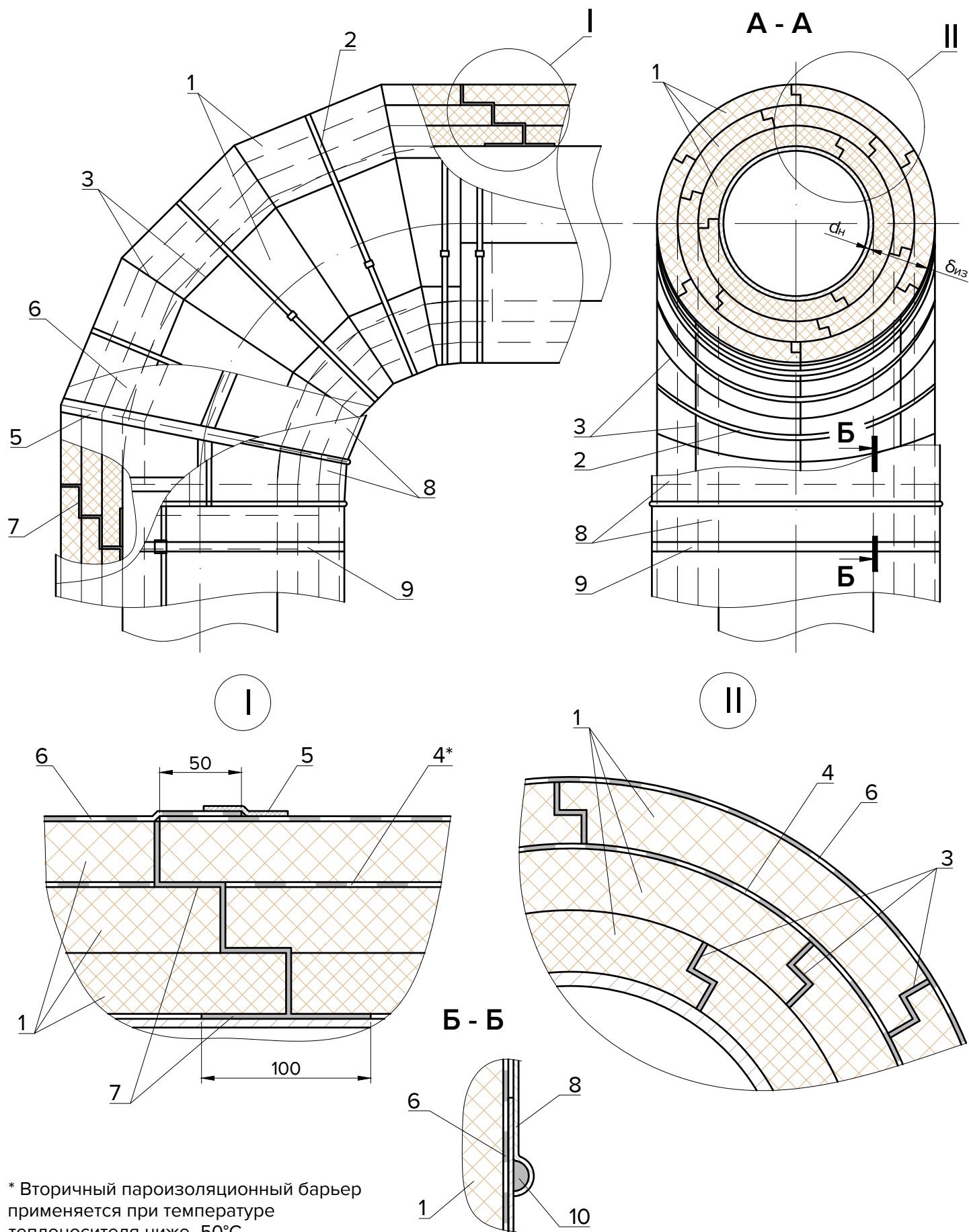


* Вторичный пароизоляционный барьер применяется при температуре теплоносителя ниже -50°C .

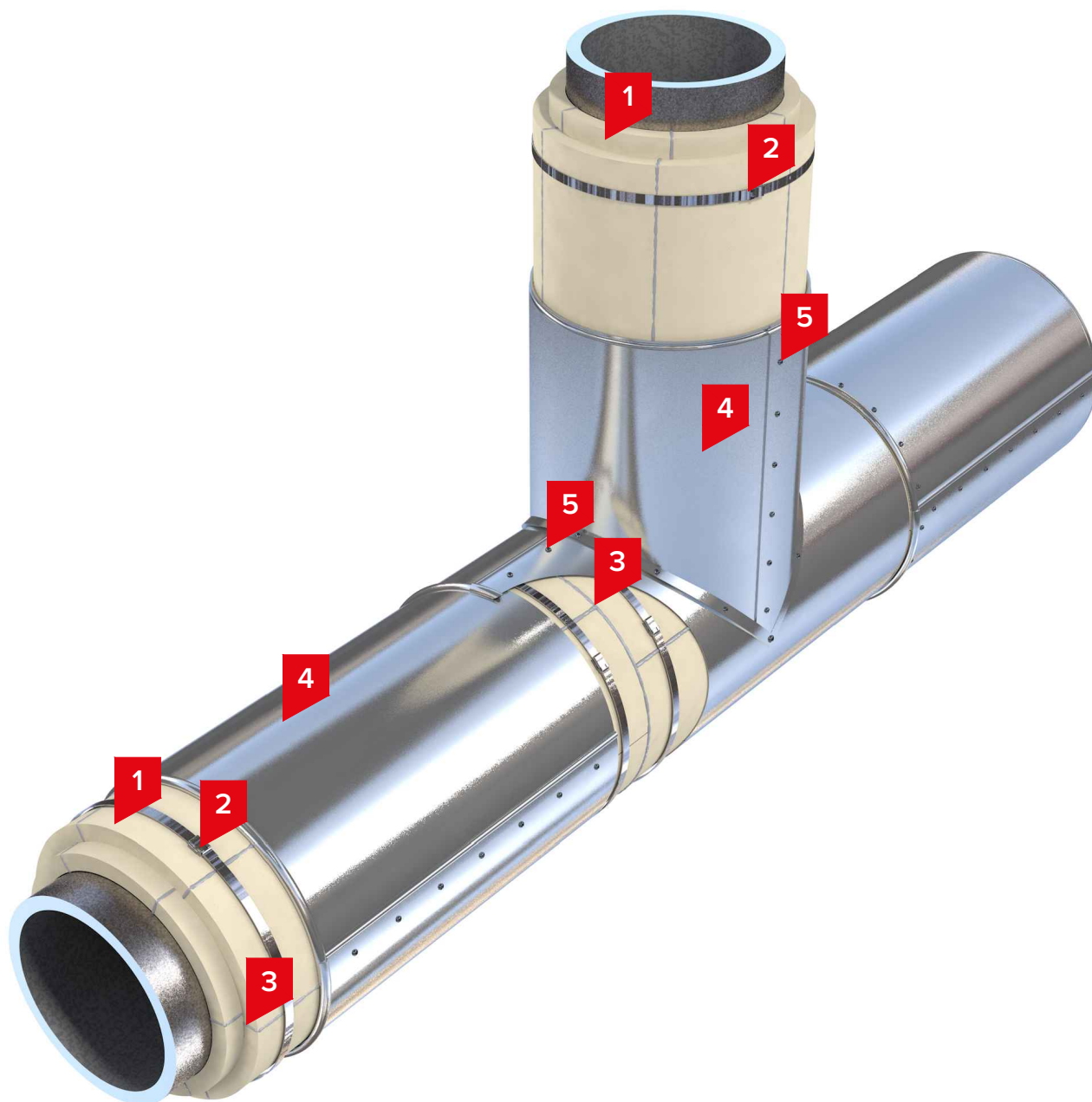


УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

1	Сегменты теплоизоляционные PIR CRYO
2	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
3	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
4	Вторичный паронепроницаемый барьер CRYO - вспомогательный пароизоляционный слой - при температуре теплоносителя ниже -50°C
5	Лента алюминиевая CRYO - стыки пароизоляционного слоя
6	Первичный паронепроницаемый барьер CRYO - основной пароизоляционный слой
7	Заглушка пароизоляционная - герметик CRYO / мастика битумная
8	Покрытие защитное металлическое
9	Замок / Бандаж с замком (пряжкой)
10	Герметик для металла CRYO

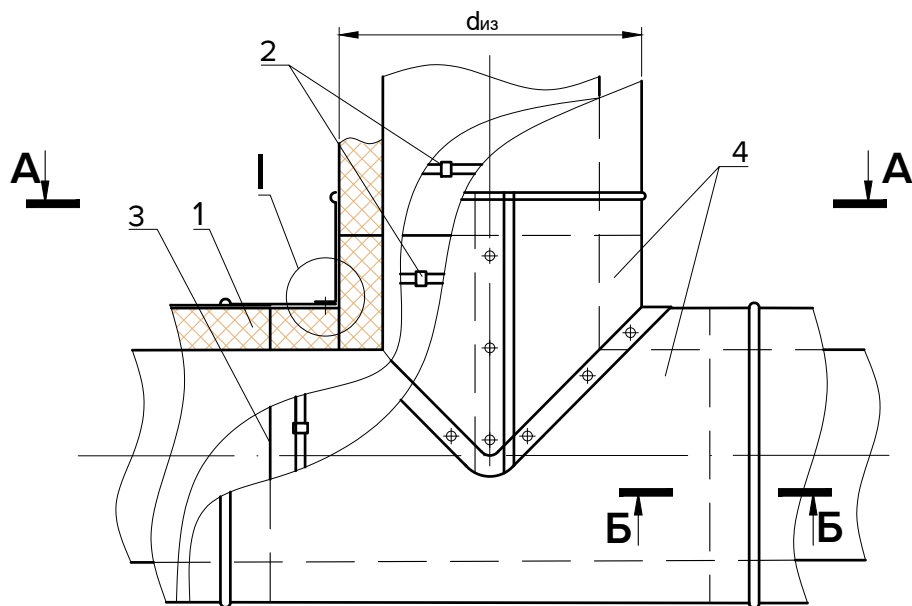


* Вторичный пароизоляционный барьер применяется при температуре теплоносителя ниже -50°C .

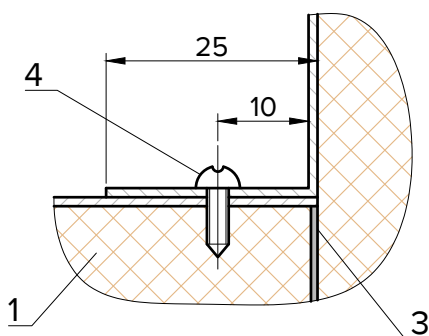
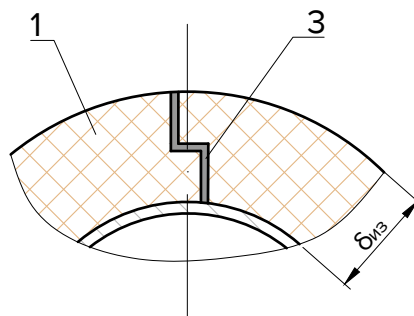
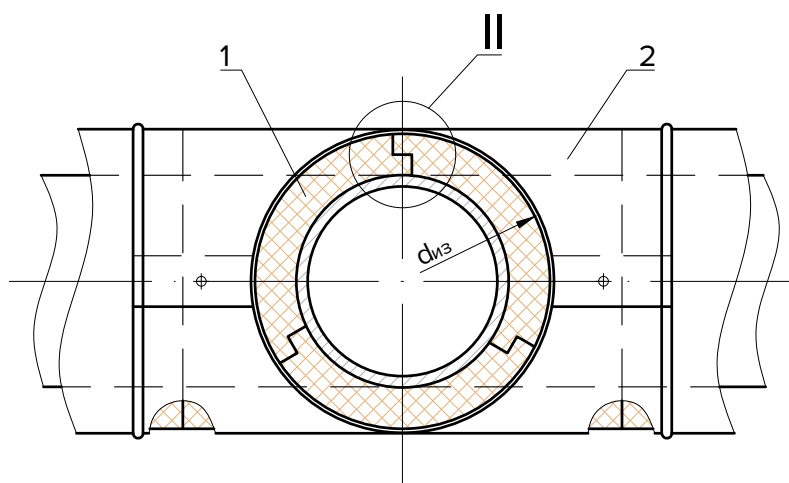


УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

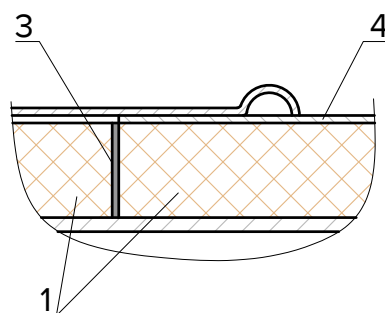
1	Сегменты / полуцилиндры теплоизоляционные PIR CRYO
2	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
3	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
4	Покрытие защитное металлическое
5	Винт самонарезающий 4x12.04.019 (ГОСТ 10621-80)

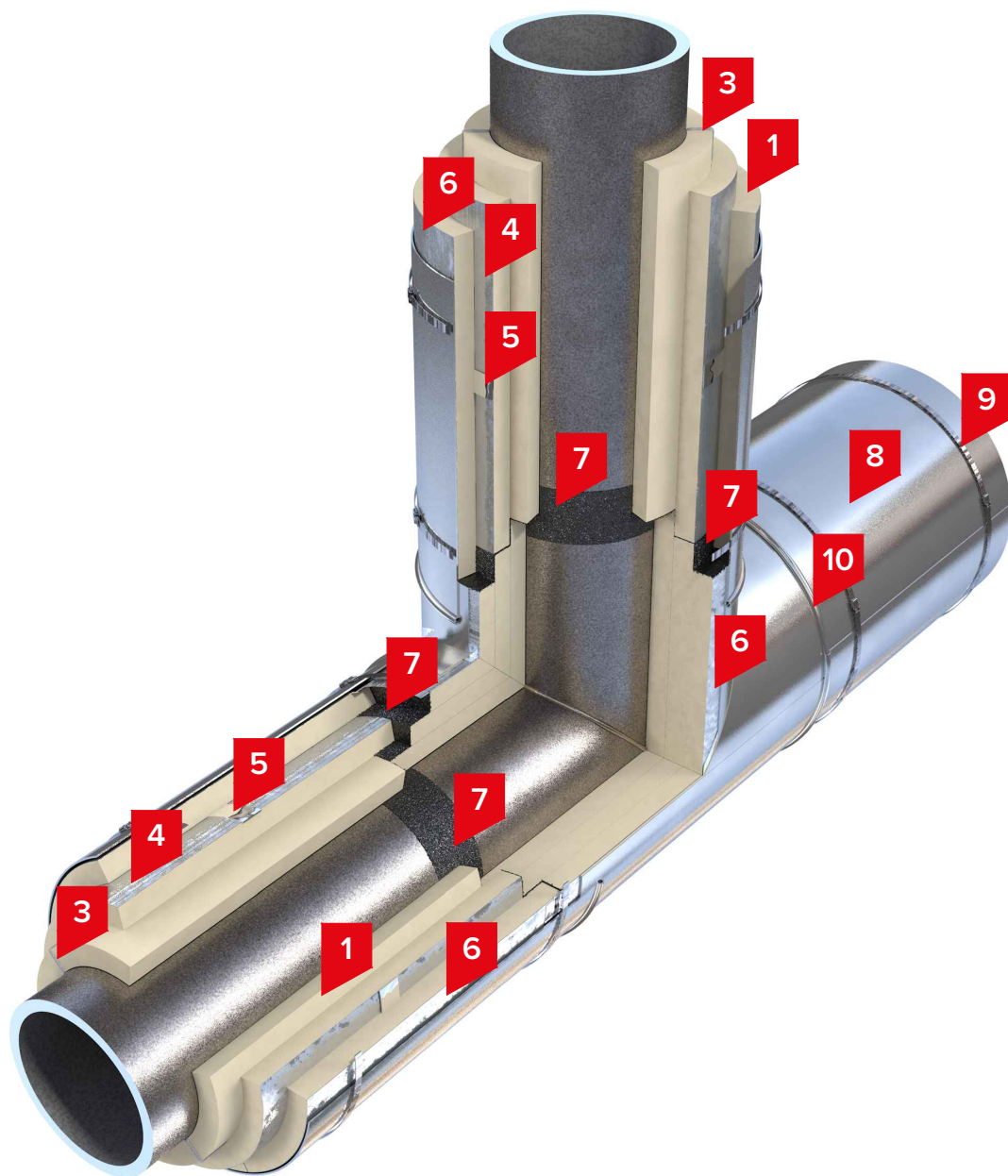


А - А



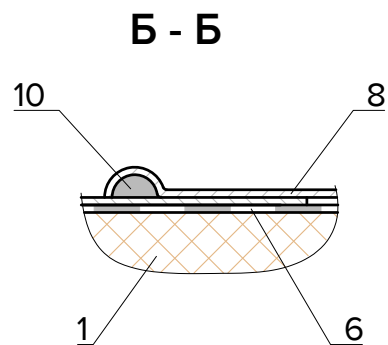
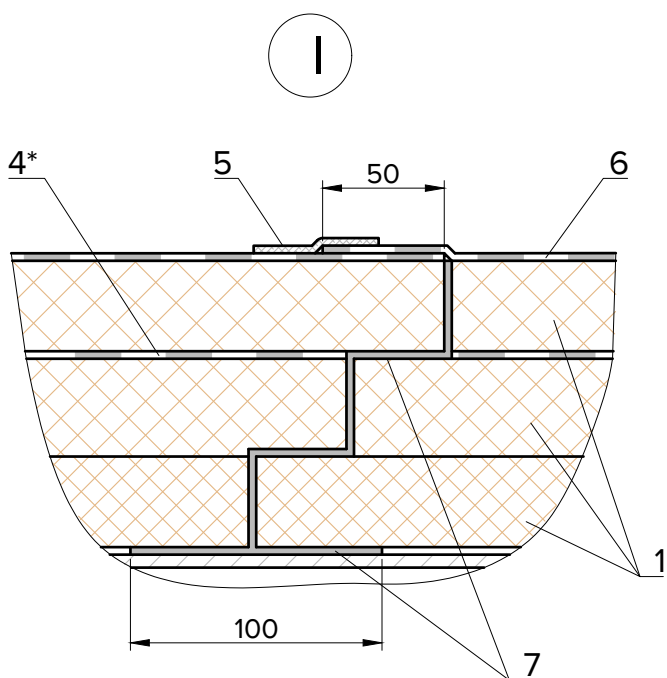
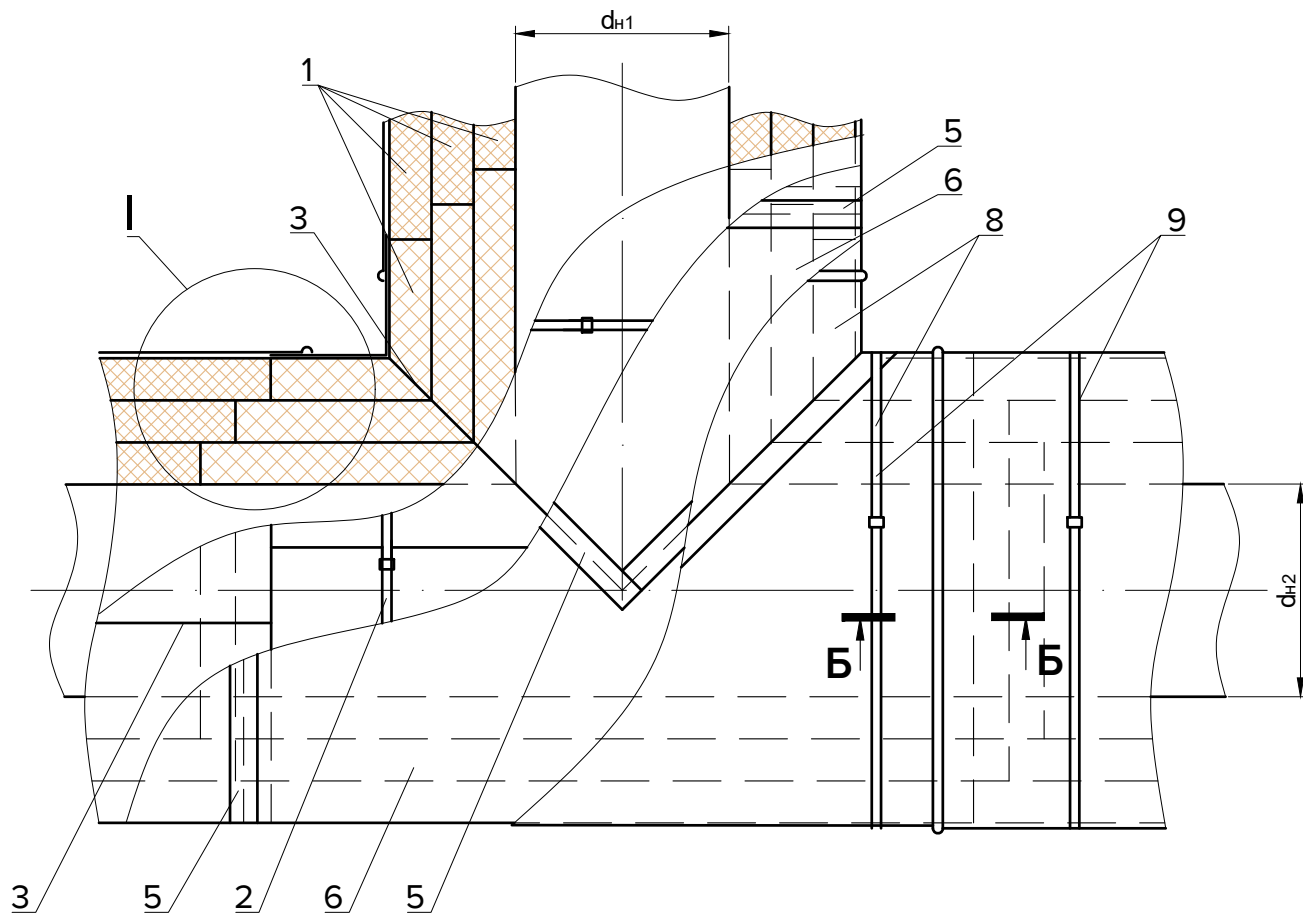
Б - Б



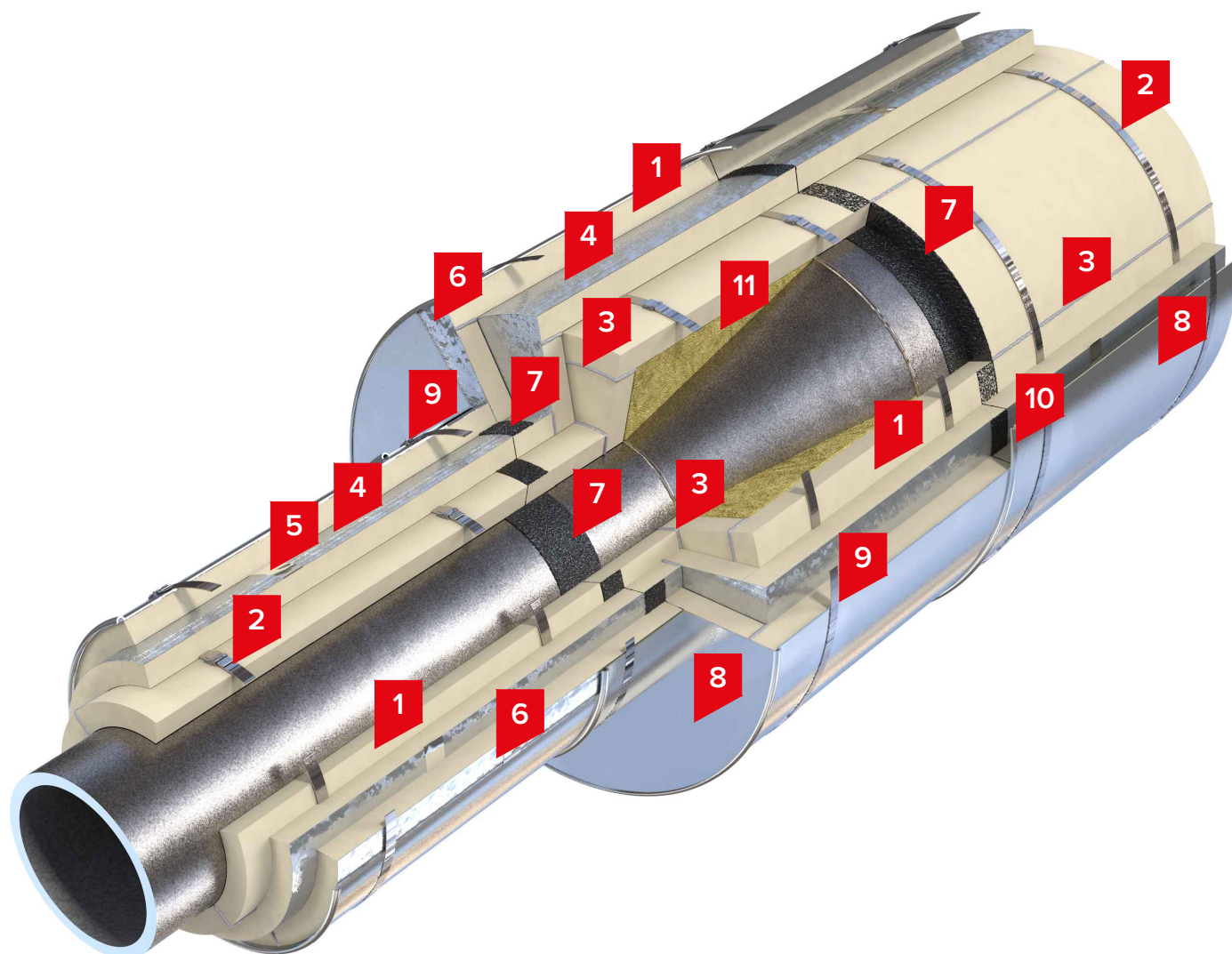


УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

1	Сегменты теплоизоляционные PIR CRYO
2	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
3	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
4	Вторичный паронепроницаемый барьер CRYO - вспомогательный пароизоляционный слой - при температуре теплоносителя ниже -50°C
5	Лента алюминиевая CRYO - стыки пароизоляционного слоя
6	Первичный паронепроницаемый барьер CRYO - основной пароизоляционный слой
7	Заглушка пароизоляционная - герметик CRYO / мастика битумная
8	Покрытие защитное металлическое
9	Бандаж с пряжкой
10	Герметик для металла CRYO

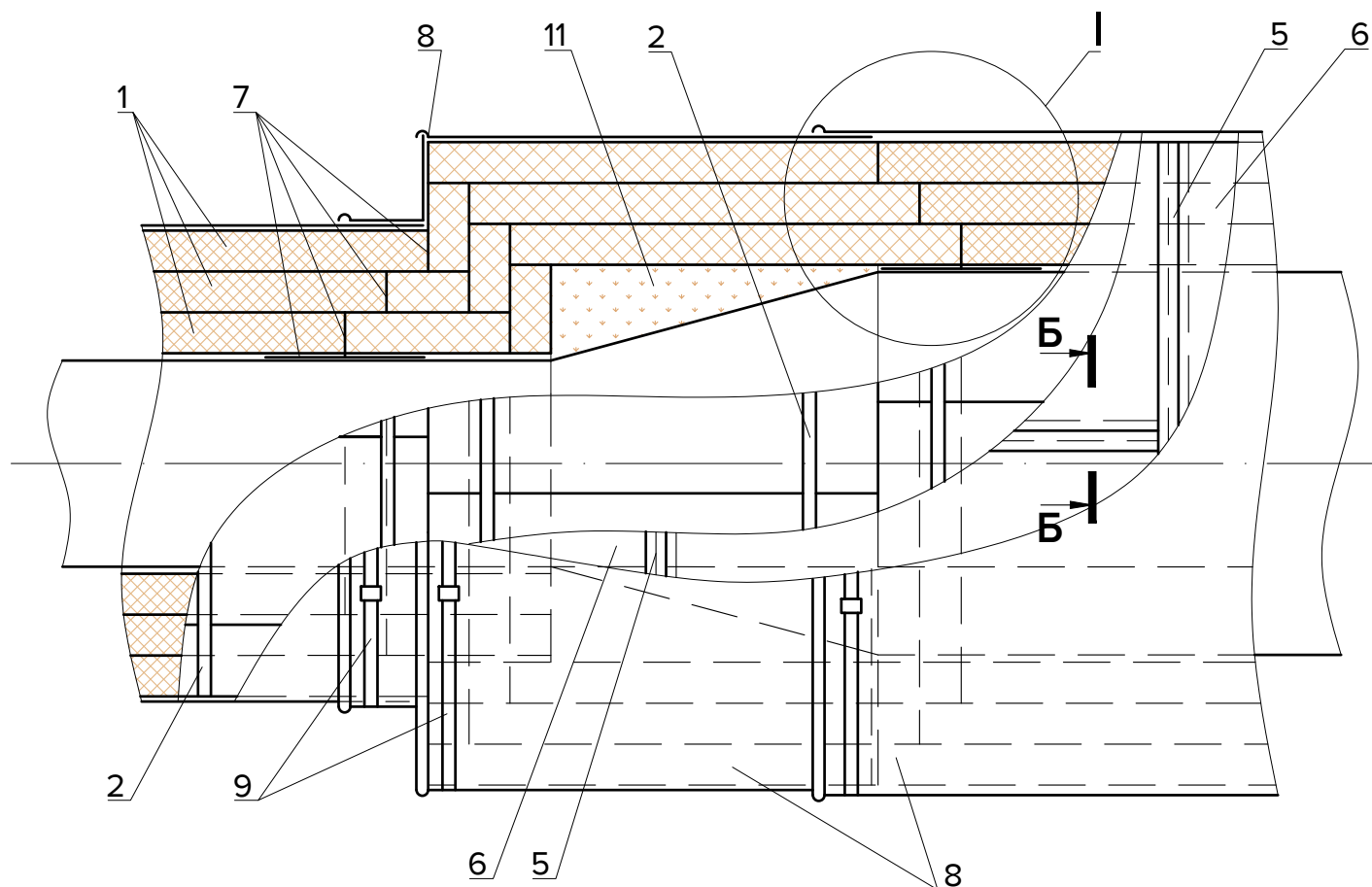


* Вторичный пароизоляционный барьер применяется при температуре теплоносителя ниже -50°C .

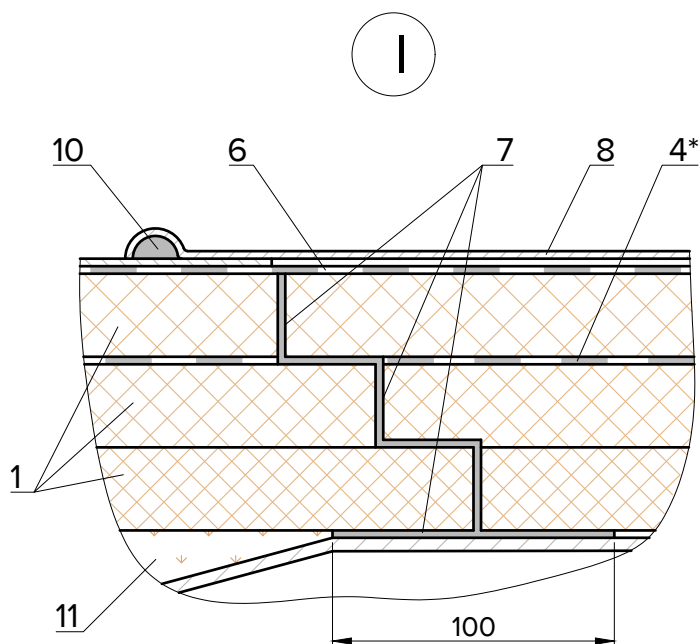
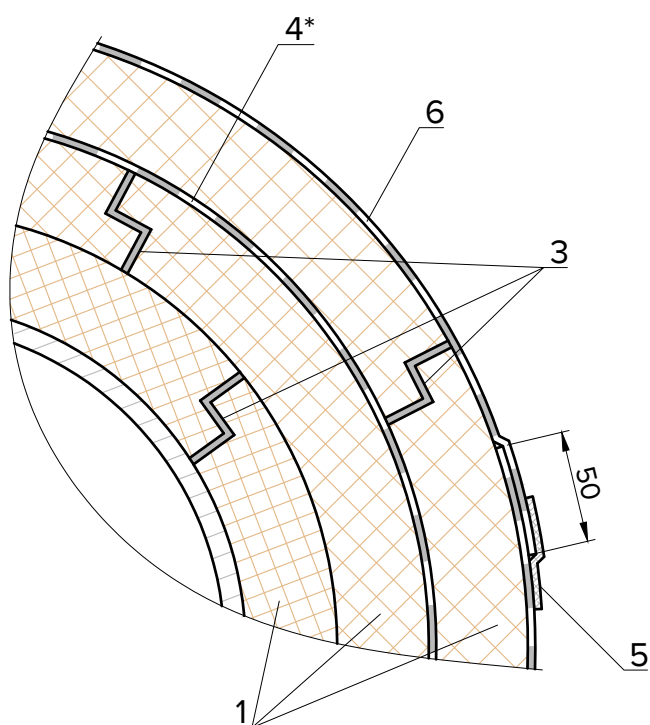


УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

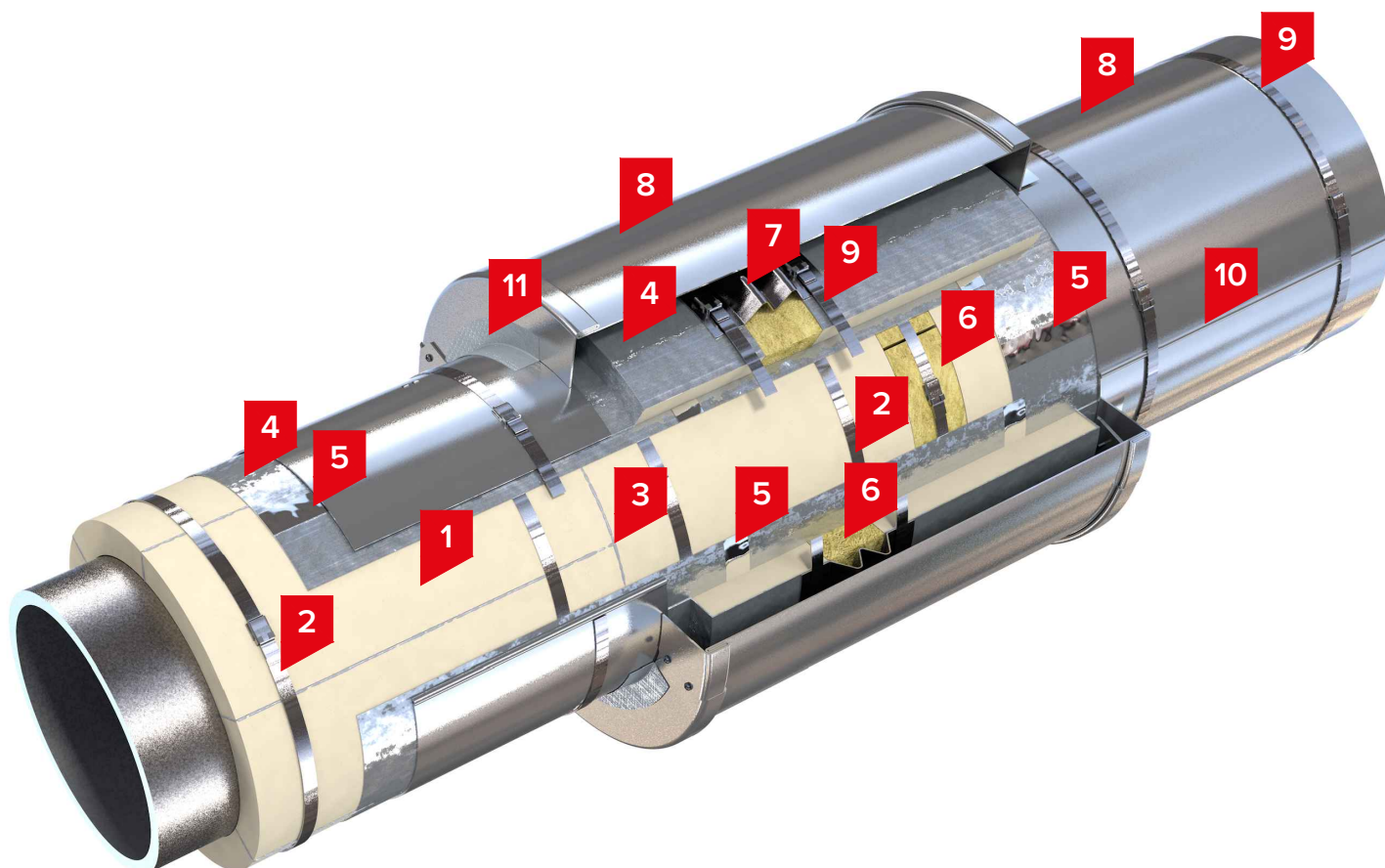
1	Сегменты / полуцилиндры теплоизоляционные PIR CRYO
2	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
3	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
4	Вторичный паронепроницаемый барьер CRYO - вспомогательный пароизоляционный слой - при температуре теплоносителя ниже -50°C
5	Лента алюминиевая CRYO - стыки пароизоляционного слоя
6	Первичный паронепроницаемый барьер CRYO - основной пароизоляционный слой
7	Заглушка пароизоляционная - герметик CRYO / мастика битумная
8	Покрытие защитное металлическое
9	Бандаж с пряжкой
10	Герметик для металла CRYO
11	Заполнение зазоров (маты минераловатные ГОСТ 21880-2011)



A - A

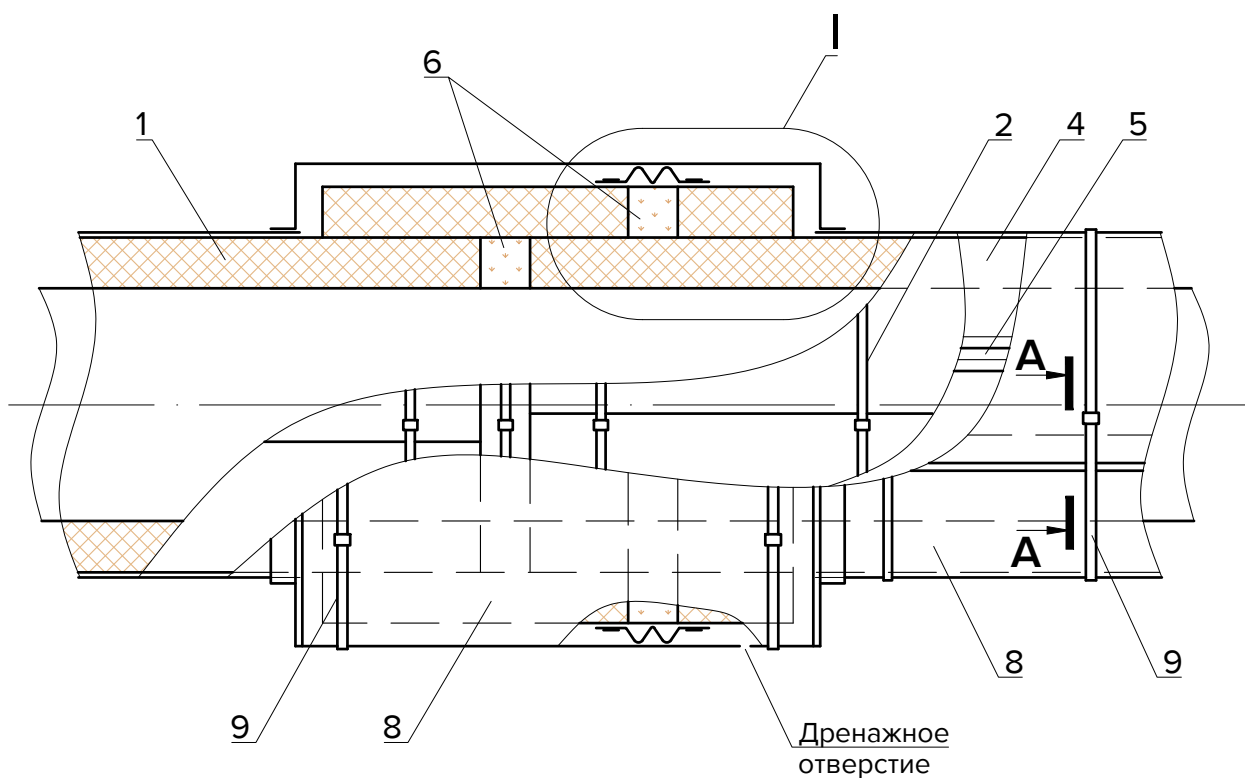


* Вторичный пароизоляционный барьер применяется при температуре теплоносителя ниже -50°C .

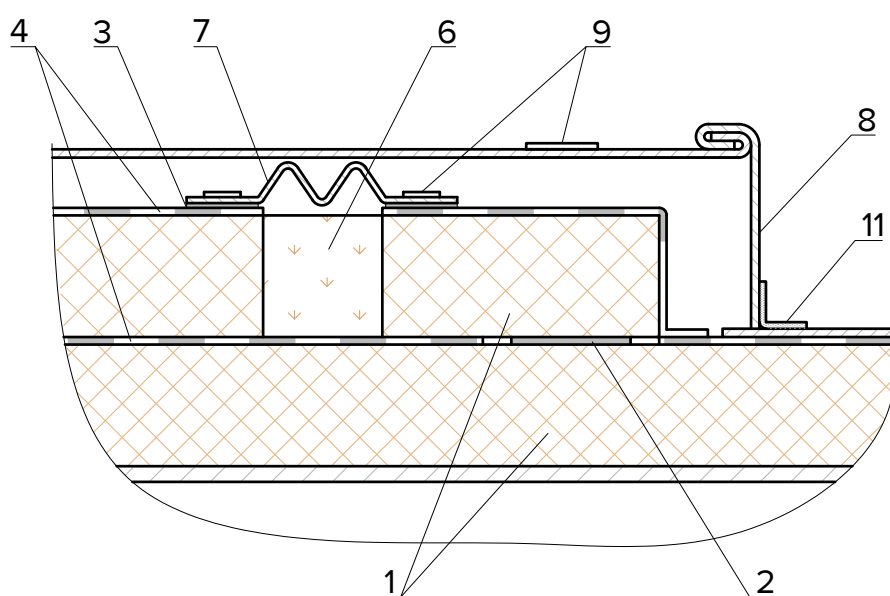


УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

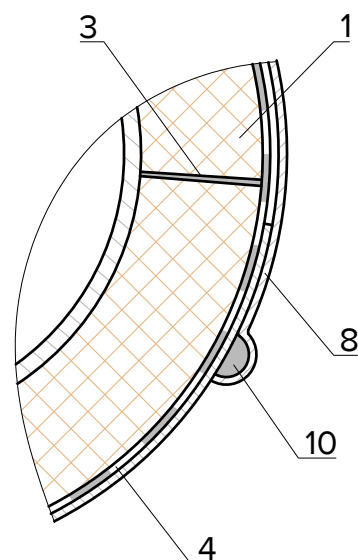
1	Сегменты / полуцилиндры теплоизоляционные PIR CRYO
2	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
3	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
4	Первичный паронепроницаемый барьер CRYO - основной пароизоляционный слой
5	Лента алюминиевая CRYO - стыки пароизоляционного слоя
6	Компенсационная вставка (маты минераловатные ГОСТ 21880-2011)
7	Сильфон
8	Покрытие защитное металлическое
9	Бандаж с пряжкой
10	Герметик для металла CRYO
11	Лента самоклеящаяся армированная

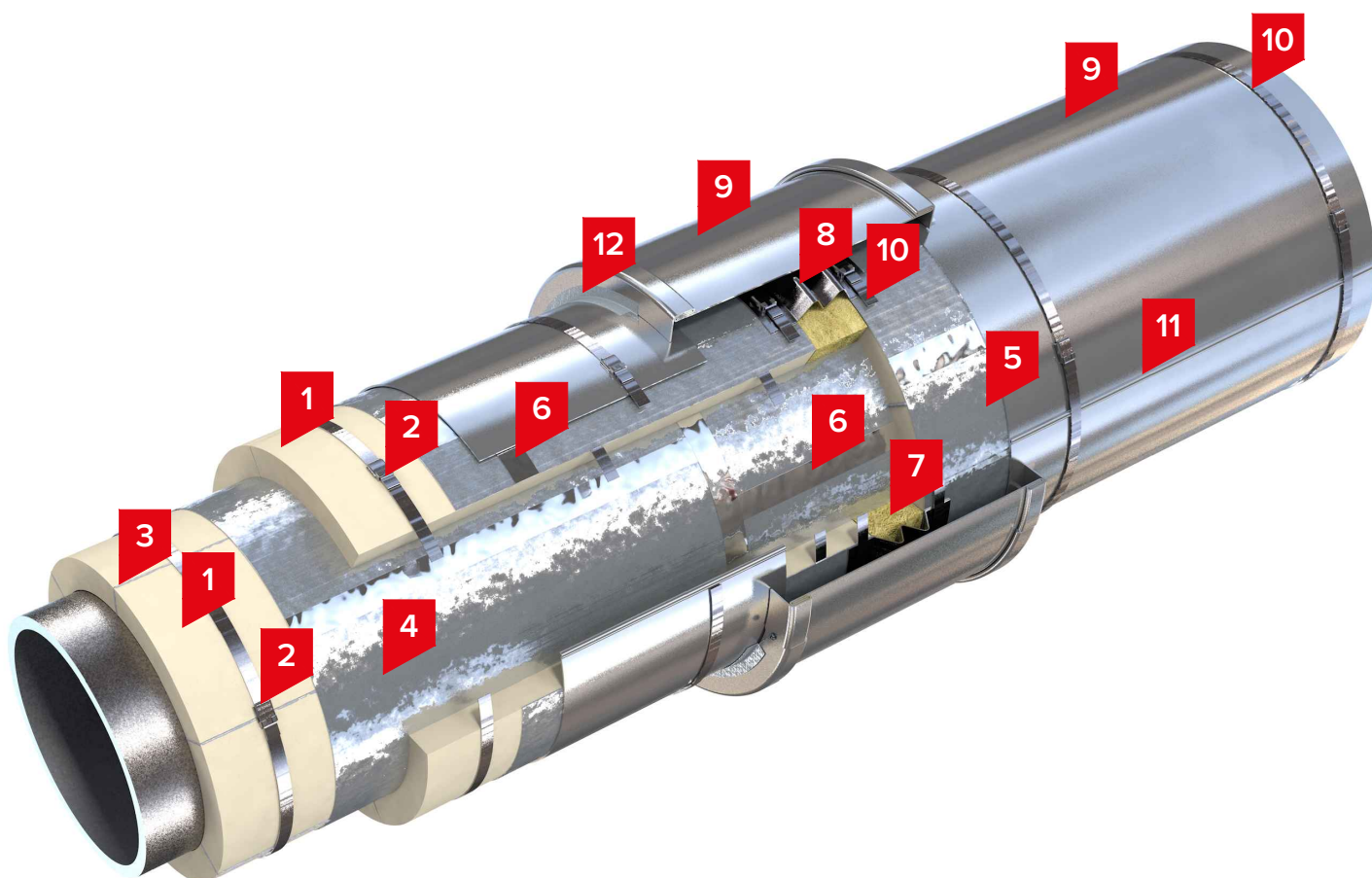


I



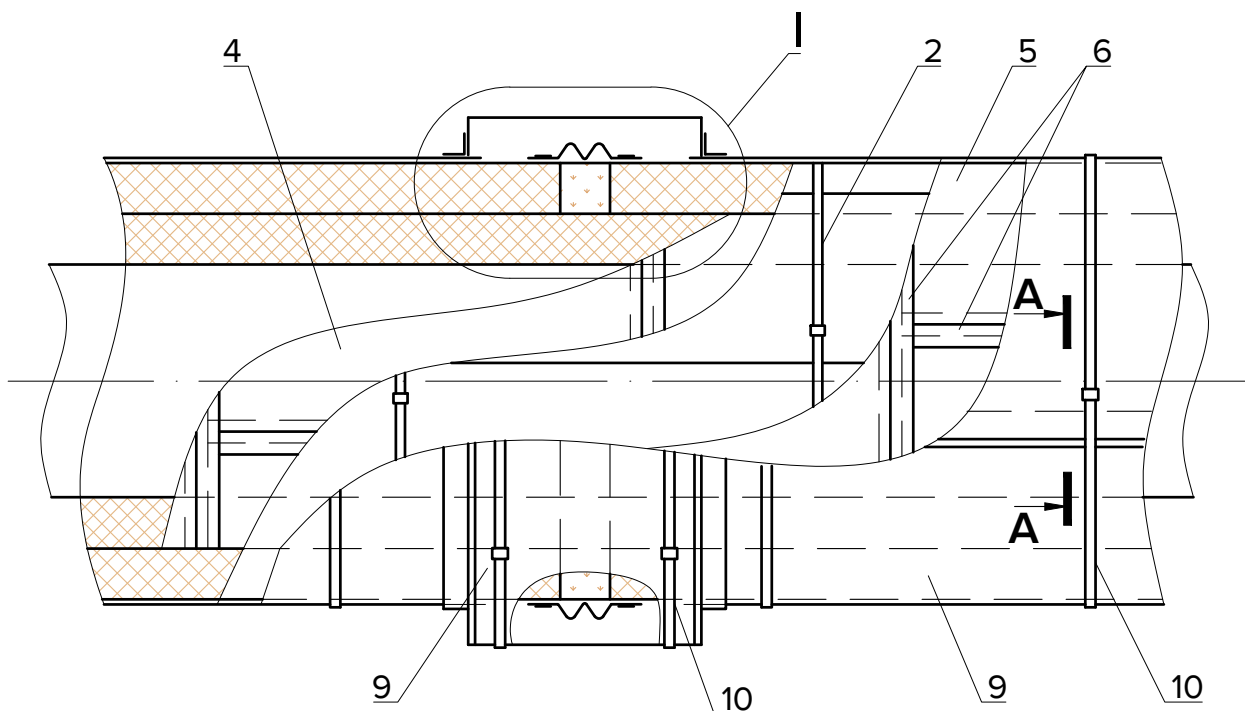
A - A



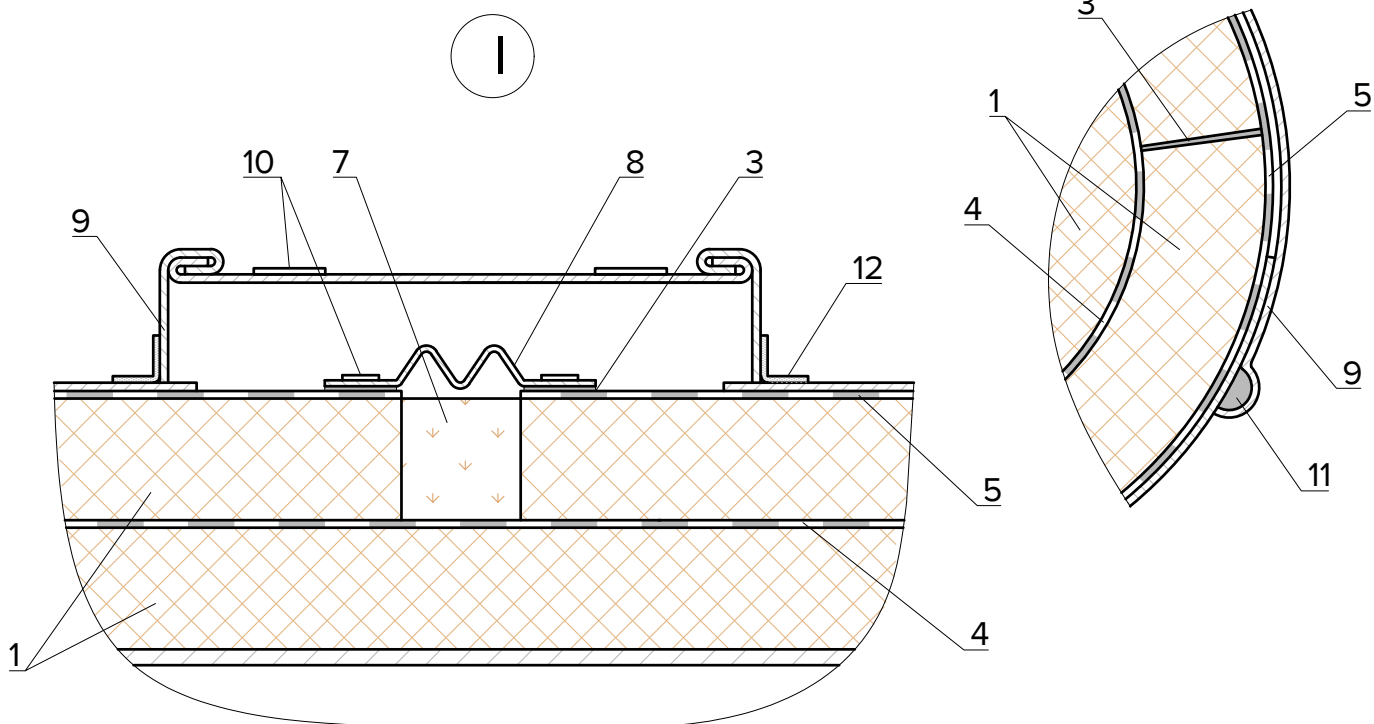


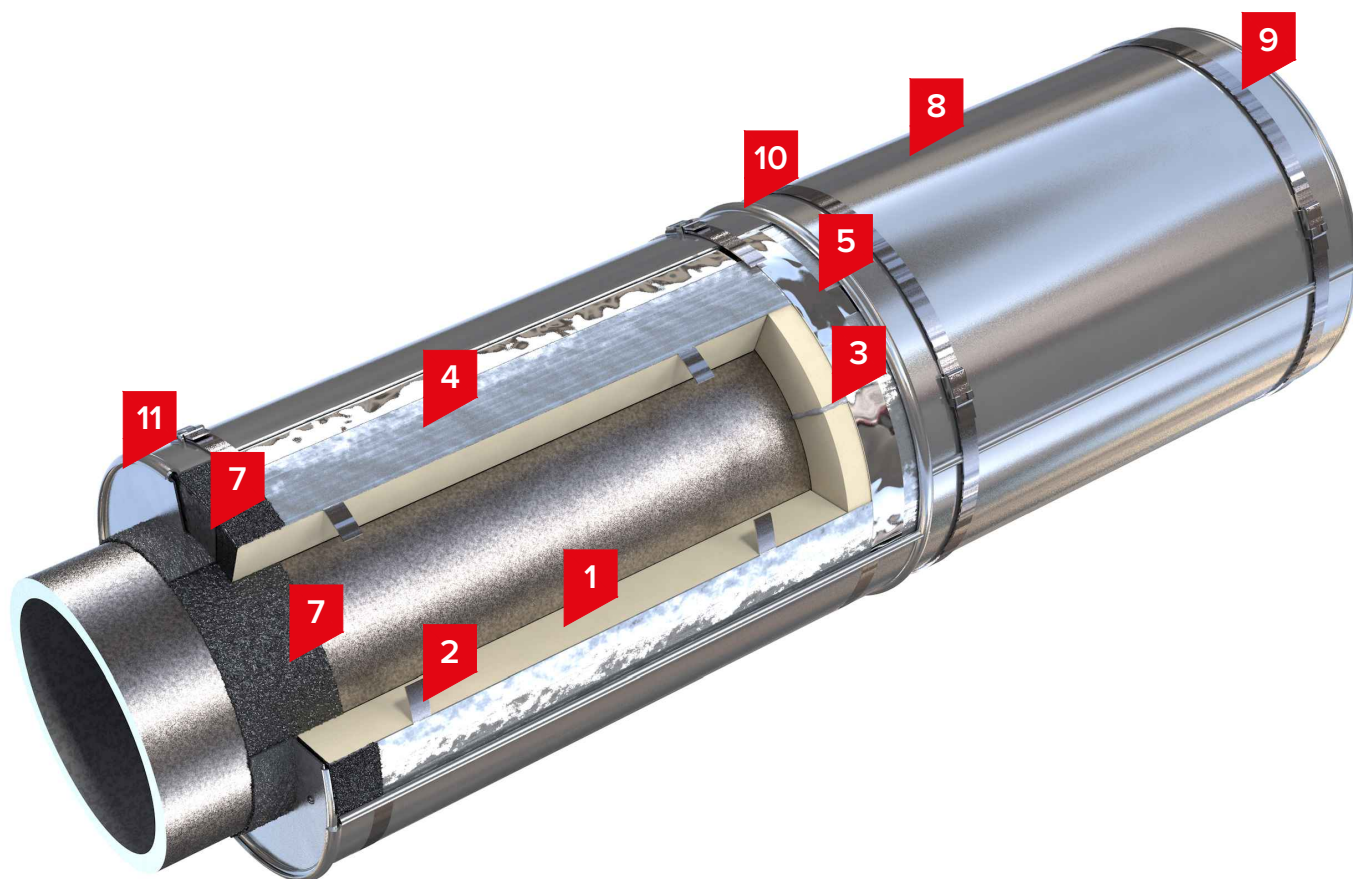
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

1	Сегменты / полуцилиндры теплоизоляционные PIR CRYO
2	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
3	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
4	Вторичный паронепроницаемый барьер CRYO - вспомогательный пароизоляционный слой
5	Первичный паронепроницаемый барьер CRYO - основной пароизоляционный слой
6	Лента алюминиевая CRYO - стыки пароизоляционного слоя
7	Компенсационная вставка (маты минераловатные ГОСТ 21880-2011)
8	Сильфон
9	Покрытие защитное металлическое
10	Бандаж с пряжкой
11	Герметик для металла CRYO
12	Лента самоклеящаяся армированная



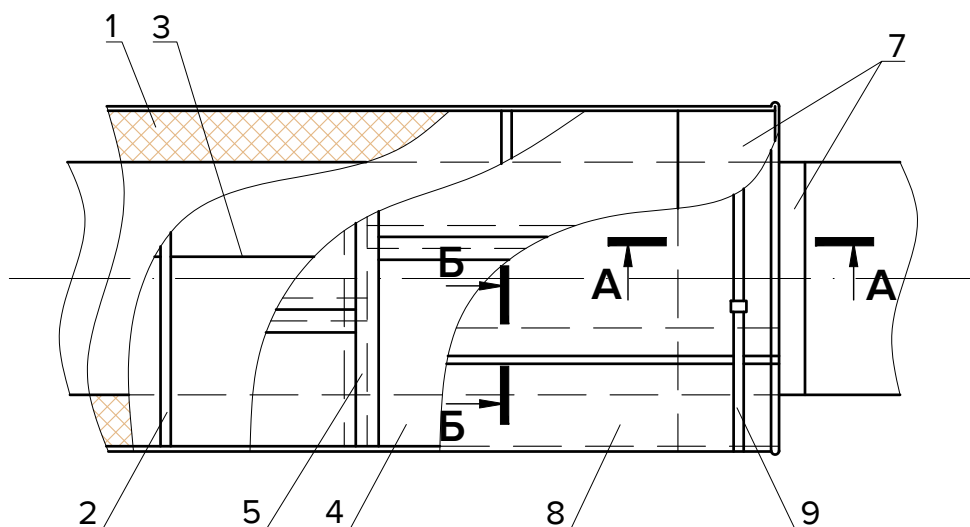
A - A



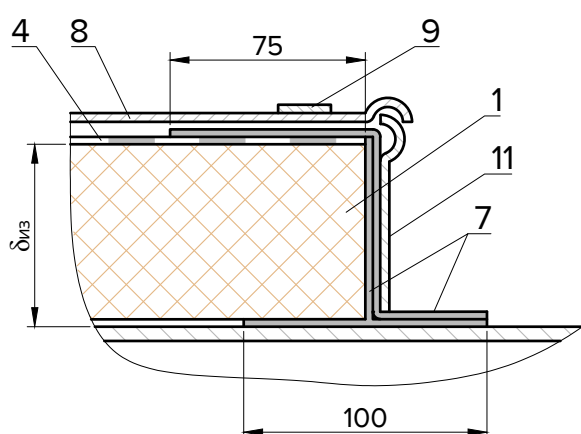


УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

1	Сегменты / полуцилиндры теплоизоляционные PIR CRYO
2	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
3	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
4	Первичный паронепроницаемый барьер CRYO - основной пароизоляционный слой
5	Лента алюминиевая CRYO - стыки пароизоляционного слоя
6	Вторичный паронепроницаемый барьер CRYO - вспомогательный пароизоляционный слой - при температуре теплоносителя ниже -50°C
7	Заглушка пароизоляционная - герметик CRYO / мастика битумная
8	Покрытие защитное металлическое
9	Бандаж с пряжкой
10	Герметик для металла CRYO
11	Заглушка металлическая
12	Диафрагма металлическая
13	Стеклоткань - предохранительный слой

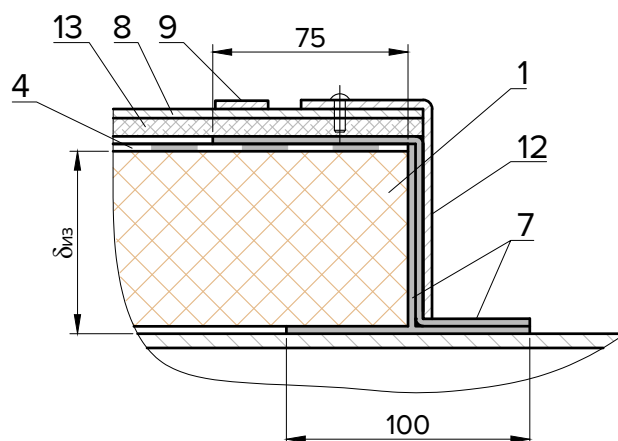


А - А



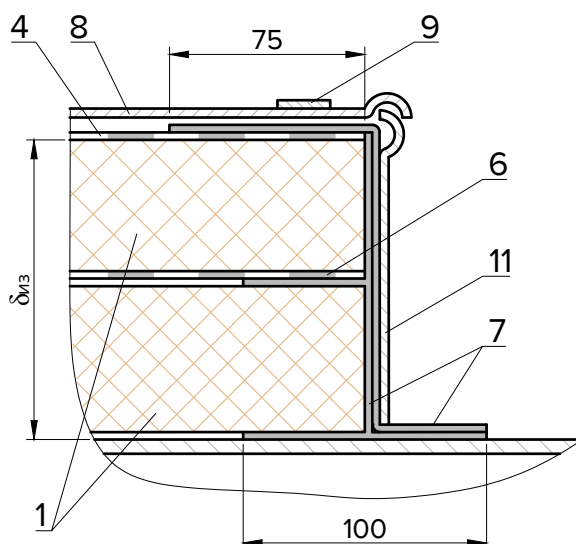
А - А

вариант

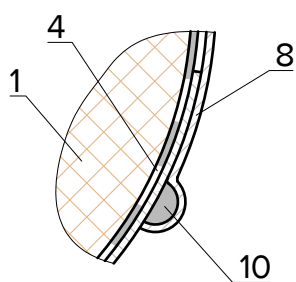


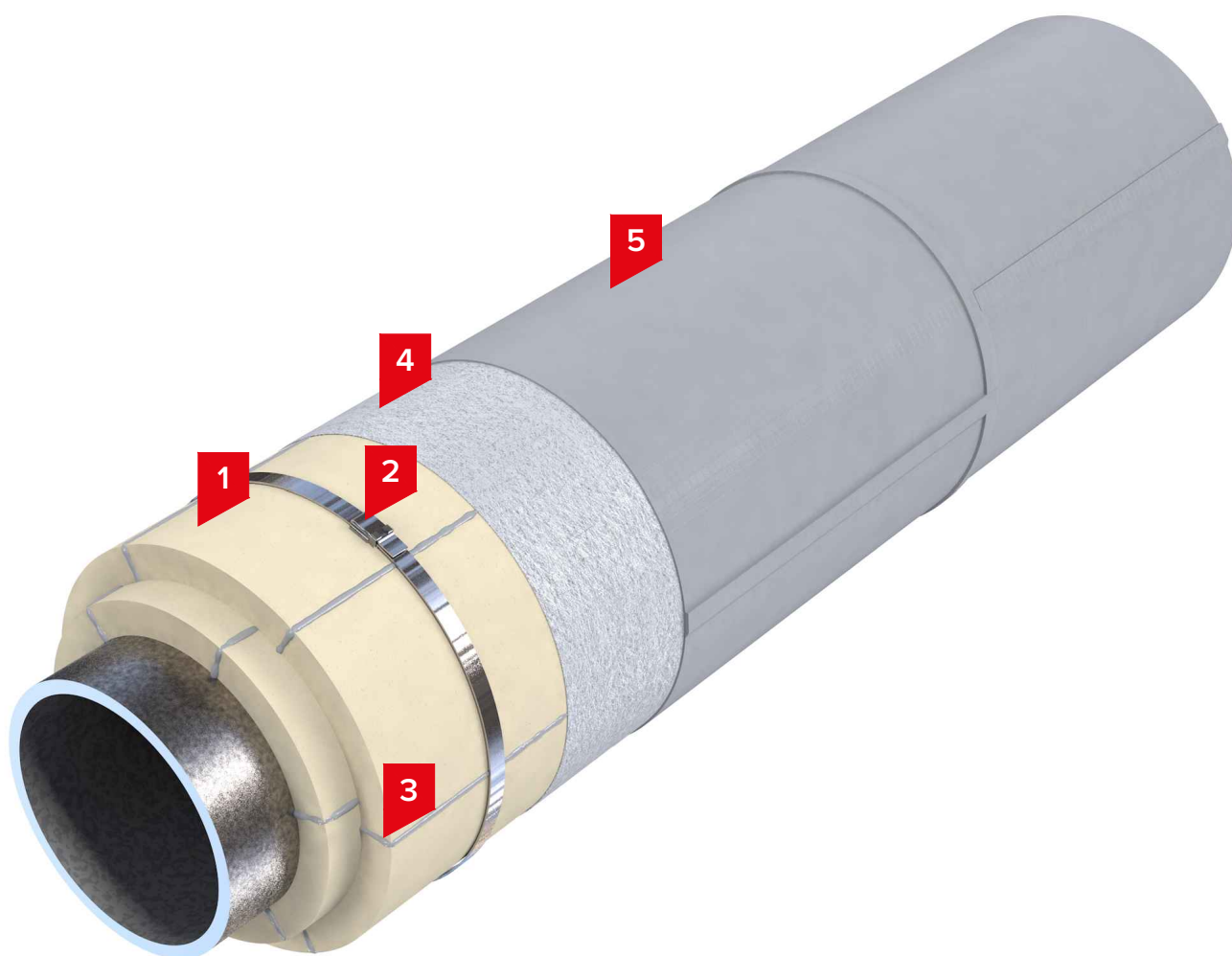
А - А

при двуслойной изоляции



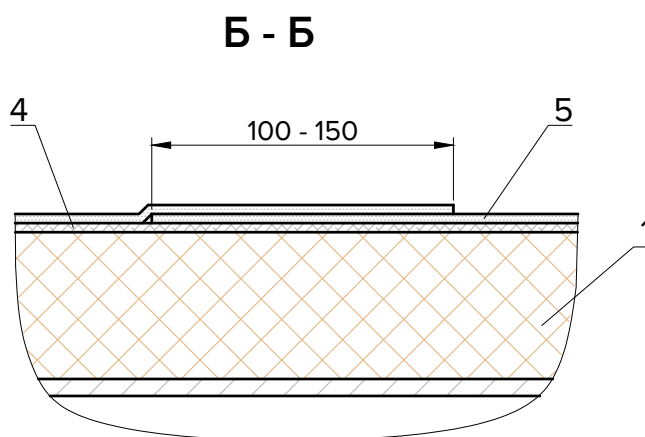
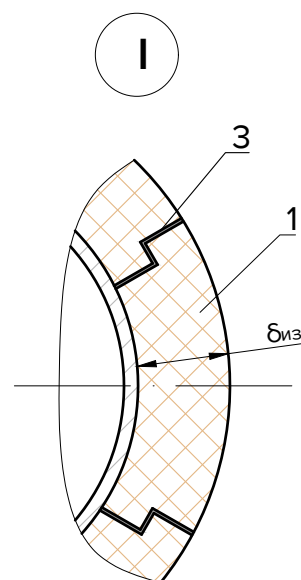
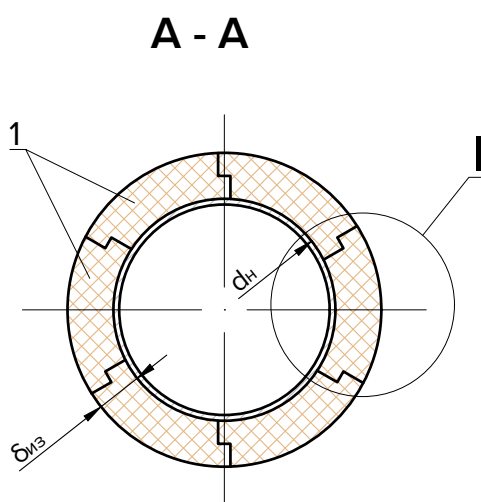
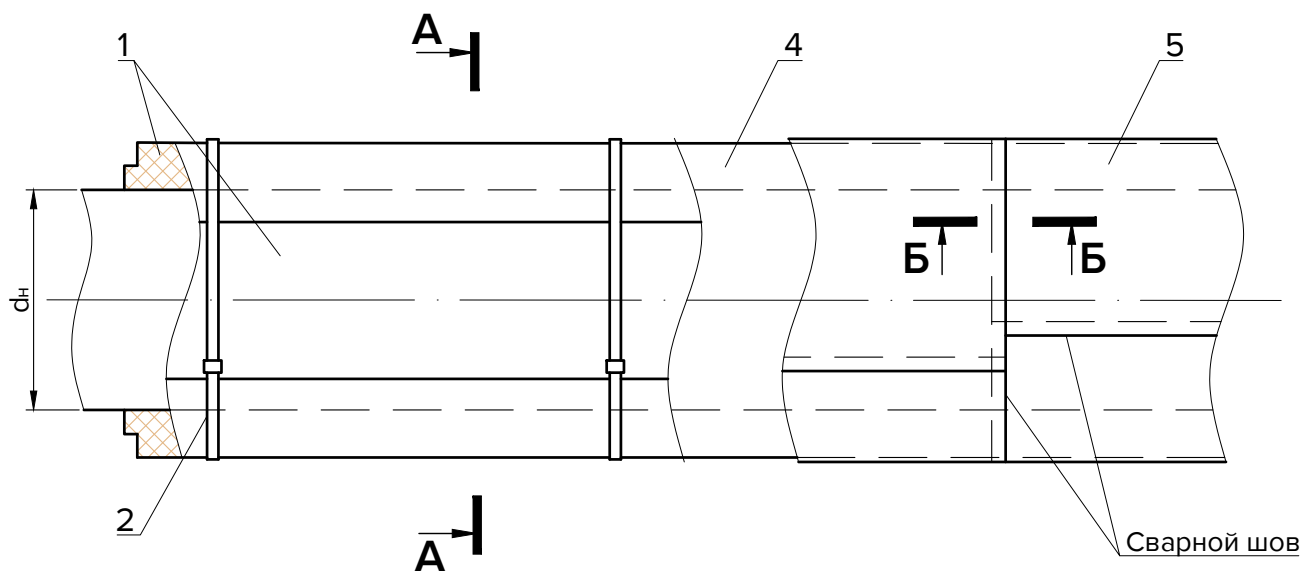
Б - Б

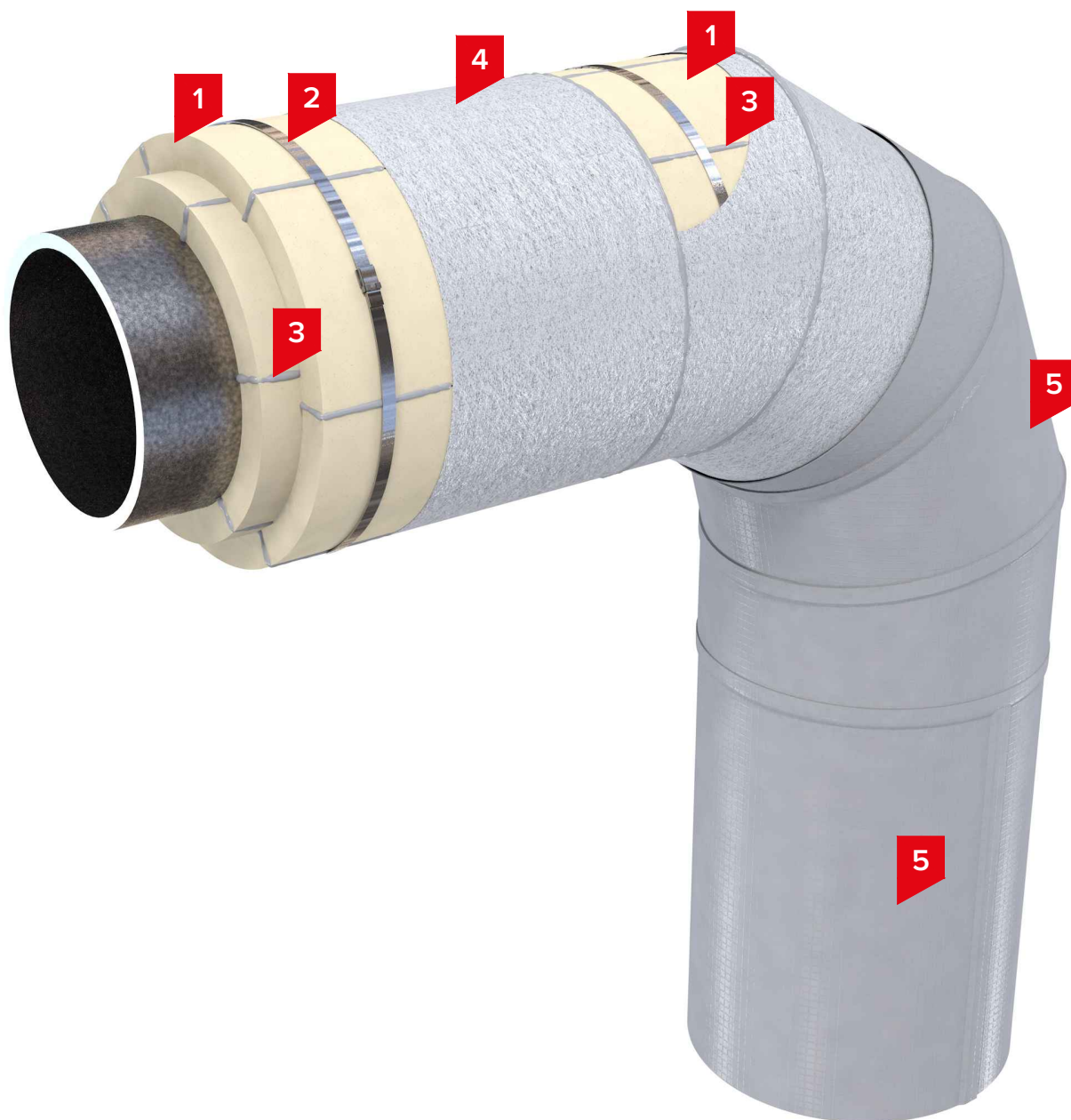




УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

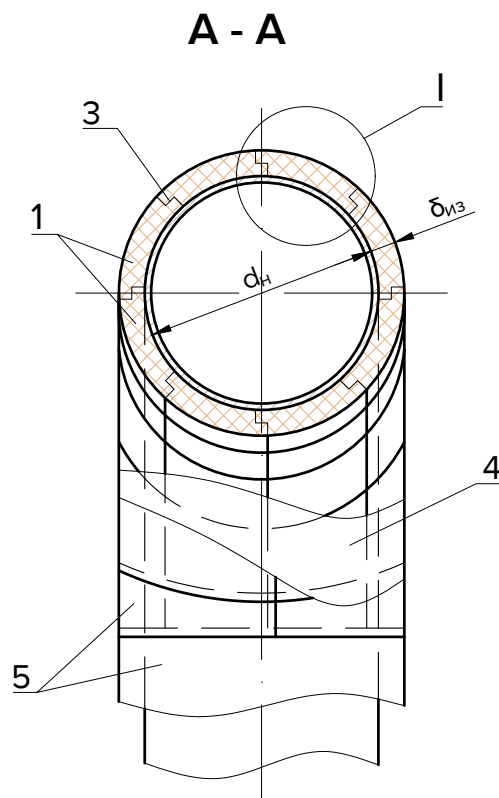
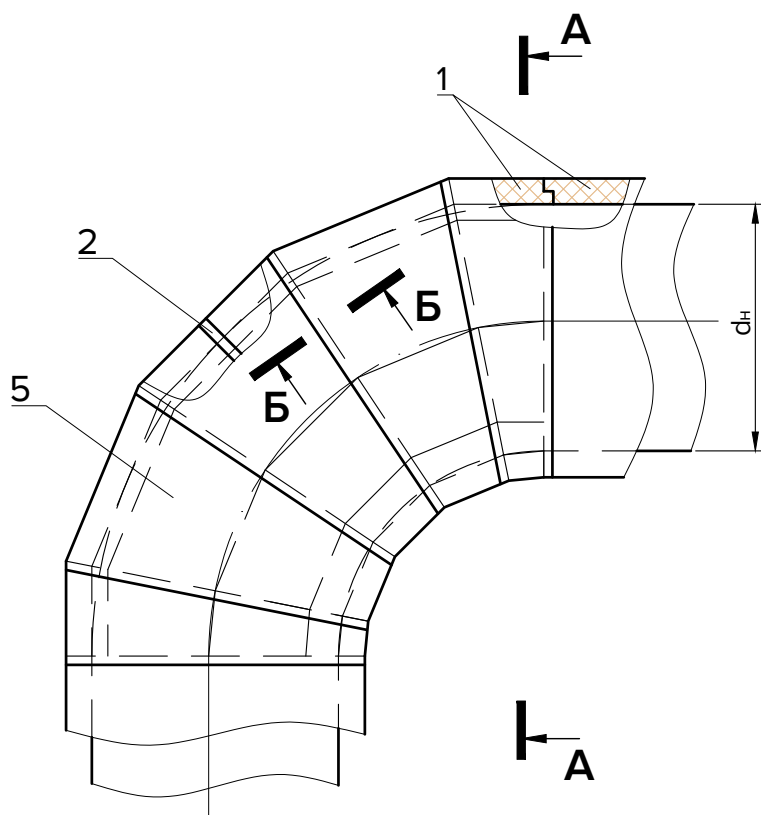
1	Сегменты / полуцилиндры теплоизоляционные PIR CRYO
2	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
3	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
4	Разделительный слой - геотекстиль / стеклохолст
5	ПВХ мембрана LOGICROOF



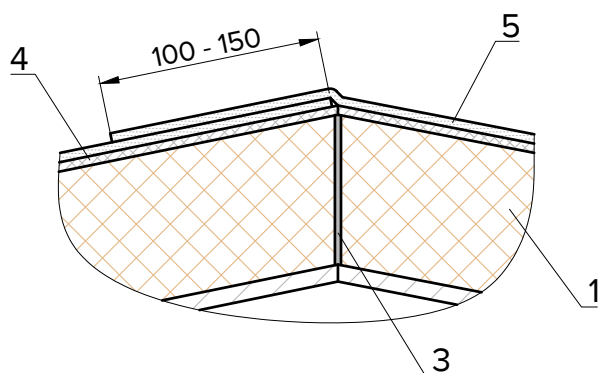


УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

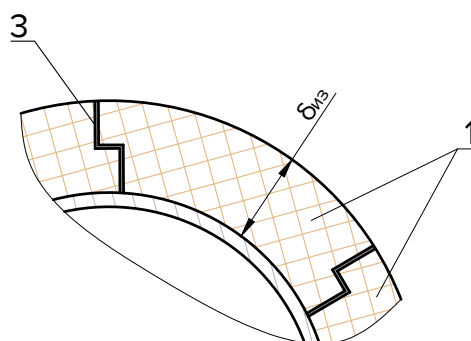
1	Сегменты теплоизоляционные PIR CRYO
2	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
3	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
4	Разделительный слой - геотекстиль / стеклохолст
5	Мембрана полимерная LOGICROOF

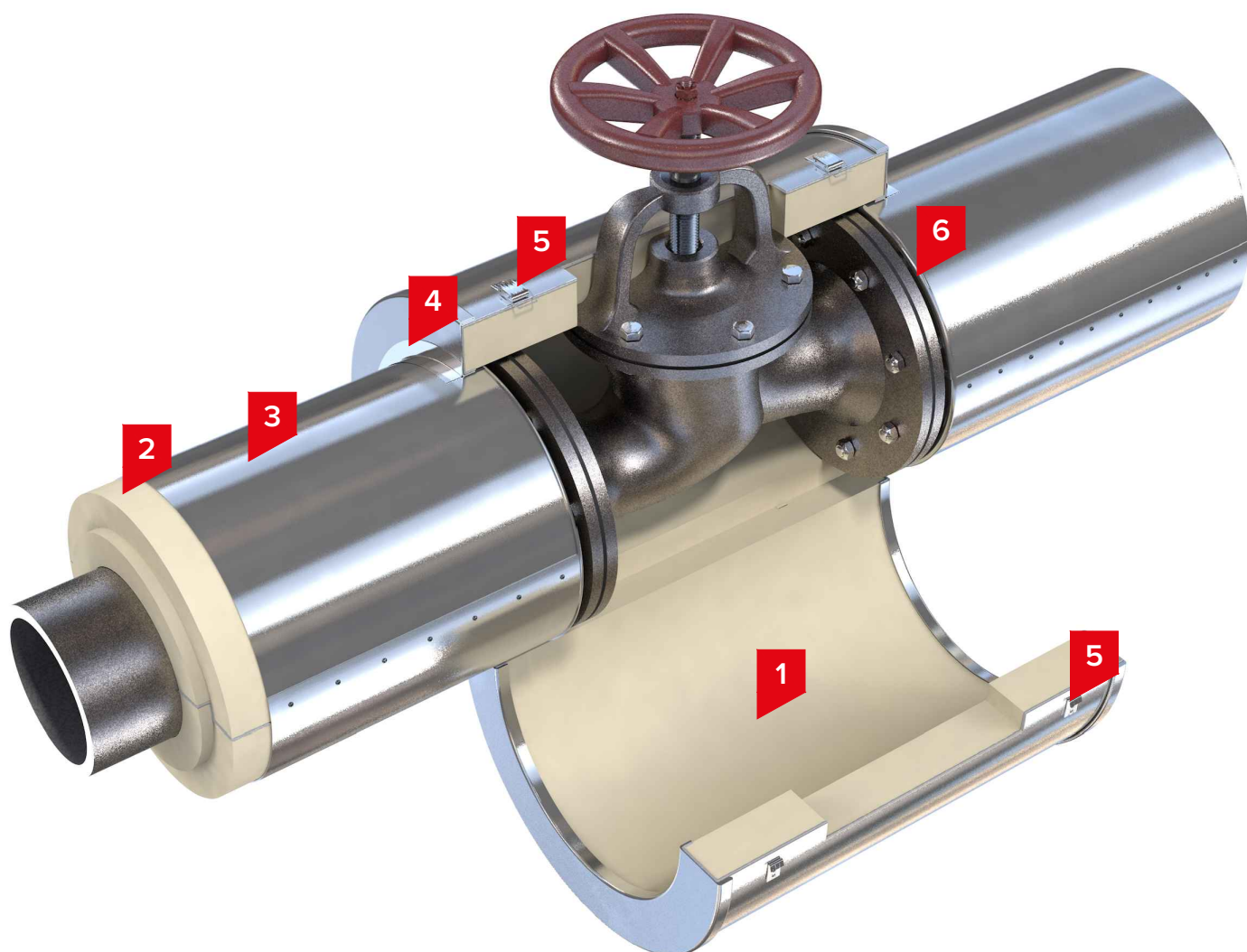


Б - Б



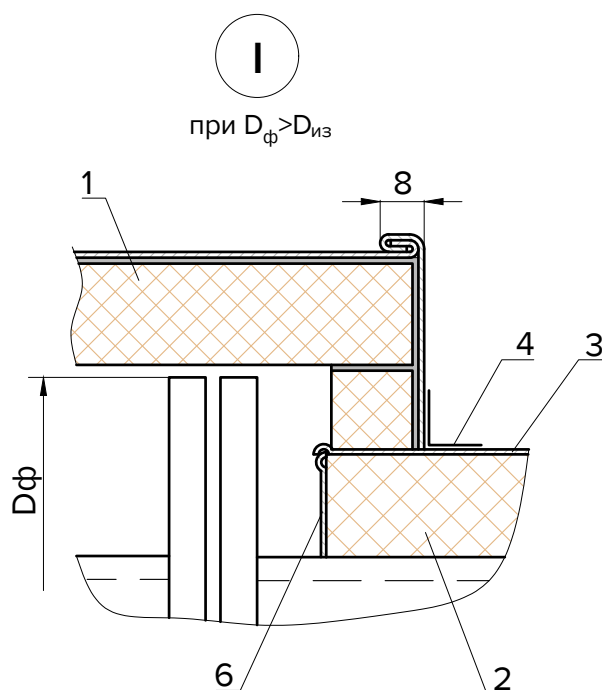
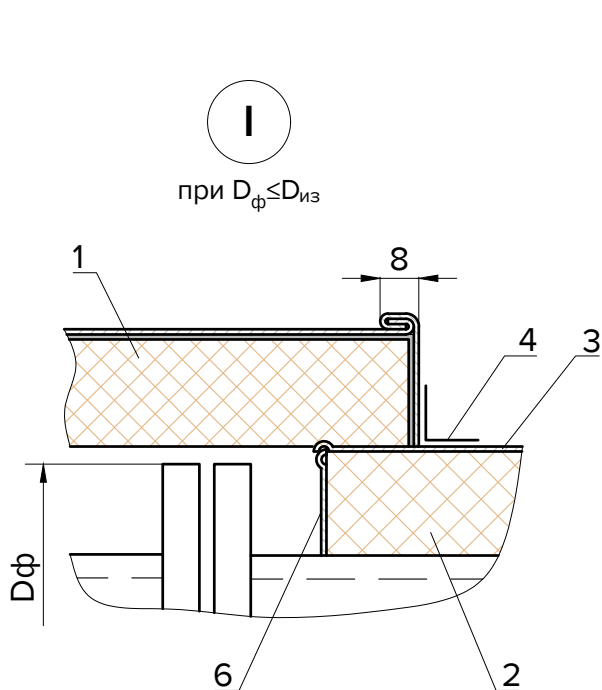
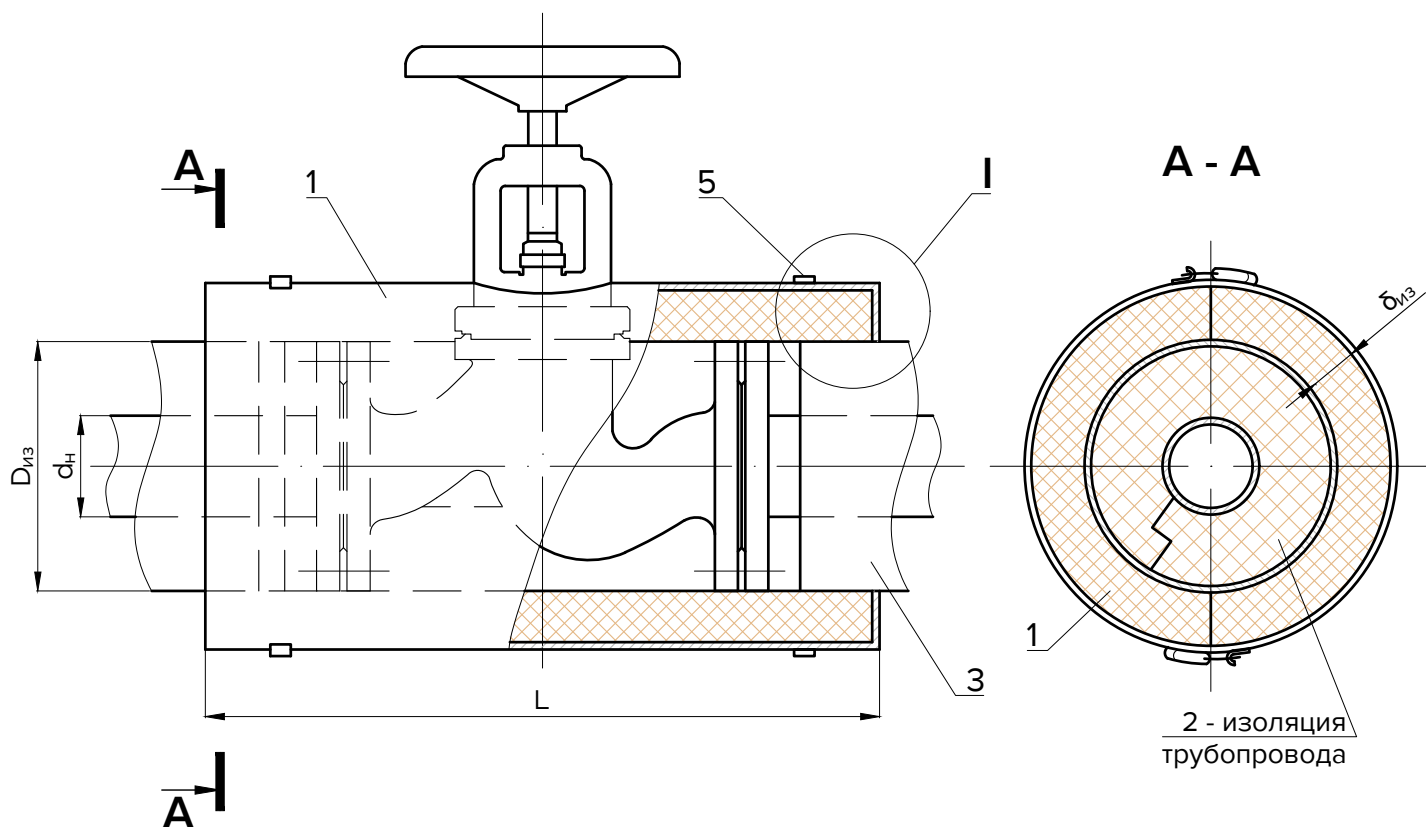
І

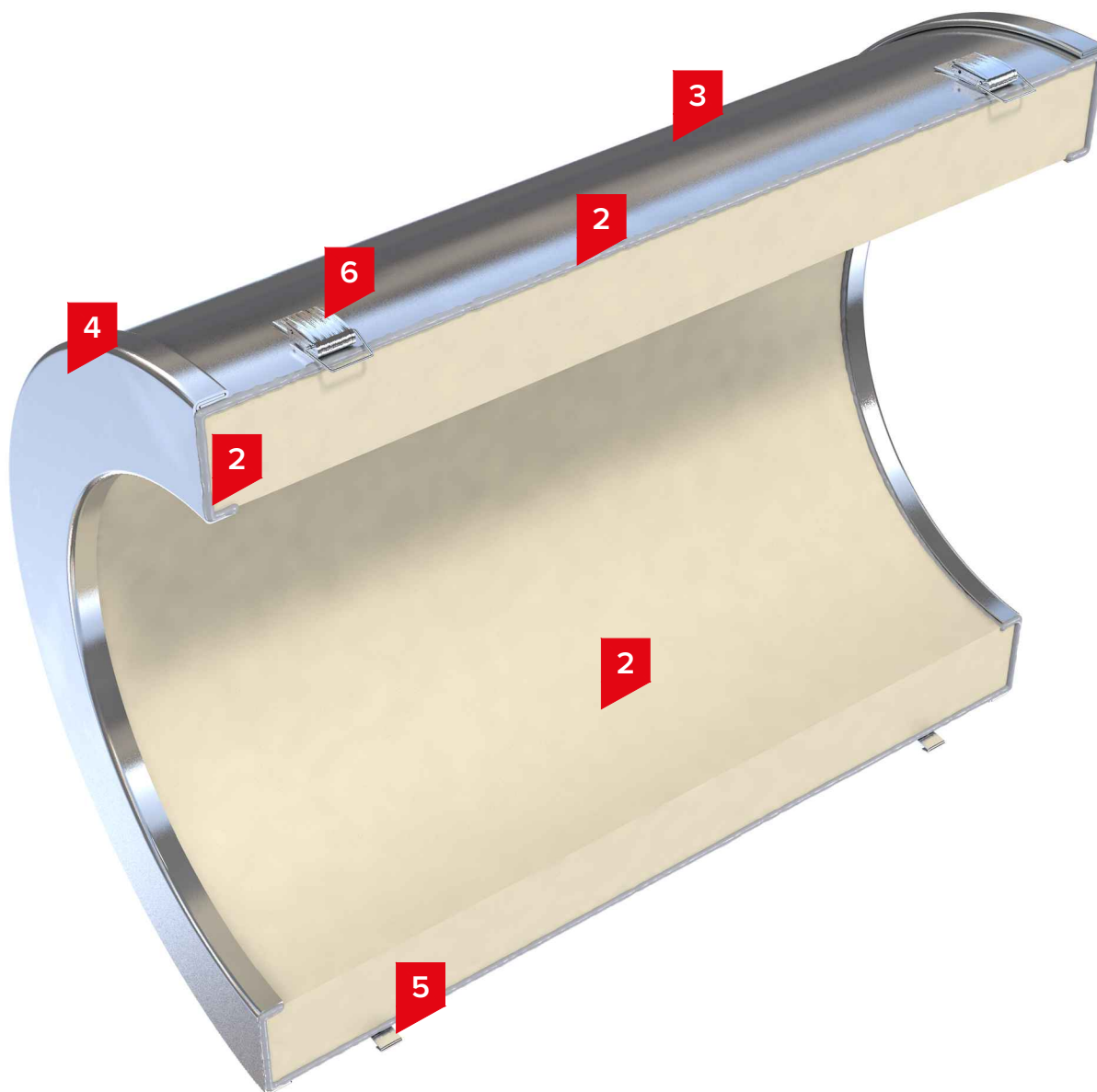




УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

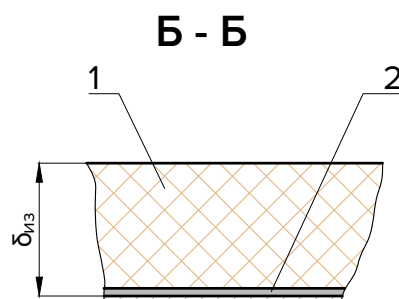
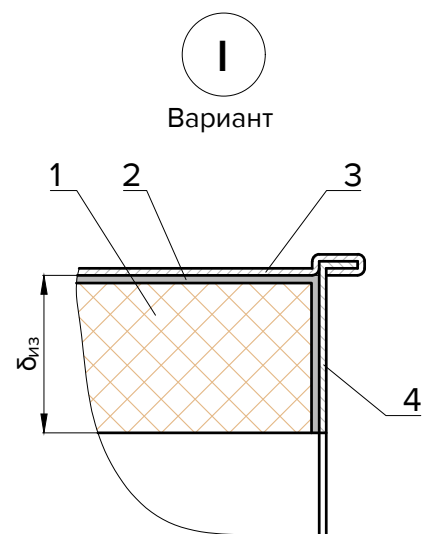
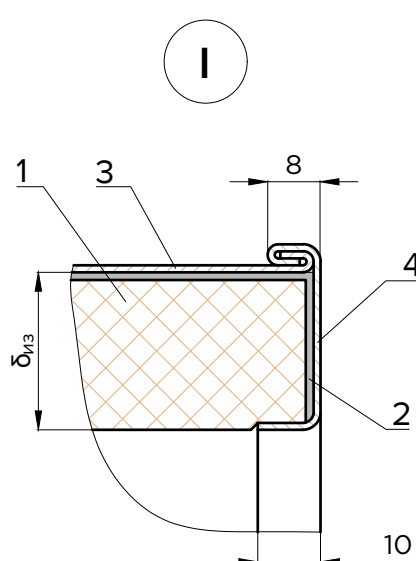
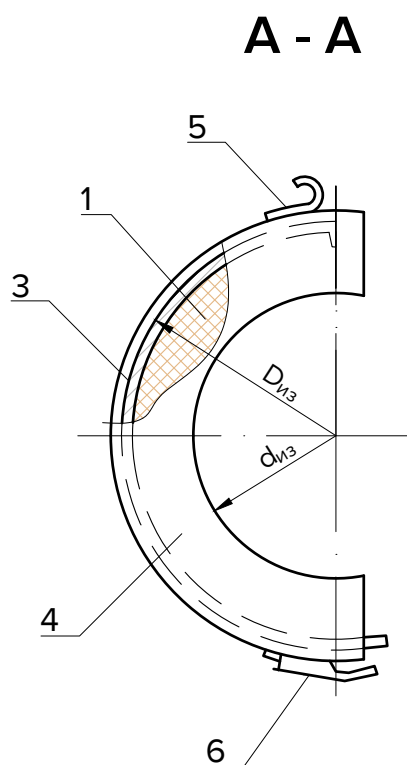
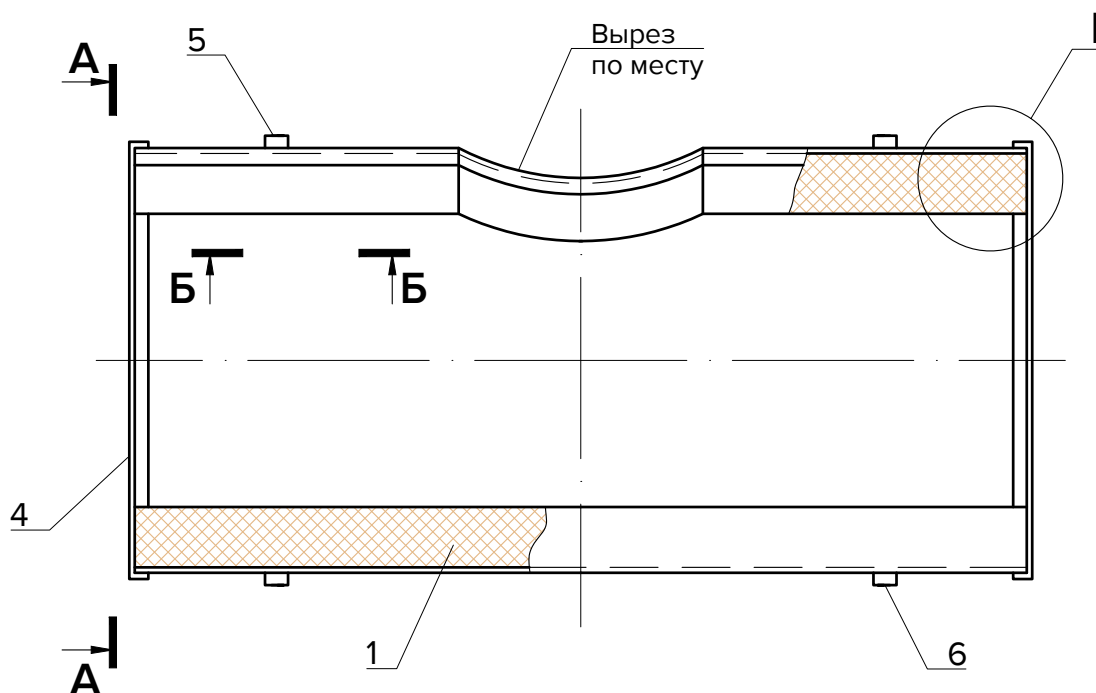
1	Полуфутляр с теплоизоляционным слоем из изделий PIR CRYO
2	Сегменты / полуцилиндры теплоизоляционные PIR CRYO
3	Покрытие защитное металлическое
4	Герметизация швов (при необходимости) - алюминиевая самоклеящаяся лента
5	Замок / бандаж с замком
6	Отделка торца изоляции - заглушка / диафрагма металлическая

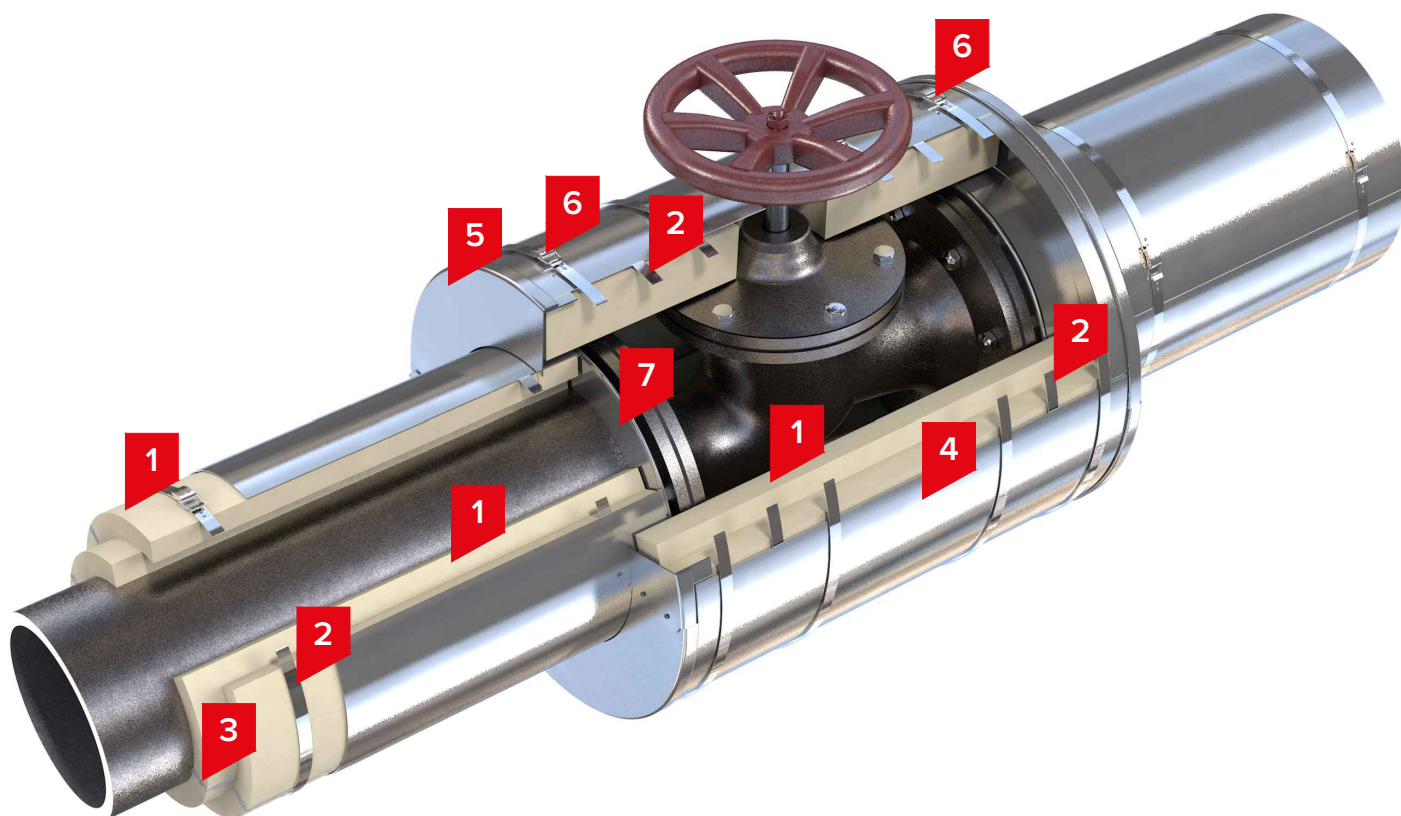




УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

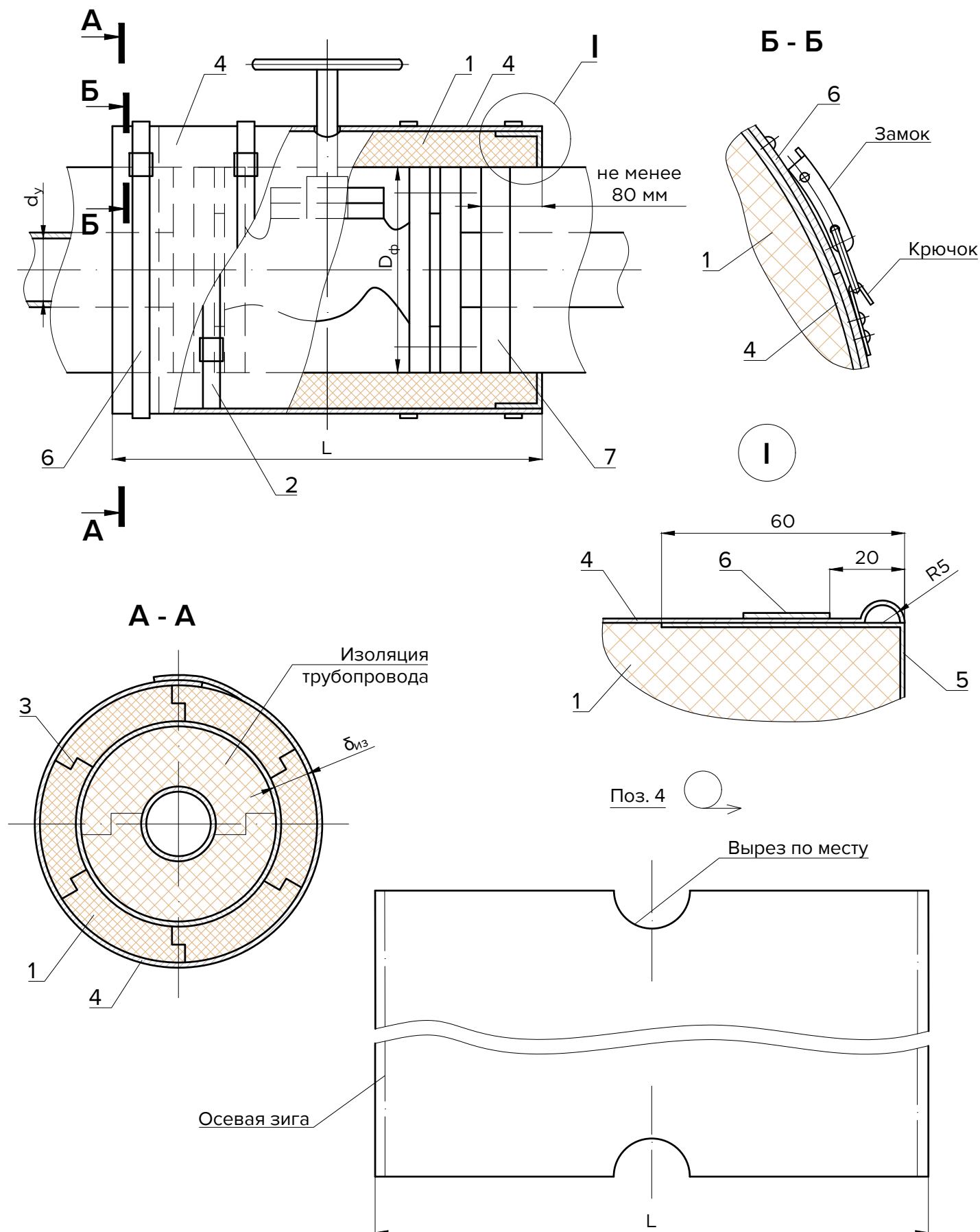
1	Сегменты / полуцилиндры теплоизоляционные PIR CRYO
2	Полиуретановый Клей CRYO
3	Стенка боковая металлического кожуха
4	Стенка торцевая металлического кожуха
5	Крючок
6	Замок

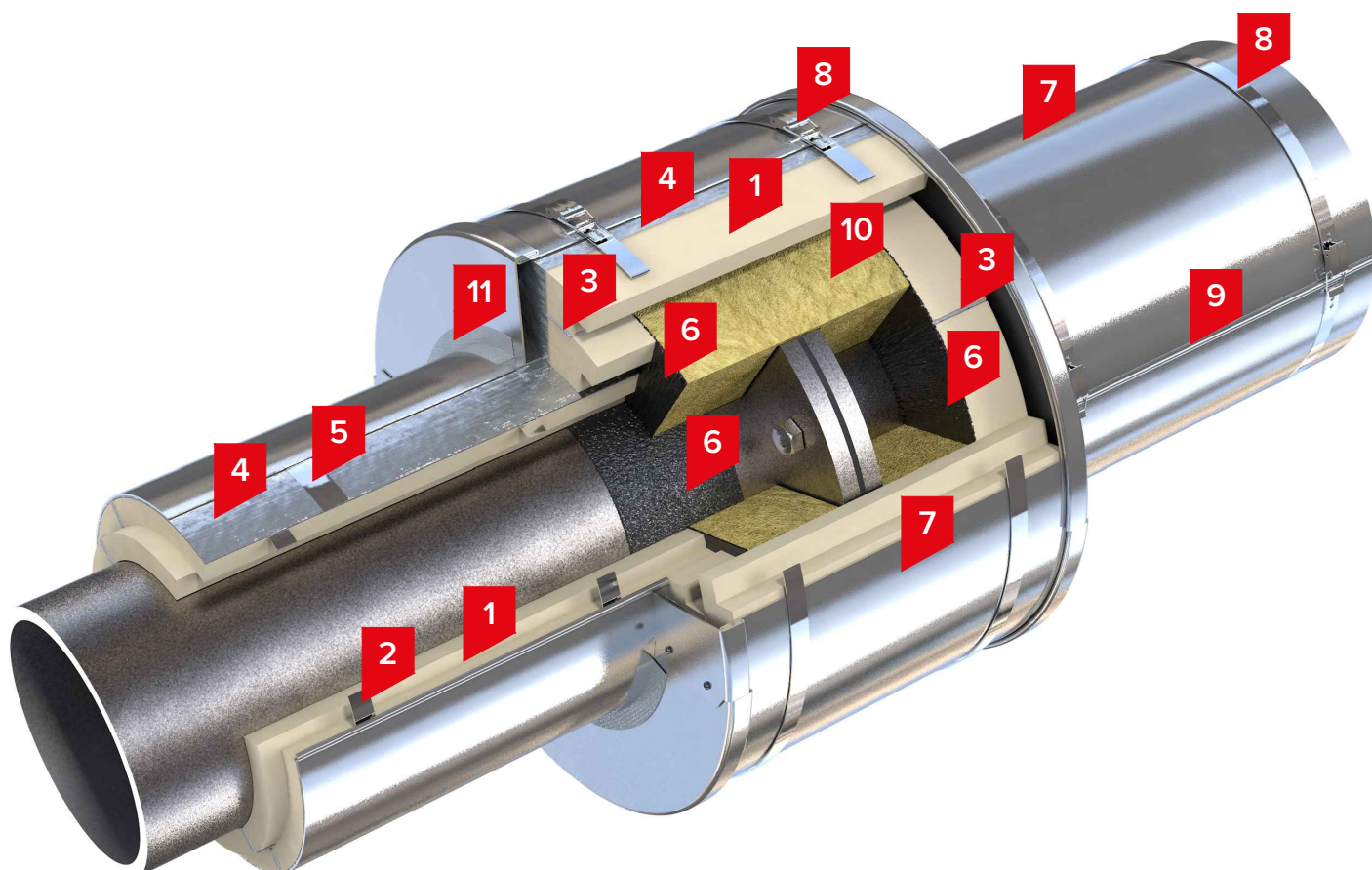




УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

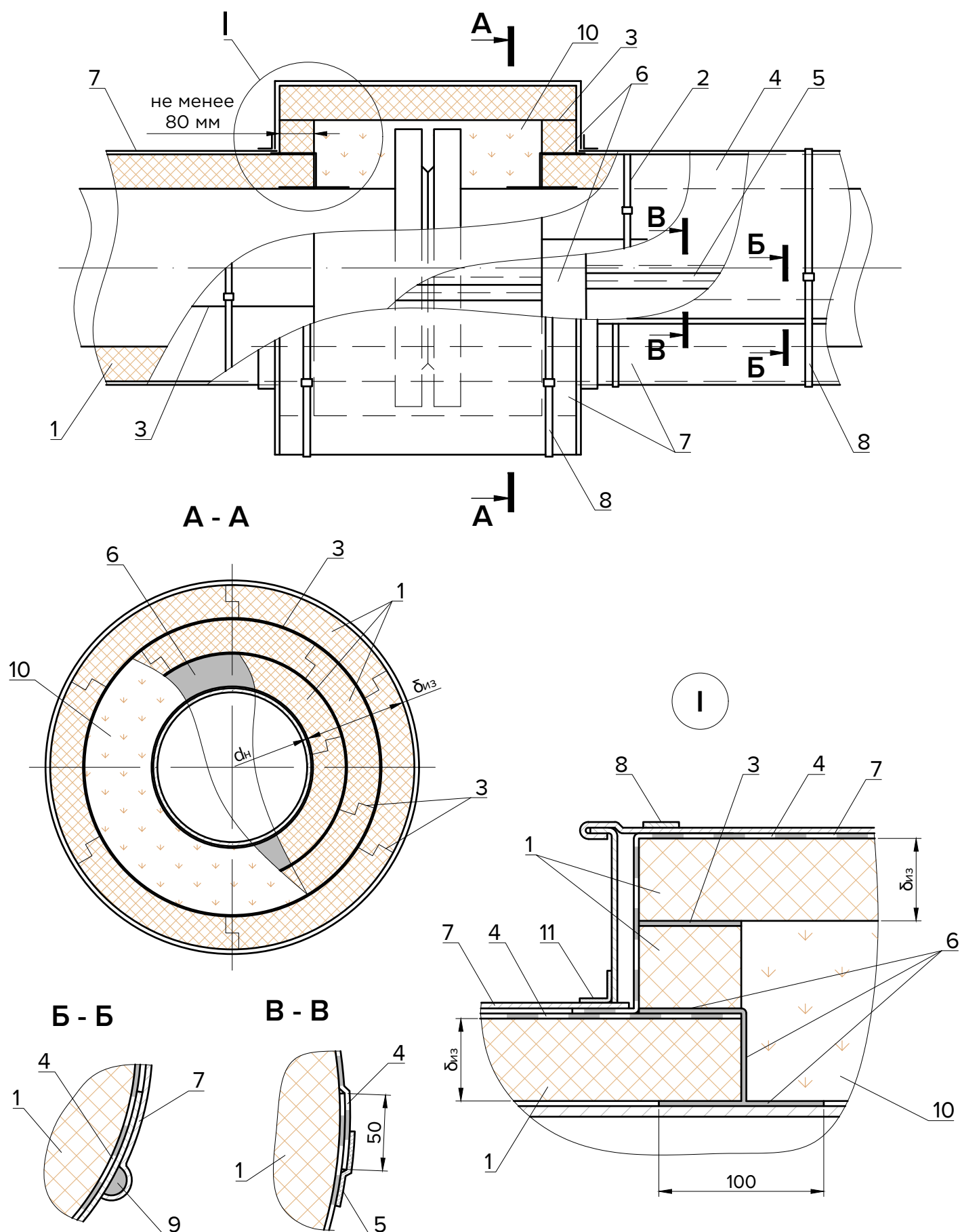
1	Сегменты / полуцилиндры теплоизоляционные PIR CRYO
2	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
3	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
4	Металлический съемный кожух
5	Диафрагма
6	Бандаж с замком / замок / бандаж с пряжкой
7	Диафрагма / заглушка металлическая

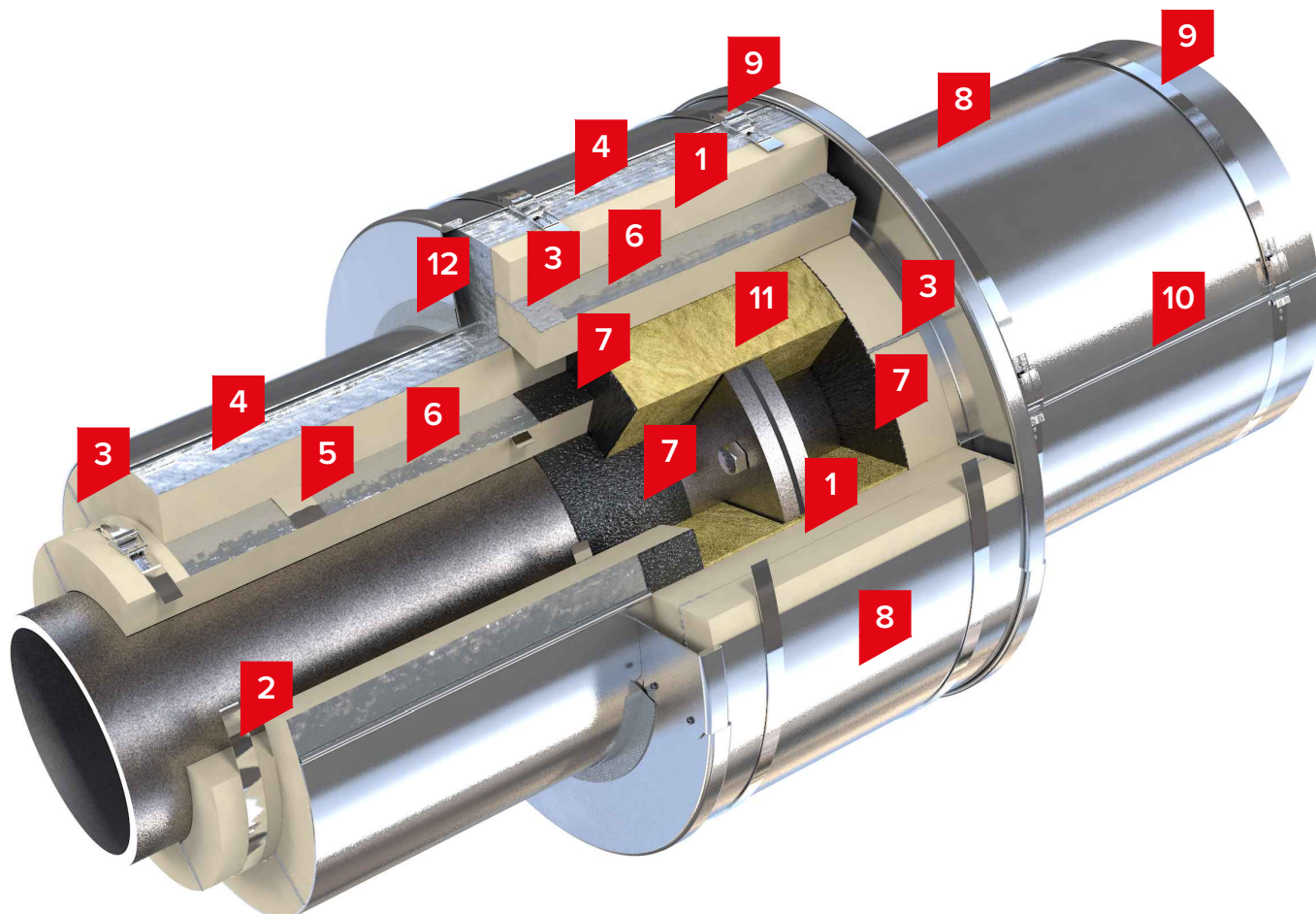




УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

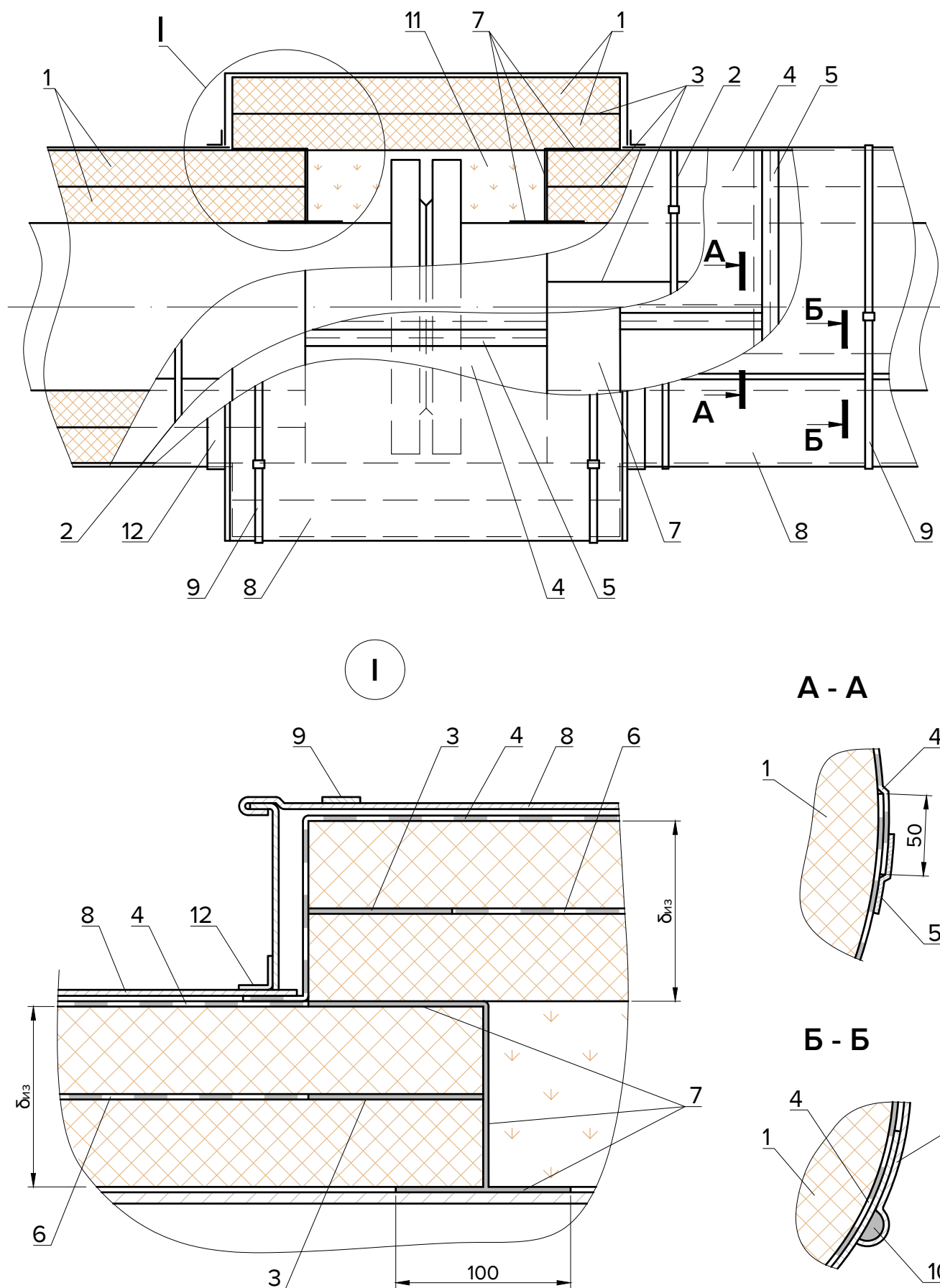
1	Сегменты / полуцилиндры теплоизоляционные PIR CRYO
2	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
3	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
4	Первичный паронепроницаемый барьер CRYO - основной пароизоляционный слой
5	Лента алюминиевая CRYO - стыки пароизоляционного слоя
6	Заглушка пароизоляционная - герметик CRYO / мастика битумная
7	Покрытие защитное металлическое
8	Бандаж с пряжкой
9	Герметик для металла CRYO
10	Заполнение зазоров (вата минеральная ГОСТ 4640-2011)
11	Лента самоклеящаяся армированная

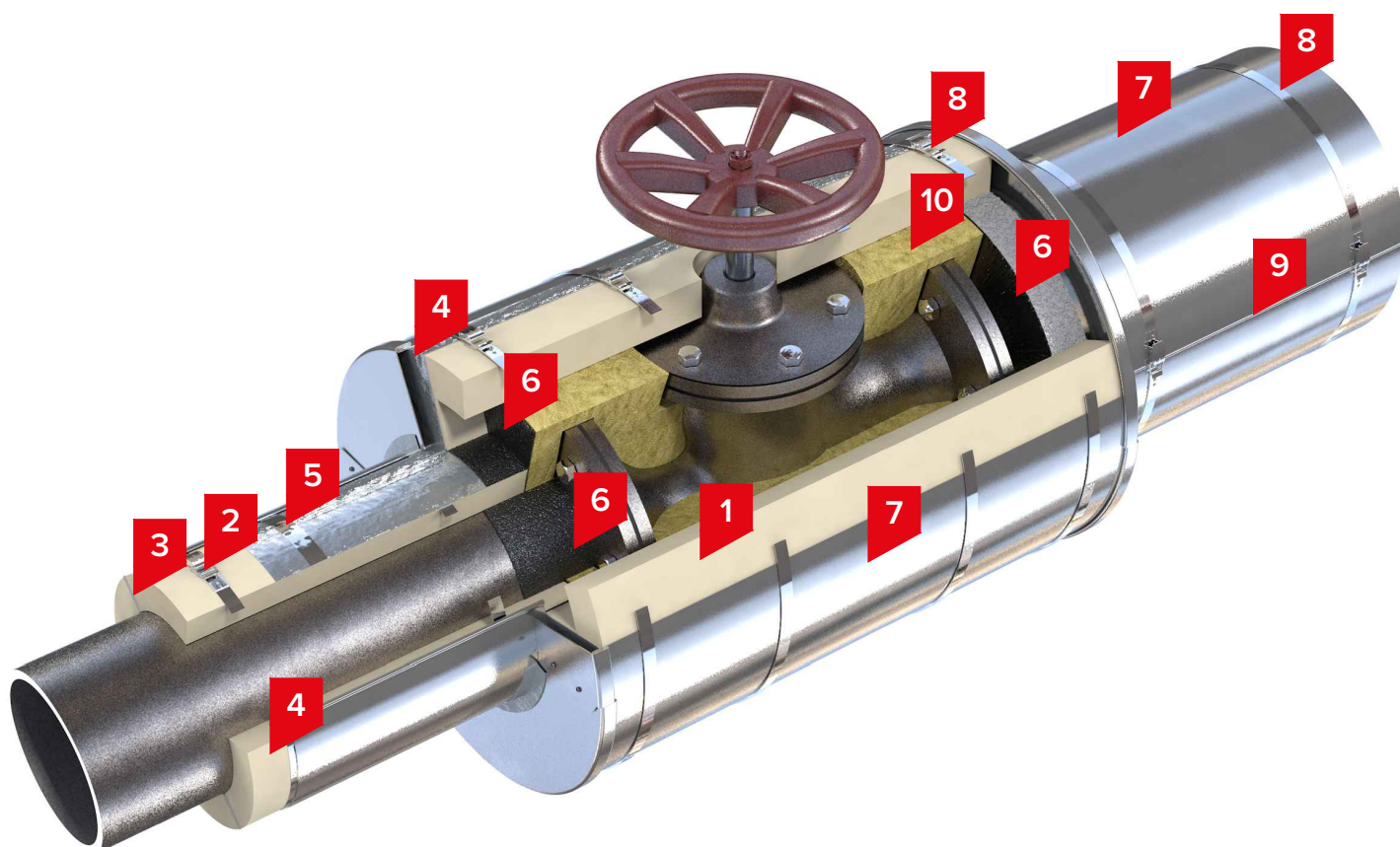




УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

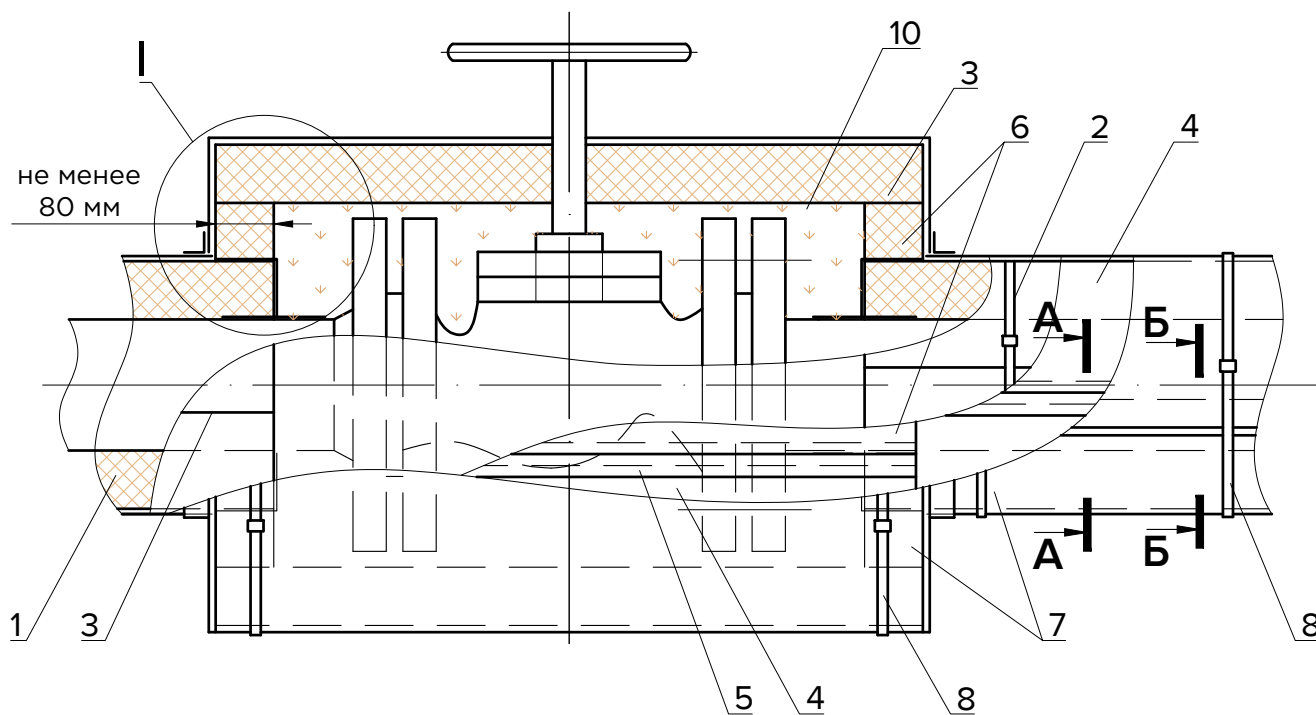
1	Сегменты / полуцилиндры теплоизоляционные PIR CRYO
2	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
3	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
4	Первичный паронепроницаемый барьер CRYO - основной пароизоляционный слой
5	Лента алюминиевая CRYO - стыки пароизоляционного слоя
6	Вторичный паронепроницаемый барьер CRYO - вспомогательный пароизоляционный слой - при температуре теплоносителя ниже -50°C
7	Заглушка пароизоляционная - герметик CRYO / мастика битумная
8	Покрытие защитное металлическое
9	Бандаж с пряжкой
10	Герметик для металла CRYO
11	Заполнение зазоров (вата минеральная ГОСТ 4640-2011)
12	Лента самоклеящаяся армированная



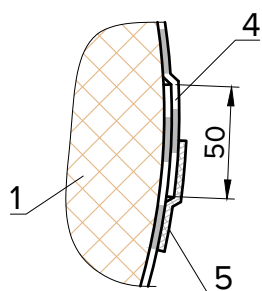


УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

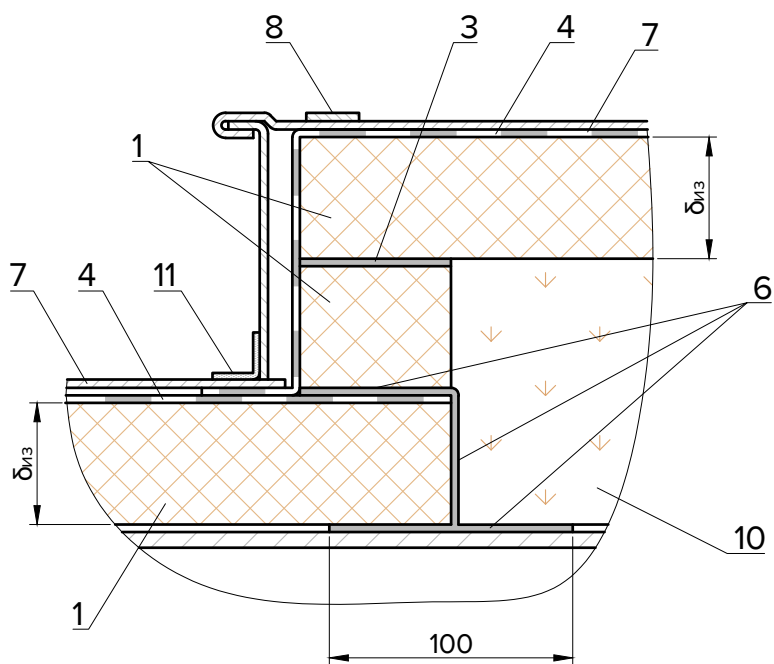
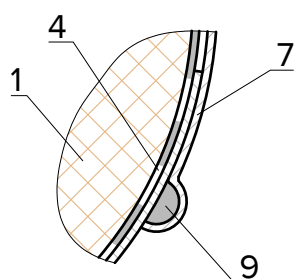
1	Сегменты / полуцилиндры теплоизоляционные PIR CRYO
2	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
3	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
4	Первичный паронепроницаемый барьер CRYO - основной пароизоляционный слой
5	Лента алюминиевая CRYO - стыки пароизоляционного слоя
6	Заглушка пароизоляционная - герметик CRYO / мастика битумная
7	Покрытие защитное металлическое
8	Бандаж с пряжкой
9	Герметик для металла CRYO
10	Заполнение зазоров (вата минеральная ГОСТ 4640-2011)

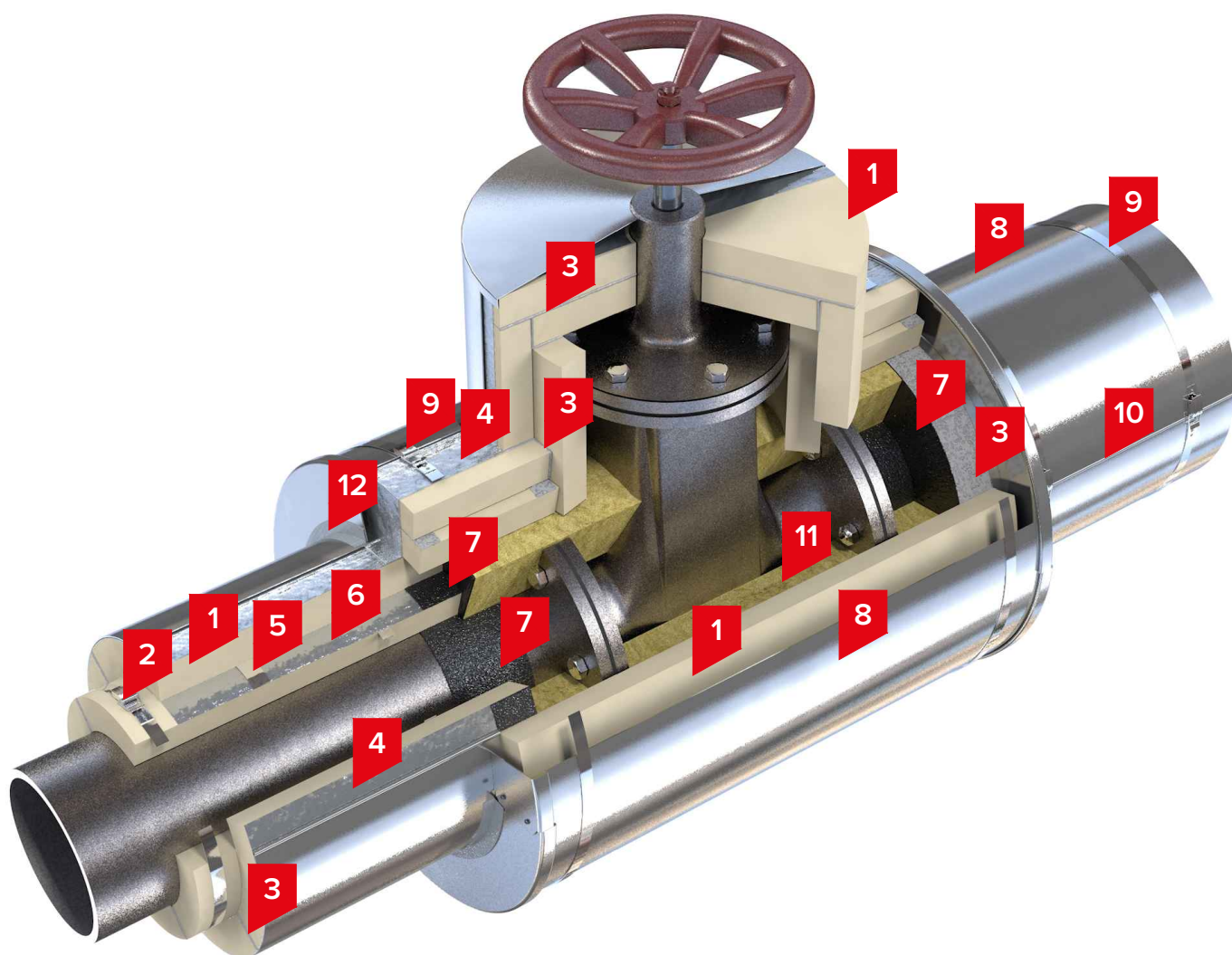


А - А



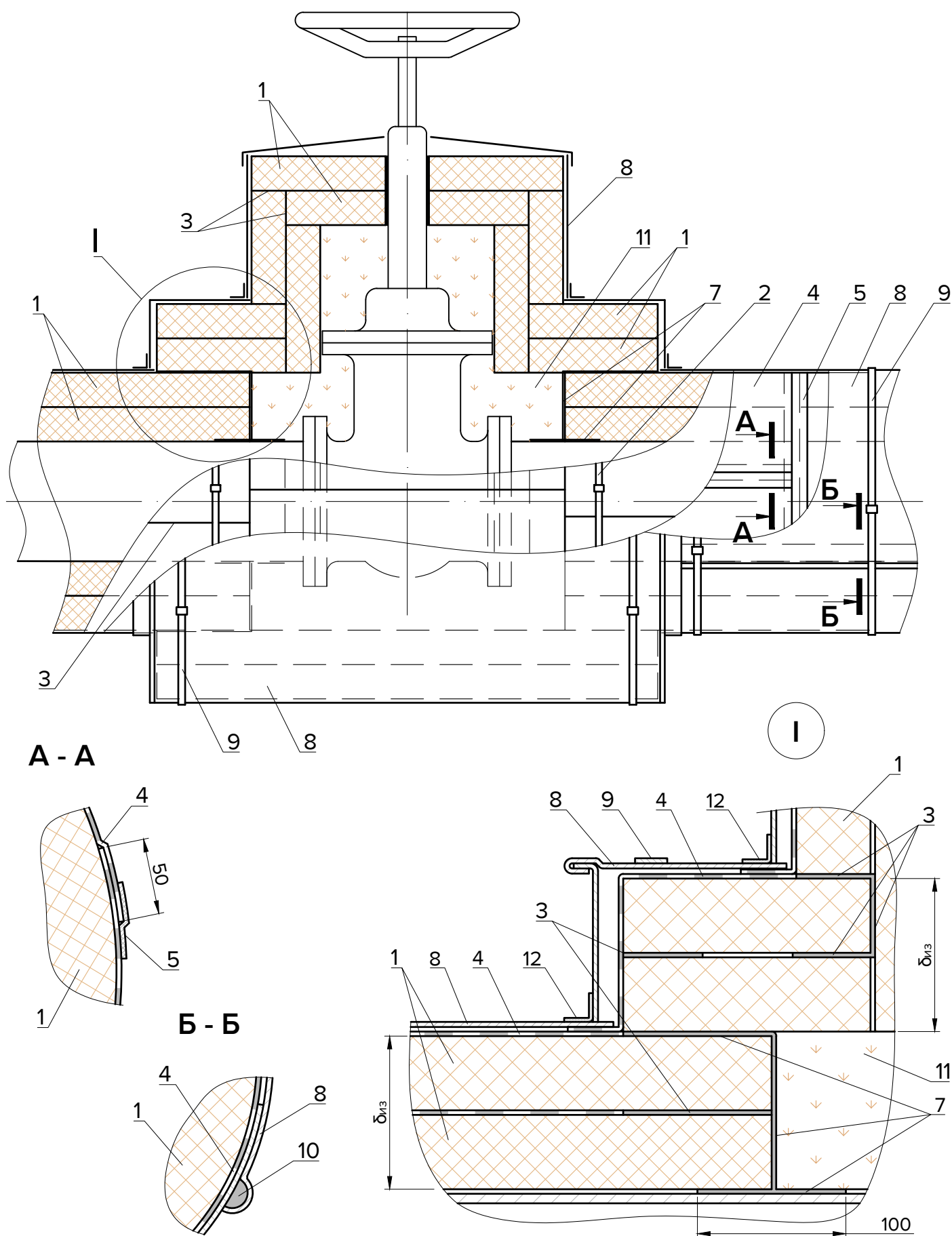
Б - Б

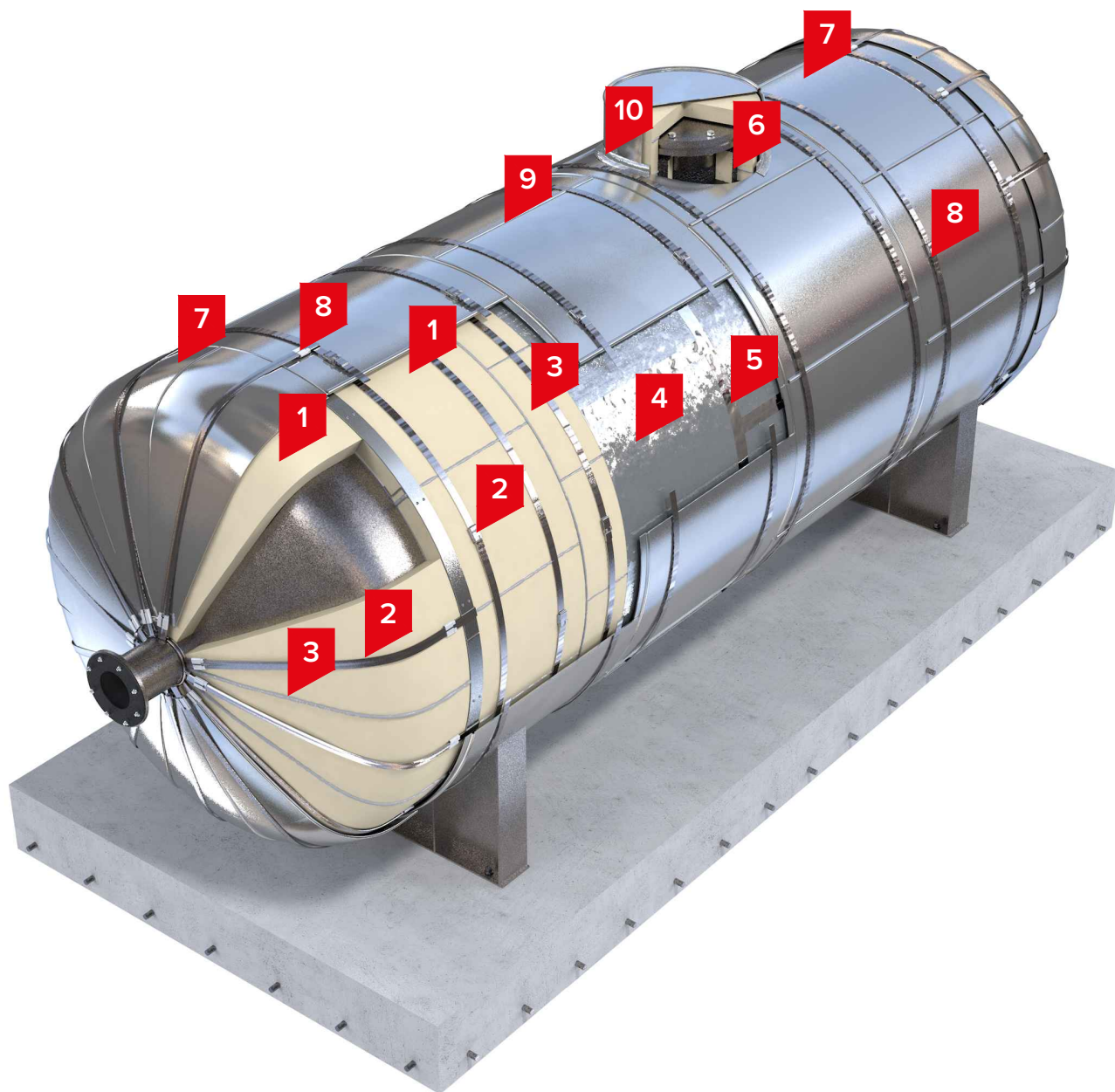




УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

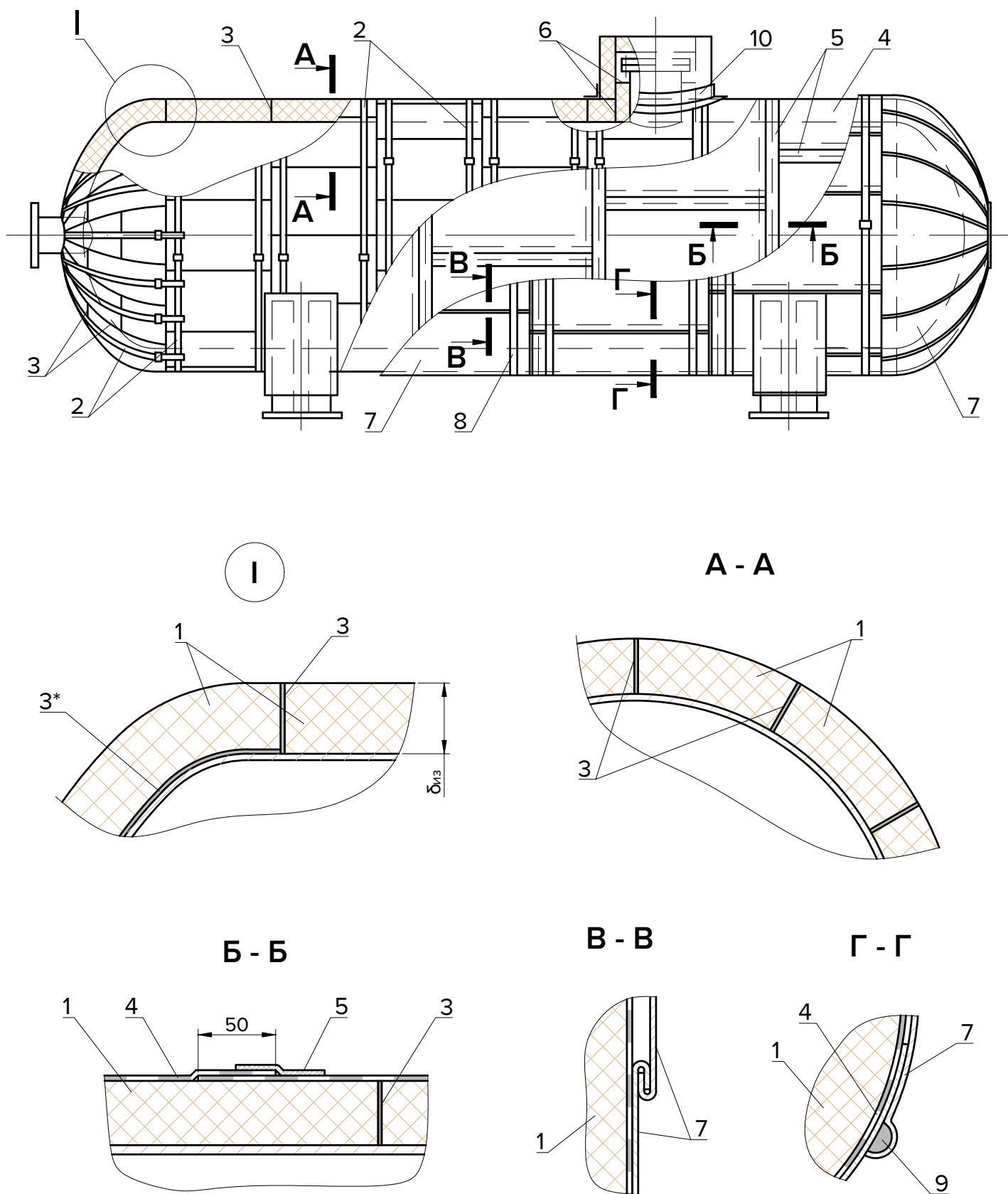
1	Сегменты / полуцилиндры теплоизоляционные PIR CRYO
2	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
3	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
4	Первичный паронепроницаемый барьер CRYO - основной пароизоляционный слой
5	Лента алюминиевая CRYO - стыки пароизоляционного слоя
6	Вторичный паронепроницаемый барьер CRYO - вспомогательный пароизоляционный слой - при температуре теплоносителя ниже -50°C
7	Заглушка пароизоляционная - герметик CRYO / мастика битумная
8	Покрытие защитное металлическое
9	Бандаж с пряжкой
10	Герметик для металла CRYO
11	Заполнение зазоров (вата минеральная ГОСТ 4640-2011)
12	Лента самоклеящаяся армированная



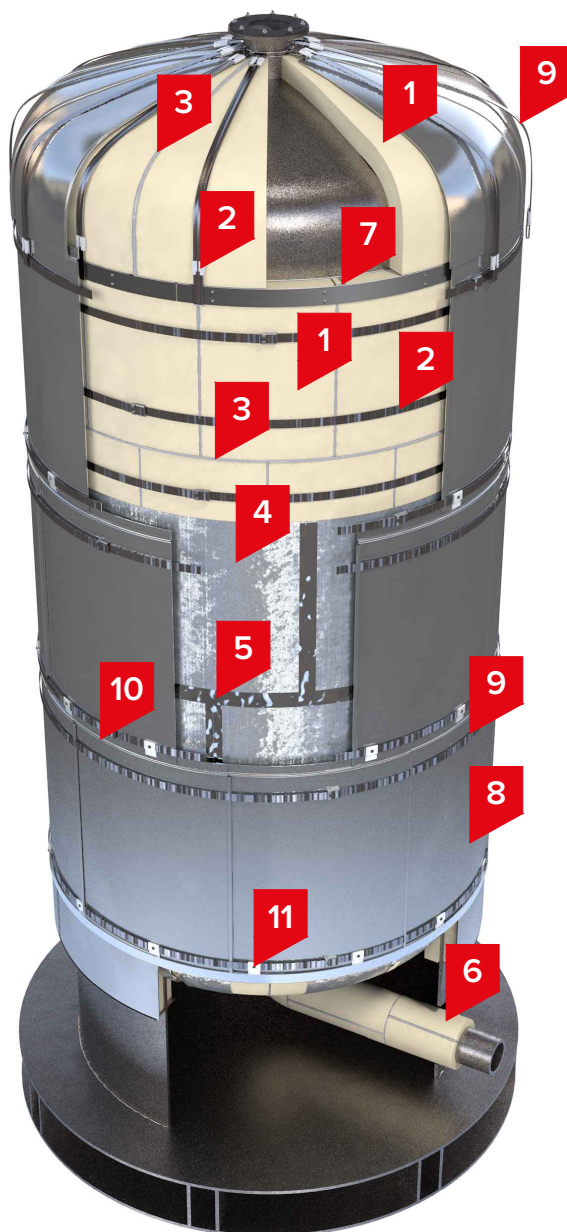


УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

1	Сегменты теплоизоляционные PIR CRYO
2	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
3	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
4	Первичный паронепроницаемый барьер CRYO - основной пароизоляционный слой
5	Лента алюминиевая CRYO - стыки пароизоляционного слоя
6	Заглушка пароизоляционная - герметик CRYO / мастика битумная
7	Покрытие защитное металлическое
8	Бандаж с пряжкой
9	Герметик для металла CRYO
10	Лента самоклеящаяся армированная

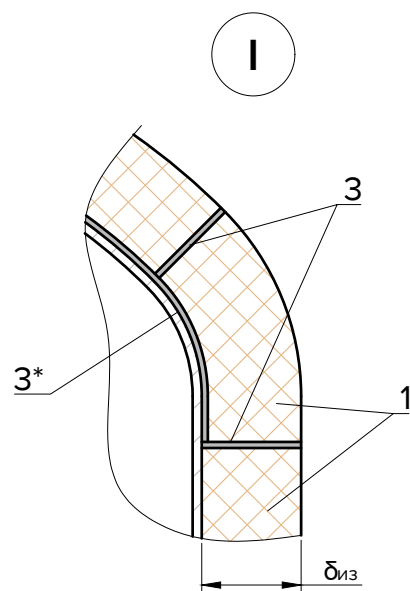
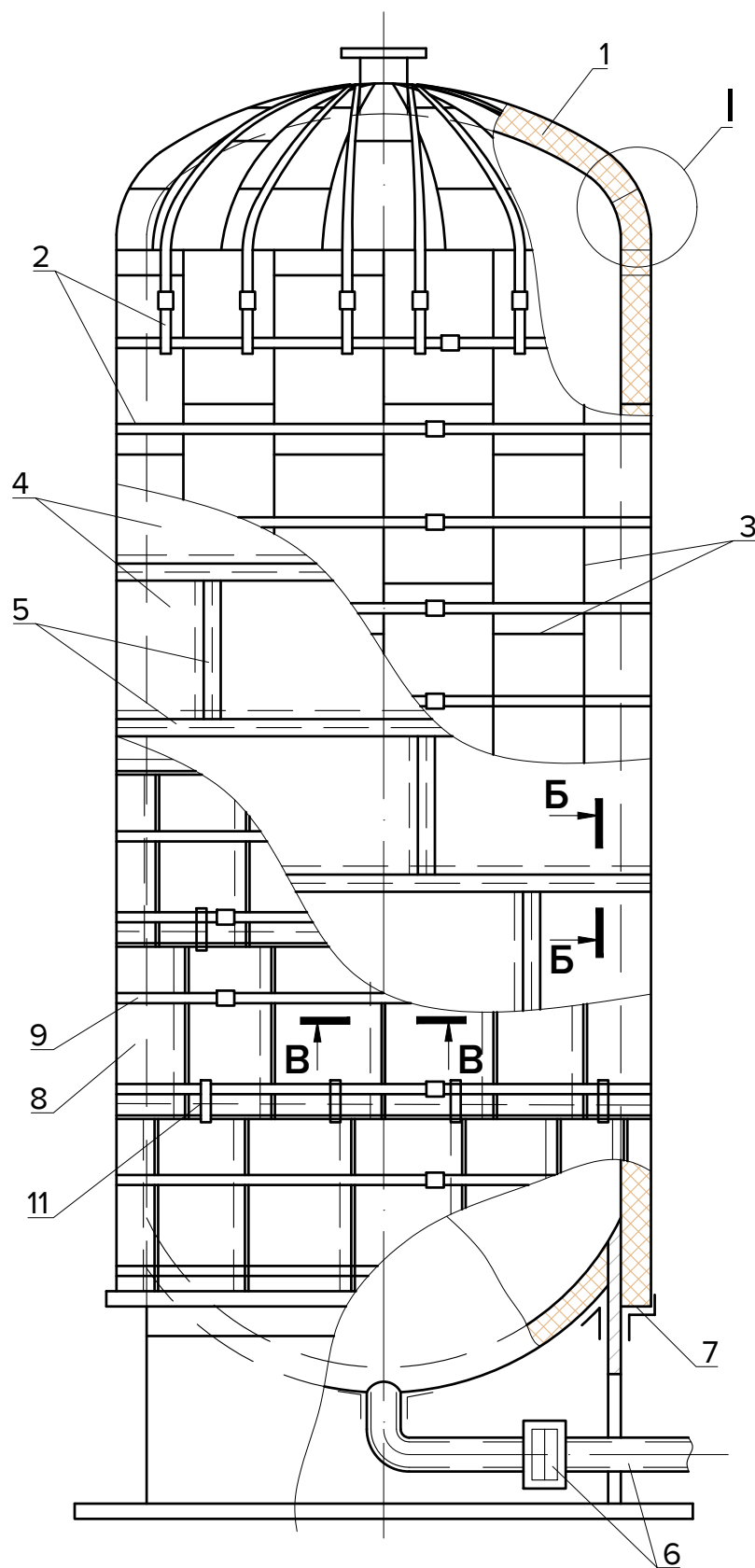


* При температуре теплоносителя выше -50°C изделия могут устанавливаться при помощи герметика CRYO или полиуретанового клея CRYO (поз. 3)

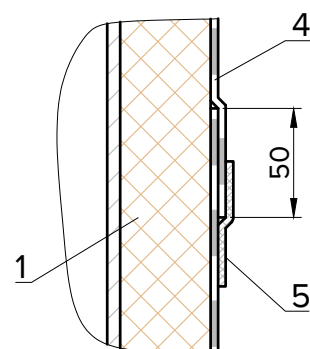


УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

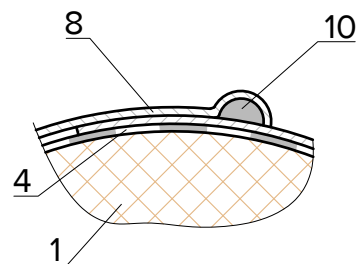
1	Сегменты теплоизоляционные PIR CRYO
2	Бандаж с пряжкой / Лента армированная стекловолокном CRYO
3	Герметик CRYO / Полиуретановый Клей CRYO
4	Первичный паронепроницаемый барьер CRYO - основной пароизоляционный слой
5	Лента алюминиевая CRYO - стыки пароизоляционного слоя
6	Сегменты / полуцилиндры теплоизоляционные PIR CRYO
7	Заглушка пароизоляционная - герметик CRYO / мастика битумная
8	Покрытие защитное металлическое
9	Бандаж с пряжкой
10	Герметик для металла CRYO
11	Скоба навесная



Б - Б



В - В



* При температуре теплоносителя выше -50°C изделия могут устанавливаться при помощи герметика CRYO или полиуретанового клея CRYO (поз. 3)

Для заметок

Версия: ноябрь 2023