

СОГЛАСОВАНО

Главный инженер
ОАО ЛМЗ «Свободный сокол»


Б.Н. Лизунов
«08» 05 2007 г.



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Генерального
директора ОАО «НПО ЦКТИ»


Л.А. Хоменок
«11» 05 2007 г.



АЛЬБОМ ТИПОВЫХ РЕШЕНИЙ

«ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОКЛАДКА ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ
С ТРУБАМИ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА (ВЧШГ) С СОЕДИНЕНИЕМ
«ВРС» И СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ДО 115°С И РАБОЧИМ ДАВЛЕНИЕМ ДО 1,6 МПа»

Стандарт организации

СТО ЦКТИ 10.013-2007

Дата введения с 2007-05-24
(Дата)

РАЗРАБОТАНО

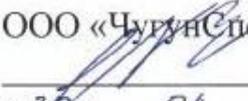
Начальник отдела № 13

ОАО «НПО ЦКТИ»


А.А. Ланин
«27» 04 2007г.

Директор

ООО «ЧугунСпецСтрой»


В.А. Носов
«30» 04 2007г.

Санкт-Петербург 2007

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Область применения.....	4
2 Общие положения.....	4
3 Проектирование трубопроводов из ВЧШГ.....	5
3.1 Положение по расчету и проектированию трубопроводов.....	5
3.2 Гидравлический расчет труб.....	13
3.3 Схемы теплоснабжения и тепловых сетей.....	17
3.4 Теплоносители и их параметры.....	19
3.5 Трасса и способы прокладки тепловых сетей.....	19
3.6 Конструкции трубопроводов.....	20
3.7 Тепловая изоляция.....	30
3.8 Защита трубопроводов от коррозии.....	33
4 Строительство тепловых сетей из ВЧШГ.....	35
4.1 Общие положения.....	35
4.2 Земляные работы.....	36
4.3 Транспортировка и хранение.....	38
4.4 Монтаж трубопроводов.....	38
4.5 Технология ремонтных работ.....	41
4.6 Сборка, сварка и контроль.....	41
4.7 Способы нанесения тепловой изоляции.....	43
4.8 Переходы тепловых сетей через проезды и дороги.....	44
4.9 Испытание и промывка.....	45
5 Нормативные ссылки.....	47
Приложение А.....	50
Приложение Б.....	52
Приложение В.....	59
Приложение Г.....	65
Приложение Д.....	104
Приложение Ж.....	114
Приложение К.....	126
Приложение Л.....	140

ВЕДЕНИЕ

Настоящий Стандарт (СТО) содержит указания по проектированию и строительству трубопроводов теплоснабжения из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом.

Выполнение этих указаний обеспечит соблюдение обязательных требований к тепловым сетям, установленных действующими СНиП.

В СТО рассмотрены вопросы, касающиеся применения труб из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом, изготавливаемых ОАО ЛМЗ «Свободный сокол». Приведены основные показатели труб и соединительных фасонных частей, правила проектирования и прокладки трубопроводов.

Кроме того, установлены общие требования к способам соединений труб, рассмотрены правила канальной и бесканальной прокладки тепловых сетей, хранение труб, фасонных частей и техники безопасности.

При разработке настоящего стандарта использован практический опыт ООО «ЧугунСпецСтрой» – г. Липецк, ООО «Политерм» – г. Владимир, ООО НПП «Валок-Чугун» – г. Липецк по строительству экспериментальных участков тепловых сетей из ВЧШГ.

Кроме того, в настоящем документе в рекомендуемом приложении «В» приведены материалы, разработанные ОАО «Объединение ВНИПИ энергопром» – г. Москва. При составлении стандарта применены технические решения ОАО «НПО ЦКТИ» – г. Санкт-Петербург, разработки ОАО Липецкий металлургический завод «Свободный сокол», а также опыт эксплуатирующих организаций.

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий стандарт распространяется на проектирование и строительство трубопроводов из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (далее ВЧШГ) для тепловых сетей с параметрами теплоносителя:

- температура транспортируемой воды до плюс 115°С включительно;
- допустимое рабочее давление в трубопроводе до 1,6 МПа включительно.

2 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1 СТО устанавливает правила проектирования и строительства трубопроводов из ВЧШГ для водяных тепловых сетей.

2.2 Проектирование и строительство трубопроводов из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом должны осуществлять организации, имеющие соответствующее оборудование, обученный персонал и необходимую техническую документацию.

Готовность предприятия к выполнению указанных видов работ подтверждается Свидетельством об оценке соответствия предприятия требованиям системы экспертизы и аккредитации в области промышленной безопасности.

2.3 Установленные в настоящем стандарте технические решения подлежат уточнению и корректировке в дальнейшем, по результатам эксплуатации и по мере накопления опыта проектирования и строительства тепловых сетей из ВЧШГ.

2.4 Основные буквенные обозначения приведены в приложении «А».

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ ИЗ ВЧШГ

3.1 Положение по расчету и проектированию трубопроводов

Общие указания

3.1.1 При проектировании трубопроводов следует руководствоваться требованиями СНиП 41-02, ПБ 10-573, РД 10.249, РД 10-400, а также настоящим стандартом.

3.1.2 Выбор труб по диаметру должен осуществляться на основании гидравлического расчета, а по толщине стенки – на основании прочностного расчета с учетом конкретных условий для проектируемого трубопровода.

3.1.3 Рабочее давление и температуру теплоносителя для расчета трубопроводов (подающего и обратного) на прочность и при определении нагрузок от трубопроводов на опоры труб и строительные конструкции следует принимать:

- давление – по наибольшему давлению в подающем трубопроводе за выходными задвижками на источнике теплоты при работе сетевых насосов с учетом рельефа местности (без учета потерь давления в сетях), но не менее 1,0 МПа;

- температуру – по температуре в подающем трубопроводе при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления.

3.1.4 При проведении поверочных расчетов на прочность, устойчивость, а также при определении допустимых длин участков теплопроводов с раструбно-стопорным соединением типа «ВРС» следует использовать методики расчета аналогичные сварным трубопроводам из ВЧШГ. Допускаемые напряжения для трубопроводов с соединением типа «ВРС» следует определять, по пределу прочности основного металла.

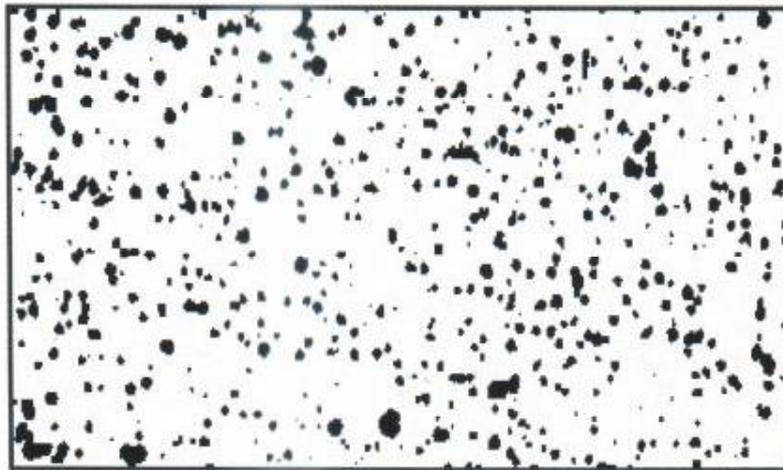
Технические требования, предъявляемые к основным материалам

3.1.5 Трубы и фасонные части должны изготавливаться из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом. Данный материал относится к серым чугунам и имеет в изломе серый цвет, но в отличие от них его структура представлена не в виде графитовых пластинок (рисунок 1), а с углеродными компонентами в виде шаров (рисунок 2). Шаровидная форма графитовых включений обеспечивает низкую хрупкость, повышенную прочность и пластичность данного чугуна. ВЧШГ получают путем добавки в расплав серого чугуна в качестве модификатора металлического магния.



Графитовые включения имеют пластинчатую форму

Рисунок 1. – Структура серого чугуна



Графитовые включения имеют шаровидную форму

Рисунок 2. – Структура ВЧШГ (модифицированного чугуна)

3.1.6 Рекомендуемый химический состав металла, используемого для изготовления труб и фасонных изделий, указан в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав металла труб и фасонных частей

Массовая доля элементов, %						
C	Si	Mn	Mg	S	P	Cr
				не более		
3,20-3,90	1,9-2,8	до 0,25	0,025-0,050	0,010	0,10	0,015

3.1.7 Микроструктура металла труб и фасонных частей должна быть ферритной с шаровидной формой графита. Доля перлитной составляющей не должна превышать 20%. Наличие графита пластинчатой формы не допускается.

Количество структурно-свободного цементита в микроструктуре не должно превышать 5%.

3.1.8 Твердость металла труб не должна превышать 230 НВ, фасонных частей, стопоров и сварных соединений 250 НВ.

3.1.9 Механические свойства труб и фасонных частей, определяемых при испытании образцов на растяжение приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Механические свойства металла труб, и фасонных частей

Характеристика	Величина (трубы, стопора / фас. части)
- Временное сопротивление σ_b , МПа (не менее)	420 / 420
- Условный предел текучести σ_T , МПа (не менее)	300 / 300
- Относительное удлинение δ , % (не менее)	10,0 / 5,0

3.1.10 Трубы должны выдерживать испытательное гидравлическое давление не менее 5 МПа (50,0 кгс/см²). Фасонные части должны выдерживать испытательное гидравлическое давление не менее 2,5 МПа или давление сжатым воздухом не менее 0,1 МПа.

3.1.11 На наружной и внутренней поверхностях труб и фасонных частей допускаются отдельные литейные дефекты. Глубина дефектов не должна превышать поле допуска на толщину стенки трубы и фасонных частей.

3.1.12 Теплостойкая манжета для соединения типа «ВРС» должна изготавливаться из этиленпропиленового каучука по ТУ 405821.

Наружная сторона манжеты должна выполняться из эластомера марки 51-1481, а внутренняя (рабочая) сторона из эластомера 51-7018.

3.1.13 Значение показателей физико-механических свойств манжет должны соответствовать следующим величинам:

- Твердость по Шору А, ед. Шора А:

а) для эластомера 51-7018 60±5

б) для эластомера 51-1481 80±5

- Изменение твердости после старения на воздухе
в течение 168 ч при температуре 70°C, ед. Шора А от плюс 8 до
минус 5

Поверочный расчет трубопроводов на прочность

3.1.14 Целью поверочного расчета является оценка статической и циклической прочности трубопровода, а также определение усилий действующих со стороны трубопровода на опоры, строительные конструкции и присоединенное оборудование.

3.1.15 При проведении расчетов надлежит принимать следующие величины:

- Модуль упругости ВЧШГ	$E = 1,7 \times 10^5$ МПа,
- Коэффициент линейного расширения	$\alpha = 11 \times 10^{-6}$ 1/°С,
- Условное рабочее давление внутри трубопровода	$P_y = 1,6$ МПа
- Плотность (удельный вес) ВЧШГ	$\gamma = 7,25 \times 10^{-3}$ кг/см ³

3.1.16 Методика поверочного расчета на прочность приведена РД 10-400 (5).

3.1.17 Величина эквивалентного напряжения в трубе от внутреннего давления и весовой нагрузки должна удовлетворять условию:

$$\sigma_e \leq 1,1[\sigma] \quad (1)$$

3.1.18 Величина эквивалентного напряжения в трубе от внутреннего давления, весовой нагрузки и самокомпенсации тепловых расширений должна удовлетворять условию:

$$\sigma_e \leq 1,5[\sigma] \quad (2)$$

3.1.19 Допускаемое напряжение $[\sigma]$ для труб ВЧШГ со стыковыми сварными соединениями и сварных фасонных изделий определяются по пределу прочности сварного шва при коэффициенте безопасности $K_B=6$:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{\text{в}}^{\text{ШВ}}}{K_B} = \frac{360 \text{ МПа}}{6} = 60 \text{ МПа} \quad (3)$$

3.1.20 Допускаемые напряжения $[\sigma]$ для труб ВЧШГ с нахлесточными сварными соединениями принимаются равными:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{\text{в}}^{\text{ШВ}}}{K_B} = \frac{360 \text{ МПа}}{4,8} = 75 \text{ МПа} \quad (4)$$

Коэффициент прочности нахлесточных раструбных сварных соединений на все виды нагрузок принимать равным:

$$\varphi_w = 0,6 \text{ (РД 10-249).}$$

Эксплуатационную прибавку на толщину стенки (со стороны воды, пароводяной смеси, насыщенного пара) при ресурсе 100 тыс. часов принимать равной:

$$c_{21} = 0,02 \text{ мм.}$$

3.1.21 Допускаемое напряжение $[\sigma]$ для труб ВЧШГ с раструбно-стопорными соединениями типа «ВРС» и литых фасонных изделий определяются по пределу прочности основного металла при коэффициенте безопасности $K_b=6$:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_B}{K_b} = \frac{420 \text{ МПа}}{6} = 70 \text{ МПа} \quad (5)$$

Поверочный расчет трубопроводов на устойчивость

3.1.22 Изолированные трубопроводы при бесканальной прокладке рекомендуется проверять на устойчивость (продольный изгиб).

Обязательная поверка проводится в следующих случаях:

- при малой глубине заложения теплопроводов (менее ~ 1 м от оси труб до поверхности земли);
- при вероятности затопления теплопровода грунтовыми, паводковыми или другими водами;
- при вероятности ведения рядом с теплотрассой земляных работ;
- при необходимости принятия дополнительных мер по обеспечению живучести теплопровода (на основе технического задания заказчика).

3.1.23 Обязательная поверка проводится также в случае прокладки участка теплопровода в канале, на эстакаде или надземно.

3.1.24 Поверку теплопроводов на устойчивость следует выполнять согласно РД 10-400 (6).

Компенсация тепловых деформаций

3.1.25 Каждый участок трубопровода между неподвижными опорами должен быть рассчитан на компенсацию тепловых удлинений.

3.1.26 Расчетное тепловое удлинение трубопроводов Δx , следует определять по формуле:

$$\Delta X = \varepsilon \Delta l \quad (6)$$

де ε – коэффициент, учитывающий релаксацию компенсационных напряжений и предварительную растяжку компенсатора в размере 50% полного теплового удлинения Δl , равный 0,5 при температуре теплоносителя $t \leq 250^\circ\text{C}$.

Δl – полное тепловое удлинение расчетного участка трубопровода, определяемое по формуле:

$$\Delta l = \alpha \Delta T L \quad (7)$$

здесь α – коэффициент линейного расширения ВЧШГ ($1,1 \times 10^{-5} 1/^\circ\text{C}$)

ΔT – расчетный перепад температур, принимаемый как разность между рабочей температурой теплоносителя и расчетной температурой наружного воздуха для проектирования отопления, $^\circ\text{C}$;

L – расстояние между неподвижными опорами труб, м.

3.1.27 Для компенсации тепловых деформаций на трубопроводах из ВЧШГ применяются следующие устройства:

- гибкие компенсаторы (различной формы) из труб ВЧШГ и углы поворотов трубопроводов – для тепловых сетей при любых способах прокладки;
- сильфонные и линзовые компенсаторы – для тепловых сетей с параметрами теплоносителя и способами прокладки трубопроводов согласно технической документации заводов изготовителей;
- сальниковые компенсаторы из стальных труб, а также манжетные из труб ВЧШГ – для тепловых сетей с параметрами теплоносителя и способами

прокладки трубопроводов согласно технической документации заводов изготовителей.

Допускается применение бескомпенсаторных участков трубопроводов, на которых усилия от температурных деформаций воспринимается материалом трубопровода в пределах допустимых напряжений.

3.1.28 Для трубопроводов из ВЧШГ с соединением «ВРС» допускается использовать в качестве компенсации технологические зазоры в раструбных соединениях труб (рисунок 3). Минимальная величина технологического зазора составляет 5мм. Возможно увеличение зазора до 12мм за счет дополнительной технической доработки стопоров.

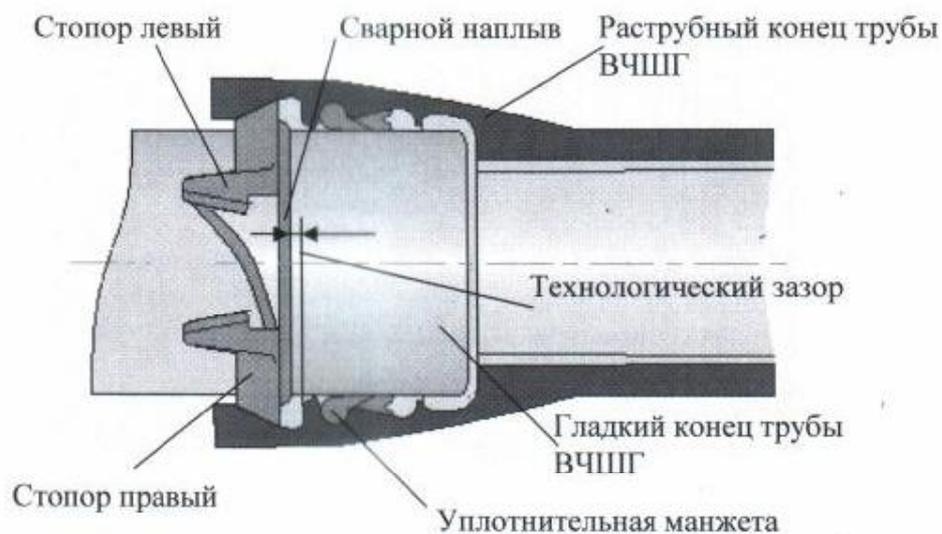


Рисунок 3. – *Раструбное соединение труб из ВЧШГ типа «ВРС»*

Проектные решения, обеспечивающие компенсацию тепловых удлинений в каждом раструбном соединении, должны быть согласованы с ОАО «НПО ЦКТИ» г. Санкт-Петербург.

3.1.29 При компенсации температурных удлинений П-образными, Z-образными или Г-образными компенсаторами, последние целесообразно размещать в середине прокладываемого бесканального компенсируемого

участка. При П-образных компенсаторах длина наибольшего плеча, как правило, не должна превышать 60% общей длины компенсируемого участка.

3.1.30 Методика расчета самокомпенсации трубопроводов с разными длинами плеч Г,Z,П-образной формы компенсаторов представлена в РД 10-400 (приложение 3, приложение 4), а также в приложениях Б и В.

3.1.31 В практике расчета при бесканальной прокладке допускается определение основных размеров типовых узлов трубопроводов из ВЧШГ по графикам, приведенным в альбоме типовых решений 313.ТС-013.000 (раздел II), а также в приложении Г.

3.2 Гидравлический расчет труб

3.2.1 Выбор труб из ВЧШГ для тепловой сети по диаметрам определяется на основании гидравлического расчета.

3.2.2 Расчетный расход сетевой воды для определения диаметров труб в водяных тепловых сетях при качественном регулировании отпуска теплоты следует определять отдельно для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения по формулам, приведенным в 3.2.3, с последующим суммированием этих расходов воды по формуле, приведенной 3.2.4.

3.2.3 Расчетные расходы воды, кг/ч, следует определять по формулам:

а) на отопление

$$G_{отax} = \frac{3,6Q_{отax}}{c(\tau_1 - \tau_2)}; \quad (8)$$

б) на вентиляцию

$$G_{vmax} = \frac{3,6Q_{vmax}}{c(\tau_1 - \tau_2)}; \quad (9)$$

в) на горячее водоснабжение в открытых системах теплоснабжения:

средний

$$G_{1hm} = \frac{3,6Q_{hm}}{c(t_h - t_c)}; \quad (10)$$

г) на горячее водоснабжение в закрытых системах теплоснабжения:
средний, при параллельной схеме присоединения водоподогревателей

$$G_{2hm} = \frac{3,6Q_{hm}}{c(\tau'_1 - \tau'_3)} \quad (11)$$

средний, при двухступенчатых схемах присоединения водоподогревателей

$$G_{3hm} = \frac{3,6Q_{hm}}{c(\tau'_1 - \tau'_2)} \left(\frac{55 - t'}{55 - t_c} + 0,2 \right) \quad (12)$$

3.2.4 Суммарные расчетные расходы сетевой воды, кг/ч, в двухтрубных тепловых сетях в открытых и закрытых системах теплоснабжения при качественном регулировании отпуска теплоты следует определять по формуле:

$$G_d = G_{o\max} + G_{v\max} + k_3 G_{ihm} \quad (13)$$

Коэффициент k_3 , учитывающий долю среднего расхода воды на горячее водоснабжение при регулировании по нагрузке отопления, следует принимать по таблице 3. При регулировании по совмещенной нагрузке отопления и горячего водоснабжения коэффициент k_3 принимается равным нулю.

Таблица 3 – Коэффициент k_3 для учета доли среднего расхода воды на горячее водоснабжение

Системы теплоснабжения	Значение коэффициента k_3
Открытая с тепловым потоком, МВт: 100 и более	0,6
менее 100	0,8
Закрытая с тепловым потоком, МВт: 100 и более	1,0
менее 100	1,2
<p>П р и м е ч а н и е. Для закрытых систем теплоснабжения при регулировании по нагрузке отопления и тепловом потоке менее 100 МВт при наличии баков-аккумуляторов у потребителей коэффициент k_3 следует принимать равным 1.</p>	

3.2.5 Максимальные тепловые потоки на отопление $Q_{\text{отmax}}$ вентиляцию $Q_{\text{вmax}}$ жилых, общественных и производственных зданий следует принимать при проектировании тепловых сетей по соответствующим проектам.

3.2.6 Средние тепловые потоки на горячее водоснабжение Q_{hm} следует определять по нормам расхода горячей воды в соответствии со СНиП 2-04.01.

3.2.7 Основные формулы для гидравлического расчета трубопроводов водяных тепловых сетей приведены в таблице 4.

3.2.8 При отсутствии данных о характере и количестве местных сопротивлений на трубопроводах тепловых сетей суммарную эквивалентную длину местных сопротивлений на участке трубопровода допускается определять по формуле:

$$l_e = l a_1 \quad (14)$$

где l – длина участка трубопровода по плану, м;

a_1 – коэффициент, учитывающий долю падения давления в местных сопротивлениях по отношению к падению давления на трение (определяется по таблице 5).

3.2.9 Эквивалентную шероховатость внутренней поверхности труб ВЧШГ для водяных тепловых сетей следует принимать:

- для труб с внутренним цементно-песчаным покрытием $k_e=0,0001\text{м}$;
- для труб без внутреннего покрытия $k_e=0,001\text{м}$.

Таблица 4 – Формулы для гидравлического расчета трубопроводов водяных тепловых сетей

Определяемые величины	Единицы измерения	Формула
Суммарные потери давления в трубопроводах на трение и в местных сопротивлениях	Па	$\Delta P = Rl'$
Удельные потери давления на трение	Па/м	$R = 6,27 \cdot 10^{-8} \lambda \frac{G_d^2}{D_i^5 \rho}$
Внутренний диаметр труб	м	$D_i = \sqrt[5]{\frac{6,27 \cdot 10^{-8} \lambda G_d^2}{R \rho}}$
Приведенная длина трубопровода	м	$l' = l + l_e$
Эквивалентная длина местных сопротивлений	м	$l_e = \sum \zeta \frac{D_i}{\lambda}$
Коэффициент гидравлического трения: для области квадратичного закона (при $Re \geq Re'$)	-	$\lambda = \frac{1}{\left(1,14 + 2 \lg \frac{D_i}{k_e}\right)^2}$
для любых значений числа Re (приближенно)	-	$\lambda = 0,11 \left(\frac{k_e}{D_i} + \frac{68}{Re}\right)^{0,25}$
Предельное число Рейнольдса, характеризующее границы переходной области и области квадратичного закона	-	$Re' = 560 \frac{D_i}{k_e}$

Таблица 5 – Коэффициент a_1 для определения суммарных эквивалентных длин местных сопротивлений

Типы компенсаторов	Условный проход трубопровода, мм	Значение коэффициента a_1	
		для паровых сетей	для водяных и конденсатных сетей
Транзитные тепловые сети (без ответвлений)			
Сальниковые (манжетные), П-образные с литыми отводами	100-300	0,5	0,3
П-образные со сварными отводами	100-300	0,7	0,5
Прочие тепловые сети			
Сальниковые (манжетные)	100-300	0,4	0,3
П-образные с литыми отводами	До 150	0,5	0,3
То же	200	0,6	0,4
То же	250-300	0,8	0,6
П-образные со сварными отводами	100-250	0,8	0,6
То же	300	1,0	0,8

3.3 Схемы теплоснабжения и тепловых сетей

3.3.1 Выбор варианта схемы теплоснабжения объекта: системы централизованного теплоснабжения от котельных, крупных и малых тепловых и атомных электростанций (ТЭЦ, ТЭС, АЭС) либо от источников децентрализованного теплоснабжения (ДЦТ) - автономных, крышных котельных, от квартирных теплогенераторов производится путем технико-экономического сравнения вариантов.

3.3.2 Схема и конфигурация тепловых сетей из ВЧШГ должны обеспечивать теплоснабжение на уровне заданных показателей надежности путем:

- применения наиболее прогрессивных конструкций и технических решений;
- совместной работы источников теплоты;
- прокладки резервных теплопроводов;

- устройства переемычек между тепловыми сетями смежных тепловых районов.

3.3.3 Водяные тепловые сети из ВЧШГ надлежит проектировать, как правило, двухтрубными, подающими одновременно теплоту на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и технологические нужды.

Многотрубные и однострубные тепловые сети допускается применять при технико-экономическом обосновании.

3.3.4 Тепловые сети могут быть кольцевыми и тупиковыми, резервированными и нерезервированными.

Число и места размещения резервных трубопроводных соединений между смежными теплопроводами следует определять по критерию вероятности безотказной работы.

3.3.5 Трубопроводы из ВЧШГ применяются как в закрытых, так и в открытых системах теплоснабжения.

3.3.6 Системы горячего водоснабжения потребителей должны присоединяться к двухтрубным водяным тепловым из ВЧШГ в открытых системах теплоснабжения непосредственно к подающему и обратному трубопроводам, а в закрытых – через водонагреватели.

3.3.7 Системы отопления и вентиляции потребителей должны присоединяться к двухтрубным водяным тепловым сетям из ВЧШГ непосредственно по зависимой схеме присоединения.

По независимой схеме, предусматривающей установку в тепловых пунктах водоподогревателей, допускается присоединять при обосновании системы отопления и вентиляции зданий 12 этажей и выше и других потребителей, если независимое присоединение обусловлено гидравлическим режимом работы системы.

3.4 Теплоносители и их параметры

3.4.1 Для трубопроводов тепловых сетей из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом в качестве теплоносителя следует использовать воду.

3.4.2 Качество исходной воды для открытых и закрытых систем теплоснабжения должно отвечать требованиям СанПиН 2.1.4.1074 и правилам технической эксплуатации электрических станций и сетей Минэнерго России.

Для закрытых систем теплоснабжения при наличии термической деаэрации допускается использовать техническую воду.

3.4.3 Для сварных трубопроводов из ВЧШГ допускается применение в качестве теплоносителя пара.

3.4.4 Параметры теплоносителя для трубопроводов из ВЧШГ должны соответствовать разделу 1.

3.5 Трасса и способы прокладки тепловых сетей

3.5.1 Трассы тепловых сетей должны быть выполнены согласно требованиям СНиП 41-02, СНиП 3.05.03.

3.5.2 Современные способы прокладки тепловых сетей из ВЧШГ классифицируют следующим образом:

- бесканальная прокладка тепловых сетей в грунте;
- совмещенная многотрубная прокладка теплопроводов в общей траншее совместно с другими коммуникациями;
- прокладка тепловых сетей в подземных непроходных каналах – отдельно или совместно с другими коммуникациями;
- совмещенная прокладка теплопроводов в подземных проходных коллекторах и технических подпольях зданий;
- надземная воздушная прокладка теплопроводов.

3.5.3 В настоящем документе рассмотрены технические решения для подземной прокладки тепловых сетей в непроходных каналах, а также бесканальной прокладки в грунте.

Основные типовые решения подземной прокладки тепловых сетей из ВЧШГ приведены в приложении Д.

3.5.4 Бесканальную прокладку теплопроводов из ВЧШГ рекомендуется применять при строительстве тепловых сетей в непросадочных грунтах с естественной влажностью или водонасыщенных и просадочных грунтах первого типа. К первому типу (согласно СНиП 2.02) относятся грунтовые условия, в которых возможна в основном просадка грунтов от внешней нагрузки, а просадка от собственного веса грунтов отсутствует или не превышает 5см.

3.5.5 При бесканальной прокладке заглубление верха конструкции изоляции от поверхности земли или дорожного покрытия должно быть не менее 0,7м.

На вводе теплосети в здания и в непроезжей части допускается уменьшение величины заглубления до 0,5м при обосновании в проектах.

В случае вынужденного уменьшения глубины залегания над теплопроводами следует предусматривать разгрузочные железобетонные плиты.

3.5.6 Канальная прокладка защищает теплопровод от механических нагрузок, обеспечивает его температурные деформации, защищает от воздействия грунтовой среды и поверхностных вод.

3.6 Конструкции трубопроводов

Трубы и соединительные части

3.6.1 Для сварных трубопроводов из ВЧШГ следует применять трубы и фасонные части, изготовленные по ТУ 1461-065-50254094. Для трубопроводов

с раструбно-стопорным соединением типа «ВРС» следует использовать трубы и фасонные части согласно ТУ 1461-066-50254094.

3.6.2 Размеры труб и фасонных изделий для сварных трубопроводов из ВЧШГ (согласно ТУ 1461-065-50254094) приведены в приложении Ж.

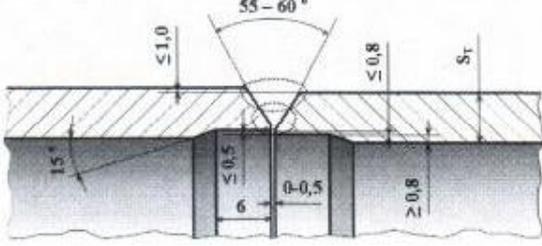
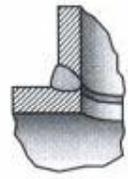
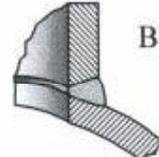
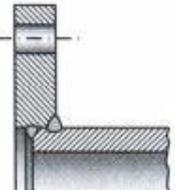
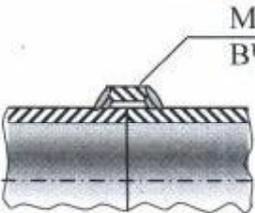
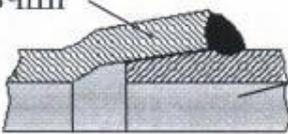
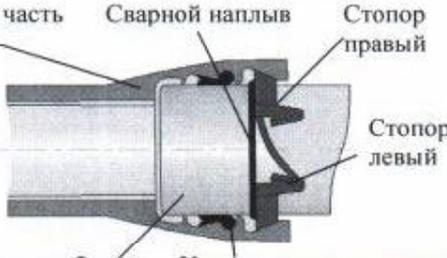
3.6.3 Размеры труб и фасонных изделий для трубопроводов из ВЧШГ с соединением типа «ВРС», а также конструкция теплостойкой манжеты и стопоров (согласно ТУ 1461-066-50254094) указаны в приложении К.

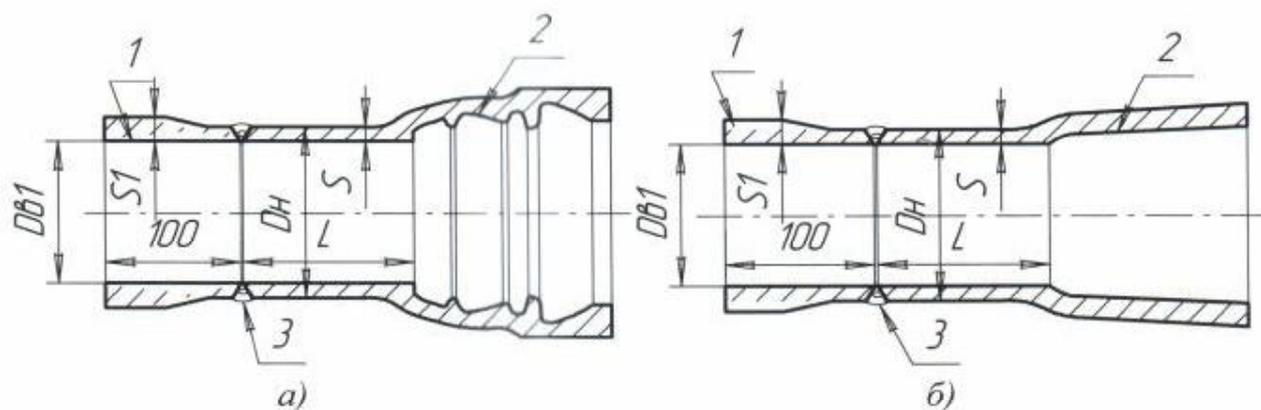
Типы соединений труб ВЧШГ

3.6.4 Для трубопроводов тепловых сетей из ВЧШГ следует применять типы соединений труб указанные в таблице 6.

3.6.5 Соединение со стальными трубопроводами следует осуществлять при помощи фасонных частей указанных на рисунках 4-7 и таблицах 7-10. Изготовление вышеуказанных фасонных изделий следует производить в заводских условиях по ТУ 1461-065(066)-50254094.

Таблица 6 – Типы соединений труб ВЧШГ для трубопроводов тепловых сетей

Типы соединений	Соединяемые трубные элементы, сварные соединения	Эскиз
Стыковое сварное соединение	Труба с трубой	 <p>ВЧШГ + ВЧШГ (ВЧШГ + Сталь)</p>
	Труба с воротниковым фланцем	
	Секторные отводы	
Угловое сварное соединение	Тройниковое соединение	  <p>ВЧШГ + ВЧШГ</p>
	Фланцевое соединение	 <p>ВЧШГ + ВЧШГ ВЧШГ + Сталь</p>
Нахлесточное сварное соединение (Н4 по ГОСТ 16003780)	Труба с трубой	 <p>Муфта из ВЧШГ</p> <p>ВЧШГ + ВЧШГ</p>
Нахлесточное сварное соединение труб типа «НЗ»	Соединение труб с конусным раструбом на одном конце трубы	 <p>Раструбная часть трубы ВЧШГ</p> <p>Гладкая часть трубы ВЧШГ</p>
Соединение типа «ВРС»	Раструбно-стопорное соединение труб с уплотнением теплостойкой манжетой	 <p>Раструбная часть трубы</p> <p>Сварной наплыв</p> <p>Стопор правый</p> <p>Стопор левый</p> <p>Гладкая часть трубы</p> <p>Уплотнительная манжета</p>

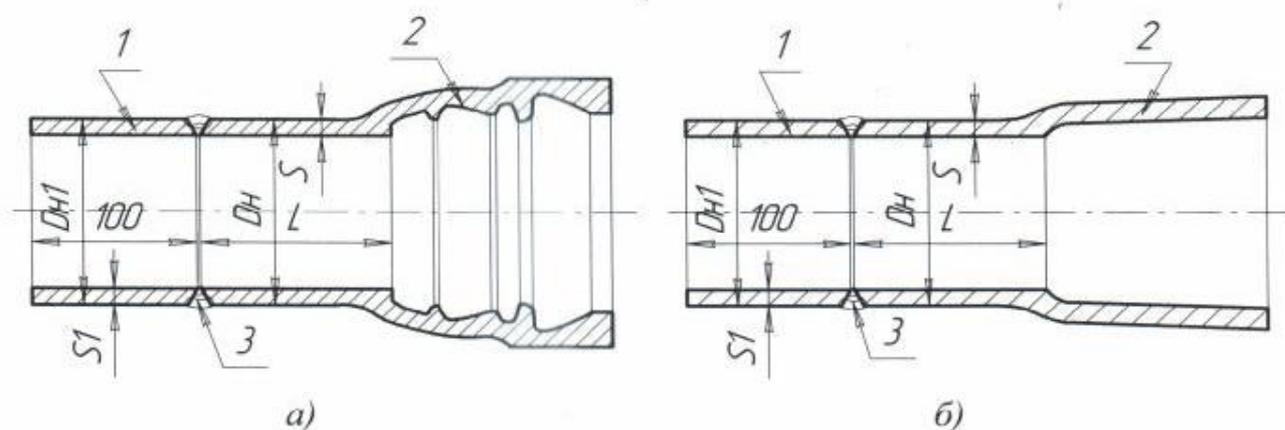


1. Муфта стальная; 2. Раструбная часть трубы ВЧШГ; 3. Железоникелевый сварной шов

Рисунок 4 – Патрубок раструб-гладкий конец с переходом на сталь Ду100-150
а)- для соединения «ВРС»; б)- для нахлесточного сварного соединения

Таблица 7 – Размеры в миллиметрах

Наименование	Обозначение	Ду	L	Дн	Дв1	S	S1
Патрубок раструб-гладкий конец с переходом на сталь	ПРГ-ст.	100	55	119	109	5,0	7,0
		150	55	170	160	5,0	7,0

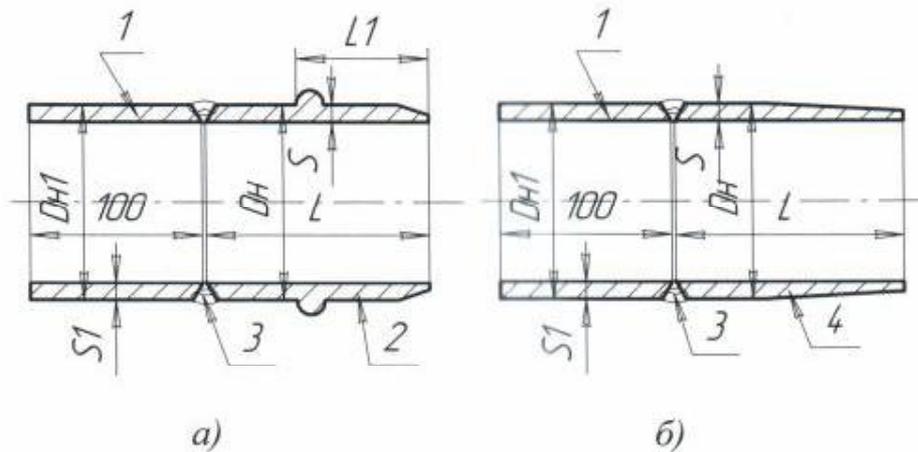


1. Труба стальная; 2. Раструбная часть трубы ВЧШГ; 3. Железоникелевый сварной шов

Рисунок 5. – Патрубок раструб-гладкий конец с переходом на сталь Ду 200-300
а)- для соединения «ВРС»; б)- для нахлесточного сварного соединения

Таблица 8 – Размеры в миллиметрах

Наименование	Обозначение	Ду	L	Дн	Дн1	S	S1
Патрубок раструб- гладкий конец с переходом на сталь	ПРГ-ст.	200	65	222	219	6,3	6,0
		250	70	274	273	6,8	7,0
		300	70	326	325	7,2	7,0



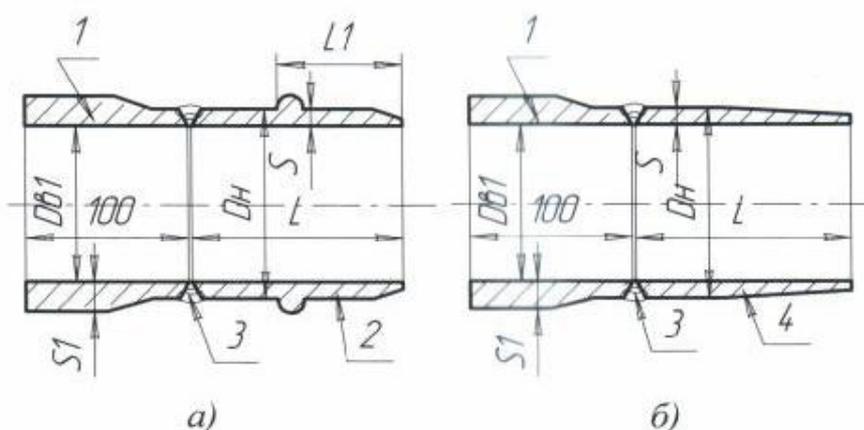
1. Труба стальная; 2. Гладкая часть трубы ВЧШГ под соединение «ВРС»;
3. Железоникелевый сварной шов; 4. – Гладкая часть трубы ВЧШГ под сварное нахлесточное соединение

Рисунок 6 – Патрубок гладкий конец с переходом на сталь Ду 200-300

а)- для соединения «ВРС»; б)- для нахлесточного сварного соединения

Таблица 9 – Размеры в миллиметрах

Наименование	Обозначение	Ду	L	L1	Дн	Дн1	S	S1
Патрубок гладкий конец с переходом на сталь	ПГ-ст.	200	250	106	222	219	6,3	6,0
		250	250	106	274	273	6,8	7,0
		300	250	106	326	325	7,2	7,0



1. Муфта стальная; 2. Гладкая часть трубы ВЧШГ под соединение «BPC»;
3. Железоникелевый сварной шов; 4. Гладкая часть трубы ВЧШГ под сварное нахлесточное соединение

Рисунок 7 – Патрубок гладкий конец с переходом на сталь Ду 100-150 (а)- для соединения «BPC»; б)- для нахлесточного сварного соединения)

Таблица 10 – Размеры в миллиметрах

Наименование	Обозначение	Ду	L	L1	Dн	Dв1	S	S1
Патрубок раструб-гладкий конец с переходом на сталь	ПРГ-ст.	100	250	91	119	109	5,0	7,0
		150	250	101	170	160	5,0	7,0

Подвижные опоры

3.6.6 При канальной прокладке сварных трубопроводов следует использовать подвижные опоры хомутового типа по ГОСТ 22130 с применением теплостойких диэлектрических прокладок.

3.6.7 Для обеспечения осевой устойчивости при канальной прокладке трубопроводов с соединением типа «BPC» следует использовать подвижные опоры, исключаяющие все (кроме осевого) перемещения трубопровода (приложение Д).

3.6.8 Максимальное расстояние между подвижными опорами труб на прямых участках надлежит определять расчетом на прочность, исходя из

возможности максимального использования несущей способности труб и по допускаемому прогибу, принимаемому не более $0,02D$, м.

Неподвижные опоры

3.6.9 Неподвижные опоры труб следует предусматривать:

- упорные – при всех способах прокладки трубопроводов;
- щитовые – при бесканальной прокладке и прокладке в непроходных каналах при размещении опор вне камер;
- хомутовые – при надземной прокладке и прокладке в тоннелях (на участках с гибкими компенсаторами и самокомпенсацией).

Основные конструкции щитовых и упорных неподвижных опор приведены в приложении Д.

3.6.10 На неподвижные опоры трубопроводов действуют вертикальные и горизонтальные нагрузки.

Вертикальные нагрузки зависят от веса трубы с изоляционной конструкцией и водой, а также расстояния (пролета) до ближайших подвижных опор, или (при бесканальной прокладке) расстояния до ближайших неподвижных опор и давления веса окружающего грунта.

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

Горизонтальные осевые и боковые нагрузки (усилия) возникают за счет реакции сил трения, упругих сил и сил внутреннего давления среды при перемещении трубопровода под влиянием теплового удлинения.

3.6.11 Усилия, действующие на неподвижные опоры, определяются при проведении поверочного расчета теплопровода на прочность (3.1.16).

3.6.12 При определении расчетных осевых и боковых усилий на неподвижные опоры трубопроводов необходимо учитывать нагрузки, возникающие под влиянием следующих сил:

- трения в подвижных опорах на участках канальной прокладки и в футлярах,
 - трения теплопровода о грунт на участках бесканальной прокладки,
 - сил, возникающих в трубопроводах от сильфонных компенсаторов (распорное усилие компенсатора, жесткость компенсатора),
 - упругой деформации гибких компенсаторов или самокомпенсации.
- Температурные деформации теплопровода с термостойкой теплогидроизоляционной конструкцией определяются по деформации самой трубы из ВЧШГ.

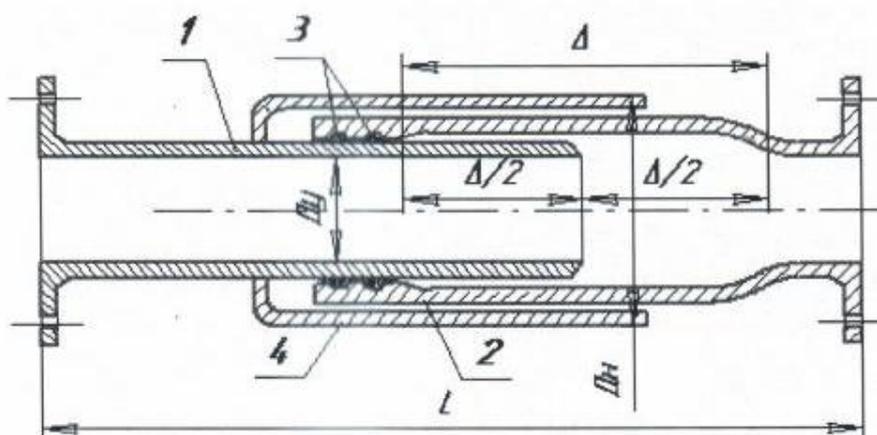
Компенсирующие устройства

3.6.13 Для компенсации тепловых деформаций на трубопроводах из ВЧШГ применяются устройства, приведенные в 3.1.27.

3.6.14 Конструкция и технические характеристики манжетных компенсаторов из ВЧШГ (согласно ТУ 3113-001-14889) приведены на рисунке 8 и в таблице 11.

3.6.15 Компенсаторы манжетные (КМ) из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ), предназначенные для компенсации тепловых расширений в водяных тепловых сетях с температурой теплоносителя до 115 С и рабочим давлением до 1,6 МПа включительно.

3.6.16 Основные технические характеристики сильфонных компенсаторов (согласно ТУ 3-120) приведены в таблице 12.



1. Патрубок присоединительный компенсационный; 2. Корпус компенсатора; 3. Теплостойкие уплотнительные манжеты; 4. Кожух защитный

Рисунок 8 – Компенсатор манжетный из ВЧШГ с защитным кожухом с присоединением к трубопроводу на фланцах

Таблица 11 – Основные размеры компенсатора в миллиметрах

Обозначение	Ду	Дн	Δ	L	Вес компенсатора, кг
КМЗ-100-1,6-200	100	273	200	700	54
КМЗ-150-1,6-200	150	325	200	700	76
КМЗ-200-1,6-200	200	325	200	735	103
КМЗ-250-1,6-200	250	377	200	785	143
КМЗ-300-1,6-200	300	377	200	810	174

Таблица 12 – Основные технические характеристики сильфонных компенсаторов

Обозначение	Осевой ход компенсатора (Δ), мм	Эффективная площадь, $F_{эф.}$, $см^2$	Жесткость, C_{λ} , кН/м	Масса, кг
КСО 100-16-50	± 50	130	170	14
КСО 150-16-100	± 50	275	225	20
КСО 200-16-100	± 50	510	452	40
КСО 250-16-160	± 80	700	460	42
КСО 300-16-160	± 80	968	468	52

Строительные конструкции

3.6.17 Строительные конструкции трубопроводов тепловых сетей должны соответствовать требованиям СНиП 41-02.

3.6.18 При прокладке тепловых сетей в каналах ниже максимального уровня стояния грунтовых вод следует предусматривать попутный дренаж, а для наружных поверхностей строительных конструкций и закладных частей - гидрозащитную изоляцию.

При невозможности применения попутного дренажа должна предусматриваться оклеечная гидроизоляция на высоту, превышающую максимальный уровень грунтовых вод на 0,5 м, или другая эффективная гидроизоляция.

При бесканальной прокладке теплопроводов с полиэтиленовым покровным слоем устройство попутного дренажа не требуется.

3.6.19 Бесканальная прокладка теплопроводов может проектироваться под непроезжей частью улиц и внутри кварталов жилой застройки, под улицами и дорогами V категории и местного значения. Прокладка теплопроводов под проезжей частью автомобильных дорог I-IV категорий, магистральных дорог и улиц допускается в каналах или футлярах.

3.6.20 При подземном пересечении дорог и улиц должны соблюдаться требования, изложенные в СНиП 41-02 (приложении Б).

3.6.21 При компенсации температурных расширений за счет углов поворота трассы, П-образных, Г-образных, Z-образных компенсаторов при бесканальной прокладке трубопроводов следует предусматривать амортизирующие прокладки либо каналы (ниши).

Ответвления, которые расположены не у неподвижных опор, также следует предусматривать с амортизирующими прокладками.

3.7 Тепловая изоляция

3.7.1 Для тепловых сетей следует, как правило, принимать теплоизоляционные материалы и конструкции, проверенные практикой эксплуатации. Новые материалы и конструкции допускаются к применению при положительных результатах независимых испытаний, проведенных специализированными лабораториями.

3.7.2 Материалы тепловой изоляции и покровного слоя теплопроводов должны отвечать требованиям СНиП 41-02, 41-03, норм пожарной безопасности и выбираться в зависимости от конкретных условий и способов прокладки.

3.7.3 Расчет изоляции трубопроводов тепловых сетей из ВЧШГ следует выполнять в соответствии с требованиями СНиП 41-03, а также рекомендациям, приведенным в СП 41-103.

3.7.4 Для бесканальной прокладки тепловых сетей из ВЧШГ рекомендуется использовать следующие конструкции теплопроводов:

- теплопроводы в герметичной паронепроницаемой гидрозащитной оболочке (теплопроводы заводского изготовления в пенополиуретановой теплоизоляции с полиэтиленовой оболочкой по ГОСТ 30732);

- теплопроводы с паропроницаемым гидрозащитным покрытием или в монолитной теплоизоляции, наружный уплотненный слой которой должен быть водонепроницаемым и одновременно паропроницаемым, а внутренний слой,

прилегающий к трубе, должен защищать ее от коррозии (теплопроводы заводского изготовления в пенополимерминеральной или армопенобетонной теплоизоляции).

3.7.5 Рекомендуемые конструкции труб и фасонных изделий из ВЧШГ с предварительными теплоизоляционными покрытиями, а также свойства данных покрытий приведены в приложении Л.

3.7.6 При канальной прокладке для теплоизоляции трубопроводов используются прошивные маты из минеральной ваты по ГОСТ 21880, плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем по ГОСТ 9573 , а также изделия из стеклянного штапельного волокна по ГОСТ 10499.

Для вышеуказанных теплоизоляционных покрытий следует применять покрывные слои на основе синтетических и природных полимеров.

3.7.7 Рекомендуемые толщины теплоизоляционных материалов для канальной прокладки трубопроводов из ВЧШГ приведены в таблице 13

Таблица 13 – Толщина изоляции двухтрубных тепловых сетей при подземной прокладке в непроходных каналах

Условный диаметр, мм	Трубопровод					
	подающий	обратный	подающий	обратный	подающий	обратный
	Расчетные температурные режимы, °С					
	95-70		150-70		180-70	
	Среднегодовая температура теплоносителя, °С					
	65	50	90	50	110	50
	Толщина изоляции					
Территориальный район: Европейский район РФ Тип прокладки: подземная в непроходных каналах Вид изоляции: маты минераловатные прошивные М-100 Теплопроводность: 0,05500 Вт/(м х °С)						
100	66	66	67	67	76	76
150	74	74	70	70	80	80
200	75	75	78	78	82	82
250	80	80	88	88	88	88
300	82	82	88	88	96	96
Территориальный район: Европейский район РФ Тип прокладки: подземная в непроходных каналах Вид изоляции: маты из стеклянного штапельного волокна М-35, 50 Теплопроводность: 0,05400 Вт/(м ч °С)						
100	65	65	65	65	74	74
150	72	72	68	68	78	78
200	74	74	76	76	80	80
250	79	79	86	86	86	86
300	80	80	86	86	93	93
Территориальный район: Европейский район РФ Тип прокладки: подземная в непроходных каналах Вид изоляции: плиты минераловатные на синтетическом связующем М-75 Теплопроводность: 0,05700 Вт/(м х °С)						
100	70	70	71	71	80	80
150	78	78	73	73	84	84
200	79	79	81	81	86	86
250	84	84	92	92	93	93
300	86	86	92	92	100	100

3.8 Защита трубопроводов от коррозии

3.8.1 Независимо от способов прокладки при применении труб из ВЧШГ, защита от наружной коррозии металла труб не требуется.

3.8.2 Для конструкций теплопроводов в пенополиуретановой теплоизоляции с герметичной наружной оболочкой устройство системы оперативного дистанционного контроля (ОДК), сигнализирующей о проникновении влаги в теплоизоляционный слой, является обязательной.

3.8.3 При бесканальной прокладке трубопроводов, в условиях высокой коррозионной активности грунтов, при наличии опасного влияния постоянных блуждающих токов, а также переменных токов следует использовать катодную поляризацию трубопровода.

3.8.4 Катодная поляризация реконструируемых действующих трубопроводов тепловых сетей из ВЧШГ канальной прокладки обязательна при наличии воды в канале или заносе его грунтом, когда вода или грунт достигали теплоизоляционной конструкции или поверхности труб (для вновь сооружаемых трубопроводов – при наличии зон предполагаемого затопления канала).

3.8.5 На трубопроводах тепловых сетей из ВЧШГ с пенополиуретановой тепловой изоляцией и трубой оболочкой из жесткого полиэтилена, имеющих систему действующего ОДК состояния изоляции трубопроводов, электрохимическая защита (ЭХЗ) не применяется.

3.8.6 ЭХЗ трубопроводов тепловых сетей из ВЧШГ следует проектировать с учетом требований РД 153-34.0-20.518.

3.8.7 Катодная поляризация подземных трубопроводов тепловых сетей осуществляется с помощью установок катодной и электродренажной защиты, а также гальванических анодов (протекторов).

Кроме того, для защиты трубопровода от электрохимической коррозии разрешается использовать покрытие на основе металлического цинка, а также цинконаполненные краски с содержанием цинка не менее 85%.

Цинковое покрытие является активным вследствие гальванического взаимодействия пары цинк-чугун. При этом механизм защиты имеет двойной эффект: при контакте с грунтом формируется плотный, сплошной и липкий защитный слой из нерастворимых солей цинка. При локальном повреждении защитного покрытия происходит восстановление его целостности (за счет поступления ионов Zn^{+2} из близлежащих неповрежденных участков к поврежденному с образованием в последствии нерастворимых солей цинка).

Нанесение цинкового покрытия осуществляется методом электродуговой металлизации. Цинконаполненные краски наносятся на поверхность трубы кистью или распылением из расчета не менее 150 г/м^2 .

4 СТРОИТЕЛЬСТВО ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ИЗ ВЧШГ

4.1 Общие положения

4.1.1 При строительстве новых и реконструкции действующих тепловых сетей следует руководствоваться требованиями проектной документации.

4.1.2 Проектная документация на строительство теплопроводов из ВЧШГ должна быть разработана на основе действующих нормативных актов в области строительства тепловых сетей, а также требований настоящего стандарта.

4.1.3 Строительство тепловых сетей из ВЧШГ включает в себя следующие процессы:

- разбивку трассы;
- транспортировку труб и фасонных изделий заводского изготовления, хранение их на приобъектном складе;
- земляные работы;
- раскладку теплопроводов;
- проверку целостности проводников и состояния изоляции системы ОДК (для трубопроводов заводского изготовления в пенополиуретановой теплоизоляции с полиэтиленовой оболочкой);
- сварку теплопроводов;
- устройство неподвижных опор;
- монтаж труб и их элементов;
- монтаж компенсационных устройств;
- изоляцию стыков;
- монтаж сигнальной системы оперативного дистанционного контроля увлажнения изоляции (для трубопроводов заводского изготовления в пенополиуретановой теплоизоляции с полиэтиленовой оболочкой);
- испытания трубопроводов и их приемка в эксплуатацию.

4.2 Земляные работы

4.2.1 Земляные работы при строительстве трубопроводов теплоснабжения с применением труб из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом, крепление стенок траншей, водоотлив и водопонижение следует производить в соответствии с требованиями СНиП 3.02.01, СНиП 3.05.03.

4.2.2 Для предотвращения просадки трубопроводов (при бесканальной прокладке) должны быть соблюдены следующие требования:

- рытье траншеи должно производиться без нарушения естественной структуры грунта в основании. Разработка траншеи производится с недобором по глубине 0,1 - 0,15м. Зачистка производится вручную. В случае разработки грунта ниже проектной отметки на дно должен быть подсыпан песок до проектной отметки с тщательным уплотнением ($K_{упл.}$ не менее 0,98) на глубину не более 0,5м;

- при производстве работ в зимнее время не допускается монтаж трубопроводов на промерзшее основание.

4.2.3 Наименьшая ширина дна траншеи при бесканальной прокладке труб должна быть равной расстоянию между наружными боковыми гранями изоляции крайних трубопроводов тепловых сетей (попутного дренажа) с добавлением на каждую сторону для трубопроводов условным диаметром до 250мм – 0,3м, свыше 250 до 300мм – 0,40м.

4.2.4 Для соединения и изоляции стыков труб при бесканальной прокладке трубопроводов в траншее следует предусматривать приямки. Ширина приямков должна быть равна расстоянию между наружными боковыми гранями изоляции крайних трубопроводов с добавлением 0,6м на каждую сторону, длина приямков - 1,0м и глубина (от нижней грани изоляции трубопроводов) - 0,7м, если другие требования не обоснованы рабочими чертежами.

4.2.5 Наименьшая ширина дна траншеи при канальной прокладке тепловых сетей должна быть равной ширине канала с учетом опалубки (на монолитных участках), гидроизоляции, попутного дренажа и водоотливных

устройств, конструкции крепления траншеи с добавлением 0,2 м. При этом ширина траншеи должна быть не менее 1,0 м.

При необходимости работы людей между наружными гранями конструкции канала и стенками или откосами траншеи ширина между наружными гранями конструкции канала и стенками или откосами траншеи в свету должна быть не менее: 0,70м - для траншей с вертикальными стенками и 0,30м - для траншей с откосами.

4.2.6 До начала укладки труб или лотков проверяют основание траншеи по уклону и глубине заложения. Уклон дна траншеи в сторону спуска воды должен быть не менее 0,005.

4.2.7 При бесканальной прокладке трубопроводов в предварительной изоляции основание дна траншеи должно быть выровнено засыпкой песком слоем не менее 100мм с последующим его уплотнением.

4.2.8 Обратную засыпку траншеи грунтом при бесканальной прокладке трубопровода следует выполнять после проведения предварительных испытаний на прочность и герметичность в следующей технологической последовательности:

- подбивать грунт под трубопровод вручную до высоты 0,1 - 0,2 от наружного диаметра трубы,
- засыпать пазухи (от трубы до стенки траншеи с обеих сторон) одновременно с уплотнением грунта слоями высотой 10 - 15см до верха трубопровода,
- устраивать над верхом трубопровода защитный слой высотой не менее 0,3 м (из песка или мягкого грунта),
- оставлять не засыпанными пазухи траншеи и не укладывать защитные грунтовые слои над раструбными соединениями до проведения испытаний на герметичность;

- выполнять засыпку приемков и раструбных соединений с укладкой защитных слоев и с уплотнением грунта до проектной степени по завершении предварительных испытаний,
- производить засыпку траншей поверх защитного слоя до высоты 700 мм над трубопроводом грунтом, не содержащим твердых включений, обломков строительных деталей и т.п. размерами более 0,2м.

4.3 Транспортировка и хранение

4.3.1 Упаковка, транспортирование, оформление документации и хранение труб и фасонных изделий из ВЧШГ должно производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 10692, а также рекомендациям ТУ 1461-066 (065)-50254094.

4.4 Монтаж трубопроводов

Общие положения

4.4.1 Монтаж трубопроводов из ВЧШГ должен производиться по разработанной в установленном порядке технической документации с учетом требований СНиП 3.05.03, ПБ10-573, а также настоящего стандарта.

4.4.2 Детали, элементы трубопроводов (компенсаторы, грязевики, изолированные трубы, а также узлы трубопроводов и другие изделия) должны быть изготовлены централизованно (в заводских условиях, цехах, мастерских) в соответствии со стандартами, техническими условиями и проектной документацией.

4.4.3 Трубы, соединительные части и комплектующие изделия, поступающие на стройку, должны проходить входной контроль качества.

4.4.4 Основные требования предъявляемые к входному контролю качества поступающих на объект материалов изложены в Р 001-50254094, а также в ТИ 50254094-С-01.

Монтаж трубопроводов из ВЧШГ с соединением «ВРС»

4.4.5 Монтаж трубопроводов из ВЧШГ с соединением «ВРС» следует производить по Р 001-50254094.

4.4.6 При монтаже трубопроводов в непроходных и проходных каналах, а также при надземной прокладке необходимо устанавливать подвижные опоры, обеспечивающие осевую устойчивость трубопровода.

4.4.7 Монтаж следует проводить методом последовательного наращивания труб непосредственно в проектом положении трубопровода.

4.4.8 Уплотнение при стыковке труб осуществляется с помощью теплостойкой манжеты за счет ее радиального сжатия в кольцевом пазе раструба.

4.4.9 Монтаж трубопроводов следует производить при температуре наружного воздуха не ниже минус 25 °С. В зимний период уплотнительные кольца перед размещением в раструбе, следует нагревать в термосах либо другим способом до температуры плюс 10 °С.

Монтаж трубопроводов из ВЧШГ со сварными соединениями

4.4.10 Монтаж трубопроводов из ВЧШГ следует выполнять с учетом требований СНиП 3.05.03.

4.4.11 Укладку трубопроводов в траншею или канал следует производить по технологии, предусмотренной проектом производства работ и исключающей возникновение остаточных деформаций в трубопроводах, нарушение целостности противокоррозионного покрытия и тепловой изоляции

путем применения соответствующих монтажных приспособлений, правильной расстановки одновременно работающих грузоподъемных машин и механизмов.

Конструкция крепления монтажных приспособлений к трубам должна обеспечивать сохранность покрытия и изоляции трубопроводов.

Монтаж компенсирующих устройств

4.4.12 Монтаж компенсирующих устройств должен производиться после проведения испытаний на прочность и герметичность.

4.4.13 Сильфонные (волнистые) и сальниковые (манжетные) компенсаторы следует монтировать в собранном виде.

4.4.14 Осевые сильфонные и сальниковые (манжетные) компенсаторы следует устанавливать на трубопроводы без перелома осей компенсаторов и осей трубопроводов.

Допускаемые отклонения от проектного положения присоединительных патрубков компенсаторов при их установке и сварке должны быть не более указанных в технических условиях на изготовление и поставку компенсаторов.

4.4.15 Монтажная длина сильфонных и сальниковых компенсаторов должна быть принята по рабочим чертежам с учетом поправки на температуру наружного воздуха при монтаже.

Растяжку компенсаторов до монтажной длины следует производить с помощью приспособлений, предусмотренных конструкцией компенсаторов, или натяжными монтажными устройствами.

4.4.16 Растяжку П-образного компенсатора следует выполнять после окончания монтажа трубопровода, контроля качества сварных стыков (кроме замыкающих стыков, используемых для натяжения) и закрепления конструкций неподвижных опор.

Растяжка компенсатора должна быть произведена на величину, указанную в рабочих чертежах, с учетом поправки на температуру наружного воздуха при сварке замыкающих стыков.

Растяжку компенсатора необходимо выполнять одновременно с двух сторон на стыках, расположенных на расстоянии не менее 20 и не более 40 диаметров трубопровода от оси симметрии компенсатора, с помощью стяжных устройств, если другие требования не обоснованы проектом.

На участке трубопровода между стыками, используемыми для растяжки компенсатора, не следует производить предварительное смещение опор и подвесок по сравнению с проектом (рабочим проектом).

4.5 Технология ремонтных работ

4.5.1 Ремонт трубопроводов из ВЧШГ с соединениями типа «ВРС» заключается в основном в замене уплотнительных манжет в раструбном соединении.

4.5.2 Дефектные участки обнаруженные по телу трубы исправляются методом ручной дуговой сваркой покрытыми электродами на никелевой основе или при помощи ремонтных комплектов.

4.5.3 Технология проведения ремонтных работ отражена в Р 001-50254094, а также в ТИ 50254094-С-01.

4.6 Сборка, сварка и контроль

Теплопроводы из ВЧШГ с соединениями типа «ВРС»

4.6.1 Сборка соединений «ВРС» должна выполняться согласно Р 001-50254094.

4.6.2 При подземной прокладке сборка трубопровода осуществляется по технологической схеме, при которой раструбные соединения выполняются на дне траншеи или ж/б канала.

4.6.3 Контроль качества смонтированных соединений выполняют посредством проведения пооперационного контроля на всех стадиях производственного процесса, а также проведением гидравлических испытаний трубопровода.

Теплопроводы из ВЧШГ со сварными соединениями

4.6.4 Сборку сварку и контроль сварных нахлесточных соединений следует производить с учетом обязательных требований ТИ 50254094-С-01.

Сварка теплопроводов должна осуществляться методом ручной дуговой сварки покрытыми электродами на никелевой или железо-никелевой основе, основные типы электродов для сварки труб ВЧШГ приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Электроды для сварки трубопроводов из ВЧШГ

Марка электрода	Производитель	Тип наплавленного металла
CAST Ni Fe	SZ-Elektrode Jesenice.d.j.j., Словения	железо- никелевый
CAST Ni Fe B	SZ-Elektrode Jesenice.d.j.j., Словения	железо- никелевый
SUPER Ni	SZ-Elektrode Jesenice.d.j.j., Словения	никелевый
Z-Ni 99 NC	ELECTRODE WORKS ZIKA LTD, Израиль	никелевый
TSE 8 M	TSE. Босния и Герцеговина	никелевый
GEKATEK Fe-CAST	GEDIK KAYNAK, Турция	железо- никелевый

4.6.5 Сборку, сварку и контроль стыковых сварных соединений следует производить по РМТ-1.

Сварка стыковых соединений осуществляется методом ручной аргонодуговой сварки с формированием в сварном соединении железоникелевого сплава.

Сварка соединений должна выполняться с предварительным и сопутствующим подогревом. Послесварочный ферритизирующий отжиг сварного соединения является обязательным.

4.7 Способы нанесения тепловой изоляции

4.7.1 Монтаж теплоизоляционных конструкций и защитных покрытий следует проводить в соответствии с требованиями СНиП 3.05.03.

4.7.2 Работы по изоляции стыков, при монтаже трубопроводов с предварительной изоляцией следует производить по специальной технологической инструкции завода изготовителя данного типа изоляции.

Тепло-гидроизоляция соединений по своим физико-механическим свойствам должна быть близкая к основной изоляции трубопровода, а также должна выдерживать все эксплуатационные нагрузки.

4.7.3 Теплоизоляция стыков на трассе и засыпка теплопроводов песком, при подземной прокладке, производится только после гидравлического испытания этого участка на прочность и плотность, а также после повторного замера сопротивления изоляции по каждому элементу.

4.7.4 Для предварительно изолированных трубопроводов при подземной прокладке используются следующие способы нанесения изоляции на стыки труб:

- заделка стыкового соединения с помощью электросварной муфты (для ППУ изоляции);
- заделка стыкового соединения с помощью термоусадочной муфты (для ППУ изоляции);

- изоляция стыков полимербетонными скорлупами;
- изоляция стыков монолитной полимербетонной (пенобетонной) смесью.

4.7.5 Монтаж изоляции соединений при температуре ниже плюс 5°C не рекомендуется. В отдельных случаях, допускается монтаж при более низкой температуре, если обеспечивается ее соответствие требуемой непосредственно в зоне нанесения изоляции, например:

- наполняя трубопроводы горячей водой;
- нагревая чугунную трубу в месте монтажа электрическими нагревателями или мягким пламенем;
- выдерживая жидкие компоненты для изоляции продолжительное время при комнатной температуре.

4.8 Переходы тепловых сетей через проезды и дороги

4.8.1 Переходы тепловых сетей из ВЧШГ через железнодорожные и трамвайные пути, автодороги и городские проезды следует выполнять с учетом требований СНиП 3.05.03, а также настоящего раздела.

4.8.2 Переходы тепловых сетей через вышеуказанные препятствия выполняются способом бестраншейной прокладки в футлярах (гильзах).

4.8.3 Монтаж труб ВЧШГ в футлярах (гильзах) производится в следующем порядке (рисунок 9.):

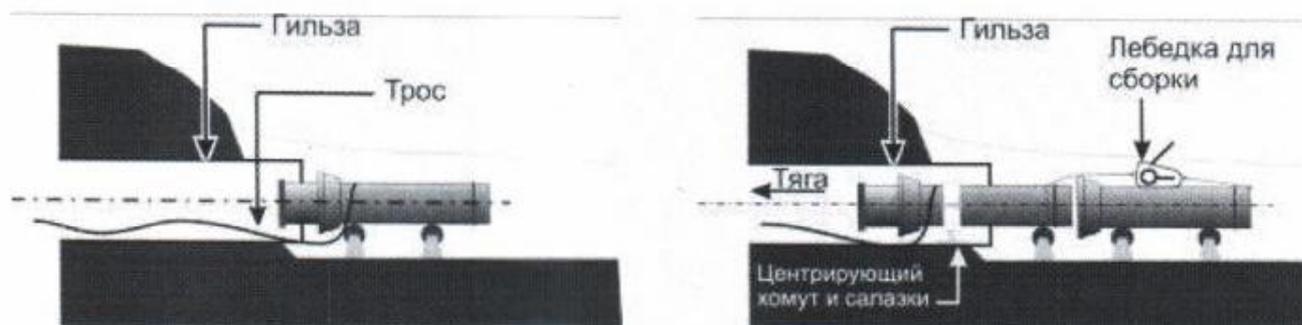


Рисунок 9 – Монтаж труб ВЧШГ в футляре (гильзу)

- перед монтажом в гильзу трубы из ВЧШГ собираются (свариваются) в звенья непосредственно в проектное положение. Длина звеньев не должна превышать 36м.

- собранные соединения проверяются на прочность и плотность путем гидравлических испытаний;

- на трубы и стыки наносится тепло-гидроизоляция

- трос протягивается в гильзу и крепится к раструбной части первой трубы;

- на трубу крепятся центрирующий хомут и салазки, которые разрабатываются в зависимости от диаметра трубы и гильзы (рисунок 10);

- при помощи тягового устройства собранные звенья протаскиваются в футляр.

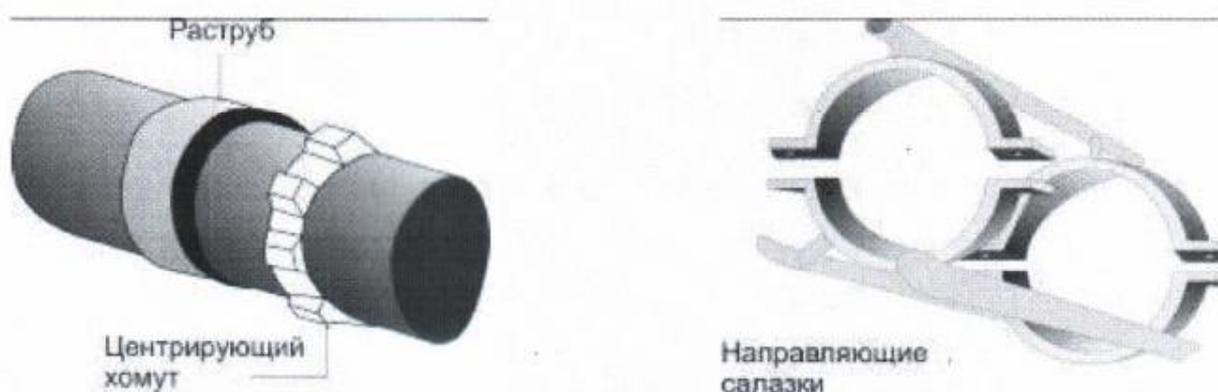


Рисунок 10 – Приспособления для монтажа трубопроводов ВЧШГ в гильзах

4.9 Испытание и промывка

4.9.1 Смонтированный трубопровод подлежит испытанию на плотность и прочность (герметичность) гидравлическим способом.

4.9.2 При проведении испытаний тепловых сетей из труб ВЧШГ следует соблюдать требования СНиП 3.05.03, Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды ПБ 10-573-03.

4.9.3 Гидравлические испытания должны проводиться с использованием типовых технологических процессов и испытательного оборудования, которое применяется при испытании напорных трубопроводов из других материалов.

4.9.4 Испытания следует проводить в порядке, предусмотренном в СНиП 3.05.04 (приложении 2), а также СП 40-108.

4.9.5 Промывку трубопроводов следует выполнять гидропневматическим способом водой питьевого качества до полного осветления промывочной воды.

4.9.6 Дезинфекцию трубопроводов необходимо выполнять путем их заполнения водой с содержанием активного хлора 75-100 мг/л при времени контакта не менее шести часов.

4.9.7 Сдача в эксплуатацию тепловых сетей из ВЧШГ, законченных строительством, осуществляется в соответствии с проектом, а также с учетом требований СНиП 3.01.04 и СНиП 3.05.03.

5 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем руководстве приведены ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры;

ГОСТ 8240-97 Швеллеры стальные горячекатаные. Сортамент;

ГОСТ 8713-79 Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы. Конструктивные элементы и размеры;

ГОСТ 9467-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы;

ГОСТ 9573-96 Плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем теплоизоляционные. Технические условия;

ГОСТ 10499-95 Изделия теплоизоляционные из стеклянного и штапельного волокна. Технические условия;

ГОСТ 10692-80 Трубы стальные, чугунные и соединительные части к ним. Приемка, маркировка, упаковка, транспортировка и хранение;

ГОСТ 22130-86 Детали стальных трубопроводов. Опоры подвижные и подвески. Технические условия;

ГОСТ 21880-94 Маты прошивные из минеральной ваты теплоизоляционные. Технические условия;

ГОСТ 30732-2001 Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке. Технические условия;

СНиП II-23-81* Стальные конструкции;

СНиП 2.04.01-85* Внутренний водопровод и канализация зданий;

СНиП 3.01.04-87 Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения;

СНиП 3.02.01-87 Земляные сооружения, основания и фундаменты;

- СНиП 3.05.03-85 Тепловые сети;
- СНиП 41-02-2003 Тепловые сети;
- СНиП 41-03-2003 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов;
- СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества;
- ПБ 10-573-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды;
- РД 10-249-98 Нормы расчета на прочность стационарных котлов и трубопроводов пара и горячей воды;
- РД 10-400-01 Нормы расчета на прочность трубопроводов тепловых сетей;
- РД 153-34.0-20.518-2003 Типовая инструкция по защите трубопроводов тепловых сетей от наружной коррозии;
- СП 41-103-2000 Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов;
- СП 40-108-2006 Свод правил по проектированию и монтажу водопроводных и канализационных сетей с применением высокопрочных труб из чугуна с шаровидным графитом;
- ТУ 3-120-81 Компенсаторы сильфонные осевые (КСО-ТПЗ);
- ТУ 1461-065-50254094-2004 Трубы, фасонные части из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом для сварных соединений теплосетей, тип соединения – нахлесточный;
- ТУ 1461-066-50254094-2007 Трубы, фасонные части из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом для теплосетей, тип соединения – «ВРС»;
- ТУ 3113-001-14889-2007 Компенсаторы манжетные из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ) для водяных тепловых сетей;
- ТУ 405821-2003 Манжеты уплотнительные для соединения чугунных труб типа ВРС-тирофлекс;

Р 001-50254094-2007 Руководство по прокладке трубопроводов теплоснабжения из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом с соединением «ВРС» и теплостойкой манжетой;

ТИ 502549-94-С-01-2004 Сварка и контроль трубопроводов теплоснабжения из высокопрочного чугуна;

РМТ-1 Инструкция на сварку, термообработку, контроль и ремонт соединений трубопроводов из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ООО НПП «Валок-Чугун» – г. Липецк; ОАО «НПО ЦКТИ – г. Санкт-Петербург. – 2001г.);

4.903.-10 Типовые решения неподвижных опор для трубопроводов тепловых сетей;

313.ТС-013.000 Типовые решения бесканальной прокладки трубопроводов тепловых сетей с трубами из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ) в полимерной изоляции диаметром Ду100-300мм. Конструкции и детали (ОАО «Объединение ВНИПИэнергопром» - г. Москва, 2002г.)

Приложение А (справочное)

Основные буквенные обозначения величин

- σ_B – временное сопротивление основного металла (ВЧШГ), МПа;
- σ_T – условный предел текучести ВЧШГ, МПа;
- δ – относительное удлинение, %;
- E – модуль упругости;
- α – коэффициент линейного расширения ВЧШГ, $1/^\circ\text{C}$;
- P – избыточное внутреннее рабочее давление, МПа;
- γ – плотность ВЧШГ, $\text{кг}/\text{см}^3$;
- σ_e – эквивалентное напряжение в трубопроводе;
- $[\sigma]$ – номинальное допускаемое напряжение;
- $\sigma_B^{\text{шв}}$ – временное сопротивление сварного шва, МПа;
- φ_e – коэффициент снижения прочности сварных соединений при действии любой нагрузки кроме изгибающего момента;
- φ_{bc} – коэффициент снижения прочности сварных соединений при действии изгибающего момента;
- Δx – расчетное тепловое удлинение трубопровода;
- Δl – полное тепловое удлинение расчетного участка трубопровода;
- ΔT – расчетный температурный перепад, $^\circ\text{C}$;
- I – момент инерции сечения при изгибе, см^4 ;
- $G_{\text{оmax}}$ – расчетный расход воды на отопление;
- G_{vmax} – расчетный расход воды на вентиляцию;
- $G_{1\text{hm}}$ – средний расчетный расход воды на горячее водоснабжение в открытых системах теплоснабжения;
- $G_{2\text{hm}}$ – расчетный расход воды в закрытых системах теплоснабжения, средний при параллельной схеме присоединения водонагревателей;
- $G_{3\text{hm}}$ – средний, при двухступенчатой схеме присоединения водонагревателей;
- G_d – суммарный расчетный расход сетевой воды;

- $Q_{\text{оmax}}$ – максимальный тепловой поток на отопление здания;
- Q_{vmax} – максимальный тепловой поток на вентиляцию здания;
- Q_{hm} – средний тепловой поток на горячее водоснабжение здания;
- ξ – коэффициент местных гидравлических сопротивлений;
- l_e – суммарная эквивалентная длина местных сопротивлений;
- k_e – эквивалентная шероховатость внутренней поверхности труб;
- ΔP – потери давления трубопроводов на трение и в местных сопротивлениях, Па;
- R – удельные потери давления на трение;
- D_i – внутренний диаметр труб;
- D_a – наружный диаметр труб;
- l' – приведенная длина трубопровода;
- λ – коэффициент гидравлического трения;
- ρ – средняя плотность теплоносителя на рассчитываемом участке, кг/м³;
- t_c – температура холодной (водопроводной) воды в отопительный период (при отсутствии данных принимается плюс 5°С);
- t' – температура воды после первой ступени подогрева при двухступенчатых схемах присоединения водоподогревателей;
- t_h – температура воды, поступающей в систему горячего водоснабжения потребителей;
- t_1 – температура воды в падающем трубопроводе тепловой сети при расчетной температуре наружного воздуха t_0 ;
- t_2 – то же, в обратном трубопроводе тепловой сети;
- t_1' – температура воды в падающем трубопроводе тепловой сети в точке излома графика температуры воды;
- t_2' – то же в обратном трубопроводе тепловой сети после системы отопления зданий;
- c – удельная теплоемкость воды принимаемая в расчетах равной 4,187 кДж/(кг*°С).

Приложение Б
(рекомендуемое)

Методика определения вылетов для поворотов Г и Z-образной формы и П-образных компенсаторов трубопроводов, прокладываемых на опорах.

Б.1 Общие положения

В данном приложении приводится методика расчета поворотов и компенсаторов с прямыми углами, расположенными в вертикальной или горизонтальной плоскости.

Целью расчета является определение минимально возможного вылета при заданных длинах плеч. Схемы для расчета представлены на рисунке Б.1,

При расчете Г-образного поворота задается длина большего плеча L2 и определяется длина меньшего плеча L1.

Для Z-образного поворота задаются плечи L1 и L3 и определяется вылет L2.

При расчете участка с П-образным компенсатором задаются расстояния от оси компенсатора до неподвижных опор L1 и L2, спинка В и определяется вылет Н.

Б.2 Критерии прочности

Критерием прочности являются допускаемые компенсационные напряжения, определяемые по формулам:

- для трубопроводов, расположенных в горизонтальной плоскости:

$$[\sigma_{ск}] = 1,25\varphi_{bw} \sqrt{1,04[\sigma]^2 - 0,4[\sigma] P \left[\frac{D^2}{2(D+s)s\varphi_w} + 1 \right]}, \quad (Б.1)$$

- для трубопроводов, расположенных в вертикальной плоскости:

$$[\sigma_{ск}] = 0,5\varphi_{bw} [\sigma]. \quad (Б.2)$$

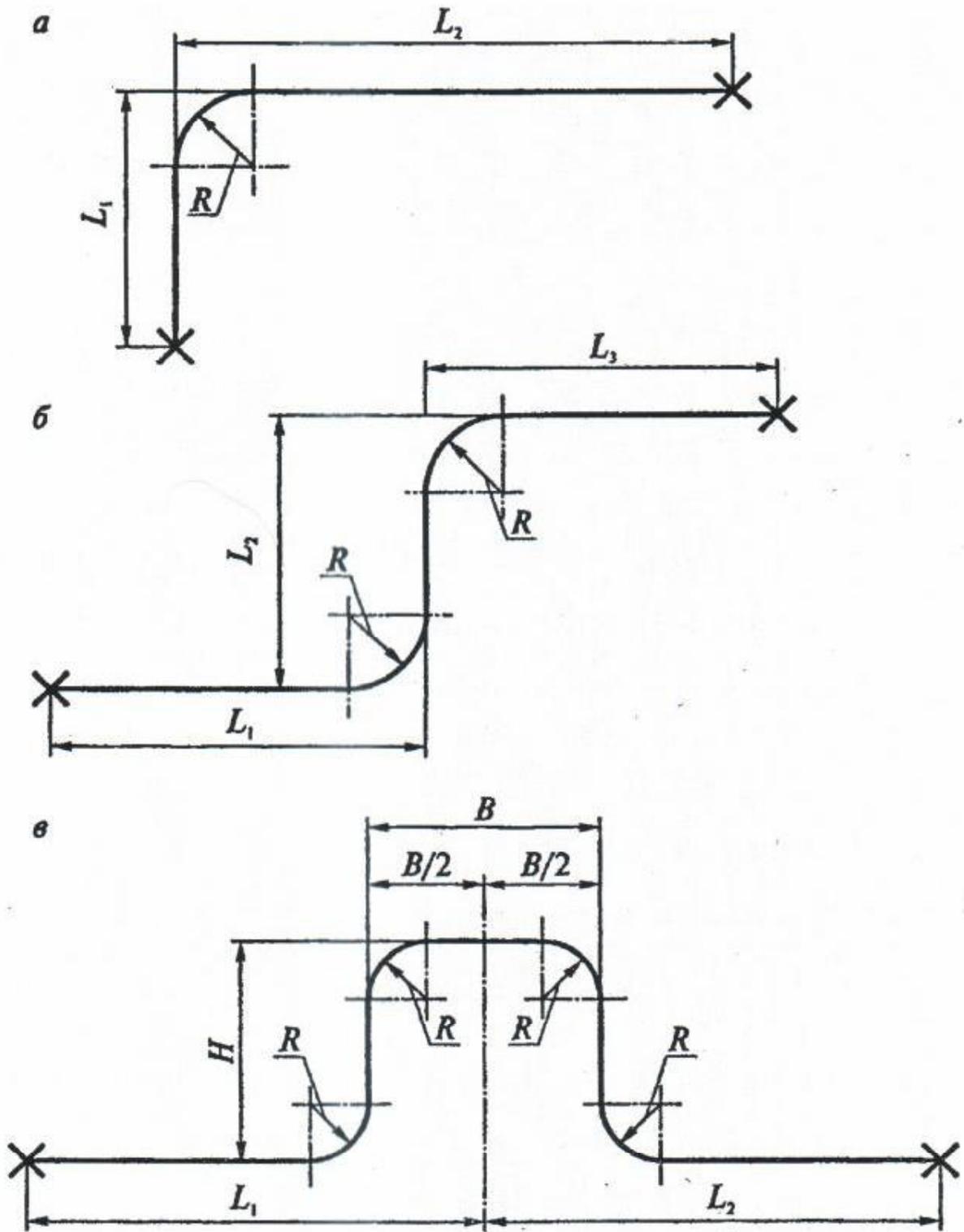


Рисунок Б.1 – Схемы участков трубопроводов с прямыми углами:
 а – Г-образной формы; б – Z-образной формы; в – П-образной формы

Б.3 Определение вылета

Для определения вылета используется три параметра: параметр прочности А, который не зависит от типа компенсатора и геометрические параметры P_x и P_y , определяемые согласно Б.3.4 настоящего приложения в зависимости от типа компенсатора.

Величину А следует определять по формуле:

$$A = \frac{E\alpha\Delta T\epsilon D_a}{2[\sigma_{ск}]}, \quad (Б.3)$$

где ϵ – величина растяжки в долях от температурного расширения (при растяжке 50%, $\epsilon=0,5$).

Определение вылета компенсатора производится по нижеприведенным формулам, в которых верхние индексы в круглых скобках относятся к приближениям $n-1$ и n соответственно.

Б.3.1 Поворот Г-образной формы

$$l_1^{(n)} = \frac{l_1^{(n-1)}}{4} \left[3 + A \left((l_1^{(n-1)} + R - y) P_x + x P_y \right) \right]; \quad (Б.4)$$

$$L1 = l_1 + R \quad (Б.5)$$

Б.3.2 Поворот Z-образной формы

При $L3 < L1$

$$\left. \begin{aligned} l_2^{(n)} &= \frac{l_2^{(n-1)}}{4} \left[3 + A \left((l_2^{(n-1)} + 2R - y) P_x - (l_3 + R - x) P_y \right) \right]; \\ l_2^{(n)} &= \frac{l_2^{(n-1)}}{4} \left[3 + A \left((l_2^{(n-1)} + 2R - y) P_x - (R - x) P_y \right) \right]; \end{aligned} \right\} \quad (Б.6)$$

При $L_3 \geq L_1$

$$\left. \begin{aligned} l_2^{(n)} &= \frac{l_2^{(n-1)}}{4} \left[3 + A \left| (l_1 + R - x) P_y - P_x y \right| \right]; \\ l_2^{(n)} &= \frac{l_2^{(n-1)}}{4} \left[3 + A \left| -(x - R) P_y - P_x y \right| \right]. \end{aligned} \right\} \quad (\text{Б.7})$$

После того как в обоих уравнениях $l_2^{(n)}$ станет равным $l_2^{(n-1)}$, из пары значений берется наибольшее $l_2^{(n)} = l_2$. Затем определяется Н:

$$H = l_2 + 2R. \quad (\text{Б.8})$$

Б.3.3 Участок с П-образным компенсатором

$$\left. \begin{aligned} l_2^{(n)} &= \frac{l_2^{(n-1)}}{4} \left[3 + A \left| P_x + P_y \left(l_4 + 2R + \frac{l_3}{2} + x \right) \right| \right]; \\ l_2^{(n)} &= \frac{l_2^{(n-1)}}{4} \left[3 + A \left| P_x (H - y) + P_y \left(-x + \frac{l_3}{2} \right) \right| \right]. \end{aligned} \right\} \quad (\text{Е.9})$$

После того как в обоих уравнениях $l_2^{(n)}$ станет равным $l_2^{(n-1)}$, из пары значений берется наибольшее $l_2^{(n)} = l_2$. Затем определяется Н:

$$H = l_2 + 2R. \quad (\text{Б.10})$$

Б.3.4 Формулы для определения параметров P_x и P_y

В приведенных ниже формулах K_p^* определяется согласно РД 10-400 (приложение 1).

Б.3.4.1 Г-образный поворот

$$\left. \begin{aligned} P_x &= \frac{L_2 I_x - L_1 I_{xy}}{I_x I_y - I_{xy}^2}; \\ P_y &= \frac{-L_1 I_x + L_2 I_{xy}}{I_x I_y - I_{xy}^2}, \end{aligned} \right\} \quad (\text{Б.11})$$

$$\text{где } I_x = l_1 \left(\frac{l_1^2}{3} + l_1 R + R^2 \right) + 0,355 \frac{R^3}{K_p^*} - L_{\text{np}} y^2;$$

$$I_y = l_2 \left(\frac{l_2^2}{3} + l_2 R + R^2 \right) + 0,355 \frac{R^3}{K_p^*} - L_{\text{np}} x^2;$$

$$I_{xy} = 0,072 \frac{R^3}{K_p^*} - L_{\text{np}} xy;$$

$$l_2 = L_2 - R;$$

$$L_{\text{np}} = l_1 + l_2 + 1,57 \frac{R}{K_p^*};$$

$$x = \frac{l_2 (0,5l_2 + R) + 0,57 \frac{R^2}{K_p^*}}{L_{\text{np}}};$$

$$y = \frac{l_1 (0,5l_1 + R) + 0,57 \frac{R^2}{K_p^*}}{L_{\text{np}}}.$$

В приведенных формулах под l_i следует понимать текущее значение в процессе последовательных приближений $l_i^{(n-1)}$.

Б.3.4.2 Z-образный поворот

$$\left. \begin{aligned} P_x &= \frac{(L_1 + L_3) I_y - H I_{xy}}{I_x I_y - I_{xy}^2}; \\ P_y &= \frac{H I_x + (L_1 + L_3) I_{xy}}{I_x I_y - I_{xy}^2}, \end{aligned} \right\} \quad (\text{Б.12})$$

$$\begin{aligned} \text{где } I_x &= \frac{l_2^3}{12} + \left(l_3 + \frac{l_2}{4} \right) (l_2 + 2R)^2 + \\ &+ 1,57 \frac{R}{K_p^*} (l_2^2 + 3,272 l_2 R + 3R^2) - L_{\text{тп}} y^2; \\ I_y &= \frac{l_3^3 + l_1^3}{12} + l_1 (0,5l_1 + R)^2 + l_3 (0,5l_3 + R)^2 + \\ &+ 0,713 \frac{R^3}{K_p^*} - L_{\text{тп}} x^2; \\ I_{xy} &= l_3 (0,5l_3 + R)(l_2 + 2R) + \frac{R^3}{K_p^*} + 0,57 \frac{R^2}{K_p^*} l_2 - L_{\text{тп}} xy; \end{aligned}$$

$$l_1 = L_1 - R;$$

$$l_3 = L_3 - R;$$

$$L_{\text{тп}} = l_1 + l_2 + l_3 + 3,14 \frac{R}{K_p^*};$$

$$E = \frac{l_3 (0,5l_3 + R) - l_1 (0,5l_1 + R)}{L_{\text{тп}}};$$

$$y = \frac{(l_2 + 2R) \left(l_3 + 0,5l_2 + 1,57 \frac{R}{K_p^*} \right)}{L_{\text{тп}}}.$$

В приведенных формулах под l_2 следует понимать текущее значение в процессе последовательных приближений $l_2^{(n-1)}$.

Б.3.4.3 П-образный поворот

$$\left. \begin{aligned} P_x &= \frac{(L_1 + L_2)I_y}{I_x I_y - I_{xy}^2}; \\ P_y &= \frac{(L_1 + L_2)I_{xy}}{I_x I_y - I_{xy}^2}, \end{aligned} \right\} \quad (\text{Б.13})$$

$$\text{где } l_1 = L_1 - \frac{B}{2} - R;$$

$$l_3 = B - 2R;$$

$$l_4 = L_2 - \frac{B}{2} - R;$$

$$L_{\text{np}} = l_1 + 2l_2 + l_3 + l_4 + 6,28 \frac{R}{K_p^*};$$

$$I_x = \frac{l_2^3}{6} + (2l_2 + 4l_3) \left(\frac{l_2}{2} + R \right)^2 + \\ + 6,28 \frac{R}{K_p^*} \left(\frac{l_2^2}{2} + 1,635l_2R + 1,5R^2 \right) - L_{\text{np}} y^2;$$

$$I_y = \frac{l_1^3 + l_3^3 + l_4^3}{12} + \frac{l_1}{4} (l_1 + l_3 + 4R)^2 + \frac{l_4}{4} (l_3 + l_4 + 4R)^2 + \\ + l_2 \left(\frac{l_3}{2} + R \right)^2 + 1,57 \frac{R}{K_p^*} (l_3^2 + 4l_3R + 4,9R^2) - L_{\text{np}} x^2;$$

$$I_{xy} = -L_{\text{np}} xy;$$

$$x = \frac{(l_1 + l_3 + l_4 + 4R)(l_4 - l_1)}{2L_{\text{np}}};$$

$$y = \frac{(l_2 + 2R) \left(l_2 + l_3 + \frac{3,14R}{K_p^*} \right)}{L_{\text{np}}}.$$

В приведенных формулах под l_2 следует понимать текущее значение в процессе последовательных приближений $l_2^{(n-1)}$.

Приложение В (рекомендуемое)

Определение допустимой длины участка бесканальной прокладки Г- и Z-образной формы и с П-образным компенсатором

В.1 Общие положения

В.1.1 Целью расчета является определение длины, в пределах которой осуществляется компенсация температурных расширений трубопровода, проложенного в грунте.

Отпор грунта боковым перемещениям трубопровода моделируется винклеровым упругим основанием с постоянным коэффициентом постели, определяемым согласно РД 10-400 (4), что идет в запас прочности.

В.1.2 При наличии Г-образного поворота под произвольным углом ψ (рисунок В.1, а) по известной величине короткого плеча L_1 определяется длинное плечо L_2 .

В.1.3 На участке Z-образной формы с прямыми углами при известном вылете H определяется длина участка L (рисунок В.1, б).

На участке с компенсатором П-образной формы, имеющим прямые углы, по известным значениям вылета H и спинки B определяется длина L (рисунок В.1, в).

В.2 Критерии прочности

Критериями прочности являются компенсационные напряжения, определяемые согласно приложения Б (Б.2).

В.3 Взаимодействие трубопровода с грунтом

Взаимодействие трубопровода с грунтом характеризуется параметром β (размерность 1/м).

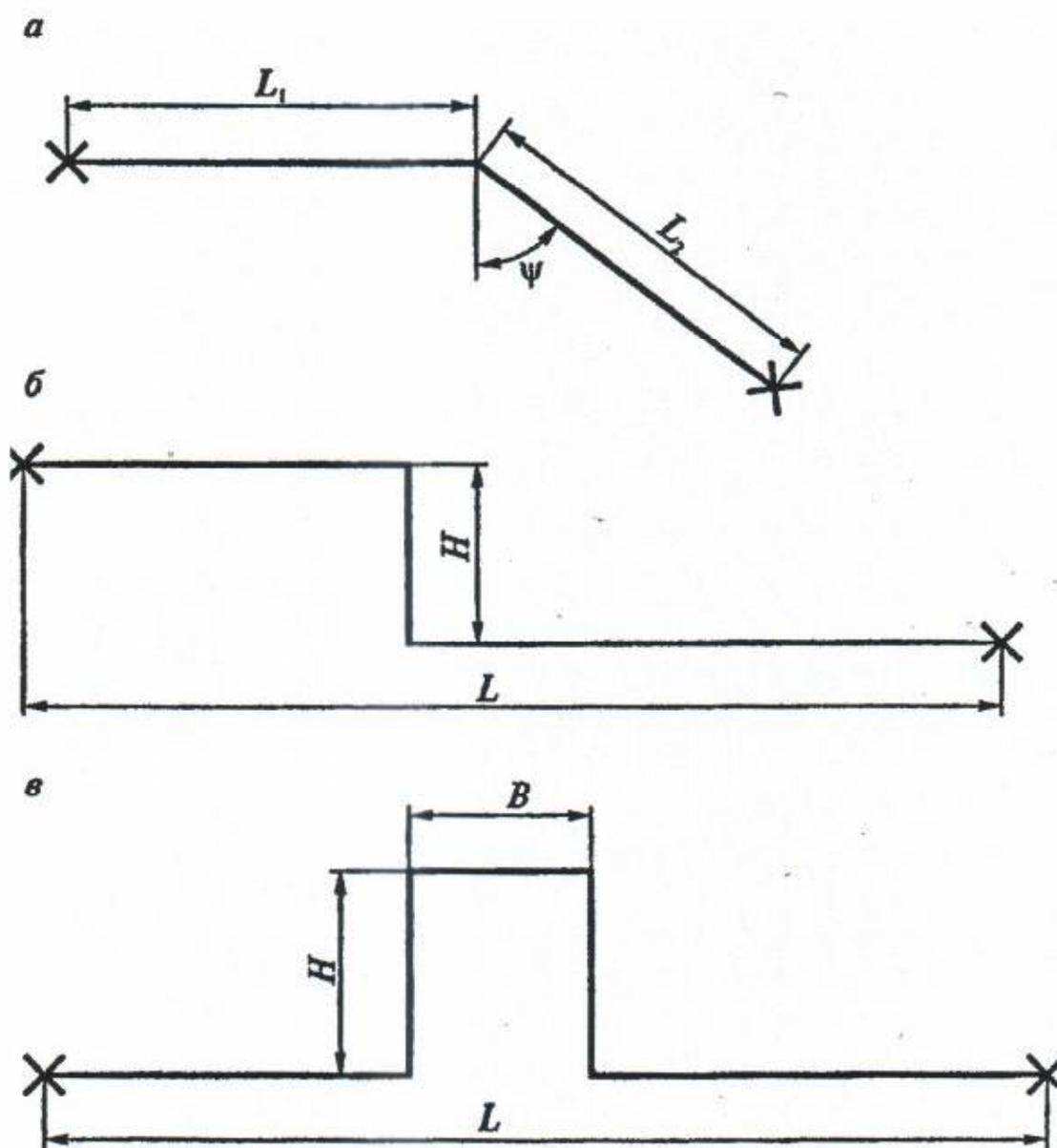


Рисунок В.1 – Участки бесканальной прокладки в грунте:
 а – с Г-образным поворотом; б – с Z-образным поворотом;
 в – с П-образным компенсатором

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{k_0 D_a}{4EI}}, \quad (\text{В.1})$$

в котором k_0 определяется согласно РД 10-400 (4);

гиперболо-тригонометрическими функциями v_1, v_2, \dots, v_6 , значения которых для участка длиной x определяются по формулам:

$$\begin{aligned} v_1 &= \frac{MQ - PN}{M^2 - QN}; & v_2 &= \frac{N}{M^2 - QN}; \\ v_3 &= \frac{Q^2 - PM}{M^2 - QN}; & v_4 &= \frac{M}{M^2 - QN}; \\ v_5 &= \frac{PQ + 4MN}{M^2 - QN}; & v_6 &= \frac{Q}{M^2 - QN}, \end{aligned} \quad (\text{B.2})$$

где $P = \cos \beta x \operatorname{ch} \beta x$;

$$Q = \frac{1}{2}(\sin \beta x \operatorname{ch} \beta x + \cos \beta x \operatorname{sh} \beta x);$$

$$M = \frac{1}{2} \sin \beta x \operatorname{ch} \beta x;$$

$$N = \frac{1}{4}(\sin \beta x \operatorname{ch} \beta x - \cos \beta x \operatorname{sh} \beta x).$$

В.4 Участок с Г-образным поворотом

Предполагается что $L_1 \leq L_2$. Расчет следует вести по формулам: при длине короткого плеча $1/\beta < L_1 < 3/\beta$

$$L_2 = \frac{[\sigma_{\text{СК}}] \cos \psi}{E \beta^2 D_a \alpha \Delta T (a \sin \psi + b)} - L_1 \frac{a + b \sin \psi}{a \sin \psi + b}, \quad (\text{B.3})$$

где $a = \frac{v_{11}}{v_{11} + 2}$; $b = \frac{v_{31}}{v_{11} + 2}$,

здесь v_{11}, v_{31} – функции v_1, v_3 , определяемые по формулам (B.2) для значения $x=L_1$;

при длине короткого плеча $L_1 \geq 3/\beta$

$$L_2 \leq \frac{[\sigma_{\text{СК}}]}{E \beta^2 D_a \alpha \Delta T} \cdot \frac{2 \cos \psi}{1 + \sin \psi} - L_1. \quad (\text{B.4})$$

В.5 Участок Z-образной формы с прямыми углами

Расчет выполняется по формулам:

при длине вылета $H < 3/\beta$

$$L \leq \frac{[\sigma_{\text{ск}}]}{E \beta^2 D_a \alpha \Delta T} a - Hb, \quad (\text{B.5})$$

где $a = \frac{2(v_{1H} + v_{2H} + 2)}{v_{3H} + v_{4H}}$; $b = \frac{v_{1H} + v_{2H}}{v_{3H} + v_{4H}}$,

здесь $v_{1H}, v_{2H}, \dots, v_{4H}$ – функции v_1, v_2, \dots, v_4 , определяемые по формулам

(B.2) для значения $x=H$;

при длине вылета $H > 3/\beta$

$$L \leq \frac{4[\sigma_{\text{ск}}]}{E \beta^2 D_a \alpha \Delta T} - H. \quad (\text{B.6})$$

В.6 Участок с П-образным компенсатором

Расчет выполняется по формулам

1) при $H < 3/\beta$ и $B < 3/\beta$

$$\left. \begin{aligned} L &= \frac{[\sigma_{\text{ск}}]}{2b_1 E \beta^2 D_a \alpha \Delta T} - \frac{a_1}{b_1} B; \\ L &= \frac{[\sigma_{\text{ск}}]}{2b_2 E \beta^2 D_a \alpha \Delta T} - \frac{a_2}{b_2} B. \end{aligned} \right\} \quad (\text{B.7})$$

За расчетное значение следует принимать меньшее из двух L ,

$$\text{где } a_1 = \frac{\delta_{12}m_2 - \delta_{22}m_1}{\delta_{11}\delta_{22} - \delta_{12}\delta_{21}};$$

$$a_2 = \frac{\delta_{21}m_1 - \delta_{11}m_2}{\delta_{11}\delta_{22} - \delta_{12}\delta_{21}};$$

$$b_1 = \frac{\delta_{12}n_2 - \delta_{22}n_1}{\delta_{11}\delta_{22} - \delta_{12}\delta_{21}};$$

$$b_2 = \frac{\delta_{21}n_2 - \delta_{11}n_1}{\delta_{11}\delta_{22} - \delta_{12}\delta_{21}};$$

$$\delta_{11} = \frac{4\beta^3}{k_o D_a} \left(1 - \frac{1}{v_{1H} - v_{2H} + 2} + \frac{v_1}{v_{1H}^2 - v_{2H}^2} \right);$$

$$\delta_{12} = \delta_{21} = -\frac{2\beta^3}{k_o D_a} \left(\frac{2v_{2H}}{v_{1H}^2 - v_{2H}^2} + \frac{v_{3B} - v_{4B}}{v_{1B} - v_{2B} + 2} \right);$$

$$\delta_{22} = \frac{B^3}{k_o D_a} \left[(v_{5B} - v_{6B}) - \frac{(v_{3B} - v_{4B})^2}{v_{1B} - v_{2B} + 2} + \frac{4v_{1H}}{v_{1H}^2 - v_{2H}^2} \right]$$

$$m_1 = \frac{1}{2} \frac{v_{3H} - v_{4H}}{v_{1H} - v_{2H}} - \frac{2H}{B(v_{1B} - v_{2B} + 2)};$$

$$m_2 = \frac{1}{2} \frac{v_{3H} - v_{4H}}{v_{1H} - v_{2H}} - \frac{H}{B} \left(\frac{v_{3B} - v_{4B}}{v_{1B} - v_{2B} + 2} \right);$$

$$n_1 = \frac{v_{1H}v_{3H} - v_{2H}v_{4H}}{2(v_{1H}^2 - v_{2H}^2)};$$

$$n_2 = \frac{v_{1H}v_{4H} - v_{2H}v_{3H}}{2(v_{1H}^2 - v_{2H}^2)};$$

здесь v_{1H}, v_{2H}, \dots – функции v_1, v_2, \dots определяемые по формулам (B.2)

при значении $x=H$;

v_{1B}, v_{2B}, \dots – те же функции при значении $x=B$;

2) при $H \geq 3/\beta$ и $B \geq 3/\beta$

$$\left. \begin{aligned} L &\leq \frac{1}{5} \left(\frac{24[\sigma_{\text{ск}}]}{E \beta^2 D_a \alpha \Delta T} + 4B - 6H \right); \\ L &\leq \frac{24[\sigma_{\text{ск}}]}{E \beta^2 D_a \alpha \Delta T} - 4B - 6H. \end{aligned} \right\} \quad (\text{B.8})$$

За расчетное значение принимается меньшее из двух L .

**Приложение Г
(рекомендуемое)**

Графики для определения основных размеров гибких компенсаторов

На графиках приведенных в настоящем приложении даны области допускаемых значений для плеч L_1 (или L_2) участка с П-образным, Г-образным и Z-образным компенсатором.

У границ каждой области на графиках приложения Г даны значения исходных величин, для которых получены данные области. Условию прочности соответствуют значения длин находящихся внутри областей.

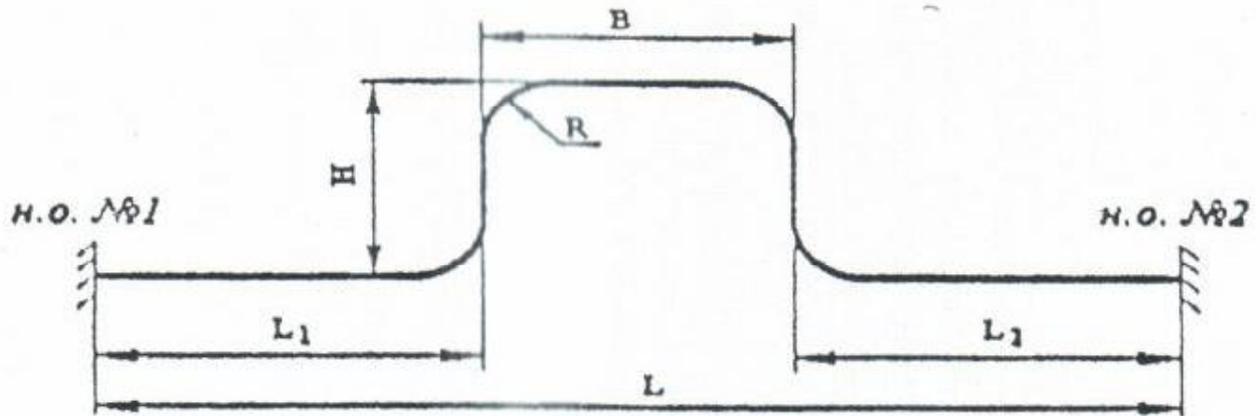
Под графиками настоящего приложения для отводов указаны диапазоны допустимых величин радиусов кривизны применительно к данному условному проходу.

В случае если определенные по графикам приложения Г допустимые длины плеч участка не соответствуют заданным по условию прокладки теплотрассы, данный участок может быть проложен полуканально или канально после проведения расчетов по РД 10-400.

Г.1 Определение размеров П-образного компенсатора

Г.1.1 На графиках (рисунок Г.2-Г.8) показаны области допустимых значений длин плеч L_1 (L_2) П-образного компенсатора, полученные при условии, что $L_1=L_2$.

Г.1.2 На рисунке Г.1 приведена схема участка с П-образным компенсатором и обозначения его основных элементов.



L_1, L_2 – длины плеч до компенсатора, $L_1=L_2$, R – радиус кривизны отводов,
 B, H – спинка и вылет компенсатора, н.о. – неподвижная опора
 Рисунок Г.1 – Схема участка с П-образным компенсатором

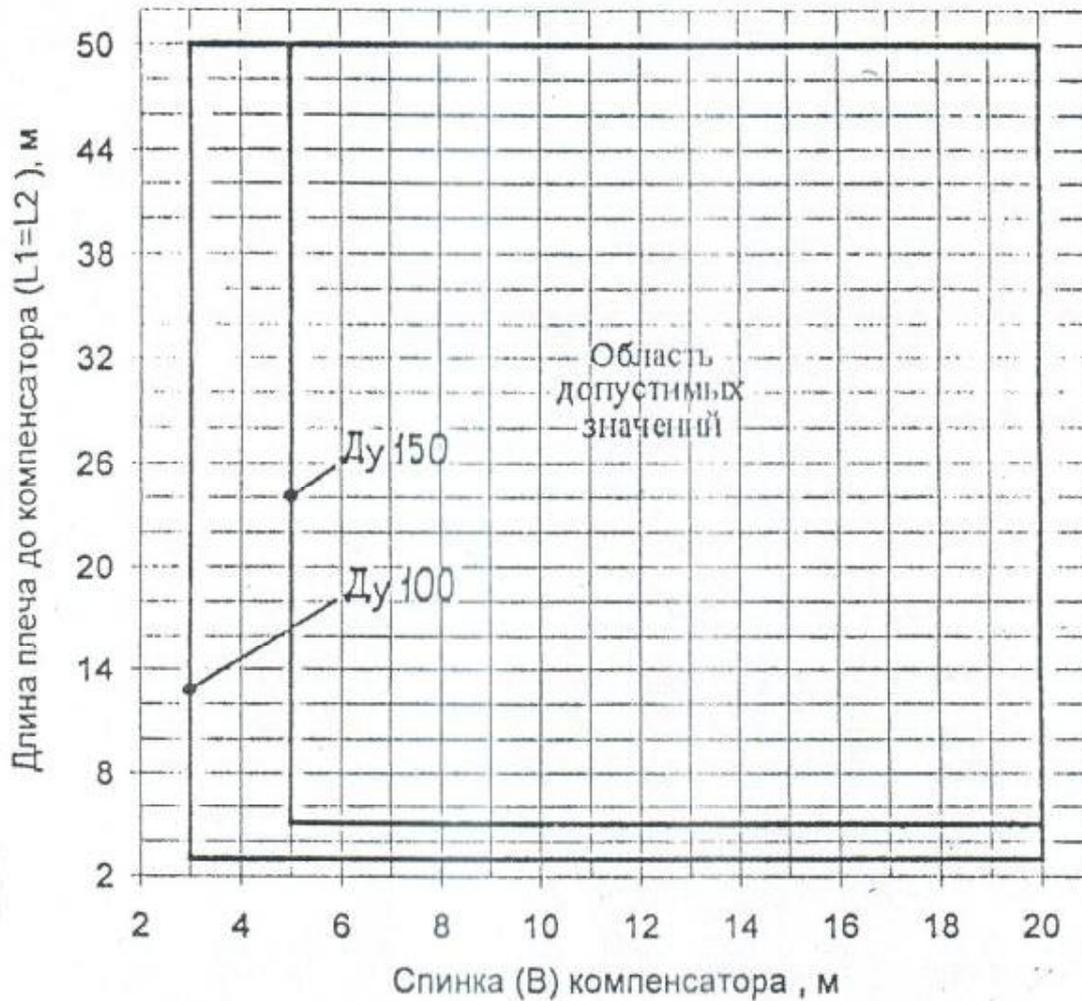


Рисунок Г.2 – График для определения допустимой длины плеча L1 (L2)
П-образного компенсатора трубопровода Ду 100-150

Глубина прокладки теплотрассы 0,7м

Толщина слоя теплоизоляции:

для Ду 100 – 30-40мм; для Ду 150 – 40-44,5мм.

Минимальный допустимый радиус кривизны отводов:

для Ду 100 – 0,3м; для Ду 150 – 0,35м.

Допустимые величины вылета (H) компенсатора от 3 до 15м.

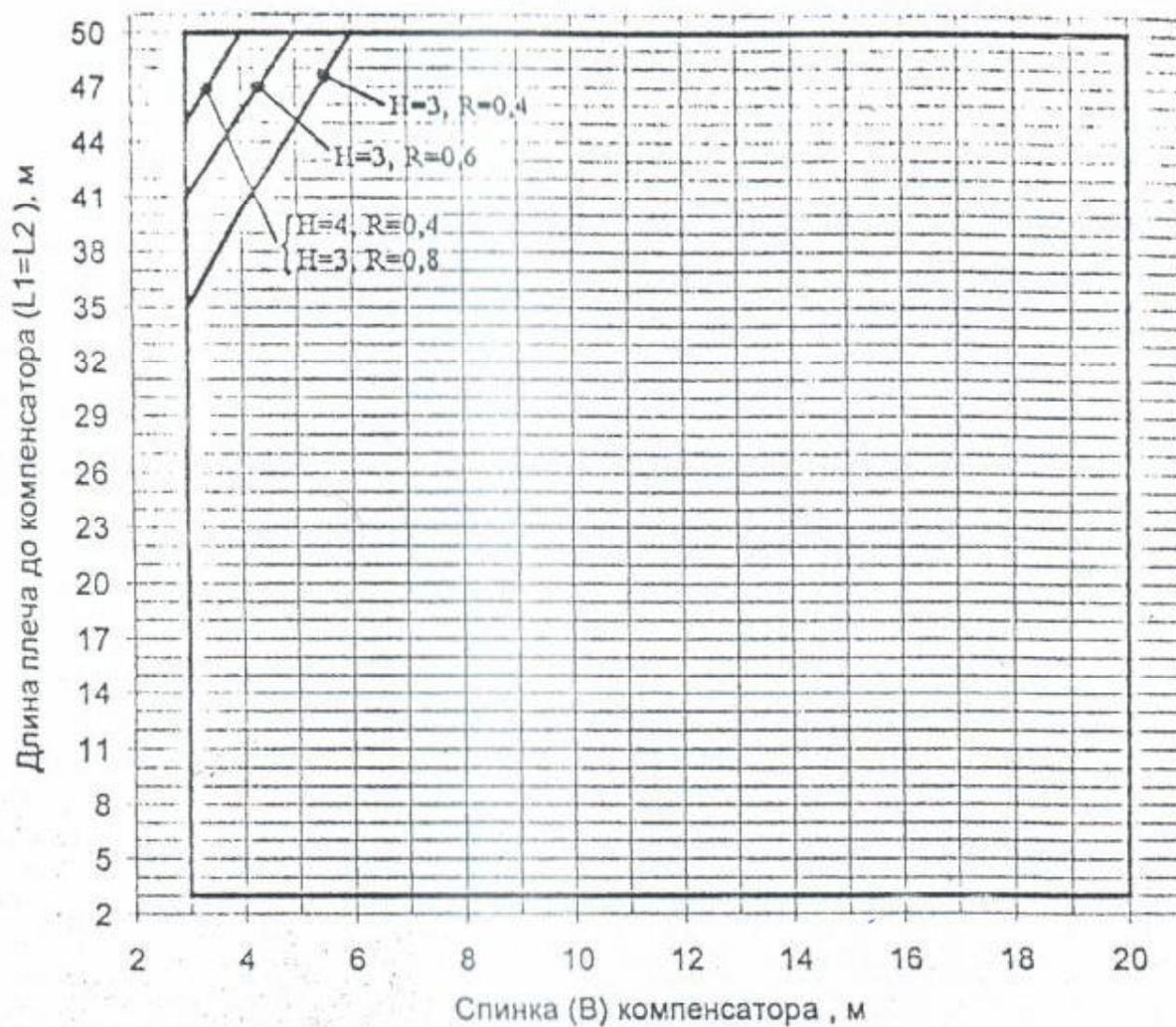


Рисунок Г.3 – График для определения допустимой длины плеча L1 (L2)
П-образного компенсатора трубопровода Ду 200

Глубина прокладки теплотрассы 0,7м
Толщина слоя теплоизоляции 43,5-45мм
Минимальный допустимый радиус кривизны отводов – 0,4м.
Допустимые величины вылета (H) компенсатора от 3 до 17м.

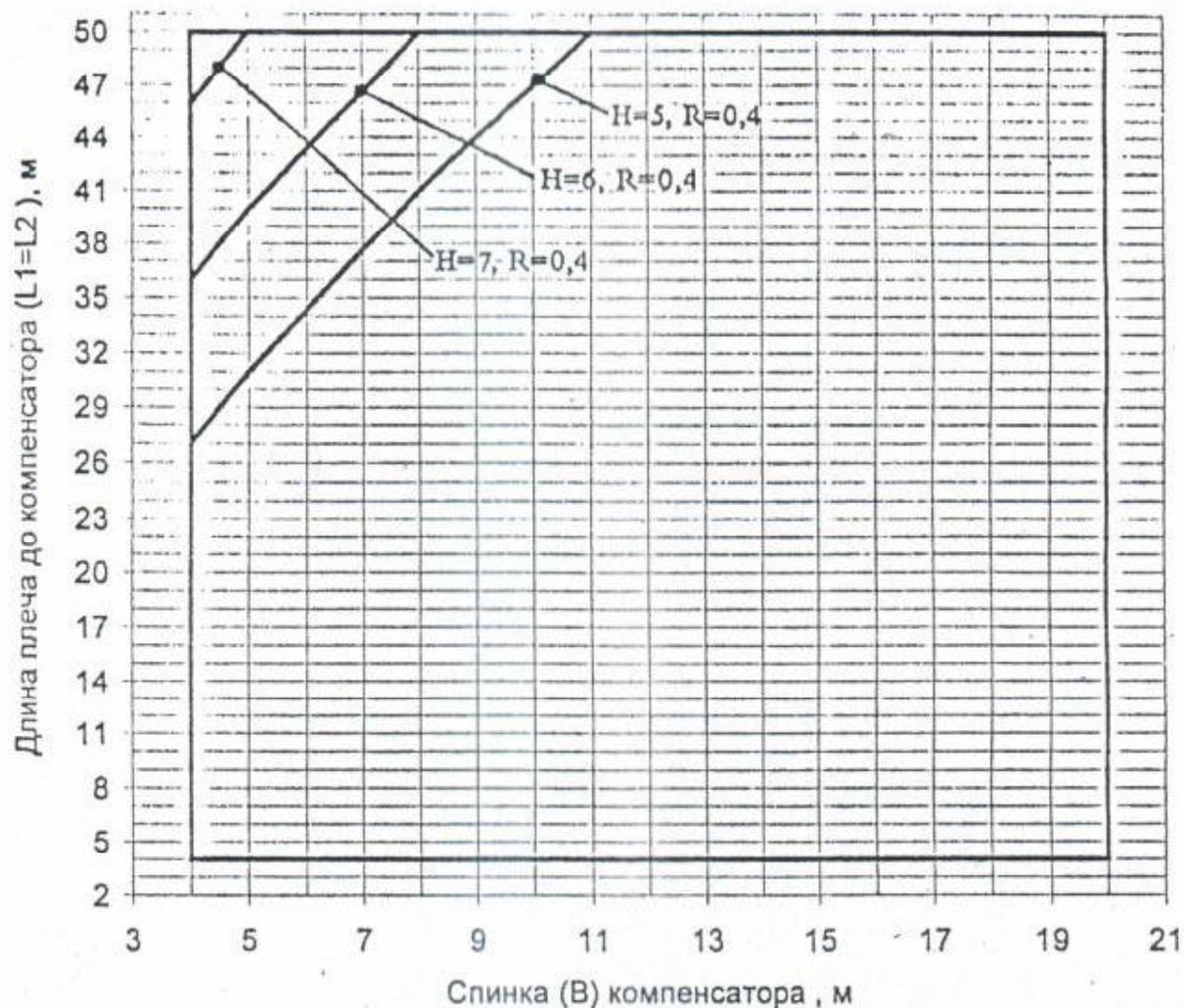


Рисунок Г.4 – График для определения допустимой длины плеча L1 (L2)
П-образного компенсатора трубопровода Ду 250

- Глубина прокладки теплотрассы 0,7м
Толщина слоя теплоизоляции 43-50мм
Минимальный допустимый радиус кривизны отводов – 0,4м.
Допустимые величины вылета (H) компенсатора от 5 до 19м.

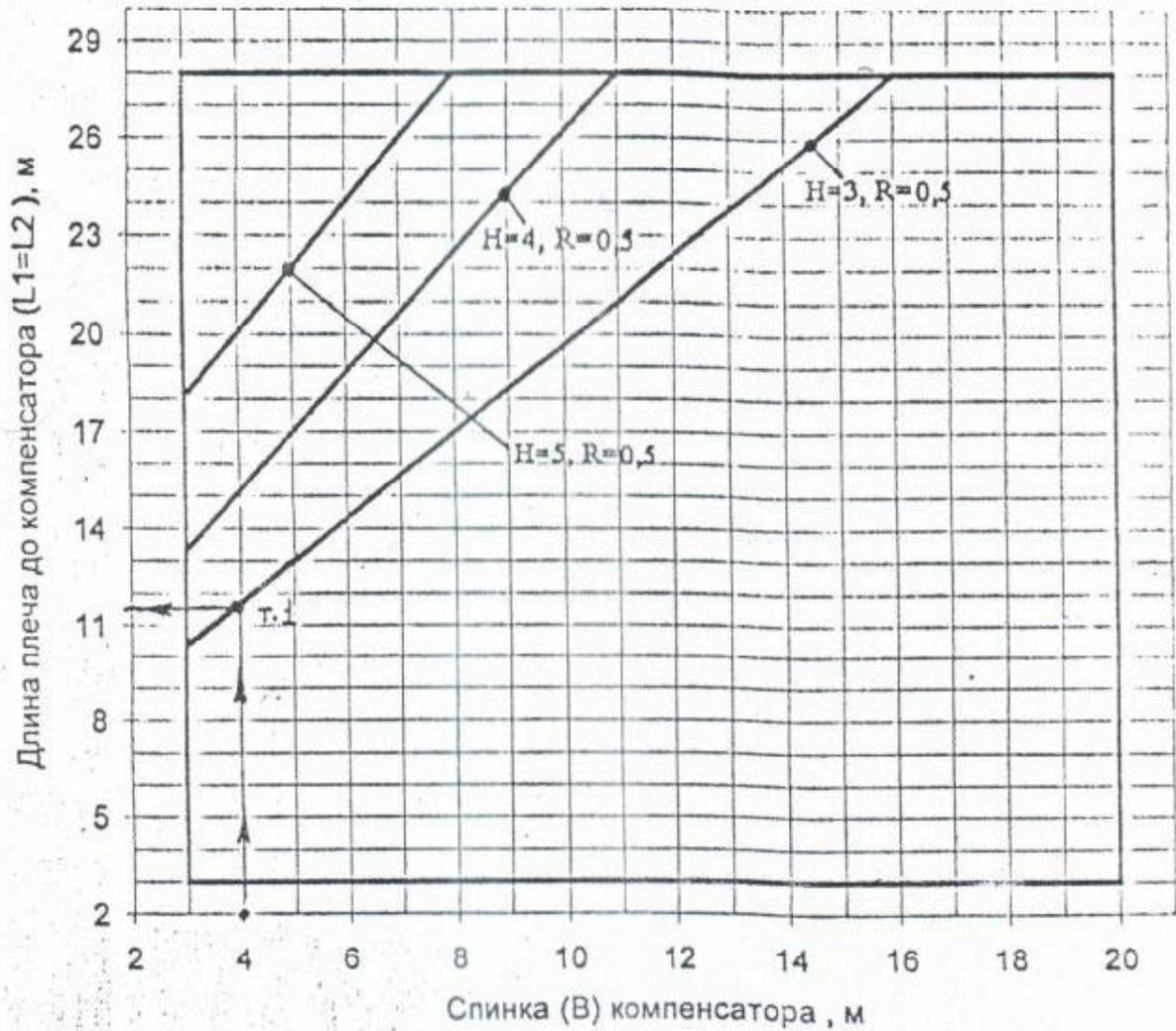


Рисунок Г.5 – График для определения допустимой длины плеча L_1 (L_2) П-образного компенсатора трубопровода Ду 100

- Глубина прокладки теплотрассы 1,5м
- Толщина слоя теплоизоляции 30мм
- Минимальный допустимый радиус кривизны отводов – 0,5м.
- Допустимые величины вылета (H) компенсатора от 3 до 15м.

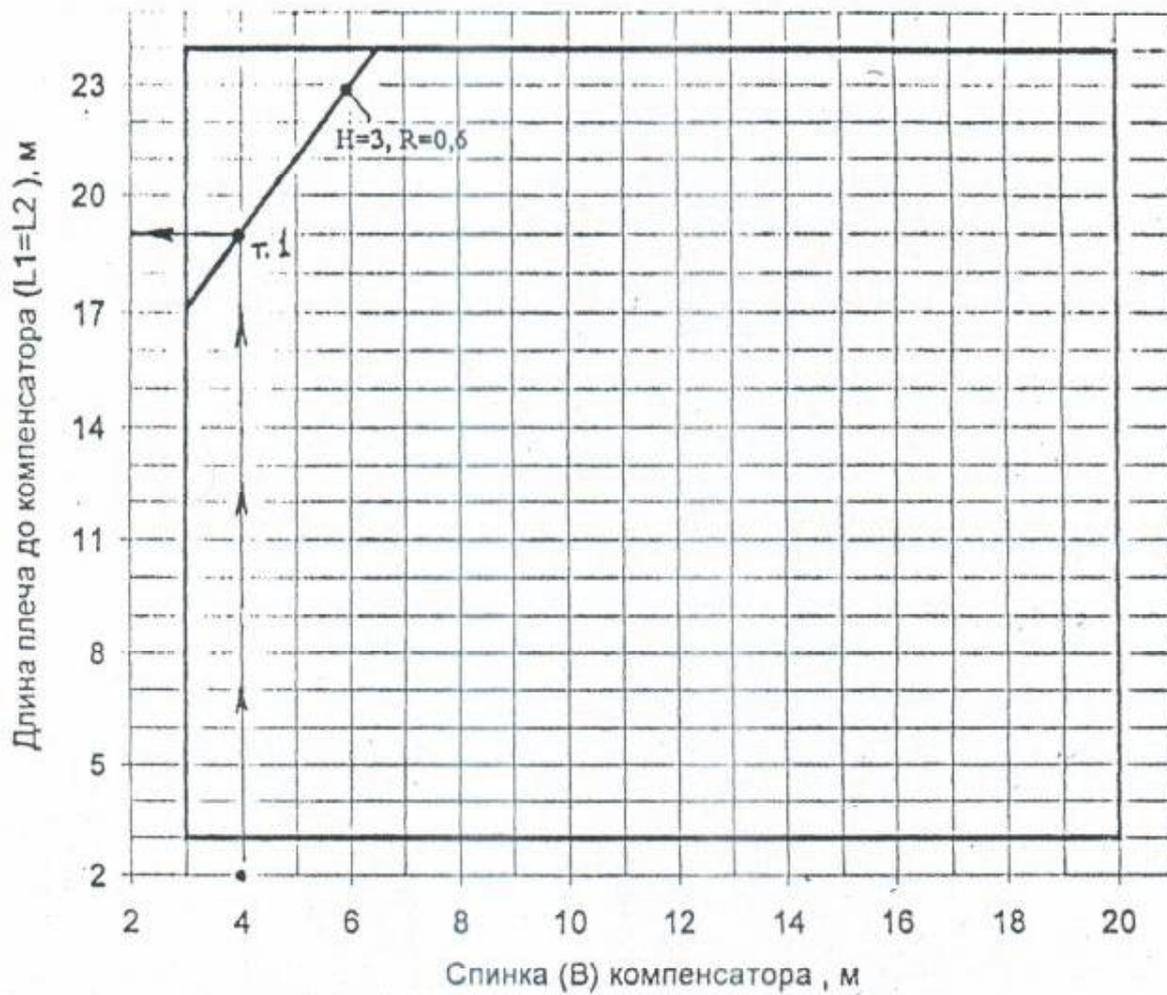


Рисунок Г.6 – График для определения допустимой длины плеча L1 (L2)
П-образного компенсатора трубопровода Ду 100

Глубина прокладки теплотрассы 1,5м
Толщина слоя теплоизоляции 44,5мм
Минимальный допустимый радиус кривизны отводов – 0,6м.
Допустимые величины вылета (H) компенсатора от 3 до 15м.

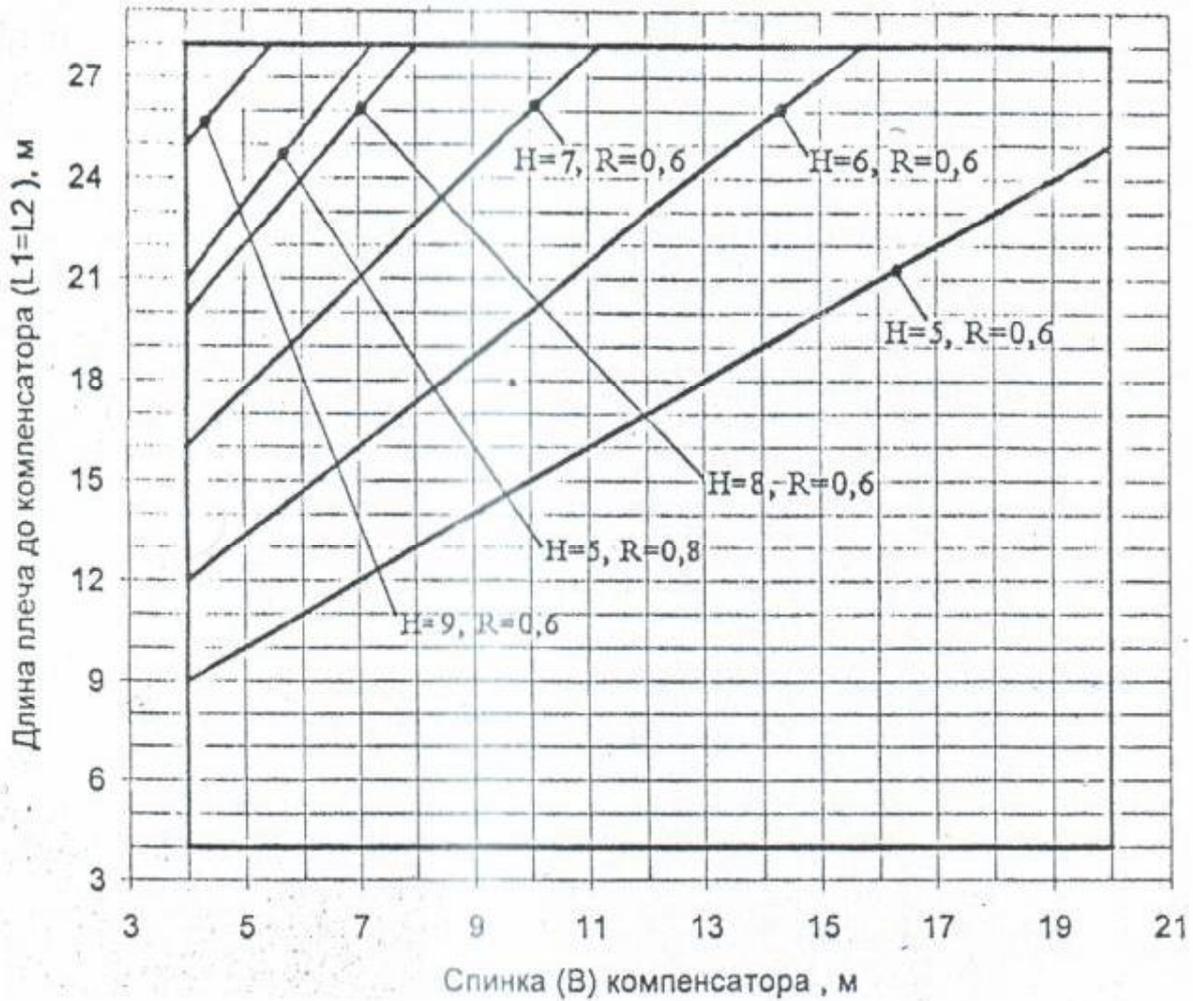


Рисунок Г.7 – График для определения допустимой длины плеча $L1$ ($L2$) П-образного компенсатора трубопровода Ду 250

Глубина прокладки теплотрассы 1,5м
 Толщина слоя теплоизоляции 43-50мм
 Минимальный допустимый радиус кривизны отводов – 0,6м.
 Допустимые величины вылета (H) компенсатора от 5 до 19м.

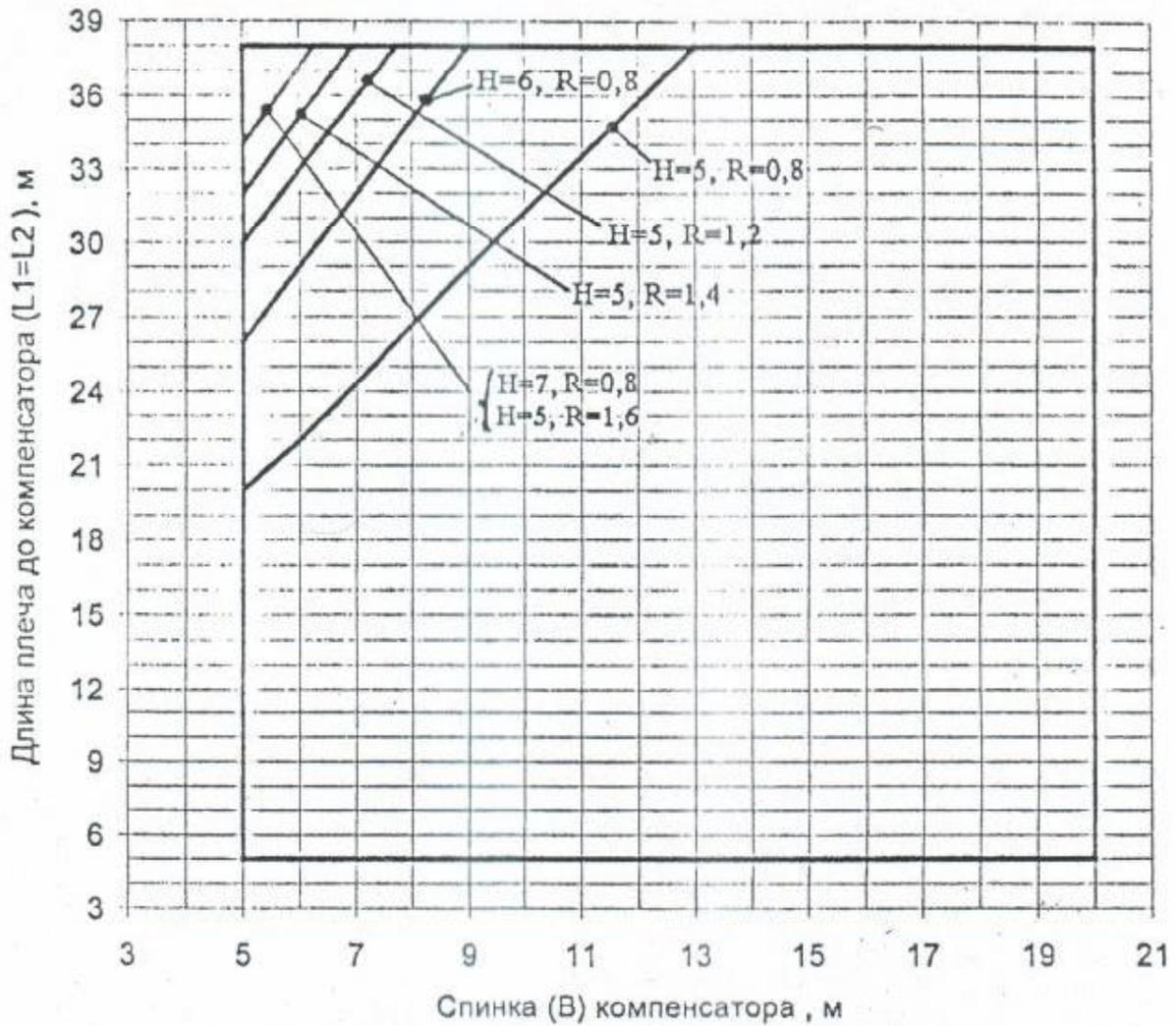


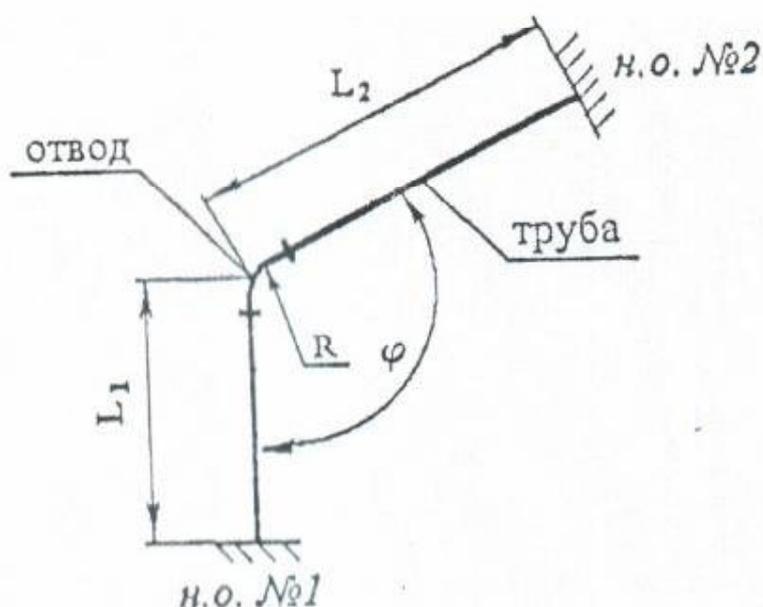
Рисунок Г.8 – График для определения допустимой длины плеча L_1 (L_2) П-образного компенсатора трубопровода Ду 300

- Глубина прокладки теплотрассы 1,5м
Толщина слоя теплоизоляции 44,5-55мм
Минимальный допустимый радиус кривизны отводов – 0,8м.
Допустимые величины вылета (H) компенсатора от 5 до 19м.

Г.2 Определение размеров Г-образного поворота

Г.2.1 На графиках (рисунок Г.10-Г.21) приведены области допустимых значений для длин плеч Г-образного поворота.

Г.2.2 На рисунке Г.9 показана схема Г-образного поворота и обозначения его основных элементов. Обозначения плеч (L_1 , L_2) приняты условно, поскольку графики симметричные.



L_1 , L_2 — длины плеч поворота, н.о. — неподвижная опора, R — радиус кривизны отводов, φ — угол поворота трассы

Рисунок Г.9 — Схема участка с Г-образным поворотом

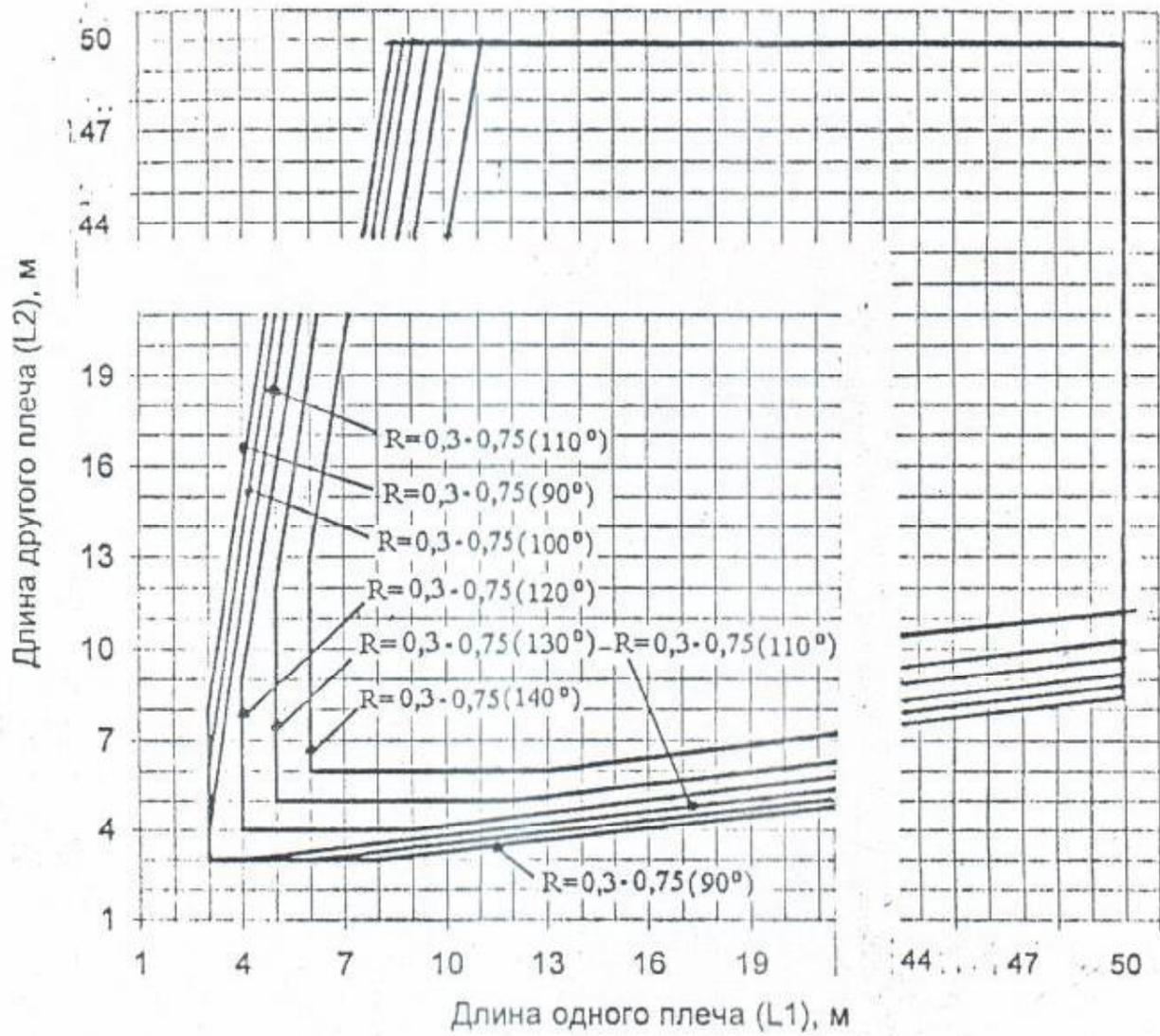


Рисунок Г.10 – График для определения допустимой длины плеча

Г-образного поворота трубопровода Ду 100

Глубина прокладки теплотрассы 0,7м

Толщина слоя теплоизоляции 30мм

Минимальный допустимый радиус кривизны отводов – 0,3м.

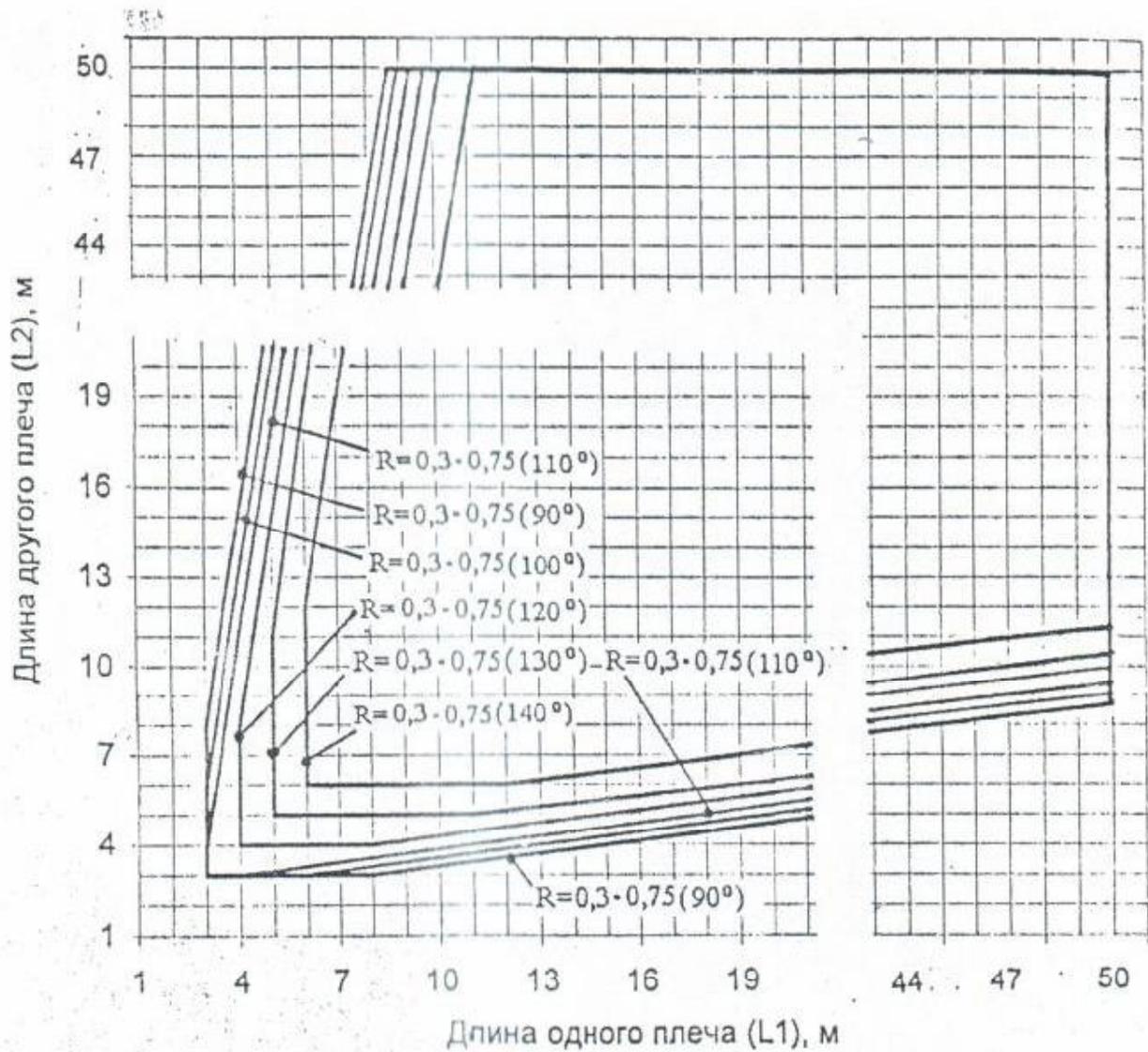


Рисунок Г.11 – График для определения допустимой длины плеча

Г-образного поворота трубопровода Ду 100

Глубина прокладки теплотрассы	0,7м
Толщина слоя теплоизоляции	44,5мм
Минимальный допустимый радиус кривизны отводов –	0,3м.

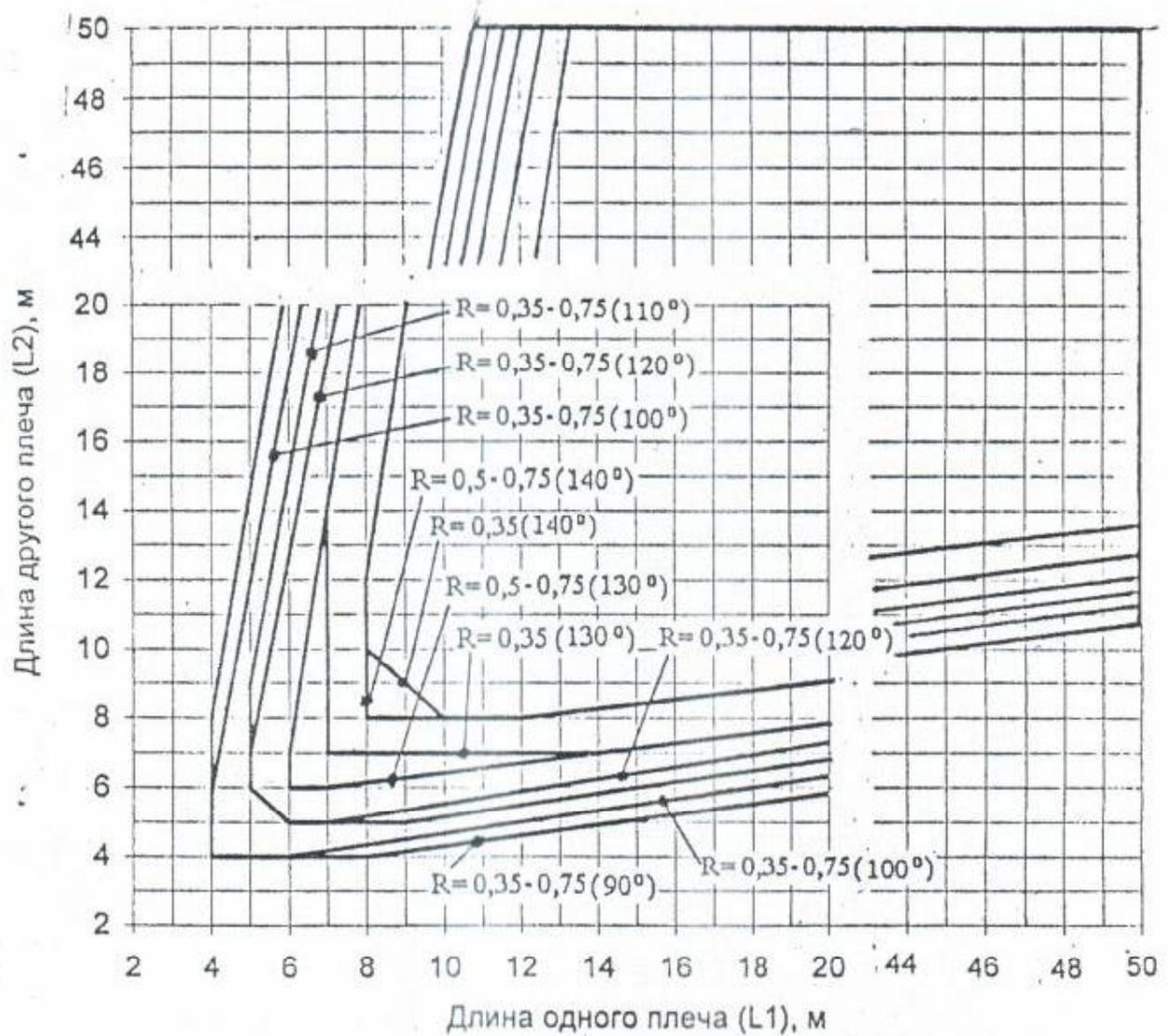


Рисунок Г.12 – График для определения допустимой длины плеча
Г-образного поворота трубопровода Ду 150

Глубина прокладки теплотрассы	0,7м
Толщина слоя теплоизоляции	40-44,5мм
Минимальный допустимый радиус кривизны отводов – 0,35м.	

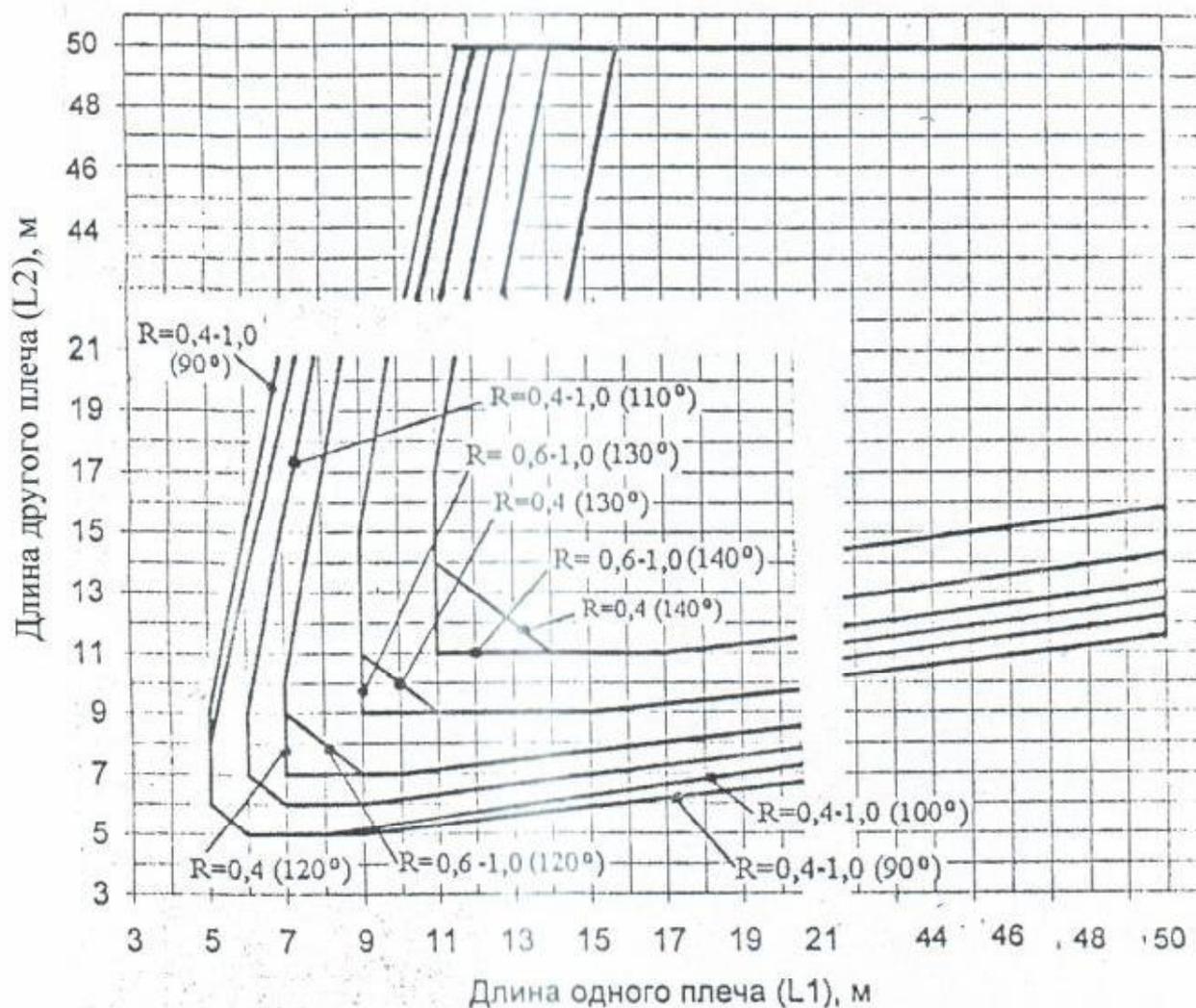


Рисунок Г.13 – График для определения допустимой длины плеча Г-образного поворота трубопровода Ду 200

Глубина прокладки теплотрассы	0,7м
Толщина слоя теплоизоляции	43,5-45мм
Минимальный допустимый радиус кривизны отводов – 0,4м.	

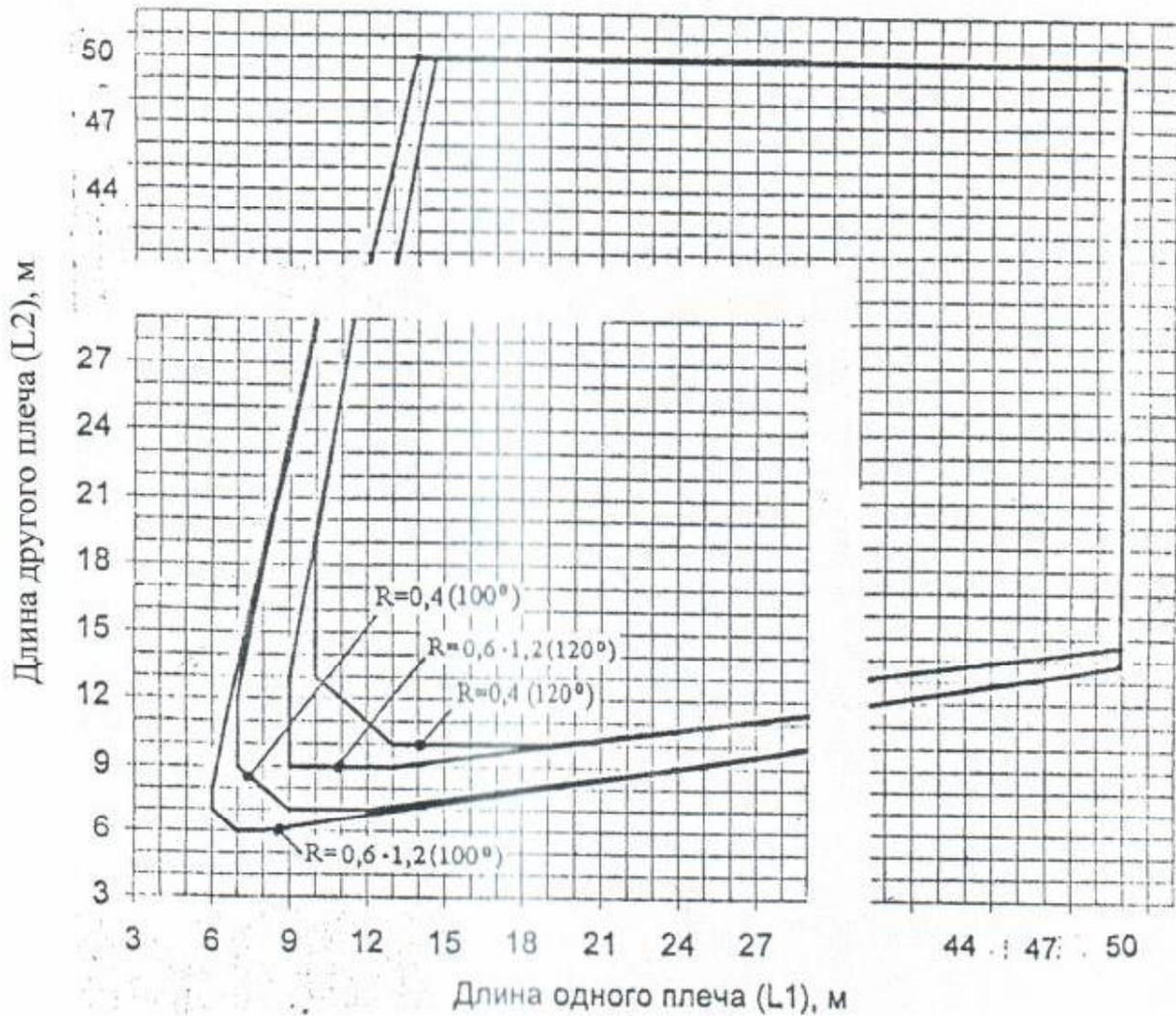


Рисунок Г.14 – График для определения допустимой длины плеча
Г-образного поворота трубопровода Ду 250 (часть 2)

Глубина прокладки теплотрассы	0,7м
Толщина слоя теплоизоляции	45-50мм
Минимальный допустимый радиус кривизны отводов – 0,4м.	

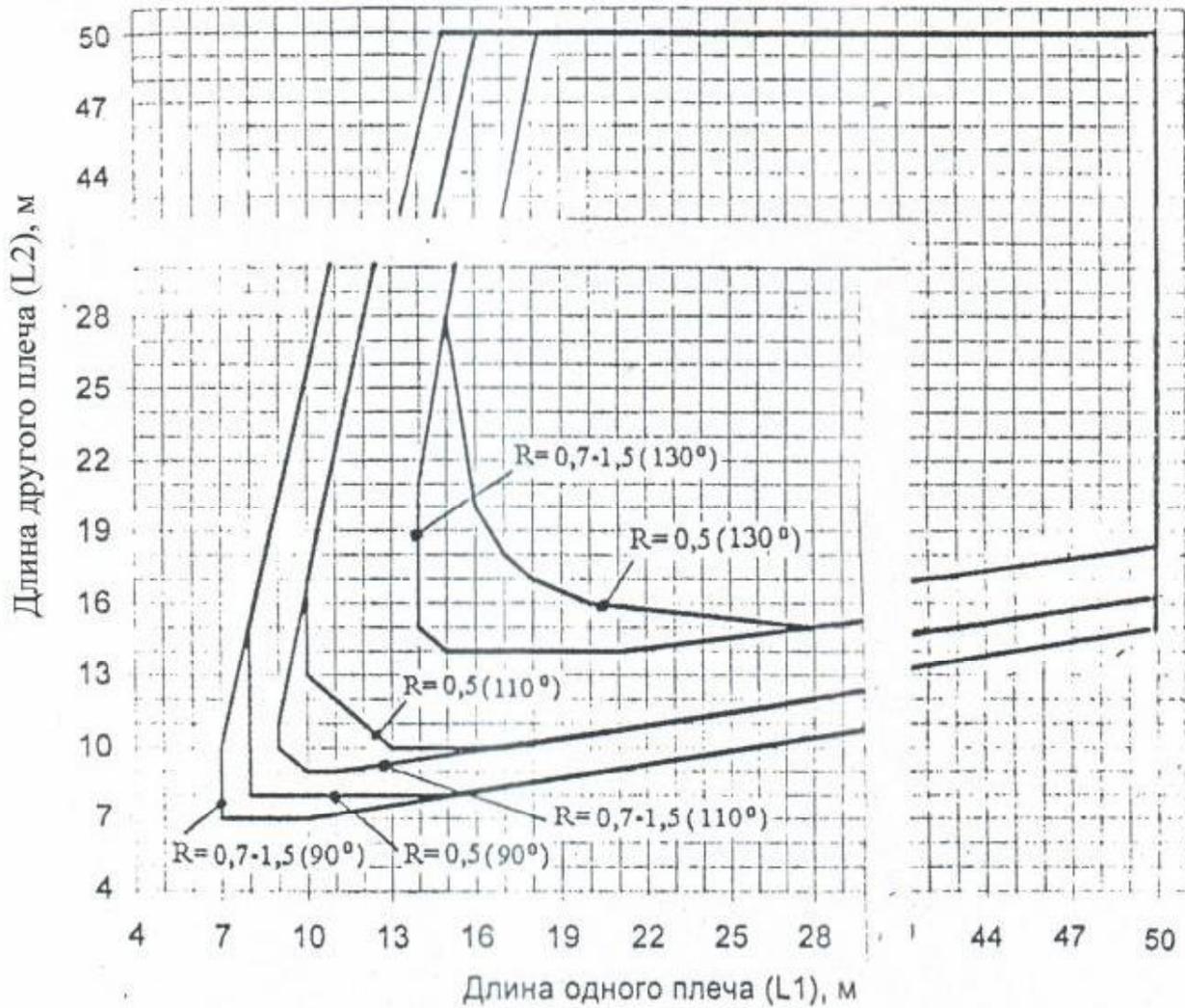


Рисунок Г.15 – График для определения допустимой длины плеча

Г-образного поворота трубопровода Ду 300 (часть 1)

Глубина прокладки теплотрассы	0,7м
Толщина слоя теплоизоляции	50-55мм
Минимальный допустимый радиус кривизны отводов – 0,5м.	

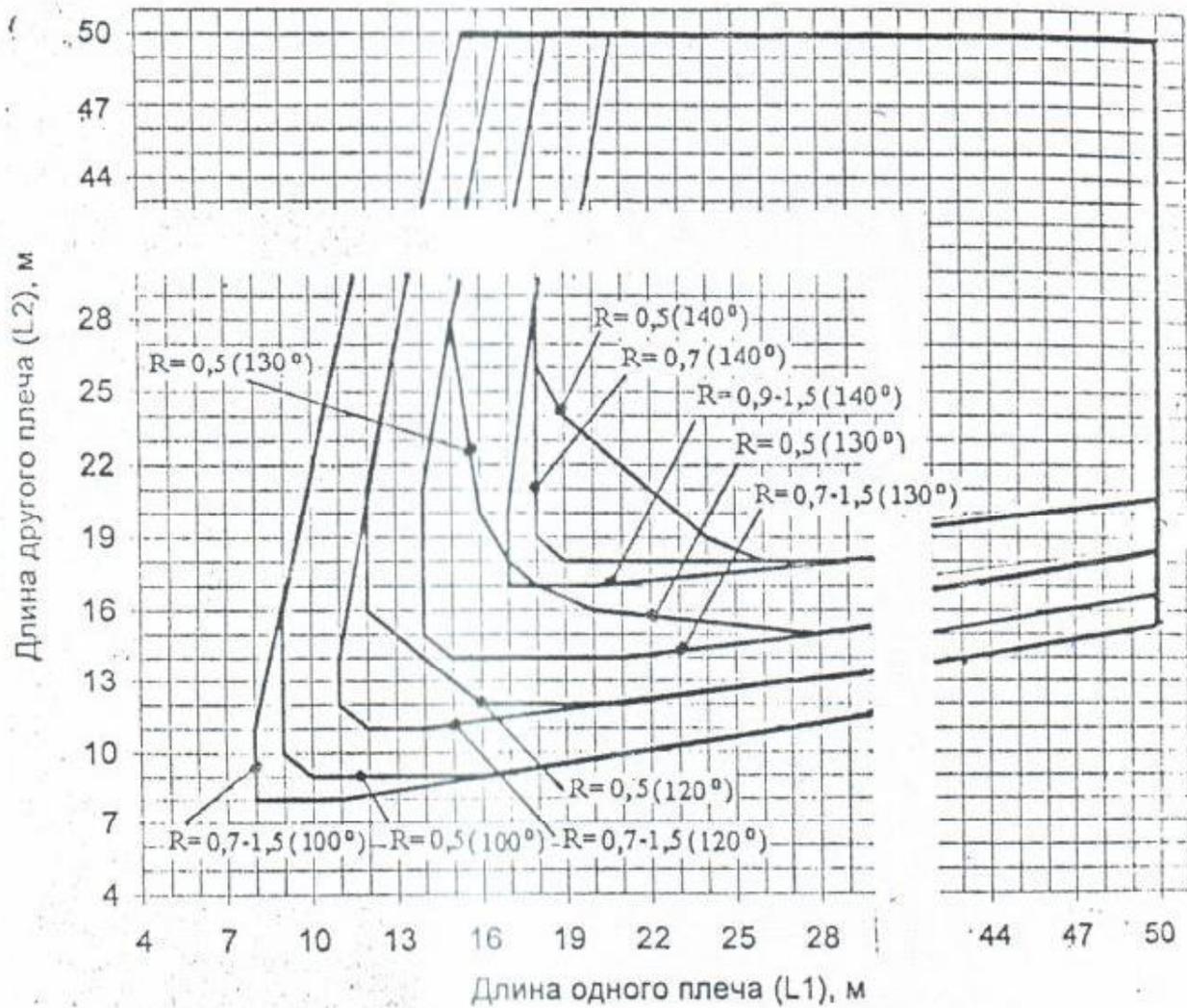


Рисунок Г.15 – График для определения допустимой длины плеча
Г-образного поворота трубопровода Ду 300 (часть 2)

Глубина прокладки теплотрассы 0,7м
Толщина слоя теплоизоляции 50-55мм
Минимальный допустимый радиус кривизны отводов – 0,5м.

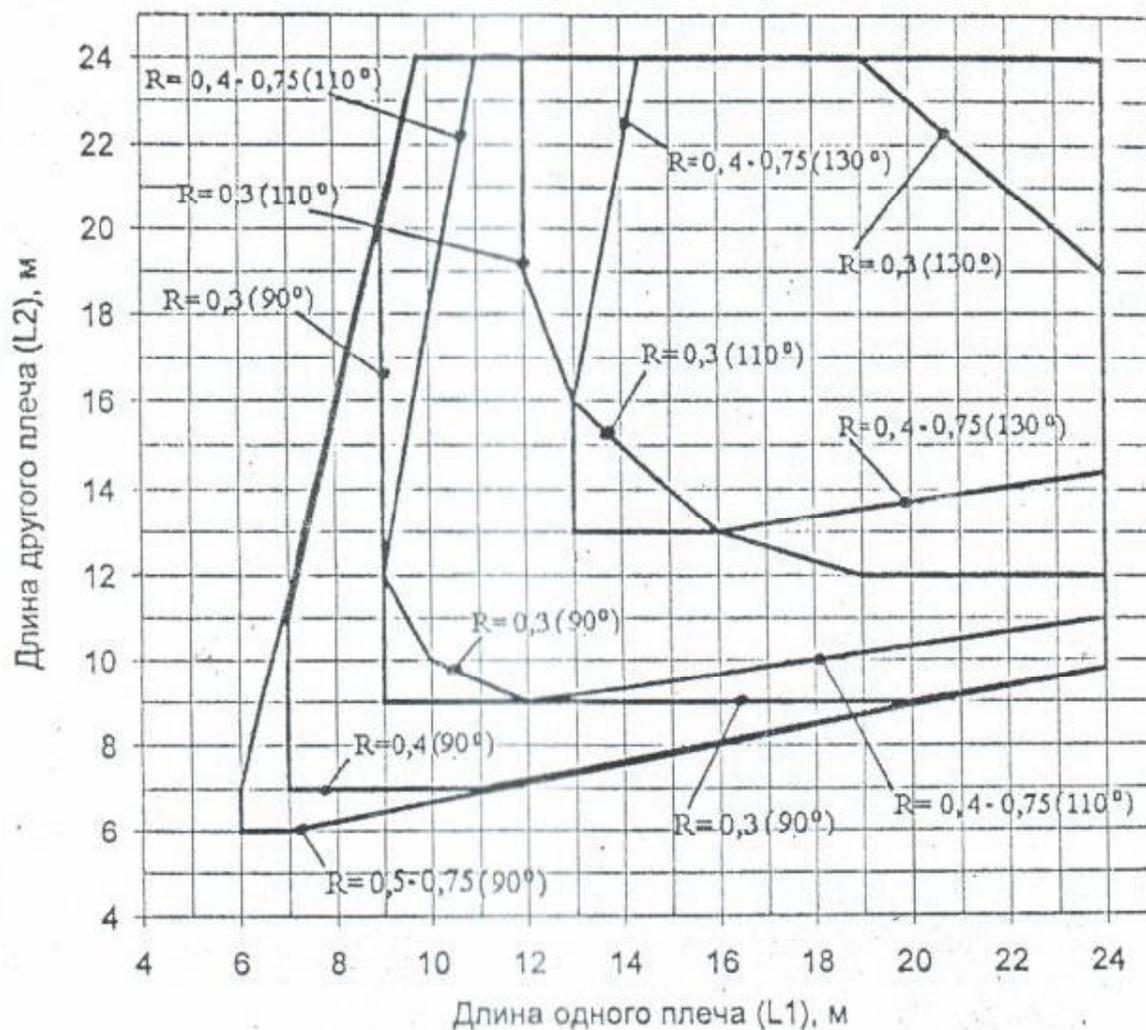


Рисунок Г.17 – График для определения допустимой длины плеча
Г-образного поворота трубопровода Ду 100 (часть 1)

Глубина прокладки теплотрассы	1,5м
Толщина слоя теплоизоляции	44,5мм
Минимальный допустимый радиус кривизны отводов – 0,3м.	

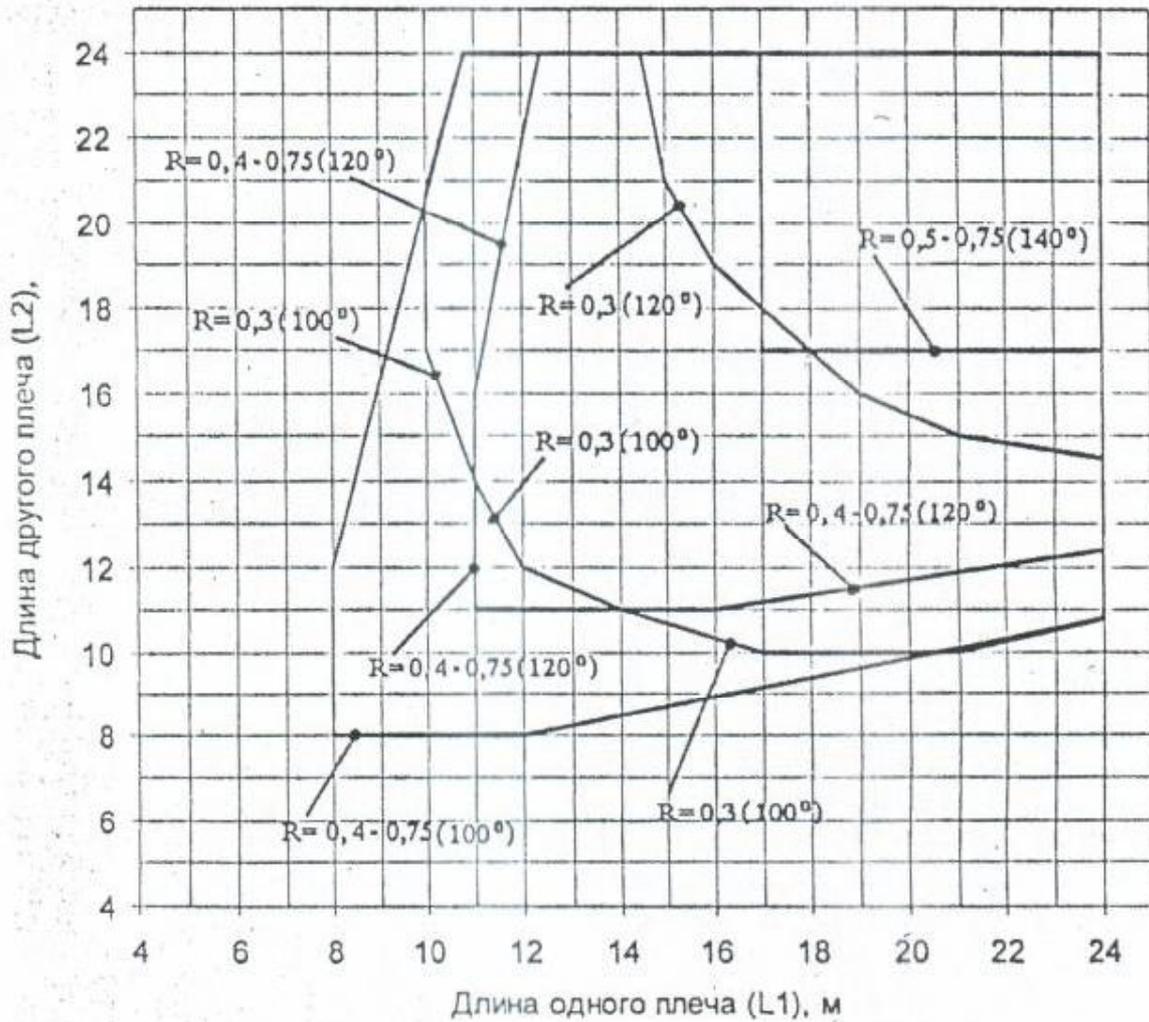


Рисунок Г.17 – График для определения допустимой длины плеча Г-образного поворота трубопровода Ду 100 (часть 2)

Глубина прокладки теплотрассы	1,5м
Толщина слоя теплоизоляции	44,5мм
Минимальный допустимый радиус кривизны отводов – 0,3м.	

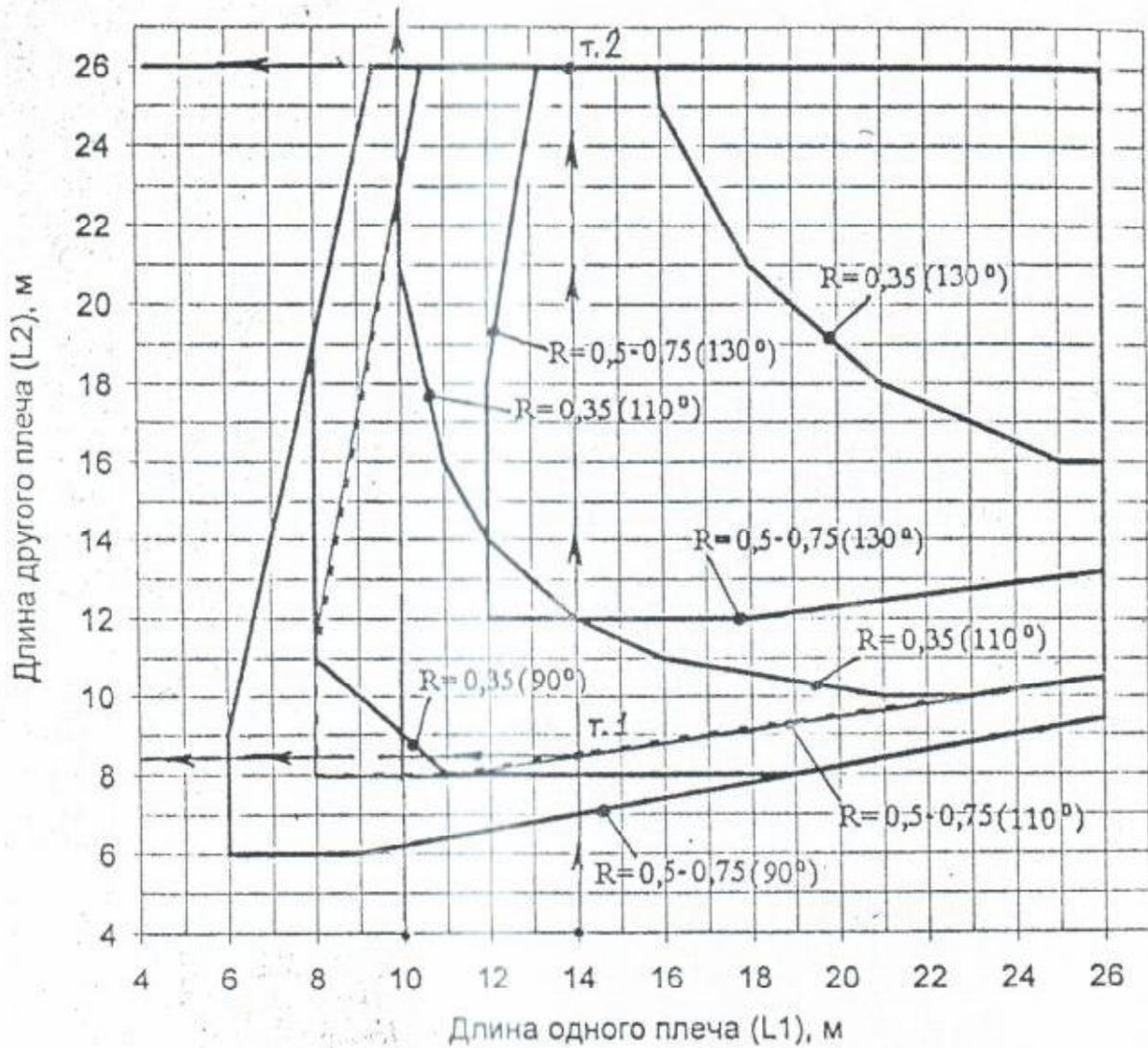


Рисунок Г.18 – График для определения допустимой длины плеча
Г-образного поворота трубопровода Ду 150

Глубина прокладки теплотрассы	1,5м
Толщина слоя теплоизоляции	40-44,5мм
Минимальный допустимый радиус кривизны отводов – 0,35м.	

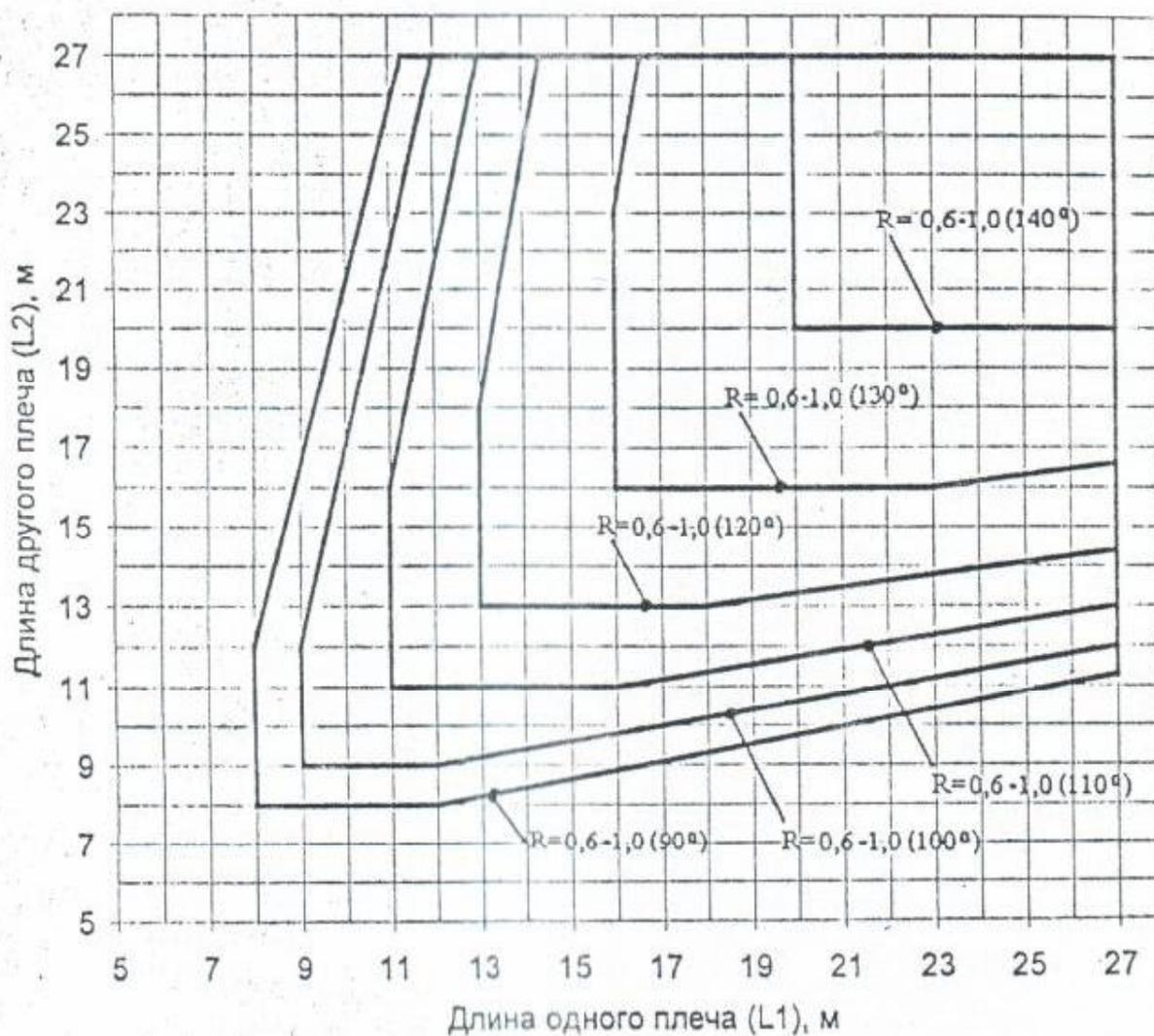


Рисунок Г.19 – График для определения допустимой длины плеча Г-образного поворота трубопровода Ду 200

Глубина прокладки теплотрассы 1,5м
Толщина слоя теплоизоляции 43,5-45мм
Минимальный допустимый радиус кривизны отводов – 0,6м.

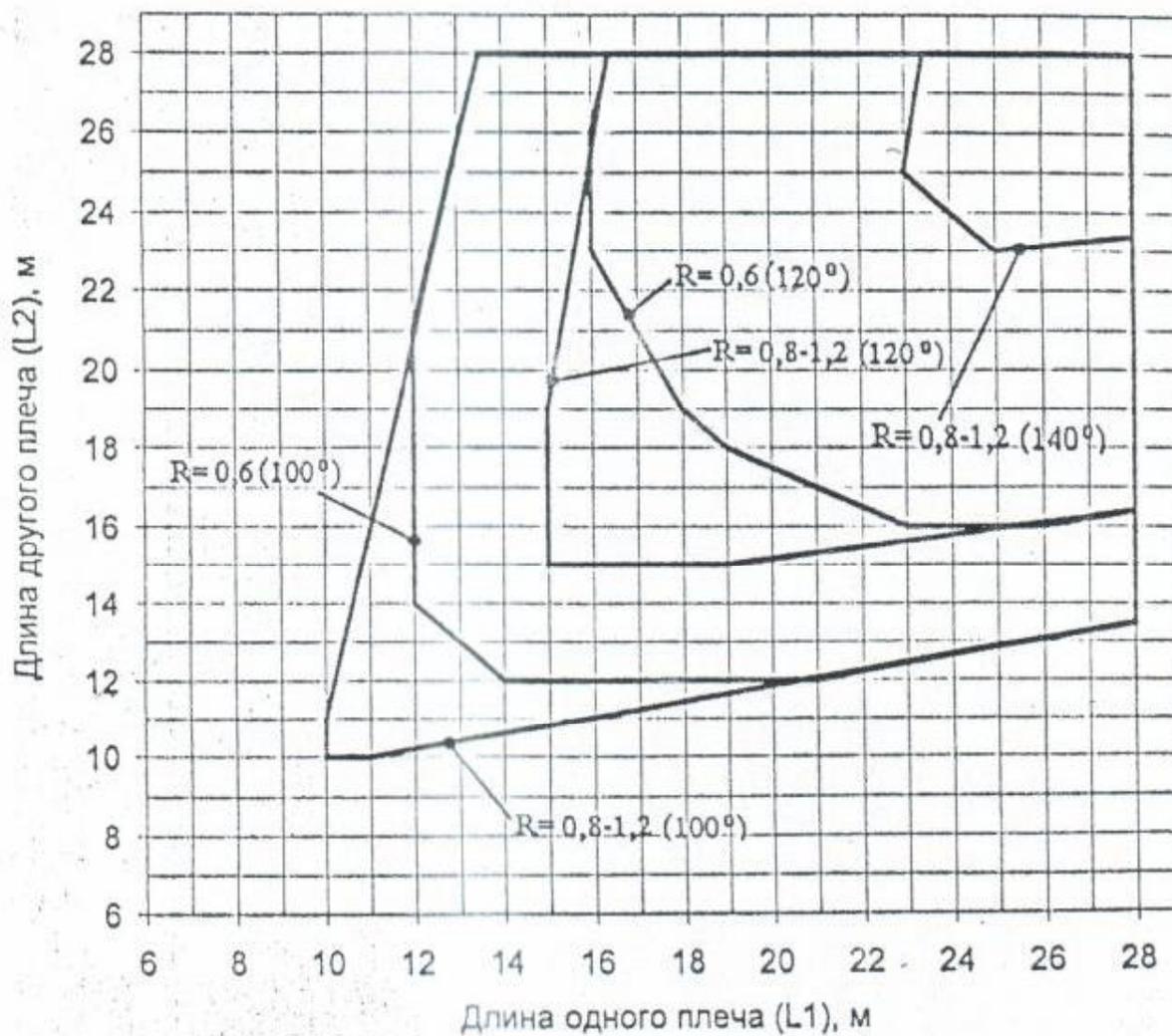


Рисунок Г.20 – График для определения допустимой длины плеча Г-образного поворота трубопровода Ду 250 (часть 2)

Глубина прокладки теплотрассы 1,5м
 Толщина слоя теплоизоляции 45-50мм
 Минимальный допустимый радиус кривизны отводов – 0,6м.

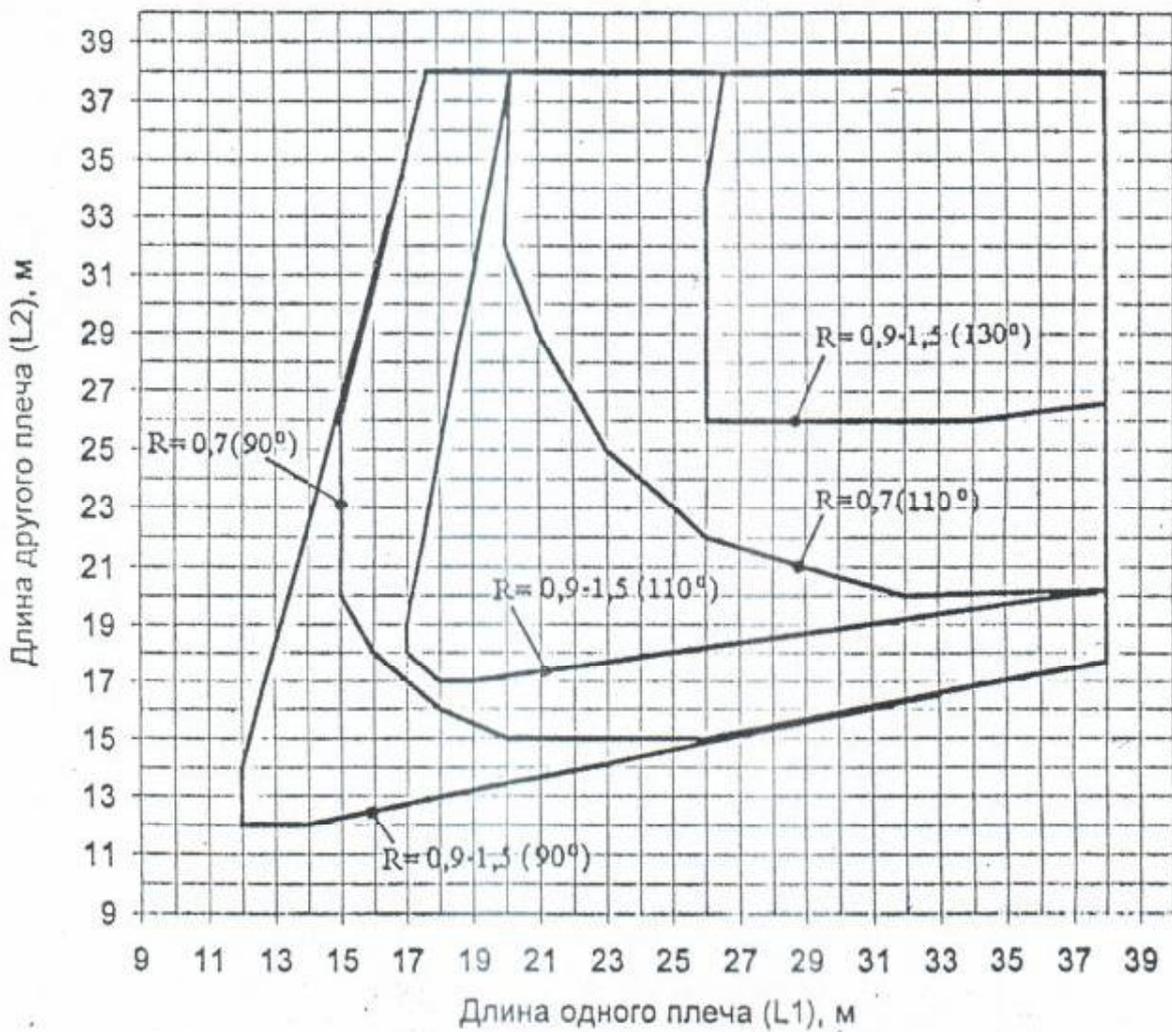


Рисунок Г.21 – График для определения допустимой длины плеча

Г-образного поворота трубопровода Ду 300 (часть 1)

Глубина прокладки теплотрассы	1,5м
Толщина слоя теплоизоляции	50-55мм
Минимальный допустимый радиус кривизны отводов – 0,7м.	



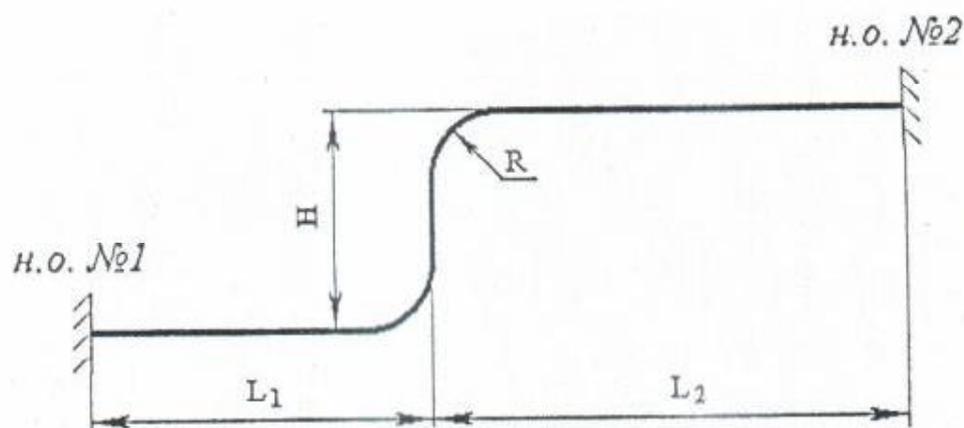
Рисунок Г.21 – График для определения допустимой длины плеча Г-образного поворота трубопровода Ду 300 (часть 2)

Глубина прокладки теплотрассы	1,5м
Толщина слоя теплоизоляции	50-55мм
Минимальный допустимый радиус кривизны отводов – 0,7м.	

Г.3 Определение размеров Z-образного поворота

Г.3.1 На графиках (рисунок Г.23-Г.35) приведены области допустимых значений для длин плеч Z-образного поворота.

Г.3.2 На рисунке Г.22 показана схема Z-образного поворота и обозначения его основных элементов. Обозначения плеч (L_1 , L_2) приняты условно, поскольку графики симметричные.



L_1 , L_2 – длины плеч поворота, $L_1=L_2$, R – радиус кривизны отводов,

H – вылет компенсатора, н.о. – неподвижная опора

Рисунок Г.22 – Схема участка с Z-образным компенсатором

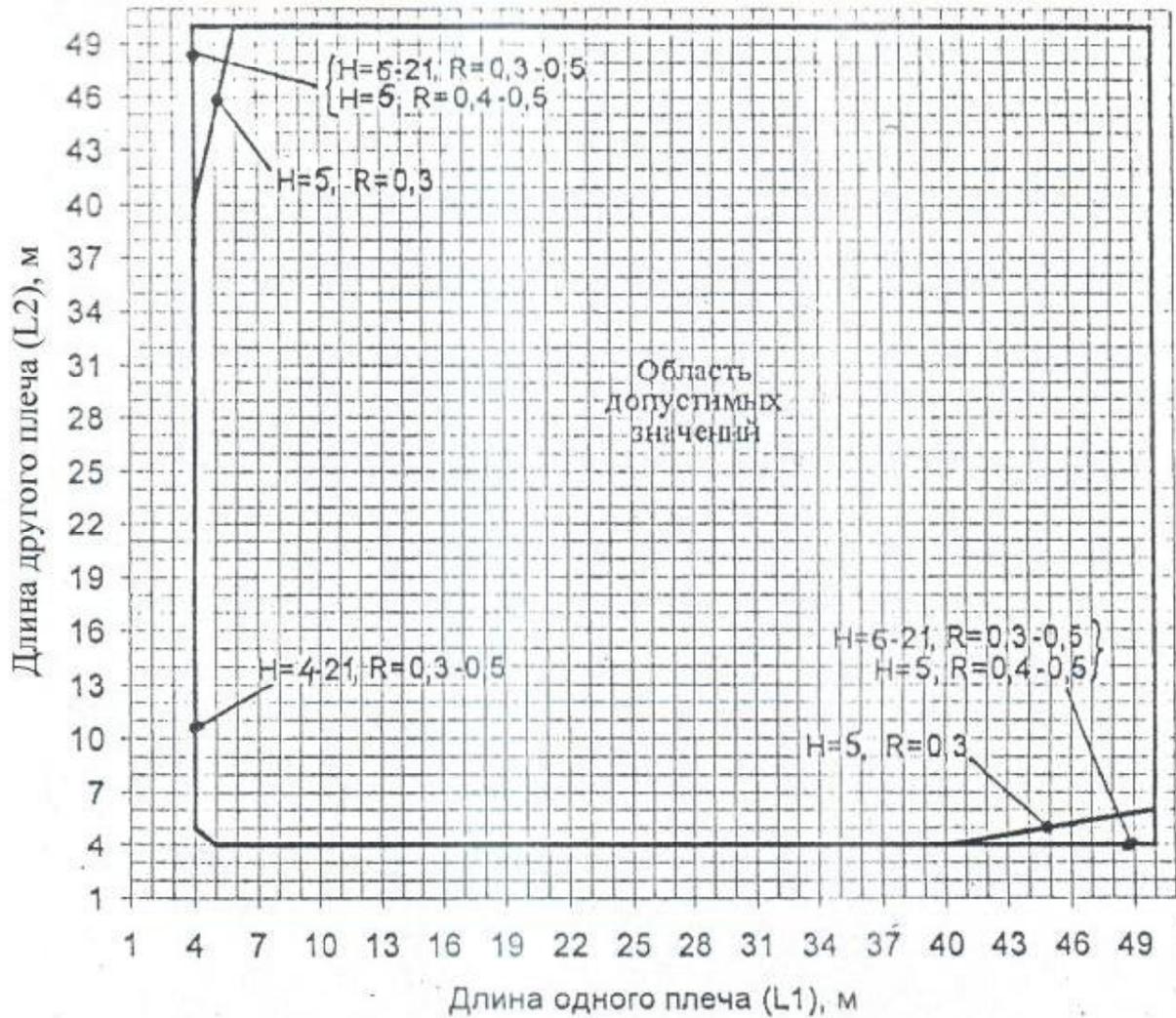


Рисунок Г.23 – График для определения допустимой длины плеча Z-образного поворота трубопровода Ду 100

Глубина прокладки теплотрассы	0,7м
Толщина слоя теплоизоляции	30-44,5мм
Минимальный допустимый радиус кривизны отводов –	0,3м
Наименьшая допустимая длина вылета (H)	4м.

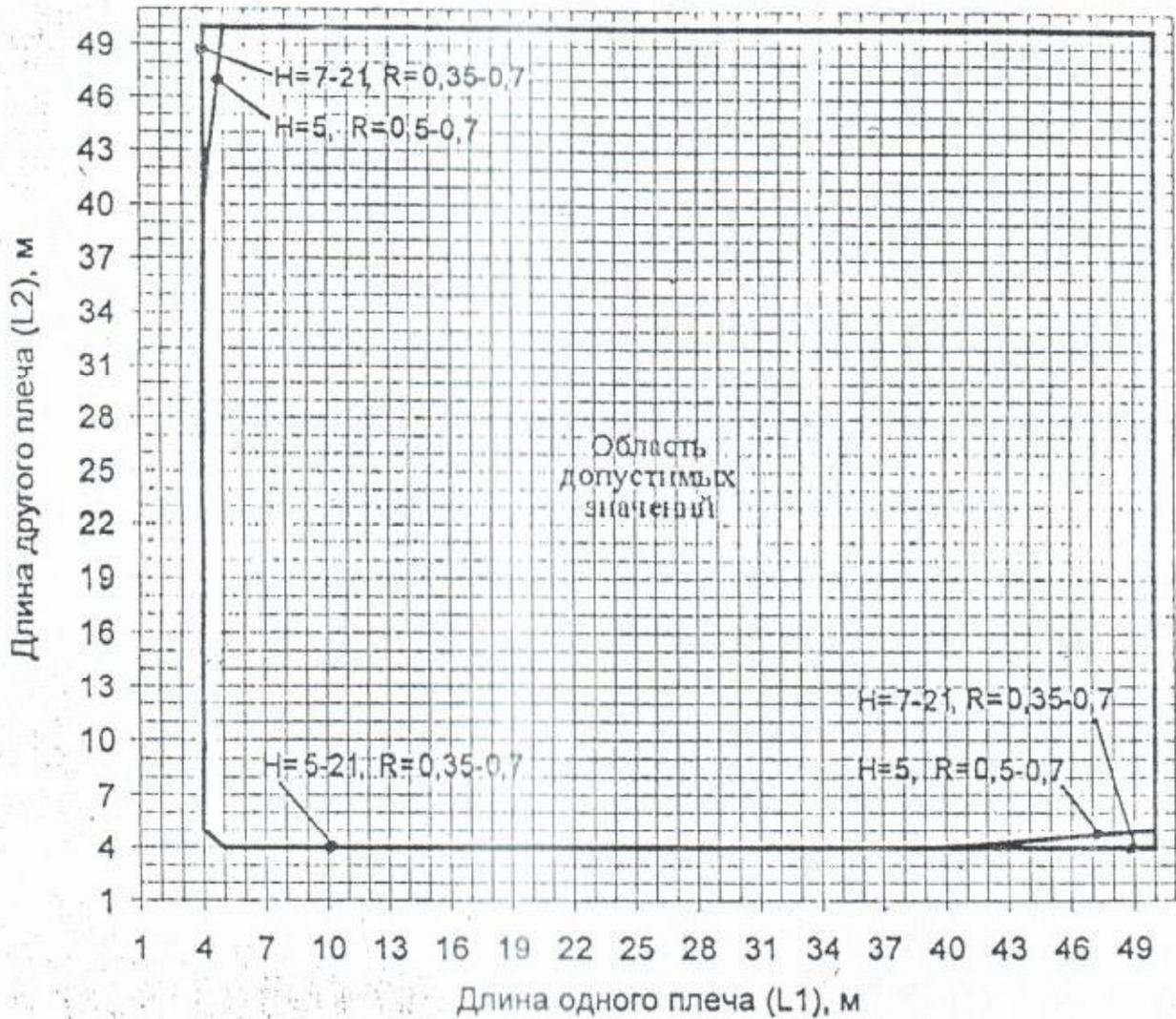


Рисунок Г.24 – График для определения допустимой длины плеча
Z-образного поворота трубопровода Ду 150

Глубина прокладки теплотрассы	0,7м
Толщина слоя теплоизоляции	40-44,5мм
Минимальный допустимый радиус кривизны отводов –	0,35м
Наименьшая допустимая длина вылета (H)	5м.

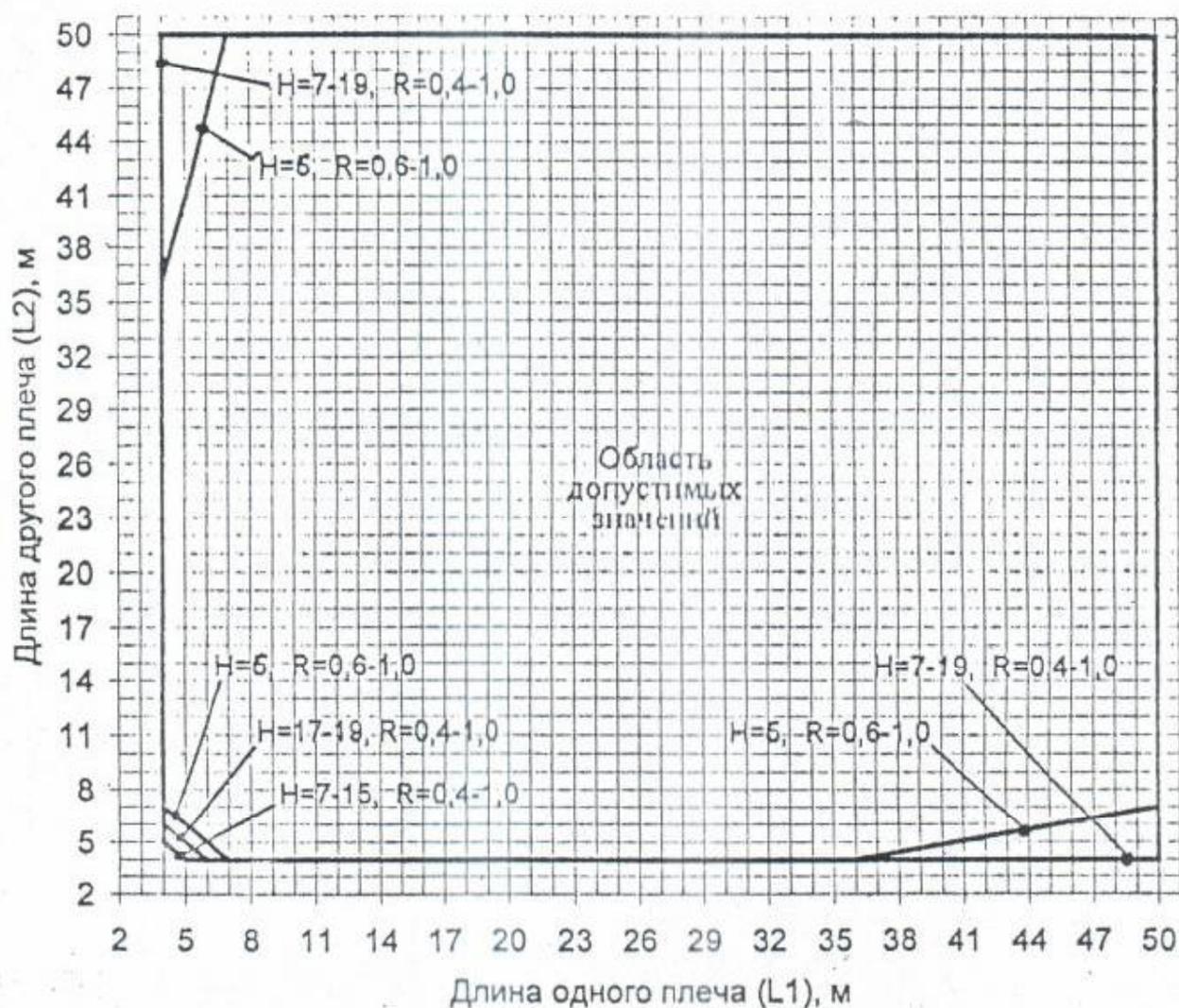


Рисунок Г.25 – График для определения допустимой длины плеча
Z-образного поворота трубопровода Ду 200

- Глубина прокладки теплотрассы 0,7м
Толщина слоя теплоизоляции 43,5-45мм
Минимальный допустимый радиус кривизны отводов – 0,4м
Наименьшая допустимая длина вылета (H):
6м – для $R \geq 0,6$ м;
7м – для $R = 0,4-0,6$ м.

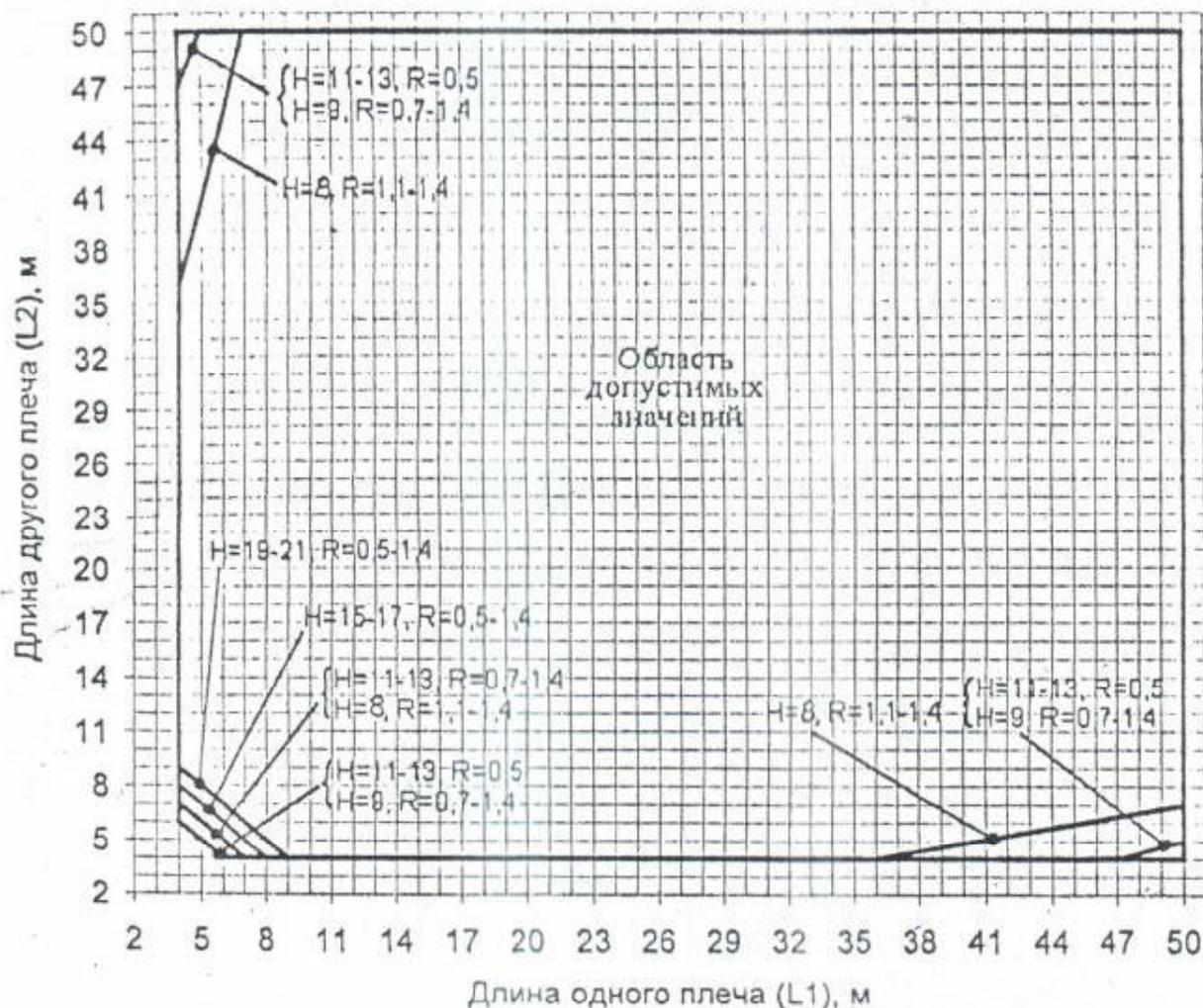


Рисунок Г.27 – График для определения допустимой длины плеча Z-образного поворота трубопровода Ду 300

- Глубина прокладки теплотрассы 0,7м
Толщина слоя теплоизоляции 50-55мм
Минимальный допустимый радиус кривизны отводов – 0,5м
Наименьшая допустимая длина вылета (H):
8м – для $R \geq 1,1$ м;
9м – для $R = 0,5-1,0$ м.

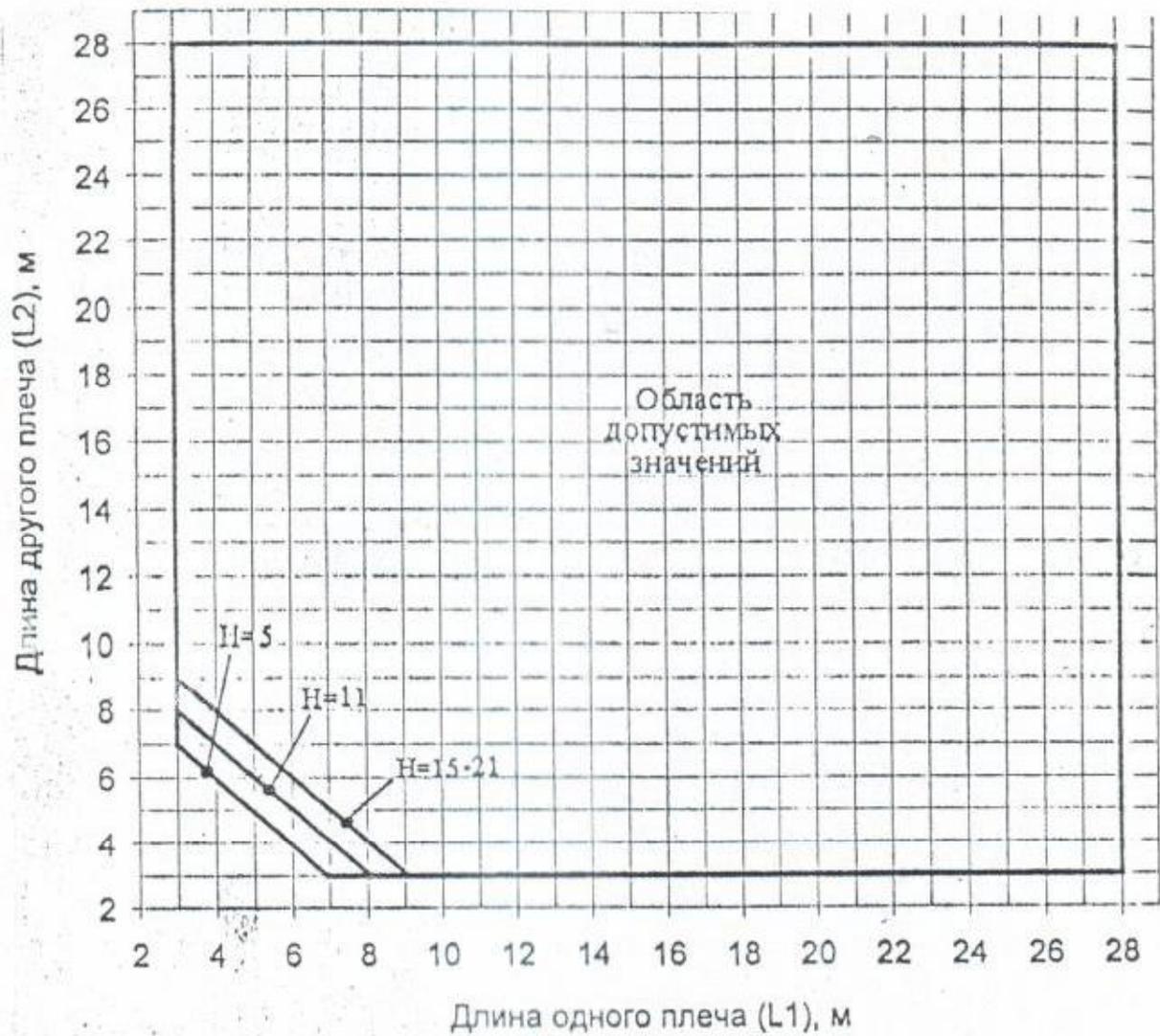


Рисунок Г.28 – График для определения допустимой длины плеча
Z-образного поворота трубопровода Ду 100

- Глубина прокладки теплотрассы 1,5м
Толщина слоя теплоизоляции 30мм
Минимальный допустимый радиус кривизны отводов – 0,3м
Наименьшая допустимая длина вылета (H) 5м.

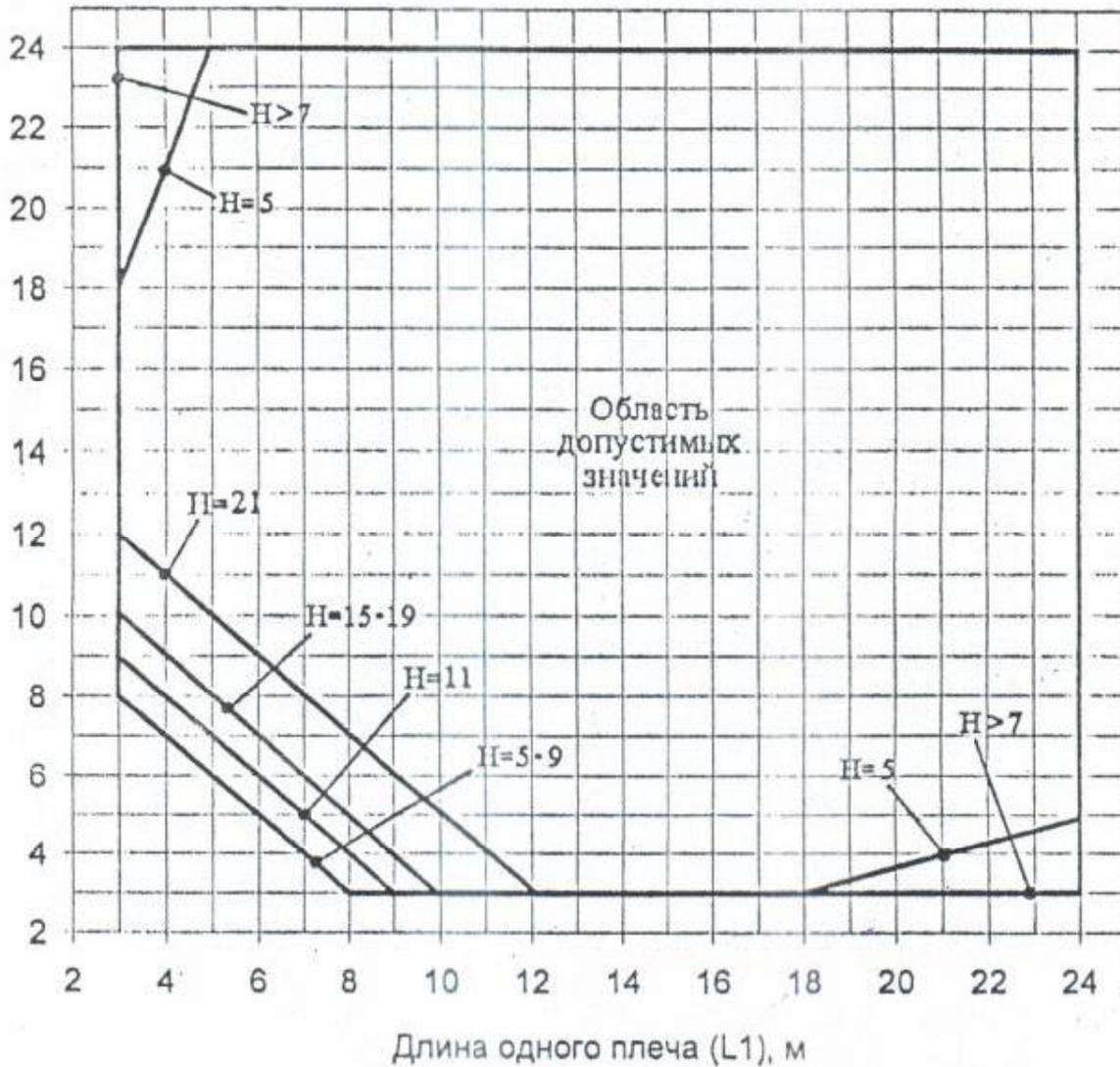


Рисунок Г.29 – График для определения допустимой длины плеча Z-образного поворота трубопровода Ду 100

- Глубина прокладки теплотрассы 1,5м
 Толщина слоя теплоизоляции 44,5мм
 Минимальный допустимый радиус кривизны отводов – 0,3м
 Наименьшая допустимая длина вылета (N) 5м.

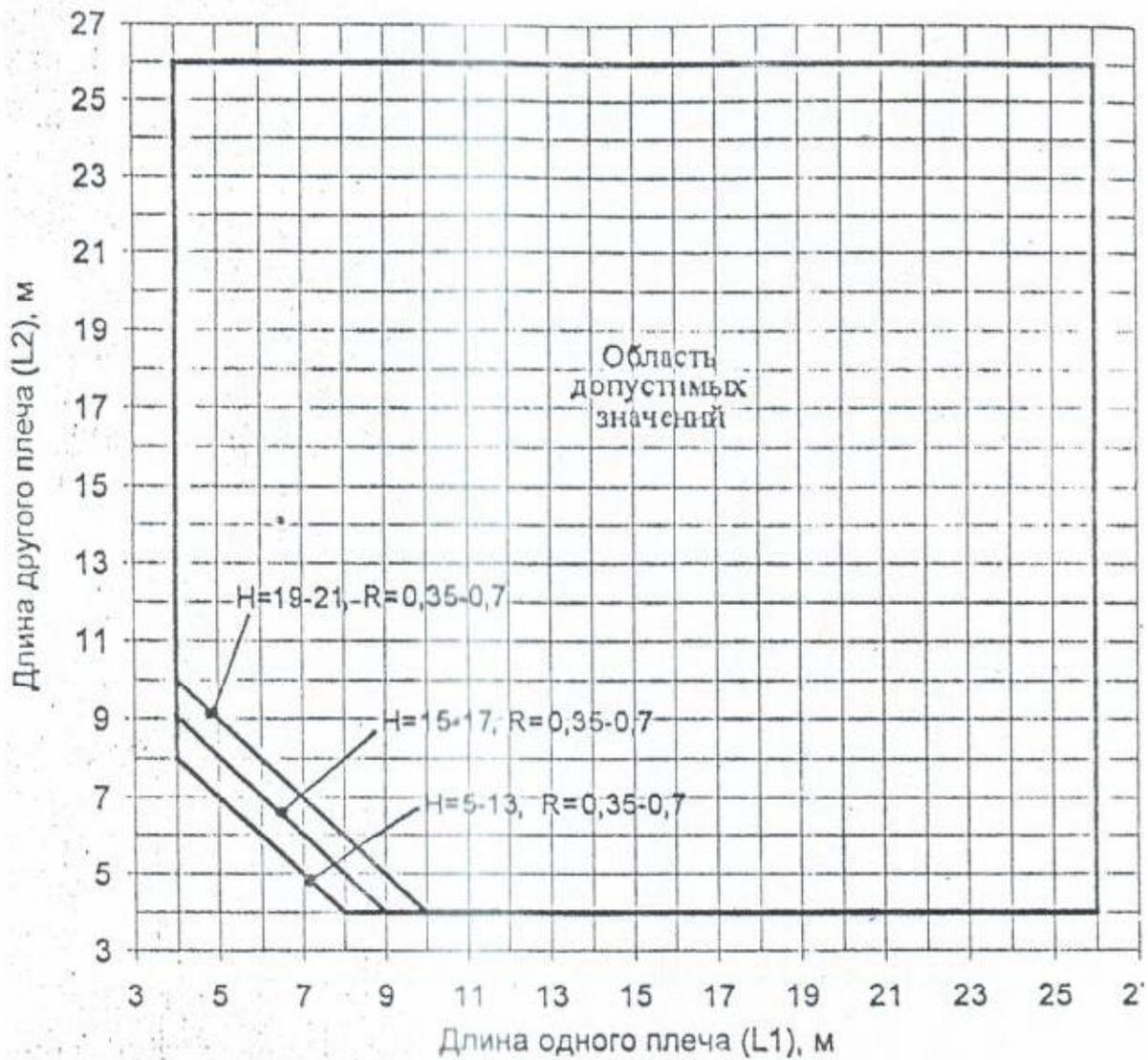


Рисунок Г.30 – График для определения допустимой длины плеча
Z-образного поворота трубопровода Ду 150

Глубина прокладки теплотрассы	1,5м
Толщина слоя теплоизоляции	40-44,5мм
Минимальный допустимый радиус кривизны отводов –	0,35м
Наименьшая допустимая длина вылета (H)	5м.

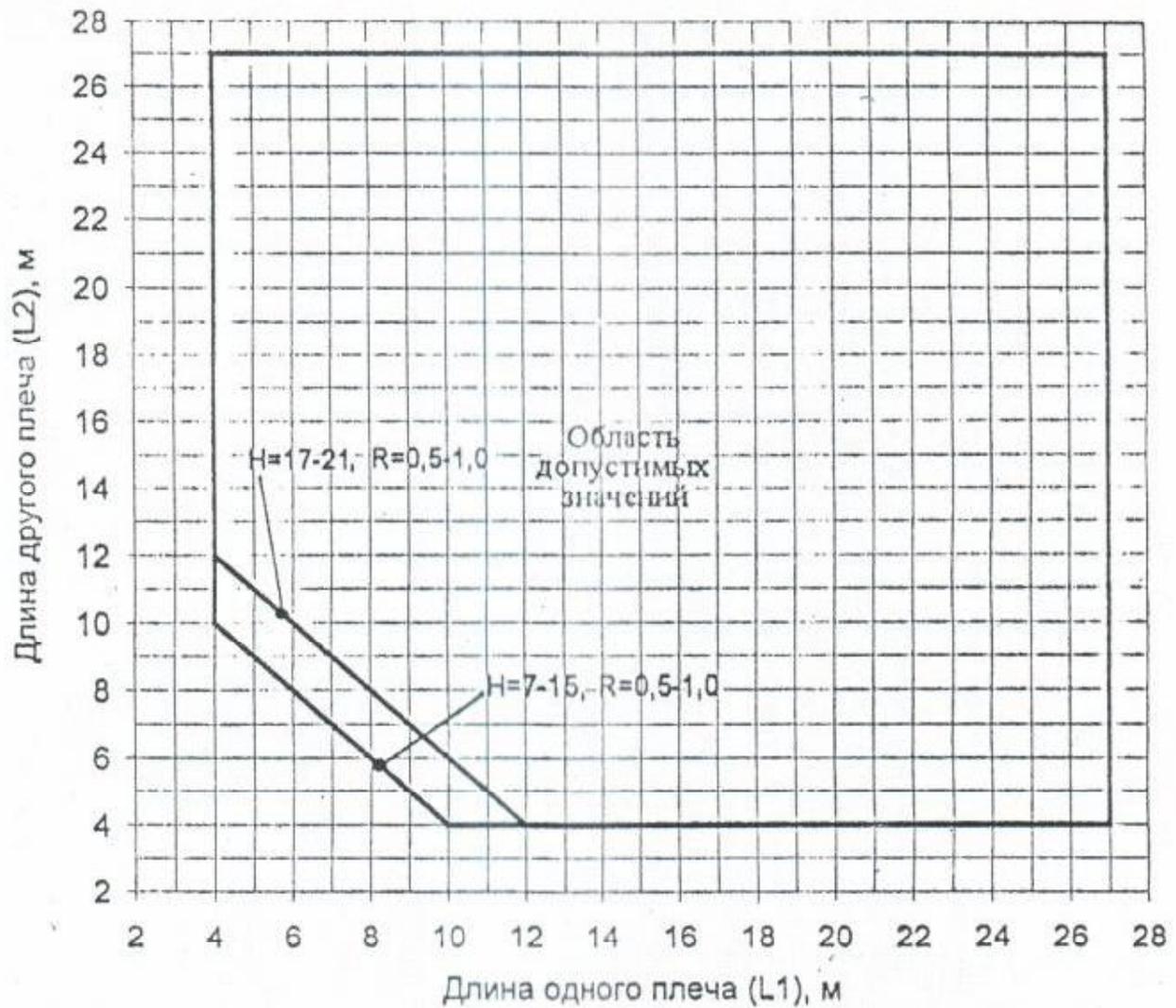


Рисунок Г.31 – График для определения допустимой длины плеча Z-образного поворота трубопровода Ду 200

- Глубина прокладки теплотрассы 1,5м
Толщина слоя теплоизоляции 43,5-45мм
Минимальный допустимый радиус кривизны отводов – 0,5м
Наименьшая допустимая длина вылета (H):
7м – для $R \geq 0,5$ м;

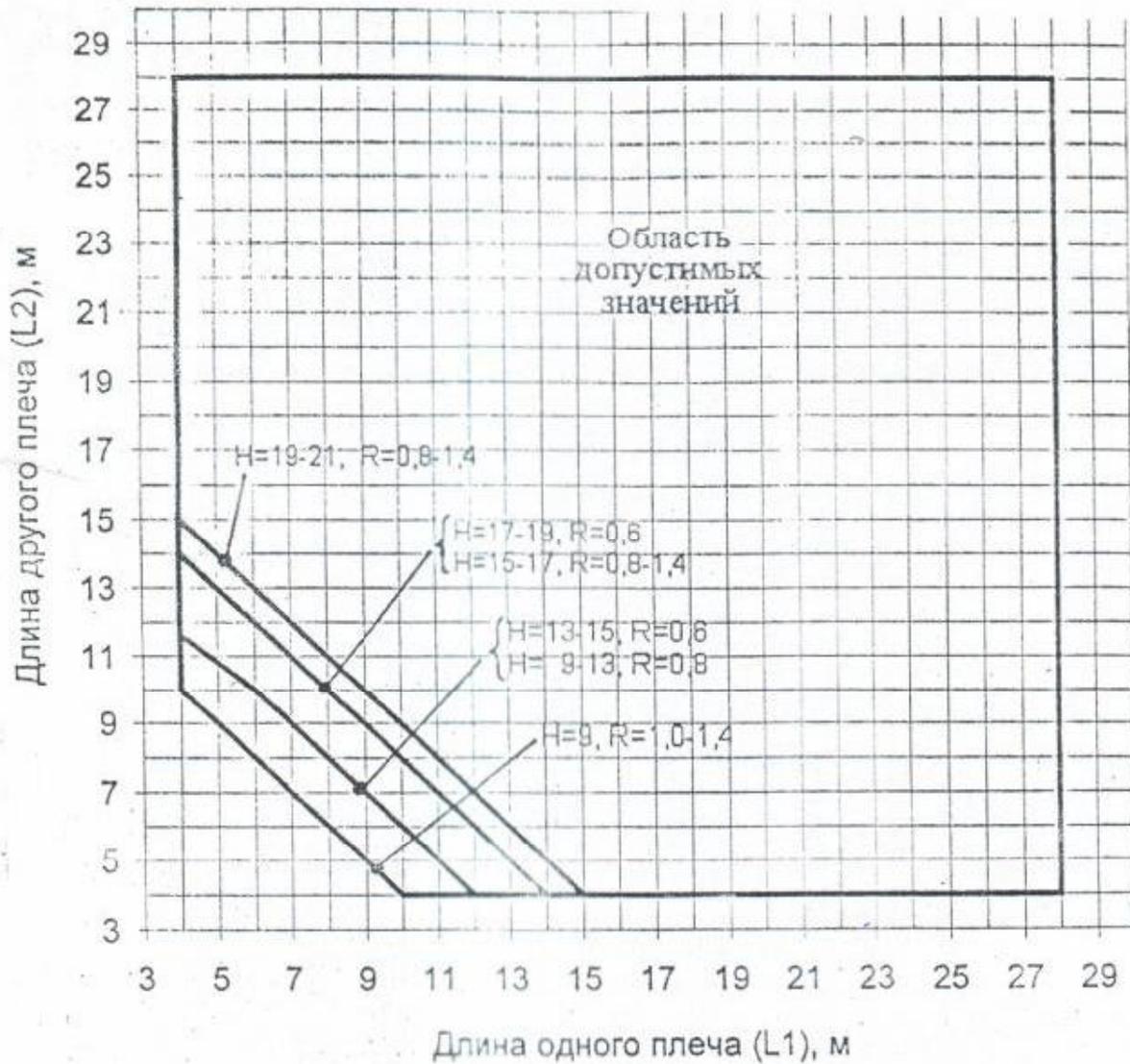


Рисунок Г.32 – График для определения допустимой длины плеча
Z-образного поворота трубопровода Ду 250

Глубина прокладки теплотрассы	1,5м
Толщина слоя теплоизоляции	45-50мм
Минимальный допустимый радиус кривизны отводов – 0,6м	
Наименьшая допустимая длина вылета (H):	
9м – для $R \geq 0,8$ м;	
13м – для $R = 0,6-0,7$ м.	

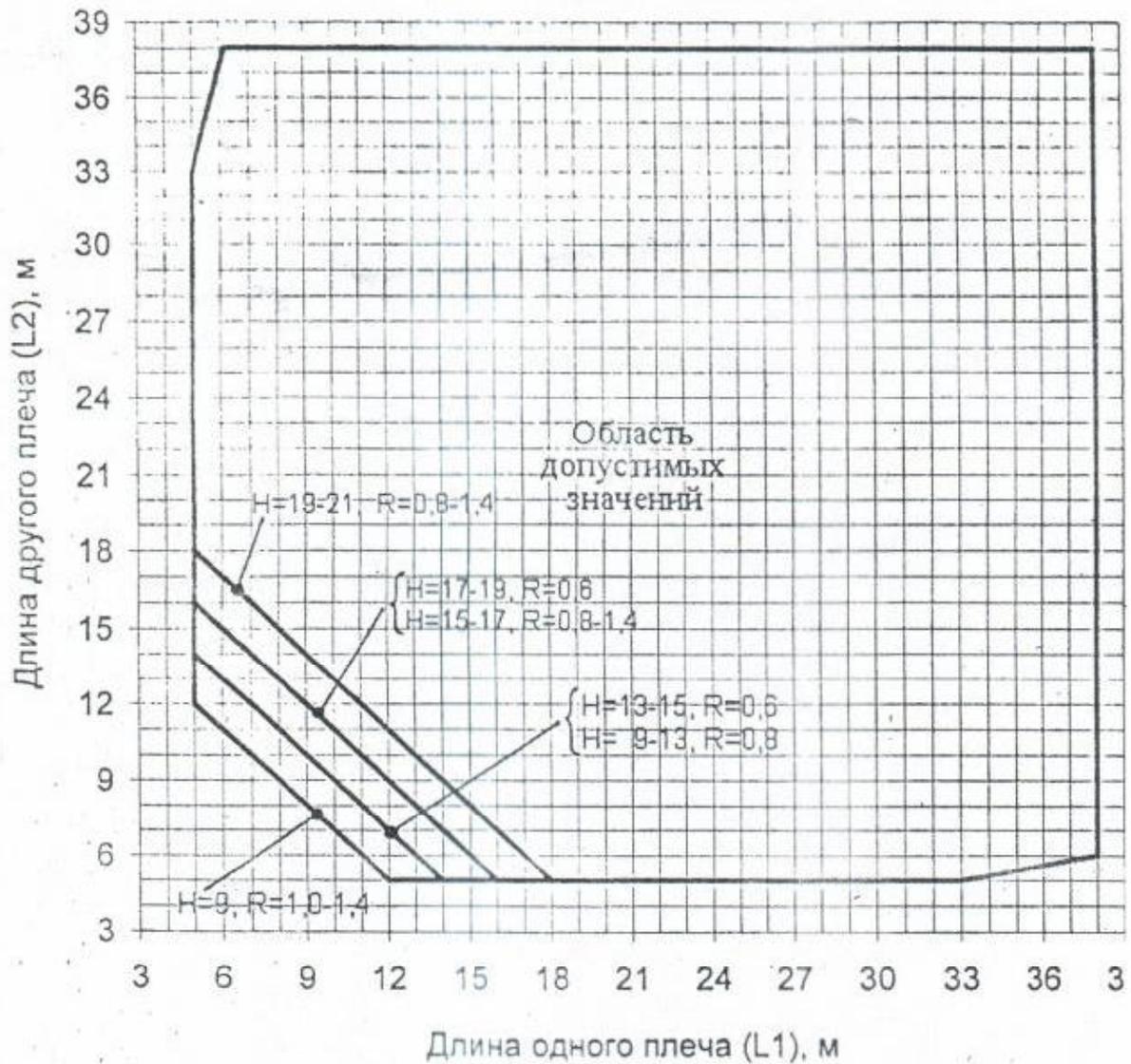


Рисунок Г.33 – График для определения допустимой длины плеча Z-образного поворота трубопровода Ду 300

- Глубина прокладки теплотрассы 1,5м
- Толщина слоя теплоизоляции 50-55мм
- Минимальный допустимый радиус кривизны отводов – 0,6м
- Наименьшая допустимая длина вылета (H):
- 9м – для $R \geq 0,8$ м;
- 13м – для $R=0,6-0,7$ м.

**Приложение Д
(рекомендуемое)**

Типовые решения прокладки тепловых сетей с трубами из ВЧШГ

В данном приложении приведены типовые решения бесканальной и канальной прокладки теплопроводов из ВЧШГ.

Д.1 Бесканальная прокладка трубопроводов

Д.1.1 Типовые решения бесканальной прокладки трубопроводов приведены на рисунках Д.1-Д.3 и таблицах Д.1, Д.2.

Д.1.2 Для трубопроводов с промышленной тепловой изоляцией из ППУ и полиэтиленовой гидрозащитной оболочкой систему попутного дренажа разрешается не предусматривать.

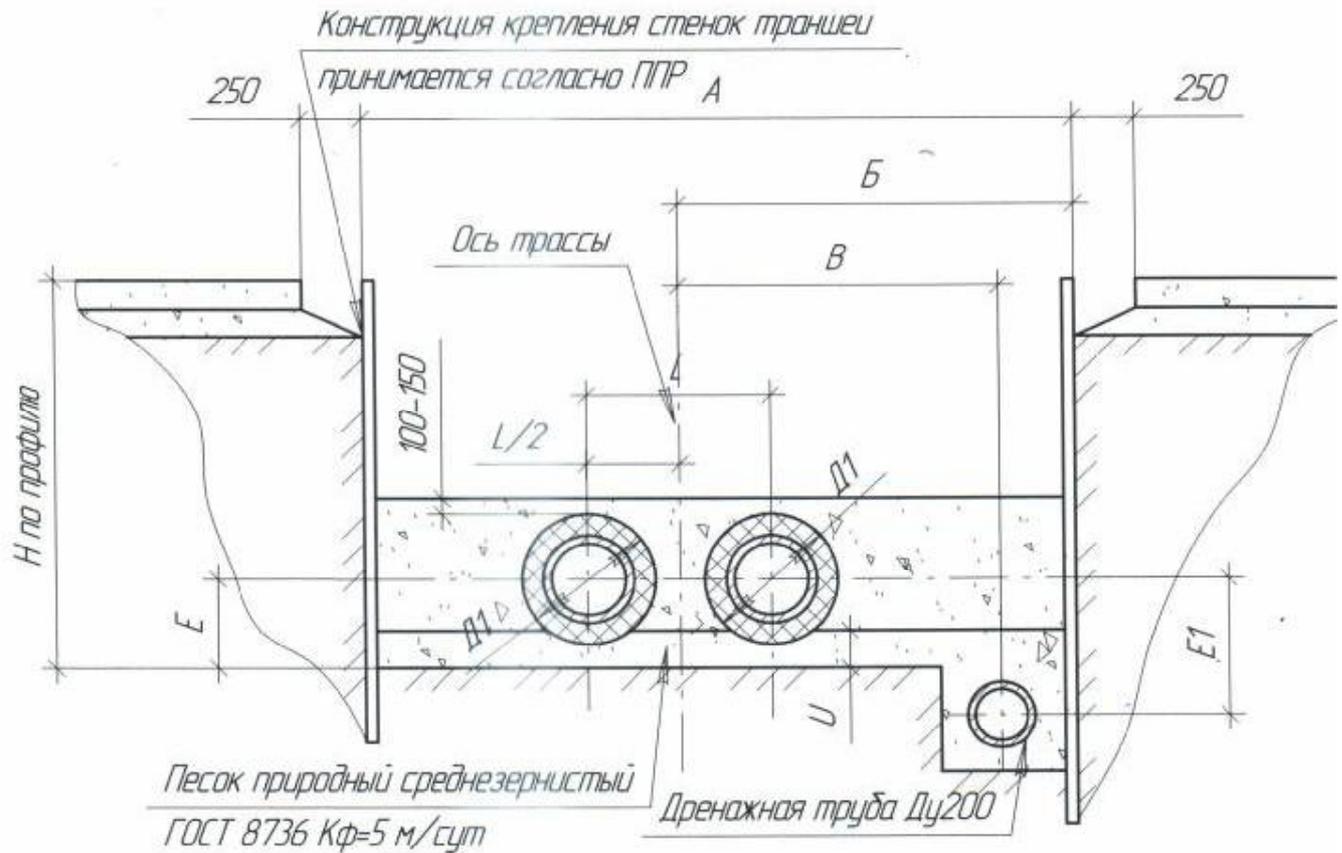
Д.1.3 Для бесканальной прокладки трубопроводов из ВЧШГ рекомендуется применять неподвижные опоры щитового типа с защитой от электрокоррозии (рисунок Д.4, таблица Д.3).

Размеры опорных металлических конструкций неподвижных опор следует принимать по расчету согласно СНиП II-23.

Д.1.4 Сварку стальных деталей неподвижных опор производить электродом типа Э42 по ГОСТ 9467.

Приварку металлических элементов опор к трубе из ВЧШГ производить электродами на железоникелевой (никелевой) основе (таблица 14) согласно ТИ 502549-94-С-01.

Катеты сварных швов принимаются по наименьшей толщине свариваемых деталей.



U – Толщина уплотненного песчаного основания ($K_{упл} \geq 0.98$);

D1 – Максимальный наружный диаметр трубопровода с изоляцией и оболочкой

Рисунок Д.1 – Устройство траншеи с креплением для бесканальной прокладки при высоком уровне грунтовых вод

Таблица Д.1 – Размеры в миллиметрах к рисунку Д.1

Условный диаметр, мм	D1	L	A	Б	B	E	E1	U
100	217	400	1750	1100	750	250	550	240
150	280	500	1950	1200	850	325	600	320
200	315	550	2000	1250	900	362	650	320
250	400	600	2150	1300	950	400	650	320
300	450	650	2600	1500	1050	425	700	360

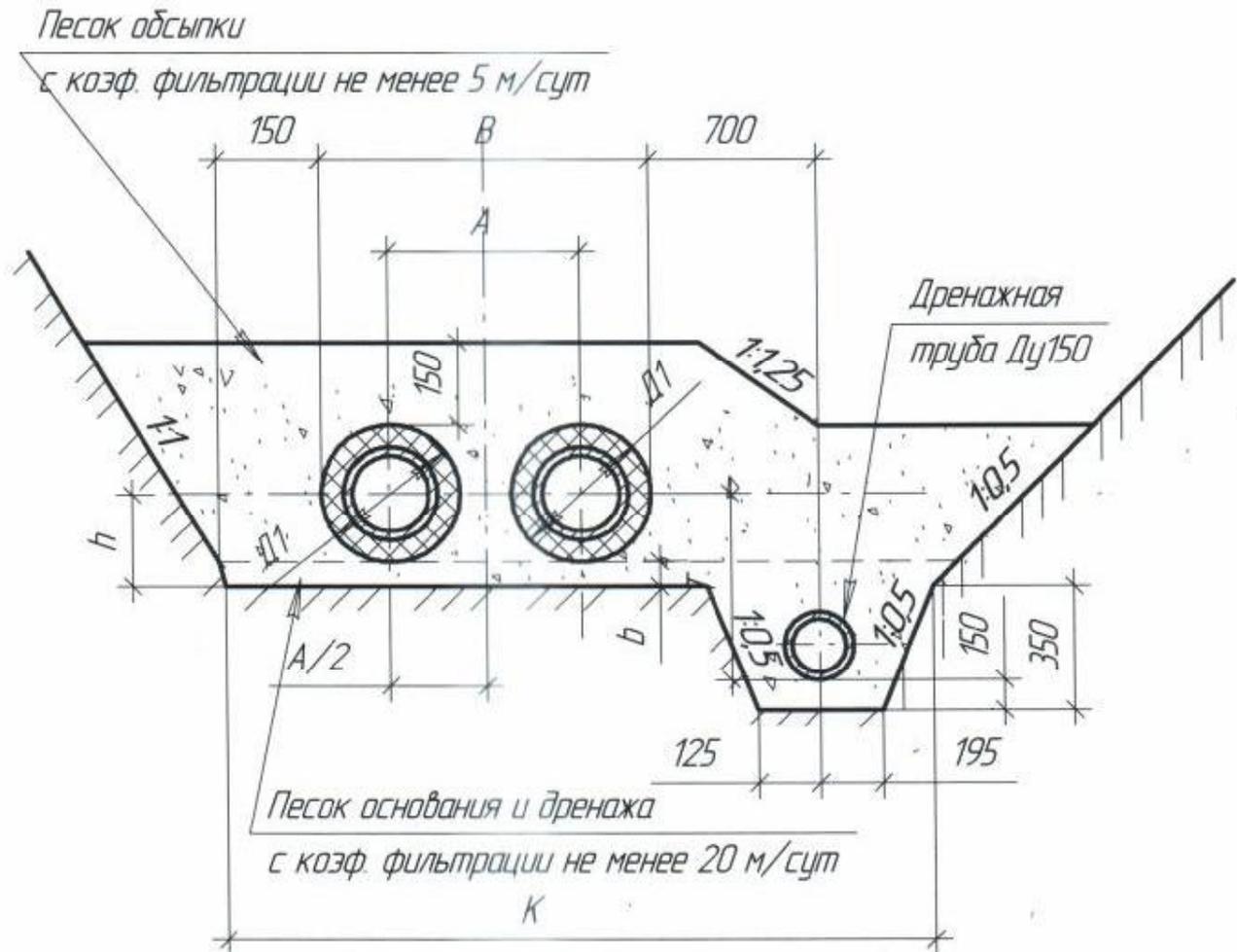


Рисунок Д.2 – Бесканальная прокладка теплопроводов при высоком уровне грунтовых вод с дренажом несовершенного типа (в траншее с откосами)

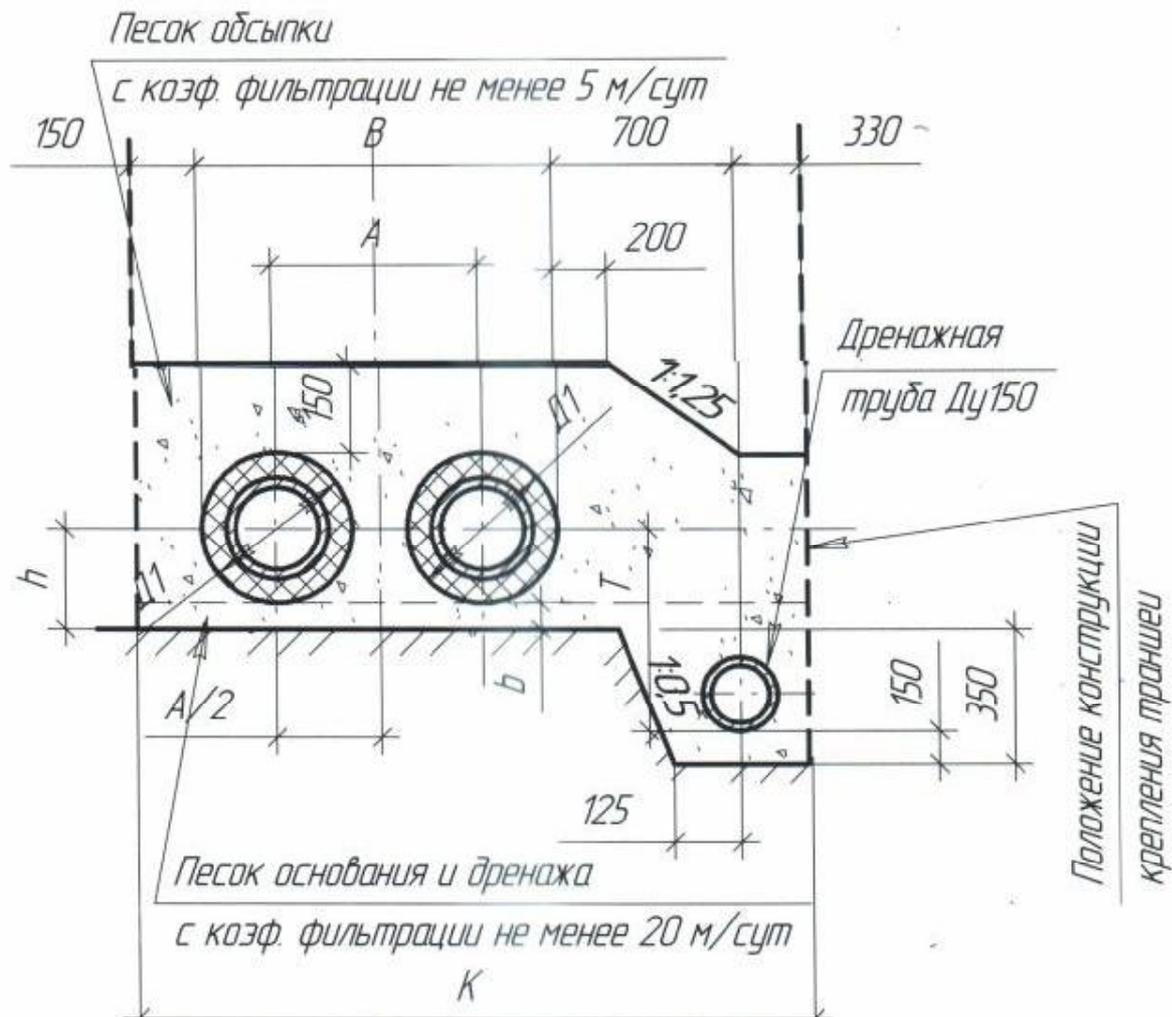
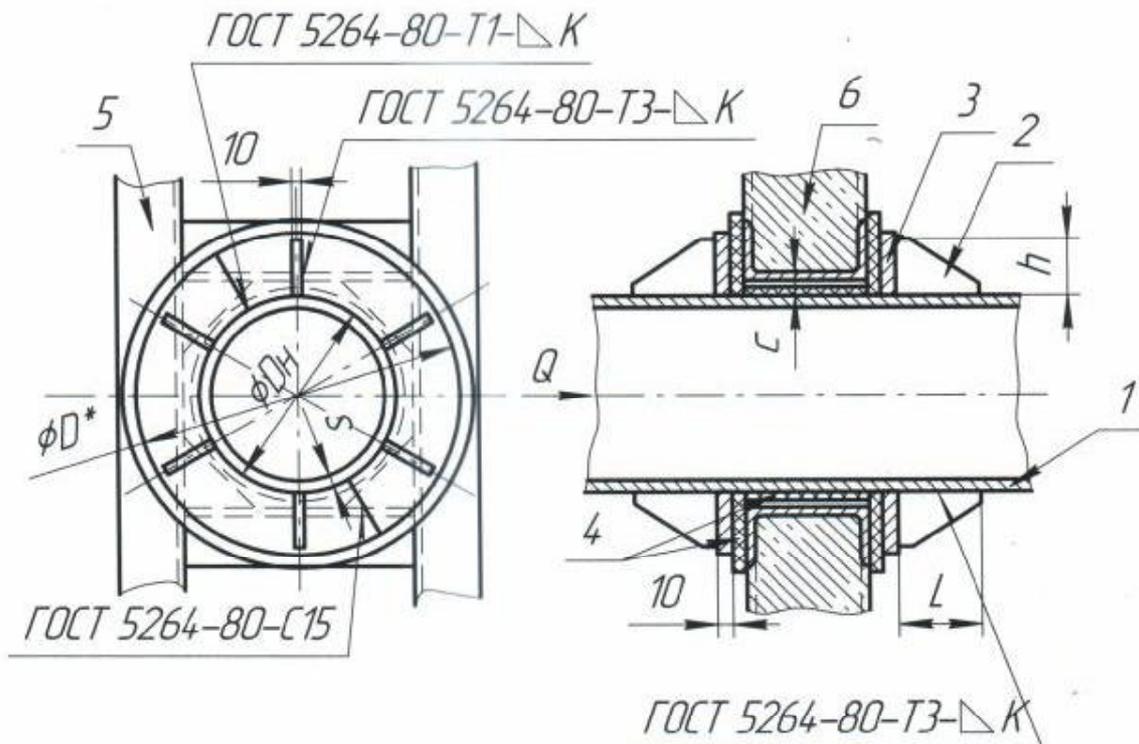


Рисунок Д.3 – Бесканальная прокладка теплопроводов при высоком уровне грунтовых вод с дренажом несовершенного типа (в траншее с креплениями)

Таблица Д.2 – Основные размеры и расход материалов к рисункам Д.2, 3

Диаметр условного прохода	Размеры, мм						Расход материалов на 1 м.							
	A	B	h	b	T, не менее	K	Обсыпка, м			Основание и дренаж		Дренажная труба, м		
							Песок с коэф. Фильтрации не менее 5 м/сут			Песок с коэф. Фильтрации не менее 20 м/сут				
							в траншее			в траншее				
							с креплениями			с откосами				
с откосами	с откосами	с откосами	с откосами	с откосами	с откосами									
100	400	600	250	150	650	1880	1780	0,43	0,47	0,44	0,42	0,6	0,56	1,0
150	440	690	279	150	680	1970	1870	0,51	0,58	0,53	0,51	0,61	0,57	
200	520	835	308	150	715	2115	2015	0,63	0,73	0,67	0,64	0,63	0,59	
250	600	1000	390	150	755	2230	2180	0,79	0,94	0,85	0,81	0,66	0,62	
300	659	1100	375	200	780	2380	2255	0,89	1,07	0,97	0,92	0,79	0,75	



1.-Труба ВЧШГ; 2.-Ребро жесткости; 3.- Упорное металлическое кольцо; 4.- Теплостойкие диэлектрические прокладки; 5.- Опорная металлическая конструкция; 6.- Железобетонная опорная конструкция

Рисунок Д.4 – Конструкция щитовой неподвижной опоры по серии 4.903-10

Таблица Д.3 – Размеры в миллиметрах

Обозначение по серии 4.903-10	Наружный диаметр трубопровода D_n	s	D	c	L	h	Осевая сила Q, тс
T8.02	118	6,0	230	20	110	50	7
T8.03	170	6,0	293	20		55	10
T8.05	222	6,3	368	30		65	20
T8.06	274	6,8	421	30		65	24
T8.07	326	7,2	481	30		70	30

Д.2 Канальная прокладка теплопроводов

Д.2.1 При канальной прокладке теплопроводов лотки укладываются на подготовленное и уплотненное песчаное основание, а трубы на скользящие хомутовые опоры с диэлектрическими прокладками.

Д.2.2 Техническое решение прокладки сварных трубопроводов из ВЧШГ приведены на рисунке Д.5 и таблице Д.4.

Д.2.3 При прокладке трубопроводов с соединением «ВРС» используются скользящие опоры, допускающие только осевые перемещения (рисунок Д.6-Д.7).

Катеты сварных швов и размеры опорных швеллеров принимаются по расчетам согласно СНиП II-23.

Д.2.4 Конструкции крепления стенок траншей принимаются в ППР.

Д.2.5 Расстояние между скользящими опорами принимаются по проекту, но не более L_{\max} (таблица Д.3).

Д.2.6 Для канальной прокладки трубопроводов из ВЧШГ рекомендуется применять неподвижные опоры лобового типа с защитой от электрокоррозии.

Размеры опорных металлических конструкций неподвижных опор следует принимать по расчету согласно СНиП II-23.

Д.2.7 Сварку стальных деталей неподвижных опор производить электродом типа Э42 по ГОСТ 9467.

Приварку металлических элементов опор к трубе из ВЧШГ производить электродами на железоникелевой (никелевой) основе (таблица 14) согласно ТИ 502549-94-С-01.

Катеты сварных швов принимаются по наименьшей толщине свариваемых деталей.

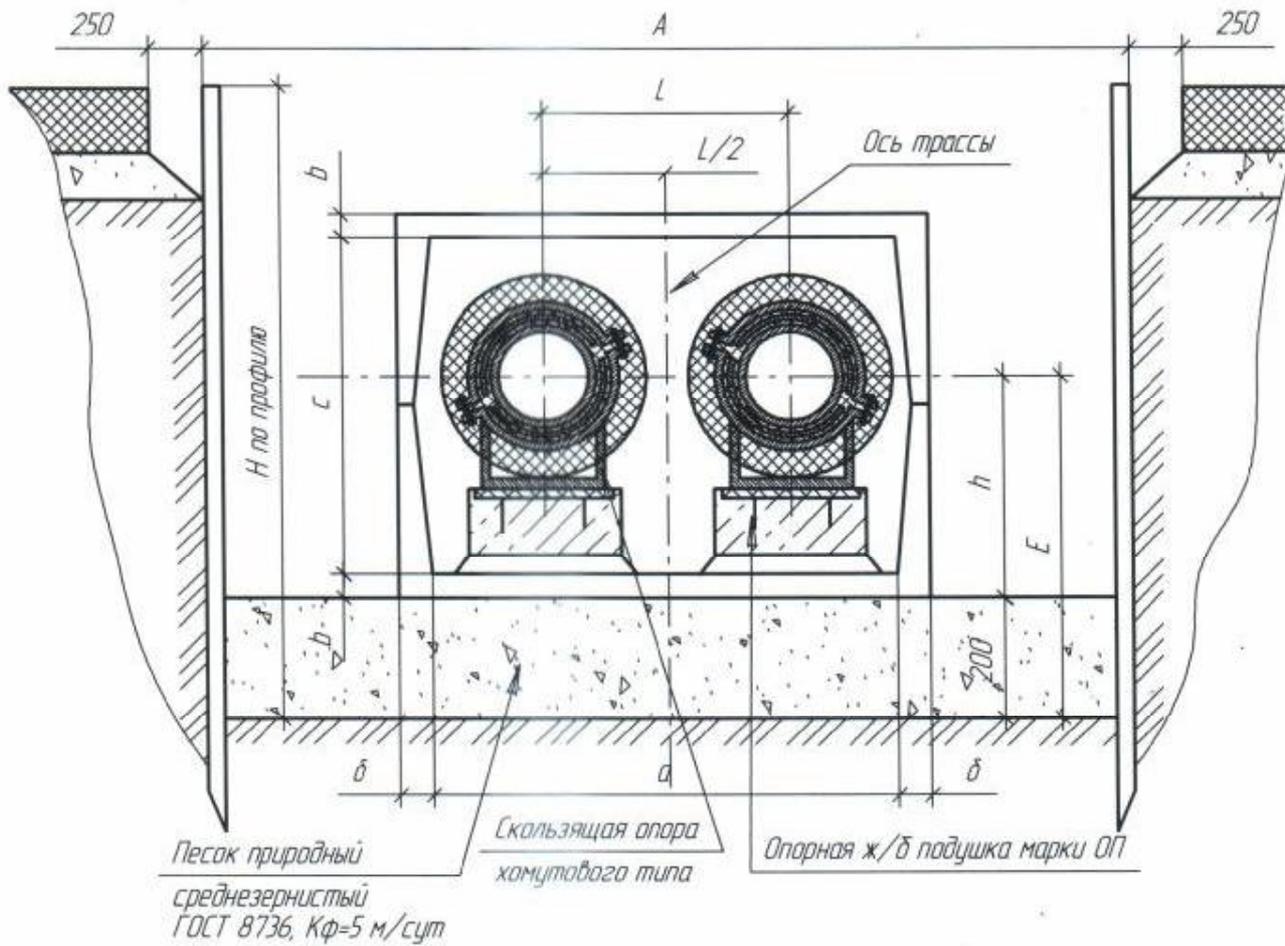
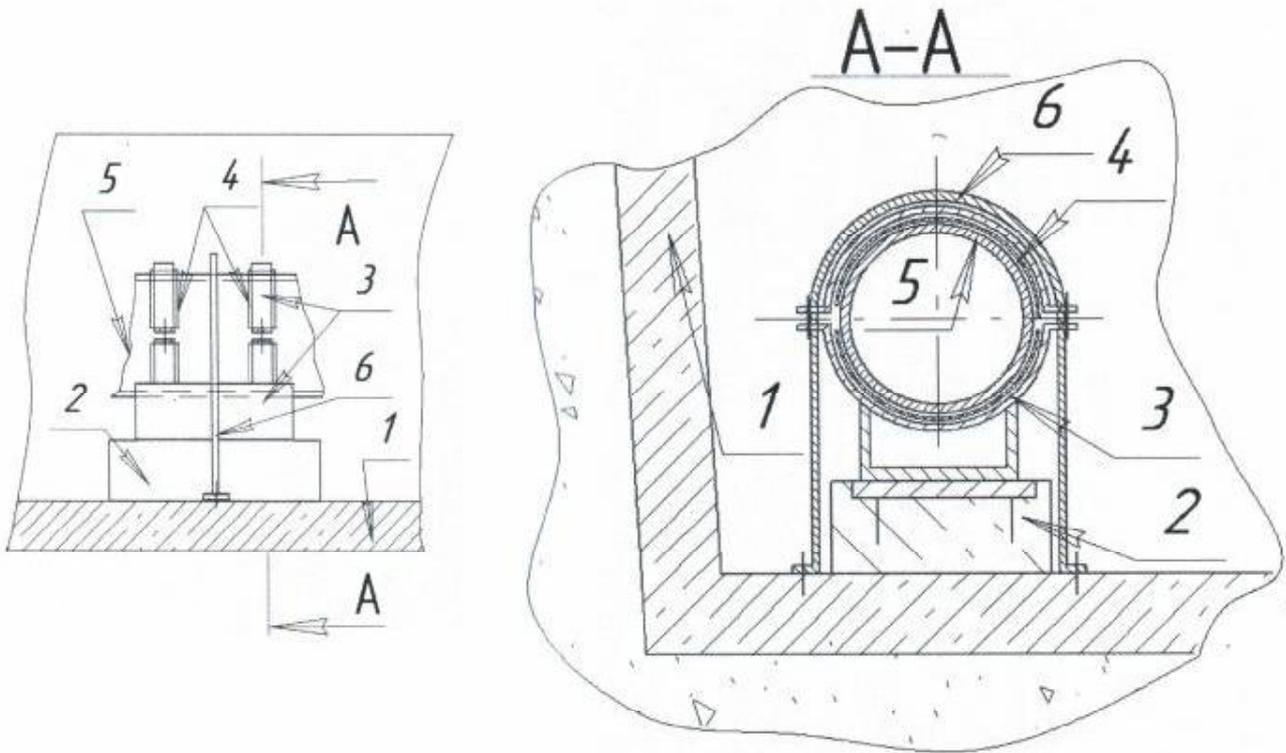


Рисунок Д.5 – Канальная прокладка сварных теплопроводов из ВЧШГ

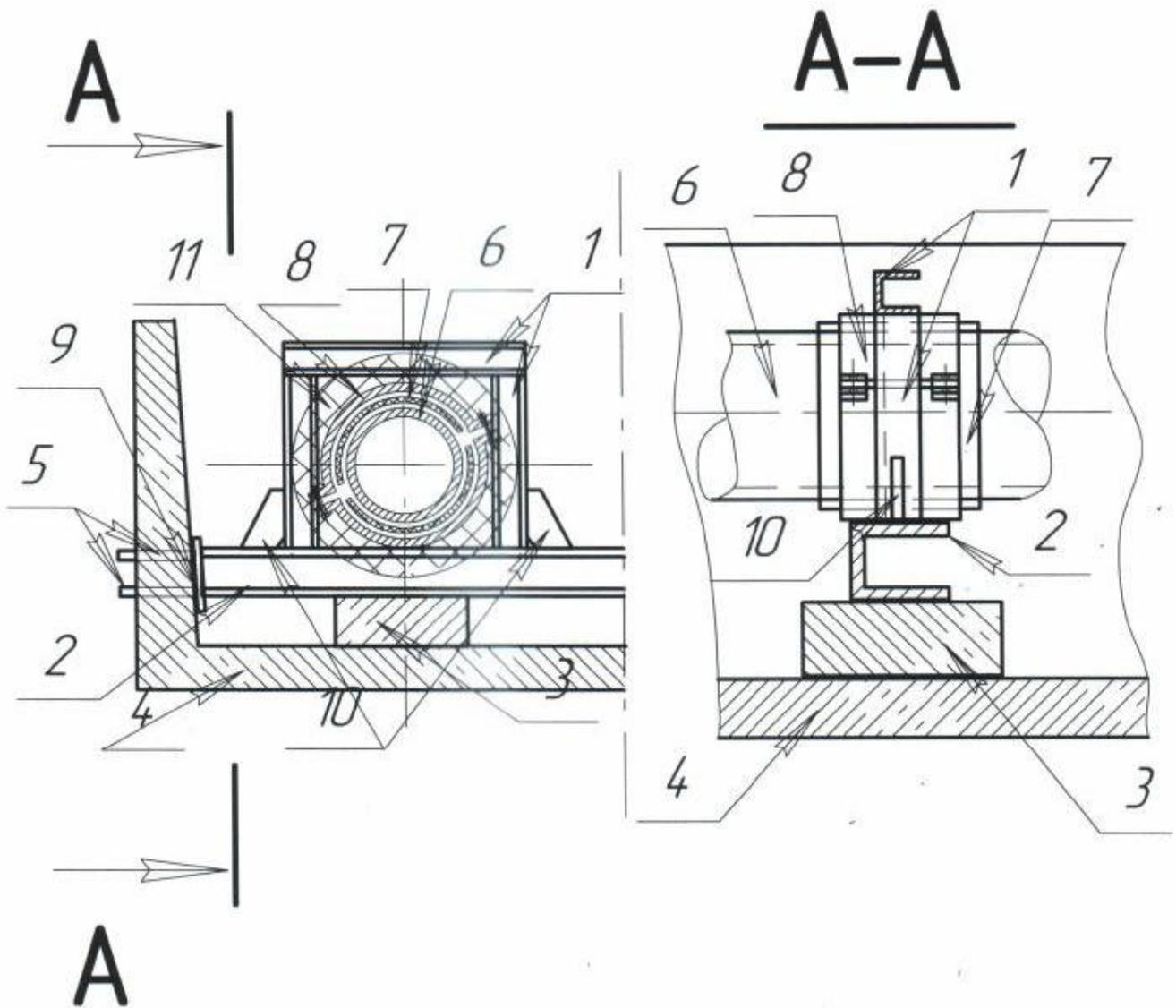
Таблица Д.4 – Размеры в миллиметрах к рисунку Д.4

Ду	L	a	δ	b	c	h	A	E	Lmax
100	400	970	85	90	510	305	2050	595	4000
150	500					330		620	5000
200	550	1210	90		650	360	2300	650	6000
250	600					390		680	7000
300	650	1440	100		810	455	2550	745	8000



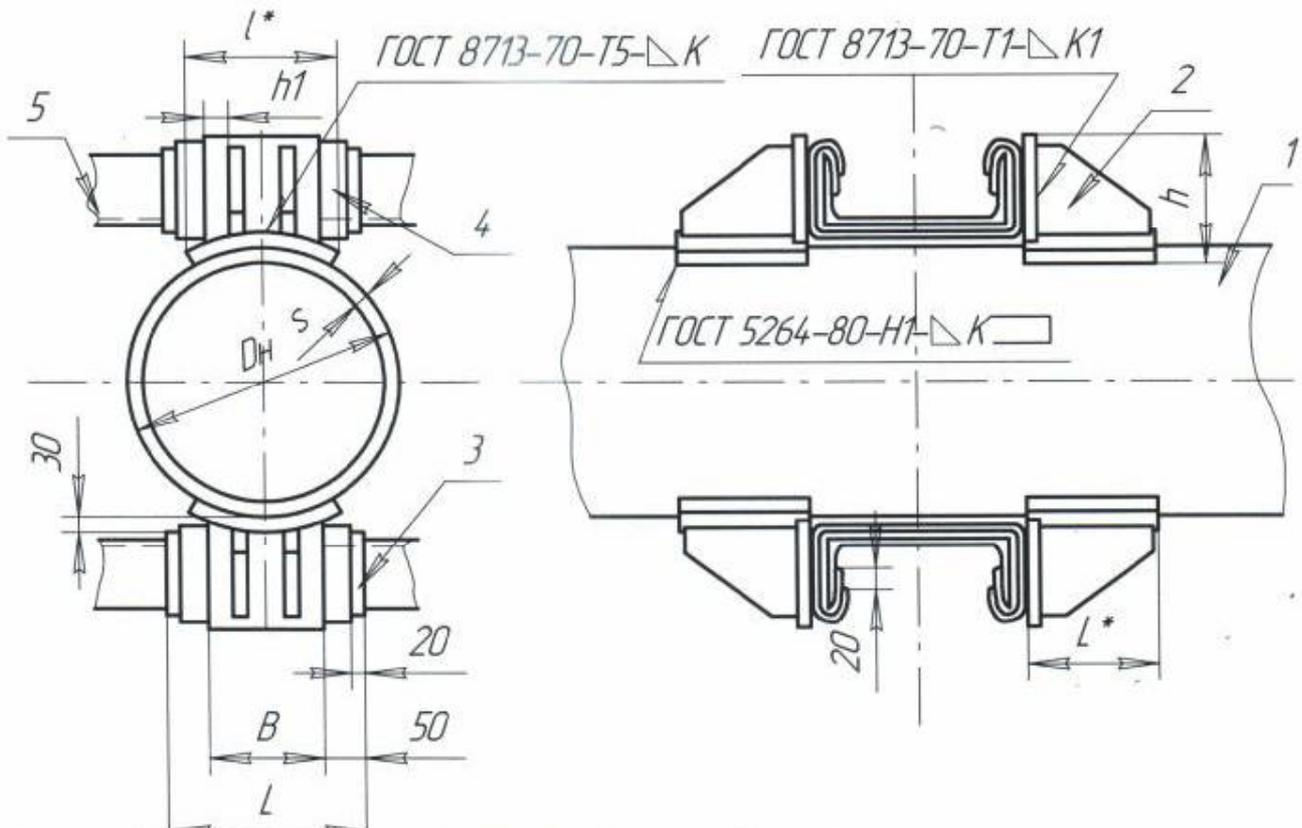
1. Железобетонный лоток; 2. Бетонная подушка с металлическими закладными деталями; 3. Подвижная опора хомутового типа по ГОСТ 22130; 4. Диэлектрические термостойкие прокладки; 5. Труба ВЧШГ; 6-Хомут ограничитель.

Рисунок Д.6 – Подвижная опора хомутового типа, обеспечивающая осевую устойчивость трубопровода



1. Швеллер №8 по ГОСТ 8240; 2. Опорный швеллер по ГОСТ 8240 (размер по расчету); 3. Железобетонная опорная подушка; 4. Железобетонный лоток;
5. Прут металлический $\varnothing 18$; 6. Труба ВЧШГ; 7. Диэлектрические термостойкие прокладки; 8. Хомут металлический; 9. Металлическая пластина; 10. Ребро жесткости; 11. Тепловая изоляция

Рисунок Д.7 – Подвижная опора рамного типа, обеспечивающая осевую устойчивость трубопровода



1. Труба ВЧШГ; 2 Стальной упор; 3. Теплостойкая диэлектрическая прокладка; 4. Оцинкованная полоса; 5.- Металлическая опорная конструкция

Рисунок Д.8 – Неподвижная опора лобового типа двухупорная по серии 4.903-10

Таблица Д.5 – Размеры в миллиметрах к рисунку Д.8

Обозначение по серии 4.903-10	Наружный диаметр трубопровода Dн	Осевая сила Q, тс	s	B	L	L*	L*	h	h1	K	K1
T6.02	118	5	6,0	80	180	88	115	80	20	4	10
T6.04	170	8	6,0	100	200	111	117	100	25	6	10
T6.05	222	9	6,3	120	220	130	137	125	30	6	12
T6.06	274	10	6,8	120	220	130	137	125	30	6	12
T6.07	326	12	7,2	120	220	130	167	125	30	6	12

Приложение Ж (справочное)

В настоящем приложении приводятся сведения о трубах и фасонных частях из ВЧШГ для сварных трубопроводов тепловых сетей, тип соединения – нахлесточный. Трубы и фасонные части изготавливаются в ОАО ЛМЗ «Свободный сокол» по ТУ 1461-065-50254094.

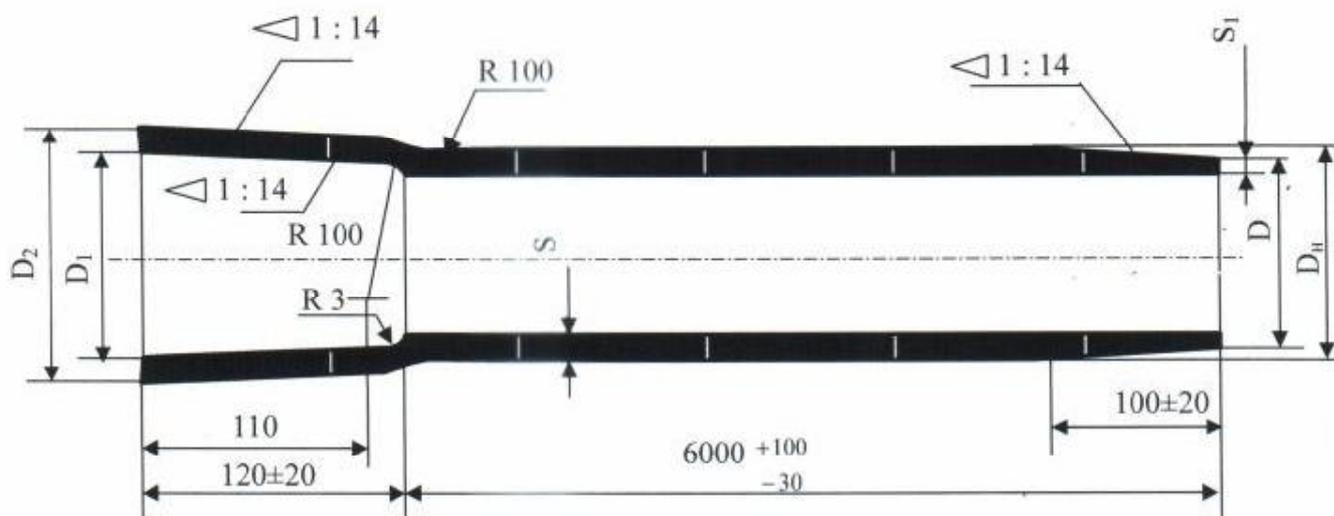


Рисунок Ж.1 – Труба под нахлесточное сварное соединение

Таблица Ж.1 – Размеры в миллиметрах

Условный диаметр, D_y	$D_n^{+3,0}_{-1,0}$	$D^{+3,0}_{-1,0}$	$D_1 \pm 1,0$	$D_2 \pm 2,0$	S	$S_1^{+1,0}_{-2,0}$	Масса трубы с раструбом, кг, при длине 6000/5800 мм	
100	118	110,8	117,5	137,5	6,0 _{-1,3}	5	95,1	92,0
150	170	162,8	169,5	189,5	6,0 _{-1,3}	5	139,2	134,7
200	222	214,8	221,5	241,5	6,3 _{-1,5}	5,3	191,8	185,6
250	274	266,8	273,5	293,5	6,8 _{-1,6}	5,8	255,8	247,5
300	326	318,8	325,5	345,5	7,2 _{-1,6}	6,2	322,6	312,1

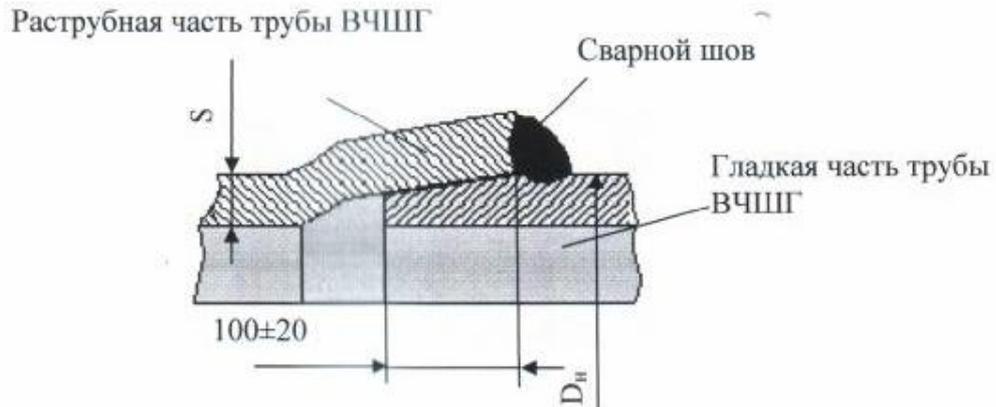


Рисунок Ж.2 – Схема сварного нахлесточного соединения

Таблица Ж.2 – Размеры в миллиметрах

Условный проход Ду	$D_n^{+3,0}_{-1,0}$	S	Масса раструба
100	118	6,0 _{-1,3}	3,8
150	170	6,0 _{-1,3}	5,4
200	222	6,3 _{-1,5}	7,1
250	274	6,8 _{-1,6}	8,7
300	326	7,2 _{-1,6}	10,4

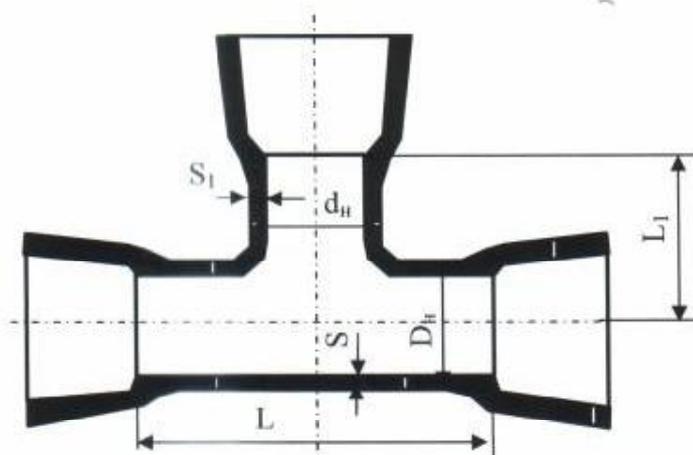


Рисунок Ж.3 – Тройник раструбный

Таблица Ж.3 – Размеры в миллиметрах

D _y ×d _y	Ствол					Отросток					Масса, кг	
	D _н	S		L		d _н	S ₁		L ₁		СФЧ	ЛФЧ
		СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ		СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ		
100×100	118	6,0	8,4	320	195	118	6,0	8,4	175	100	18,1	16,3
150×100	170	6,0	9,1	350	200	118	6,0	8,4	200	125	24,2	22,1
150×150				400	260	170	6,0	9,1	200	130	28,5	26,4
200×100	222	6,3	9,8	350	200	118	6,0	8,4	230	150	30,2	28,2
200×150				400	260	170	6,0	9,1	230	155	34,1	33,4
200×200				450	320	222	6,3	9,8	250	160	39,6	38,7
250×100	274	6,8	10,5	350	205	118	6,0	8,4	260	190	37,0	35,2
250×150				400	265	170	6,0	9,1	260	190	41,3	41,3
250×200				450	320	222	6,3	9,8	280	190	46,4	47,1
250×250				500	380	274	6,8	10,5	280	190	55,2	53,4
300×100	326	7,2	11,2	400	210	118	6,0	8,4	285	220	46,8	42,6
300×150				400	265	170	6,0	9,1	285	220	48,9	49,4
300×200				500	325	222	6,3	9,8	305	220	57,0	56,7
300×250				500	380	274	6,8	10,5	305	220	59,6	63,6
300×300				550	440	326	7,2	11,2	325	220	67,7	71,1

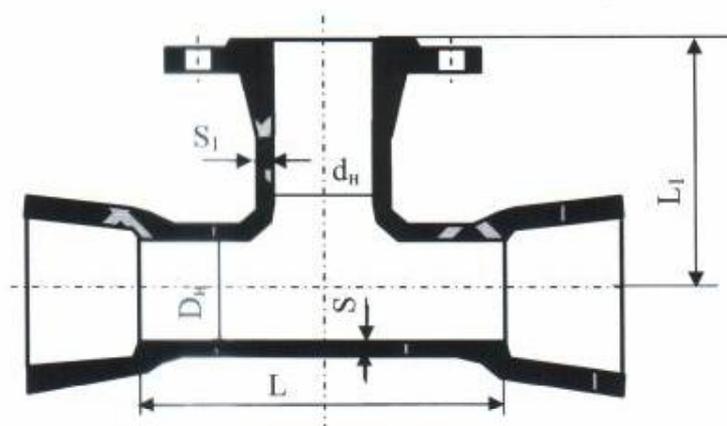


Рисунок Ж.4 – Тройник раструб - фланец

Таблица Ж.4 – Размеры в миллиметрах

D _y ×d _y	Ствол					Отросток					Масса, кг	
	D _н	S		L		d _н	S ₁		L ₁		СФЧ	ЛФЧ
		СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ		СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ		
100×100	118	6,0	8,4	320	195	118	6,0	8,4	200	180	18,2	17,7
150×100	170	6,0	9,1	350	200	118	6,0	8,4	200	205	24,0	23,6
150×150				400	260	170	6,0	9,1	250	220	28,9	29,4
200×100	222	6,3	9,8	350	200	118	6,0	8,4	225	230	30,3	29,7
200×150				400	260	170	6,0	9,1	225	245	34,5	36,3
200×200				450	320	222	6,3	9,8	300	260	41,3	43,8
250×100	274	6,8	10,5	350	205	118	6,0	8,4	250	270	37,2	36,7
250×150				400	265	170	6,0	9,1	250	280	41,9	44,3
250×200				450	320	222	6,3	9,8	275	290	47,7	52,2
250×250				500	380	274	6,8	10,5	300	300	55,0	61,8
300×100	326	7,2	11,2	400	210	118	6,0	8,4	275	300	47,0	44,1
300×150				400	265	170	6,0	9,1	275	310	49,6	52,4
300×200				500	325	222	6,3	9,8	300	320	58,6	61,7
300×250				500	380	274	6,8	10,5	300	330	62,8	72,0
300×300				550	440	326	7,2	11,2	300	340	69,9	83,5

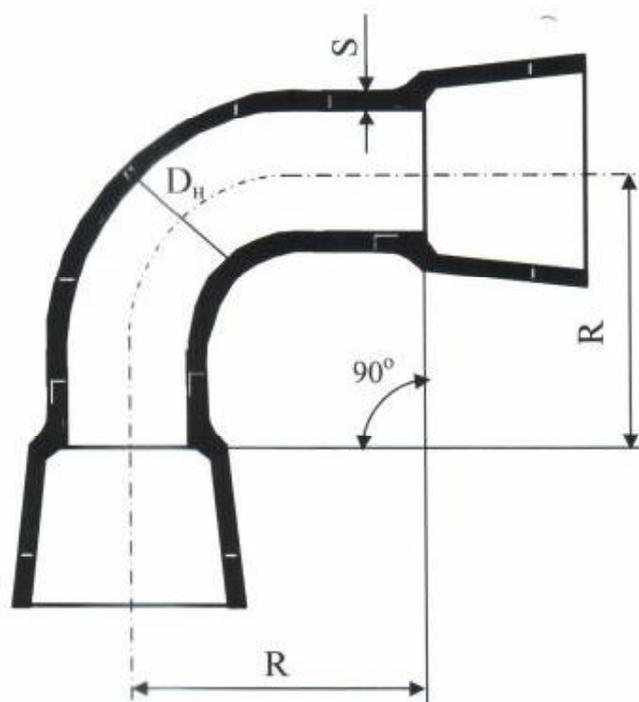


Рисунок Ж.5 – Колено раструбное

Таблица Ж.5 – Размеры в миллиметрах

D _y	D _н	S		R		Масса, кг	
		СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ
100	118	6,0	7,2	355	100	16,6	10,4
150	170	6,0	7,8	380	130	25,5	16,7
200	222	6,3	8,4	410	160	35,2	24,4
250	274	6,8	9,0	460	240	48,3	37,9
300	326	7,2	9,6	540	280	66,8	51,2

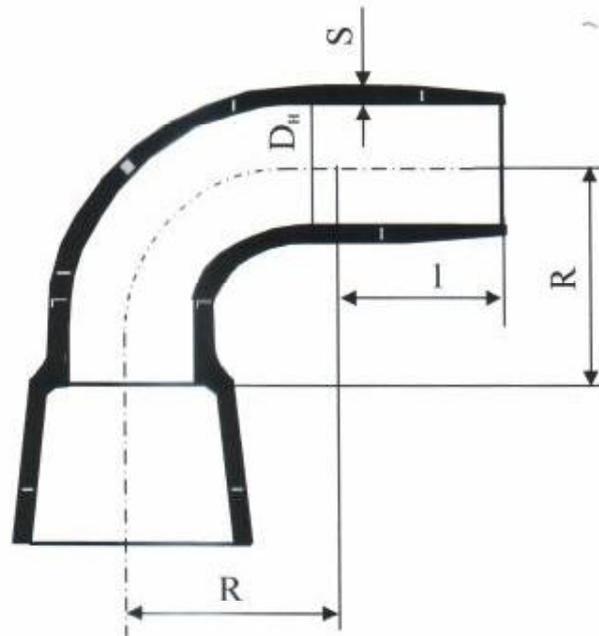


Рисунок Ж.6 – Колено раструб - гладкий конец

Таблица Ж.6 – Размеры в миллиметрах

D_y	D_n	S		l	R		Масса, кг	
		СФЧ	ЛФЧ		СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ
100	118	6,0	7,2	150	355	100	15,2	9,3
150	170	6,0	7,8	150	380	130	23,5	15,6
200	222	6,3	8,4	150	410	160	32,8	23,5
250	274	6,8	9,0	150	460	240	45,8	37,3
300	326	7,2	9,6	150	540	280	64,2	51,2

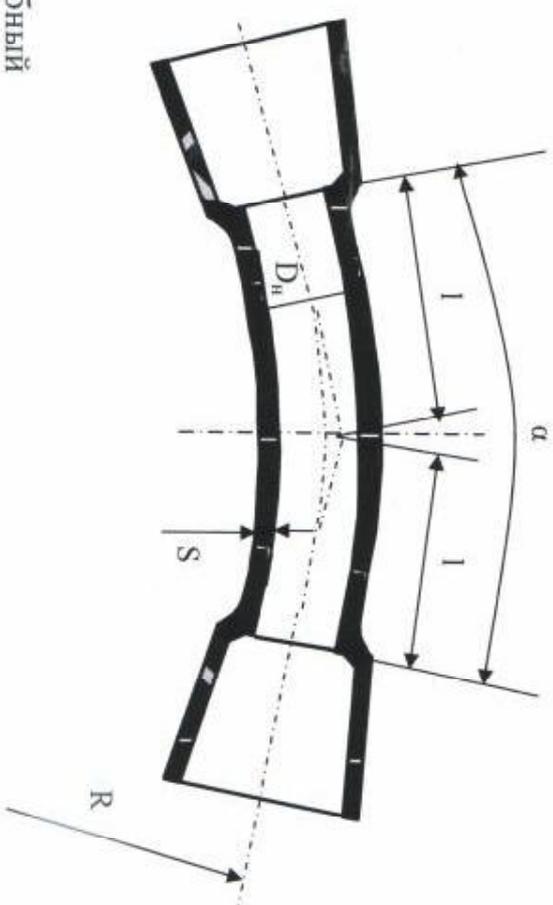


Рисунок Ж.7 – Отвод раструбный

Таблица Ж.7 – Размеры в миллиметрах

D _y	D _н	S		Отвод α=30°						Отвод α=45°						Отвод α=60°					
				I		R		Масса, кг		I		R		Масса, кг		I		R		Масса, кг	
				СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ
100	118	6,0	7,2	114	50	240	187	11,1	9,3	176	60	305	145	12,8	9,6	188	70	240	121	13,1	9,8
150	170	6,0	7,8	122	65	270	243	16,6	14,5	178	70	330	169	19,3	14,7	206	100	270	173	20,0	16,1
200	222	6,3	8,4	129	80	295	299	22,3	20,5	199	80	360	193	26,2	20,3	220	125	295	217	27,3	23,4
250	274	6,8	9,0	160	95	410	355	30,6	27,5	220	135	410	326	34,9	31,3	287	150	410	260	39,6	32,2
300	326	7,2	9,6	178	110	490	411	39,4	35,7	253	155	490	374	46,4	41,1	333	175	490	303	52,7	42,8

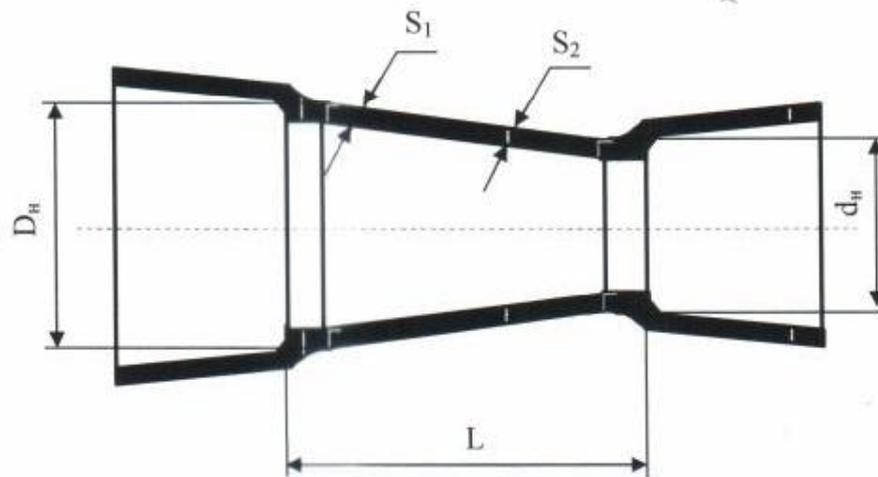


Рисунок Ж.9 – Переход раструбный

Таблица Ж.9 – Размеры в миллиметрах

$D_y \times d_y$	D_n	d_n	S_1		S_2		L		Масса, кг	
			СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ
150×100	170	118	6,0	7,8	6,0	7,2	250	150	12,4	12,7
200×150	222	170	6,3	8,4	6,0	7,8	250	145	17,6	17,5
250×200	274	222	6,8	9,0	6,3	8,4	250	150	22,5	22,9
300×250	326	274	7,2	9,6	6,8	9,0	250	150	27,7	28,3

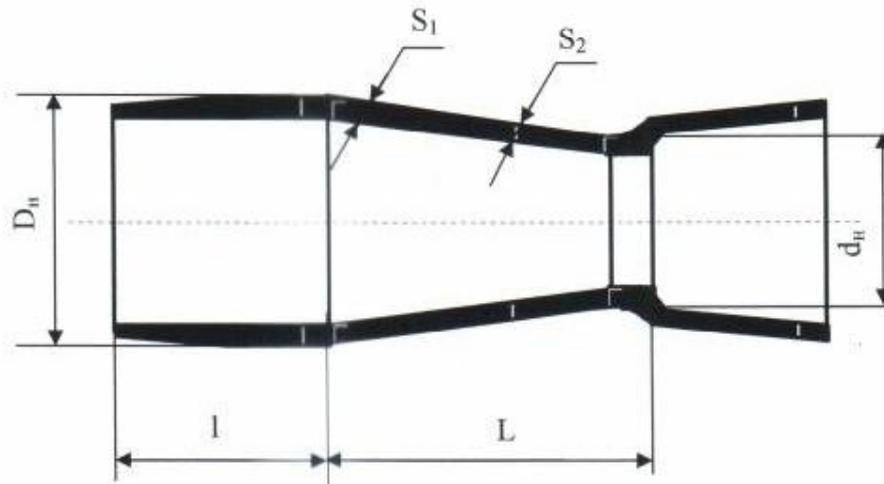


Рисунок Ж.10 – Переход раструб - гладкий конец

Таблица Ж.10 – Размеры в миллиметрах

$D_y \times d_y$	D_n	d_n	S_1		S_2		L		l	Масса, кг	
			СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ		СФЧ	ЛФЧ
150×100	170	118	6,0	7,8	6,0	7,2	210	150	150	9,7	11,6
200×150	222	170	6,3	8,4	6,0	7,8	210	145	150	15,6	16,6
250×200	274	222	6,8	9,0	6,3	8,4	210	150	150	20,1	22,3
300×250	326	274	7,2	9,6	6,8	9,0	210	150	150	25,4	28,3

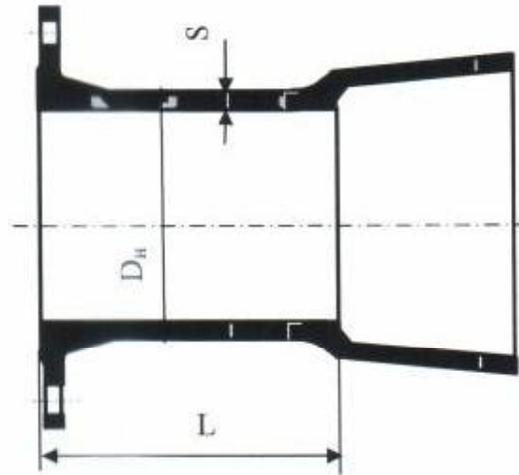


Рисунок Ж.11 – Патрубок фланец – раструб

Таблица Ж.11 – Размеры в миллиметрах

D _y	D _н	S		L		Масса, кг	
		СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ
100	118	6,0	7,2	100	110	8,0	8,4
150	170	6,0	7,8	100	120	12,8	12,8
200	222	6,3	8,4	100	120	16,1	17,6
250	274	6,8	9,0	150	125	24,7	23,1
300	326	7,2	9,6	150	130	27,5	29,0

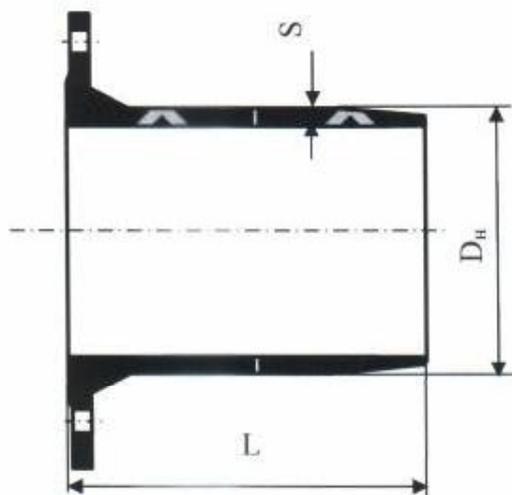


Рисунок Ж.11 – Патрубок фланец – гладкий конец

Таблица Ж.11 – Размеры в миллиметрах

D _у	D _н	S		L		Масса, кг (при длине 350 мм / 1200 мм)	
		СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ
100	118	6,0	7,2	350 / 1200	360	9,3 / 22,5	9,3
150	170	6,0	7,8	350 / 1200	380	15,4 / 35,4	15,5
200	222	6,3	8,4	350 / 1200	400	19,7 / 46,7	22,7
250	274	6,8	9,0	350 / 1200	420	28,0 / 63,0	31,8
300	326	7,2	9,6	350 / 1200	440	35,4 / 77,1	42,1

**Приложение К
(справочное)**

В настоящем приложении приводятся сведения о трубах и фасонных частях из ВЧШГ, а также характеристики теплостойких манжет и стопоров для трубопроводов тепловых сетей, тип соединения – «ВРС».

Трубы фасонные части, и стопора изготавливаются в ОАО ЛМЗ «Свободный сокол» по ТУ 1461-066-50254094.

Теплостойкая манжета изготавливается из эластомеров марок 51-1481 и 51-7018 по ТУ 405821.

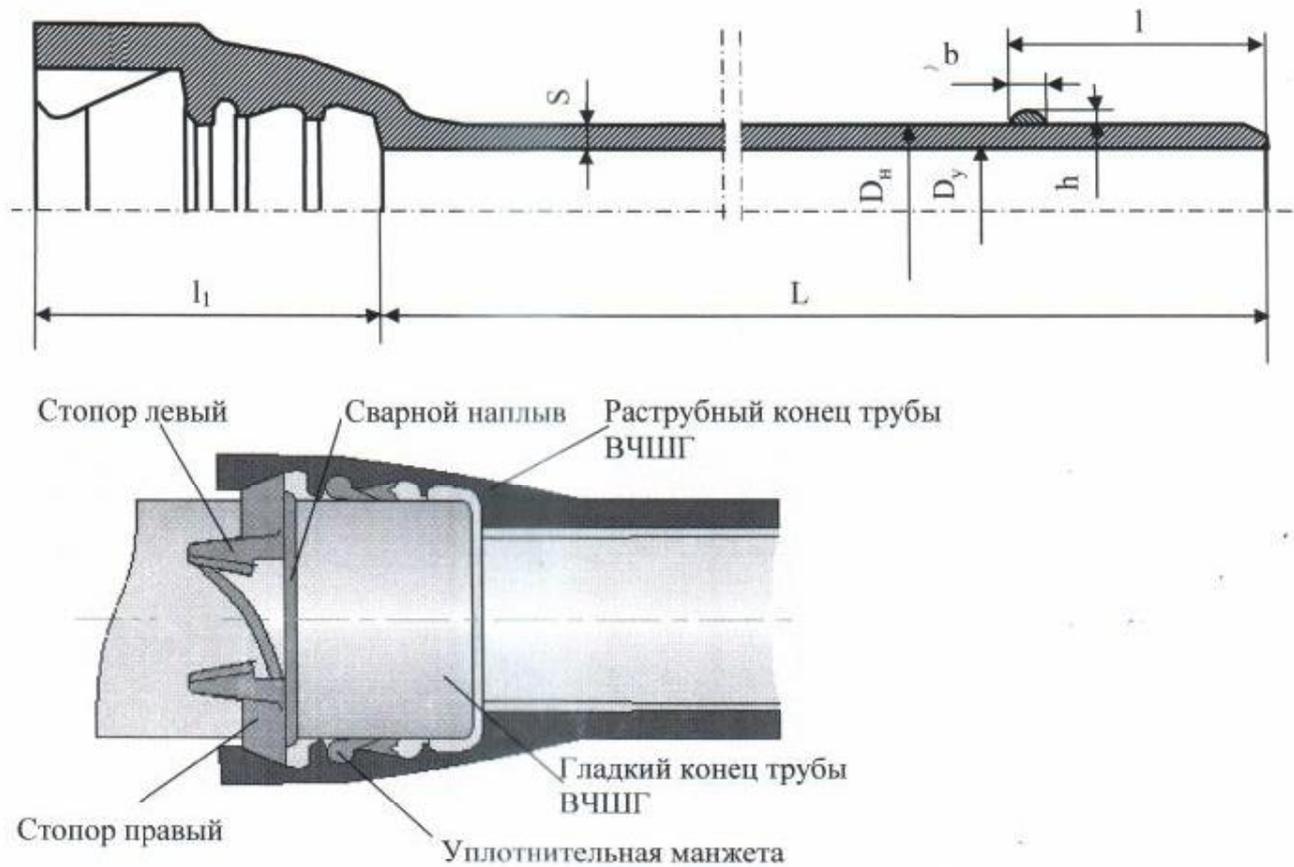


Рисунок К.1 – Труба и конструкция раструбного соединения типа «ВРС»

Таблица К.1 – Размеры в миллиметрах

D _y	D _н	S	l	l ₁	h	b	Масса раструба, кг	Масса 1 м трубы без раструба, кг	Масса трубы с раструбом, кг, при расчетной длине L	
									5800	6000
100	^{+1,0} 118 _{-2,8}	6,0 ^{-1,3}	91	135	5	8 ^{±2}	6,9	15,5	97,0	100,1
150	^{+1,0} 170 _{-2,9}	6,0 ^{-1,3}	101	150	5	8 ^{±2}	10,7	23,5	147,1	152,1
200	^{+1,0} 222 _{-3,0}	6,3 ^{-1,5}	106	160	5,5	9 ^{±2}	16,8	31,4	199,1	205,3
250	^{+1,0} 274 _{-3,1}	6,8 ^{-1,6}	106	165	5,5	9 ^{±2}	23,2	41,2	262,2	270,5
300	^{+1,0} 326 _{-3,3}	7,2 ^{-1,6}	106	170	5,5	9 ^{±2}	29,6	52,1	332,0	342,1

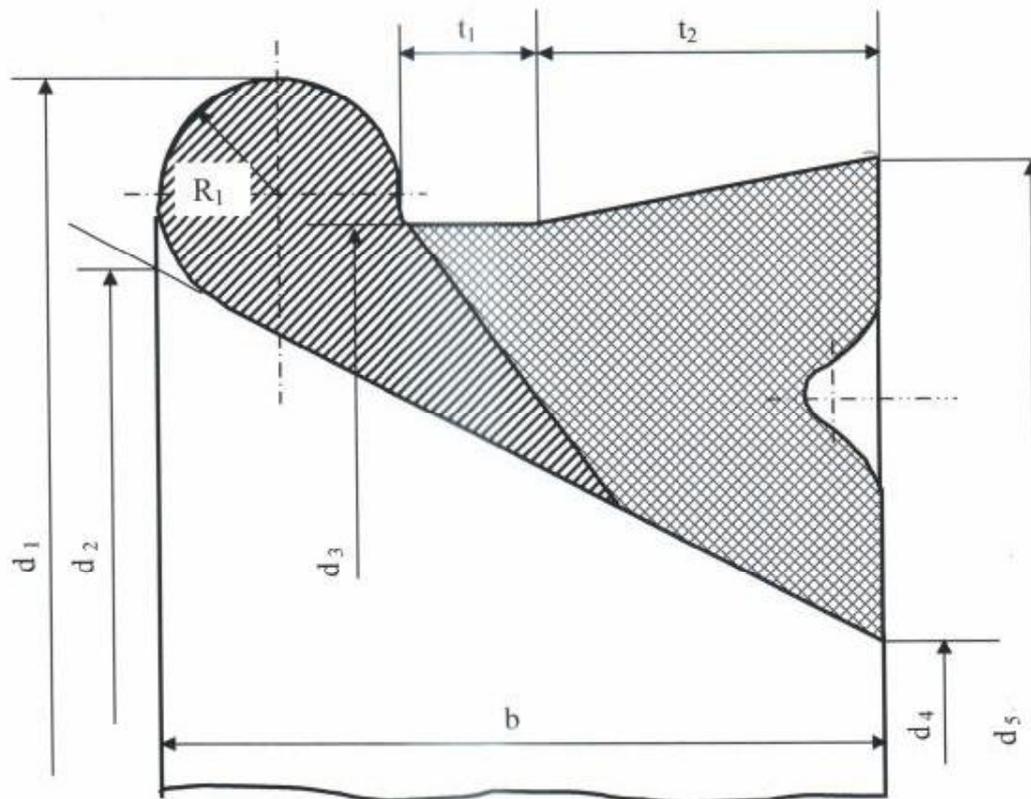


Рисунок К.2 – Уплотнительная манжета (под соединение «ВРС»)

Т а б л и ц а К . 2 – Размеры в миллиметрах

D_y	100	150	200	250	300
d_1	$146,5 \pm 1$	$203,5 \pm 1,5$	$260,0 \pm 1,5$	$315,0 \pm 1,5$	$369,0 \pm 1,5$
d_2	$130,5 \pm 1$	$186,0 \pm 1,5$	$241,0 \pm 1,5$	$296,0 \pm 1,5$	$350,0 \pm 1,5$
d_3	$134,5 \pm 1$	$189,5 \pm 1,5$	$244,0 \pm 1,5$	$299,0 \pm 1,5$	$353,0 \pm 1,5$
d_4	$99,5 \pm 1$	$151,0 \pm 1,5$	$202,0 \pm 1,5$	$257,0 \pm 1,5$	$311,0 \pm 1,5$
d_5	$140,5 \pm 1$	$196,0 \pm 1,5$	$250,0 \pm 1,5$	$305,0 \pm 1,5$	$359,0 \pm 1,5$
b	$30,0 \pm 0,6$	$32,0 \pm 0,6$	$33,0 \pm 0,6$	$33,0 \pm 0,6$	$33,0 \pm 0,6$
t_1	$5,5 \pm 0,1$	$5,5 \pm 0,1$	$5,5 \pm 0,1$	$5,5 \pm 0,1$	$5,5 \pm 0,1$
t_2	$14,3 \pm 0,3$	$15,3 \pm 0,3$	$15,3 \pm 0,3$	$15,3 \pm 0,3$	$15,3 \pm 0,3$
R_1	$5,0 \pm 0,1$	$5,5 \pm 0,1$	$6,0 \pm 0,1$	$6,0 \pm 0,1$	$6,0 \pm 0,1$
Масса, кг (справочная)	0,17	0,41	0,5	0,63	0,95

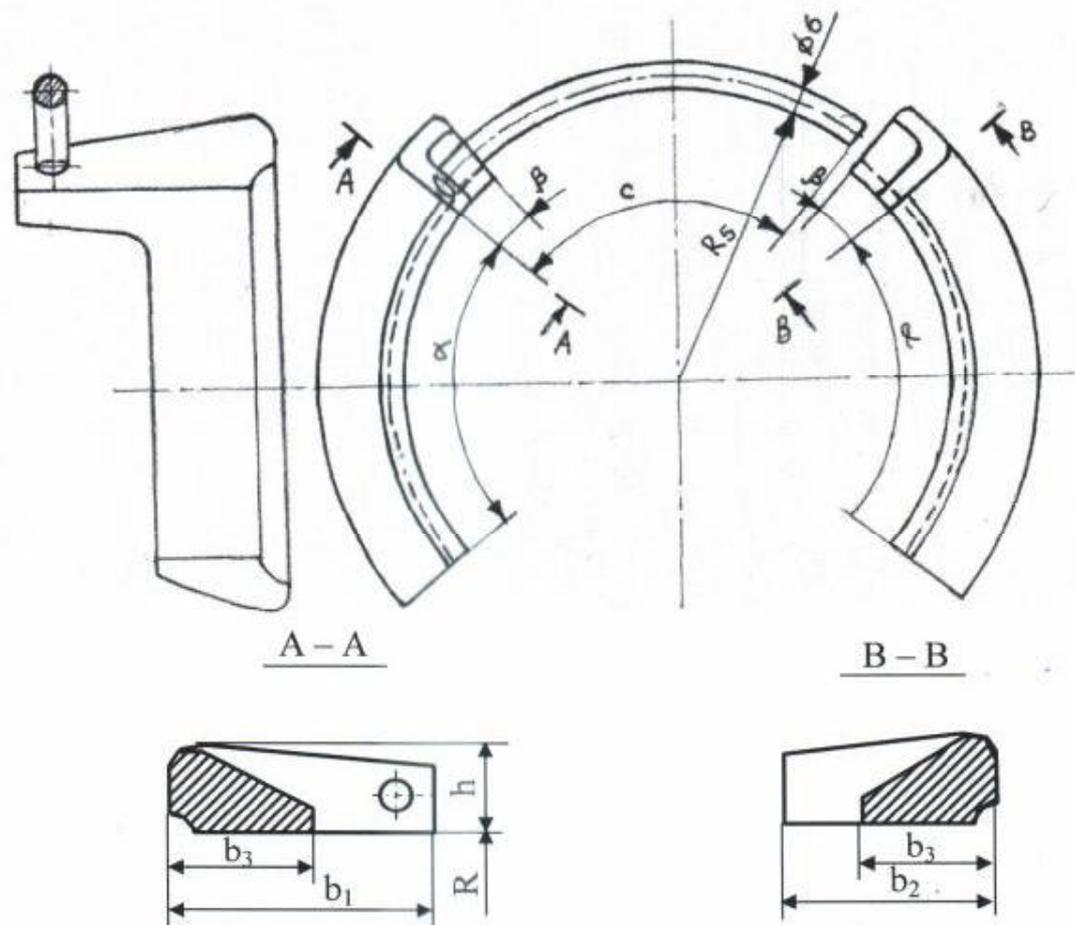


Рисунок К.3 – Стопор из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом

Таблица К.3 – Размеры в миллиметрах

D_y	b_1	b_2	b_3	h	R	α°	β°	c°	c	Масса стопора	
										левого со стопорно й проволок ой, кг	прав ого, кг
100	50	30	24	17	59	78	11	93	107	0,265	0,226
150	55	43	26	18	85	78	9	95	152	0,431	0,378
200	60	48	26	19	111	78	8	96	197	0,602	0,536
250	65	53	28	21	137	80	7	97	243	0,846	0,765
300	70	58	30	22	163	50	6	56	167	0,769	0,703

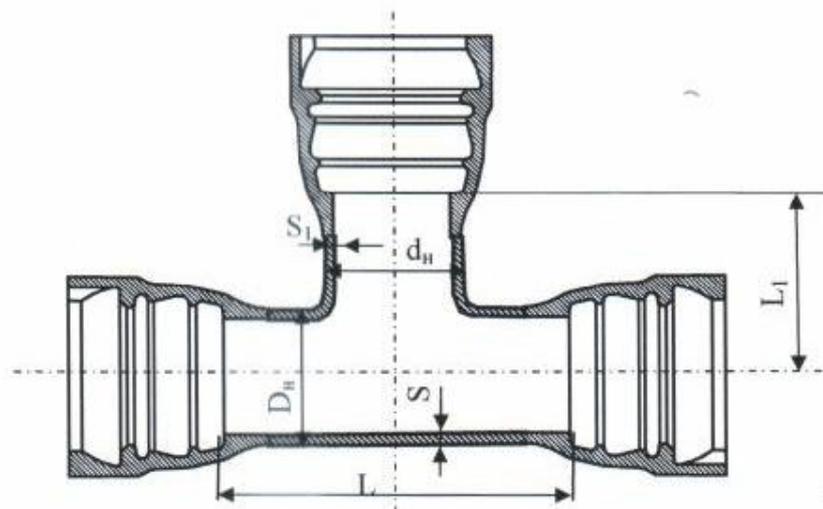


Рисунок К.4 – Тройник раструбный

Таблица К.4 – Размеры в миллиметрах

D _y ×d _y	Ствол					Отросток					Масса, кг	
	D _н	S		L		d _н	S ₁		L ₁			
		СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ		СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ		
100×100	118	6,0	8,4	300	300	118	6,0	8,4	150	150	27,5	29
150×100	170	6,0	9,1	300	300	118	6,0	8,4	150	150	37,9	41
150×150				400	400	170	6,0	9,1	200	200	44,4	52
200×100	222	6,3	9,8	400	400	118	6,0	8,4	200	200	52,8	62
200×150				400	400	170	6,0	9,1	200	200	58,8	67
200×200				500	500	222	6,3	9,8	250	250	68,8	82
250×100	274	6,8	10,5	400	400	118	6,0	8,4	200	200	69,1	81
250×150				400	400	170	6,0	9,1	250	250	75,6	87
250×200				500	500	222	6,3	9,8	250	250	85,1	102
250×250				500	500	274	6,8	10,5	250	250	98,7	110
300×100	326	7,2	11,2	400	400	118	6,0	8,4	250	250	88,3	104
300×150				400	400	170	6,0	9,1	250	250	92,6	109
300×200				500	500	222	6,3	9,8	250	250	105,5	124
300×250				500	500	274	6,8	10,5	250	250	112,5	131
300×300				600	600	326	7,2	11,2	300	300	125,3	155

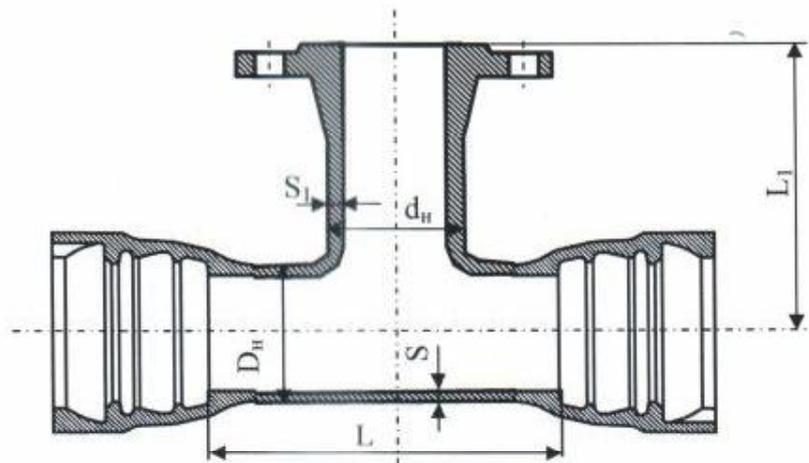


Рисунок К.5 – Тройник раструб - гладкий конец

Т а б л и ц а К . 5 – Размеры в миллиметрах

$D_y \times d_y$	Ствол				Отросток				Масса, кг			
	D_n	S		L		d_n	S_1				L_1	
		СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ		СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ
100×100	118	6,0	8,4	300	300	118	6,0	8,4	200	200	24,5	28
150×100	170	6,0	9,1	300	300	118	6,0	8,4	200	200	34,6	40
150×150				400	400	170	6,0	9,1	250	250	39,5	50
200×100	222	6,3	9,8	400	400	118	6,0	8,4	225	225	49,8	60
200×150				400	400	170	6,0	9,1	225	225	53,9	64
200×200				500	500	222	6,3	9,8	300	300	60,8	80
250×100	274	6,8	10,5	400	400	118	6,0	8,4	250	250	66,2	80
250×150				400	400	170	6,0	9,1	250	250	70,9	83
250×200				500	500	222	6,3	9,8	275	275	76,7	99
250×250				500	500	274	6,8	10,5	300	300	84,0	108
300×100	326	7,2	11,2	400	400	118	6,0	8,4	275	275	85,4	102
300×150				400	400	170	6,0	9,1	275	275	88,0	106
300×200				500	500	222	6,3	9,8	300	300	97,0	123
300×250				500	500	274	6,8	10,5	300	300	101,2	128
300×300				600	600	326	7,2	11,2	300	300	108,3	143

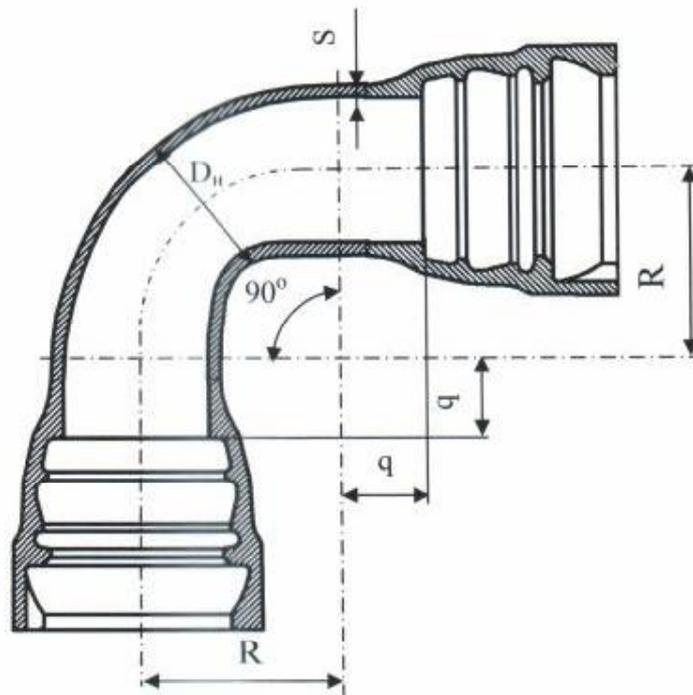


Рисунок К.6 – Колено раструбное

Т а б л и ц а К.6 – Размеры в миллиметрах

D_y	D_n	S		R		Масса, кг	
		СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ
100	118	6,0	7,2	305	160	22,9	16,7
150	170	6,0	7,8	330	210	36,1	27,3
200	222	6,3	8,4	360	260	54,7	43,9
250	274	6,8	9,0	410	260	77,3	66,9
300	326	7,2	9,6	490	260	105,2	89,6

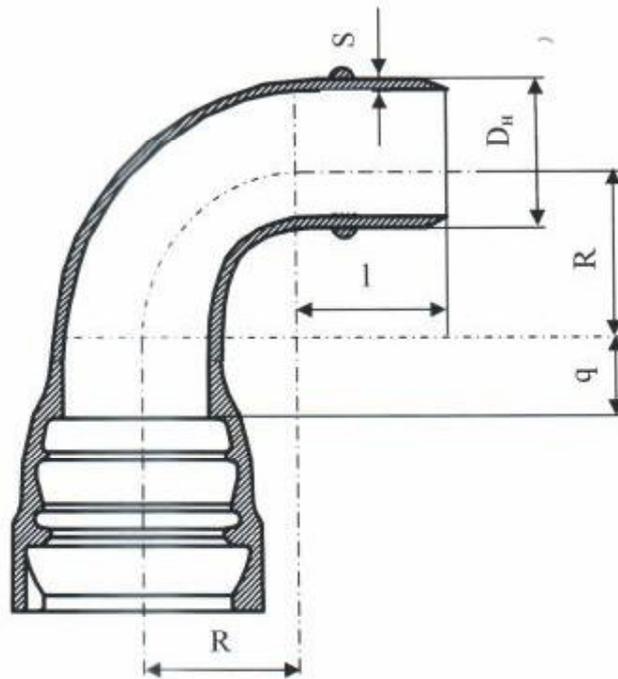


Рисунок К.7 – Колено раструб - гладкий конец

Таблица К.7 – Размеры в миллиметрах

D _y	D _н	S		l	q	R		Масса, кг	
		СФЧ	ЛФЧ			СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ
100	118	6,0	8,4	240	40	305	160	18,1	21
150	170	6,0	9,1	240	40	330	210	28,8	37
200	222	6,3	9,8	240	40	360	260	42,9	59
250	274	6,8	10,5	240	40	410	260	60,9	81
300	326	7,2	11,2	240	40	490	260	84,5	105

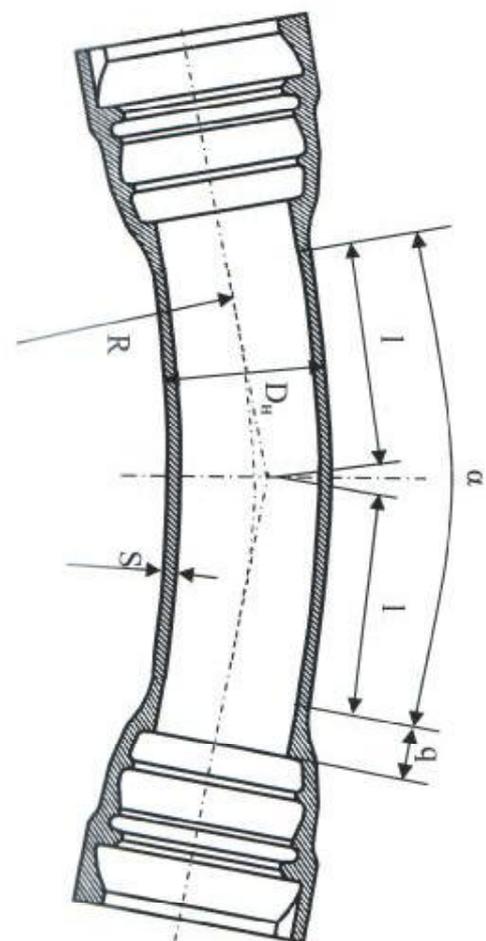


Рисунок К.8 – Отвод растрюбный

Таблица К.8 – Размеры в миллиметрах

D _в	q	D _н	S		Отвод α=30°						Отвод α=45°						Отвод α=60°					
					l		R		Масса, кг		l		R		Масса, кг		l		R		Масса, кг	
					СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ	СФЧ	ЛФЧ
100	40	118	6,0	7,2	114	129	240	480	17,4	21,4	176	132	305	320	19,1	21,4	188	132	240	320	19,4	21,4
150	40	170	6,0	7,8	122	169	270	630	27,2	37,7	178	174	330	420	29,9	37,7	206	174	270	420	30,6	37,7
200	40	222	6,3	8,4	129	209	295	780	41,8	59,4	199	215	360	520	45,7	59,4	220	215	295	520	46,8	59,4
250	40	274	6,8	9,0	160	209	410	780	59,6	81,3	220	215	410	520	63,9	81,3	287	215	410	520	68,6	81,3
300	40	326	7,2	9,6	178	209	490	780	77,8	105	253	215	490	520	84,8	105	333	215	490	520	91,1	105

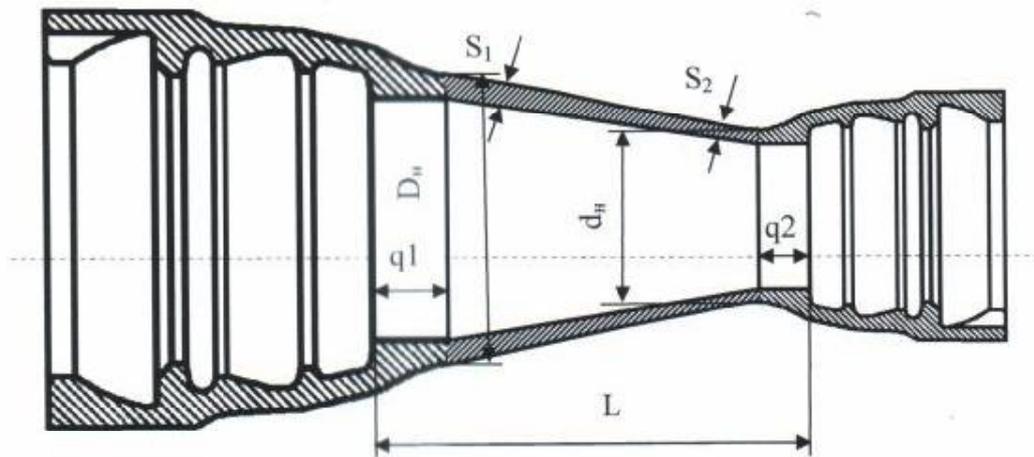


Рисунок К.10 – Переход раструбный

Таблица К.10 – Размеры в миллиметрах

$D_y \times d_y$	D_n	d_n	S_1		S_2		L		Масса, кг	
			сФЧ	лФЧ	сФЧ	лФЧ	сФЧ	лФЧ	сФЧ	лФЧ
150×100	170	118	6,0	7,8	6,0	7,2	250	250	20,8	25
200×150	222	170	6,3	8,4	6,0	7,8	250	250	32,6	37
250×200	274	222	6,8	9,0	6,3	8,4	250	250	46,7	53
300×250	326	274	7,2	9,6	6,8	9,0	250	250	61,4	70

**Приложение Л
(рекомендуемое)**

Конструкция предварительно изолируемых труб и фасонных частей из ВЧШГ

В настоящем приложении приводятся рекомендуемые конструктивные размеры труб, сварных фасонных изделий и неподвижных опор для трубопроводов из ВЧШГ с пенополиуретановой теплоизоляцией и полиэтиленовой оболочкой (рисунок Л.1-Л.8, таблица Л.1, Л.8).

Кроме того, в таблице Л.9 приведены рекомендуемые толщины пенобетонной и пенополимерминеральной изоляции труб.

В таблицах Л.10-Л.12 приведены свойства покрытий для предварительно изолируемых труб и фасонных изделий

ФСЧ изготавливаются путем приварки дополнительных патрубков из труб ВЧШГ к фасонным частям по ТУ 1461-066-50254094.

Габаритные размеры ФСЧ и неподвижных опор соответствуют ГОСТ 30732.

При нанесении изоляции на трубы и фасонные изделия под сварные соединения от гладких и раструбных концов труб и ФСЧ изоляция должна отступать на расстояние не менее 250мм.

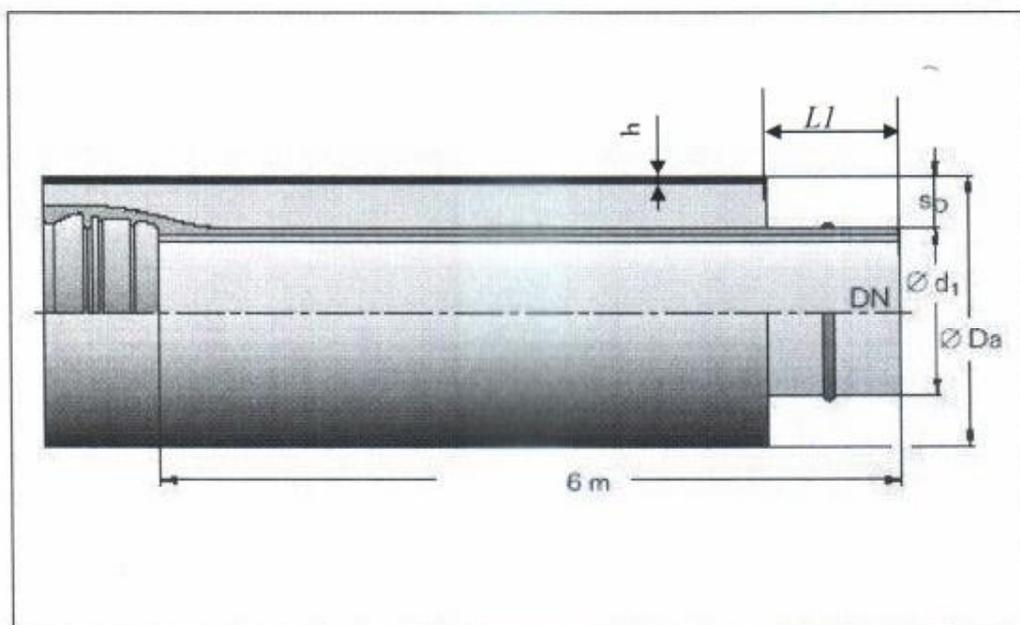
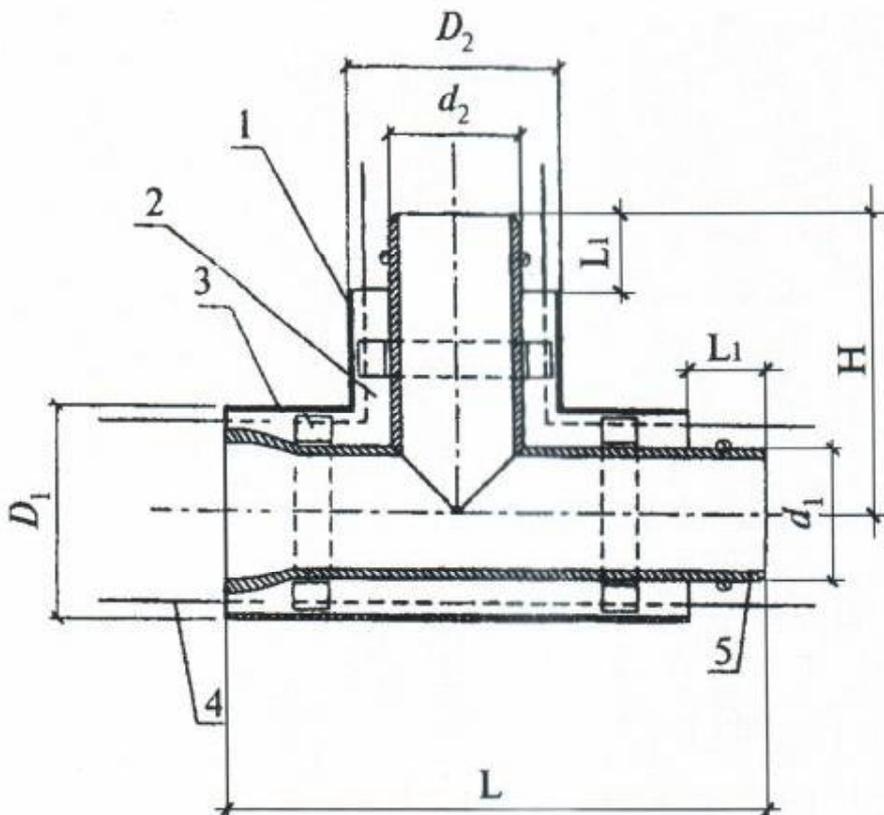


Рисунок Л.1 – Труба ВЧШГ с соединением «ВРС» в предварительной изоляции

Таблица Л.1 – Размеры в миллиметрах

DN	d ¹	h	L1	Нормальная		Усиленная	
				Da	SD	Da	SD
100	118	3	235	200	41	225	53,5
150	170	3,9	250	250	40	280	55
200	222	4,9	260	315	46,5	355	66,5
250	274	6,3	265	400	63	450	88
300	326	7	270	450	62	500	87

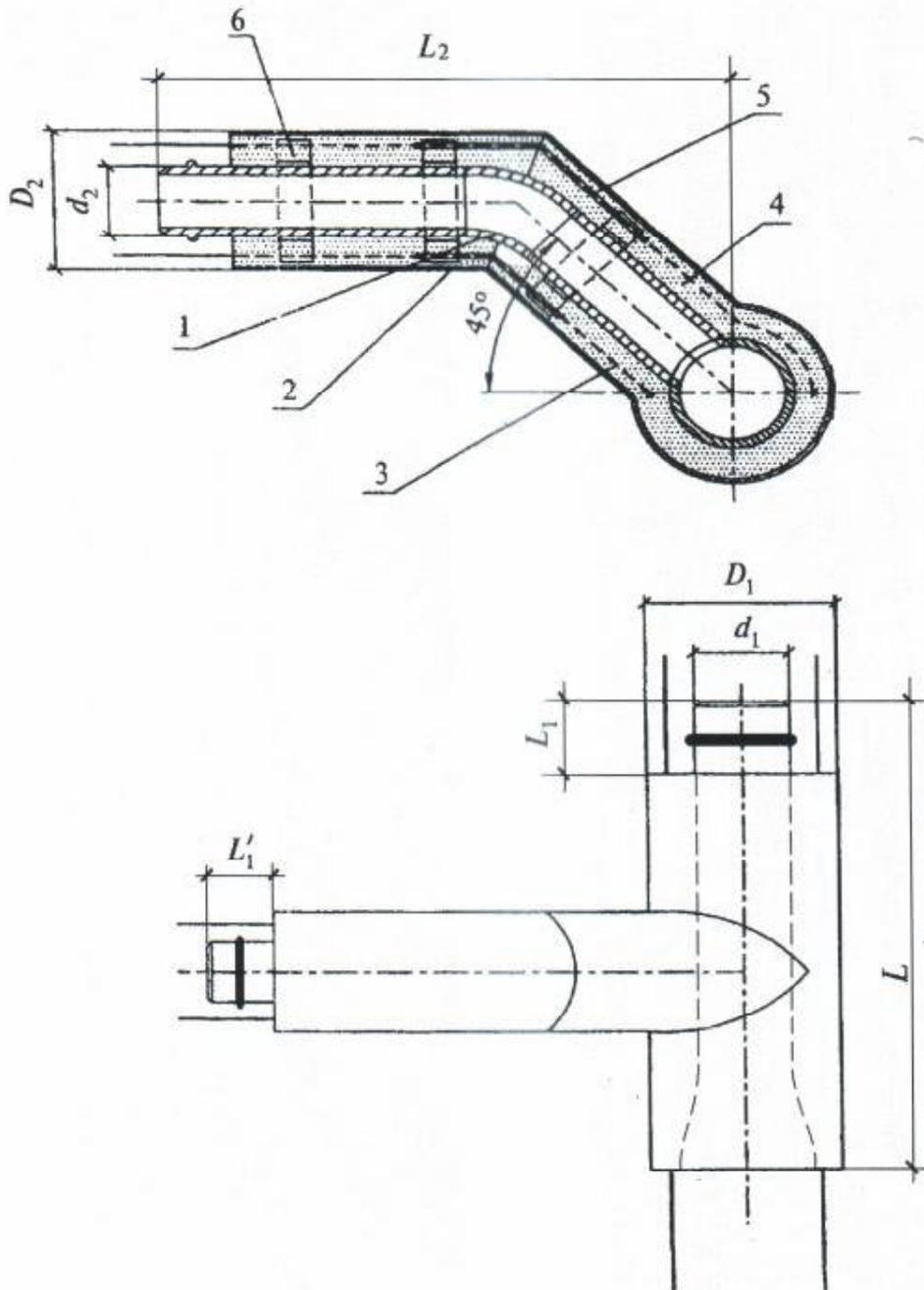


1. Оболочка из полиэтилена; 2. Изоляция из пенополиуретана;
3. Центрирующая опора; 4. Проводник-индикатор системы ОДК; 5. Труба ВЧШГ-«ВРС»

Рисунок Л.2 –Тройник раструб-гладкий конец (ТРГ)

Таблица Л.2. – Размеры в миллиметрах

				L	2000				
				L1	235	250	260	265	270
				d1	118	170	222	274	326
				D1	200	250	315	400	450
H	L1	d2	D2						
1000	235	118	200		+	+	+	+	+
	250	170	250			+	+	+	+
	260	222	315				+	+	+
	265	274	400					+	+
	270	326	450						+

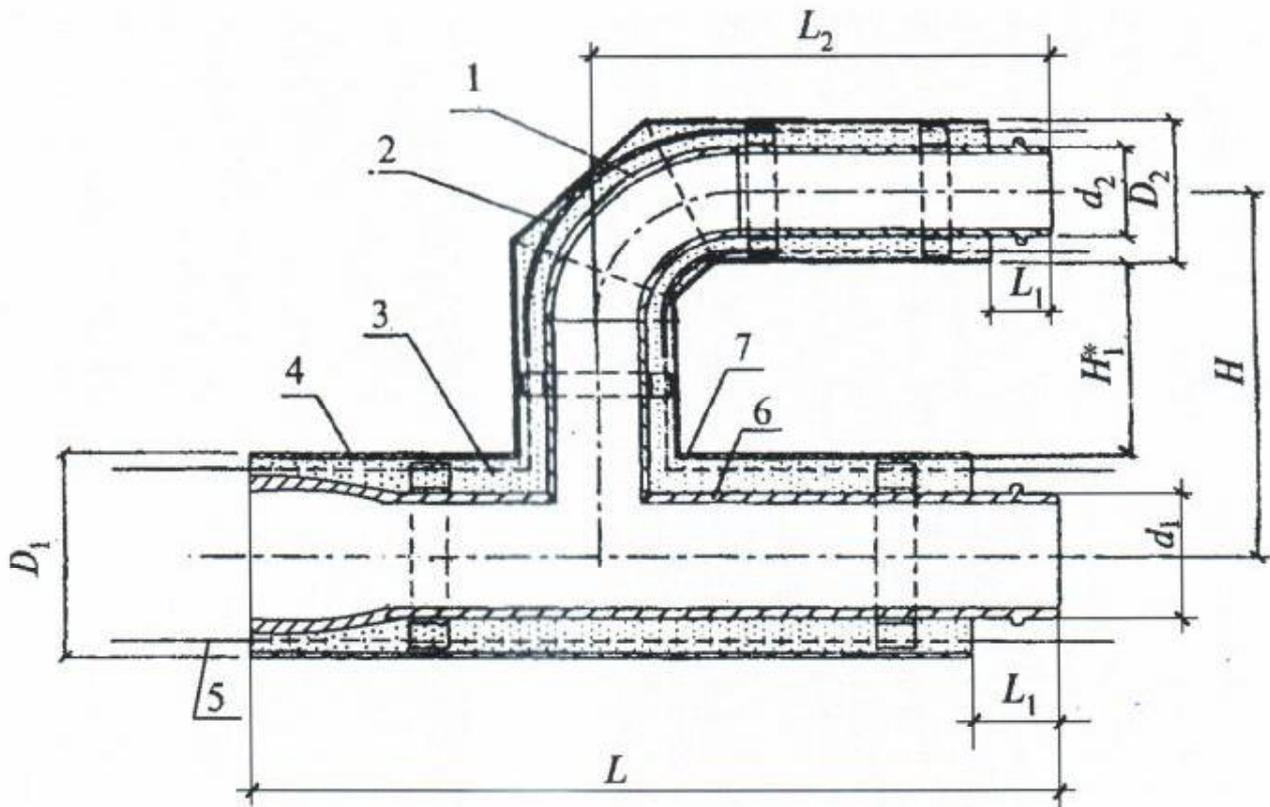


1. Труба ВЧШГ-«ВРС»; 2. Оболочка из полиэтилена; 3. Проводник-индикатор системы ОДК; 4. Изоляция из пенополиуретана; 5. Электроизоляционная трубка по ГОСТ 22056; 6. Центрирующая опора

Рисунок Л.3 –Тройниковое ответвление

Таблица Л.3. – Размеры в миллиметрах

			L2/L при d2					
			L1	235	250	260	265	270
			d2	118	170	222	274	326
			D2	200	250	315	400	450
L1	d1	D1						
235	118	200	850					
			1200					
250	170	250	920	950				
			1200	1270				
260	222	315	1010	1040	1070			
			1200	1270	1335			
265	274	400	1130	1160	1190	1220		
			1200	1270	1335	1520		
270	326	450	1200	1230	1260	1290	1320	
			1200	1270	1335	1520	1570	



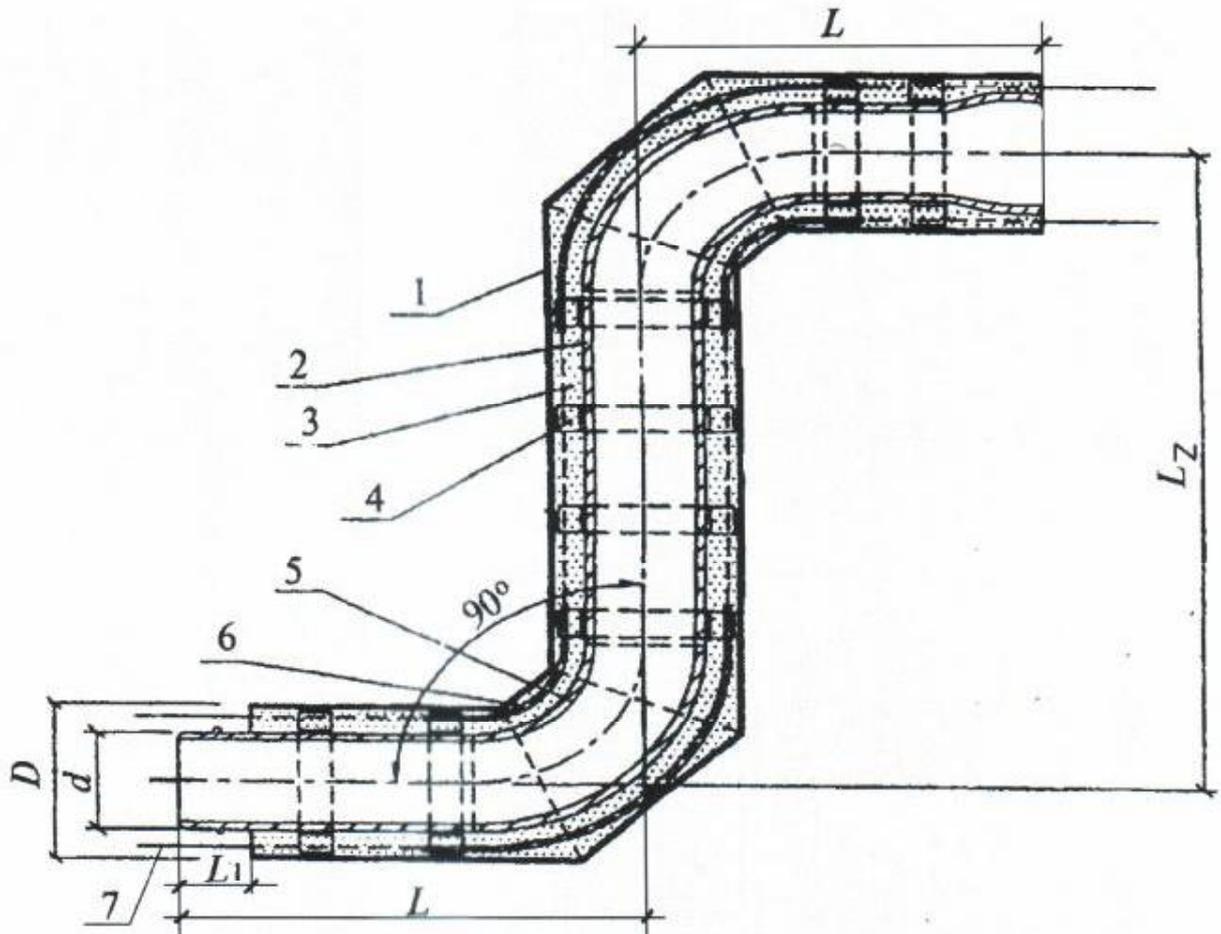
1. Сварной отвод из ВЧШГ; 2. Электроизоляционная трубка по ГОСТ 22056;
 3. Изоляция из пенополиуретана; 4. Центрирующая опора; 5. Проводник-индикатор системы ОДК; 6. Труба ВЧШГ-«ВРС»

Рисунок Л.4 – Параллельное тройниковое ответвление

Таблица Л.4 – Размеры в миллиметрах

			L2/L/H/H1 при d2					
			L1	235	250	260	265	270
			d2	118	170	222	274	326
			D2	200	250	315	400	450
L1	d1	D1						
235	118	200	600					
			1500					
			514					
			*					
250	170	250	600	525				
			1500	1500				
			540	565				
			*	*				
260	222	315	600	525	450			
			1500	1500	1500			
			566	591	621			
			*	*	*			
265	274	400	850	775	700	625		
			2000	2000	2000	2000		
			592	617	647	697		
			*	*	*	*		
270	326	450	850	775	700	625	550	
			2000	2000	2000	2000	2000	
			618	643	673	723	803	
			*	*	*	*	*	

* - Размер для справок

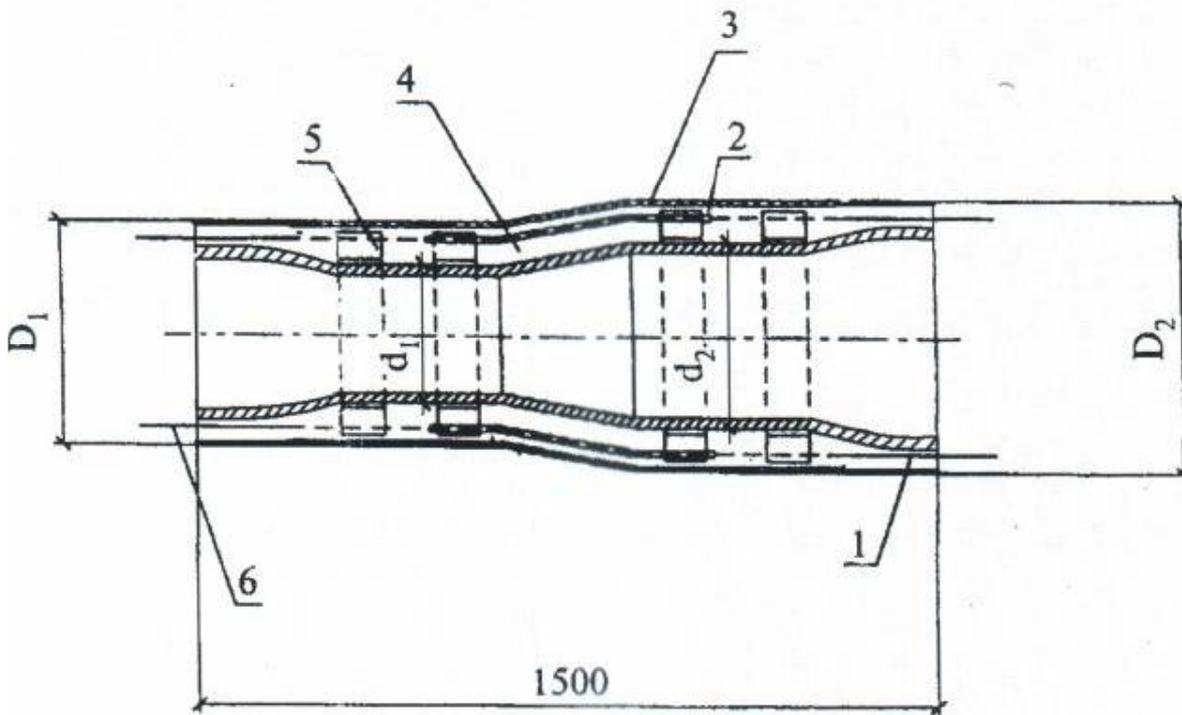


1. Оболочка из полиэтилена; 2. Труба ВЧШГ-«ВРС»; 3. Изоляция из пенополиуретана; 4. Центрирующая опора; 5. Сварной отвод из ВЧШГ; 6. Электроизоляционная трубка по ГОСТ 22056; 7. Проводник-индикатор системы ОДК

Рисунок Л.5 – Z-образный элемент

Таблица Л.5 – Размеры в миллиметрах

d	D	L1	L	L _z
118	200	235	1000	2000
170	250	250	1000	2000
222	315	260	1000	2000
274	400	265	1000	2000
326	450	270	1050	2100

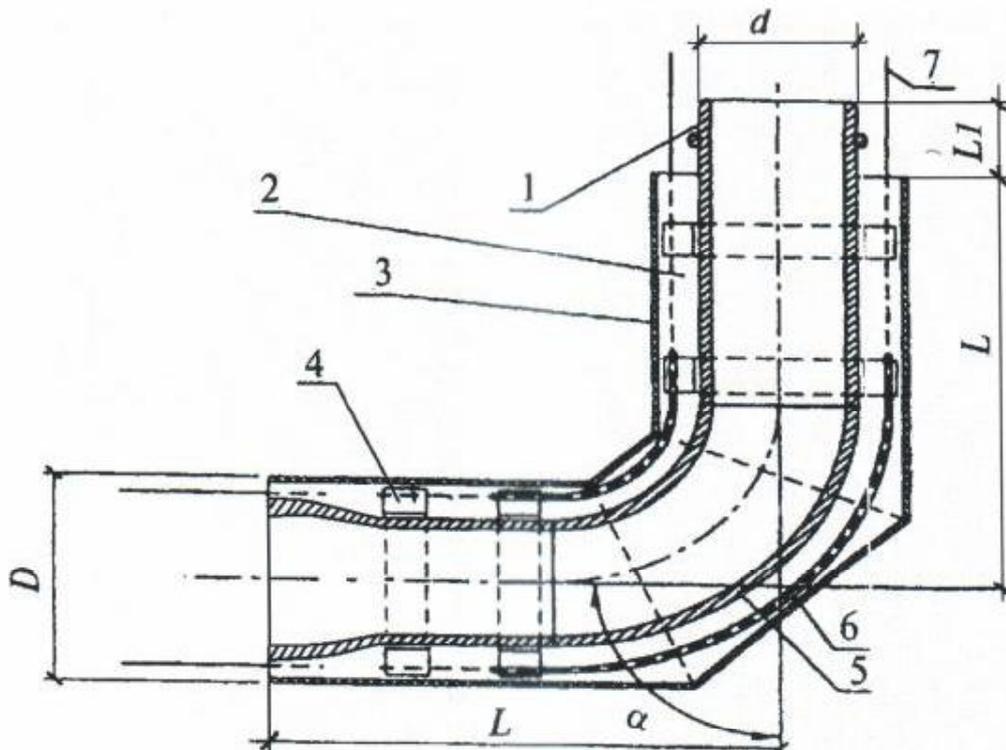


1. Труба ВЧШГ-«ВРС»; 2. Электроизоляционная трубка по ГОСТ 22056;
 3. Оболочка из полиэтилена; 4. Изоляция из пенополиуретана;
 5. Центрирующая опора; 6. Проводник-индикатор системы ОДК

Рисунок Л.6. – Переход раструбный

Таблица Л.6. – Размеры в миллиметрах

	L1	235	250	260	265	270
	d1	118	170	222	274	326
	D1	200	250	315	400	450
L1	d2	D2				
235	118	200				
250	170	250	+			
260	222	315	+	+		
265	274	400	+	+	+	
270	326	450	+	+	+	+

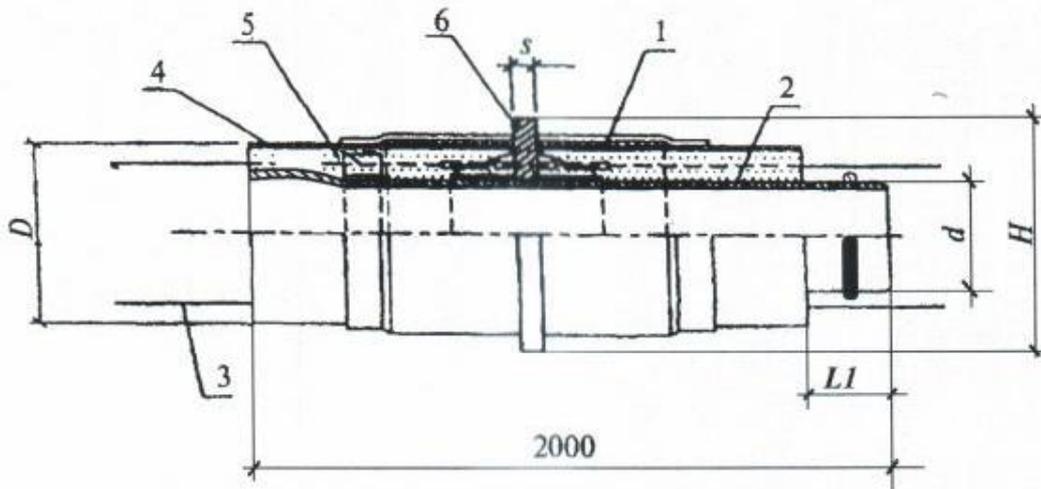


1. Труба ВЧШГ-«ВРС»; 2. Изоляция из пенополиуретана; 3. Оболочка из полиэтилена; 4. Центрирующая опора; 5. Сварной отвод из ВЧШГ; 6. Электроизоляционная трубка по ГОСТ 22056; 7. Проводник-индикатор системы ОДК

Рисунок Л.7. – Отвод раструб-гладкий конец

Таблица Л.7. – Размеры в миллиметрах

d	D	L1	Угол альфа			
			90	60	45	30
			L			
118	200	235	1000	1000	1000	1000
170	250	250				
222	315	260				
274	400	265				
326	450	270	1050	860	786	720



1. Оболочка из полиэтилена; 2. Труба ВЧШГ-«ВРС»; 3. Проводник-индикатор системы ОДК; 4. Центрирующая опора; 5. Изоляция из пенополиуретана; 6. Неподвижная опора

Рисунок Л.8 – Неподвижная опора

Таблица Л.8 – Размеры в миллиметрах

d	D	L1	H	S	P* _{max, т}
118	200	235	315	20	20,5
170	250	250	400	25	36
222	315	260	460	25	50
274	400	265	550	30	75
326	450	270	650	40	90

*- Максимальная нагрузка на элемент опоры

Таблица Л.9 – Толщина изоляции двухтрубных тепловых сетей при подземной бесканальной прокладке

Условный диаметр, мм	Трубопровод					
	подающий	обратный	подающий	обратный	подающий	обратный
	Расчетные температурные режимы, °С					
	95-70		150-70		180-70	
	Среднегодовая температура теплоносителя, °С					
	65	50	90	50	110	50
	Толщина изоляции					
Территориальный район: Европейский район РФ Тип прокладки: подземная бесканальная Вид изоляции: легкий пенобетон Теплопроводность: 0,05000 Вт/(м х °С)						
100	64	64	65	65	73	73
150	73	73	69	69	78	78
200	76	76	79	79	82	82
250	80	80	87	87	87	87
300	84	84	89	89	96	96
Территориальный район: Европейский район РФ Тип прокладки: подземная бесканальная Вид изоляции: полимербетон Теплопроводность: 0,06000 Вт/(м х °С)						
100	84	84	85	85	97	97
150	95	95	89	89	102	102
200	98	98	101	101	106	106
250	102	102	111	111	112	112
300	106	106	113	113	122	122

Таблица Л.10 – Физико-механические свойства полимербетона

Наименование показателей	Единица измерения	Значения
Объемная масса	кг/м ³	450 + 50
Предел прочности при сжатии	МПа	не менее 1,0-1,5
Предел прочности при изгибе	МПа	не менее 1,7-2,4
Водопоглощение при полном погружении в воду на одни сутки по массе	%	не более 1,5
Теплопроводность в сухом состоянии при T=20 ⁰ C	Вт/(м. град.)	не более 0,06
Рабочая температура теплоносителя	⁰ C	до 150
Адгезия, не менее	МПа	0,25

Таблица Л.11 – Физико-механические свойства изоляции ППУ

Наименование показателя	Показатели
Плотность тепловой изоляции, кг/м ³ , не менее	60
Прочность при сжатии при 10%-ной деформации в радиальном направлении, МПа, не менее	0,3
Объемная доля закрытых пор, %, не менее	88
Водопоглощение при кипячении в течение 90 мин, % по объему, не более	10
Прочность на сдвиг в осевом направлении, МПа, не менее, при температуре: (23+2) ⁰ C (140+2) ⁰ C	0,12 0,08
Прочность на сдвиг в тангенсуальном направлении, МПа, не менее, при температуре: (23+2) ⁰ C (140+2) ⁰ C	0,02 0,13
Радиальная ползучесть теплоизоляции при температуре испытания 140 ⁰ C, мм, не более, в течение 100 ч 1000 ч	2,5 4,6
Теплопроводность при средней температуре 50 ⁰ C, Вт/м x ⁰ C, не более	0,033

Таблица Л.12 – Физико-механические свойства труб-оболочек для изоляции ППУ

Наименование показателя	Показатели
Качество поверхности	Трубы-оболочки должны иметь гладкую наружную поверхность. Допускаются незначительные продольные полосы и волнистость, не выводящие толщину стенки трубы за пределы допускаемых отклонений. Внутренняя поверхность труб должна иметь шероховатость. На наружной, внутренней и торцевой поверхностях труб не допускаются пузыри, трещины, раковины, посторонние включения. Цвет труб - черный.
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	350
Изменение длины труб-оболочек после прогрева до 110°С, %, не более	3
Стойкость при температуре 80°С и постоянном внутреннем давлении, ч, не менее	1000 (при начальном напряжении в стенке трубы 3,2 МПа)