РАО "ЕЭС России"
ОАО "Объединение ВНИПИэнергопром"
Холдинг "СОВБИ"
Международный центр пенобетонных технологий

ТИПОВЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ В ИЗОЛЯЦИИ ИЗ ПЕНОБЕТОНА "СОВБИ" ДИАМЕТРОМ Ду 700-1200 мм.

Конструкции и детали

313. ТС-018-000

ОАО "Объединение ВНИПИэнергопром":		Холдинг "СОВБИ"	
Первый заместитель генерального директора главный инженер	Л.А. Тутыхин	Президент, директор МЦПТ, д.т.н.	В.Д. Васильев
Зам. главного инженера	С.В. Романов	Вице-президент	А.В. Селиверстов
Зав. ЛТС, д.т.н.	Г.Х. Умеркин	Директор по развитию	Т.Ф. Миронова

Тиражирование и передача сторонним организациям без разрешения ОАО "Объединение ВНИПИэнергопром" и МЦПТ запрещается.

Москва 2008г.

Подпись и дата | Инв.№ дубл. | Взам. инв.№ | Подпись и дата | Изм. № подл.

СОДЕРЖАНИЕ

ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ	Стр.
313.ТС-018.000.ПЗ	Пояснительная записка.	3
313.ТС-018.001.ПЗ	Номограммы для определения габаритов П-образных компенсаторов и длин Г и Z-образных компенсаций трубопроводов при бесканальной прокладке трубопроводов. Правила пользования номограммами.	20
313.ТС-018.001	Трубы в изоляции из ПБ "СОВБИ" в полиэтиленовой оболочке.	22
313.ТС-018.002	Трубы в изоляции из ПБ "СОВБИ" в полиэтиленовой оболочке с усилениями.	24
313.ТС-018.003	Трубы в изоляции из ПБ в оболочке из оцинкованной стали.	25
313.ТС-018.004	Изделия фасонные. Отводы.	27
313.ТС-018.005	Тройники прямые равнопроходные.	31
313.ТС-018.006	Тройники прямые разнопроходные.	33

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1. Общая часть.

1.1. Типовые технические решения по проектированию и строительству тепловых сетей в изоляции из теплоизоляционного неавтоклавного монолитного пенобетона "СОВБИ" далее (ПБ) для труб Ду700-1200 мм разработаны для применения в районах, имеющих расчетные температуры наружного воздуха до минус 47°С.

1.2. Технические решения разработаны для двухтрубных водяных сетей, работающих с расчетными параметрами горячей воды: рабочим давлением Ру 1,6 МПа, температурой до 130°С с учетом требований EN253, 1994г. и ГОСТ 30732-2001 г.

1.3. Типовые решения разработаны как для подземной бесканальной и канальной прокладки трубопроводов, так и для надземной прокладки на отдельно стоящих опорах или эстакадах. При этом конструкция изоляции теплопровода отличается видом рекомендованного наружного защитного покрытия поверх изоляции из ПБ в зависимости от характера прокладки трубопроводов (надземная или подземная).

1.4. При проектировании и строительстве должны соблюдаться требования действующих нормативных документов:
«Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды», утвержденные Госгортехнадзором России;
- СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети. Нормы проектирования»;
- СНиП 3.05 - 85 «Тепловые сети»;
- СНиП Ш - 42 - 80 «Магистральные трубопроводы. Правила производства и приемки работ»;
- СНиП 41-03-2003 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» введен постановлением Госстроя России 18 - 80 от 31.12.1997г.;
- «Свод правил СП 41-103-2000 «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»;
- СНиП Ш-4-80* «Техника безопасности в строительстве»;
- СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия»;
- СНиП 2.02.01-83* «Основания зданий и сооружений». Нормы проектирования;
- Руководящий документ по применению осевых сильфонных компенсаторов (СК СКТБ) по техническим условиям ТУ 5-98 иянш 300260.029 ТУ и сильфонных компенсаторных устройств (СКУ СКТБ) по техническим условиям иянш 300260.033 ТУ предприятия ГУП «Компенсатор» при проектировании, строительстве и эксплуатации тепловых сетей;
- СТО- 005-50845180-2007 Теплоизоляция трубопроводов и оборудования неавтоклавным монолитным пенобетоном "СОВБИ";
- Руководящий документ по применению осевых сильфонных компенсаторов, неподвижных опор и электросварных муфт с повышенным уровнем грунтовых вод изготавливаемых ООО "Изоляционные технологии" (г.Санкт-Петербург).
- Правила пожарной безопасности при проведении сварочных и других основных работ на объектах народного хозяйства» ГУПО МВД России,
- Нормативно-техническая документация по номенклатуре сборных же-лезобетонных конструкций каналов, камер, неподвижных опор, применяемых в строительстве тепловых сетей.

1.5. Технические решения разработаны с использованием материалов, обобщающих отечественный и зарубежный опыт проектирования, строительства и эксплуатации трубопроводов тепловых сетей в системах централизованного теплоснабжения (ЦТ).

1.6. При разработке использованы материалы и каталоги фирмы LOGSTOR ROR (Дания), а также Европейской ассоциации производителей труб для ЦТ (Германия) без проведения на данной стадии дополнительных исследований и испытаний.

1.7. Материалы альбома подлежат уточнению и корректировке в дальнейшем по результатам эксплуатации и по мере накопления опыта проектирования и строительства тепловых сетей в изоляции ПБ.

1.8. Бесканальная прокладка теплопроводов в изоляции из ПБ рекомендуется при строительстве тепловых сетей в непросадочных грунтах с естественной влажностью или водонасыщенных и просадочных грунтах 1 типа.

1.9. ПБ без наружной гидроизоляционной оболочки может применятся при использовании для транспортировки теплоносителя полимерных, асбоцементных, чугунных труб.
Это может осуществлятся при заливке ПБ во время безканальной прокладки непосредственно в траншею или образования из ПБ теплоизоляционной плиты над уложеным трубопроводом. Толщина и плотность изоляции определяется исходя их температурных режимов теплоносителя и климатических условий.

1.10. Проектирование и строительство тепловых сетей в условиях северной строительной зоны на территории распространения вечномерзлых грунтов, монтаж и возведение конструкций, предназначенных для эксплуатации в условиях низких расчетных температур (ниже минус 40°С) должны выполняться в соответствии со следующими требованиями нормативных документов, помимо выше перечисленных:
- СНиП 2.02.04-88 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах»;
- СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты».

2. Номенклатура стальных труб и изделий. Физико-механические свойства изоляции из пенобетона "СОВБИ".

2.1. Для строительства тепловых сетей с использованием трубопроводов в теплоизоляции из ПБ и защитной оболочкой должны применяться стальные трубы, отвечающие требованиям стандартов и технических условий, регламентированных «Правилами устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды», утвержденными Госгортехнадзором России.

2.2. Применение трубопроводов, не указанных в «Правилах устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды» допускается только с разрешения Госгортехнадзора России на основании положительного заключения специализированной научно-исследовательской организации (п.3.1.3. «Правил») - НПО ЦКТИ или НПО ЦНИИТМАШ.

2.3. Для районов с расчетной температурой наружного воздуха до минус 30°С возможно применение труб из углеродистых сталей обыкновенного качества марок Ст3сп5 (ГОСТ 380), Ст20, Ст10 и 10Г2 (ГОСТ 1050).
Для северных районов с расчетной температурой наружного воздуха -до минус 40°С допускаются к применению трубы только из низколегированных сталей марок 17ГС, 17Г1С (ГОСТ 19281), 17Г1СУ (ТУ 14-1-4248).
Для районов с расчетной температурой наружного воздуха ниже минус 40°С следует применять трубы из стали марки О9Г2С.

2.4 Толщина стенки стальной трубы определяется по нормам расчета трубопроводов пара и горячей воды на прочность в зависимости от параметров теплоносителя и марки стали трубы с учетом принимаемых технических решений и расстояний между неподвижными опорами.
Расчет минимальной толщины стенки трубы без учета внешних нагрузок, производится по формуле:

$$Sp = \frac{РДн}{2006+Р} + С, \text{ где}$$

Sp - минимальная расчетная толщина стенки трубы, мм;
Р - расчетное избыточное давление среды, кгс/мм²;
Дн - наружный диаметр стальной трубы, мм;
С - прибавка к минимальной расчетной толщине стенки, учитывающая минусовые отклонения по толщине стального листа, искажения геометрических размеров при гибе труб (принимается по таблицам), мм;
б - допускаемое напряжение соответствующей марки трубной стали, кгс/мм².
Полученная величина округляется до ближайшего размера, имеющегося в сортаменте.
Фактическую величину толщины стенки трубы рекомендуется увеличивать против расчетной на 1 мм в целях компенсации утонения стенки от влияния внутренней коррозии.

2.5. Ниже приведен перечень ГОСТ'ов ТУ на стальные трубы, рекомендуемые к применению при строительстве тепловых сетей в изоляции из ПБ для рассматриваемых параметров теплоносителя.

Таблица 1

Диаметр трубы по условному проходу Ду,мм	ГОСТ или ТУ на трубы и характеристика труб	Марка, ГОСТ или ТУ стали	Необходимые дополнительные испытания, не предусмотренные ГОСТом или ТУ
700-1000	ТУ 14-3-954-80 Трубы электросварные спиральношовные	17Г1С, 17Г1СУ ТУ 14-1-4248	Не требуется
700-1000	ТУ 14-3-808-78 Трубы электросварные спиральношовные	Ст20 ТУ 14-1-2471-78	Не требуется
700-1000	ТУ 14-3-620 Трубы электросварные прямошовные	17ГС, 17Г1С ТУ 14-1-1921 17Г1С ТУ 14-1-1950	100% контроль заводских сварных швов. Испытания сварного шва на загиб.
1000	ТУ 14-3-1138-82 Трубы электросварные прямошовные	17ГС, 17Г1С ТУ 14-1-1921 17Г1С ТУ 14-1-1950	Испытание на загиб по ГОСТ 3728-78 С подтверждением сертефикатами предела текучести
700-800	ГОСТ 20295-85 Трубы электросварные прямошовные термообработанные, тип3	Ст20 ГОСТ 1050-80 17ГС, 17Г1С ГОСТ 19281-89	Испытание сварного шва на загиб (а>80°С) на ударную вязкость
700-800	ГОСТ 20295-85 Трубы электросварные со спиральным швом, термообработанные	Ст20 ТУ 14-1-1921	Испытание сварного шва на загиб (а>80°С) на ударную вязкость
700-1000	ТУ 10706-76 Трубы электросварные спиральношовные	Ст3сп5 ГОСТ 380-88	–

Примечания:

1. При поставке трубы должны быть подтверждены сертификатами качества завода-изготовителя.
2. Испытание сварного шва на ударную вязкость следует производить при температуре минус 40°С. При этом величина ударной вязкости должна быть не менее 3 кгс/см² (29,4 дж/см²).

2.6. Технология сварочных работ и предельные отклонения сборочных единиц и деталей трубопроводов должны отвечать требованиям «Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды» Госгортехнадзора России и СНиП 3.05.03-85 «Тепловые сети».

2.7. Допуск круглости «а» в любом поперечном сечении гнутых участков труб не должен превышать 8%.

$$a = \frac{2(Дmax - Дmin)}{Дmax + Дmin} x100\%, \text{ где}$$

Дmax и Дmin соответственно наибольший и наименьший наружные диаметры трубы (мм), измеренные в одном поперечном сечении, имеющем наибольшие отклонения.

2.8. Утонение стенки трубы «в» на гнутых участках определяется по формуле:

$$в = \frac{Sн - Smin}{Sн} x100\%, \text{ где}$$

Sн- номинальная толщина стенки прямой трубы в мм;
Smin - минимальная толщина стенки на гнутом участке трубы, мм.
Значение «в» не должно превышать 30% от номинальной толщины стенки трубы.

2.9. Электросварные трубы со спиральным швом допускается применять только на прямолинейных участках трубопроводов.

2.10. Изготовление сварных отводов из труб со спиральным швом запрещается.

2.11. Монтаж труб всех марок стали следует выполнять при температуре окружающего воздуха не ниже минус 20°С специализированными организациями, имеющими разрешение (лицензию) органов Госгортехнадзора России на выполнение сварочных работ.

2.12. Детали и элементы трубопроводов (тройники, переходы, отводы, штуцеры) следует принимать по серии 5.903-13 «Изделия и детали трубопроводов для тепловых сетей» ч.1 и ч.2.

2.13. На углах поворота труб Ду700 - 1200 следует применять сварные отводы заводского изготовления с углами 30, 45, 60 и 90°.

2.14. Применение сварных отводов из бесшовных и электро-сварных прямошовных труб может быть допущено при условии 100% контроля заводских сварных швов неразрушающим методом.

2.15. В альбоме приведена номенклатура труб и других изделий в ПБ изоляции, изготавливаемая заводами России:
- трубы стальные, изолированные ПБ в полиэтиленовой оболочке или оболочке из оцинкованной стали, применяемые для сооружения линейной части трубопроводов при бесканальной прокладке, в каналах и при надземной прокладке;
- отводы, изолированные ПБ, используемые для устройства поворотов и в гибких компенсаторах;
- тройники для различных диаметров, изолированные ПБ, используемые при ответвлениях как равнопроходных трубопроводов, так и при разных диаметрах ответвлений;
- муфты разрезные приварные полиэтиленовые для изоляции стыков труб;
- осевые сильфонные компенсационные устройства (СКУ) с теплоизоляцией из ПБ и гидрозащитным покрытием;
- термоусаживающиеся муфты и полиэтиленовые уплотняющиеся гильзы для гидроизоляции стыков;
- неподвижные щитовые сборные опоры полной заводской готовности с изолированными стальными элементами;
- скользящие хомутовые опоры.

2.16. Конструкция теплопровода с теплоизоляцией из ПБ представляет собой 12 метровую стальную трубу с нанесенной на ее поверхность теплоизоляцией из ПБ с полиэтиленовой защитной оболочкой (для подземной прокладки) либо с оболочкой из оцинкованной стали (для надземной прокладки). В процессе изготовления труб образуется система, состоящая из стальной трубы, пенобетонной теплоизоляции и защитной оболочки. При этом изоляция из ПБ адгезионно связана с поверхностью стальной трубы.

Концы труб длиной 210 мм остаются неизолированными для обеспечечения возможности сварки звеньев труб на трассе и в траншеях на монтаже.

2.17. При собдюдении необходимых технических характеристик в зависимости от активности цемента плотность ПБ может быть уменьшена или увеличина с пересчетом толщины изоляции.

2.18. Физико-технические свойства пенобетона должны удовлетворять следующим показателям:

№№ пп	Наименование показателя	Единицы измерения	Показатели
1	Рабочая температура теплоносителя	°С	до 600°С
2	Средняя плотность	кг/м^3	200
3	Предел прочности при сжатии в возрасте 56 суток	МПа	не менее 0,4
4	Теплопроводность в сухом состоянии	Втм°С	не более 0,05
5	Адгезия на сдвиг	МПа	0,12

2.20. В качестве гидрозащитного покрытия для труб с ПБ теплоизоляцией применяются оболочки следующих марок:

низкого давления:
273-79 ГОСТ 16338-85
273-80 ГОСТ 16338-85
273-81 ГОСТ 16339-85
высокого давления:
102-14 ГОСТ 16337-77Е
102-90 ГОСТ 16337-77Е
102-10 ГОСТ 16337-77Е
153-9 ГОСТ 16337-77Е
153-10 ГОСТ 16337-77Е
153-4 ГОСТ 16337-77Е

Допускается применение других марок полиэтилена, в том числе импортных, имеющих физико-механические свойства, соответствующие приведенным в таблице, при согласовании с ОАО "Объединение ВНИПИэнергопром":

№№ пп	Наименование показателя	Единицы измерения	Показатели
1	Предел текучести при растяжении	Па	не менее $98x10^5$
2	Прочность при разрыве	Па	не менее $137x10^5$
3	Относительное удлинение при разрыве	%	не менее 350
4	Увлажнение за 24 часа		не более 0,1

При надземной прокладке для устройства защитного покрытия применяется тонколистовая оцинкованная сталь по ГОСТ 14918-80.

2.21. Трубы и фасонные изделия с теплогидрозащитным покрытием получают посредством заполнения ПБ пространства между стальной трубой и защитной оболочкой, с обеспечением соблюдения требований к качеству и точности изготовления изделий, приведенных в таблице:

Наименование отклонения геометрического параметра	Наименование геометрического параметра	Отклонения, мм
Отклонение по наружному диаметру	Диаметр труб с теплогидроизоляционным покрытием	+10
Отклонение неизолированных концов труб	Диаметр труб с теплогидроизоляционным покрытием	±70

2.22. Монтажные стыки стальных труб заливаются ПБ той же марки, что и основного теплоизоляционного слоя трубы.

2.23. В качестве гидроизоляционного покрытия монтажных стыков применяются термоусаживающиеся муфты, ленты или другие изделия из полиэтилена.

2.24. Помимо принятых труб в альбома приведены типоразмеры комплектующих изделий и деталей трубопроводов в ПБ изоляции: отводы под разными углами, тройники равнопроходные и разнопроходные, переходы и др.

2.25. Отводы с теплоизоляцией представляют собой сварные отводы труб с приваренными патрубками и нанесенной на них теплоизоляцией из ПБ с полиэтиленовой защитной оболочкой.
Для удобства сварки отводов с трубами, приваренные к ним патрубки имеют прямые неизолированные концы длиной 210 мм.
Конструкции отводов разработаны с углом поворота 30°, 45°, 60°, 90°.
Для углов поворота до 30° применяются косые стыки.

2.26. Тройники представляют собой отрезки труб с вваренными в них под углом 90° трубами того же или меньшего диаметра.

2.27. Муфты РПП предназначенные для гидроизоляции стыков труб, поставляются в комплекте с нагревательным элементом, а также отдельно поставляется устройство для электросварки, разработанное в ООО "Изоляционные технологии" (г. Санкт-Петербург).

2.28. Физико-механические свойства теплоизоляции и гидрозащитных оболочек фасонных изделий должны полностью соответствовать свойствам теплоизоляционных конструкций, применяемых для линейных участков трубопроводов.

2.29. Неподвижные опоры заводского изготовления для бесканальной и канальной прокладки представляют собой сборные щиты с вмонтированными в них изолированными отрезками труб с приваренными к ним опорными фланцами, выступающими над изоляцией, что позволяет осуществлять заделку по месту этих элементов в сборном щите.

2.30. Сооружение монолитных железобетонных щитовых опор производится на месте строительства с предварительным размещением в опалубке патрубка трубопровода с приваренными к нему упорами и последующей заделкой узла изоляцией.

2.31. Для надземной прокладки в альбоме разработаны хомутовые скользящие и неподвижные опоры.

2.32. Неподвижные опоры разработаны на восприятие осевых горизонтальных усилий от 50 - 470 тс.

3. Расчет тепловой изоляции. Определение тепловых потерь.

3.1.Толщину основного слоя изоляции подающих и обратных трубопроводов, а также тепловые потери следует определять по формулам, приведенным в своде правил СП 41-103-2000 «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов», а также СТО- 005-50845180-2007 "Теплоизоляция трубопроводов и оборудования неавтоклавным монолитным пенобетоном "СОВБИ" ".

3.2. В цепях унификации и индустриализации работ по нанесению слоя на стальные трубопроводы для двухтрубных водяных тепловых сетей рекомендуется толщину слоя принимать одинаковой как для подающего так и для обратного трубопровода, исходя из условия непревышения нормативных среднегодовых потерь этими трубопроводами.

3.3. При определении тепловых потерь бесканально проложенными двухтрубными водяными тепловыми сетями, должны учитываться: расстояние между трубами , глубина заложения трубопроводов, средне-годовая температура в подающем и обратном трубопроводах, термическое сопротивление стальной трубы, изоляционного слоя, защитной гидрооболочки, грунта.

3.4. Фактические тепловые потери определяются формуле:

$$Q=\frac{(tn+to-2tcp)K}{Rтр+Rиз+Rr+Roб+Rгр+Ro}\text{, где}$$

Q - потери тепла 1 м двухтрубных теплосетей, Втм;

tn - среднегодовая температура воды в подающем трубопроводе, С;

t0 - среднегодовая температура воды в обратном трубопроводе, °С;

tcp - среднегодовая температура среды, соприкасающейся с наружной поверхностью изоляции, для бесканальной прокаладки - температура грунта, °С;

К - коэффициент, учитывающий дополнительные теплопотери через теплопроводные детали и опоры, равный 1,15;

Rтр - термическое сопротивление стальной трубы, м°С Вт;

Rиз - термическое сопротивление изоляционного слоя, м°С, Вт;

Rr - термическое сопротивление гидроизоляционной оболочки, м°СВт;

Roб - термическое сопротивление защитной оболочки, м°С/Вт;

Rгр - термическое сопротивление грунта, м°С/Вт,

Ro - термическое сопротивление теплообмену между подающим и обратным трубопроводом, м°С Вт.

Ориентировочные значения термического сопротивления изоляционного слоя Rиз м°С Вт при надземной прокладке трубопроводов и при среднегодовых температурах теплоносителя ниже 100°С принимаются:

3.5. Значения коэффициента дополнительных теплопотерь (К) приведены в таблице 5:

таблица 1

Способ прокладки трубопроводов	Коэффициент доп. теплопотерь
При надземной прокладке в непроходных каналах, в тоннелях и помещениях для труб Ду 700-1200мм	1,15
На подвесных опорах	1,05
При бесканальной прокладке	1,15

3.6. Значения среднегодовых температур теплоносителя при различных качественных графиках регулирования отпуска тепла от теплоисточника принимаются следующие:

таблица 2

Температурный график качественного регулирования отпуска тепла, °С	95-70	130-70	150-70
Значение среднегодовой температуры теплоносителя в подающем трубопроводе tn, °С	65	90	90
Значение среднегодовой температуры теплоносителя в обратном трубопроводе to, °С	50	50	50

3.7. За расчетную температуру наружной среды при надземной проклаладке теплопроводов следует принимать:

- при круглосуточной работе тепловой сети среднегодовую температуру наружного воздуха для рассматриваемого региона;
- при работе только в отопительный период - среднегодовую температуру наружного воздуха за отопительный период.

При подземной бесканальной прокладке за расчетную температуру наружной среды принимается средняя за год температура грунта на глубине заложения трубопроводов

При малой глубине заложения бесканального трубопровода среднюю температуру среды следует принимать по расчетной температуре наружного воздуха.

При прокладке теплопроводов в каналах при расстоянии от поверхности грунта до перекрытия канала 0,7м и менее, за расчетную температуру наружной среды принимается температура наружного воздуха так же, как при надземной прокладке, а при прокладке в помещениях +20°С.

Указанные температуры окружающей среды принимаются для соответствующих регионов по СНиП 23-01-99 «Строительная климатология».

Согласно техническим требованиям толщина слоя изоляции должна выбираться исходя из условия обеспечения заданной температуры теплоносителя у потребителя и непревышения допустимой температуры на поверхности защитной оболочки изолированного трубопровода.

В целях предохранения обслуживающего персонала от ожогов нормативные допустимые температуры на поверхности защитной оболочки изолированного трубопровода принимаются не более:

Вид прокладки	Допустимая температура, °С
1. Надземная прокладка на открытом воздухе с защитной оболочкой из оцинкованной стали.	+55
2. Прокладка в обслуживаемой зоне, в каналах.	+45
3. При бесканальной прокладке	+35

Для обеспечения нормативных допустимых удельных потерь тепла и обеспечения нормативных температур на поверхности изоляции рекомендуется принимать следующую толщину изоляционного слоя из ПБ для трубопроводов:

таблица 3

Условный и наружный диаметр трубы Ду/Дн, мм	Назначение трубопровода	
	Подающий	Обратный
	Среднегодовая температура теплоносителя, °С	
	65-90	50
	Толщина изоляции	
700/720	76	76
800/820	72,5	72,5
900/920	74,5	74,5
1000/1020	121,5	121,5
1200/1436	88,4	88,4

При определении удельных потерь тепла трубопроводами в зависимости от продолжительности годовой работы следует принимать значения теплопроводности в таблице 4.

таблица 4

Наименование слоя	Условное обозначение	Величина тепло-проводности Вт/м°С
1.Стальная труба	$\lambda_{тр}$	76
2.Изоляция из ПБ	$\lambda_{из}$	0,033
3.Гидрозащитная оболочка из полиэтилена	$\lambda_{об}$	0,43
4. Грунт-суглинок с 20% влагосодержанием	$\lambda_{гр}$	1,86

Глубина заложения принята 0,7 м от поверхности грунта до верха трубы. Расстояние между наружной поверхностью оболочек подающей и обратной труб - 0,15 м.

3.9. В случаях, отличающихся от принятых исходных данных, когда по экономическим условиям, в зависимости от дополнительных капиталовложений и конкретной стоимости тепловой энергии (топлива) требуется скорректировать нормативную толщину изоляции по определению тепловых потерь.
При этом термическое сопротивление теплоотдаче стальной трубы, изолирующего слоя, гидрозащитной оболочки, грунта, а также теплообмену между подающим и обратным трубопроводами определяется по формулам:

$$R_{тр} = \frac{1}{2\pi\lambda_{тр}} \ln \frac{D_в}{D_н};$$

$$R_{из} = \frac{1}{2\pi\lambda_{из}} \ln \frac{D_н}{D_{из}};$$

$$R_{об} = \frac{1}{2\pi\lambda_{об}} \ln \frac{D_1}{D_{из}};$$

$$R_{гр} = \frac{1}{2\pi\lambda_{гр}} \ln \frac{4(H+0{,}0685\lambda_{гр})^2}{D_1};$$

$$R_o = \frac{1}{2\pi\lambda_{гр}} \ln \sqrt{1+\left(\frac{2H}{C}\right)^2}, \text{ где}$$

$D_в$- внутренний диаметр стальной трубы, м;
$D_н$- наружный диаметр стальной трубы, м;
$D_{из}$-диаметр изолированного трубопровода (без гидрозащитной оболочки), м;
D_1 - диаметр изолированного трубопровода (с гидрозащитной оболочкой), м;
H - глубина заложения трубы (от поверхности грунта до осевой линии), м;
C - расстояние между изолированными трубами, м.
Для труб диаметром Ду 700 - 1200 мм, прокладываемых бесканально с заглублением менее 0,7м до верха трубы или на участках с интенсивным дорожным движением, рекомендуется, во избежание изменения овальльности поперечного сечения трубы или возникновения недопустимых напряжений в трубе, предусматривать трубы с усиленной толщиной стенки либо осуществлять прокладку на данном участке в непроходных (или проходных) каналах или в кожухах.

4. Конструкция и монтаж трубопроводов.

4.1. Изолирование труб ПБ гидрозащитным покрытием рекомендуется, как правило, при строительстве сетей бесканальным способом.

4.2. При бесканальной прокладке сваренные в плети звенья труб в изоляции из ПБ с защитной оболочкой укладываются в траншеи на песчаное основание с последующей засыпкой песком или местным грунтом, не содержащим твердых включений (щебня, камней, кирпичей и др.).

4.3. Изолирование стыков производится в траншее при температуре наружного воздуха не ниже +15°С только при наличии технологических приямков в траншее длиной не менее 1,4м по 0,7м в каждую сторону от стыка и глубиной не менее 0,4м.

4.4. При выполнении работ с газовой горелкой при изоляции стыков термоусадочным полотном и при заливке ПБ необходимо соблюдать меры безопасности, используя индивидуальные средства защиты: респиратор, защитный щиток, резиновые термозащитные перчатки.

4.5. Испытание и промывку трубопроводов следует производить в соответствии с требованиями СНиП 3.05.03-85 «Тепловые сети после испытания труб на прочность и герметичность».

4.6. Для компенсации теплового расширения предусматривается прокладка труб в амортизирующих прокладках, либо в каналах или нишах для П-образных компенсаторов.

4.7. Прокладку в каналах или футлярах следует применять под проездами, площадями, автомагистралями, при пересечении с трамвайными и железнодорожными путями, в районах с плотной застройкой, при большой насыщенности зоны прокладки подземными коммуникациями, при значительном приближении (менее 5м) трассы к фундаментам зданий и сооружений.

4.8. При бесканальной прокладке заглубление верха конструкции изоляции от поверхности земли или дорожного покрытия должно быть не менее 0,7м в проезжей части.
На вводе тепловой сети в здания и в непроезжей части допускается уменьшение величины заглубления до 0,5м.
В случае вынужденного уменьшения величины заглубления над теплопроводами следует укладывать разгрузочные железобетонные плиты или осуществить укладку монолитного ПБ, плотность и технические характеристики которого соответствует расчетным нагрузкам.

4.9. При подземной бесканальной прокладке для осмотра и технического обслуживания секционирующих задвижек и другой запорно-регулирующей арматуры предусматриваются камеры, аналогичные сооружаемым при канальной прокладке тепловых сетей.

4.10. При установке на трассе только секционирующих задвижек шарового типа рекомендуется сооружать колодцы с выходом штока и электро-колонкового привода в горловину колодца для возможности управления ими с поверхности земли без сооружения камер.

4.11. Надземная прокладка на эстакадах, отдельно стоящих опорах или лежнях допускается при условии гидрозащиты теплоизолирующего покрытия из ПБ путем применения покровной оболочки из тонколистовой оцинкованной стали, алюминиевых листов или иных материалов, обладающих гидрозащитными свойствами и долговечностью при работе на открытом воздухе.

4.12. Допускается надземная прокладка трубопроводов в изоляции из ПБ на эстакадах совместно с электрокабелями или трубопроводами, транспортирующими горючие вещества, а также в зданиях и подвалах всех категорий огнестойкости.

4.13. Надземную прокладку трубопроводов следует предусматривать во всех случаях, когда требуется исключить тепловое воздействие трубопроводов на грунты оснований.
Надземная прокладка трубопроводов осуществляется на отдельно стоящих опорах, эстакадах. Специальные устройства для обслуживания трубопроводов (лестницы, площадки и т.д.) должны конструироваться с учетом эксплуатации трубопроводов в условиях крайне низких температур, сильных зимних ветров и полярной ночи.

4.14. Устойчивость фундаментных опор трубопроводов, прокладываемых на просадочных вечномерзлых грунтах, обеспечивается сохранением грунтов оснований в мерзлом состоянии путем замены просадочных грунтов в основаниях в зоне возможного протаивания на непросадочные или изоляция основания траншеи ПБ в соответствии с расчетами.

4.15. В зависимости от природных условий вечномерзлые грунты в качестве основания сооружения или среды, где оно возводится, могут использоваться по следующим принципам:
I - грунты используются в мерзлом состоянии в течение всего периода эксплуатации;
II - грунты при эксплуатации сооружения используются в оттаивающем или оттаявшем состоянии.

4.16. Грунты, как основания под линейные сооружения на различных участках в зависимости от местных условий, могут использоваться по различным принципам. Выбранный для данного участка принцип должен соблюдаться для всех возводимых на этом участке сооружений.
Конструкции фундаментов опор трубопроводов должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к материалу фундаментов по прочности в соответствии с требованиями СНиП 2.03.84* «Бетонные и железобетонные конструкции» и СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты».

4.17. Согласно СНиП 2.04.07-86 «Тепловые сети» при подземной прокладке тепловых сетей, строящихся по принципу сохранения мерзлоты (принцип I) бесканальную прокладку принимать не допускается без изоляции основания траншеи ПБ.

4.18. При использовании вечномерзлых грунтов в качестве оснований по принципу I могут применяться свайные, столбчатые и другие типы фундаментов.

4.19. При проектировании оснований фундаментов опор трубопроводов, возводимых с использованием вечномерзлых грунтов по принципу II, следует предусматривать мероприятия по уменьшению деформаций основания.

5. Компенсация температурных деформаций.

5.1. Компенсация тепловых перемещений трубопроводов осуществляется путем применения специальных конструктивных решений в зависимости от конфигурации трассы, условий и вида прокладки трубопроводов.
При этом для всех способов прокладки теплопроводов и всех видах компенсации устройств наиболее эффективными являются симметричные схемы компенсации, позволяющие достичь наименьших напряжений в элементах теплосети, в том числе в неподвижных опорах, отводах и др.

5.2. При наличии поворотов трассы под углом от 90° до 135° рекомендуется использовать естественную компенсацию тепловых перемещений (самокомпенсацию).

5.3. Для компенсации тепловых удлинений трубопроводов на прямолинейных участках трассы между неподвижными опорами при подземной бесканальной прокладке труб в изоляции из ПБ рекомендуется применять осевые сильфонные компенсаторы, если содержание сульфатов и хлоридов в сетевой воде не превышает требования, ограничивающие их применение по этому показателю.

5.4. При невозможности применения сильфонных компенсаторов из-за несоответствия химического состава сетевой воды требованиям технических условий для компенсации тепловых перемещений трубопроводов рекомендуется применять П -образные компенсаторы, как при бесканальной подземной, так и при надземной прокладке.

5.5. При компенсации температурных удлинений П-образными компенсаторами, Г-образными или Z-образными фигурами последние следует размещать в середине компенсируемого участка. При П-образных компенсаторах длина наибольшего плеча (от оси компенсатора до неподвижной опоры), как правило, не должна превышать 60% общей длины компенсируемого участка.

5.6. Гибкие компенсаторы и используемые для самокомпенсации углы поворота трассы следует прокладывать в траншеях с эластичными амортизирующими прокладками на участках, примыкающих к углам поворота.
В качестве амортизирующих прокладок применяется вспененный полиэтилен или полиуретан при плотности 30 кг/м3, обладающий значительной упругостью и гигроскопичностью в широком диапазоне температур.
Толщина прокладок определяется исходя из расчетного смещения при условии непревышения 50% толщины прокладки при сжатии от перемещения трубы.

5.7. В целях уменьшения габаритов П-образного компенсатора, а также компенсационного напряжения в трубопроводах, рекомендуется производить предварительную растяжку компенсатора в обоих направлениях плоского участка на половину расчетного теплового удлинения трубопровода между неподвижными опорами (без учета защемления труб в грунте).

5.8. Размеры ниш для П-образных компенсаторов и длины примыкающих к ним канальных участков, а также длины канальных участков для самокомпенсации температурных перемещений на Г- и Z-образных поворотах определяются по соответствующим таблицам и номограммам данного альбома.

5.9. Расчет гибких компенсаторов производится по приведенным в настоящем альбоме номограммам, с помощью которых определяются размеры «створа» и «вылета» П-образного компенсатора, а также сил упругой деформации в зависимости от диаметра стальной трубы.

5.10. Наряду с перечисленным возможно применение относительно новых способов компенсации температурных удлинений трубопроводов, а именно:
- с предварительным нагревом труб;
- с предварительным нагревом и установкой стартовых компенсаторов.

5.11. При строительстве с предварительным нагревом осуществляется нагрев трубопровода на половину разницы температур между максимальной возможной по рабочему графику и температурой монтажа, после чего трубопровод засыпается грунтом в нагретом состоянии.
При этом способе в процессе эксплуатации при нагревании до максимальных температур и охлаждении до температуры монтажа возникает напряжение металла трубы в районе фактической или мнимой опоры, которое не должно превосходить величину допустимого.

5.12. Строительство с предварительным нагревом и установкой стартового компенсатора позволяет осуществлять засыпку трубопровода в траншее до его нагрева, что не допускается при отсутствии стартового компенсатора в предыдущем способе. При этом открытыми остаются места, где установлены стартовые компенсаторы. После предварительного нагрева и соответствующего перемещения свободного конца трубопровода сжимается сильфон стартового компенсатора, после чего он заваривается, превращаясь в обычный отрезок трубы, затем теплоизолируется и засыпается грунтом.

При этом в ходе эксплуатации трубопровод не имеет возможности перемещаться. Происходящие при эксплуатации температурные перепады изменяют только напряжения в металле труб в пределах расчетных значений. Методика расчетов, связанных с определением величин перемещений концов труб в точке монтажа стартового компенсатора, и рекомендации по настройке стартового компенсатора, а также метод прокладки теплопроводов холодным способом приведены в разделах 11, 12.

6. Осевые сильфонные компенсаторы.

6.1. При использовании для компенсации температурных удлинений трубопровода сильфонных компенсаторов (СК) их монтаж следует производить в строгом соответствии с нормативно-технической документацией, разработанной с учетом технических условий завода-изготовителя.

6.2. Сильфонные компенсаторы (СК) допускается применять в районах с расчетной температурой наружного воздуха для проектирования систем отопления не ниже минус 40°С и сейсмичностью до 9 баллов.

6.3. Сильфонные компенсаторы применяются только на прямолинейных участках трубопроводов между неподвижными опорами при любом способе их прокладки.
При этом при бесканальной прокладке без устройства камер для СК следует применять усиленные конструкции, обеспечивающие восприятие нагрузок от веса грунта и автотранспорта без передачи их на сильфонные элементы СК, для чего применяются сильфонные компенсаторные устройства (СКУ) заводского изготовления и другие компенсационные устройства.

6.4. При размещении СК в камерах и каналах, а также при надземной прокладке сильфонные компенсаторы устанавливаются вблизи к неподвижным опорам.

6.5. При бесканальной прокладке СКУ можно устанавливать в середине пролета между неподвижными опорами.

6.6. В целях обеспечения перемещения трубопровода в осевом направлении и ля защиты СК от нагрузок массой смежных участков трубопроводов необходимо с обеих сторон сильфонных компенсаторов предусматривать направляющие опоры на расстоянии, равном 1,5Ду от торцов компенсатора.

6.7. При гидравлическом испытании пробное давление не должно превышать 1,5Ру.

6.8. Сильфонные осевые компенсаторы СК и СКУ относятся к группе неремонтируемых изделий.
Сроки ИК службы устанавливаются в зависимости от наработки полных или неполных циклов в течение срока эксплуатации и содержанию хлоридов в транспортируемой среде:

Содержание хлоридов в сетевой воде, мг/л	до 15	15-30	30-200
Срок службы, год	25	20	10

6.9. Длина участка теплопроводов, компенсируемых с помощью сильфонного компенсатора, определяется исходя из требования непревышения амплитуды осевого хода компенсатора.
Для бесканальной прокладки дополнительно необходимо учитывать допустимые расстояния между неподвижными опорами, зависящие от глубины заложения трубопроводов.

6.10. При монтаже сильфонного компенсатора необходимо производить его предварительную растяжку.

6.11. Схемы сильфонных компенсаторов и их основные характеристики приведены на чертежах данного альбома.

6.12. Удлинение трубопровода, на котором находится СК, должно находится в пределах амплитуды его компенсирующей способности, т.е. $l_1 < D_l < 2l_1$.
Монтажная длина компенсатора с учетом предварительной растяжки определяется по формуле:
$L_{монт} = L + a[\,0{,}5\,(t_{max} - tM\,) - t_{монт}\,]\,Ls$, мм, где
$L_{монт}$ - монтажная длина компенсатора, мм
$t_{монт}$ - температура окружающего воздуха при монтаже трубопровода.

7. Определение усилий на неподвижные опоры.

7.1. Нагрузки на неподвижные опоры трубопроводов подразделяются на вертикальные и горизонтальные.
Вертикальные нагрузки зависят от веса трубы с изоляционной конструкцией, водой и расстояния (пролета) до ближайших подвижных опор (надземная прокладка) или (при бесканальной прокладке) расстояния до ближайших неподвижных опор.

7.2. При бесканальной прокладке на теплопровод, помимо собственного веса, действует давление окружающего грунта, а также давление от наземного транспорта.

7.3. Горизонтальные осевые и боковые нагрузки (усилия) возникают от сил упругой деформации гибких компенсаторов горячего трубопровода, сил внутреннего давления среды и за счет реакции сил трения при перемещении трубопровода под влиянием теплового удлинения.

7.4. При определении расчетных осевых и боковых усилий на неподвижные опоры трубопроводов необходимо учитывать нагрузки, возникающие под влиянием следующих сил:
- трения в неподвижных опорах на участках канальной прокладки или в футлярах,
- трения теплопровода о грунт на участках бесканальной прокладки,
- сил, возникающих в трубопроводах от сильфонных компенсаторов (распорное усилие компенсатора, жесткость компенсатора),
- неуравновешенных сил внутреннего давления,
- упругой деформации гибких компенсаторов или самокомпенсации. Температурные деформации теплопровода с теплоизоляционной конструкцией определяются по деформации стальной трубы.

7.5. Для бесканальных прокладок силы трения трубопровода о грунт, а также предельные длины участков определяются из условия засыпки грунта над верхом труб 0,6 - 1,5м, что соответствует оптимальным условиям прокладки угла внутреннего трения φ -19° - 30°. Сила трения трубопровода о грунт при бесканальной прокладке ($P^{б}_{тр.}$ кгс), рассчитывается по формуле:

$$P^{б}_{тр.} = \frac{1+K}{2} \times \pi \times D_1 \times h \times \gamma \times f \times L,$$ кгс, (при γ=1,8 т/м³), Н/м (при γ=18000 н/м), где

K - коэффициент статического давления грунта (0,5), по данным Longstor Rol,
D_1 -диаметр наружной оболочки изолированной трубы, м,
h - глубина заложения трубы до осевой линии, м,
f - коэффициент трения между наружной оболочкой изолированной трубы и грунтом (0,4), поданным ВНИПИэнергопрома,
γ - удельный вес грунта, т/м³,
L - расстояние между неподвижными опорами, м.

7.6. Силы трения на участках канальной прокладки ($P_{тр}$, кгс) определяются по формуле:

$P^{к}_{тр} = q \times L \times f$, где

q - масса 1 м стальной трубы с изоляционной конструкцией и водой, кгс/м,

L - длина пролета между неподвижными опорами, м,

f - коэффициент трения скользящих подвижных опор о стальную поверхность (закладные части в бетонной подушке), равный 0,3.

7.7. Нагрузка на неподвижную опору от неуравновешенных сил внутреннего давления ($P_{вд}$, кгс) определяется по формуле:

$$P_{вд}=P_{раб}\times\pi\times\frac{D_н}{4}$$, где

$D_н$ - наружный диаметр стальной трубы, см.

7.8. Нагрузка на НО от сил упругой деформации при П-образных компенсаторах ($P_к$), или самокомпенсации Z и Г-образными поворотами трубопроводов (P_x , P_y) определяется по номограммам.

7.9. Распорное усилие осевого сильфонного компенсатора от внутреннего давления ($P_р$, кгс) определяется по формуле:

$P_р = P_{раб}\times F_{эф.}\times K_р$, где

$P_{раб}$- рабочее давление теплоносителя, кгс/см^2,

$F_{эф}$ - эффективная площадь поперечного сечения компенсатора, см^2,

$K_р$ - коэффициент перегрузки, равный 1,2.

Эффективная площадь поперечного сечения определяется по формуле:

$$F_{эф}=\pi/16(D_{н.в}+D_{вн.в})$$, где

$D_{н.в}$, $D_{вн.в.}$- соответственно наружный и внутренний диаметр гибкого элемента компенсатора, см.

7.10. Жесткость осевого сильфонного компенсатора ($P_ж$, кгс) определяется по формуле:

$$P_ж=C_o\times\lambda/2$$, где

C_o- жесткость компенсатора при его сжатии на 1мм, кгс/мм,

λ- компенсирующая способность компенсатора, мм.

Значения C_o и λ принимаются из таблиц характеристик сильфонных компенсаторов.

7.11. Для упрощения расчетов величины $F_{эф.}$, $P_р$ и $P_ж$ приведены в таблицах.

8. Рекомендации по монтажу и строительству.

8.1. Монтаж трубопроводов в изоляции из ПБ следует производить в соответствии с проектом производства работ (ППР), разрабатываемым на основе материалов проектной документации, выполненной с учетом требований данного альбома типовых решений и обеспечением надежности и безопасной эксплуатации этих трубопроводов.

8.2.Изолированные по технологии "СОВБИ" трубы рассчитываются на срок эксплуатации 30 лет при условии обеспечения высокого качества их монтажа и эксплуатации, поскольку ПБ "СОВБИ" набирает прочность со временем. Поэтому долговечность изолированной трубы зависит от других элементов трубопровода.

8.3.Сварочные работы по соединению труб следует производить в сухую погоду либо под соответствующим защитным тентом и т.п. при температуре наружного воздуха не ниже минус 15°С.

8.4.Свариваемые поверхности труб должны быть очищены от краски, масла, ржавчины и других покрытий, мешающих сварке.

8.5. Земляные работы по разработке траншей и котлованов следует производить в соответствии с правилами производства и приемки земляных работ по СНиП 3.05.03- 85 «Тепловые сети», СНиП Ш-4-80 «Техника безопасности в строительстве, СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты».

Для предотвращения просадок теплопроводов должны быть соблюдены следующие требования:

- рытье траншей должно производиться без нарушения естественной структуры грунта в основании. Разработка траншеи производится с недобором на величину 0,1-0,15м. Зачистка траншей производится бульдозером или вручную,
- в случае разработки грунта ниже проектной отметки на дно должен быть подсыпан песок до проектной отметки с тщательным уплотнением $K_{упл}$ =0,98 на толщину не более 0,5м; или по дну траншеи уложен ПБ.
- при производстве работ в зимнее время не допускается монтаж трубопроводов на промерзшее основание.

8.6. Объем выемки грунта определяется глубиной укладки труб и обеспечением достаточного пространства для осуществления монтажа труб, отводов и других комплектующих.

8.7. Перед устройством песчаного основания (пластового дренажа) производится осмотр дна траншеи, выровненных участков перебора грунта, проверка уклонов дна траншеи, их соответствие проекту. Результаты осмотра оформляются актом на скрытые работы.

8.8. На дне траншеи устраивается песчаная подсыпка толщиной 150 - 200мм в зависимости от диаметров теплопроводов.

8.9. В основании траншеи (с учетом подсыпки) выполняются приямки для возможности производить сварку, наносить теплоизоляцию и гидроизоляцию стыков.

8.10. При засыпке трубопровода над верхом механо-защитной оболочки изолированной трубы обязательно устройство защитного слоя из песчаного грунта толщиной не менее 150 мм, не содержащего твердых включений (щебня, камня и др.) с послойным уплотнением (особенно пространства между трубопроводами, а также между трубопроводами и стенками траншей). После гидроиспытаний производится изоляция стыков, затем производят засыпку трубопровода..

8.11. Сварные стыки труб подвергаются гидравлическому испытанию на плотность водой при давлении в 1,25 раза превышающем условное давление (Ру) при одновременном визуальном контроле швов на наличие утечек.

8.12. После гидравлического испытания трубопровода производится его засыпка и уплотнение мест стыков с последующей равномерной засыпкой траншеи экскаватором слоем местного грунта толщиной 30см с разравниванием грунта вручную, ковшом экскаватора и бульдозером.

8.13. Перед укладкой трубы, соединительные детали и элементы подвергаются тщательному осмотру с целью обнаружения трещин, сколов, глубоких надрезов, проколов, вырывов и других повреждений полиэтиленовой оболочки.
При обнаружении повреждений длиной менее 300 мм их заделывают путем экструзионной сварки или путем наложения термоусаживающихся манжет. При наличии в оболочке продольных трещин или глубоких надрезов протяженностью более 300мм трубы и детали отбраковываются.

8.14. Укладка труб в траншею разрешается после проверки отметок верха песчаного основания траншеи и опорных подушек в каналах.

8.15. Монтаж теплопроводов с теплоизоляцией из ПБ в полиэтиленовой оболочке производится при температуре наружного воздуха до минус 15°С.

8.16. Перед сваркой стальных труб на оболочку теплоизоляции надевается термоусаживающийся манжет для последующей установки их на область сварного стыка.

8.17. Центровка стыков стальных труб, их сварка и контроль качества производится согласно требованиям СНиП 3.05.03-85 «Тепловые сети». Перед сваркой концов труб торцы теплоизоляции должны быть прикрыты жестяными разъемными экранами и приняты меры по сохранению полиэтиленовой оболочки от попадания искр. Защитные экраны по окончании сварки должны удаляться.

8.18. После сварки концов труб и деталей производится присыпка теплопроводов песчаным грунтом (кроме стыков), проверка качества швов и предварительные испытания на прочность и герметичность согласно СНиП 3.05.03-85 «Тепловые сети».

9. Транспортировка и хранение.

9.1. Транспортировка и хранение изолированных труб, изолированных элементов, отводов, неподвижных опор должны осуществляться в соответствии с техническими требованиями на эти изделия.

9.2. Складирование и хранение изолированных труб на приобъектных складах и стройплощадке должно осуществляться в штабелях на подготовленной и выровненной площадке с соблюдением мер, обеспечивающих сохранность труб.
Расстояние между подкладками под нижний ярус труб должно быть 2,0м.
Ширина прокладок 0,12 - 0,15м.
Высота штабеля трубопроводов должна быть не более 1,0м.
Должны быть предусмотрены меры против раскатывания труб.

9.3. Изолированные соединительные детали должны храниться по видам изделий.

9.4. Перевозку, погрузку и разгрузку плетей изолированных труб и деталей следует производить при температуре не ниже минус 20°С. При разгрузке запрещается сбрасывать изолированные плети и детали.

9.5. Погрузку и разгрузку труб, изолированных элементов следует производить с помощью мягких «полотенец» или других специальных устройств, обеспечивающих сохранность изоляции, а тройники, отводы, неподвижные опоры при помощи специальной оснастки. Не должны использоваться цепи и проволока.

9.6. Сроки хранения изолированных труб, фасонных деталей и СТУМ принимаются по данным заводов-изготовителей.

9.7. Повреждение полиэтиленовой оболочки в процессе разгрузки и хранения не допускается.
Для предохранения концов труб рекомендуется до производства сварочных работ закрывать их заглушками.

10. Способ укладки трубопроводов с предварительным нагревом труб.

10.1. Сущность метода заключается в том, что трубопроводы нагреваются до температуры предварительного нагрева до засыпки грунтом.
Предварительный нагрев можно осуществлять с помощью электронагрева, а также горячей водой или паром.
Величина удлинения трубопровода при предварительном нагреве определяется по формуле:

$$\Delta t = \alpha\ (t_{пред} - t_{хол})\ L,\ мм,\ где:$$

α - коэффициент линейного расширения стали ($1{,}2\times10^{-5}$ м/м°С),
tпред -температура предварительного нагрева (°С),
tхол- монтажная температура (°С), принимается равной температуре трубы без теплоносителя,
L - расстояние между неподвижными опорами, которое не должно превышать L_{max}, рассчитываемого по формуле:

$$L_{max}=\sigma_{доп}\times F/P\ ,\ м\ ,где:$$

$\sigma_{доп}$ - допускаемое осевое напряжение в трубе,
F - площадь поперечного сечения стальной трубы, мм²,
P - сила трения между наружной оболочкой и грунтом, кгс, (Н/м), определяется по формуле.
$P= [(1+K):2]\times\pi\times D_1\times h\times\gamma\times f\times L$, кг/с (при γ =1,8 т/м³), Н/м³ (при γ =18000Н/м³),
где:
K - коэффициент статического давления грунт (0,5), по данным фирмы Logstor ROL.
D_1 -диаметр наружной оболочки трубы, м,
f - коэффициент трения между наружной оболочкой и грунтом (0,4), поданным ВНИПИэнергопрома,
γ - удельный вес грунта, т/м³, (Н/м³),
h - глубина заложения трубы до осевой линии, м.
L - расстояние между неподвижными опорами, м.
В случае охлаждения трубопроводов ниже предварительного нагрева в стальных трубах возникают растягивающие напряжения, в случае подачи в трубы теплоносителя выше предварительного нагрева - сжимающие.

10.2. При выборе значения предварительного нагрева необходимо стремиться к тому, чтобы сжимающие напряжения в трубопроводах при максимальной температуре были равны растягивающим напряжениям при максимальном охлаждении. Допустимые осевые напряжения в трубах на расчетном участке следует рассчитывать по формуле:

$$\sigma = E\times\alpha\times½\,(t_{max} - t_{хол.}),\ МПа,\ где:$$

σ - осевое напряжение в трубе, МПа,
E - модуль упругости трубной стали ($2{,}1\times10^{-5}$МПа),
α - коэффициент линейного расширения стали ($1{,}2\times10^{-5}$м/м°С),
t_{max} - максимальная температура теплоносителя, °С,
$t_{хол}$ - температура трубы без теплоносителя, °С.
Напряжение на трубах не должно превышать максимально допустимое осевое напряжение и соответственно при разности температур $\Delta t < 43$°С.
Пример:
$t_{хол}$=0°С , t_{max}=95°С , $t_{пред}$=42,5°С
Охлаждение до температуры трубы без теплоносителя:
$\Delta t = 42{,}5-0 = 42{,}5$°С
$\sigma = 2{,}1\times10^{-5}\times1{,}2\times10^{-5}\times42{,}5 = 107{,}1$ МПа $< \sigma_{доп} = 110$ МПа
Нагрев до расчетной температуры:
$\Delta t = 95 - 42{,}5 = 42{,}5$°С
$\sigma = 2{,}1\times10^{-5}\times1{,}2\times10^{-5}\times42{,}5 = 107{,}1$ МПа $< \sigma_{доп} = 110$ Мпа

10.3. Метод предварительного нагрева может быть рекомендован для теплоносителя с температурой не выше +95°С при температуре монтажа не ниже +5°С, при условии, что ремонтные работы будут производится также при температуре наружного воздуха не ниже +5°С.
Монтажная организация обязательно составляет соответствующий документ на предварительное напряжение трубопровода (акт на скрытые работы).
При проведении ремонтных работ, связанных с заменой участков труб на предварительно нагретых трубопроводах необходимо снова произвести предварительный нагрев труб либо предусмотреть на данном участке установку традиционного компенсатора (П-образный, сильфонный и др.).

11. Способ укладки теплопроводов с предварительным нагревом и стартовыми компенсаторами.

11.1. Сущность метода заключается в том, что теплоизолированные трубы укладываются в траншею, после чего монтируются стартовые компенсаторы. Затем трубы засыпаются грунтом. Стартовые компенсаторы не засыпаются. Осуществляется предварительный нагрев трубопроводов и производится заварка корпуса стартовых компенсаторов.

11.2. Максимальная длина (L_{max}) компенсируемого участка трубопроводов рассчитывается по формуле:

$L_{max} = \sigma_{доп.} \times F/P$, м, где

$\sigma_{доп.}$ - допускаемое осевое напряжение в трубе,

F - площадь поперечного сечения стальной трубы, мм²,

P - сила трения между наружной оболочкой и грунтом, кгс (Н/м), определяется по формуле:

$P = (1+K)/2 \times \pi \times D_1 \times h \times \gamma \times f \times L$, кгс, (при γ=1,8 т/м³), Н/м (при у=18000 Н/м³)

где:

K = коэффициент статического давления грунта (0,5) по данным Longstor ROL,

D_1-диаметр наружной оболочки изолированной трубы, м,

h - глубина заложения трубы до осевой линии, м,

f - коэффициент трения между наружной оболочкой изолированной трубы и грунтом (0,4), по данным ВНИПИэнергопрома,

γ - удельный вес грунта, т/м³,

L- расстояние между неподвижными опорами, м.

Настройка стартовых компенсаторов рассчитывается по формуле:

$\Delta L = ½ (t_{max} - t_{хол}) \times L \times \alpha$, мм, где

ΔL - удлинение, которое должно восприниматься стартовым компенсатором, мм,

t_{max} - максимальная температура теплоносителя, °С,

$t_{хол}$ - температура трубы без теплоносителя, °С,

α - коэффициент линейного расширения стали ($1,2\times10^{-5}$м/м°С),

L - расстояние между неподвижными опорами, м.

Пример. $Д_н$=108 мм (с оболочкой =180 мм), L = 50м

$t_{расч}$ =95°С, $t_{хол}$=5°С, $t_{предв}$ =45°С

$L=1/2(95 - 5)\times50\times1,2\times10^{-5} = 0,027$м = 27мм

Стартовый компенсатор настраивается на 27,0мм.

Далее проверяется величина осевого напряжения по формуле:

$\sigma = E\times\alpha\times\Delta t$, МПа, где

$E = 2,1\times10^{-5}$, МПа, $\alpha=1,2\times10^{-5}$, МПа

При нагреве до расчетной температуры: 95 - 45 = 40°С

$\sigma = 2,1\times10^{-5}\times1,2\times10^{-5}\times40=101$ МПа $<\sigma_{доп}$ =110 МПа

При охлаждении до монтажной температуры: 45 - 5 = 40°С

$\sigma = 2,1\times10^{-5}\times 1,2\times10^{-5}\times40 = 101$ МПа $<\sigma_{доп}$ = 110 МПа

11.3. В случае проведения ремонтных работ, связанных с заменой участков труб или арматуры, необходимо снова провести предварительный нагрев с установкой стартового компенсатора, либо осуществить замену его на традиционные (П-образные, сильфонные и др).

В случае, когда стальные оболочки стартовых компенсаторов не завариваются, снижение температуры ниже +5°С будут поглощаться за счет компенсирующей способности стартового компенсатора, работающего в этом случае как нормальный компенсатор.

В настоящее время выпуск стартовых компенсаторов освоен АО «Металкомп» (г.С. - Петербург).

12.Прокладка теплопроводов холодным способом.

12.1. Сущность метода заключается в том, что смонтированные трубопроводы засыпаются грунтом без предварительного нагрева и баз компенсирующих устройств с монтажом фиксирующих неподвижных опор, расстояние между которыми Lmax определяется по формуле:

$L_{max}=\sigma_{доп}\times F\times P$, где:

σдоп- допускаемое осевое напряжение в трубе (110МПа для углеродистых сталей),

F - площадь поперечного сечения стальной трубы, мм²,

P -сила трения на единицу длины между наружной оболочкой и грунтом, кгс (Н/м) определяется по формуле:

$P = \frac{1+K}{2}\times p\times D_1\times h\times g\times f\times L$, кгс, (при g=1,8 т/м³), Н/м (при g=18000 н/м³), где

K - коэффициент статического давления грунта (0,5), по данным Longstor Rol,

D_1 -диаметр наружной оболочки изолированной трубы, м, h - глубина заложения трубы до осевой линии, м,

f - коэффициент трения между наружной оболочкой изолированной трубы и фунтом (0,4), по данным ВНИПИэнергопрома,

γ - удельный вес грунта, т/м³,

L - расстояние между неподвижными опорами, м.

12.2. При нагреве труба перемещается вдоль оси. При этом осевое напряжение возрастает до максимально допустимой величины.

Максимальное сжимающее напряжение будет пропорционально величине полного температурного изменения, определяемого по формуле:

$\sigma = E\times\alpha\times1/2 (t_{max} - t_{хол.})$, МПа, где:

σ - осевое напряжение в трубе, МПа,

E - модуль упругости трубной стали ($2,1\times10^{-5}$МПа),

α - коэффициент линейного расширения стали ($1,2\times10^{-5}$м/м°С),

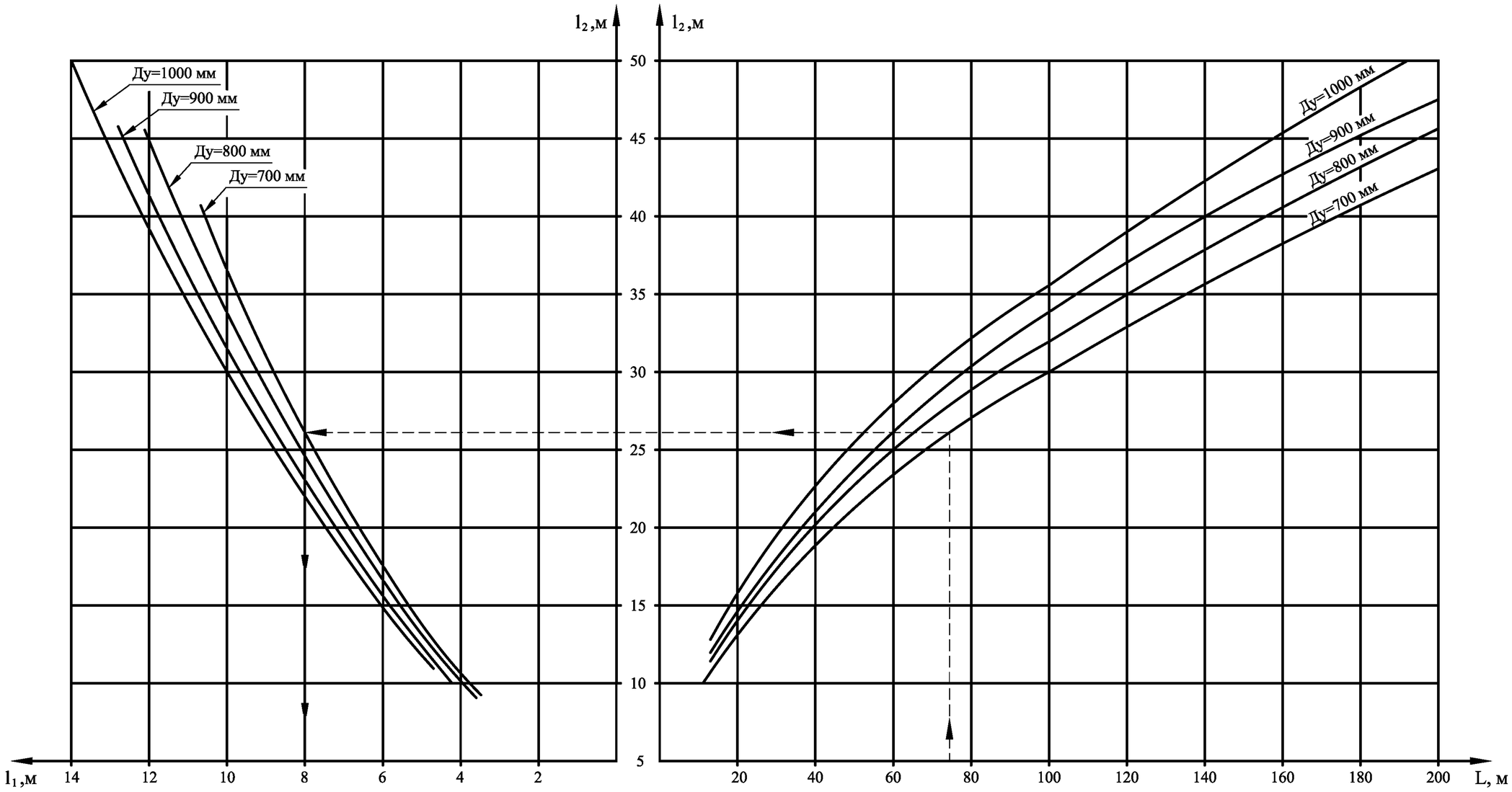
t_{max} - максимальная температура теплоносителя, °С,

$t_{хол.}$ - температура трубы без теплоносителя, °С.

Напряжение в трубах не должно превышать максимально допустимое осевое напряжение и соответственно разность температур $\Delta t < 43°C$. После проведения ремонтных работ, связанных с заменой участка трубы, в условиях отличающихся от указанных, необходимо решить вопросы компенсации данного участка, например установкой П-образного или сильфонного компенсатора.

$t_{max} = 50$ °C, $t_{хол.} = 7°$ C

$\sigma = 2{,}1\times10^{-5}\times1{,}2\times10^{-5}\times(50-7) = 108$ МПа $<\sigma_{доп}=110$МПа



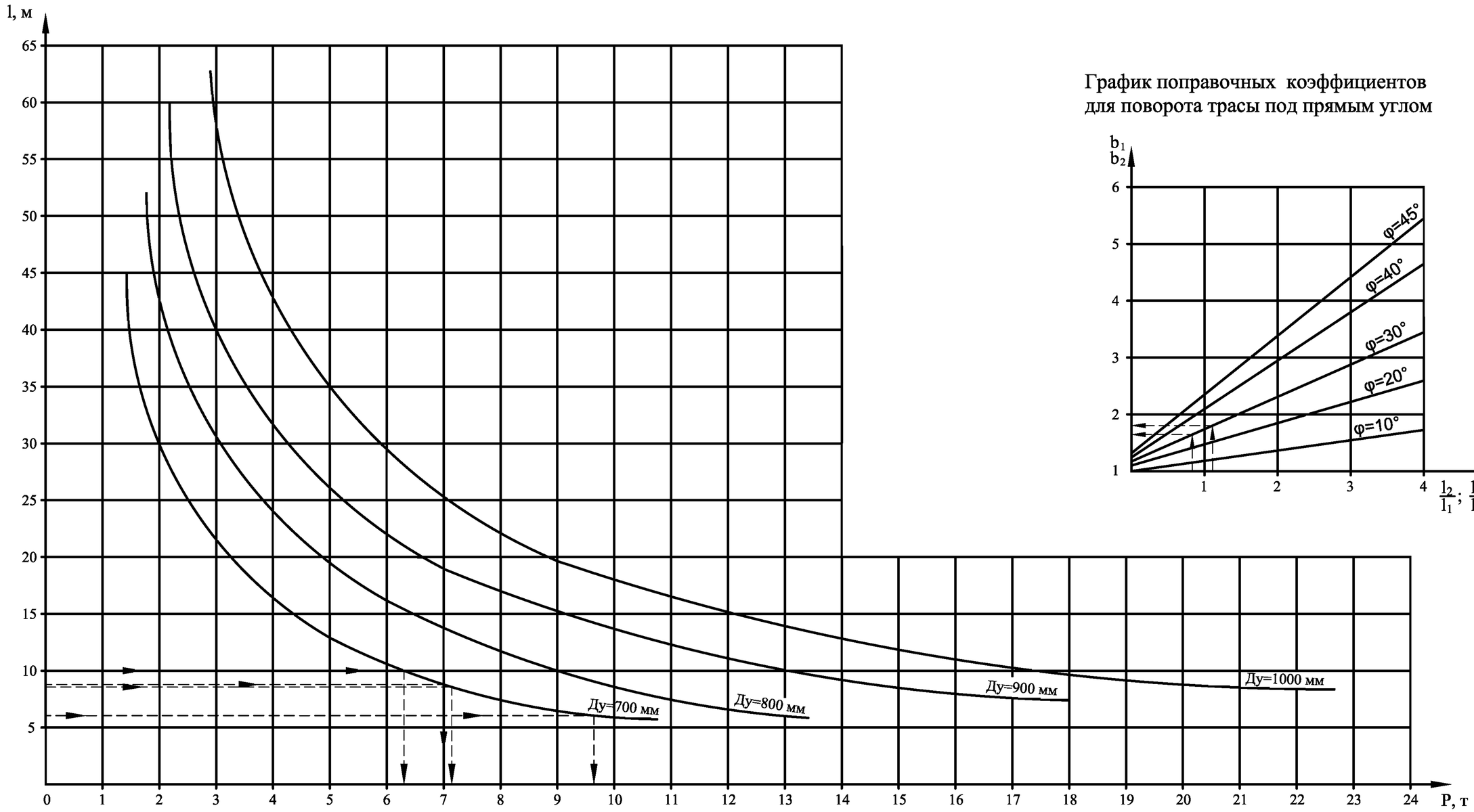
Номограммы для определения длин канальных участков при Z-образной самокомпенсации для бесканальной прокладки

Правила пользования номограммой даны на листе

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ Документа	Подп.	Дата	313.ТС.018-001.ПЗ	Лист 8

Формат А3



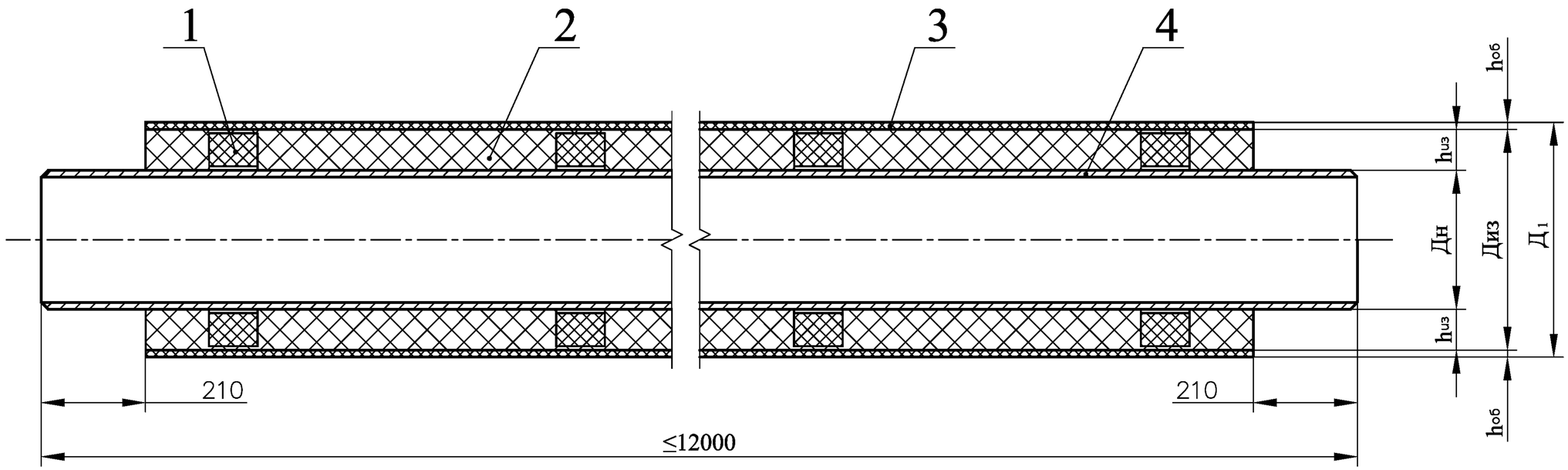
Номограмма для определения сил упругой деформации при Г-образной самокомпенсации для бесканальной прокладки

Правила пользования номограммой даны на листе

Изм	Лист	№ Документа	Подп.	Дата	313.ТС.018-001.ПЗ	Лист 9

Подпись и дата | Инв.№ дубл. | Взам. инв.№ | Подпись и дата | Изм. № подл.

Формат А3



1 — центрирующая опора из полипропилена (шаг 1000 мм); 2 — теплоизоляция из ПБ;
3 — защитная оболочка из полиэтилена; 4 — стальная труба.

1. Стальные трубы должны соответствовать требованиям "Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды", утвержденных Госгортехнадзором России.
2. В таблице (л.2) приведены основные показатели труб с изоляцией из (ПБ) в полиэтиленовой оболочке для звена трубы длиной 12 метров.
3. Суммарная масса трубы с изоляцией из ПБ определена исходя из массы стальной трубы с указанной толщиной стенки без учета металла на сварные швы при плотности пенобетона - 200 кг/м³, плотности полиэтиленовой оболочки - 967 кг/м³.
4. В случае применении стальных труб с другой толщиной стенки(в зависимости от параметров транспортируемого теплоносителя) или с гидрозащитной оболочкой из другого полимерного материала (при соблюдении всех нормативных требований к оболочкам) суммарная масса трубопровода должна быть соответственно скорректирована.
5. Для систем отопления и горячего водоснабжения центрирующие опоры должны быть изготовлены из литьевых марок полипропилена по ГОСТ 26996, полиэтилена низкого давления по ГОСТ 16338 или других полимерных материалов.
6. Для трубопроводов с температурой свыше 150 С центрирующие опоры изготавливаются из тонко листовой стали , а также из пенобетона, пеностекла или других теплоизоляционных вспененных неорганических материалов.
7. На одно звено (12 м) трубы предусматривается установка 12 центрирующих колец.
8. Трубы в ПБ изоляции с полиэтиленовой оболочкой применяются при подземной прокладке.
9. Толщина изоляционного слоя принята расчетная, и том числе для труб с полиэтиленовой оболочкой в соответствии с СТО- 005-50845180-2007 "Теплоизоляция трубопроводов и оборудования неавтоклавным монолитным пенобетоном "СОВБИ" ".

Изм	Лист	№ Документа	Подп.	Дата	313.ТС-018.001			
					Типовые решения прокладки трубопроводов тепловых сетей в изоляции из пенобетона диаметром Ду 700-1200мм	Стадия	Лист	Листов
Н-к ОКП-3		Пшемыская				Р	1	2
Гл.констр		Макарова						
Н.контр.		Катц						
					Трубы в изоляции из ПБ в полиэтиленовой оболочке	ОАО "Объединение ВНИПИэнергопром"		

Перв. применяемость
Справочный №
Подпись и дата
Инв.№ дубл.
Взам. инв.№
Подпись и дата
Изм. № подл.

Формат А3

Основные показатели труб с изоляцией из ПБ с оболочкой из полиэтилена

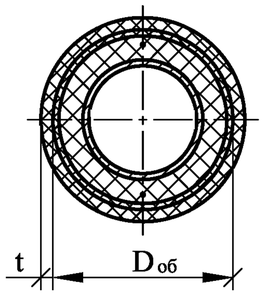
Диаметр условного прохода стальной трубы Ду,мм	Марка изолированной трубы	Размеры, мм						Расход материалов на звено				Масса, кг		
		Наружный диаметр Дн и толщина стенки трубы	Толщина тепло-изоляции $h_{из}$	Диаметр трубы с тепло-изоляцией Диз	Толщина полиэти-леновой оболочки $h_{об}$	Диаметр трубы с полиэти-леновой оболочкой $Д_1$	Кол-во центри-рующих колец, шт.	Пенобетон		Полиэтиленовая оболочка		Звена стальной трубы (12м)	Звена трубы с изоляцией и полиэти-леновой оболочкой	1м трубы в изоляции и полиэтиле-леновой оболочке
								Объем, $м^3$	Масса, кг	Объем, $м^3$	Масса, кг			
700	ПБ-ПЭ-720	720x8	76	872	14	900	12	0,18996	450	0,46	444,8	1686,0	2580,8	215,4
800	ПБ-ПЭ-820	820x9	72,5	965	17,5	1000		0,20318	468	0,64	564,1	2160,0	3192,0	266,0
900	ПБ-ПЭ-920	920x10	74,5	1069	15,5	1100		0,23264	524	0,64	564,1	2692,8	3780,9	315,1
1000	ПБ-ПЭ-1020	1020x10	121,5	1263	18,5	1300		0,43549	1002	0,87	836,5	2989,2	4827,7	402,3
1200	ПБ-ПЭ-1220	1220x11	70,4	1360,8	19,6	1425		0,28525	684	1,00	968,5	3933,7	5586,2	465,5

Подпись и дата | Инв.№ дубл. | Взам. инв.№ | Подпись и дата | Изм. № подл.

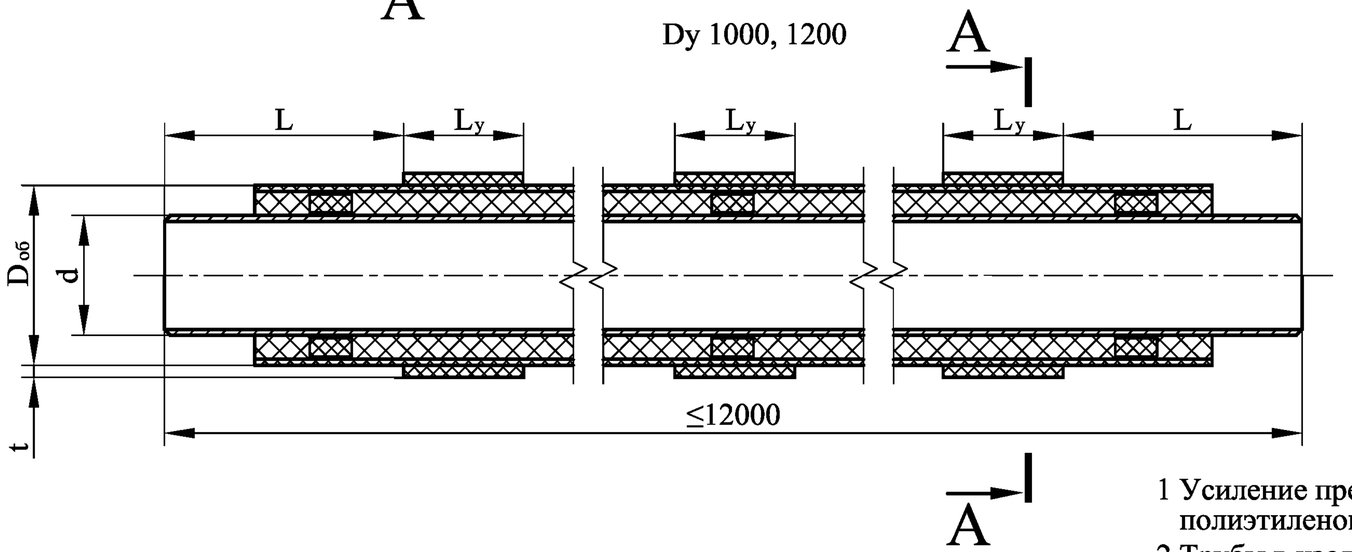
Трубы в изоляции из ПБ в полиэтиленовой оболочке с усилениями ТУ 5772-013-70629337-2007 (ООО "Изоляционные технологии", г. Санкт-Петербург)

Dy 700, 800

A-A



Dy 1000, 1200



1 Усиление представляет собой отрезок полиэтиленовой трубы, привареный к полиэтиленовой оболочке электросваркой при помощи нагревательной ленты.

2 Трубы в изоляции из ПБ в полиэтиленовой оболочке с усилениями применяются для прокладки в футлярах без использования скользящих хомутовых опор.

3 Остальные характеристики труб см. 313.ТС-012.001.

Наружный диаметр стальной трубы d, мм	Диаметр полиэтиленовой оболочки $D_{об}$, мм	Длина усиления L_y, мм	Толщина усиления t, мм	Кол-во усилений, шт.	Расстояние от торца трубы до усиления L, мм
720	900×14,0	800	15,6+15,6=31,2	2	2500
820	1000×15,6	800	19,6+19,6=39,2	2	2500
1020	1200×19,6	800	19,6+19,6=39,2	3	1500
1220	1425×19,6	800	19,6+19,6=39,2	3	1500

Изм	Лист	№ Документа	Подп.	Дата	313.ТС-018.002		
Н-к ОКП-3		Пшемыская			Типовые решения прокладки трубопроводов тепловых сетей в изоляции из пенобетона диаметром Ду 700-1200мм	Стадия	Лист	Листов
Гл.констр		Макарова				Р		1
Н.контр.		Катц						
					Трубы в изоляции из ПБ в полиэтиленовой оболочке с усилениями	ОАО "Объединение ВНИПИэнергопром"		

Перв. применяемость

Справочный №

Подпись и дата

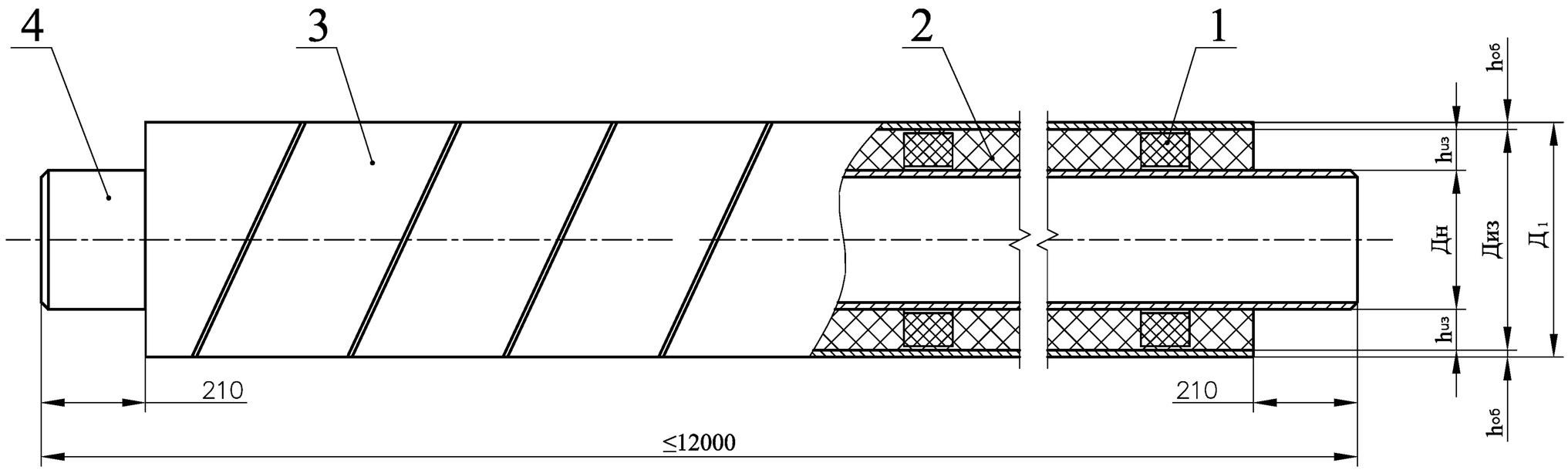
Инв.№ дубл.

Взам. инв.№

Подпись и дата

Изм. № подл.

Формат А3



1 — центрирующая опора из полипропилена (шаг 1000 мм); 2 — теплоизоляция из ПБ;
3 — защитная оболочка из оцинкованной стали; 4 — стальная труба;

1. Стальные трубы должны соответствовать требованиям "Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды", утвержденных Госгортехнадзором России.
2. В таблице (л.2) приведены основные показатели труб с изоляцией из(ПБ) в оболочке из оцинкованной стали для звена трубы длиной 12 метров.
3. Суммарная масса трубы с изоляцией из ПБ определена исходя из массы стальной трубы с указанной толщиной стенки без учета металла на сварные швы, при плотности пенобетона - 200 кг/м³ , удельного веса оцинкованной стали - 7,85 г /см³.
4. 4.В случае применении стальных труб с другой толщиной стенки(в зависимости от параметров транспортируемого теплоносителя) или с гидрозащитной оболочкой из другого полимерного материала (при соблюдении всех нормативных требований к оболочкам) суммарная масса трубопровода должна быть соответственно скорректирована.
5. Для систем отопления и горячего водоснабжения центрирующие опоры должны быть изготовлены из литьевых марок полипропилена по ГОСТ 26996, полиэтилена низкого давления по ГОСТ 16338 или других полимерных материалов.
6. Для трубопроводов с температурой свыше 150 С центрирующие опоры изготавливаются из тонкой листовой стали , а также из пенобетона, пеностекла или других теплоизоляционных вспененных неорганических материалов.
7. На одно звено (12 м) трубы предусматривается установка 12 центрирующих колец.
8. Трубы в ПБ изоляции с оболочкой из оцинкованной стали применяются при надземной прокладке, в проходных каналах и футлярах.
9. Толщина изоляционного слоя принята расчетная, в том числе для труб с полиэтиленовой оболочкой в соответствии с СТО- 005-50845180-2007 "Теплоизоляция трубопроводов и оборудования неавтоклавным монолитным пенобетоном "СОВБИ"".
10. Для трубопроводов с температурой выше 150 С расчет толщины изоляции принимать в соответствии с СП 41-103-2000

Изм	Лист	№ Документа	Подп.	Дата	313.ТС-018.003		
Н-к ОКП-3		Пшемыская			Типовые решения прокладки трубопроводов тепловых сетей в изоляции из пенобетона диаметром Ду 700-1200мм	Стадия	Лист	Листов
Гл.констр		Макарова				Р	1	2
Н.контр.		Катц						
					Трубы в изоляции из ПБ и оболочке из оцинкованной стали	ОАО "Объединение ВНИПИэнергопром"		

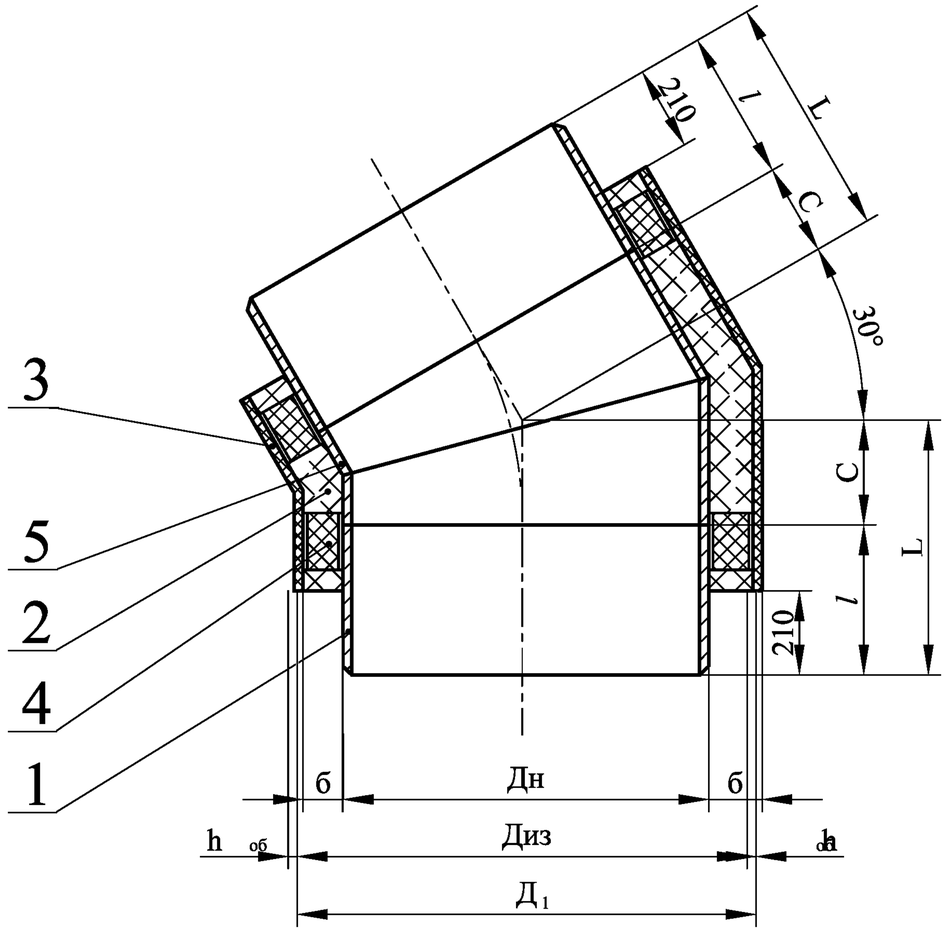
Формат А3

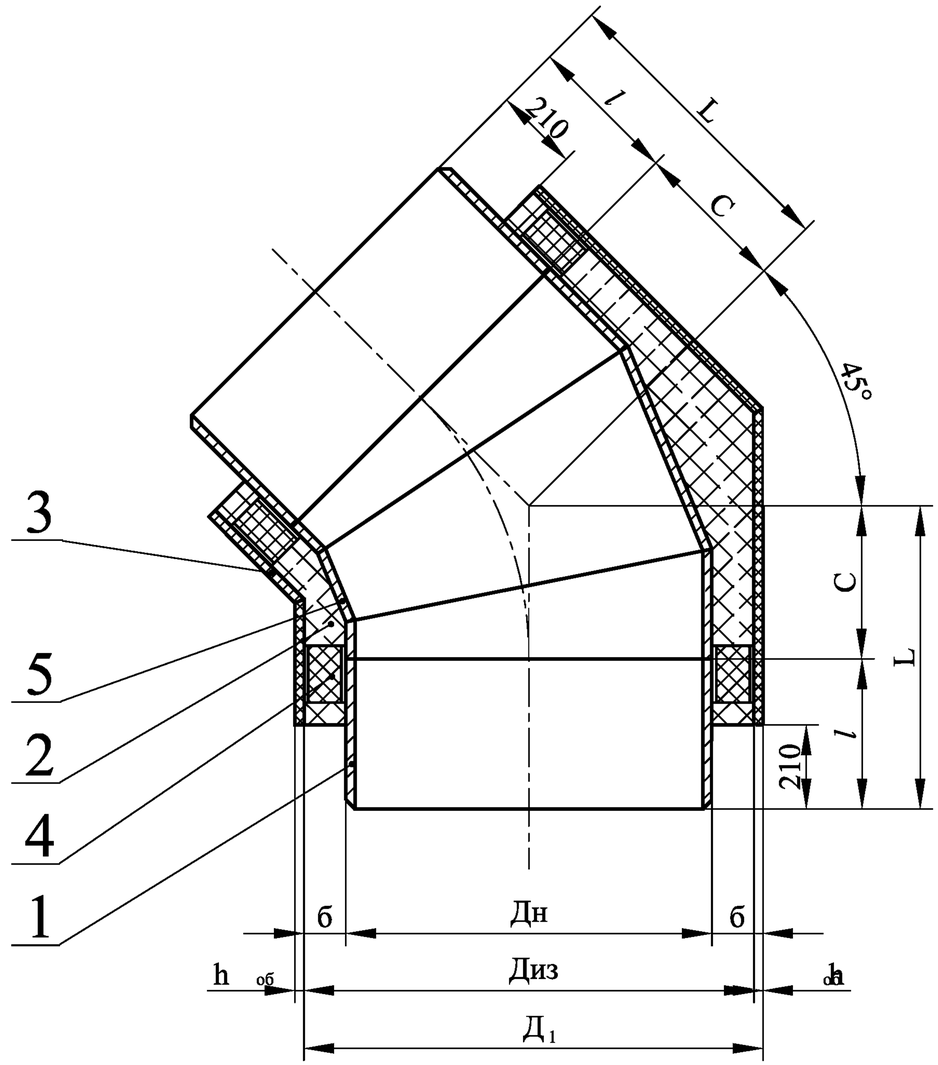
Перв. применяемость | Справочный № | Подпись и дата | Инв.№ дубл. | Взам. инв.№ | Подпись и дата | Изм. № подл.

Основные показатели труб с изоляцией из ПБ с оболочкой из оцинкованной стали

Диаметр условного прохода стальной трубы Ду,мм	Марка изолированной трубы	Размеры, мм						Расход материалов на звено				Масса, кг		
		Наружный диаметр Дн и толщина стенки трубы	Толщина тепло-изоляции $h_{из}$	Диаметр трубы с тепло-изоляцией Диз	Толщина оболочки из оцинкованной стали $h_{об}$	Диаметр трубы с оболочкой из оцинкованной стали $Д_1$	Кол-во центрирующих колец, шт.	Пенобетон		Оболочка из оцинкованной стали		Звена стальной трубы (12м)	Звена трубы с изоляцией и оболочкой из оцинкованной стали	1м трубы в изоляции и оболочке из оцинкованной стали
								Объем, $м^3$	Масса, кг	Объем, $м^3$	Масса, кг			
700	ПБ-ОЦ-720	720x8	89,2	898,4	0,8	900	12	0,22665	522	0,04	274,8	1686,0	2482,8	206,9
800	ПБ-ОЦ-820	820x9	89,2	998,4		1000		0,25466	586	0,04	274,8	2160,0	3020,8	251,7
900	ПБ-ОЦ-920	920x10	89,2	1098,4		1100		0,28266	650	0,04	274,8	2692,8	3617,6	301,5
1000	ПБ-ОЦ-1020	1020x10	139,2	1298,4		1300		0,5667	1164	0,05	353,2	2989,2	4506,4	375,5
1200	ПБ-ОЦ-1220	1220x11	89,0	1398,0	1,0	1400		0,36581	878	0,05	406,7	3933,7	5218,4	434,9

Подпись и дата | Инв.№ дубл. | Взам. инв.№ | Подпись и дата | Изм. № подл.





1 — стальная труба; 2 — изоляция из ПБ; 3 — гидрозащитная оболочка из полиэтилена или оцинкованной стали;
4 — центрирующая опора из полипропилена; 5 — стальной отвод.

1.За основу изделия приняты отводы сварные из бесшовных и сварных труб на давление $P_p \leq 1,6$ МПа по серии 5.903-13.

2. Толщина изоляционного слоя принята расчетная, в том числе для труб с полиэтиленовой оболочкой в соответствии с СТО- 005-50845180-2007 "Теплоизоляция трубопроводов и оборудования неавтоклавным монолитным пенобетоном "СОВБИ"".

Изм	Лист	№ Документа	Подп.	Дата	313.ТС-018.004		
Н-к ОКП-3		Пшемыская			Типовые решения прокладки трубопроводов тепловых сетей в изоляции из пенобетона диаметром Ду 700-1200мм	Стадия	Лист	Листов
Гл.констр		Макарова				Р	1	4
Н.контр.		Катц						
					Изделия фасонные. Отводы	ОАО "Объединение ВНИПИэнергопром"		

Перв. применяемость

Справочный №

Подпись и дата

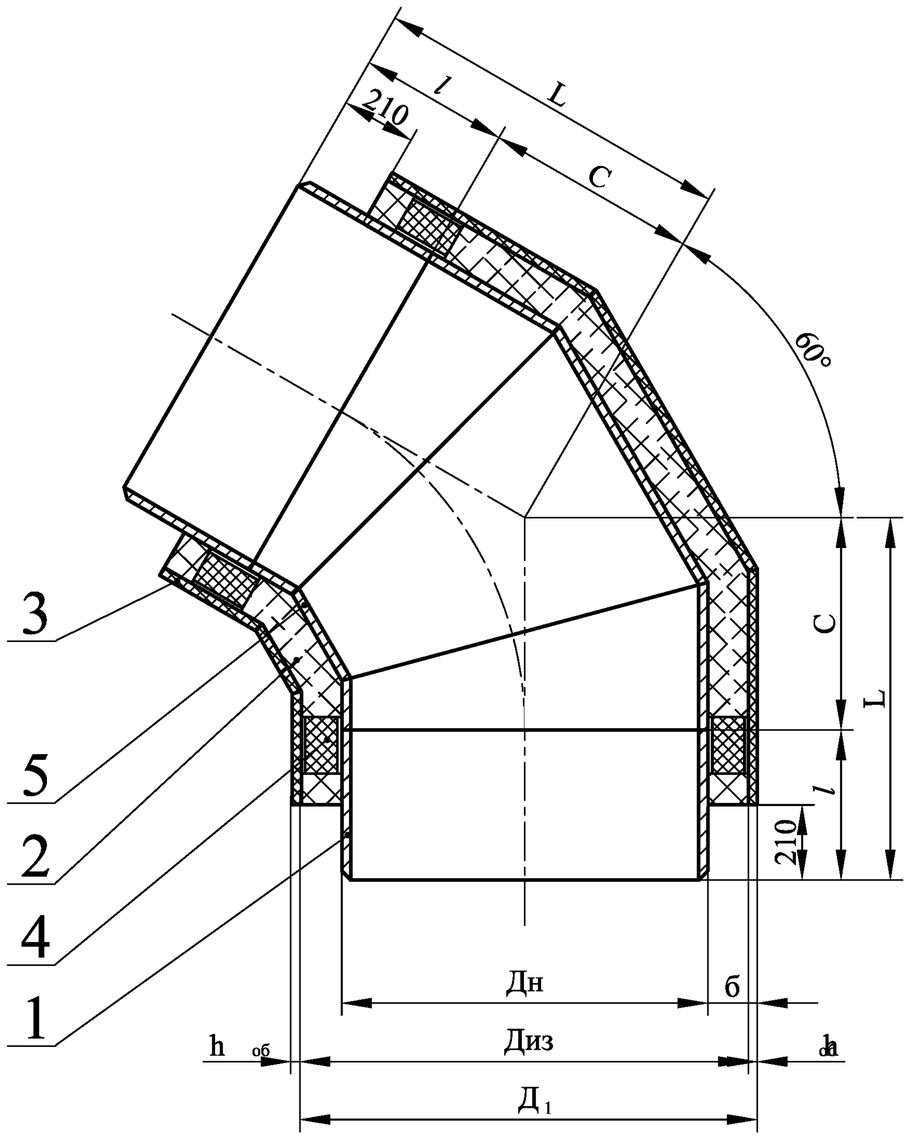
Инв.№ дубл.

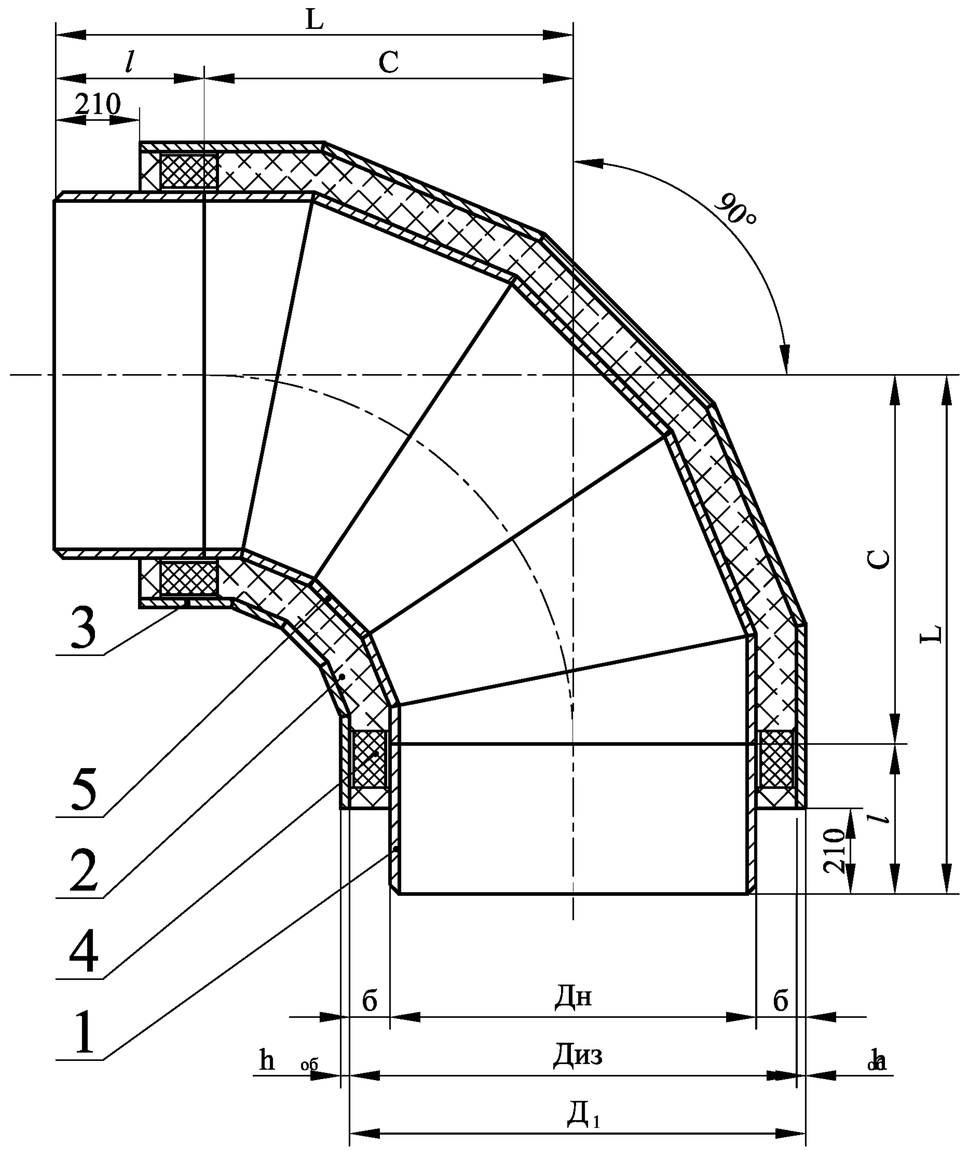
Взам. инв.№

Подпись и дата

Изм. № подл.

Формат А3





1 — стальная труба; 2 — изоляция из ПБ; 3 — гидрозащитная оболочка из полиэтилена или оцинкованной стали;
4 — центрирующая опора из полипропилена; 5 — стальной отвод.

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ Документа	Подп.	Дата	313.ТС-018.004	Лист 2

Формат А3

Основные показатели отводов с изоляцией из ПБ с полиэтиленовой оболочкой

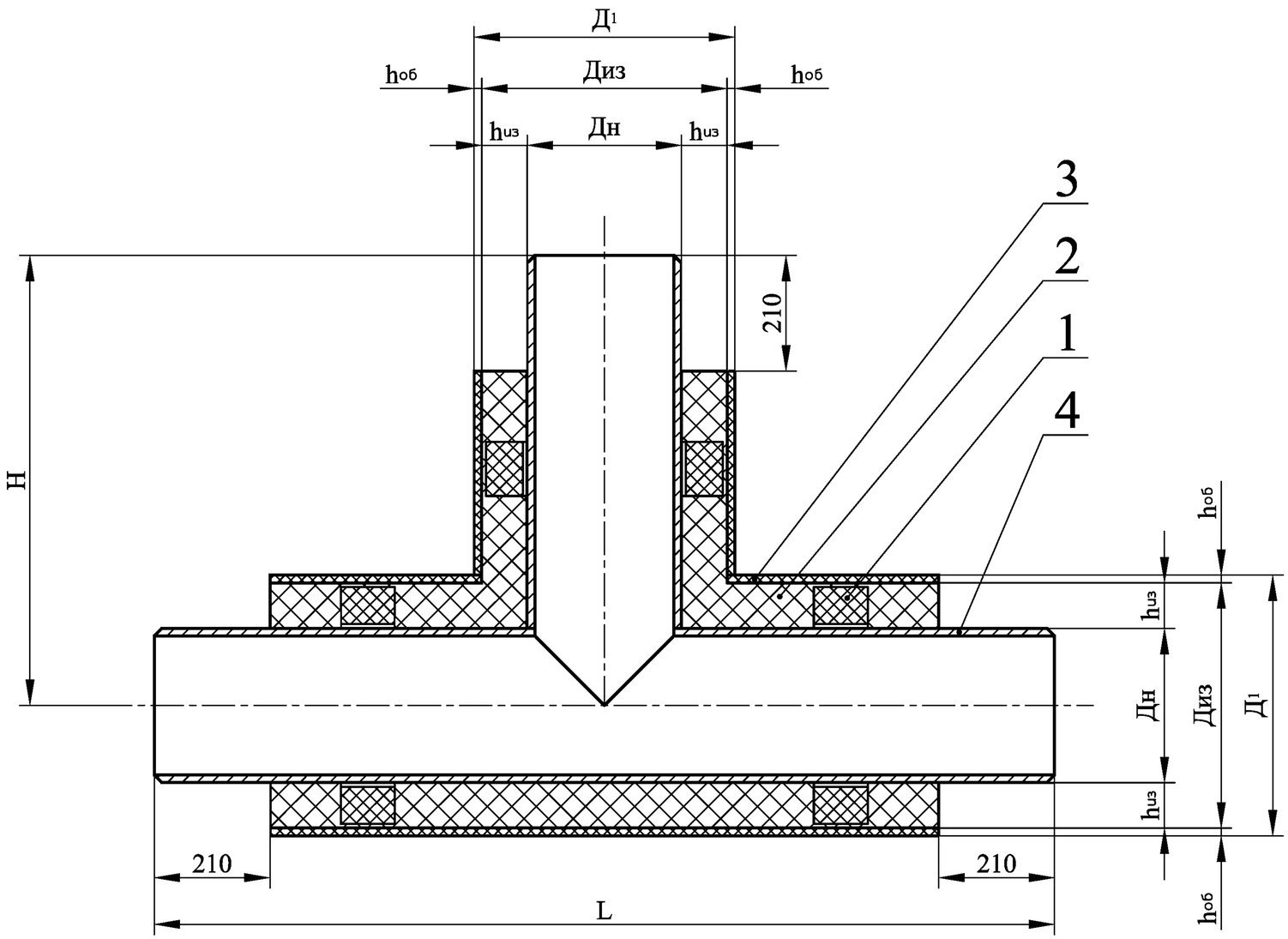
Марка изолированного отвода	Диаметр стальной трубы, мм		Толщина стенки, мм		Конструктивные размеры, мм								Объем, м³		Масса, кг			
	Условн. Ду	Наружн. Дн	Отвода	Трубы	Толщина тепло-изоляции б	Диаметр трубы с тепло-изоляцией Диз	Толщина полиэти-леновой оболочки $h_{об}$	Диаметр трубы с полиэти-леновой оболочкой $Д_1$	L	C	Длина патрубка *l*	Длина изолир. участка детали	Изоляции ПБ	Полиэти-леновой оболочки	Отвода и патрубков	ПБ	Полиэти-леновой оболочки	Изделия
30° ПБ-ПЭ-720	700	720	9	8	76	872	14	900	843	243	600	1186	0,21	0,43	246,6	42,0	41,5	330,1
30° ПБ-ПЭ-820	800	820	9	9	72,5	965	17,5	1000	820	220		1146	0,233	0,06	296,6	46,6	57,9	401,1
30° ПБ-ПЭ-920	900	920	10	10	74,5	1069	15,5	1100	846	246		1192	0,28	0,064	380,3	56,0	61,7	498,0
30° ПБ-ПЭ-1020	1000	1020	10	10	121,5	1263	18,5	1300	874	274		1248	0,53	0,093	437,5	106,0	89,9	633,4
30° ПБ-ПЭ-1220	1200	1220	11	11	70,4	1360,8	19,6	1400	554	304	250	1186	0,23	0,068	379,3	46,0	64,6	489,9
45° ПБ-ПЭ-720	700	720	9	8	76	872	14	900	948	348	600	1396	0,246	0,05	287,0	49,2	49,2	385,4
45° ПБ-ПЭ-820	800	820	9	9	72,5	965	17,5	1000	990	390		1480	0,28	0,076	354,9	56,0	73,6	484,5
45° ПБ-ПЭ-920	900	920	10	10	74,5	1069	15,5	1100	1032	432		1564	0,34	0,077	457,9	68,0	74,8	600,7
45° ПБ-ПЭ-1020	1000	1020	10	10	121,5	1263	18,5	1300	1022	422		1544	0,65	0,113	505,4	130	109,3	744,7
45° ПБ-ПЭ-1220	1200	1220	11	11	70,4	1360,8	19,6	1400	620	370	250	1238	0,31	0,092	644,8	62,0	88,3	795,1
60° ПБ-ПЭ-720	700	720	9	8	76	872	14	900	1066	466	600	1632	0,283	0,058	308,8	56,6	56,6	422,0
60° ПБ-ПЭ-820	800	820	9	9	72,5	965	17,5	1000	1073	473		1646	0,324	0,088	377,3	64,8	85,4	527,5
60° ПБ-ПЭ-920	900	920	10	10	74,5	1069	15,5	1100	1132	532		1764	0,398	0,091	498,1	79,6	87,5	665,2
60° ПБ-ПЭ-1020	1000	1020	10	10	121,5	1263	18,5	1300	1189	589		1878	0,76	0,133	576,1	152	128,3	856,4
60° ПБ-ПЭ-1220	1200	1220	11	11	70,4	1360,8	19,6	1400	958	708	250	2372	0,46	0,136	758,6	92,0	129,2	1042,8
90° ПБ-ПЭ-720	700	720	9	8	76	872	14	900	1370	770	600	2240	0,358	0,074	371,5	71,6	71,9	515,0
90° ПБ-ПЭ-820	800	820	9	9	72,5	965	17,5	1000	1470	870		2440	0,417	0,114	475,9	83,4	109,7	669,0
90° ПБ-ПЭ-920	900	920	10	10	74,5	1069	15,5	1100	1570	970		2640	0,518	0,117	623,9	103,6	113,2	840,7
90° ПБ-ПЭ-1020	1000	1020	10	10	121,5	1263	18,5	1300	1620	1020		2740	0,995	0,173	711,9	199,0	166,8	1077,7
90° ПБ-ПЭ-1220	1200	1220	11	11	70,4	1360,8	19,6	1425	1480	1230	250	2476	0,62	0,184	1289,6	124,0	176,6	1590,2

Подпись и дата | Инв.№ дубл. | Взам. инв.№ | Подпись и дата | Изм. № подл.

Основные показатели отводов с изоляцией из ПБ с оболочкой из оцинкованной стали

Марка изолированного отвода	Диаметр стальной трубы, мм		Толщина стенки, мм		Конструктивные размеры, мм								Объем, $м^3$		Масса, кг			
	Условн. Ду	Наружн. Дн	Отвода	Трубы	Толщина тепло-изоляции б	Диаметр трубы с тепло-изоляцией Диз	Толщина оболочки из оцин-кованной стали $h_{об}$	Диаметр трубы с изоляцией и оболоч-кой $Д_1$	L	C	Длина патрубка *l*	Длина изолир. участка детали	Изоляции ПБ	Оболочки из оцин-кованной стали	Отвода и патрубков	ПБ	Оболочки из оцин-кованной стали	Изделия
30° ПБ-ОЦ-720	700	720	9	8	89,2	898,4	0,8	900	843	243	600	1186	0,25	0,00263	246,6	50,0	20,7	317,3
30° ПБ-ОЦ820	800	820	9	9	89,2	998,4	0,8	1000	820	220		1146	0,29	0,00276	296,6	58,0	21,7	376,3
30° ПБ-ОЦ-920	900	920	10	10	89,2	1098,4	0,8	1100	846	246		1192	0,34	0,0038	380,3	68,0	29,7	478,0
30° ПБ-ОЦ-1020	1000	1020	10	10	139,2	1298,4	0,8	1300	874	274		1248	0,62	0,0048	437,5	124,0	37,9	599,4
30° ПБ-ОЦ-1220	1200	1220	11	11	89,0	1398,0	1,0	1400	554	304	250	1186	0,33	0,0040	379,3	66,0	31,3	476,6
45° ПБ-ОЦ-720	700	720	9	8	89,2	898,4	0,8	900	948	348	600	1396	0,296	0,0031	287	59,2	24,6	370,8
45° ПБ-ОЦ-820	800	820	9	9	89,2	998,4	0,8	1000	990	390		1480	0,35	0,0033	354,9	70,0	26,1	451
45° ПБ-ОЦ-920	900	920	10	10	89,2	1098,4	0,8	1100	1032	432		1564	0,41	0,0046	457,9	82,0	36	576
45° ПБ-ОЦ-1020	1000	1020	10	10	139,2	1298,4	0,8	1300	1022	422		1544	0,76	0,0059	505,4	152,0	46,3	703,7
45° ПБ-ОЦ-1220	1200	1220	11	11	89,0	1398,0	1,0	1400	620	370	250	1238	0,54	0,0065	644,8	108	51,1	803,9
60° ПБ-ОЦ-720	700	720	9	8	89,2	898,4	0,8	900	1066	466	600	1632	0,34	0,0036	308,8	68,0	28,3	405,1
60° ПБ-ОЦ-820	800	820	9	9	89,2	998,4	0,8	1000	1073	473		1646	0,41	0,0039	377,3	82,0	30,3	489,6
60° ПБ-ОЦ-920	900	920	10	10	89,2	1098,4	0,8	1100	1132	532		1764	0,48	0,0054	498,1	96,0	42,1	636,2
60° ПБ-ОЦ-1020	1000	1020	10	10	139,2	1298,4	0,8	1300	1189	589		1878	0,89	0,0069	576,1	178,0	54,3	808,4
60° ПБ-ОЦ-1220	1200	1220	11	11	89,0	1398,0	1,0	1400	958	708	250	2372	0,66	0,0080	758,6	132,0	62,6	953,2
90° ПБ-ОЦ-720	700	720	9	8	89,2	898,4	0,8	900	1370	770	600	2240	0,43	0,0045	371,5	86,0	35,3	492,8
90° ПБ-ОЦ-820	800	820	9	9	89,2	998,4	0,8	1000	1470	870		2440	0,53	0,005	475,9	106,0	38,9	620,8
90° ПБ-ОЦ-920	900	920	10	10	89,2	1098,4	0,8	1100	1570	970		2640	0,63	0,007	623,9	126,0	54,9	804,8
90° ПБ-ОЦ-1020	1000	1020	10	10	139,2	1298,4	0,8	1300	1620	1020		2740	1,17	0,009	711,9	234,0	70,9	1016,8
90° ПБ-ОЦ-1220	1200	1220	11	11	89,0	1398,0	1,0	1400	1480	1230	250	2476	1,08	0,013	1289,6	216,0	102,2	1607,8

Подпись и дата | Инв.№ дубл. | Взам. инв.№ | Подпись и дата | Изм. № подл.



1 — центрирующая опора из полипропилена; 2 — теплоизоляция из ПБ;
3 — защитная оболочка из полиэтилена или оцинкованной стали; 4 — стальная труба;

1. Стальные элементы тройников должны и изготавливаться с учетом требований альбома серии 5.903-10 выпуск 1 и СНиП 2.04.07-86*.

2. Толщина изоляционного слоя принята расчетная, в том числе для труб с полиэтиленовой оболочкой в соответствии с СТО- 005-50845180-2007 "Теплоизоляция трубопроводов и оборудования неавтоклавным монолитным пенобетоном "СОВБИ"".

Изм	Лист	№ Документа	Подп.	Дата	313.ТС-018.005		
Н-к ОКП-3		Пшемыская			Типовые решения прокладки трубопроводов тепловых сетей в изоляции из пенобетона диаметром Ду 700-1200мм	Стадия	Лист	Листов
Гл.констр		Макарова				Р	1	2
Н.контр.		Катц						
					Изделия фасонные. Тройники равнопроходные	ОАО "Объединение ВНИПИэнергопром"		

Перв. применяемость | Справочный № | Подпись и дата | Инв.№ дубл. | Взам. инв.№ | Подпись и дата | Изм. № подл.

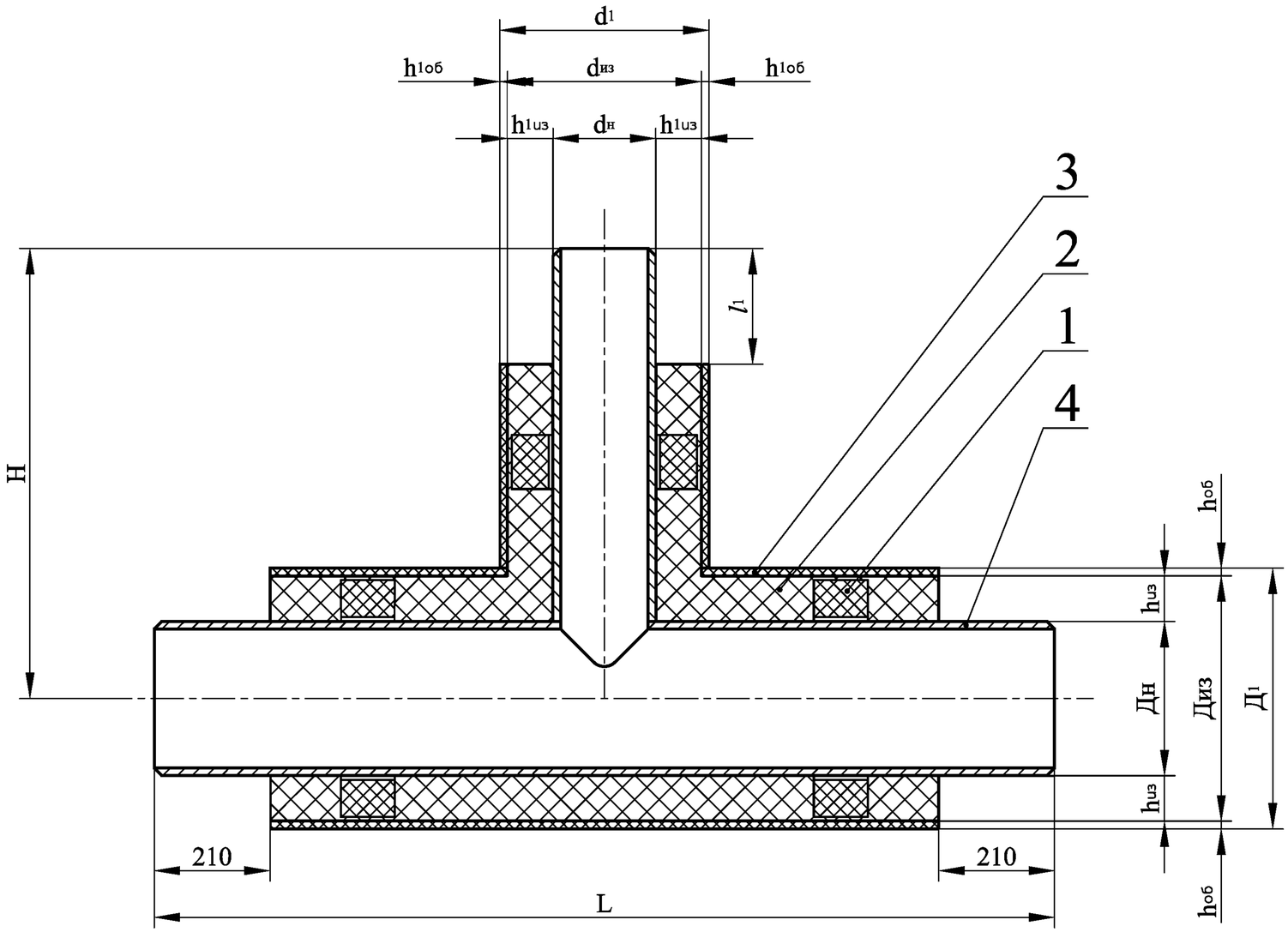
Формат А3

Основные показатели тройников равнопроходных с изоляцией из ПБ с полиэтиленовой оболочкой

Диаметр условного прохода стальной трубы Ду,мм	Размеры, мм							Масса, кг			
	Наружный диаметр стальной трубы Дн	Толщина тепло-изоляции $h_{из}$	Диаметр трубы с тепло-изоляцией Диз	Толщина полиэти-леновой оболочки $h_{об}$	Диаметр трубы с полиэти-леновой оболочкой $Д_1$	L	H	Неизоли-рованного тройника	ПБ	Полиэти-леновой оболочки	Изделия
700	720	76	872	14	900	2200	1800	676,8	114,4	108,2	899,4
800	820	72,5	965	17,5	1000	2800	2100	1036,6	156,9	179,0	1372,5
900	920	74,5	1069	15,5	1100	2800	2100	1245,3	177,3	179,0	1601,6
1000	1020	121,5	1263	18,5	1300	2800	2100	1590,8	327,5	254,6	2172,9
1200	1220	70,4	1360,8	19,6	1425	2420	1000	1702,6	124,4	219,5	2046,5

Основные показатели тройников равнопроходных с изоляцией из ПБ с оболочкой из оцинкованной стали

Диаметр условного прохода стальной трубы Ду,мм	Размеры, мм							Масса, кг			
	Наружный диаметр стальной трубы Дн	Толщина тепло-изоляции $h_{из}$	Диаметр трубы с тепло-изоляцией Диз	Толщина оболочки из оцин-кованной стали $h_{об}$	Диаметр трубы с оболочкой из оцин-кованной стали $Д_1$	L	H	Неизоли-рованного тройника	ПБ	Оболочки из оцин-кованной стали	Изделия
700	720	89,2	898,4	0,8	900	2200	1800	676,8	114,4	66,9	858,1
800	820	89,2	998,4		1000	2800	2100	1036,6	156,9	87,2	1280,7
900	920	89,2	1098,4		1100	2800	2100	1245,3	177,3	86,0	1508,6
1000	1020	139,2	1298,4		1300	2800	2100	1590,8	327,5	107,5	2025,8
1200	1220	89,0	1398,0	1,0	1400	2420	1000	1702,6	124,4	93,8	1920,8



1 — центрирующая опора из полипропилена; 2 — теплоизоляция из ПБ;
3 — защитная оболочка из полиэтилена или оцинкованной стали; 4 — стальная труба;

1. Стальные элементы тройников должны и изготавливаться с учетом требований альбома серии 5.903-10 выпуск 1 и СНиП 2.04.07-86*.

2. Толщина изоляционного слоя принята расчетная, в том числе для труб с полиэтиленовой оболочкой в соответствии с СТО- 005-50845180-2007 "Теплоизоляция трубопроводов и оборудования неавтоклавным монолитным пенобетоном "СОВБИ" ".

Изм	Лист	№ Документа	Подп.	Дата	313.ТС-018.006		
Н-к ОКП-3		Пшемыская			Типовые решения прокладки трубопроводов тепловых сетей в изоляции из пенобетона диаметром Ду 700-1200мм	Стадия	Лист	Листов
Гл.констр		Макарова				Р	1	3
Н.контр.		Катц						
					Изделия фасонные. Тройники разнопроходные	ОАО "Объединение ВНИПИэнергопром"		

Перв. применяемость | Справочный № | Подпись и дата | Инв.№ дубл. | Взам. инв.№ | Подпись и дата | Изм. № подл.

Формат А3

Основные показатели тройников разнопроходных с изоляцией из ПБ с полиэтиленовой оболочкой

Размеры, мм														Масса, кг			
Основной трубы						Ответвления											
Диаметр условного прохода стальной трубы Ду	Наружный диаметр стальной трубы Дн	Толщина тепло-изоляции $h_{из}$	Диаметр трубы с тепло-изоляцией Диз	Толщина полиэти-леновой оболочки $h_{об}$	Диаметр трубы с полиэти-леновой оболочкой $Д_1$	Диаметр условного прохода стальной трубы dy	Наружный диаметр стальной трубы dн	Толщина тепло-изоляции $h_{1\ из}$	Диаметр трубы с тепло-изоляцией $d_{из}$	Толщина полиэти-леновой оболочки $h_{1\ об}$	Диаметр трубы с полиэти-леновой оболочкой d_1	L	H	Неизоли-рованного тройника	ПБ	Полиэти-леновой оболочки	Изделия
700	720	76	872	14	900	400	426	92,4	610,8	9,6	630	2200	1800	480,9	109,0	90,9	680,8
						500	530	79,0	688	11	710			530,8	107,7	90,9	729,4
						600	630	72,5	775	12,5	800			569,3	108,4	99,2	776,9
800	820	72,5	965	17,5	1000	500	530	79,0	688	11	710	2800	2100	783,6	145,8	143,5	1072,9
						600	630	72,5	775	12,5	800			822,7	147,1	153,8	1123,6
						700	720	76	872	14	900			914,8	154,8	165,0	1234,6
900	920	74,5	994,5	15,5	1100	600	630	72,5	775	12,5	800	2800	2100	1102,4	160,9	152,3	1415,6
						700	720	76	872	14	900			1051,7	168,9	163,1	1383,7
						800	820	72,5	965	17,5	1000			954,9	170,9	176,6	1302,4
1000	1020	121,5	994,5	18,5	1300	700	720	76	872	14	900	2800	2100	1169,1	265,4	213,6	1648,1
						800	820	72,5	965	17,5	1000			1209,7	267,4	226,1	1703,2
						900	920	74,5	1069	15,5	1100			1306,5	273,8	226,1	1806,4
1200	1220	70,4	1360,8	19,6	1400	800	820	72,5	965	17,5	1000	2420	1000	953,4	129,5	210,7	1293,6
						900	920	74,5	1069	15,5	1100			995,4	129,5	210,3	1335,2
						1000	1020	121,5	1263	18,5	1300			1042,3	138,5	266	1446,8

Подпись и дата | Инв.№ дубл. | Взам. инв.№ | Подпись и дата | Изм. № подл.