

ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ
Московское государственное унитарное предприятие
«МОСВОДОКАНАЛ»

Утверждено распоряжением
Генерального директора
МГУП «Мосводоканал»
С.В. Храменкова
№ _____ от _____ 2006 г

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ
НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРУБ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА С
ШАРОВИДНЫМ ГРАФИТОМ (ВЧШГ) ДЛЯ ПРОКЛАДКИ И ПЕРЕКЛАДКИ В
ГРУНТЕ ТРУБОПРОВОДОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ В г.
МОСКВЕ

Москва – 2005 г.

Аннотация

В ведомственном нормативном документе «Технологический регламент на использование труб из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ) для прокладки и перекладки в грунте трубопроводов водоснабжения и водоотведения в г. Москве» (далее по тексту ТР) изложены основные положения по использованию труб из ВЧШГ для водопроводных сетей и напорных трубопроводов, транспортирующих городские сточные воды: прокладке и перекладке трубопроводов открытым способом и с помощью бестраншейных методов.

В ТР представлены свойства труб и требования к их основным прочностным характеристикам; рассмотрены вопросы классификации труб (по диаметрам, толщинам стенок, рабочим давлениям, качеству внутренней и наружной поверхности), проектирования трубопроводов с определением всех видов нагрузок, действующих на трубопровод, и несущей способности труб при воздействии комбинированной нагрузки.

В ТР рассмотрены вопросы прокладки и перекладки трубопроводов (проведению земляных, монтажных и других работ), транспортировки и хранения труб; отражены вопросы технического надзора, испытания и сдачи трубопроводов в эксплуатацию, требования безопасности и охраны окружающей среды при производстве работ.

ТР разработан авторским коллективом в составе Храменкова С.В., Примина О.Г., Алифиренкова А.Д., Орлова В.А., Отставнова А.А.

При разработке ТР использован практический опыт МГУП «Мосводоканал» по строительству и эксплуатации трубопроводов Московского водопровода и канализации, разработки ОАО «Липецкий металлургический завод «Свободный сокол», ОАО «Синарский трубный завод», ООО «Аквализайн-А», ГУП «НИИ московского строительства «НИИМосстрой», а также специализированных предприятий и организаций, осуществляющих работы по строительству трубопроводов из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом.

ТР предназначен для специалистов МГУП «Мосводоканал», предприятий и организаций, выполняющих работы по строительству, реконструкции и эксплуатации трубопроводов водоснабжения и водоотведения из высокопрочных чугунных труб с шаровидным графитом на территории г. Москвы.

Оглавление

1. Область применения ТР	5
2. Нормативные ссылки	6
3. Общие положения по применению труб из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом и основные требования к прочностным характеристикам	7
3.1. Производство и области применения труб из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом	7
3.2. Основные прочностные характеристики труб и методики их оценки	8
3.3. Общие сведения о поставщиках и классификация труб (по диаметрам, толщинам стенок, рабочим давлениям, качеству внутренней и наружной поверхности)	10
3.4. Конструкции и типы соединений труб, фасонные соединительные части	15
4. Проектирование трубопроводов из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом	42
4.1. Основные положения по расчету и проектированию труб из ВЧШГ	42
4.2. Гидравлический расчет труб	60
4.3. Учет параметров, влияющих на коррозионную агрессивность грунтов по отношению к трубам из ВЧШГ	62
4.4. Защитные покрытия для труб из ВЧШГ и требования к ним	64
4.5. Устройство электрохимической защиты трубопроводов	73
5. Прокладка и перекладка трубопроводов	77
5.1. Упаковка, маркировка, транспортировка труб и их хранение	77
5.2. Земляные работы	79

5.3. Монтаж трубопроводов и фасонных частей в грунте	81
5.4. Гидравлические испытания трубопроводов и сдача в эксплуатацию	91
5.5. Ремонтные работы	96
6. Общие требования безопасности и охраны окружающей среды в период производства работ по прокладке и перекладке труб	100
7. Организация технического надзора подразделениями МГУП «Мосводоканал» в период проведения работ по прокладке и перекладке трубопроводов	101
8. Общие требования к организациям, выполняющим работы по прокладке и перекладке трубопроводов водоснабжения и водоотведения с использованием труб из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом	107
9. Список литературы	109
10. Приложения	114

1. Область применения ТР

1.1. ТР разработан в соответствии с требованиями СНиП 10-01-94 в развитие нормативных документов в строительстве, действующих на территории г. Москвы.

1.2. Положения ТР распространяются на проектирование, строительство, монтаж и последующую эксплуатацию вновь строящихся, реконструируемых и модернизируемых сетей холодного водоснабжения и напорной канализации, а также их ремонта с обеспечением последующей эффективной работы, надежной и безопасной эксплуатации.

1.3. Положения ТР распространяются на проведение работ на территориях г. Москвы независимо от их организационно-правовой формы и формы собственности: общественных и жилых территориях (районах, микрорайонах и на отдельных участках).

1.4. Положения ТР не распространяются на проектирование, монтаж, ремонт и эксплуатацию сетей горячего водоснабжения, а также систем производственной канализации.

1.5. Положения ТР обязательны для применения всеми юридическими и физическими лицами (включая зарубежные фирмы, а также совместные предприятия с участием зарубежных партнеров), осуществляющими проектирование, монтаж, ремонт и эксплуатацию сетей и сооружений водоснабжения и напорной канализации на территории г. Москвы непосредственно или на внесмоковских территориях, находящихся в подчинении Московского Правительства.

1.6. ТР содержит обязательные, а также рекомендуемые и справочные положения по проектированию, монтажу, ремонту и эксплуатации водопроводных и канализационных трубопроводов, выполняемых из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ), независимо от предприятий – изготовителей трубных изделий, проектных, монтажных и эксплуатирующих организаций, предприятий и фирм.

2. Нормативные ссылки

- СНиП 10-01-94 «Системы нормативных документов в строительстве. Основные положения».
- СНиП 40-03-99 «Канализация, наружные сети и сооружения».
- СНиП 3-05-04-85 «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации».
- СНиП Ш-4-80 «Техника безопасности в строительстве».
- СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение, наружные сети и сооружения».
- СНиП 2.05.06-85 «Магистральные трубопроводы. Строительные нормы и правила»
- СНиП 3.01.04 - 87 «Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения».
- СП 40-106-2002 «Проектирование и монтаж подземных трубопроводов водоснабжения с использованием труб из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом»
- ТУ 1461-037-50254094-2004 «Трубы чугунные высоконапорные»
- ТУ 1461-050-50254094-2002. Трубы чугунные напорные высокопрочные для гидромелиоративного строительства и сетей сельскохозяйственного водоснабжения.
- ТУ 14 – 161 – 183 – 2000. Трубы напорные из высокопрочного чугуна.
- ТУ 14 – 161 – 187 – 2000. Части соединительные чугунные, изготовленные литьем в песчаные формы, для трубопроводов.
- ТУ 14-161-213-2002. Трубы напорные из чугуна с шаровидным графитом для строительства и ремонта оросительных систем и сетей сельхозводоснабжения.
- ТУ 1460-025-50254094-2000. Части соединительные литые из высокопрочного чугуна для напорных трубопроводов.
- ТУ 1468-041-50254094-2001. Части соединительные сварные из высокопрочного чугуна для напорных трубопроводов.
- ГОСТ 12.1.004 –91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
- ГОСТ 10692-80 «Трубы стальные, чугунные и соединительные части к ним. Приемка, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение».
- ГОСТ 20467 – 75. Расчет на прочность и долговечность соединений трубопроводов.

ISO 2531 (ИСО 2531).

МГСН 6.01-03 «Бестраншейная прокладка коммуникаций с применением микротоннелепроходческих комплексов и реконструкция трубопроводов с применением специального оборудования».

«Правила подготовки и производства земляных работ, обустройства и содержания строительных площадок в городе Москве», утвержденные постановлением Правительства Москвы от 07.12.2004 г. № 857-ПП.

3. Общие положения по применению труб из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом и основные требования к прочностным характеристикам

3.1. Производство и области применения труб из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом

3.1.1. Мировой опыт производства и применения раструбных труб из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ) насчитывает более 50 лет; основными производителями труб из ВЧШГ являются США, европейские страны (Франция, Германия, Испания и др.), а также КНР.

3.1.2. Трубы из ВЧШГ поставляются (в зависимости от требований потребителей) с внутренним (в том числе цементно-печаным) и наружным покрытием нетоксичными материалами, разрешенными к применению санитарными органами, и без покрытия.

3.1.3. Трубы из ВЧШГ находят применения в системах водоснабжения и канализации (для прокладки наружных сетей, в т. ч. в сейсмически активных районах); в противопожарных системах водоснабжения; на промышленные опреснительных установках; в системах горячего водоснабжения (наружные сети горячего водоснабжения и тепловые сети с температурой воды до 150°C); при строительстве трубопроводов для транспортировки нефтесодержащих жидкостей (в нефтеперерабатывающей, химической и горнодобывающей промышленности),

содержащих углекислый газ и сероводород природного или бактериального происхождения до 0,1 мольных процента; при строительстве зданий и сооружений (для устройства фундаментных свай с бетонными наполнителями).

3.1.4. Трубы из ВЧШГ прокладывают с помощью традиционных траншейных, а также бестраншейных методов, благодаря специальным конструкциям раструбов и замковых соединений.

3.2. Основные прочностные характеристики труб и методики их оценки

3.2.1. Чугун с шаровидным графитом (зарубежный термин ковкий чугун) в отличие от серого чугуна имеет микроструктуру не в виде графитовых пластинок (рис. 3.1), а с углеродными компонентами в виде шаров (рис. 3.2), что ведет к резкому снижению его ломкости (хрупкости).

Данные свойства материала обеспечиваются посредством добавки в расплав серого чугуна в качестве модификатора металлического магния (порядка 100-300 г на одну тонну расплава).



Рис. 3.1. Примерная структура серого чугуна при увеличении шлифа в 100 раз



Рис. 3.2 Примерная структура чугуна с шаровидным графитом при увеличении шлифа в 100 раз

3.2.2. В обязанности лабораторий заводов по производству чугуна должны входить регулярные испытания на структуру ВЧШГ, твердость металла, прочность на чистое растяжение, ударную вязкость и удлинение по стандартным методикам в соответствии с ТУ 1461 – 037 – 50254094 – 2004 (и аналогичным германским нормам DIN EN 545 «Чугунные трубы»).

3.2.3. Изготовление и испытание образцов труб проводят согласно ГОСТ 1497 и ГОСТ 27208, а металла фланцев и стопоров согласно ГОСТ 7293 и ГОСТ 90123.

3.2.4. Механические свойства металла труб, фланцев и стопоров, определяемые при испытании образцов на чистое растяжение, должны быть не менее:

- предел прочности, МПа (кгс/мм ²)	420 (42)
- условный предел текучести, МПа (кгс/мм ²)	300 (30)
- относительное удлинение, %	10

Указанные выше требования к механическим свойствам материала согласуются с зарубежными, например, согласно DIN EN 545:

- предел прочности при растяжении, Н/мм ² (МПа)	420
- минимальный предел текучести, Н/мм ² (МПа)	300, если удлинение < 10 % 270, если удлинение > 10 %
- минимальное удлинение при разрыве, %	10

Сведения о результатах испытаний труб независимо от производителя продукции должны быть зафиксированы в паспортных данных на изделие.

3.2.5. В заводских условиях должны проводиться испытания несущей способности труб на комбинированную нагрузку, под которой понимают внешнюю приведенную нагрузку и внутреннее давление.

Испытания несущей способности образцов труб включают проведение двух типов экспериментов:

-испытание на раздавливающую нагрузку с одновременным воздействием или без воздействия внутреннего давления;

-испытание на поперечный изгиб с одновременным воздействием или без воздействия внутреннего давления.

Указанные выше испытания проводятся по специальным методикам (см. Приложение 1 и 2).

Конечным результатом испытаний и последующих прочностных расчетов (см. п. 4.3- 4.8 настоящего ТР) должно являться определение несущей способности трубы соответствующего класса на внутреннее гидростатическое давление (МПа) и на внешнюю приведенную нагрузку (от грунта и транспорта) для различных условий проектирования.

3.2.6. По требованию потребителя в заводских условиях может производиться оценка прочности труб и надежности их работы при малоцикловом нагружении в пределах упругой работы материала при вероятности неразрушения $p = 0,99$. Метод оценки состоит в одновременном воздействии на трубу циклического внутреннего давления и внешней изгибающей нагрузки с определенной амплитудой и частотой по ГОСТ 20467 – 75 (допущение использования стандарта обосновывается практически идентичной прочностью труб из ВЧШГ конструкционным сталям, например, Ст 20, Ст 45 и Ст 35Л).

Конечным результатом метода оценки прочности труб и надежности их работы должно являться определение реального диапазона многократного нагружения трубы (с заданными амплитудой и частотой), при котором обеспечиваются величина условного предела текучести 300 МПа и вероятность неразрушения $p > 0,99$.

3.3. Общие сведения о поставщиках и классификация труб (по диаметрам, толщинам стенок, рабочим давлениям, качеству внутренней и наружной поверхности)

3.3.1. При проектировании сетей водоснабжения и напорной канализации должны использоваться трубы из высокопрочного чугуна, имеющие основные показатели свойств, соответствующие требованиям ISO 2531.

3.3.2. В качестве поставщиков труб могут быть как отечественные предприятия, организации или фирмы, так и зарубежные, продукция которых удовлетворяет техническим требованиям, предъявляемым настоящим ТР.

3.3.3. Для трубопроводов диаметром до 300 мм можно использовать трубы производства Липецкого металлургического завода «Свободный сокол» (ТУ 1461-037-50254094-2004), имеющими свойства согласно табл. 3.1.

Таблица 3.1. Показатели свойств труб из ВЧШГ производства Липецкого завода «Свободный сокол»

Наименование показателя	Величина показателя для категории качества		
	I	II	III
Предел прочности, МПа (кгс/см ²)	430 (4300)	440 (4400)	450 (4500)
Предел текучести, МПа (кгс/см ²)	310 (3100)	310 (3100)	310 (3100)
Относительное удлинение, %	11	12	13
Ударная вязкость, кгс/см ²	3	3,5	4
Заводское гидравлическое испытательное давление труб, МПа (кгс/см ²)	5 (50)	5 (50)	5 (50)

3.3.4. Для трубопроводов диаметром до 1000 мм следует использовать трубы, производства ОАО «Синарский трубный завод» (ТУ 14161-183-2000), имеющими свойства согласно табл. 3.2.

Таблица 3.2. Показатели свойств труб из ВЧШГ производства ОАО «Синарский трубный завод»

Наименование показателей	Величина показателя			
Временное сопротивление, МПа (кгс/см ²)	420 (4280)			
Условный предел текучести, МПа (кгс/см ²)	300 (3060)			
Относительное удлинение, %	10			
Ударная вязкость, кгс/см ² при 20°С	2			
Заводское гидравлическое испытательное давление, МПа (кгс/см ²) для диаметров до 300 мм для диаметров от 300 до 600 мм для диаметров свыше 600 мм	Классы труб			
	ОТ	Т	ЛА	А
	2,5 (25)	3 (30)	3,5 (35)	4 (40)
	2 (20)	2,5 (25)	3 (30)	3,5 (35)
	2 (20)	2 (20)	2,5 (25)	3 (30)

3.3.5. При соответствующем обосновании для устройства сетей водоснабжения (напорной канализации) могут использоваться трубы зарубежного производства диаметром до 1800 мм, производимые, например, французской фирмой PONT-A-MOVSSON (по нормам NF 48-806, согласно данным табл. 3.3).

Таблица 3.3. Показатели свойств труб из чугуна с шаровидным графитом производства фирмы «PONT-A-MOUSSON S.A.»

Наименование показателей	Величина показателя		
Минимальная прочность на разрыв, МПа (кгс/см ²)	420 (4200)		
Минимальный предел текучести, МПа (кгс/см ²)	300 (3000)		
Минимальное относительное удлинение до разрушения, %	10		
Заводское гидравлическое испытательное давление, МПа (кгс/см ²) для труб диаметром до 300 мм для труб диаметром до 500 мм	Классы труб		
	7	8	9
	-	-	6 (60)
	-	-	5 (50)

для труб диаметром до 700 мм	-	4 (40)	5 (50)
для труб диаметром до 800 мм	-	4 (40)	4 (40)
для труб диаметром до 1000 мм	3,2 (32)	4 (40)	4 (40)

3.3.6. При устройстве наружных сетей систем водоснабжения (напорной канализации) в первую очередь следует рассматривать возможность применения отечественных труб из высокопрочного чугуна, в том числе с внутренним цементно-песчаным покрытием:

- трубы по ТУ 14-154-23-90, выпускаются одного класса с размерами, указанными в табл. 3.4;

- трубы по ТУ 14-3-161-183-2000, выпускаются классов ЛА и А с размерами согласно табл. 3.5.

Таблица 3.4. Размеры трубы, выпускаемых по ТУ 14-154-23-90, мм

Условный проход	Наружный диаметр		Толщина стенки		Толщина цементно-песчаного внутреннего покрытия		
	Номинал	Предел отклонения +(-)	Номинал	Предел отклонения +(-)	Номинал	Миним. средняя	Миним. в одной точке
65	81	1,1 (1,3)	6,0	1,4	3,0	2,5	1,5
80	98	1,1 (1,3)	6,0	1,4	3,0	2,5	1,5
100*	118	1,1 (1,3)	6,1	1,4	3,0	2,5	1,5
150*	170	1,1 (1,3)	6,3	1,5	3,0	2,5	1,5
200*	222	1,1 (1,8)	6,4	1,5	3,2	2,5	1,5
250*	273	1,6 (1,6)	6,8	1,6	3,2	2,5	1,5
300*	325	1,6 (1,6)	7,2	1,6	3,2	2,5	1,5

* трубы этих условных проходов выпускаются ОАО ЛМЗ «Свободный сокол».

Таблица 3.5. Размеры труб, выпускаемых по ТУ 14-161-183-2000, мм

Условный проход	Наружный диаметр	Толщина стенки для класса				Толщина цементно-песчаного покрытия	
		ОТ	АТ	ЛМ	А	Номинал	Предел отклонения + (-)
100	118	6,1	7,0	7,5	8,3	6,0	3,2 (1,6)
150	170	6,3	7,8	8,3	9,2	6,0	3,2 (1,6)
200	222	6,4	8,4	9,2	10,1	6,0	3,2 (1,6)
250	274	6,8	9,0	10,0	11,0	6,0	3,2 (1,6)
300	326	7,2	9,6	10,8	11,9	8,0	3,2 (1,6)
400	429	8,1	10,8	12,5	13,8	8,0	3,2 (1,6)
500	532	9,0	12,0	14,2	15,6	8,0	3,2 (1,6)
600	635	9,9	13,2	15,8	17,4	9,0	3,2 (1,6)
700	738	10,8	14,4	17,5	19,3	9,0	3,2 (1,6)
900	945	12,6	16,8	20,6	22,9	10,0	3,2 (1,6)
1000	1048	13,5	18,0	22,5	24,8	12,0	3,2 (1,6)

3.3.7. Трубы из высокопрочного чугуна зарубежного производства, в том числе с защитными покрытиями наружной поверхности (цинком, полиэтиленом и другими материалами) можно предусматривать в проектах строительства (реконструкции и восстановления) сетей водоснабжения (наружной канализации) только при наличии сертификата соответствия органов Мосстройсертификации.

3.3.8. В заводских условиях трубы из ВЧШГ подвергаются следующим видам контроля: визуальному, измерительному, неразрушающему (по методике завода-изготовителя), а также контролю твердости и механических свойств (по ГОСТ 1497, ГОСТ 27208 и ГОСТ 90123), гидравлическим испытаниям (по методике ИСО 2531).

3.3.9. Гидравлическому испытанию, визуальному, измерительному и неразрушающему контролю должна быть подвергнута каждая труба.

3.3.10. Проверка твердости и механических свойств металла проводится на образцах, изготовленных из любой трубы в проверяемой партии.

3.3.11. Проверка механических свойств фланцев и стопоров из ВЧШГ проводится на одном изделии от партии или отдельно отлитом образце.

3.3.12. При получении неудовлетворительных результатов испытаний хотя бы по одному из показателей, производятся повторные испытания по этому показателю удвоенного количества образцов взятых из той же партии.

Результаты повторных испытаний распространяются на всю партию.

При неудовлетворительных результатах повторных испытаний допускается подвергать каждое изделие поштучному контролю на соответствующий показатель.

3.3.13. Результаты гидравлических испытаний труб считаются удовлетворительными, если на их наружной поверхности не обнаружено видимой протечки, выпотевания или другого признака повреждения.

3.3.14. Толщина цементно-песчаного покрытия должна быть проверена не менее чем на одной трубе каждого диаметра от соответствующей партии.

3.4. Конструкции и типы соединений труб, фасонные соединительные части


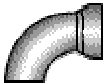








3.4.1. При устройстве сетей водоснабжения (напорной канализации) из труб ВЧШГ следует предусматривать, как правило, использование фасонных соединительных частей из высокопрочного чугуна.



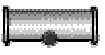
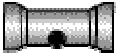
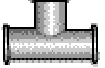


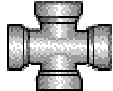

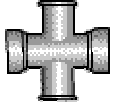

Конфигурация манжет, колец, пластин, прокладок, а также применяемая резина должны соответствовать Техническим условиям и ГОСТ на соответствующие изделия (см. ТУ 1468-041-50254094-2001 и ТУ 1461-037-50254094-2004).

3.4.2. Для трубопроводов диаметром до 300 мм с рабочим давлением до 1,6 МПа (16 кгс/см²) следует использовать сварные фасонные соединительные части из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом выпускаемые по ТУ 1468-001-39535214-96.

3.4.3. Номенклатура сварных фасонных частей приводится в табл. 3.6, а типоразмеры соединительных частей (ТУ 1468-041-50254094-2001) и труб (ТУ 1461-037-50254094-2004) в Приложении 3.

Табл. 3.6. Соединительные части из ВЧШГ

Наименование	Обозначение в документах	Эскиз
Колено раструбное	УР	
Колено раструб-гладкий конец	УРГ	
Колено фланцевое	УФ	
Отвод раструбный 10° 15° 30° 45°	ОР	
Отвод раструбный 60°	ОР	
Отвод раструб-гладкий конец 10° 15° 30° 45°	ОРГ	
Отвод раструб-гладкий конец 60°	ОРГ	
Двойной раструб	ДР	
Патрубок фланец-раструб	ПФР	
Патрубок фланец-гладкий конец L=1200мм	ПФГ	

Патрубок фланец-гладкий конец L=350мм	ПФГ	
Патрубок раструб с переходом на сталь	ПРГ-ст	
Заглушка фланцевая	ЗФ	
Выпуск фланцевый	ВФ	
Выпуск раструбный	ВР	
Тройник фланцевый	ТФ	
Тройник раструбный	ТР	
Тройник раструб-фланец	ТРФ	
Крест раструбный	КР	
Крест фланцевый	КФ	
Крест раструб-фланец	КРФ	
Переход фланцевый	ХФ	

Переход раструбный	ХР	
Переход раструб-фланец	ХРФ	
Переход раструб-гладкий конец	ХРГ	
Пожарная подставка раструбная	ППР	
Тройник раструб-фланец с пожарной подставкой	ППТРФ	
Тройник фланцевый с пожарной подставкой	ППТФ	
Крест раструб-фланец с пожарной подставкой	ППКРФ	
Крест фланцевый с пожарной подставкой	ППКФ	

3.4.4. Размеры в мм основных сварных фасонных частей приводятся в табл. 3.7-3.10 в соответствии с их схематическим изображением (рис. 3.3 – 3.6).

Таблица 3.7. Размеры сварных колен из высокопрочного чугуна, мм

Условный проход Ду	S	D ₁	R	q	L	L ₁	L
100	6,1	118	160	40	200	400	240
150	6,3	170	210	40	250	450	240

200	6,4	222	260	40	300	500	240
250	6,8	273	260	40	300	500	240
300	7,2	325	260	40	300	500	240

Таблица 3.8. Размеры сварных отводов из высокопрочного чугуна, мм
на углы 10, 15, 30 и 45 град.

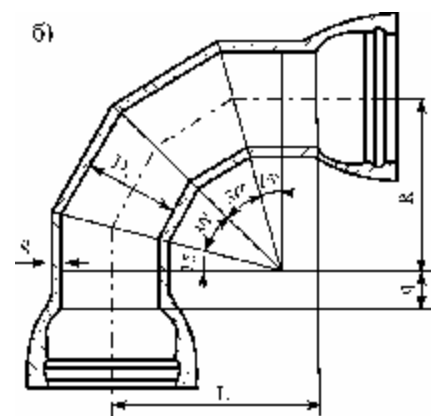
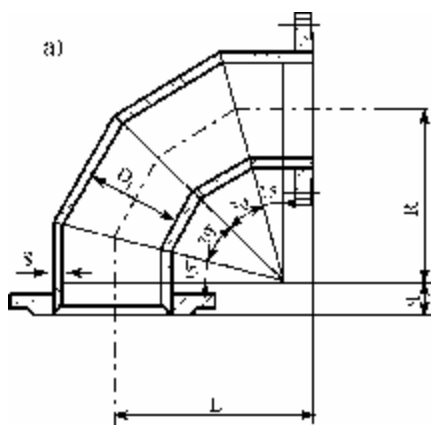
Условный проход D_y					Отвод $\alpha=10^\circ$		Отвод $\alpha=15^\circ$		Отвод $\alpha=30^\circ$		Отвод $\alpha=45^\circ$	
	S	D_1	q	l_1	R	L	R	L	R	l	R	L
100	6,1	118	40	80	1440	126	960	127	480	129	320	132
150	6,3	170	40	85	1890	165	1260	166	630	169	420	174
200	6,4	222	40	85	2340	205	1560	206	780	209	520	215
250	6,8	273	40	90	2340	205	1560	206	780	209	520	215
300	7,2	325	40	95	2340	205	1560	206	780	209	520	215

Таблица 3.9. Размеры сварных отводов из высокопрочного чугуна, мм, на угол 60 град.

Условный проход D_y	S	D_1	R	Q	L	L_1
100	6,1	118	40	250	144	80
150	6,3	170	40	330	191	85
200	6,4	222	40	420	242	85
250	6,8	273	40	420	242	90
300	7,2	325	40	420	242	95

Таблица 3.10. Размеры раструбной пожарной подставки из высокопрочного чугуна, мм

Условный проход D_y ,	S	D_1	L	L_1
200	6,4	222	250	275
250	6,8	273	250	300
300	7,2	325	250	325



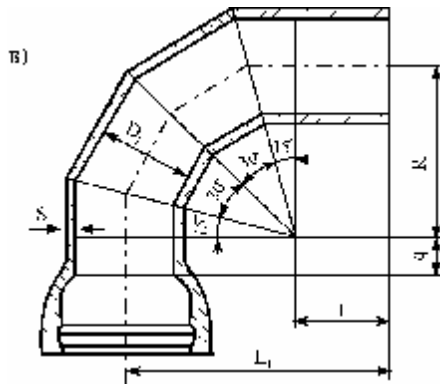


Рис. 3.3. Схемы сварных колен из высокопрочного чугуна
 а). фланцевое, б). раструбное, в). раструб-гладкий конец (размеры приведены в табл. 3.7)

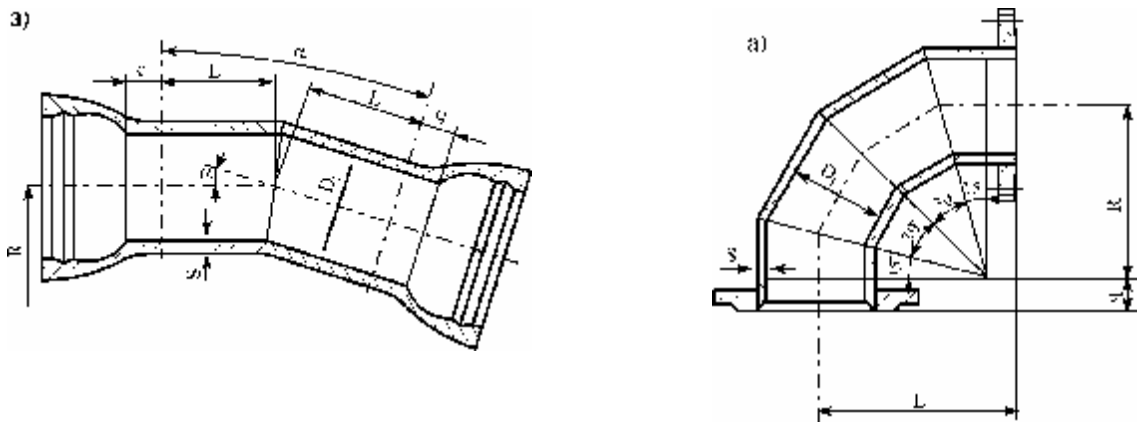


Рис. 3.4. Схемы сварных отводов из высокопрочного чугуна на угол 10,15, 30 и 45 град.
 а). раструбный, б). раструб-гладкий конец (размеры приведены в табл. 8)

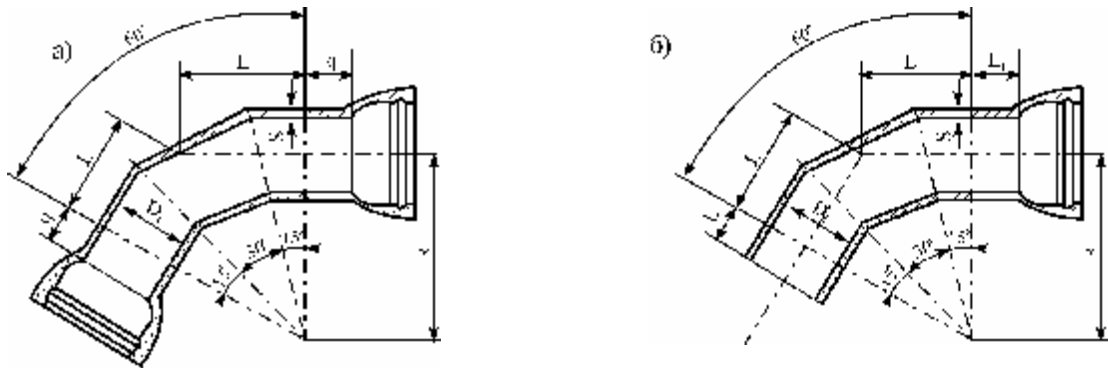


Рис. 3.5. Схема сварных отводов из высокопрочного чугуна на угол 60 град.

а). раструбный, б). раструб-гладкий конец (размеры приведены в табл. 9)

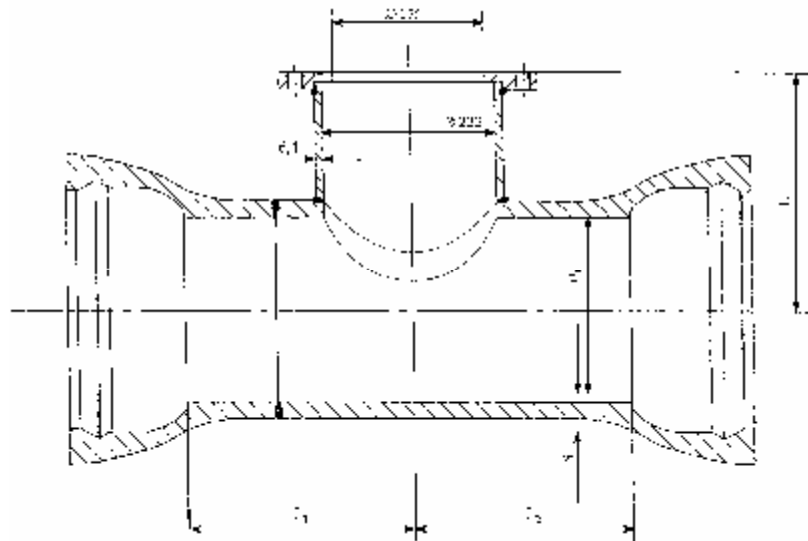


Рис. 3.6. Схема раструбной пожарной подставки из высокопрочного чугуна

(размеры приведены в табл. 3.10)

3.4.5. При проектировании сетей с трубами из ВЧШГ с условным проходом от 300 до 1000 мм и при соответствующем обосновании до 300 мм используются литые фасонные части

(ГОСТ 5525-88) с размерами согласно табл. 3.11.

3.4.6. Для трубопроводов из ВЧШГ большого диаметра следует использовать фасонные соединительные части зарубежного производства также из высокопрочного чугуна, отвечающие требованиям стандарта ISO 2531 и имеющие сертификат качества органов Мосстройсертификации.

3.4.7. Для сборки труб из ВЧШГ используют следующие конструкции и типы раструбных соединений: с резиновыми манжетами и с резиновыми сальниковыми уплотнителями, бандажные и фланцевые.

3.4.8. Для сборки труб из высокопрочного чугуна (ТУ 14-154-23-90) между собой и со сварными фасонными соединительными частями (ТУ 1468-001-35535214-92) следует использовать раструбные соединения с резиновыми манжетами (рис. 3.7 и 3.8, табл. 3.12 и 3.13).

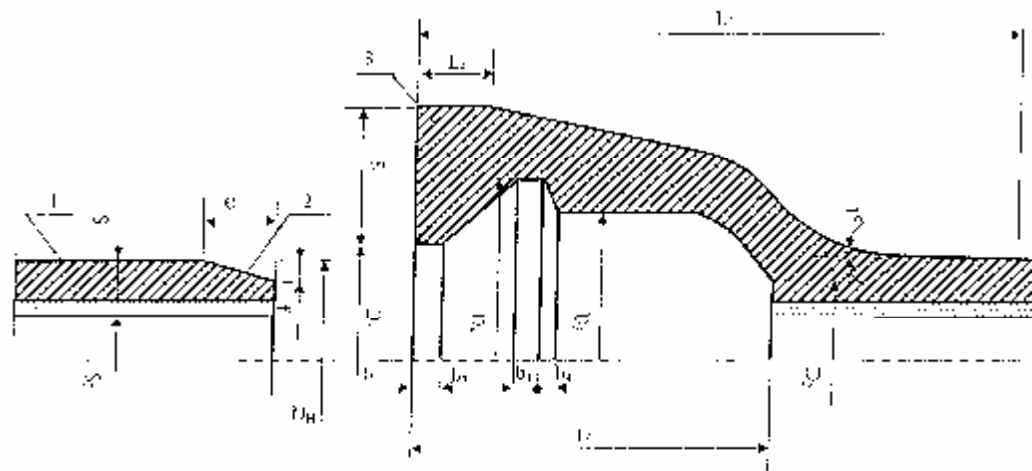


Рис. 3.7. Схема элементов раструбного соединения с резиновыми манжетами труб (ТУ 14-154-23-90) и фасонных частей (ТУ 1468-001-39535214-96) из высокопрочного чугуна (размеры приведены в табл. 3.12)

1- гладкий конец одной трубы (фасонной части), 2- фаска, 3- раструб другой трубы

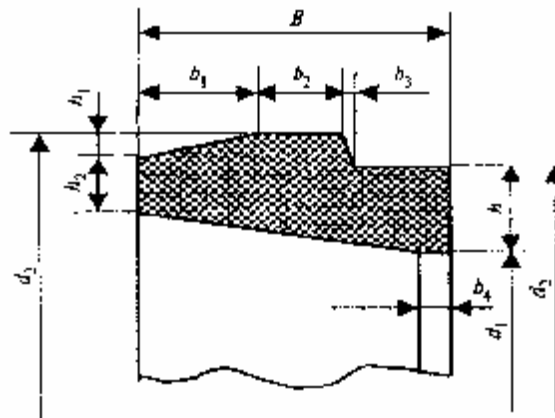


Рис. 3.8. Схема резиновой манжеты для уплотнения раструбного соединения
(размеры приведены в табл. 3.13).

3.4.9. Для раструбных соединений ВРС и ВР используют специальные резиновые кольца (рис. 3.9, табл. 3.14).

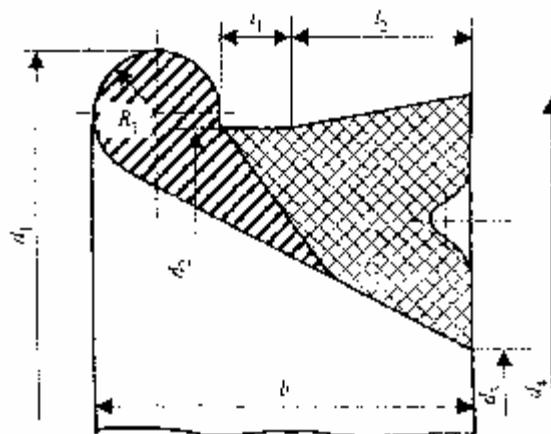


Рис. 3.9. Резиновое кольцо к раструбным соединениям ВРС и ВР
(размеры приведены в табл. 3.14)

3.4.10. Для сборки труб из высокопрочного чугуна (ТУ 14-161-183-2000) между собой следует использовать соединения с раструбами (рис. 3.10, табл. 3.15), уплотняемыми при диаметре до 300 мм укороченными манжетами (рис. 3.11, табл. 3.16) и при диаметре 400 мм –

манжетой с «ласточкиным хвостом» (рис. 3.12 и 3.13, табл. 3.17 и 3.18). Под соединение «Тайтон» для труб диаметром от 100 до 300 мм применяются уплотнительные резиновые кольца (рис. 3.14, табл. 3.19).

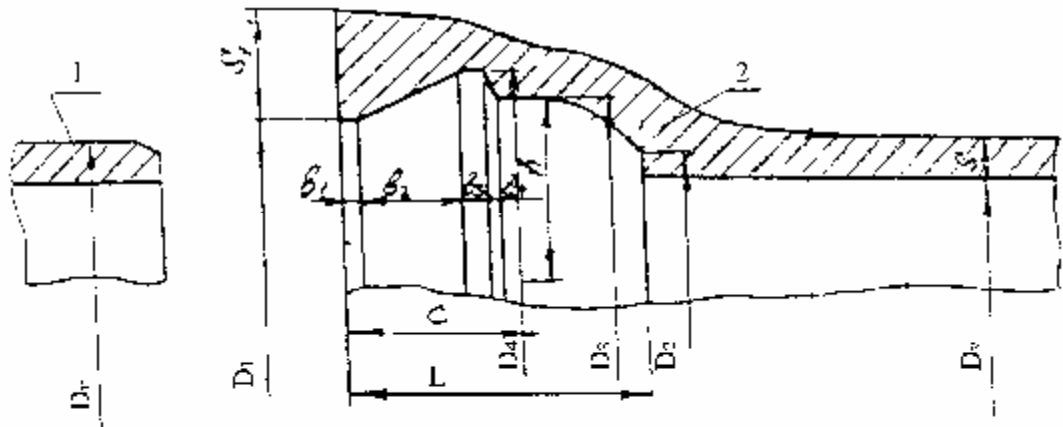


Рис. 3.10. Схема раструбного соединения труб (ТУ 14-161-183-2000) диаметром до 300 мм
(размеры приведены в табл. 3.15)

1-гладкий конец одной трубы, 2-раструб другой трубы

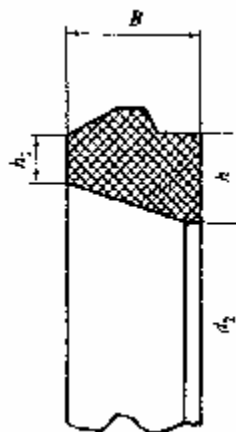


Рис. 3.11. Схема резиновой укороченной манжеты (размеры приведены в табл. 3.16)

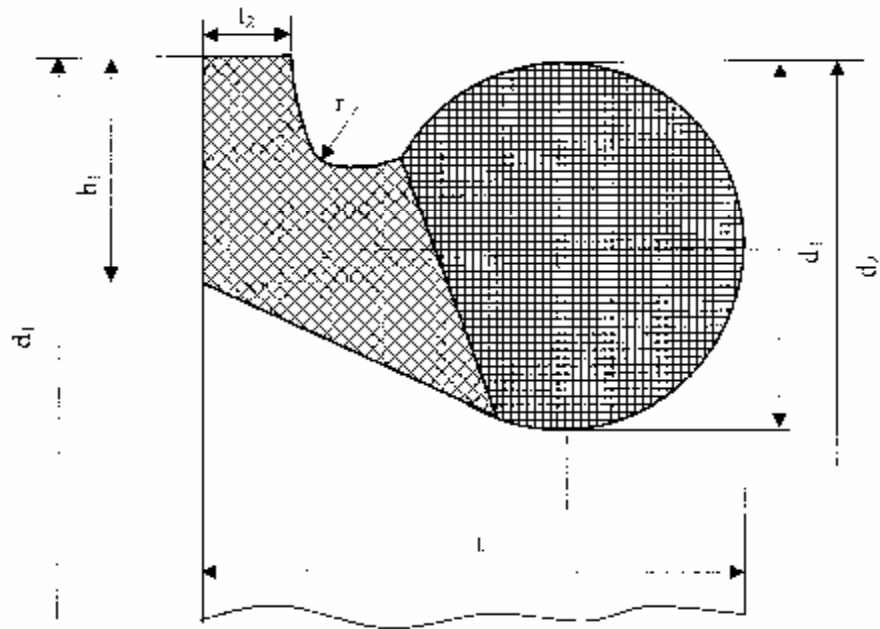


Рис. 3.14. Схема уплотнительного резинового кольца под соединение «Тайтон»
(размеры приведены в табл. 3.19)

3.4.11. Для соединения труб (ТУ 14-161-183-2000) условных проходов 500 и 600 (рис. 3.15, табл. 3.20), а также 700, 900 и 1000 (рис. 3.16, табл. 3.21) между собой используются раструбные соединения с резиновыми сальниковыми уплотнителями (рис. 3.17, табл. 3.22).

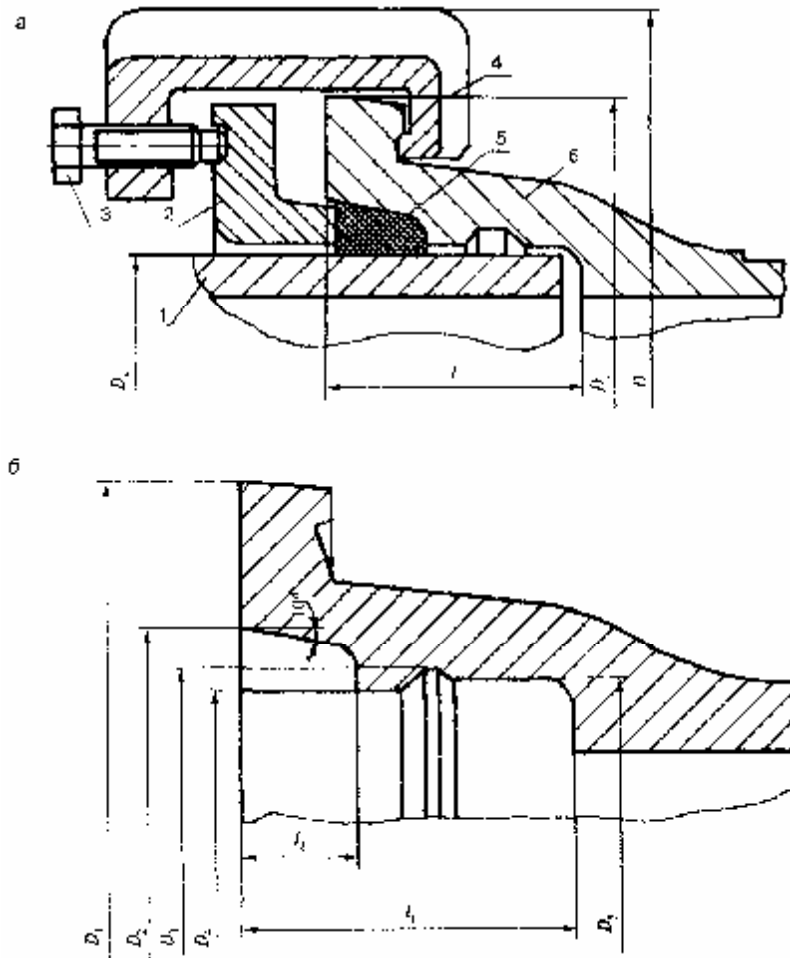


Рис. 3.15. Схема раструбного соединения труб (ТУ 14-161-183-2000) диаметром 500 и 600 мм с сальниковым резиновым уплотнителем (размеры приведены в табл. 3.20)
 а- раструбное соединение, б- раструб трубы с резиновым кольцом

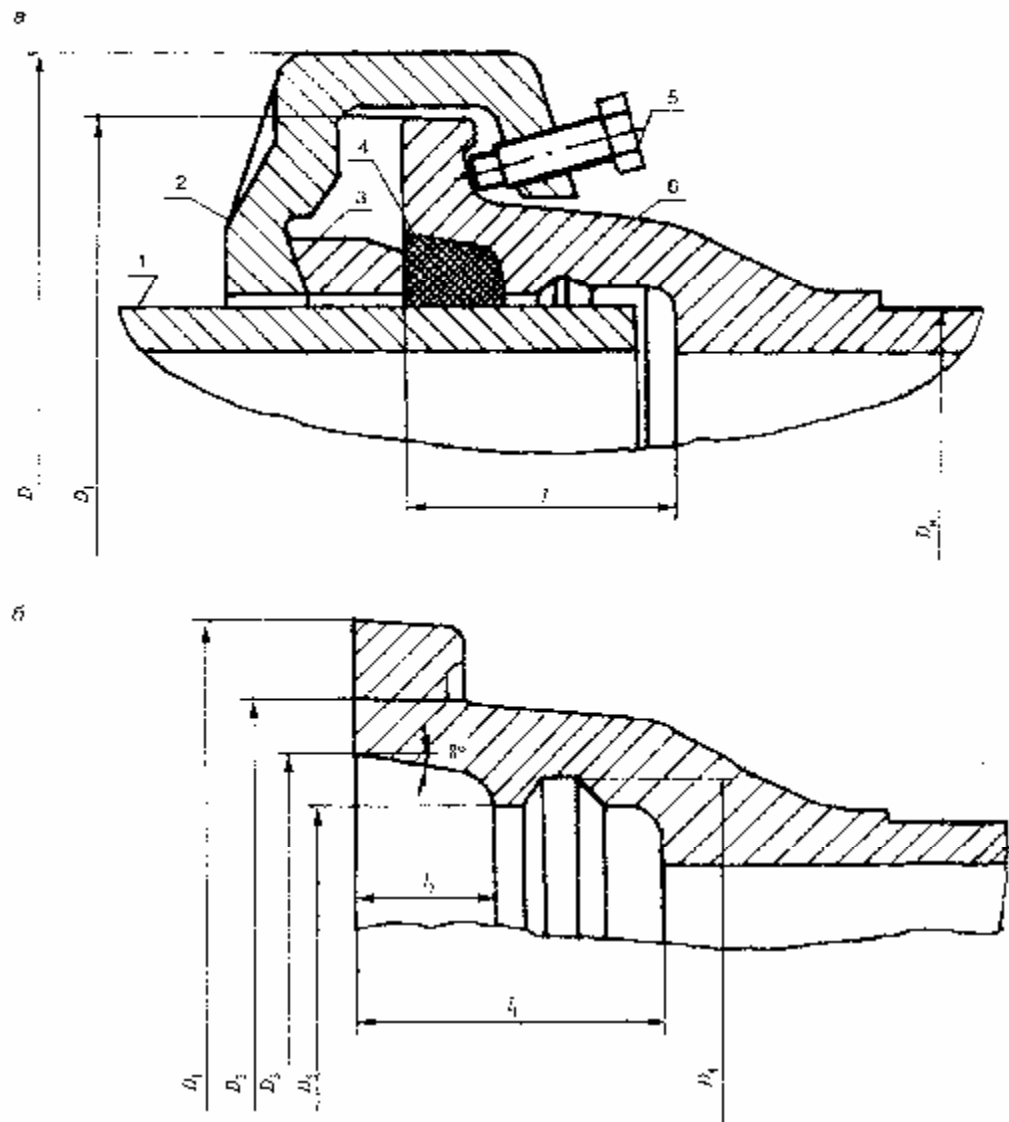


Рис. 3.16. Схема раструбного соединения труб (ТУ 14-161-183-2000) диаметром 700, 900 и 1000 мм с сальниковым резиновым уплотнителем (размеры приведены в табл. 3.21)
 а- раструбное соединение с крепежной струбциной, б- раструб трубы
 1- гладкий конец трубы, 2- крепежная струбцина, 3-свободный фланец с фигурным профилем, резиновое кольцо (см. рис. 14), 5-винт, 6-раструб трубы

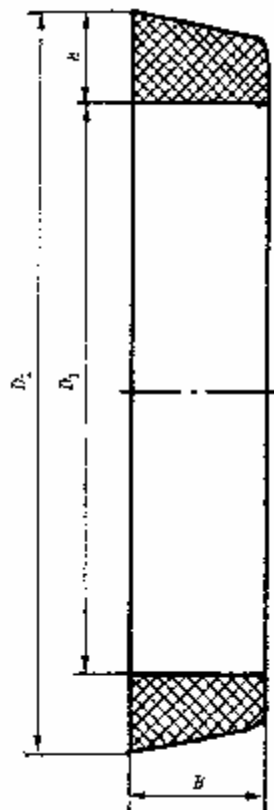


Рис. 3.17. Резиновый сальниковый уплотнитель (размеры приведены в табл. 3.22)

Таблица 3.11. Толщины стенок, мм, литых соединительных частей (ГОСТ 5525-88) по стволу S и отростку S₁

Но- мера	D _y	S		S ₁ * для D _y										
		номи- нал	предель- ное откло- нение (-)	100	150	200	250	300	400	500	600	700	900	1000
1	100	10	0,5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	150	11	0,6	10	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	200	13	0,7	10	11	13	-	-	-	-	-	-	-	-
4	250	14	0,8	10	11	13	14	-	-	-	-	-	-	-
5	300	15	0,8	10	11	13	14	15	-	-	-	-	-	-
6	400	17	0,9	10	11	13	14	15	17	-	-	-	-	-
7	500	19	1,0	12	12	13	14	15	17	19	-	-	-	-
8	600	21	1,1	-	14	14	14	15	17	19	21	-	-	-
9	700	24	1,2	-	16	16	16	16	17	19	21	24	-	-
10	900	28	1,4	-	-	20	20	20	20	20	21	24	28	-
11	1000	30	1,5	-	-	-	21	21	21	21	21	24	28	30

*допуски на S₁ одинаковые с допусками на S при S₁=S

Таблица 3.12. Основные размеры, мм, элементов раструбных соединений (см. рис. 3.5) с резиновыми манжетами труб (ТУ 14-154-23-90) и фасонных частей (ТУ 1468-001-39535214-96)

D_y	D_H	D_1	D_2	D_3	D_4	S	S_1	S_2	L_1	L_2	L_3	b_1^*	b_2^*	b_3^*	b_4	e	f
65	81	88	75	97	105	6,0	22,5	3,0	80	150	15	6/8	18/3	5/14	3	9	3
80	98	106	92	114	123	6,0	23,0	3,0	80	160	15	6/8	18/7	5/14	3	9	3
100	118	126	112	134	146	6,1	23,0	3,0	85	170	16	6/8	18/3	6/15	3	9	3
150	170	178	164	187	200	6,3	24,5	3,0	90	180	20	6/8	21/4	6/15	3	9	3
200	222	231	216	242	255	6,4	28,5	3,2	89	180	23	6/8	21/4	7/18	3	9	3
250	273	283	267	294	307	6,8	29,5	3,2	94	190	26	6/8	23/4	7/18	3	9	3
300	325	334	319	346	359	7,2	29,5	3,2	98	200	28	6/8	24/4	7/18	3	9	3

*в числителе – для манжет универсальных, в знаменателе – для манжет удлиненных

Таблица 3.13. Основные размеры, мм, резиновых манжет (см. рис. 6) для уплотнения раструбных соединений (см. рис. 3.5)

D _y	B*	b ₁ *	b ₂ *	b ₃	b ₄ *	H	h ₁	h ₂	d ₁ *	d ₂ *	d ₃
65	25/30	10/3	5/14	3	6/8	14	5/8,5	6/-	97/97	68/69	105
80	30/35	10/3	5/14	3	6/8	14	5/8,5	7/-	114/114	85/86	123
100	30/35	10/3	6/15	3	6/8	14	5/10	7/-	133/134	105/106	146
150	33/38	10/4	7/15	3	6/8	15	5/11	7/-	186/187	156/157	200
200	33/40	10/4	7/18	3	12/12	17	5/12	8,5/-	242/242	208/208	255
250	34/40	10/4	7/18	3	12/12	17	5/12	9/-	294/294	260/260	307
300	35/42	10/4	7/18	3	12/12	17	5/12,5	8,5/-	346/346	312/312	359

*в числителе – для универсальных манжет, в знаменателе – для удлиненных манжет

Таблица 3.14. Основные размеры, мм, резинового кольца

D _y	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	B	l ₁	l ₂	R ₁
100	146,5	134,5	99,5	140,5	30	5,5	14,3	5,0
150	203,5	189,5	151,0	196,0	32	5,5	15,3	5,5
200	260,0	244,0	202,0	250,0	33	5,5	15,3	6,0
250	315,0	299,0	257,0	305,0	33	5,5	15,3	6,0
300	369,0	353,0	311,0	359,0	33	5,5	15,3	6,0

Таблица 3.15. Основные размеры, мм, элементов раструбного соединения труб (ТУ 14-161-183-2000)

D_y	D_H	D_1	D_4	S_1	L	b_1	b_2	b_3	b_4
100	118	129	148	26	75	6	20	6	3
150	107	181	204	28	80	6	22	7	3
200	222	232	260	31	80	6	24	8	3
250	274	286	313	32	85	6	26	8	3
300	326	337	366	34	90	6	27	8	3

Таблица 3.16. Основные размеры, мм, резиновых укороченных манжет (марок 1-Б-1 и 1-Б-2)

D_y	B	1-Б-1			1-Б-2		
		h	h_2	d_2	h	h_2	d_2
100	30	14,5	8	109	17,5	11	103
150	35	17,0	8	159	20,0	11	153
200	36	19,5	9,5	210	23,5	12,5	202
250	37	20,5	9,5	261	25,0	13,5	252
300	37	21,0	10,5	312	25,5	14,5	304

Таблица 3.17. Основные размеры элементов раструбного соединения труб (ТУ 14-161-183-2000) диаметром 400 мм

D_y	D_H	D_1	D_4	D_5	S_1	l	l_5	b_1	b_2	b_3	b_4
400	429	442	472	452	44	110	25	8	24	8	3

Таблица 3.18. Основные размеры, мм, резиновой манжеты с «ласточкиным хвостом»

D_y	B	h	h_2	d_2
400	48	25,0	14	408

Таблица 3.19. Основные размеры, мм, уплотнительного резинового кольца под соединение «Тайтон»

D _y	d ₁	d ₂	d ₃	h ₁	t ₁	t ₂	r	Масса, кг
100	146	144	16	10	26	5	3,5	0,212
150	200	198						0,356
200	256	254	18	11	30	6	4	0,5
250	310	308			32			0,72
300	366	364	20	12	34	7	4,5	0,94

Таблица 3.20. Основные размеры, мм, элементов раструбного соединения труб (ТУ 14-161-183-2000) диаметром 500 и 600 мм

D _y	D _н	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D	l ₁	l ₂
500	532	674	616	578	560	542	760	105	46
600	635	778	722	683	661	646	865	115	46

Таблица 3.21. Основные размеры, мм, элементов раструбного соединения труб (ТУ 14-161-183-2000) диаметром 700, 900 и 1000

D _y	D _н	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D	l ₁	l ₂
700	738	908	791	760	748	750	970	120	45
900	945	1128	1006	965	954	955	1200	135	50
1000	1048	1256	1121	1080	1062	1070	1332	145	50

Таблица 3.22. Основные размеры, мм, резинового сальникового уплотнителя

D _y	D ₁	D ₂	B	h
500	526	580	46	27
600	629	683	46	27
700	735	791	46	28
900	942	1006	52	32
1000	1046	1116	52	35

3.4.12. Для сборки труб (ТУ 14-161-183-2000) диаметром от 400 до 1000 мм между собой и с фасонными частями (ГОСТ 5525-88) используются соединения под заделку (рис. 3.18, табл. 3.23).

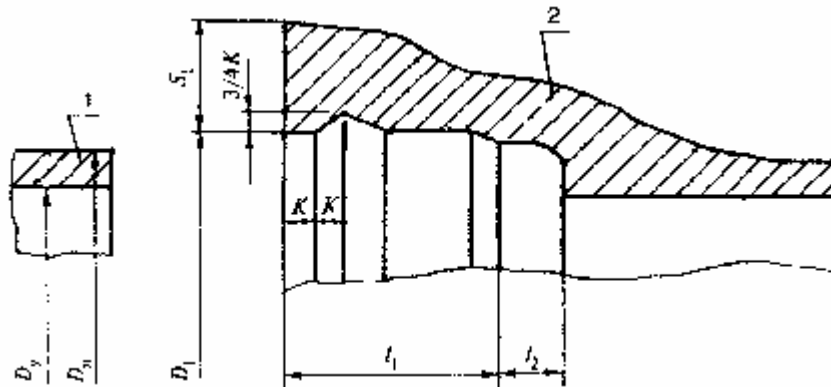


Рис. 3.18. Элементы раструбного соединения под заделку труб диаметром 400-1000 мм (размеры приведены в табл. 3.23)

Таблица 3.23. Основные размеры элементов раструбных соединений труб (ТУ 14-161-183-2000) между собой и с фасонными частями (ГОСТ 5825-88)

D_y	D_n	D_1	S_1	K	l_1	l_2
400	429	449	39	10	80	20
500	532	553	42	10	85	20
600	635	567	45	10	90	25
700	738	760	48	10	95	25
900	945	968	56	12	105	30
1000	1048	1072	60	12	110	35

3.4.13. Для трубопроводов со значительными осевыми нагрузками на соединения используются трубы с наваренными на гладкие концы стопорами и раструбами с пазами, в которых при монтаже размещаются дугообразные клинья (рис. 3.19, табл. 3.24) или трубы, гладкие концы которых соединяются посредством бандажа (рис. 3.20, табл. 3.25).

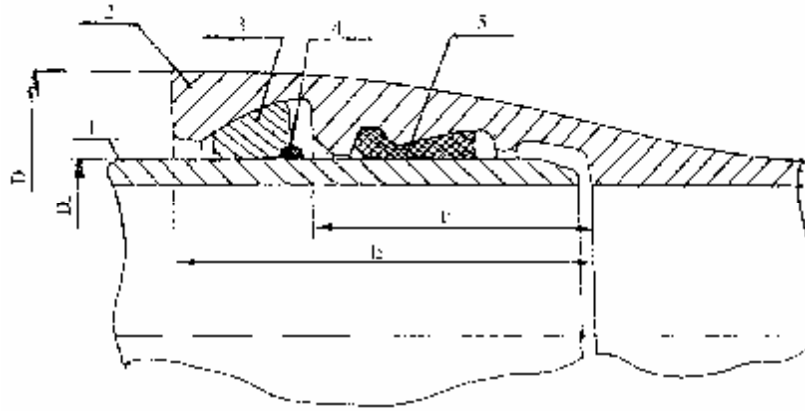


Рис. 3.19. Клиновое раструбное соединение (австрийские стандарты ONORM B 2592) труб из высокопрочного чугуна (размеры приведены в табл. 3.24)

1- гладкий конец одной трубы, 2- раструб другой трубы, 3- дугообразный клин, 4- стопор, 5- резиновый уплотнитель

Таблица 3.24. Основные размеры, мм, клинового раструба соединения (австрийские стандарты ONORM B 2592) труб из высокопрочного чугуна

D_y	D	D_n			t_2	t_1
		номинал.	Дополнительное отклонение			
150	233	170	+1	-2,9	150	100
200	291	222	+1	-3,0	160	105
250	350	274	+1	-3,1	165	105
300	406	326	+1	-3,3	170	105
400	520	429	+1	-3,5	190	115
500	630	532	+1	-3,8	200	120

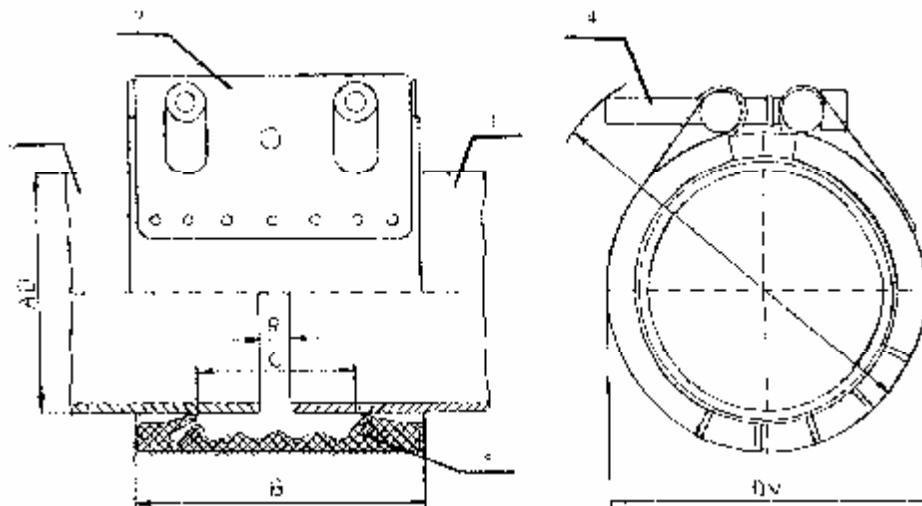


Рис. 3.20. Бандажное соединение (Швейцария, «Straub Werke AG») труб с гладкими концами (размеры приведены на рис.3 25)

1-гладкий конец одной трубы, 2- бандаж, 3- гладкий конец другой трубы, 4- крепеж, 5- резиновый уплотнитель

Таблица 3.25. Основные размеры, мм, бандажных соединений
(Швейцария, «Strub Werke AG») труб с гладкими концами

D_y	D_H	AD	B	R	C	DV
150	170	166-171	107	5-35	62	190,08
200	222	217-222	141	10-35	91	246,1
250	474	270-276	141	10-35	91	300,0
300	326	321-327	141	10-35	91	350,9

3.4.14. Для сборки труб с арматурой используются фланцевые соединения (рис. 3.21, табл. 3.26).

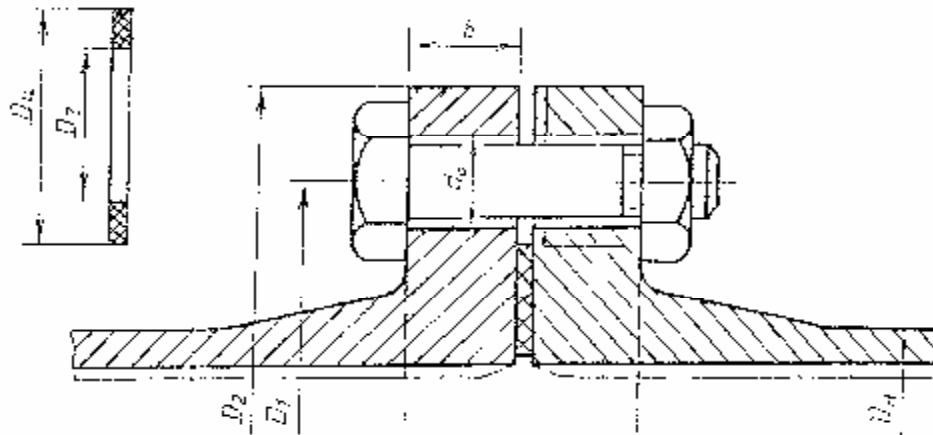


Рис. 3.21. Схема фланцевого соединения чугунных труб с арматурой, соединительными частями и трубами из других материалов (размеры приведены в табл. 3.26).

Таблица 3.26. Размеры, мм, фланцевых соединений

D_y	B		D_2	D_1		Внутренний D_3 и наружный D_4 диаметры резиновой прокладки		d_0	Количество болтов, n
	Номинальное	Предельное отклонение (+)		Номинальное	Предельное отклонение (+)	D_3	D_4		
100	22	1,1	220	180	1	105	158	19	4
150	24	1,2	285	240	1	156	212	23	8
200	26	1,3	340	295	1	206	268	23	8
250	28	1,4	395	350	1	256	320	23	12
300	28	1,4	445	400	1	306	370	23	12
400	32	1,6	565	515	1	406	482	26	16
500	34	1,7	670	620	1	506	585	26	20
600	36	1,8	780	725	1	606	685	31	24
700	40	2,0	895	840	1	710	800	31	24
900	46	2,3	1115	1050	1	910	1005	34	28
1000	50	2,5	1230	1160	1	1010	1115	37	28

3.4.14. Для сварки труб и фасонных частей между собой применяют электроды на никелевой или железо-никелевой основе, обеспечивающие равнопрочность сварного соединения основного металла и позволяющие вести сварку стыков в неповоротном положении.

Технология сварки ФСЧ должна соответствовать требованиям ВТИ-50254094-ТЧ-24-2001.

Монтажная сварка и порядок аттестации сварщиков должны производиться в соответствии с ТИ 50254094-С-01 (Приложение 1).

3.4.15. Твердость металла шва СФЧ не должна превышать 250 НВ;

3.4.16. Механические свойства металла труб и сварных соединений фасонных частей, определяемые при испытании образцов на растяжение, должны быть не менее:

- временное сопротивление σ_b , МПа или кгс/мм² (420 или 42);
- условный предел текучести σ , МПа или кгс/мм² (300 или 30);
- относительное удлинение δ_5 , % (5,0);
- предел прочности при растяжении сварного соединения σ_b , МПа или кгс/мм² (380 или 38);
- угол загиба сварного соединения, град (23).

3.4.17. На наружной и внутренней поверхностях СФЧ допускаются отклонения, обусловленные способом производства и не влияющие на герметичность труб при испытании.

Допустимые отклонения по длине раструбных СФЧ не должны превышать ± 20 мм, фланцевых СФЧ ± 10 мм.

3.4.18. СФЧ должны выдерживать испытательное гидравлическое давление не менее 2,5 МПа давление сжатым воздухом не менее 0,4 МПа.

3.4.19. Для контроля свойств металла труб и сварного соединения от отобранной СФЧ отрезают кольцо, из которого изготавливают образцы для проведения механических испытаний и определения твердости. Изготовление и испытание проводятся согласно ГОСТ 1497-84, ГОСТ 6996-66 и ГОСТ 27208-87.

3.4.20. Испытание на твердость проводится по ГОСТ 9012-59, а гидравлическое испытание СФЧ по ГОСТ 3845-75.

3.4.21. Пневматическое испытание СФЧ проводят по методике завода-изготовителя. Испытание проводится путем погружения изделия в воду или путем нанесения на поверхность изделия пенного раствора.

Неразрушающий контроль проводится по методике завода-изготовителя.

Осмотр изделий производится визуально, без применения увеличительных приборов.

3.4.22. В качестве материала крепежных соединений необходимо применять бандаж, выполненный из нержавеющей стали.

4. Проектирование трубопроводов из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом

4.1. Общие положения по расчету и проектированию труб из ВЧШГ

4.1.1. В соответствии с общими требованиями СНиП 2.04.02 – 84 и СНиП 2.05.06-85 расчет подземных трубопроводов из различных материалов должен производиться по предельным состояниям: на прочность (деформативность) и водонепроницаемость (трещиностойкость). Возможность достижения того или иного предельного состояния зависит от ряда факторов, из которых важнейшими являются: технология изготовления труб, качество и механические свойства материалов, из которых изготовлена труба, а также условия последующей работы трубопровода.

Проверка на водонепроницаемость (трещиностойкость) обусловлена технологией изготовления изделий из ВЧШГ, когда даже при незначительных отклонениях от нее может произойти потеря водонепроницаемости стенки трубы.

4.1.2. Проверке на водонепроницаемость в заводских условиях должны подлежать 100 % труб заводского изготовления с внутренним гидравлическим давлением в пределах 2,5 - 5,0 МПа независимо от диаметра и класса труб. Данные требования регламентированы ТУ 1461 – 050 – 50254094 – 2002 (п.5.5) и ТУ 14 – 161 – 213 – 2002 (п. 3.2 и п. 2.1.6 в измененной редакции).

4.1.3. При проектировании напорных сетей из ВЧШГ должна использоваться методика расчета (см. ниже и в Приложении 1 и 2) подземных трубопроводов на прочность (при различных видах нагрузок) с результирующими данными по приведенным нагрузкам при различных условиях работы трубопровода.

4.1.4. В качестве нагрузок, действующих на подземный трубопровод из труб ВЧШГ, следует принимать:

- внутреннее давление транспортируемой воды;
- давление грунтовой засыпки;
- давление подвижных транспортных средств, передающееся на трубопровод через грунт;
- собственный вес трубопровода;
- массу транспортируемой воды.

4.1.5. Таблицы с результатами расчетов, проведенных в соответствии с рекомендуемой методикой при различных сочетаниях действующих на трубопровод нагрузок, должны содержать значения допустимого внутреннего давления воды, исходя из несущей способности труб на прочность и водонепроницаемость при укладке

трубопровода:

- в траншеях с вертикальными стенками на плоское основание;
- в грунтах шести категорий (пески крупные, мелкие, пылеватые, сухие, суглинки, глины);
- на глубинах от 1,0 до 3,0 м, считая от верха трубы;
- на г
- грунты и основания средней прочности при нормальной степени уплотнения засыпки;
- при действии транспортной нагрузки $H - 18$.

4.1.6. Расчет необходимо производить на совместное (комбинированное) воздействие внутреннего давления и внешних нагрузок, учитывая следующие случаи:

- на трубопровод действует внутреннее давление воды и внешняя нагрузка от давления грунта;
- на трубопровод действует внутреннее давление воды при гидравлическом ударе и внешняя нагрузка от давления грунта.

В качестве расчетного принимается случай, когда трубопровод подвергается наибольшему силовому воздействию.

4.1.7. Коэффициент перегрузки для определения расчетных нагрузок на трубу принимается равным:

- для вертикального давления грунта – 1,2;
- для горизонтального давления – 0,8;
- для вертикального давления транспорта (колонны автомобилей $H - 18$) – 1,4.

Величины остальных коэффициентов принимаются равными 1.

Учет внутреннего давления транспортируемой воды

4.1.8. Величина внутреннего давления воды в трубопроводе устанавливается на основании гидравлических расчетов с учетом реальных данных проектирования, учетом фактического давления при максимально-допустимой пропускной способности трубопровода.

Гидравлический расчет трубопроводов систем водоснабжения производится в соответствии с требованиями СНиП 2.04.02 – 85 (Приложение 10 обязательное). В СП 40 – 106 – 2002 (п. 3.5) приводится алгоритм гидравлического расчета труб из ВЧШГ, а в Приложениях А и Б представлены номограммы для приближенного расчета.

4.1.9. Величина расчетного внутреннего давления P_p согласно СНиП 2.04.02 – 85

п. 8.22 принимается с учетом или без учета гидравлического удара. При отсутствии в проекте величины гидравлического расчетного давления испытательное давление $P_{исп}$ принимается в соответствии с п. 10 табл. 5 (СНиП 3.05.04 – 85 п. 7.7) не более 0,6 заводского испытательного давления. При $P^0 = 5,0$ МПа $P_{исп}$ для всех труб диаметрами 100 - 600 мм должно быть равно 3,0 МПа.

4.1.10. Величина рабочего давления не должна превышать: для раструбных труб – 1,6 - 3,0 МПа; для труб с муфтовыми и фланцевыми соединениями – 4,0 МПа. Рекомендуемая величина внутреннего рабочего давления должна лежать в пределах 1,6 - 1,8 МПа для труб по ТУ 14 – 161 – 213 – 2002. Для труб диаметрами 100 - 300 мм по ТУ 1461 – 050 – 50254094 – 2002 величину внутреннего рабочего давления можно принимать равной 3,0 МПа.

Расчет внешней приведенной нагрузки от грунта и транспорта

4.1.11. Расчётные вертикальные нагрузки от давления грунта определяются по формулам:

$$Q_I^T = 1,15 \gamma H B K_{mp} \psi \quad - \text{укладка в траншее};$$

$$Q_I^H = 1,15 \gamma H D_n K_n \quad - \text{укладка в насыпи.}$$

4.1.12. Расчётные горизонтальные нагрузки от давления грунта определяются по формулам:

$$Q_{1z} = 0,8 \gamma H D_n K_{mp} \lambda_{mp}$$

$$Q_{1z} = 0,8 \gamma (H + D_n/2) D_n \lambda_n$$

4.1.13. Расчётные вертикальные и горизонтальные нагрузки от давления транспорта:

$$Q_2 = 1,4 q D_n \mu K_n$$

$$Q_{2z} = 1,0 q D_n \lambda_n$$

4.1.14. Расчётные вертикальные нагрузки от собственной массы трубопровода и наполнителя:

$$Q_3 = 1,1 \pi \gamma_m h D_{cp}$$

$$Q_4 = 0,25 \pi \gamma_n h D_n^2$$

4.1.15. Максимальные расчётные изгибающие моменты в стенке лотка трубы при укладке трубопровода на плоское основание:

$$M = M_6' + M_6'' + M_z$$

$$M_6' = 0,235(Q_1 + Q_2) r_{cp}$$

$$M_6'' = 0,18(Q_3 + Q_4) r_{cp}$$

$$M_z = -0,125(Q_{1z} + Q_{2z}) r_{cp}$$

4.1.16. Внешняя приведенная нагрузка, действующая на трубопровод:

$$Q_{np} = \frac{M}{0,318 \cdot r_{cp}}$$

где D_n – наружный диаметр трубы, см;

H – глубина засыпки труб, м;

γ – объёмный вес грунта засыпки, тс/м³; (значения γ находятся в пределах 1,7 - 1,9 тс/м³ и зависят от категории грунта);

B – ширина траншеи (наименьшая ширина траншеи составляет $D_n + 600$ мм).

4.1.17. Коэффициент K_{mp} , учитывающий действие сил трения между засыпкой и стенками трубы определяется по табл. 4.1. в зависимости от категории грунтов и отношения H/D .

Таблица 4.1. Значения коэффициента K_{mp} в зависимости от категории грунтов

$\frac{H}{B_{cp}}$	Коэффициент K_{mp} при категории грунтов засыпки		
	Г – I; Г – II	Г – III; Г – IV; Г – V	Г – VI
0	1,0	1,0	1,0
0,1	0,981	0,984	0,986
0,2	0,962	0,968	0,974
0,3	0,944	0,952	0,961
0,4	0,928	0,937	0,948
0,5	0,91	0,923	0,936
0,6	0,896	0,91	0,925
0,7	0,881	0,896	0,913
0,8	0,867	0,883	0,902
0,9	0,852	0,872	0,891
1,0	0,839	0,862	0,882
1,1	0,826	0,849	0,873
1,2	0,816	0,84	0,865
1,3	0,806	0,831	0,857
1,4	0,796	0,823	0,849
1,5	0,787	0,816	0,842
1,6	0,778	0,809	0,835
1,7	0,765	0,79	0,815
1,8	0,75	0,775	0,80
1,9	0,735	0,765	0,79
2,0	0,725	0,75	0,78

3,0	0,63	0,66	0,69
4,0	0,555	0,585	0,62
5,0	0,49	0,52	0,56
6,0	0,435	0,47	0,505

4.1.18. Коэффициент ψ , учитывающий разгрузку трубы от бокового давления грунта засыпки, определяется по формуле:

$$\psi = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot P_{zp} \cdot (B - D_n)}{P_n \cdot c \cdot D_n}},$$

где P_n – параметр, характеризующий жесткость трубопровода, определяемый по формуле:

$$P_n = \frac{2 \cdot E \cdot \left(\frac{h}{D - h} \right)^3}{1 - \nu^2},$$

где E – модуль упругости Юнга, для ВЧШГ - $1,7 \cdot 10^5$ кг/см²;

ν – коэффициент Пуассона, равный 0,3; для трубопровода, прокладываемого звеньями, $\nu = 0$;

χ – коэффициент выступания трубы при опирании на плоское основание $\chi = 0,98$;

P_{zp} – параметр, характеризующий жесткость грунта засыпки, зависящий от модуля упругости грунта $P_{zp} = 0,125 E_{zp}$.

4.1.19. Коэффициент концентрации давления грунта в насыпи K_n при укладке труб на ненарушенный грунт зависит от отношения H/D_n и прочности грунтов основания. Значения этого коэффициента лежат в диапазоне 1 - 1,4 при укладке труб на плоское основание.

4.1.20. Коэффициенты бокового давления грунта λ_{mp} и λ_n для грунтов Г–III, Г–IV и Г–V составляют 0,05 - 0,2.

4.1.21. Равномерно распределённое давление q (тс/м²) от наземного транспорта Н – 18, передаваемого на трубы через грунт принимается в зависимости от диаметра и глубины заложения труб и определяется по табл. 4.2.

Таблица 4.2. Равномерно распределённое давление q (тс/м²) от транспортной нагрузки $H - 18$ при наружном диаметре трубопровода D_n , м

Глубина заложения труб H , м	Равномерно распределённое давление q (тс/м ²) от транспортной нагрузки $H-18$ при наружном диаметре трубопровода D_n , м					
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
1,0	2,900	2,885	2,870	2,820	2,770	2,690
1,5	1,390	1,380	1,370	1,365	1,360	1,350
2,0	0,880	0,875	0,870	0,870	0,870	0,865
Глубина заложения труб H , м			2,225	2,5	2,75	3,0
Значения q (тс/м ²) для всех диаметров			0,780	0,700	0,630	0,560

Рассмотренные выше формулы по определению давления внешних нагрузок, определению изгибающих моментов от действия этих нагрузок справедливы при расчете труб на изгиб поперечного сечения трубы (кольца) внешними приведенными нагрузками с одновременным воздействием внутреннего давления. Такая расчетная схема для труб диаметром 100 - 600 мм является основной.

Для труб диаметром 100 м дополнительный расчет на поперечный изгиб от действия внешних нагрузок с одновременным воздействием внутреннего давления является проверочным.

Внешние нагрузки и внутреннее давление

4.1.22. Значения внешней приведенной нагрузки от воздействия грунта и транспорта для труб классов ОТ, Т, ЛА и А диаметрами 100 - 600 мм следует принимать по табл. 4.3 – 4.10.

Таблица 4.3. Значения внешней приведенной нагрузки Q , кН/м, действующей на трубопровод из труб диаметром 100 мм (в скобках приведены коэффициенты запаса прочности на внешнюю нагрузку)

Глубина заложения H , м	При давлении транспорта $H - 18$ и грунтов		При давлении грунтов	
	I – IV	V – VI	I – IV	V – VI
1,0	6,8 (14,7)	7,3 (13,2)	2,2 (43,8)	2,6 (37,0)
1,5	5,6 (17,2)	6,2 (15,5)	3,4 (28,3)	3,9 (24,7)
2,0	5,9 (16,4)	6,6 (14,6)	4,5 (21,4)	5,2 (18,5)
2,5	6,8 (14,2)	7,7 (12,5)	5,6 (17,2)	6,5 (14,8)
3,0	7,7 (12,5)	8,7 (11,0)	6,8 (14,1)	7,8 (12,3)

Таблица 4.4. Значения внешней приведенной нагрузки Q , кН/м, действующей на трубопровод из труб диаметром 150 мм (в скобках приведены коэффициенты запаса прочности на внешнюю нагрузку)

Глубина заложения H , м	При давлении транспорта $H - 18$ и грунтов		При давлении грунтов	
	I – IV	V – VI	I – IV	V – VI
1,0	9,3 (7,8)	10,0 (7,7)	3,2 (22,8)	3,7 (23,0)
1,5	7,7 (9,5)	8,5 (8,9)	4,7 (15,6)	5,4 (16,0)
2,0	8,2 (8,9)	9,2 (7,8)	6,3 (11,6)	7,2 (8,1)
2,5	9,3 (7,8)	10,6 (7,7)	7,8 (9,3)	9,0 (7,8)
3,0	10,6 (6,9)	12,0 (6,0)	9,4 (7,8)	10,8 (7,0)

Таблица 4.5. Значения внешней приведенной нагрузки Q , кН/м, действующей на трубопровод из труб диаметром 200 мм (в скобках приведены коэффициенты запаса прочности на внешнюю нагрузку)

Глубина заложения H , м	При давлении транспорта $H - 18$ и грунтов		При давлении грунтов	
	I – IV	V – VI	I – IV	V – VI
1,0	12,5 (4,5)	13,3 (4,2)	4,3 (13,0)	5,0 (12,0)
1,5	10,3 (5,4)	11,3 (4,9)	6,4 (8,7)	7,4 (7,5)
2,0	10,9 (5,1)	12,2 (4,6)	8,5 (6,5)	9,8 (5,7)
2,5	12,5 (4,5)	14,1 (3,9)	10,6 (5,2)	12,1 (4,6)
3,0	14,2 (4,3)	16,1 (3,5)	12,6 (4,4)	14,5 (3,8)

Таблица 4.6. Значения внешней приведенной нагрузки Q , кН/м, действующей на трубопровод из труб диаметром 250 мм (в скобках приведены коэффициенты запаса прочности на внешнюю нагрузку)

Глубина заложения H , м	При давлении транспорта $H - 18$ и грунтов		При давлении грунтов	
	I – IV	V – VI	I – IV	V – VI
1,0	15,2 (3,4)	16,3 (3,2)	5,4 (9,5)	6,2 (8,3)
1,5	12,6 (4,1)	13,9 (3,7)	7,9 (6,5)	9,1 (5,7)
2,0	13,4 (3,9)	15,0 (8,4)	10,5 (4,9)	12,0 (4,3)
2,5	15,3 (3,4)	17,3 (3,0)	13,0 (4,0)	14,9 (3,5)
3,0	17,3 (3,0)	19,7 (2,6)	15,5 (3,4)	17,8 (2,9)

Таблица 4.7. Значения внешней приведенной нагрузки Q , кН/м, действующей на трубопровод из труб диаметром 300 мм (в скобках приведены коэффициенты запаса прочности на внешнюю нагрузку)

Глубина заложения H , м	При давлении транспорта $H - 18$ и грунтов		При давлении грунтов	
	I – IV	V – VI	I – IV	V – VI
1,0	17,9 (2,7)	19,3 (2,5)	6,5 (7,5)	7,4 (6,6)
1,5	14,8 (3,3)	16,4 (3,0)	9,5 (5,2)	10,9 (4,5)
2,0	15,7 (3,1)	18, (2,7)	12,5 (4,0)	14,3 (3,4)
2,5	18,0 (2,7)	20,5 (2,4)	15,5 (3,2)	17,8 (2,7)
3,0	20,4 (2,4)	23 (2,1)	18,5 (2,6)	21,2 (2,3)

Таблица 4.8. Значения внешней приведенной нагрузки Q , кН/м, действующей на трубопровод из труб диаметром 400 мм (в скобках приведены коэффициенты запаса прочности на внешнюю нагрузку)

Глубина заложения H , м	При давлении транспорта $H - 18$ и грунтов		При давлении грунтов	
	I – IV	V – VI	I – IV	V – VI
1,0	23,5 (4,8)	24,1 (4,7)	8,8 (12,9)	10,0 (11,3)
1,5	19,7 (5,7)	21,7 (5,2)	12,8 (8,9)	14,6 (7,7)
2,0	21,0 (5,4)	23,5 (4,9)	16,7 (6,7)	19,1 (6,0)
2,5	24,0 (4,7)	27,1 (4,2)	20,7 (5,5)	23,7 (4,8)
3,0	27,2 (4,2)	30,9 (3,6)	24,6 (4,6)	28,3 (4,0)

Таблица 4.9. Значения внешней приведенной нагрузки Q , кН/м, действующей на трубопровод из труб диаметром 500 мм (в скобках приведены коэффициенты запаса прочности на внешнюю нагрузку)

Глубина заложения H , м	При давлении транспорта $H - 18$ и грунтов		При давлении грунтов	
	I – IV	V – VI	I – IV	V – VI
1,0	28,6 (4,0)	30,6 (3,8)	11,1 (10,5)	12,7 (9,2)
1,5	24,4 (4,7)	27,0 (4,3)	16,1 (6,0)	18,4 (6,4)
2,0	26,0 (4,5)	29,2 (4,0)	21,0 (4,9)	24,0 (4,9)
2,5	29,8 (3,9)	33,7 (3,5)	25,9 (4,5)	29,6 (4,0)
3,0	33,8 (3,5)	38,3 (3,1)	30,8 (3,8)	35,2 (3,4)

Таблица 4.10. Значения внешней приведенной нагрузки Q , кН/м, действующей на трубопровод из труб диаметром 600 мм (в скобках приведены коэффициенты запаса прочности на внешнюю нагрузку)

Глубина заложения H , м	При давлении транспорта $H - 18$ и грунтов		При давлении грунтов	
	I – IV	V – VI	I – IV	V – VI
1,0	33,1 (4,2)	37,1 (3,8)	13,4 (10,6)	15,4 (9,2)
1,5	28,0 (4,4)	32,5 (4,4)	19,4 (7,3)	22,2 (6,4)
2,0	34,0 (4,2)	34,9 (4,0)	25,3 (5,6)	28,9 (4,9)
2,5	35,6 (4,0)	40,3 (3,5)	31,1 (4,6)	35,5 (4,0)
3,0	40,4 (3,5)	45,7 (3,1)	37,0 (3,9)	42,1 (3,4)

Оценивая отношение $Q_0/Q = K_e$ как коэффициент запаса прочности (Q_0 - несущая способность, а Q - величина внешних нагрузок на разных уровнях засыпки), необходимо констатировать, что запас прочности для труб диаметром 100 мм в диапазоне залегания 1-3 м (в грунтах категории I-IV) оставляет соответственно 14,7 – 12,5, а для трубопровода диаметром 600 мм при тех же условиях – 4,2-3,5.

4.1.23. Значительные величины запаса прочности K_e на внешнюю нагрузку при укладке труб на различные глубины при воздействии транспортной нагрузки $H - 18$ позволяют упростить укладку труб на плоское основание (т.е. исключить профилирование основания, засыпку и трамбовку пазух траншеи).

4.1.24. Величину допустимого внутреннего давления (МПа) в трубопроводе, исходя из механической прочности при диаметрах 100 - 600 мм классов труб ОТ, Т, ЛА и А при укладке их на плоское основание, а также с учетом несущей способности, необходимо принимать по табл. 3.11 – 3.18.

При этом величины допускаемого внутреннего давления, исходя из герметичности стыковых соединений, не должны превышать:

- для раструбных труб по ТУ 1461 – 050 – 50254094 – 2002 (раздел 2) – 1,6 МПа;
- для раструбных труб по ТУ 14 – 161 – 213 – 2002 – согласно п. 6.2;
- для муфтовых соединений до 4,0 МПа.

Таблица 4.11. Значения допускаемого внутреннего давления (МПа) для труб классов ОТ, Т, ЛА, А диаметром 100 мм из условия прочности

Глубина заложения Н, м	При давлении транспорта Н-18 и грунтов								При давлении грунтов							
	I – IV				V – VI				I – IV				V – VI			
	Класс ОТ	Класс Т	Класс ЛА	Класс А	Класс ОТ	Класс Т	Класс ЛА	Класс А	Класс ОТ	Класс Т	Класс ЛА	Класс А	Класс ОТ	Класс Т	Класс ЛА	Класс А
1,0	31,044	38,23	41,746	47,331	30,871	38,078	41,603	47,201	32,638	39,63	43,068	48,528	32,499	39,509	42,953	48,423
1,5	31,46	38,595	42,091	47,643	31,252	38,143	41,919	47,487	32,222	39,265	42,723	48,215	32,049	39,113	42,579	48,085
2,0	31,356	38,504	42,005	47,565	31,113	38,291	41,804	47,383	31,841	38,93	42,407	47,929	31,598	38,717	42,206	47,747
2,5	31,044	38,23	41,746	47,331	30,732	37,956	41,488	47,096	31,46	38,595	42,091	47,643	31,148	38,322	41,832	47,409
3,0	30,732	37,956	41,488	47,096	30,386	37,652	41,2	46,836	31,044	38,23	41,746	47,331	30,698	37,926	41,459	47,07

Таблица 4.12. Значения допускаемого внутреннего давления (МПа) для труб классов ОТ, Т, ЛА, А диаметром 150 мм из условия прочности

Глубина заложения Н, м	При давлении транспорта Н-18 и грунтов								При давлении грунтов							
	I – IV				V – VI				I – IV				V – VI			
	Класс ОТ	Класс Т	Класс ЛА	Класс А	Класс ОТ	Класс Т	Класс ЛА	Класс А	Класс ОТ	Класс Т	Класс ЛА	Класс А	Класс ОТ	Класс Т	Класс ЛА	Класс А
1,0	20,864	28,661	28,469	34,266	20,635	28,47	28,302	34,105	22,855	30,237	29,932	35,666	22,692	30,19	29,813	35,551
1,5	21,386	29,098	28,853	34,633	21,125	28,88	28,661	34,449	22,365	29,917	29,573	35,321	22,137	29,726	29,405	35,161
2,0	21,223	28,962	28,733	34,518	20,896	28,689	28,493	34,289	21,843	29,48	29,189	34,954	21,549	29,235	28,973	34,748
2,5	20,864	28,661	28,469	34,266	20,439	28,307	28,158	33,967	21,353	29,071	28,829	34,61	20,961	28,743	28,541	34,334
3,0	20,439	28,307	28,158	33,967	19,982	27,924	27,822	33,646	20,831	28,634	28,445	34,243	20,374	28,252	28,11	33,921

Таблица 4.13. Значения допускаемого внутреннего давления (МПа) для труб классов ОТ, Т, ЛА, А диаметром 200 мм из условия прочности

Глубина заложения Н, м	При давлении транспорта Н-18 и грунтов								При давлении грунтов							
	I – IV				V – VI				I – IV				V – VI			
	Класс ОТ	Класс Т	Класс ЛА	Класс А	Класс ОТ	Класс Т	Класс ЛА	Класс А	Класс ОТ	Класс Т	Класс ЛА	Класс А	Класс ОТ	Класс Т	Класс ЛА	Класс А
1,0	13,953	20,506	24,362	27,403	13,694	20,314	24,18	27,327	16,608	22,47	26,224	29,107	16,381	22,302	26,065	28,961
1,5	14,665	21,033	24,861	27,86	14,342	20,793	24,634	27,652	15,928	21,967	25,747	28,67	15,604	21,727	25,52	28463
2,0	14,471	20,889	24,725	27,735	14,05	20,577	24,43	27,465	15,248	21,464	25,27	28,234	14,827	21,152	24,975	27,964
2,5	13,953	20,506	24,362	27,403	13,435	20,122	23,999	27,071	14,568	20,961	24,793	27,798	14,083	20,601	24,453	27,486
3,0	13,403	20,098	23,976	27,05	12,788	19,643	23,545	26,655	13,921	20,482	24,339	27,382	13,306	20,027	23,908	29,988

Таблица 4.14. Значения допускаемого внутреннего давления (МПа) для труб классов ОТ, Т, ЛА, А диаметром 250 мм из условия прочности

Глубина заложения Н, м	При давлении транспорта Н-18 и грунтов								При давлении грунтов							
	I – IV				V – VI				I – IV				V – VI			
	Класс ОТ	Класс Т	Класс ЛА	Класс А	Класс ОТ	Класс Т	Класс ЛА	Класс А	Класс ОТ	Класс Т	Класс ЛА	Класс А	Класс ОТ	Класс Т	Класс ЛА	Класс А
1,0	11,084	17,519	22,868	23,225	10,75	17,267	22,612	23,017	14,06	19,763	25,145	25,079	13,817	19,58	24,959	24,927
1,5	11,874	18,115	23,472	23,717	11,479	17,817	23,17	23,471	13,301	19,191	24,564	24,606	12,937	18,916	24,285	24,379
2,0	11,631	17,931	23,286	23,566	11,145	17,565	22,914	23,263	12,511	18,595	23,96	24,114	12,056	18,252	23,611	23,83
2,5	11,054	17,496	22,844	23,206	10,446	17,038	22,38	22,828	11,752	18,023	23,379	23,641	11,175	17,588	22,937	23,282
3,0	10,446	17,038	22,38	22,828	9,718	16,489	21,822	22,374	10,993	17,45	22,798	23,168	10,295	16,924	22,263	22,733

Таблица 4.15. Значения допускаемого внутреннего давления (МПа) для труб классов ОТ, Т, ЛА, А диаметром 300 мм из условия прочности

Глубина заложения Н, м	При давлении транспорта Н-18 и грунтов								При давлении грунтов							
	I – IV				V – VI				I – IV				V – VI			
	Класс ОТ	Класс Т	Класс ЛА	Класс А	Класс ОТ	Класс Т	Класс ЛА	Класс А	Класс ОТ	Класс Т	Класс ЛА	Класс А	Класс ОТ	Класс Т	Класс ЛА	Класс А
1,0	8,748	14,861	17,846	20,845	8,353	14,561	17,576	20,241	11,966	17,306	20,046	22,469	11,712	17,113	19,872	22,312
1,5	9,623	15,526	18,445	21,024	9,172	15,183	18,136	20,746	11,119	16,663	19,467	21,947	10,724	16,363	19,197	21,703
2,0	9,369	15,333	18,271	20,868	8,72	14,84	17,827	20,467	10,272	16,019	18,888	21,424	9,764	15,633	18,541	21,111
2,5	8,72	14,84	17,827	20,467	8,015	14,304	17,345	20,032	9,426	15,376	18,31	20,902	8,777	14,883	17,866	20,502
3,0	8,043	14,325	17,364	20,05	7,309	13,768	16,863	19,597	8,579	14,733	17,731	20,38	7,817	14,154	17,21	19,91

Таблица 4.16. Значения допускаемого внутреннего давления (МПа) для труб классов ОТ, Т, ЛА, А диаметром 400 мм из условия прочности

Глубина заложения Н, м	При давлении транспорта Н-18 и грунтов								При давлении грунтов							
	I – IV				V – VI				I – IV				V – VI			
	Класс ОТ	Класс Т	Класс ЛА	Класс А	Класс ОТ	Класс Т	Класс ЛА	Класс А	Класс ОТ	Класс Т	Класс ЛА	Класс А	Класс ОТ	Класс Т	Класс ЛА	Класс А
1,0	5,913	12,835	14,267	19,564	5,762	12,757	14,171	19,461	9,595	14,752	16,602	22,089	9,295	14,596	16,411	21,882
1,5	6,865	13,33	14,87	20,216	6,363	13,07	14,553	19,873	8,593	14,23	15,966	21,401	8,142	13,996	15,68	21,092
2,0	6,539	13,161	14,664	19,993	5,913	12,835	14,267	19,564	7,616	13,722	15,347	20,732	7,015	13,409	14,966	20,319
2,5	5,787	12,77	14,187	19,478	5,011	12,635	13,695	18,945	6,614	13,2	14,711	20,045	5,862	12,809	14,235	19,529
3,0	4,986	12,352	13,679	18,928	4,059	11,87	13,091	18,293	5,637	12,691	14,092	19,375	4,735	12,222	13,52	18,756

Таблица 4.17. Значения допускаемого внутреннего давления (МПа) для труб диаметром 500 мм из условия прочности и коэффициентов запаса (в скобках)

Глубина заложения Н, м	При давлении транспорта Н-18 и грунтов		При давлении грунтов	
	Класс ЛА	Класс А	Класс ЛА	Класс А
	I – IV	V – VI	I – IV	V – VI
1,0	12,9 (8,0)	12,5	15,4 (9,6)	13,5 (8,4)
1,5	12,4 (7,8)	12,4	14,5 (9,0)	14,0 (8,7)
2,0	12,6 (7,8)	12,6	14,0 (8,7)	13,4 (8,4)
2,5	12,8 (8,0)	12,0	13,2 (8,2)	12,6 (8,7)
3,0	13,0 (8,2)	11,5	12,5 (7,8)	11,9 (7,7)

Величины испытательного давления на водонепроницаемость для труб класса ЛА – 3,0 МПа, класса А – 3,5 МПа.

Таблица 4.18. Значения допускаемого внутреннего давления (МПа) для труб диаметром 600 мм из условия прочности и коэффициентов запаса (в скобках)

Глубина заложения Н, м	При давлении транспорта Н-18 и грунтов		При давлении грунтов	
	Класс ЛА	Класс А	Класс ЛА	Класс А
	I – IV	V – VI	I – IV	V – VI
1,0	11,5 (7,2)	11,5	15,8 (9,9)	15,6 (4,45)
1,5	11,0 (6,9)	11,0	15,2 (9,5)	14,8 (4,22)
2,0	11,7 (7,3)	11,2	14,0 (8,7)	14,0 (4,0)
2,5	11,2 (7,0)	10,5	13,8 (8,6)	13,3 (3,8)
3,0	10,5 (6,6)	9,8	13,2 (8,2)	12,4 (3,6)

Величины испытательного давления на водонепроницаемость для труб класса ЛА – 3,0 МПа, класса А – 3,5 МПа.

4.1.25. Приведенные в табл. 4.11 - 4.18 значения коэффициентов запаса прочности на внутреннее давление при комбинированной нагрузке определены по формуле:

$$K_p = P/P_{раб},$$

где P – допустимое гидравлическое давление при воздействии $Q_{пр}$,

$P_{раб} = 1,6$ МПа – величина гидравлического давления, гарантирующая герметичность раструбных стыков.

Ниже приводятся значения K_p для труб класса ОТ диаметрами 100 - 300 мм производства Липецкого ТЛЗ «Свободный Сокол»: при диаметре труб 100 мм и воздействии грунта и транспорта коэффициенты K_p находятся в пределах 19,4 - 19,2, при воздействии грунта I – IV категорий от 20,4 до 19; то же для труб 150 мм соответственно от 13,0 до 12,8 и от 14,2 до 13,0; то же для труб 200 мм от 8,37 до 8,2 и от 10,3 до 8,7; то же для труб 250 мм от 7,0 до 6,5 и от 8,7 до 6,8; то же для труб 300 мм от 5,5 до 5,0 и от 7,5 до 5,4; то же для труб других классов значения K_p значительно выше, что свидетельствует о значительном запасе прочности труб при комбинированной нагрузке.

Пример расчета на прочность труб приведен в Приложении 4.

Выводы и рекомендации по прочностному расчету и проектированию подземных трубопроводов из ВЧШГ

4.1.26. Расчет подземных трубопроводов производится по сопоставлению несущей способности труб на внешнюю приведенную нагрузку и внутренне давление с действующими внешними нагрузками и допустимым внутренним давлением.

4.1.27. Значения величин внутреннего рабочего давления в подземных трубопроводах могут быть определены с вероятностью $p > 0,997$.

4.1.28. Усредненные коэффициенты запаса прочности K_e труб на внешнюю нагрузку, равные отношению Q^0/Q_{np} , находятся в диапазоне 3 - 5.

4.1.29. Коэффициенты запаса на внутреннее давление $K_p = P^0/P_{np}$, находятся в диапазоне 4-7, где $P_{np} = 1,6$ МПа (значение внутреннего давления при Q_{np}).

4.1.30. Коэффициенты запаса водопроницаемости труб при комбинированной нагрузке, равные отношению P^0/P_{np} , находятся в диапазоне 2,5 - 3,1.

4.1.31. С учетом значительного запаса прочности труб на внешнюю нагрузку, укладку труб можно проводить на плоское основание без подбивки грунта засыпки.

4.1.32. Коэффициент запаса прочности труб при комбинированной нагрузке находится в диапазоне 4,2 - 5,1; методика расчета труб при комбинированной нагрузке приведена в Приложении 2.

4.1.33. Коэффициенты запаса прочности труб при работе в реальных условиях подземного напорного трубопровода обеспечивают долговременность не ниже 100 лет и надежность $p = 0,999$.

4.1.34. Для прокладки трубопроводов диаметрами 100 - 300 мм рекомендуется использовать трубы по ТУ 1461 - 050 – 50254094 – 2002.

Для прокладки трубопроводов диаметром 400 - 600 мм рекомендуется применять

трубы по ТУ 14 – 161 – 213 – 2002 с учетом показателей водонепроницаемости.

4.1.35. При необходимости крепления чугунных трубопроводов к конструкциям подземных сооружений должны проводиться обоснование и специальный прочностной расчет с использованием методов строительной механики и с учетом местных условий (особенностей конструкций подземных сооружений, прочностных и геометрических показателей труб из ВЧШГ).

4.2. Гидравлический расчет труб

4.2.1. Выбор труб из высокопрочного чугуна для систем водоснабжения и напорной канализации по диаметрам и классам осуществляется на основании гидравлических расчетов в соответствии с требованиями СНиП 2.04.02-84.

4.2.2. Потери напора H , м, на участке трубопроводной сети определяют по формуле

$$H = Li_T + ni_{cc} + n_{cr}i_{cr} + n_a i_a$$

где i_T , i_{cc} , i_{cr} , i_a – потери напора, вызванные гидравлическим сопротивлением единицы длины трубы, стыковым соединением, соединительной частью и арматурой; n_{cc} , n_{cr} , n_a – количество стыковых соединений, соединительных частей, арматуры на участке трубопровода расчетной длины L (м).

4.2.3. Потери напора на единицу длины трубопровода следует определять по формуле

$$i_T = \lambda \frac{V^2}{2gd}$$

где λ – коэффициент гидравлического сопротивления; V – средняя по сечению скорость движения воды (сточной воды), м/с; g – ускорение силы тяжести, м/с²; d – расчетный диаметр труб, м.

4.2.4. Расчетный диаметр труб определяется по формуле

$$d = D_n - 2(S + \delta_n)$$

где D_n – наружный диаметр трубы, м; S – толщина стенки трубы, м; δ_n – толщина внутреннего покрытия, м.

4.2.5. Коэффициент гидравлического сопротивления λ с учетом гидравлического сопротивления стыковых соединений при транспортировании по трубопроводу воды (сточных вод) с коэффициентом кинематической вязкости $\nu = 1,3 \cdot 10^{-6}$ м²/с и скорости V определяется по формуле:

$$I = A_1 \left[\frac{1 + \frac{C}{V}}{d} \right]^m$$

где A_1 , C и m – коэффициенты, принимаются по табл. 4.19.

Таблица 4.19. Значения коэффициентов A_1

Но- мер п/п	Вид труб	A_1	C	m
1.	Трубы без внутреннего защитного покрытия	0,015	2,36	0,284
2.	Трубы с внутренним цементно-песчаным покрытием (отечественного производства)	0,014	3,51	0,19
3.	То же (зарубежного производства)	0,011	3,51	0,19

4.2.6. Для трубопроводов транспортирующих воду (сточные воды) с другим показателем коэффициента кинематической вязкости ν коэффициент гидравлического сопротивления λ следует определять из выражения:

$$\frac{1}{\sqrt{I}} = -2lq \left(\frac{2,51}{\text{Re} \sqrt{I}} + \frac{K}{3,71d} \right)$$

где $\text{Re} = \frac{Vd}{\nu}$ - число Рейнольдса; K – абсолютная шероховатость стенок труб, м, принимается по табл. 4.20.

Таблица 4.20. Значения величин абсолютной шероховатости K

Номер п/п	Вид труб	K , мм, для систем	
		Водоснабжения	Напорной канализации
1.	Трубы без внутреннего защитного покрытия	1,00	1,5
2.	Трубы с внутренним цементно-песчаным покрытием (отечественного производства)	0,25	0,40
3.	То же (зарубежного)	0,10	0,25

	производства)		
--	---------------	--	--

4.2.7. Потери напора i_i , вызванные гидравлическим сопротивлением стыковых соединений, соединительных частей, арматурой, определяются по формуле:

$$i_i = \xi_i \frac{V^2}{2g}$$

где ξ_i – коэффициент гидравлического сопротивления стыкового соединения, соединительной части, арматуры конкретной конструкции и конкретного диаметра, принимаются по паспортам заводов-изготовителей, по данным аналогичных проектируемым системам водоснабжения и напорной канализации и по справочникам для проведения предварительных расчетов.

4.2.8. При проведении предварительных гидравлических расчетов при выборе труб отечественного производства следует пользоваться номограммами, приведенными в Приложении.

4.3. Учет параметров, влияющих на коррозионную агрессивность грунтов по отношению к трубам из ВЧШГ

4.3.1. Согласно международному стандарту ИСО 2531 (приложение А) на коррозионную агрессивность грунтов по отношению к ВЧШГ влияют следующие параметры и обстоятельства: удельное сопротивление грунтов; рН; наличие грунтовых вод на уровне трубы; наличие коррозионных элементов из-за связи с наружными металлическими конструкциями; заражение почвы сточными водами или отходами; воздействие блуждающих токов.

4.3.2. Критериями опасности коррозии труб из ВЧШГ могут служить:

- величина удельного электрического сопротивления грунта p меньше 15 Ом·м при расположении сооружения выше уровня грунтовых вод и p меньше 25 Ом·м при расположении сооружения ниже уровня грунтовых вод;
- величина рН меньше 6;
- загрязнение городскими и производственными сточными водами, а также органическими веществами, поступившими с промышленными выбросами;
- наличие коррозионных элементов из-за связи с наружными металлическими конструкциями, способствующими появлению макропар.

4.3.3. Категории опасности грунта по отношению к трубам из ВЧШГ относительно его удельного сопротивления и расположения трубопровода представлены в табл. 4.21.

Таблица 4.21. Категории коррозионной опасности грунтов по отношению к трубам из ВЧШГ

Коррозионная агрессивность грунта по отношению к ВЧШГ	Удельное электрическое сопротивление грунта ρ , Ом-м	Расположение трубопровода относительно уровня грунтовых вод
Низкая	свыше 50	выше
средняя	от 20 до 50	ниже
высокая	до 20	Периодическое или частичное затопление

4.3.4. Для оценке степени опасности коррозии в конкретных условиях должен учитываться тот критерий, который соответствует наиболее высокой степени коррозионной агрессивности грунта: если коррозионная агрессивность грунта определена как средняя и трубопровод из ВЧШГ расположен ниже уровня грунтовых вод, рекомендуется определить дополнительно рН грунтовых вод; в том случае, если значение $\text{pH} > 4$, то коррозионная агрессивность грунтов и грунтовых вод является средней. При значении $\text{pH} < 4$ коррозионная агрессивность грунтов и грунтовых вод по отношению к ВЧШГ рассматривается относительно высокой.

4.3.5. Методика определения удельного электрического сопротивления грунта ρ принимается в соответствии с ГОСТ 9.602. Согласно ГОСТ 9.602-89 критерием биокоррозионной агрессивности грунтов по отношению к ВЧШГ является наличие визуальных признаков окрашенности грунта в сероватые, сизые или голубоватые тона и наличие в грунте восстановленных соединений серы.

4.3.6. Критерием опасного влияния блуждающего постоянного тока на трубопровод из ВЧШГ является наличие изменяющегося по знаку и значению смещения потенциала сооружения по отношению к его стационарному потенциалу (знакопеременная зона) или наличие только положительного смещения потенциала, как правило, изменяющегося по значению (анодная зона).

Методика определения опасного влияния блуждающего постоянного тока принимается в соответствии с ГОСТ 9.602-89 (приложение 3) и РД 153-39.04-091-01 «Инструкция по защите городских подземных трубопроводов от коррозии» (разделы 4.2.16-4.2.21 и приложение К).

4.3.7. Критерием опасного влияния переменного тока промышленной частоты (блуждающего или индуцированного) на трубопроводы из ВЧШГ является смещение среднего значения потенциала трубопровода в отрицательную сторону не менее, чем на 10 мВ по отношению к стационарному потенциалу или наличие переменного тока

плотностью более 1 мА/см^2 (10 А/м^2) на вспомогательном электроде.

Методика определения опасного влияния переменного тока принимается в соответствии с ГОСТ 9.602-89 (приложение 6) и РД 153-39.04-091-01 (разделы 4.2.22-4.2.24 и приложения Л и М).

4.3.8. Опасное влияние постоянного блуждающего и переменного токов следует оценивать для трубопроводов из ВЧШГ только в том случае, когда соединения труб обеспечивают непрерывную электрическую связь по металлу (сварные или фланцевые соединения).

При соединении труб из ВЧШГ через изолирующие резиновые манжеты или прокладки, устанавливаемые через 6 м, непрерывность цепи по металлу нарушается и опасность действия блуждающих токов резко уменьшается.

4.4. Защитные покрытия для труб из ВЧШГ и требования к ним

4.4.1. Для защиты от коррозии подземных трубопроводов из ВЧШГ в зависимости от условий эксплуатации (коррозионной агрессивности грунтов и наличия блуждающих токов) используются:

- защитные покрытия (как изоляционные, так и протекторного типа);
- электрохимическая защита;
- специальная постель под трубопровод и засыпка грунтом, как правило, песком, в целях снижения коррозионной агрессивности грунта.

4.4.2. Согласно международному стандарту ISO 2531 в зависимости от внешних условий эксплуатации трубопроводов из ВЧШГ и с учетом действующих национальных стандартов могут использоваться защитные наружные покрытия из следующих материалов:

- металлический цинк с защитным слоем в соответствии с ISO 8179-1;
- обогатненная цинком (цинконаполненная) краска с защитным слоем в соответствии с ISO 8179-2;
- утолщенное покрытие из металлического цинка с защитным слоем;
- полиуретан;
- полиэтилен;
- фиброцементный раствор;
- липкие полимерные ленты;
- битумная краска;
- эпоксидная смола.

4.4.3. Согласно Европейскому стандарту EN 545 в качестве наружных покрытий могут

использоваться:

- цинковое покрытие с защитным слоем;
- покрытие толстым слоем цинка с защитным слоем;
- вставка трубы в полиэтиленовый рукав в дополнение к цинковому покрытию с защитным слоем;
- экструдированное полиэтиленовое покрытие;
- полиуретановое покрытие;
- покрытие из цементного раствора, армированного волокном;
- покрытие липкой лентой.

4.4.4. Наружные покрытия распространяются на фитинги и вспомогательную арматуру, а покрытие концов трубы должно быть выполнено эпоксидными материалами.

4.4.5. Для защиты трубопроводов из ВЧШГ наибольшее распространение получили следующие внешние защитные покрытия:

- стандартные (металлический цинк + битумная краска, согласно ISO 8179);
- с дополнительной защитой (металлический цинк + битумная краска + надеваемый при прокладке полиэтиленовый рукав, согласно ISO 8180).

4.4.5.1. Стандартное 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; в случае локального повреждения защитного покрытия происходит автоматическое восстановление его целостности (за счет поступления ионов Zn^{2+} из близлежащих неповрежденных участков к поврежденному с образованием в последствии нерастворимых солей цинка).

4.4.5.2. Согласно ISO 8179-1 покрытие из металлического цинка должно наноситься на сухую поверхность трубы, на которой не должно быть следов ржавчины, посторонних веществ и загрязнений, препятствующих адгезии покрытия, из расчета не менее 130 г/м^2 (на отдельных участках допускается не менее 110 г/м^2).

Нанесение цинкового покрытия осуществляется напылением.

4.4.5.3. Согласно ISO 8179-2 для защиты труб могут также использоваться цинконаполненные краски (например, «Zinga»), которые наносятся кистью или распылителем из расчета не менее 150 г/м^2 (на отдельных участках допускается не менее 130 г/м^2). Поверх цинкового покрытия наносится защитный слой битумной краски или совместимой с цинком синтетической смолы толщиной 70 мкм (в отдельных местах 50 мкм).

4.4.6. Дополнительная внешняя защита трубопровода из ВЧШГ выполняется в виде тонкого (толщиной не менее 200 мкм) полиэтиленового цилиндра (рис. 4.1., табл. 4.22 по ТУ

1461-063-50254094-2004), который плотно натягивается на трубу с фиксацией на ней при помощи липкой пластмассовой пленки на концах трубы и промежуточных проволочных хомутов.

Полиэтиленовый цилиндр (рукав) надевается на трубы из ВЧШГ на трассе непосредственно перед их укладкой.

Для защиты фитингов применяется тот же тип полиэтиленового рукава. В результате плотного соединения рукавов труб и рукавов фитингов образуется сплошное защитное покрытие. Механизм защиты полиэтиленового рукава состоит в изолировании труб от влияния коррозионного грунта и от влияния блуждающих токов.

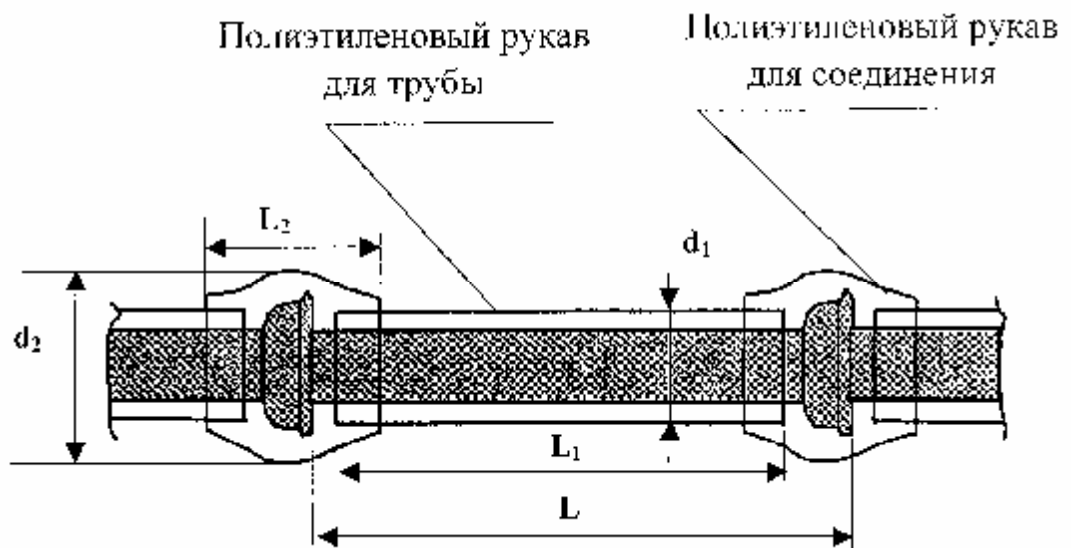


Рис. 4.1. Схема нанесения полиэтиленового рукава на трубу и раструб

Таблица 4.22. Основные размеры полиэтиленового рукава для труб различного диаметра

Диаметр условного прохода, мм	L, м	Полиэтиленовый рукав			
		Для трубы		Для соединения	
		Диаметр d_1	Длина L_1	Диаметр d_2	Длина L_2
100	6	200	5,7	200	0,7
150	6	250	5,7	250	0,7
200	6	350	5,7	350	0,7

250	6	450	5,7	450	0,7
300	6	450	5,7	450	0,7

4.4.7. Для защиты труб с температурой эксплуатации до 50°C может применяться экструдированное полиэтиленовое покрытие, которое наносят на поверхность трубы после удаления влаги, а также ржавчины и масляно-жировых загрязнений.

Минимальная толщина слоя покрытия должна соответствовать значениям, приведенным в табл. 4.23.

Таблица 4.23. Минимальные толщины экструдированного покрытия, мм

Диаметр условного прохода трубы D_n , мм	Максимальная толщина покрытия, мм	
	нормального типа	усиленного типа
100	1,8	2,5
>100 до 250	2,0	2,5
>250 до <500	2,2	3,0
>500 до <800	2,5	3,5
>800	3,0	3,5

4.4.8. Наиболее перспективным покрытием является покрытие из экструдированного полиэтилена, нанесенное на трубы по жесткому адгезиву в заводских условиях..

Структура покрытий из экструдированного полиэтилена включает подклеивающий слой (адгезив) и наружный слой. Основные требования к таким покрытиям усиленного типа соответствуют РД 153-39.4-091-01 и представлены в табл. 4.24.

Таблица 4.24. Основные требования к покрытиям усиленного типа из экструдированного полиэтилена для труб из ВЧШГ

Наименование показателей	Нормируемые значения
Адгезия к поверхности трубы, Н/см (кгс/см), не менее	35,0 (3,5)
Адгезия к поверхности трубы после выдержки в воде в течение 1000 часов при 20°C, Н/см (кгс/см)	35,0 (3,5)
Диэлектрическая сплошность покрытия. Отсутствие пробоя при напряжении, кВ/мм, не менее	5,0

Прочность при ударе при температурах от минус 40°С до плюс 40°С, Дж на мм толщины покрытия, не менее	5,0
Толщина в зависимости от диаметра труб, мм: - диаметр 100-250 мм / диаметр 300 мм	2,5 / 3,0
Переходное электросопротивление, при 20°С, Ом.м, не менее: через 100 суток выдержки в 3%-ном растворе Кас1	1×10^9
Площадь отслаивания покрытия при катодной поляризации, при 20°С, см ² , не более	5,0

4.4.9. В грунтах высокой коррозионной агрессивности и в грунтах биокоррозионной агрессивности рекомендуется применять покрытия на основе экструдированного полиэтилена, нанесенные по слою цинконаполненной композиции или чистого цинка.

Конструкция такого покрытия включает слой из цинконаполненной композиции (например, с содержанием цинка не менее 92 %) или чистого цинка, адгезионный термопластичный слой на основе тризола и покровный слой экструдированного полиэтилена. Покрытие должно наноситься на трубы в заводских условиях на механизированной линии изоляции труб и рекомендуется применять для строительства подземных трубопроводов питьевого, промышленного назначения и канализации с температурой транспортируемого продукта не выше +40°С.

4.4.10. В грунтах средней коррозионной агрессивности наряду с покрытием весьма усиленного типа на основе экструдированного полиэтилена допускается применять комбинированное ленточно-полиэтиленовое покрытие и покрытие на основе битумных мастик (последнее для труб из ВЧШГ с раструбной частью).

4.4.11. Для труб из ВЧШГ, монтаж которых производится методом сварки, рекомендуется комбинированное покрытие на основе полиэтиленовых липких лент и экструдированного полиэтилена. (табл. 4.25.).

Таблица 4.25. Конструкция комбинированного ленточно-полиэтиленового покрытия усиленного типа для труб из ВЧШГ диаметром 100-300 мм

Структура покрытия	Толщина покрытия для труб диаметром	
	100-250 мм	300мм
Грунтовочный слой - битумно-полимерная грунтовка НК-50 или П-001	расход 80-120 г/м ²	

Изолирующий подслоя — липкая полиэтиленовая лента Полилен 40-ЛП-45	0,45	0,45
Защитный слой - экструдированный полиэтилен	2,05	2,55
Общая толщина	2,5	3,0

На сварных трубопроводах защитное покрытие должно иметь высокую адгезию и устойчивость к катодному отслаиванию в условиях работы установок по электрохимической защите труб.

4.4.12. Комбинированное ленточно-полиэтиленовое покрытие весьма усиленного типа, должно отвечать требованиям ГОСТ 9.602-89 (табл. 4.26) по следующим показателям:

-адгезии, водостойкости адгезии и стойкости к катодному отслаиванию, предъявляемым к покрытиям из полиэтиленовых липких лент;

-ударной прочности, диэлектрическим характеристикам и толщине, предъявляемым к покрытиям из экструдированного полиэтилена.

Нанесение покрытия на чугунные трубы (без раструбной части) следует осуществлять в заводских условиях на механизированной линии изоляции труб.

Таблица 4.26. Основные характеристики комбинированного ленточно-полиэтиленового покрытия весьма усиленного типа (РД 153-39.04-091-01)

Номер	Показатели свойств покрытия	Норма
1.	Адгезия покрытия к поверхности трубы, Н/см (кгс/см), не менее	20,0 (2,0)
2.	Адгезия покрытия к поверхности трубы после выдержки в воде в течение 1000 ч, Н/см (кгс/см), не менее	15,0(1,5)
3.	Диэлектрическая сплошность покрытия. Отсутствие пробоя при напряжении, кВ/мм, не менее	5,0
4.	Прочность при ударе, Дж на мм толщины покрытия, не менее	5,0
5.	Площадь отслаивания покрытия при катодной поляризации при 20°С, см ² , не более	5,0
6.	Переходное электросопротивление, Ом-м: исходное - через 100 суток выдержки в 3%-ном растворе NaCl	1·Ю ⁸ - 1·Ю ⁷

4.4.13. Для защиты от коррозии труб из ВЧШГ с раструбной частью целесообразно применять покрытие на основе битумных мастик. (нормы EN 545).

Конструкция покрытия на основе битумных мастик должна состоять из нескольких армированных слоев мастики, нанесенной на трубу по битумному праймеру в соответствии с ГОСТ 9.602-89 (табл. 4.27).

Таблица 4.27. Основные характеристики покрытия на основе битумных мастик
весьма усиленного типа

Номер П/п	Наименование показателей	Нормируемые значения
1.	Адгезия покрытия к поверхности трубы на сдвиг при 20°C, кгс/см ² , не менее	5,0
2.	Диэлектрическая сплошность покрытия, кВ, не менее: - для толщины 7,5 мм для толщины 9,0 мм	30,0 36,0
3.	Прочность при ударе, Дж на мм толщины покрытия, не менее	3,0
4.	Переходное электросопротивление, при 20°C, Ом-м, не менее - исходное через 100 суток выдержки в 3%-ном растворе NaCl, Ом-м	2,0·10 ⁸ 2,0·10 ⁹
5.	Площадь отслаивания покрытия при катодной поляризации, при 20°C, см ² , не более	5,0

4.4.14. В грунтах с низкой коррозионной агрессивностью для труб из ВЧШГ с раструбной частью допускается применять покрытия из цинконаполненных композиций или чистого цинка с дополнительной защитой из полиэтиленового рукава или битумного покровного слоя, а также битумное консервационное (в соответствии с ВЕЧ 30674).

4.4.15. Сварные стыки чугунных водопроводов, углы поворота, тройники должны быть изолированы в трассовых условиях, по возможности, теми же материалами, что и трубопроводы, или другими, которые по своим защитным свойствам не уступают покрытию линейной части трубы и сочетаются с покрытием трубопровода.

4.4.16. Для изоляции сварных стыков и раструбных соединений труб с покрытием из экструдированного полиэтилена наиболее эффективны термоусаживающиеся материалы, в частности, отечественные и зарубежные термоусаживающиеся манжеты и ленты, например, Донрад-СТ2, Терма-СТ, а также термоусаживающиеся ленты фирмы «Райхем» класса не ниже С 50.

Защитное покрытие зоны сварного стыка на основе термоусаживающихся лент должно иметь адгезию к поверхности трубы и к покрытию линейной части трубы, примыкающему к

стыку, в соответствии с требованиями ГОСТ 9.602-89.

4.4.17. Термоусаживающаяся манжета должна плотно (без гофр и складок) облегать изолируемый участок трубопровода с выходом валика расплава адгезионного подслоя ленты из-под манжеты на заводское покрытие.

Сформированное защитное покрытие должно удовлетворять следующим требованиям:

- иметь показатель прочности адгезионной связи сформированного покрытия к металлу и заводскому полиэтиленовому покрытию не менее 3,5 кг на 1 см ширины отслаиваемой полосы; иметь величину нахлеста на заводское покрытие не менее 70 мм;
- копировать рельеф изолируемой поверхности сварного стыка без гофр, морщин, протяженных и локальных воздушных включений;
- не иметь проколов, отслоений и сквозных дефектов;
- иметь толщину сформированного покрытия не менее 1,8 мм.

4.4.18. В условиях, когда технологические приемы нанесения термоусаживающихся лент в трассовых условиях реализовать невозможно, необходимо применять полимерно-битумные ленты типа ПИРМА или ЛИТКОР.

Лента представляет собой рулонный двухслойный изоляционный материал, состоящий из полимерной ленты-основы, на одну сторону которой нанесена битумно-полимерная мастика специального состава, благодаря которой покрытие имеет хорошую адгезию не только к праймированной поверхности трубы, но и к примыкающему к стыку покрытию трубопровода.

4.4.19. Покрытие стыка из полимерно-битумной ленты должно удовлетворять нижеприведенным требованиям:

- иметь величину нахлеста на покрытие трубы не менее 70 мм;
- копировать рельеф изолируемой поверхности без гофр, быть плотным, без пазух и воздушных включений;
- толщина двухслойного покрытия весьма усиленного типа должна быть не менее 4,0 мм;
- адгезия покрытия из полимерно-битумной ленты к поверхности трубы и к примыкающему покрытию при 20°C должна составлять не менее 1,5 кгс/см;
- покрытие должно быть сплошным при проверке искровым дефектоскопом при напряжении на щупе 20 кВ.

4.4.20. Для трубопроводов с комбинированным ленточно-полиэтиленовым покрытием должны использоваться те же материалы и технология изоляции стыков, что и для трубопроводов с покрытием из экструдированного полиэтилена. Стыки трубопроводов, построенных из труб с мастично-битумным покрытием, необходимо изолировать битумными мастиками или полимерно-битумными лентами.

4.4.21. Полиэтиленовые и поливинилхлоридные липкие ленты «холодного» нанесения для изоляции стыков подземных трубопроводов применять не рекомендуется из-за низкого качества покрытий, формируемых ручным способом в трассовых условиях.

Рекомендуемые материалы и конструкции защитных покрытий для труб из ВЧШГ в зависимости от коррозионной агрессивности грунтов приведены в табл. 4.28.

Таблица 4.28. Рекомендуемые материалы и конструкции защитных покрытий для труб из ВЧШГ в зависимости от коррозионной агрессивности грунтов

Номер п/п	Коррозионная агрессивность грунтов	Основной материал покрытия	Структура покрытия	Примечание
1.	Высокая или высокая + био-коррозионная	Покрытие весьма усиленного типа из экструдированного полиэтилена	- подклеивающий слой (адгезив); - наружный слой экструдированного полиэтилена	
2.	Высокая или высокая + био-коррозионная	Покрытие весьма усиленного типа, цинк или цинкнаполненная композиция + экструдированный полиэтилен	-слой цинка (или цинкнаполненной композиции); - адгезионный термопластичный слой на основе тризола; - наружный слой из экструдированного полиэтилена	Применяется в местах наиболее ответственного строительства (центр города, многоэтажные застройки и т.п.)
3.	Средняя	Покрытие весьма усиленного типа из экструдированного полиэтилена	-подклеивающий слой (адгезив); - наружный слой экструдированного полиэтилена	
4.	Средняя	Ленточно-полиэтиленовое весьма усиленного типа (для труб без раструбной части)	- битумно-полимерная грунтовка НК-50 или П-001; - изолирующий подслоя из липкой полиэтиленовой ленты Полилен 40-ЛИ-45; - защитный наружный	

			слой из экструдированного полиэтилена	
5.	Средняя	Мастичное битумное (для труб с раструбной частью) весьма усиленного типа	грунтовка битумная или битумно-полимерная; - мастика битумная (разных марок); стеклохолст; мастика битумная; - стеклохолст; - мастика битумная; один слой наружной обертки из бумаги	
6.	Низкая	Цинк + защитный покровный слой	-слой цинка (или цинконаполненной композиции); -защитный покровный слой из полиэтиленового рукава или полиэтиленовой пленки (без адгезии к нижнему слою), или защитный битумный слой	
7	Низкая	Битумное	-битумный консервационный слой	

4.4.22. В качестве дополнительного средства защиты от коррозионной агрессивности грунта рекомендуется использовать защитную (или противокоррозионная) постель, т.е. равномерно прилегающий со всех сторон к наружной части трубопровода слой неагрессивного грунта (песка или местный грунт, освобожденного от камней).

4.5. Устройство электрохимической защиты трубопроводов

4.5.1. Электрохимическая защита (ЭХЗ) от коррозии проложенных в земле трубопроводов из ВЧШГ с раструбными соединениями, обеспечивающими непрерывную электрическую связь по металлу, должна производиться в грунтах высокой коррозионной агрессивности, биокоррозионной агрессивности и (или) при опасном действии постоянного блуждающего и переменного тока промышленной частоты. (В настоящий момент времени ведется разработка нормативной документации по устройству электрохимической защиты).

4.5.2. При решении вопроса о целесообразности защиты от коррозии труб ВЧШГ при опасном действии блуждающих токов следует различать два случая:

- трубы изолированы одна от другой;

– имеется металлическая связь между трубами.

4.5.2.1. В случае надежной изоляции стыков труб ЭКХ трубопровода в зоне влияния блуждающих токов не требуется; отказ от ЭКХ может быть обоснован малой вероятностью опасного действия коррозионных макропар от контакта с посторонним катодом или коррозии под действием блуждающего тока (например, в трубопроводах из ВЧШГ, смонтированных из труб длиной 6 м с резиновыми уплотнениями или манжетами между ними). При этом в зонах наличия блуждающего постоянного и переменного тока промышленной частоты при строительстве трубопроводов из ВЧШГ с соединениями труб, прерывающими электрическую связь по металлу (резиновые манжеты, кольца), необходима 100%-ная проверка надежности электрической изоляции каждой трубы от соседних.

4.5.2.2. Применение ЭХЗ обязательно в тех случаях, когда имеется металлическая связь между трубами и трубопровод из ВЧШГ находится в зоне опасного действия блуждающих токов.

4.5.3. В качестве критерия выбора типа ЭХЗ трубопроводов из ВЧШГ должны приниматься поляризационный и суммарный (поляризационный + омическое падение потенциала в грунте) потенциалы (табл. 4.29)

Таблица 4.29. Защитные потенциалы трубопроводов из ВЧШГ относительно насыщенного медно-сульфатного электрода сравнения

Условия эксплуатации	Защитный потенциал, В			
	Поляризационный		Суммарный	
	Минимальный U _{мин}	Максимальный, U _{мак}	Минимальный U _{мин}	Максимальный, U _{мак}
Грунты высокой коррозионной агрессивности	-0,85	-1,15	-0,9	-2,5 (для трубопроводов с мастичным и ленточным покрытием) -3,5 (для трубопроводов с покрытием из экструдированного полиэтилена)
Грунты, обладающие биокоррозионной агрессивностью	-0,95	-1,15	-1,0	-2,5 (для трубопроводов с мастичным и ленточным покрытием) -3,5 (для трубопроводов с

				покрытием из экструдированного полиэтилена)
Грунты высокой коррозионной агрессивности + с опасным действием постоянных блуждающих токов	-0,85	-1,15	-0,9	-2,5 (для трубопроводов с мастичным и ленточным покрытием) -3,5 (для трубопроводов с покрытием из экструдированного полиэтилена)
Опасное действие блуждающих переменных токов от электрифицированного транспорта, а также переменных токов, индуцированных в водопроводе от высоковольтных линий электропередач	-0,9	-1,15	-0,95	-2,5 (для трубопроводов с мастичным и ленточным покрытием) -3,5 (для трубопроводов с покрытием из экструдированного полиэтилена)
Грунты средней и низкой коррозионной агрессивности + с опасным действием постоянных блуждающих токов	Отсутствие на водопроводе анодных и знакопеременных зон			

4.5.4. В качестве методов противокоррозионной защиты трубопроводов из ВЧШГ могут применяться следующие (табл. 4.30).

Таблица 4.30. Классификация методов противокоррозионной защиты труб из ВЧШГ

Коррозионная активность грунтов	Биокоррозионная активность грунтов	Опасное действие блуждающих токов	Противокоррозионная защита			
			При раструбном соединении труб с использованием резиновых манжет		При сварных или фланцевых соединениях труб, обеспечивающих связь по металлу вдоль трубопровода	
			Тип защитного покрытия	Электрохимическая защита	Тип защитного покрытия	Электрохимическая защита
Высокая	-	-	Изоляция усиленного типа	Не требуется	Изоляция усиленного типа	Необходима
			Протекторное + изоляция усиленного типа	Не требуется	Протекторное + изоляция усиленного типа	Допускается не применять
Высокая	+	-	Изоляция усиленного типа	Не требуется	Изоляция усиленного типа	Необходима
			Протекторное + изоляция усиленного типа		Протекторное + изоляция усиленного типа	Допускается не применять
Средняя	-	-	Изоляция усиленного типа	Не требуется	Изоляция усиленного типа	Не требуется
Низкая	-	-	Протекторное (2п) + покровный слой	Не Требуется	Протекторное (2п) + покровный слой	Не требуется
			Битумное консервационное		Битумное консервационное	
Любая	-(+)	+	Изоляция усиленного типа	Не Требуется	Изоляция усиленного типа без протекторного слоя	Необходима

		Протекторное + изоляция усиленного типа	
--	--	---	--

5. Прокладка и перекладка трубопроводов

5.1. Упаковка, маркировка, транспортировка труб и их хранение

5.1.1. Упаковка, транспортирование, оформление документации и хранение труб из ВЧШГ должно производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 10692-80.

5.1.2. На торцевой поверхности раструба каждой трубы должны быть отлиты:

- товарный знак предприятия - изготовителя;
- условный проход;
- тип манжеты и год изготовления;
- ЧШ (допускается маркировка краской).

В дополнение к вышеуказанной маркировке на каждой трубе с цементно-песчаным покрытием (ЦПП) должно быть указано: обозначение (ЦП), толщина покрытия и дата нанесения ЦПП; дополнительная маркировка должна наноситься на наружную поверхность трубы краской после операции нанесения ЦПП.

5.1.3. При транспортировке труб из ВЧШГ и погрузочно-разгрузочных работах запрещается подвергать их ударным нагрузкам.

5.1.4. Трубы на объект строительства могут перевозиться железнодорожным, автомобильным и водным транспортом.

5.1.5. Трубы, прибывающие водным или железнодорожным транспортом, подлежат разгрузке на площадку складирования краном необходимой грузоподъемности и укладке в штабеля для последующей транспортировки на участок строительства.

5.1.6. При проведении погрузочно-разгрузочных и транспортных работ необходимо обеспечить:

-сохранность труб и муфтовых соединений, в том числе их антикоррозионного покрытия, как в процессе перевозки, так и выполнения такелажных работ;

-при наличии внутреннего цементно-песчаного покрытия способ захвата должен обеспечить его неповреждаемость;

-целесообразную загрузку транспортных средств, учитывая вес труб на единицу их длины;

-надежную увязку перевозимых труб и муфтовых соединений.

5.1.7. Прирельсовые склады должны устраиваться в местах разгрузки труб из железнодорожных полувагонов для краткосрочного складирования. В качестве грузозахватных средств используются захваты с автоматической строповкой и расстроповкой или траверсы с торцевыми захватами.

5.1.8. При складировании труб для предотвращения раскатывания необходимо использовать внутреннюю или наружную увязки. В обоих вариантах крайние трубы нижнего ряда необходимо подклинивать с помощью металлического упора, облицованного резиной.

5.1.9. Для транспортировки на участок строительства чугунные трубы грузятся на бортовые автомашины. Трубы укладываются на деревянные прокладки и перевозятся со скоростью, обеспечивающей сохранность труб. Раструбные трубы следует укладывать так, чтобы раструбные и гладкие концы их в смежных горизонтальных рядах были обращены в разные стороны.

5.1.10. При перевозке труб автотранспортом длина свисающих концов не должна превышать 25 % от длины трубы.

5.1.11. Хранение труб на складах и строительных площадках должно производиться в штабелях, уложенных на ровных площадках. Нижние и последующие ряды укладываются на прокладки. Раструбы в каждом ряду должны быть направлены попеременно в противоположные стороны. Допускается складирование труб без прокладок на специальных стеллажах, исключающих раскатывание и повреждение труб, а также в пакетах.

5.1.12. При хранении труб высота штабеля не должна превышать 3 метра. При этом устанавливаются боковые опоры, предотвращающие самопроизвольное раскатывание труб.

Возможна упаковка труб в пакеты с прокладками между рядами по методике завода-изготовителя.

5.1.13. На каждую отгружаемую потребителю партию труб Поставщик выдает документ о качестве труб, в котором должны быть указаны: наименование предприятия-изготовителя, диаметр труб, количество штук и метров, теоретическая масса, тип и количество манжет, величина гидроиспытания, предел прочности и текучести при растяжении, относительное удлинение и твердость металла труб. Также указывается количество штук труб по длинам.

Стопоры хранятся в открытой таре, рассортированные по диаметрам.

5.1.14. Резиновые манжеты должны храниться в закрытых помещениях при температуре от 0 до 25 °С, на расстоянии не менее 1 м от отопительных приборов и должны

быть защищены от прямого солнечного света, загрязнения смазочными материалами, маслами, керосином, бензином, кислотами и щелочами, оказывающими вредное воздействие на резину.

5.1.15. Разгрузка на объектах строительства, в том числе на трассе осуществляется в намеченных проектом местах. Трубы вдоль траншеи укладываются раструбами в направлении монтажа трубопровода.

5.1.16. В случае нанесения защитных покрытий на трубы (например, цементно-песчаного покрытия) их хранение с момента нанесения покрытия и до момента монтажа труб должно производиться с герметично закрытыми торцами, которые могут изготавливаться из полиэтиленовой пленки и липкой ленты.

5.1.17. Качество цементно-песчаного покрытия должно соответствовать требованиям ГОСТ 10692-80 «Трубы стальные, чугунные и соединительные части к ним. Приемка, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение».

Цементно-песчаное покрытие должно быть сплошным и иметь гладкую поверхность. Состав и свойства покрытия регламентируются технической документацией предприятия изготовителя, ГОСТ 10178, ГОСТ 8736 и ТУ 1461-037-50254094-2004 «Трубы чугунные, напорные, высокопрочные».

В летнее время трубы из ВЧШГ с нанесенным цементно-песчаным покрытием должны храниться в местах, исключающих попадание прямых солнечных лучей; как альтернатива, возможно орошение труб водой один раз в сутки для исключения высыхания и растрескивания цементно-песчаного покрытия.

5.2. Земляные работы

5.2.1. Земляные работы при строительстве трубопроводов из ВЧШГ, крепление стенок траншей, водоотлив и водопонижение следует производить в соответствии с требованиями «Правил подготовки и производства земляных работ, обустройства и содержания строительных площадок в городе Москве», а также СНиП 3.05.04-85 и СНиП III-4-80.

5.2.2. Методы разработки траншей обуславливаются диаметром трубопровода, геотехническими характеристиками грунтов, рельефом местности, технико-экономическими показателями технических средств.

5.2.3. При отрывке траншей ширина их по дну должна приниматься равной наружному диаметру трубы плюс 0,5 м; приемки для раструбных соединений труб (глубиной до 0,2 м и длиной до 2 наружных диаметров) отрываются непосредственно перед

укладкой труб. Расстояние между прямыми устанавливается в зависимости от длины укладываемых труб.

5.2.4. Вынутый из траншеи грунт следует укладывать в отвал с одной (левой по направлению работ) стороны траншеи на расстоянии не ближе 0,5 м от края, оставляя другую сторону свободной для передвижения и производства прочих работ.

5.2.5. По завершению земляных работ трубы из ВЧШГ (при реализации открытой прокладки) раскладываются вдоль траншей с расстоянием до бровки не менее 1-1,5 м.

5.2.6. До начала укладки труб проверяют основание траншеи по уклону и глубине заложения; трубы из ВЧШГ перед укладкой не требуют устройства специальных (естественных или искусственных) оснований на дне траншеи.

5.2.7. Засыпку траншеи грунтом следует вести 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 - 15 см 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 прямых 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 0,2 м,
- уплотнять грунт в пазухах до степени более 90 % посредством трамбовок ИЭ-4505 или других аналогичного типа за несколько проходов поверх одного и того же слоя (для глинистого и песчаного грунтов для достижения степени уплотнения 93 % требуется один проход; за два прохода грунт уплотняется до степени 95 % и за три – до 96 % и т.д.),
- уплотнять до проектной степени вышележащие над трубопроводом слои грунта с использованием любых других уплотняющих механизмов.

5.3. Монтаж трубопроводов и фасонных частей в грунте

5.3.1. Трубопроводы из ВЧШГ прокладывают преимущественно в грунте путем реализации траншейной и бестраншейной технологий, а также в коллекторах (каналах). В настоящем ТР рассматриваются вопросы прокладки в грунте.

5.3.2. При прокладке трубопроводов из ВЧШГ в грунте должен соблюдаться технологический регламент, включающий подготовительные, вспомогательные и основные работы, состав и очередность которых должны увязываться с конкретными условиями (см. Приложение 5).

5.3.3. Перед началом монтажных работ по укладке трубопровода необходимо устроить в начале участка трубопровода концевой упор, в который должна упираться первая труба и который впоследствии будет использован при гидравлическом испытании трубопровода.

5.3.4. Перед началом монтажных работ внутренняя поверхность трубы (особенно кольцевой паз для манжеты) и наружная поверхность гладкого конца трубы, до опускания их в траншею, должны быть очищены от посторонних предметов и возможных загрязнений.

5.3.5. Захват труб при опускании их в траншею необходимо осуществлять приспособлениями, обеспечивающими сохранность металла в местах захвата и исключающими удары труб друг о друга и о твердые предметы.

5.3.6. При монтаже труб необходимо строго соблюдать проектный профиль трубопровода.

5.3.7. Уплотнение при стыковке труб осуществляется с помощью резиновой манжеты за счет радиального сжатия ее в раструбном кольцевом пазе. Уплотнительные манжеты необходимо защищать от мороза.

5.3.8. Монтаж труб производится в следующем технологическом порядке (рис. 5.1 и 5.2).

5.3.9. С помощью шаблона и мела на гладком конце укладываемой трубы наносится линия ограничения ввода гладкого конца трубы в раструб (л.о.) равная по длине глубине

раструба.

5.3.10. В кольцевой паз раструба вкладывают манжету с проверкой правильности размещения ее гребня.

5.3.11. Наружную поверхность гладкого конца трубы (особенно фаску) до меловой отметки (л.о.) и внутреннюю поверхность манжеты покрывают смазкой (состав смазки по объему: графит серебристый 45÷50 %, глицерин технический 30 %, вода 20÷25 %). Расход смазки должен составлять 200 г/м² рабочей поверхности. Следует избегать стекания смазки под наружную поверхность манжеты.

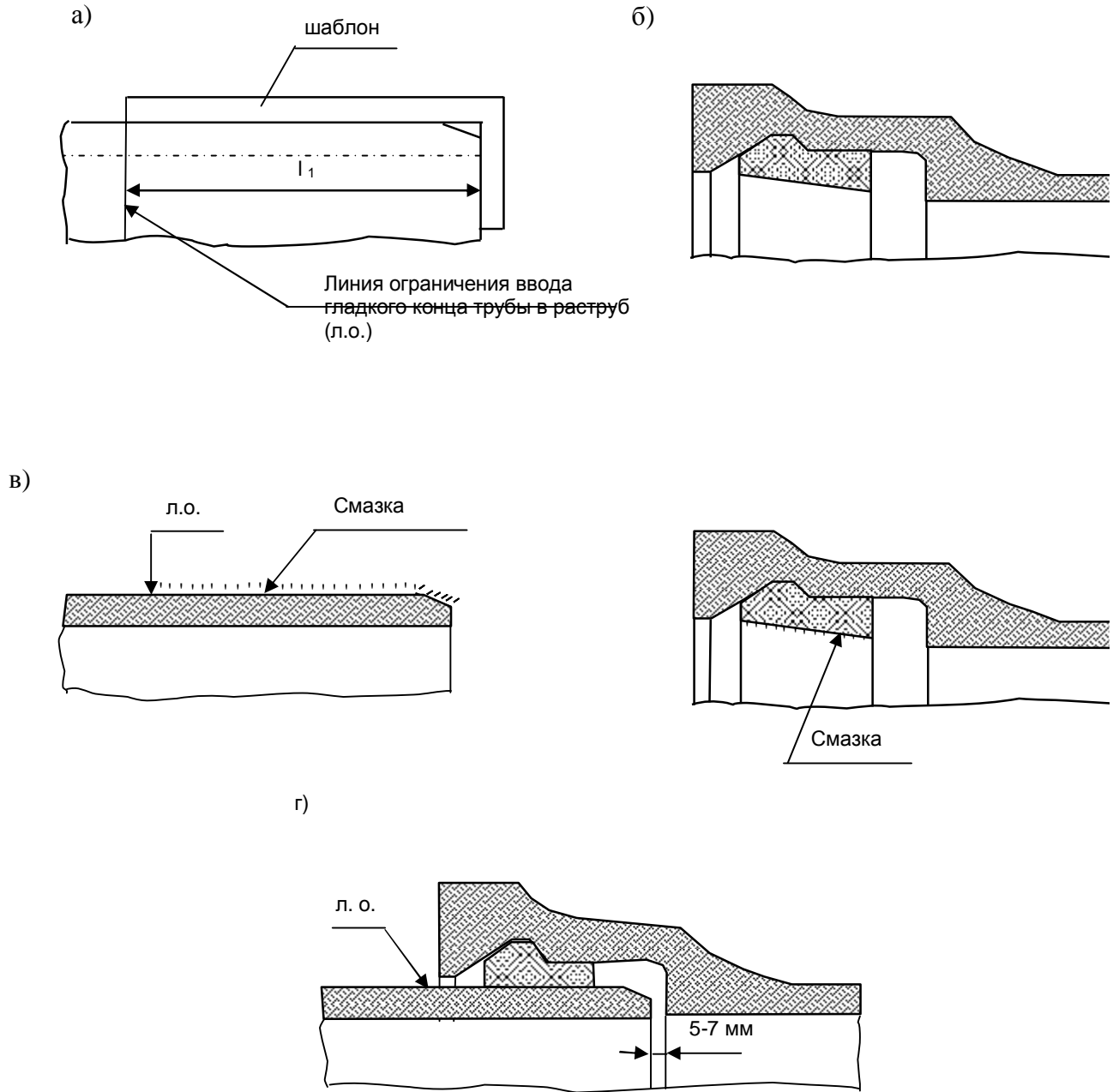


Рис. 5.1. Порядок монтажа труб с раструбным соединением под универсальную резиновую манжету

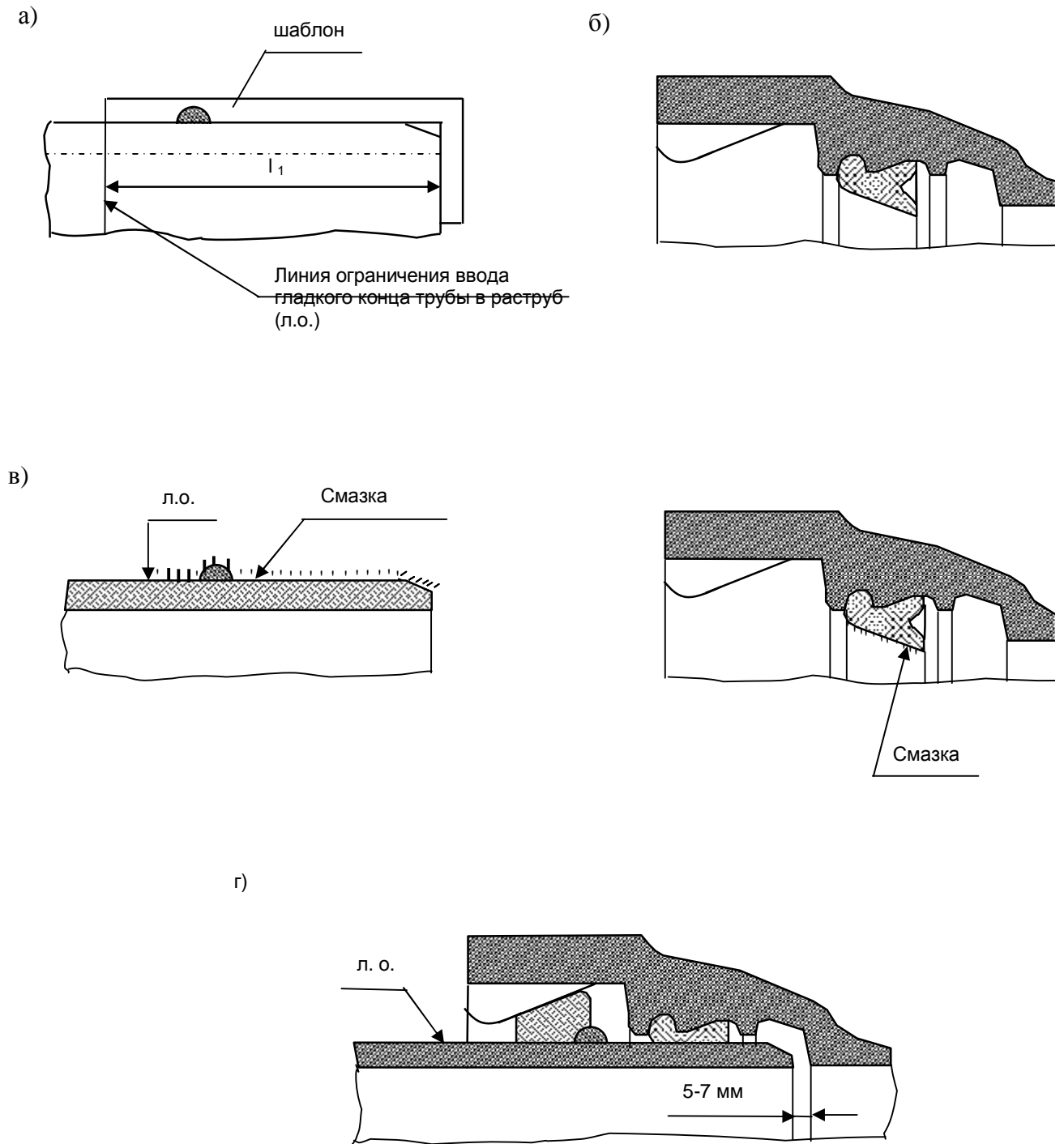
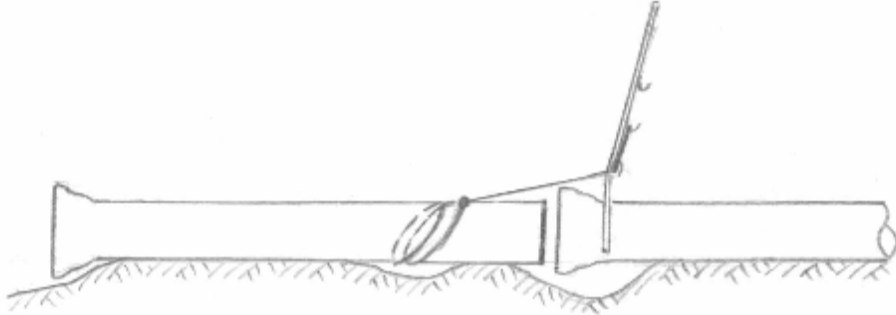


Рис. 5.2. Порядок монтажа труб с раструбно-стопорным соединением типа ВРС.

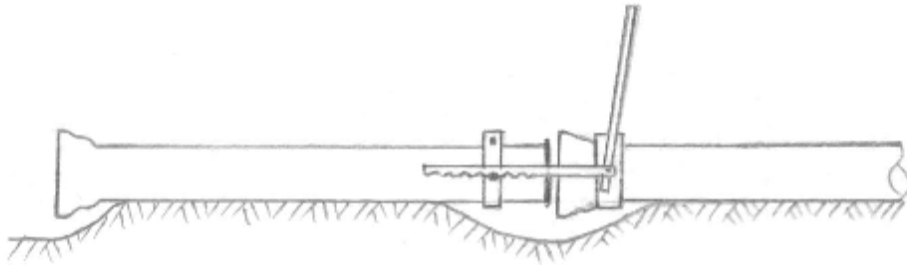
- а) нанесение линии ограничения (л. о.) на гладком конце трубы;
- б) установка уплотнительной манжеты в раструб;
- в) смазка наружной поверхности гладкого конца трубы и внутренней поверхности манжеты;
- г) смонтированное стыковое соединение.

5.3.12. Монтируемая труба подается к ранее уложенной трубе, центрируется по конусной поверхности манжеты и с помощью монтажного приспособления или ломака (при малом диаметре труб) вводится в раструб до меловой отметки. Схемы монтажных приспособлений для соединения труб приведены на рис. 5.3.

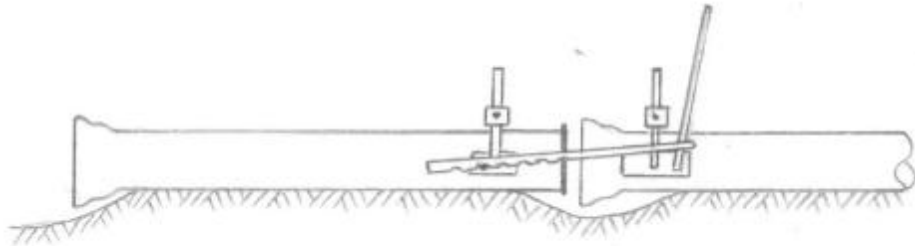
а). Рычажно-троссовое приспособление (вид сбоку)



б). Реечное приспособление с двумя хомутами-захватами (вид сбоку)



в). Реечное приспособление с винтовыми захватами (вид сбоку)



г). Приспособление с центральным торцевым винтом (вид сверху)

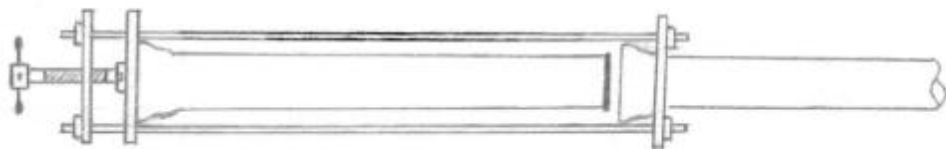


Рис. 5.3. Типы монтажных приспособлений и схемы монтажа труб.

5.3.13. При снятии усилия монтажного приспособления смонтированная труба отходит назад на 5 – 7 мм. Если труба отошла на большее расстояние следует проверить расстояние от торца раструба до торца манжеты; это расстояние должно быть одинаковым по всему периметру, т.к. при разном расстоянии может произойти выталкивание манжеты из паза раструба, что неизбежно приведет к течи при гидравлических испытаниях.

5.3.14. При монтаже труб под соединение ВРС после их стыковки необходимо:

- вставить правый стопор в выемку раструба и продвинуть его вправо до упора;
- вставить левый стопор (со стопорной проволокой) в выемку раструба и продвинуть его влево до упора;
- вогнуть стопорную проволоку внутрь выемки раструба.

Уложенный трубопровод с соединением ВРС имеет возможность осевого удлинения в каждом стыке за счет технологического зазора между наплавленным валиком и приливом в раструбной части трубы.

При требовании абсолютного исключения удлинения необходимо растягивать трубопровод при прокладке по участкам с помощью канатной тяги.

5.3.15. Уложенные трубы, при необходимости, можно разъединить. После удаления стопоров трубу вытягивают с помощью реечного домкрата и составной обоймы. В случае повторного соединения труб следует использовать новую уплотнительную манжету.

5.3.16. При укорачивании труб на стройплощадке необходимо закруглить гладкий конец трубы или выполнить фаску $5 \times 30^\circ$.

5.3.17. Монтаж трубопровода следует производить методом последовательного наращивания из одиночных труб непосредственно в проектном положении трубопровода (на дне траншеи). Наличие в стыковых соединениях труб резиновых манжет исключает необходимость электрозащиты трубопроводов от блуждающих токов.

5.3.18. При нарушении герметичности стыковых соединений при испытаниях на прочность производится подтяжка болтовых соединений до устранения течи.

5.3.19. Засыпка смонтированного трубопровода должна осуществляться в два приема: частичная засыпка до предварительного испытания и окончательная засыпка после предварительного гидравлического испытания.

5.3.20. Частичная засыпка траншеи производится в следующем порядке: предварительно проводится подбивка пазух и частичная засыпка труб на высоту не менее 0,5 м слоями по 0,15 - 0,2 м с одновременным выравниванием искривленных участков трубопроводов. Пряжки и стык должны быть открыты.

5.3.21. Уплотнение грунта в пазухах и подсыпка грунта над верхом трубы может не производиться. Окончательная засыпка траншеи производится после предварительного

испытания трубопровода. Предварительно присыпаются приямки и стыки с тщательным уплотнением грунта.

5.3.22. Прокладку трубопроводов из труб ВЧШГ в грунте с помощью бестраншейных технологий следует производить в соответствии с требованиями МГСН 6.01-03 «Бестраншейная прокладка коммуникаций с применением микротоннелепроходческих комплексов и реконструкция трубопроводов с применением специального оборудования».

5.3.23. При прокладке трубопроводов в грунте с помощью бестраншейных технологий должны использоваться трубы из ВЧШГ с низкопрофильными раструбами или безраструбные, обеспечивающие малые усилия протягивания, а также специальными уплотнительными замковыми соединениями как отечественного, так и зарубежного производства, обеспечивающими неразъемность стыков и выдерживающими рабочее давление транспортируемой среды до 1,6 Мпа и 2,5 Мпа (в зависимости от диаметров).

5.3.24. В качестве методов бестраншейной прокладки труб из ВЧШГ рекомендуется использовать горизонтальное направленное бурение и микротоннелирование.

5.3.25. При применении труб из ВЧШГ в бестраншейных технологиях используют два метода их сборки:

-последовательное наращивание протаскиваемых секций трубопровода (при стесненных условиях строительной площадки);

-полная предварительная сборка протаскиваемой секции (при возможности растяжки собранной плети труб по всей длине).

5.3.26. Для реализации бестраншейной прокладки методом горизонтального направленного бурения можно использовать трубы зарубежного производства с фиксированным раструбным соединением Flex-Ring[®], где использован специальный метод фиксации, позволяющий обеспечить неразъемность стыков под действием осевой нагрузки при протягивании плети труб.

5.3.27. В состав фиксированного раструбного соединения Flex-Ring[®] входят коническое приварное стопорное кольцо из ВЧШГ и разрезное фиксирующее кольцо из ВЧШГ типа Flex-Ring[®] (рис. 5.4).



Рис. 5.4. Соединение типа Flex-Ring®

5.3.28. При монтаже конец трубы с приваренным стопорным кольцом устанавливают в раструб Flex-Ring®, а затем в него вставляют разрезное фиксирующее кольцо из ВЧШГ, которое помещается в канавке внутри раструба, что обеспечивает надежное гибкое соединение.

5.3.29. Для реализации бестраншейной прокладки методом микротоннелирования можно использовать безраструбные трубы из ВЧШГ со стыковым соединением типов МТ™ (рис. 5.5) или GS® зарубежного производства (рис. 5.6).



Рис. 5.5. Стыковое соединение труб типа МТ™

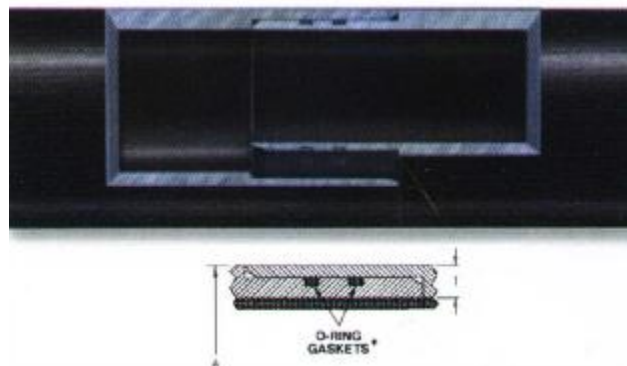


Рис. 5.6. Стыковое соединение труб типа GS®

5.3.30. Трубы ВЧШГ с этим видом соединения могут эксплуатироваться в самотечных или напорных трубопроводах диаметром от 100 до 300 мм с давлением до 2,5 МПа и диаметром от 350 до 600 мм с рабочим давлением до 1,6 МПа.

5.3.31. Соединение труб в стыке обеспечивают рассверливанием концов толстостенных труб из ВЧШГ и вставкой внутренней муфты из нержавеющей стали с двойными кольцеобразными канавками.

5.3.32. Стыковое соединение труб из ВЧШГ типа GS® обеспечивает герметичность напорных трубопроводов диаметром от 100 до 400 мм; узел стыковки изготавливается

непосредственно в толстостенной трубе вблизи ее торца, что позволяет с одной стороны трубы создать внутренний раструб, а с другой – гладкий конец в виде втулки с двойными кольцеобразными канавками.

5.3.33. При реализации бестраншейных технологий прокладки возможно также применение труб из ВЧШГ с неподвижным замковым соединением типа FASTITE производства США (рис. 5.7), а также с раструбно-фиксированным соединением типа ВРС (рис. 5.8) и раструбно-сварочным соединением типа НЗ (рис. 5.9).

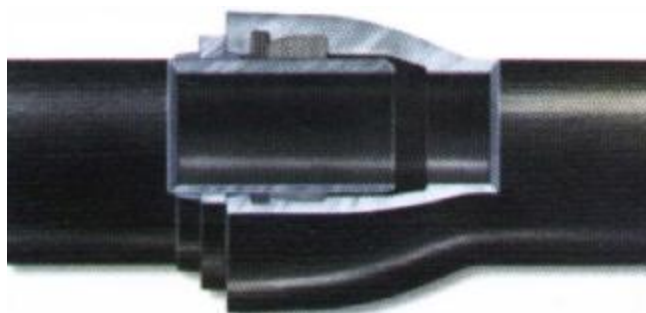


Рис. 5.7. Неподвижное соединение труб типа FASTITE



Рис. 5.8. Раструбные соединения типа ВРС



Рис. 5.9. Раструбно-сварное соединение труб типа НЗ

5.3.34. Соединение типа ВРС (см. рис. 5.8) выполнено в виде фиксированного раструбно-стопорного соединения, в котором герметичность обеспечивается применением двухслойной резиновой уплотнительной манжеты.

5.3.35. Соединение типа ВРС противодействует усилиям рассоединения труб при прокладке и эксплуатации трубопровода при сложном рельефе местности, в местах осадки грунта и при ударных нагрузках: сварной наплыв на гладком конце трубы и два стопора,двигаемые после стыковки труб в выемку раструба и фиксируемые стопорной проволокой, не позволяют нарушить соединение. Соединение ВРС не является жестким и позволяет отклоняться от оси на угол до 5° для труб с внутренним диаметром 100-150 мм и до 4° для труб с внутренним диаметром 200-300 мм (при сохранении полной герметичности стыка).

5.3.36. Раструбно-сварное соединение типа НЗ (см. рис. 5.9) выполняется электродуговой сваркой отдельных труб никельсодержащими электродами. Незначительные усилия по протягиванию плетей таких труб при реализации бестраншейных технологий достигаются за счет низкого и пологого раструба.

5.4. Гидравлические испытания трубопроводов и сдача в эксплуатацию

5.4.1. Испытания сетей водоснабжения (напорной канализации), выполненных из ВЧШГ, должны проводиться с учетом основных требований СНиП 2.04.02-84 и СНиП 3.05.04-85 и в соответствии с проектом производства работ.

5.4.2. В период проведения гидравлических испытаний протяженность участка трубопровода из ВЧШГ не должна превышать 1 км.

5.4.3. Гидравлические испытания трубопроводов должны проводиться два раза:

- на прочность (предварительное испытание); производится до засыпки траншеи и установки арматуры (задвижек, гидрантов, предохранительных клапанов, вантузов);
- на плотность (герметичность); проводится после засыпки траншеи и завершения всех работ на данном участке трубопровода с установленными задвижками, но до установки гидрантов, предохранительных клапанов и вантузов.

5.4.4. Величина испытательного гидравлического давления $P_{\text{исп}}$, на которое следует испытывать напорные трубопроводы при предварительном и окончательном их испытании, устанавливается проектом с учетом рабочего давления. При отсутствии в проекте величины испытательного давления, оно должно приниматься при предварительном и окончательном испытании равным: рабочее давление плюс 0,5 МПа (5 кгс/см²), но не более 0,7 от нормы испытательного давления трубы на заводе-изготовителе.

5.4.5. Оборудование для гидравлического испытания должно включать опрессовочный насос, манометр, мерный бак или водомера для измерения количества подкачиваемой воды и величины утечки.

На концах испытываемого участка трубопровода после демонтажа раструба устанавливаются заглушки. Рекомендуемая конструкция заглушки и фланца приведена на рис. 5.10 и в табл. 5.1.

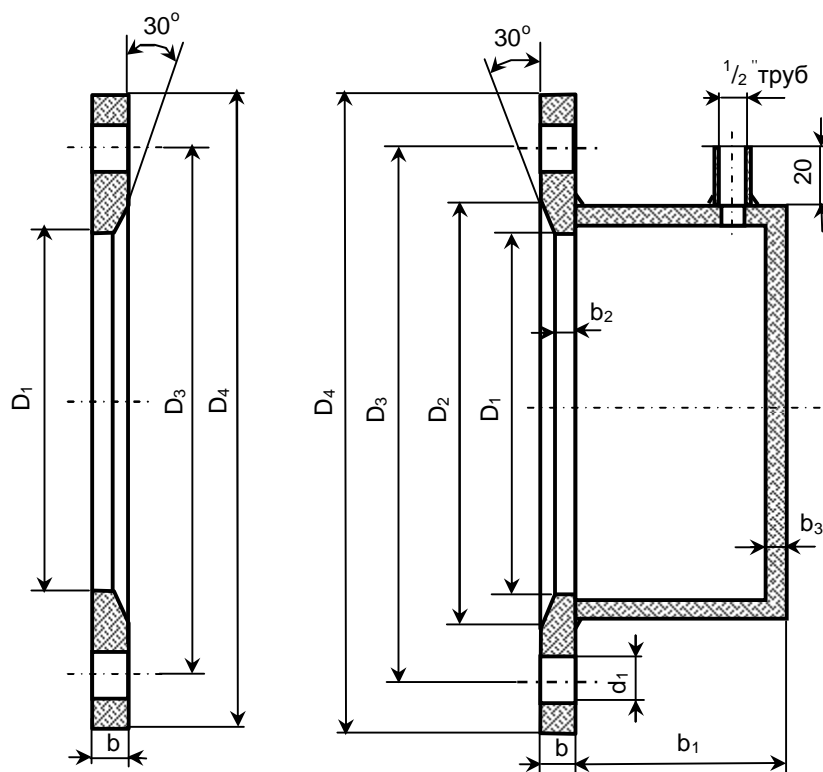


Рис. 5.10. Фланец и заглушка

Таблица 5.1. Размеры, мм, фланца и заглушки

Условный проход, D_y	D_1	D_2	D_3	D_4	b	b_1	b_2	B_3	Болты		d_1
									Количество	Диаметр	
100	118	134	185	220	15	100	10	15	4	M16	17
150	170	188	245	285	15	100	10	15	8	M20	21
200	222	239	295	335	20	150	15	20	8	M20	21
250	274	293	350	390	20	150	15	20	8	M20	21
300	326	345	400	440	20	150	15	20	12	M20	21
400	429	449	503	543	25	200	20	25	16	M20	21
500	532	552	606	646	25	200	20	25	16	M20	21
600	635	655	709	749	25	200	20	25	16	M20	21

5.4.6. На концах закрытых заглушками трубопровода к началу испытания должны быть установлены временные упоры для восприятия давления воды на заглушки.

Перед началом проведения гидравлических испытаний следует проверить и убедиться, что из предъявленного к испытанию трубопровода полностью удален воздух. Наполнять трубопровод водой рекомендуется с более низкой стороны участка. Для удаления воздуха во всех наиболее высоких точках участка трубопровода устраивают воздуховыпускные стояки из труб диаметром 25-50 мм с запорными вентилями, выведенными над уровнем земли.

Испытания трубопроводов с внутренним цементно-песчаным покрытием следует начинать после заполнения его водой и предварительной выдержке под давлением (приблизительно 2 кгс/см^2) в течение суток (для пропитки пор цементного раствора).

5.4.7. При испытании трубопровода на прочность выполняются следующие операции:

- постепенное повышение давления в трубопроводе (по $3-5 \text{ кгс/см}^2$) с выдерживанием давления на каждой ступени не менее 5 мин. и осмотром труб и стыковых соединений;

- при обнаружении утечки во время повышения давления необходимо установить причину нарушения герметичности и принять меры по ее ликвидации; устранение обнаруженных дефектов трубопровода можно производить после снижения давления в нем до атмосферного;

- категорически запрещается хождение по испытываемому трубопроводу, простукивание, подтягивание болтовых соединений и нахождение рабочих в траншее;

- при достижении в трубопроводе испытательного давления $P_{\text{исп}}$ в течение не менее 10 мин. не допускают падения давления больше чем на 1 кгс/см^2 , производя дополнительную подкачку воды до $P_{\text{исп}}$;

5.4.8. Трубопровод считается выдержавшим испытание на прочность, если при достижении испытательного давления в нем не произойдет разрыва труб, нарушения стыковых соединений и при осмотре трубопровода не будет обнаружено утечек воды.

5.4.9. Испытания трубопровода на плотность (герметичность) производится в следующей последовательности:

- давление в трубопроводе повышают до величины испытательного давления на герметичность $P_{\text{Г}}$;

- фиксируют время начала испытания $T_{\text{н}}$ и замеряют начальный уровень воды в мерном бачке $h_{\text{н}}$;

- проводят наблюдения за падением давления в трубопроводе; при этом могут иметь место три варианта падения давления:

- 1). если в течение 10 мин. давление упадет не менее чем на два деления шкалы

манометра, но не будет ниже внутреннего расчетного P_p , то наблюдение за падением давления заканчивают;

2). если в течение 10 мин. давление упадет менее чем на два деления шкалы манометра, то наблюдение за снижением давления до внутреннего расчетного P_p следует продолжать до тех пор, пока давление упадет не менее чем на два деления шкалы манометра; при этом продолжительность наблюдения не должна быть более 1 часа. Если по истечении этого времени давление не снизится до внутреннего расчетного давления P_p , то следует произвести сброс воды из трубопровода в мерный бочок (или замерить объем сброшенной воды другим способом);

3). если в течение 10 мин. давление упадет ниже внутреннего расчетного P_p , то дальнейшее испытание трубопровода прекращают и принимают меры для обнаружения скрытых дефектов трубопровода, выдерживая его под внутренним расчетным давлением P_p до тех пор, пока при тщательном осмотре не будут выявлены дефекты, вызвавшие недопустимое падение давления в трубопроводе.

5.4.10. После окончания наблюдения за падением давления по первому варианту и завершения сброса воды по второму варианту необходимо выполнить следующие операции:

- подкачкой воды из мерного бачка повысить давление в трубопроводе до величины испытательного на герметичность P_r , зафиксировать время окончания испытания на герметичность T_k и замерить конечный уровень воды в мерном бачке h_k ;

- определить продолжительность испытания трубопровода ($T_k - T_n$), мин и объем подкаченной в трубопровод воды из мерного бачка Q (для первого варианта), разность между объемами подкаченной в трубопровод и сброшенной из него воды или объем дополнительно подкаченной в трубопровод воды Q (для второго варианта) и рассчитать величину фактического расхода дополнительного объема закаченной воды q_n , л/мин, по формуле:

$$q_n = \frac{Q}{T_k - T_n}$$

5.4.11. Трубопровод считается выдержавшим гидравлическое испытание на плотность, если величина фактической утечки, определенной по формуле, будет менее допустимой согласно табл. 5.2.

Таблица 5.2. Допустимые величины утечек для соответствующих диаметров трубопровода

Условный диаметр трубопровода, Мм	Допустимая величина утечки на участке длиной 1000 м, л/мин
100	0,50
150	0,75
200	1,00
250	1,10
300	1,20
400	1,36
500	1,54
600	1,68

Примечание: при длине испытываемого участка более или менее 1 км приведенная в таблице величина утечки должна быть умножена на его длину, выраженную в км.

5.4.12. Для предотвращения осевых перемещений раструбных труб при гидравлических испытаниях следует применять упоры (при повороте трубопроводов) и тупиковые упоры.

При применении раструбных труб диаметрами 100 - 300 мм с соединениями типа ВРС устройство упоров необязательно.

5.4.13. Расчетные усилия на тупиковый упор от воздействия внутреннего давления определяются по формуле:

$$N_T = p D_{cp} P/4$$

Для упора, установленного на повороте трубопровода, эти усилия равны:

$$N_n = p D_{cp} P \sin (a/2)/2,$$

где N_T и N_n – соответствующие усилия на упор;

P – испытательное давление в трубопроводе;

α – угол поворота трубопровода;

D_{cp} – срединный радиус трубы.

5.4.14. Расчёт упоров следует выполнять в соответствии с «Рекомендациями по статистическому расчёту упоров и якорей напорных трубопроводов», разработанных ВНИИ ВДОГЕО и МИСИ им. Куйбышева, М., 1979 г.

5.4.15. Для практического использования возможен расчет по номограммам (см. Пособие к СНиП 03.05.84 «Методика и укладка чугунных, железобетонных и асбестоцементных трубопроводов водоснабжения и канализации», Госстрой СССР 1985 г.).

При производстве работ по устройству упоров следует соблюдать требования, изложенные в СНиП 03.05.84 и Пособии «Методика и укладка чугунных, железобетонных и асбестоцементных трубопроводов водоснабжения и канализации», Госстрой СССР 1985 г.

5.4.16. Проведение гидравлических испытаний трубопроводов допускается после достижения бетоном упоров прочности не менее проектной. Засыпка упоров и примыкающих к нему участков труб должна производиться слоями 15 - 20 см с увлажнением и тщательным уплотнением. Степень уплотнения грунта должна обеспечивать достижение удельного веса скелета уплотненного грунта $1,5 \text{ т/м}^3$ для песчаных грунтов и $1,6 \text{ т/м}^3$ для суглинков и глин.

5.4.17. Конструкцию упоров рекомендуется выбирать по материалам Мосинжпроект СК 2110 – 88 «Конструкция упоров для напорных трубопроводов из железобетонных, асбестоцементных, чугунных и стальных труб» часть 2. Материалы для проектирования, М., 1988 г.

5.4.18. После проведения испытаний должны быть составлены акт приемки трубопровода в соответствии с требованиями СНиП 3.01.04 – 87 (п.1.10), производится монтаж (восстановление) раструба и поврежденного участка трубы.

5.5. Ремонтные работы

5.5.1. До начала ремонтных работ необходимо установить причины нарушений в работе подземных трубопроводов системы водоснабжения или напорной канализации.

5.5.2. На подземных трубопроводных сетях диагностику труб и соединений следует проводить путем осмотра внутренней полости трубопровода с использованием телевизионных камер.

5.5.3. Диагностику открыто проложенных трубопроводов проводят путем

тщательного внешнего осмотра труб и соединений.

5.5.4. Для проведения качественного и эффективного ремонта сетей водоснабжения или напорной канализации должен быть выбран метод его выполнения, учитывающий вид повреждений труб из высокопрочного чугуна и фасонных соединительных частей (табл. 5.3).

Таблица 5.3. Основные виды повреждений и рекомендуемые методы ремонта трубопроводов из труб из высокопрочного чугуна

Но-мера	Виды повреждений	Причина	Методы ремонта
1.	Локальная течь в соединении	Недостаточно обжат уплотнитель Поврежден уплотнитель Гладкий конец вышел чрезмерно из раструба Поврежден раструб трубы Поврежден втулочный конец трубы	Обжать уплотнитель Заменить уплотнитель Перемонтировать соединение Заменить трубу (часть трубы) с раструбом Заменить трубу (часть трубы) с гладким концом
2.	Локальная течь трубы	Трещина, свищ в стенке длиной $\approx \leq 0,3D$ Трещина более $0,3D$, отверстие в стенке, разрушена труба	Заварить трещину, наложить бандаж Заменить трубу (часть трубы)
3.	Течи в соединениях на всем интервале между колодцами	Не достаточно обжаты уплотнители Повреждены уплотнители Произошла расстыковка труб	Перемонтировать соединения
4.	Течи в трубах на всем интервале между колодцами	Трещины в стенках труб	Переложить трубопровод Применить закрытые способы ремонта (табл. 53)

5.5.5. Заварка трещин должна производиться с использованием средств, оборудования и технологий, рекомендуемых заводами-изготовителями труб из чугуна с шаровидным графитом.

5.5.6. Замена уплотнителя в соединении предполагает проведение демонтажа соединения и последующего его монтажа с соответствующей очисткой от грязи (масел и т.п.)

раструба одной трубы и гладкого конца другой трубы и установки новой манжеты (уплотнителя). Структура, состав и очередность выполнения технологических процессов демонтажа и монтажа соединения определяется конкретными условиями. В общих случаях используются технологические процессы, сопровождающие прокладку нового трубопровода.

5.5.7. Для повторного монтажа соединений, замены труб, части трубы на участке трубопровода или на всем интервале между колодцами используются, как правило, те же технологические процессы, что и при замене уплотнителя в каком-либо соединении подземного трубопровода (см. п. 5.6.6.).

5.5.8. Закрытые (бестраншейные) методы ремонта при подземной прокладке сети принимаются на основании технико-экономического сравнения вариантов для конкретных условий с учетом:

- состояния реконструируемой сети;
- функционального назначения трубопровода (питьевой водопровод или технический, напорная канализация);
- диаметра, протяженности, характера трассы трубопровода, наличия колодцев или камер переключения на сети, их размеров;
- насыщенности пространства в области расположения трубопровода коммуникациями, а также особенностью последних;
- характера застройки на поверхности земли над трубопроводом, производственной, исторической и архитектурной ценности строений;
- цели проведения ремонта трубопроводной сети (восстановление работоспособности, изменение функционального назначения трубопровода и т.д.);
- требований к пропускной способности восстановленного или отремонтированного трубопровода (уменьшенной, на прежнем уровне, увеличенной);
- агрессивности воздействия транспортируемой и окружающей сред на трубы и их соединения;
- желаемой прочности отремонтированной или реконструированной трубопроводной сети;
- подготовленности эксплуатационных служб к выполнению технологических процессов в комплексе ремонтных работ, связанных с применением труб из ВЧШГ, материалов и т.п. (наличие специалистов, возможность приобретения или изготовления оснастки и оборудования для предполагаемого к использованию закрытого метода ремонтных работ);
- технологические и стоимостные особенности рассматриваемых методов.

5.5.9. Закрытые методы ремонта включают, как правило, технологические процессы,

указанные в табл. 5.4; их структура (состав и очередность) должна определяться конкретными условиями функционирования водопроводной или напорной канализационной сети.

Таблица 5.4. Общая структура технологических процессов различных методов ремонта подземных трубопроводов из ВЧШГ

Но- мер	Технологические процессы	Методы ремонта					
		Тради- цион- ный	Закрытые				
			Протяжка пластмас. труб	Стек- лопла- сти- ковый чулок	Герме- тиза- ция	Пневмо- ударная машина	Машина со штангой
1.	Опорожнение трубопровода: полное	+	-	+	+	+	+
	Частичное	-	-	-	-	+	+
2.	Вскрытие грунта*: на участке на интервале	+	+	+	-	-	+
		+	-	-	-	-	-
3.	Подготовка полости: промывка механическая чистка	-	+	+	+	-	-
		-	-	+	+	-	-
4.	Заготовка изделий (плетей, рецептур и т.п.)	-	+	+	+	+	+
5.	Подготовка специа- льного оборудования	-	+	+	+	+	+
6.	Введение изделий в полость трубопро- вода	-	+	+	+	+	+
7.	Специальная обработка изделий (пропарка и т.п.)	-	-	+	+	-	-
8.	Сопряжение с фасонными детальями	-	+	+	-	+	+
9.	Испытания	+	+	+	+	+	+

Примечание: + используется; - не используется;

*включая весь комплекс земляных, укладочных и сборочных работ при демонтаже и монтаже трубопровода.

6. Общие требования безопасности и охраны окружающей среды в период производства работ по прокладке и перекладке труб

6.1. При производстве работ по монтажу наружных систем водоснабжения и напорной канализации из чугунных труб и соединительных частей необходимо соблюдать требования СНиП 3.05.04-85 и СНиП Ш-4-80 «Техника безопасности в строительстве».

6.2. Складирование чугунных труб, соединительных частей, железобетонных колец и строительных изделий и материалов для устройства колодцев и упоров должно осуществляться с учетом требований разделов соответствующих технических условий на них.

6.3. Манипуляции при погрузке и разгрузке труб, соединительных частей, ж/б колец и других строительных изделий должны производиться с использованием инвентарных грузозахватных приспособлений и тары (стропов, мягких полотенец, траверс, захватов и т.п.) с учетом применяемых подъемно-транспортных механизмов.

6.4. Работа на используемых при строительстве машинах должна производиться в соответствии с проектом производства работ лицами, имеющими специальное разрешение. Допускаются к эксплуатации только исправные машины, инструменты, приспособления и средства малой механизации, что должно подтверждаться в установленном порядке с указанием сроков, оговоренных в техпаспортах.

6.5. При перемещении грунта, труб, ж/б колец и т.п. работники должны находиться в безопасной зоне проведения работ.

6.6. При проведении работ необходимо постоянно контролировать состояние откосов в нераскрепленных траншеях и котлованах, а в раскрепленных состоянии за элементов креплений.

6.7. Весь контингент работников перед началом работе должен пройти полный инструктаж по технике безопасности (вводный, первичный, повторный, внеплановый и текущий). Текущему инструктажу следует уделять особое внимание, так как от него зависит не только безопасность работника, но во многом определяется качество и производительность монтажа.

6.8. При проведении гидравлического испытания трубопроводов давление следует поднимать постепенно. Запрещается находиться перед заглушками, в зоне временных и постоянных упоров.

6.9. При осмотре камер и колодцев необходимо открыть все люки, проверить их газоанализатором на загазованность. Категорически запрещаются попытки проверки загазованности зажженной спичкой, горячей бумагой или пламенем горелки. Испытания

следует прервать во всех случаях, угрожающих безопасности работников.

6.10. При проведении испытаний трубопроводов работники, участвующие в монтаже, должны находиться на безопасном расстоянии от возможного места разрушения труб, раструбов и т.п. Обнаруженные дефекты можно устранять только после снятия давления.

6.11. Для обеспечения синхронности действий на объектах строительства или ремонта должны применяться портативные рации;

6.12. Все отходы производства необходимо вывозить в специально отведенные для этого места.

7. Организация технического надзора подразделениями МГУП «Мосводоканал» в период проведения работ по прокладке и перекладке трубопроводов

7.1. Весь комплекс работ по строительству новых трубопроводов из ВЧШГ, реконструкции и устройства присоединения производятся под техническим надзором МГУП «Мосводоканал». Для ведения надзора заключаются договоры, в которых предусмотрены:

- средства для ведения надзора,
- перечень выполненных работ,
- условия проведения работ,
- порядок сдачи объекта в эксплуатацию,
- условия оплаты услуг.

7.2. Строительство или реконструкция не могут быть начаты до заключения договора на технический надзор.

7.3. При строительстве трубопроводных коммуникаций должен осуществляться постоянный контроль за строгим выполнением проектных решений и соблюдением технических условий производства работ.

7.4. Работы по ведению технического надзора за строительством новых водопроводных сетей и магистралей осуществляет отдел технического надзора района эксплуатации водопроводной сети ПУ «Мосводопровод», а напорных канализационных сетей соответствующие подразделения ПУНСа.

Постоянный контроль технического надзора осуществляет инженер по техническому надзору района водопроводной или канализационной сетей, который имеет право и обязан:

- а) приостановить работы и потребовать устранения обнаруженных дефектов и отклонений от проекта и технических условий;
- б) участвовать в приемке скрытых работ;
- в) участвовать в работе приемочных комиссий.

7.5. Контроль за ведением технического надзора за строительством, присоединением и санитарной обработкой новых трубопроводов осуществляет отдел технического надзора за строительством, который является структурным подразделением ПУ «Мосводопровод» в соответствии с «Положением об отделе технического надзора за строительством», утвержденным начальником ПУ «Мосводопровод».

7.6. В функции отдела технического надзора за строительством входит:

- разработка и внедрение организационно-технических мероприятий связанных с ведением технического надзора за строительством и освоением водопровода,
- контроль оформления (наличие пакета необходимых документов), регистрации и своевременного заключения договоров на оказание услуг по надзору за строительством, присоединением и санитарной обработкой трубопроводов,
- координация и контроль за проведением работ по телевизионной диагностике, дезинфекции, промывке и врезке законченных строительством трубопроводов,
- участие в проведении ТВ-диагностики, осмотров внутренней поверхности и гидравлических испытаниях законченных строительством трубопроводов диаметром от 600 мм и выше,
- контроль за выполнением графиков работ, связанных со строительством, санитарной обработкой и врезками трубопроводов в согласованные и утвержденные сроки,
- участие в комплексных проверках районов водопроводной сети в части ведения технической документации по новому строительству,
- контроль за своевременной проверкой и передачей в группу инвентаризации РВС исполнительной документации по объектам нового строительства,
- контроль за своевременным нанесением на планшеты ГДП законченных строительством водопроводных сетей и магистралей,
- участие в комиссиях по приемке в эксплуатацию законченных строительством объектов,
- сбор и передача в Управление «Мосводосбыт» актов по использованию воды при освоении трубопроводов для их последующей оплаты,
- контроль за устранением недоделок по ранее сданным объектам строительства,
- участие в разработке и внедрении плана модернизации водопроводной сети, а также мероприятий, направленных на повышение надежности трубопроводов,

-обучение инженеров технического надзора районов водопроводной сети и ознакомление с изменениями (дополнениями) в нормативной базе связанной со строительством и эксплуатацией водопровода.

7.7. Отдел технического надзора за строительством должен требовать от района водопроводной сети ежемесячные отчеты по новому строительству, информацию о состоянии работ на объекте, Акты о расходе воды при освоении новых трубопроводов, оформленные бланки договоров на оказание услуг по надзору за строительством, присоединением и санитарной обработкой трубопровода, графики врезок, наряды на промывку.

7.8. Отдел технического надзора за строительством представляет структурным подразделениям МГУП «Мосводоканал»:

-Управлению водоснабжения - ежеквартальный отчет по освоенным трубопроводам.

-Центру технической диагностики - ежеквартальный отчет по освоенным трубопроводам, справку о выполнении противокоррозионных мероприятий.

-Управлению «Мосводосбыт» - Акты о расходе воды при освоении новых трубопроводов.

-Району водопроводной сети - заключенные договора на оказание услуг по надзору за строительством, присоединением и санитарной обработкой трубопровода, руководящие документы, инструкции, положения по вопросам нового строительства.

7.9. Особое внимание при проведении технического надзора за строительством новых водопроводных сетей и магистралей должно быть уделено:

а). качеству труб и их изоляции;

б). соблюдению проектных отметок заложения трубопроводов и проектных уклонов с целью обеспечения нормального опорожнения и наполнения трубопроводов при эксплуатации, эффективной работе вантузов по удалению воздуха, затрудняющего эксплуатацию трубопроводов;

в). подготовке оснований под трубопроводы;

г). качеству монтажа стыковых соединений труб;

д). контролю плотности прилегания упоров к фасонным частям и трубам, их размерам и технологии изготовления;

е). подготовке подъездов и подходов к выпускам и колодцам для производства ремонтных и профилактических работ;

ж). обеспечению установки компенсирующих устройств;

з). контролю за выполнением всех скрытых работ.

7.10. Приемка в эксплуатацию законченных объектов должна проводиться

приемочной комиссией в соответствии со СНиП 3.05.04-85. «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации. Производство и приемка работ».

7.11. Перед сдачей комиссии трубопроводы водопроводной сети или магистрали подвергаются осмотру рабочие комиссии, в которые входят: представители технического надзора, заказчика и строительной организации.

Осмотру подлежат все камеры и колодцы, два, три стыковых соединений труб, находящихся в земле, выпуски. При осмотре следует проверить, чтобы все монтажные (временно установленные) заглушки были удалены. Исключения составляют заглушки для разделения трубопровода на испытываемые участки и значащиеся на схеме испытаний. При обходе трассы устанавливается соответствие проекту выполненных работ по восстановлению нарушений и благоустройству.

Перед сдачей трубопроводов диаметром 900 мм и более представители строительной организации и технического надзора осматривают трубы изнутри путем прохода по ним. При этом проверяют состояние внутренней поверхности труб, отсутствие наплывов, раковин и других дефектов. Результаты осмотра оформляются актом.

7.12. Строительная организация обязана представить приемочной комиссии следующие документы:

а). исполнительные чертежи со штампом Мосгоргеотреста, согласованные с организациями, эксплуатирующими инженерные коммуникации, подразделениями государственной пожарной службы и другими заинтересованными организациями;

б). акты на скрытые работы по устройству оснований для труб, упоров и уплотнений грунтов, изоляции;

в). сертификаты и технические паспорта на трубы, арматуру, оборудование и материалы;

г). акт о санитарной обработке магистралей и сооружений;

д). акты гидравлических испытаний трубопроводов на прочность и герметичность;

е). акт проверки эффективности работы выпусков и вантузов;

ж). журналы сварочных и изоляционных работ;

з). ведомость недоделок с указанием срока их устранения;

и). гарантийный паспорт строительной организации на сдаваемый объект с указанием срока ответственности строительной организации за скрытые дефекты, которые могут обнаружиться при эксплуатации;

к). акты испытаний пожарных гидрантов на исправность и водоотдачу;

л). ведомости отступлений, согласованных с проектной организацией, МГУП «Мосводоканал», заказчиком, Госсанэпиднадзором и другими заинтересованными организациями;

м). ведомости испытаний бетонных кубиков на прочность, если применялся товарный бетон;

н). акт разграничения балансовой принадлежности трубопровода (или эксплуатационной ответственности);

о). журналы производств работ.

7.13. К переключениям на действующем водопроводе строительная организация не допускается.

7.14. Все присоединения объектов к городской водопроводной сети должны осуществляться в соответствии с «Правилами технической эксплуатации систем и сооружений коммунального водоснабжения и канализации», утвержденными Приказом Госстроя России № 168 от 30.12.1999 г. и «Правилами пользования системами коммунального водоснабжения и канализации в Российской Федерации», утвержденными Постановлением Правительства РФ №167 от 12.02.1999г., настоящего ТР, а также действующими нормативными документами.

7.15. Присоединение и пуск новых трубопроводов к действующим сетям хозяйственно-питьевого водоснабжения осуществляется согласно «Договора на оказание услуг по присоединению и пуску в эксплуатацию прокладываемого трубопровода», заключаемого между ПУ «Мосводопровод» в лице начальника Управления и строительной организацией.

К Договору прилагается Устав строительной организации, свидетельство о регистрации, лицензия с перечнем лицензированных видов деятельности, калькуляция затрат, составляемая инженером технадзора района водопроводной сети, счет за представляемые услуги.

7.16. Водопроводные присоединения (участки трубопроводов) к системам МГУП «Мосводоканал» до пуска их в эксплуатацию подвергаются теледиагностике, проходят промывку и санитарную обработку в соответствии с «Инструкцией по контролю за обеззараживанием хозяйственно-питьевой воды и за дезинфекцией водопроводных сооружений хлором при централизованном и местном водоснабжении», «Инструкцией по дезинфекции и промывке водопроводных сетей и магистралей хлорсодержащими реагентами», утвержденных Начальником ПУ «Мосводопровод» и согласованных с Центром Госсанэпиднадзора.

По результатам этих работ составляется специальный акт.

7.17. Акт о санитарной обработке построенных водопроводных сетей и сооружений является документом, разрешающим их присоединение (врезку) к действующим системам и пуск в эксплуатацию после их приемки. Акт подписывают представители МГУП «Мосводоканал», строительной организации (заказчика, застройщика) и органов Госсанэпиднадзора.

7.18. Присоединение построенного трубопровода к действующей сети выполняет строительная организация (по договору с заказчиком) под руководством и при участии представителей МГУП «Мосводоканал». Инженер технического надзора района водопроводной

сети осуществляет технический и санитарный надзор за проведением работ.

7.19. Работы выполняются в соответствии с «Графиком присоединения вновь построенной водопроводной линии к действующему водопроводу». График составляется инженером технического надзора района водопроводной сети и согласовывается начальником района водопроводной сети и главным инженером строительной организации. За трое суток до начала работ график представляется в МГУП «Мосводоканал» для рассмотрения и утверждения. В графике указывается:

- последовательность переключений на действующей сети и время проведения работ, включающих контроль качества сварных швов и наружного изоляционного покрытия присоединяемого трубопровода;

- дата контрольного закрытия участка сети с результатами замеров давления на трубопроводе до и после закрытия (если контрольное закрытие не проводилось по причине выключения абонентов, то необходимо указывать дату проверки работоспособности задвижек).

К графику прилагается эскиз закрываемого участка водопровода и письменное согласование с абонентами (при временном нарушении водоснабжения). Пуск трубопроводов в работу осуществляется постепенно с замером давления, а в случае необходимости с привлечением экспресс- лаборатории для контроля качества воды. При пуске в эксплуатацию новых водопроводных линий проверяется давление как в начале, так и в конце трубопровода, а при пуске транзитных магистралей проводится манометрическая съемка напоров в районе, питаемом этой магистралью. На основании результатов съемки напоров устанавливается рациональный режим работы магистрали и сети района.

7.20. При выключении водоводов, магистралей или их связок график передается на рассмотрение в Отдел оптимизации режимов подачи и распределения воды МГУП «Мосводоканал», после чего согласовывается и утверждается начальником Управления Водоснабжения.

В случаях нарушения водоснабжения (понижении напора, возможного изменения качества воды) и отключения жилых домов в количестве 10 и более, работы согласовываются с генеральным директором МГУП «Мосводоканал».

При участии в работе нескольких обособленных подразделений МГУП «Мосводоканал» обязательно согласование графиков с руководителями всех задействованных подразделений.

7.21. При выключении водопроводных, заводомерных сетей и вводов график присоединения утверждается главным инженером ПУ «Мосводопровод». Согласованный и утвержденный график присоединения вновь построенной водопроводной линии к действующему водопроводу регистрируется в ПУ «Мосводопровод» и передается в ГДП и Управление «Антикор» за сутки до начала производства работ.

7.22. За сутки до начала производства работ сведения с указанием адреса присоединения нового трубопровода к действующему и сроков проведения работ передаются в местные органы Госсанэпиднадзора г. Москвы.

7.23. При нарушении водоснабжения (отключении, понижении давления) абоненты должны быть предупреждены районом водопроводной сети заранее письменным уведомлением. При нарушении водоснабжения до 5-ти жилых строений работы необходимо дополнительно согласовать в Дирекции единого заказчика (ДЕЗ), 5-ти и более жилых строений в ДЕЗ и районной Управе, 10 и более жилых строений в ДЕЗ, районной Управе, Префектуре; при этом информация о нарушении режима водоснабжения передается в письменной форме Генеральному директору МГУП «Мосводоканал».

При нарушении водоснабжения отдельных предприятий работы необходимо согласовать с ответственными руководителями этих предприятий

7.24. Строительная организация несет ответственность за качество выполняемых работ, а структурное подразделение за своевременное выключение и пуск действующих и вновь построенных сетей и магистралей.

8. Общие требования к организациям, выполняющим работы по прокладке и перекладке трубопроводов водоснабжения и водоотведения с использованием труб из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом

8.1. Для проведения работ по строительству, восстановлению и реконструкции водопроводных и водоотводящих сетей с помощью труб из ВЧШГ должны привлекаться специализированные организации, предприятия и фирмы, имеющие опыт строительно-ремонтных работ. Приоритет должен отдаваться тем организациям, предприятиям и фирмам, которые имеют сертификат на систему качества стандартов ISO-9000:2000, сертификат соответствия на услуги по прокладке и восстановлению (санации) водопроводных и водоотводящих сетей бестраншейными методами, выданный Органами по сертификации, аккредитованными Госстандартом Российской Федерации.

8.2. При проведении работ по санации трубопроводов следует отдавать предпочтение тому виду оборудования, на которое имеются сертификаты соответствия, в том числе полученные на добровольной основе. На все виды применяемых материалов и добавок также необходимы сертификаты соответствия и гигиенические. Требования по сертификации конкретного оборудования для выполнения работ должны соответствовать «Номенклатура продукции и услуг (работ), в отношении которых законодательными актами

РФ предусмотрена их обязательная сертификация».

8.3. Документация (техническая, эксплуатационная, исполнительная) по строительству и санации трубопроводов подлежит постоянному хранению в архивах заказчика и проводившей строительно-ремонтные организации.

8.4. В качестве специальных технических требованиями при выполнении работ по строительству, ремонту водопроводных и водоотводящих сетей с использованием труб из ВЧШГ понимаются наличие у исполнителей и строгое выполнение ими технологического регламента на производство соответствующих видов работ независимо от применяемых традиционной траншейной или бестраншейной технологий.

8.5. Технологический регламент утверждается вышестоящей организацией или заказчиком работ.

8.6. В технологическом регламенте производства работ по строительству, ремонту или реконструкции сетей должны приводиться следующие сведения:

- перечень и сущность подготовительных работ,
- сроки представления исполнителям работ полной технической документации на строительство или ремонт трубопровода;
- результаты анализа соответствия данных проектной и исполнительной документации, где отражаются особенности, выявленные в процессе эксплуатации объекта (например, характер дефектов);
- информация о типах преобладающих грунтов по трассе и наличия инженерных коммуникаций (например, параллельных и пересекающихся трубопроводов) в месте проведения работ;
- результаты визуального осмотра трассы с уточнением (в случае проведения ремонтных работ) мест отключения трубопровода, наличия и состояния колодцев и камер, выбора оптимальных мест доступа к санируемому трубопроводу в зависимости от расположения инженерных коммуникаций с определением длин и количества рабочих участков;
- в случае реализации бестраншейных методов ремонта с предварительным разрушением старых трубопроводов и протягиванием в них новых из ВЧШГ, а также при любых потенциальных вскрышных земляных работах на трассе (расширение колодцев, устройство промежуточных котлованов, лазов и т.д.) информация о наличие геоподосновы и документации по согласованию работ с соответствующими организациями;
- перечень необходимого и применяемого в каждом конкретном случае технологического оборудования, механизмов и приборов;
- порядок выполнения работ по строительству или ремонту (т.е. описание

последовательности проведения технологических операций, заканчивая контролем качества проведенных работ и приёмкой трубопровода в эксплуатацию);

- требования по технике безопасности с инструкциями для всех рабочих профессий; требования безопасности при ремонте водопроводных и водоотводящих сетей должны соответствовать Правилам по технике безопасности при эксплуатации водопроводно-канализационного хозяйства с ежедневным оформлением для рабочих наряда-допуска на соответствующие работы;

- перечень используемой нормативно-технической документации, (СНиП, ГОСТы, ТУ, СН, Правила и т.д.);

- перечень соответствующих методик (по расчёту и приготовлению рабочих растворов и добавок и др.);

- перечень сертификатов соответствия на оборудование и применяемые материалы;

- сведения о составе бригад и квалификации персонала, выполняющего соответствующие работы.

9. Список литературы

1. Абрамов Н.Н. Надежность систем водоснабжения. М, Стройиздат, 1980- 231 стр.
2. Абрамов Н.Н., Примин О.Г., Сомов М.А. Проблемы надежности районных систем сельскохозяйственного водоснабжения. Сборник тезисов докладов на Всесоюзном совещании “Проектирование, строительство и эксплуатация систем сельскохозяйственного водоснабжения” Алма-Ата, Каз.НИИВХ, 1980 г. С.12-15
3. Амортизационные отчисления на полное возобновление основных фондов № 1072 М., «Ось-89», 1997 –144 стр. (Единые нормы)
4. Бремон Б., Эзанбеис П., Методика прогноза аварий водопроводных сетей. Журнал “TSM” пер. с франц., 1992, №10,С5-7
5. Барсов А.С. Линейное программирование в технико-экономических задачах. М., Наука 1984 г.
6. Барлоу Р.,Прошан Ф., Статистическая теория надежности и испытания на безотказность. Пер. с англ.М.,Наука, 1985
7. Беляев Ю.К., Богатырев В.А. Надежность технических систем М., Радио и связь, 1985 – 608 стр.

8. ГОСТ 27-002-83 Надежность в технике. Термины и определения.
9. Герцбах И.Б. Модели отказов., М., Стройиздат, 1986 - 312 стр..
10. Монтомери Д.К. Планирование эксперимента и анализ данных. Пер. с англ. Л., Судостроение, 1980
11. Ильин Ю.А. Надежность водопроводного оборудования и сооружений, М., Стройиздат, 1985 – 240 стр.
12. Ильин Ю.А. Расчет надежности подачи воды. М., Стройиздат 1987 –316 стр.
13. Обоснование необходимых объемов ремонтно-восстановительных работ городской водопроводной сети. (Заключительный отчет НИР –680, МосводоканалНИИпроект, 1998 г)
14. Надежность систем энергетики. Терминология. АН СССР, "Наука" г.Москва, 1980 г.
15. СНиП 3.05.04-85 Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации. М., СИ., 1986
16. Разработка информационно-технического обеспечения системы электрозащиты трубопроводов МГП «Мосводоканал» Отчет НИР-10 (заключит), М., ГУП «Институт МосводоканалНИИпроект», Научный руководитель Примин О.Г. 1999, 118 стр.
17. Анализ эффективности санации как метода восстановления работоспособности трубопроводов Московского водопровода: Отчет НИР-7 (заключит.) М., МГСУ, Научный рук. Примин О.Г. 191 стр.1997
18. Оценка эффективности сроков службы трубопроводов транспорта питьевой воды: Отчет НИР-559 (заключит) М., Ин-т МосводоканалНИИпроект, Научный руководитель Примин О.Г., 1995, 251 стр.
19. Примин О.Г. Оценка и методы обеспечения надежности районных систем водоснабжения.: дисс., канд .техн.наук. М., 1980
20. Примин О.Г. Методика сбора и обработки статистических данных по отказам отдельных элементов системы подачи и распределения воды. Сборник трудов научного семинара по надежности систем водоснабжения “Вопросы надежности систем водоснабжения”, М., МИСИ, 1979 г. С.14-16
21. Примин О.Г., Сомов М.А.. Анализ и оценка надежности районных систем водоснабжения. Материалы семинара “Интенсификация и повышение надежности работы систем транспортирования воды” М., МДНП им. Ф.Э.Дзержинского. 1979 г.
22. Примин О.Г., Климиашвили Л.Д. Анализ и результаты статистической обработки данных об отказах и восстановлении водопроводных сетей. Сборник трудов кафедры Водоснабжения МИСИ им. В.В.Куйбышева, М., МИСИ, 1981 г.
23. Малов В.И., Моисеев В.Н., Примин О.Г. Программное обеспечение для

исследования надежности и качества функционирования районных систем водоснабжения. Сборник “Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики”, выпуск 22, Сибирский энергетический ин-т СО АН СССР, 1981 г. С.19-22

24. Примин О.Г. Проблема оценки надежности системы водоснабжения г. Москвы. Материалы семинара “Технические средства и организационные мероприятия по экономии расхода воды в народном хозяйстве”, МДНТП им. Ф.Э.Дзержинского, М., 1989 г.

25. Храменков С.В. Примин О.Г., Матвеев Ю.П. Информационное обеспечение проблемы технического обслуживания и надежности трубопроводов транспорта питьевой воды. Обзорная информация “Научные и технические аспекты охраны окружающей среды, 1995 г., ВИНТИ, вып.12, с 31-47

26. Храменков С.В. Примин О.Г., Матвеев Ю.П. Надежность систем водоснабжения – проблемы и пути их решения. Материалы второго международного конгресса “Вода, экология. Технология: М., 1996 г.

27. Храменков С.В. Примин О.Г. Мониторинг трубопроводов городской водопроводной сети. Материалы третьей международной конференции “Проблемы управления качеством окружающей среды”, М,1997, 1-3 октября

28. Храменков С.В. Примин О.Г. Оценка надежности трубопроводов системы водоснабжения Москвы //Водоснабжение и санитарная техника, № 7, М.,1998, с.4-7

29. Храменков С.В. Примин О.Г. Проблемы и критерии оценки надежности трубопроводов системы водоснабжения Москвы // Тр.ин-та по строительству трубопроводов при технической Высшей школе г. Ольденбурга, Германия, 1998, Т.15

30. Храменков С.В. Примин О.Г. Оценка и обеспечение надежности и эффективности эксплуатации Московского водопровода // Российское общество бестраншейных технологий, М.,1998, № 7, с 7-10

31. S.W. Chramenkow, O.G. Primin Moskauer Trinkwassernetz - Ermittlung und Gewährleistung der Zuverlässigkeit und Effektivität seines Betriebs. Zeitschrift Kommunarwirtschaft, Verlagsort Wuppertal, Germany, Heft 4/ 1999, s. 180-183

32. Храменков С.В. Примин О.Г. Показатели критических состояний и пути обеспечения надежности трубопроводов водопроводной сети и напорной канализации города.// “Экология и промышленность России” 1999 г, октябрь, с 17-22.

33. Храменков С.В. Примин О.Г. Стратегия восстановления городской водопроводной сети. Водоснабжение и санитарная техника, М.,1999, № 9, с.17-20.

34. Примин О.Г. Анализ и пути повышения эффективности электрозащиты трубопроводов в ГУП “Мосводоканал” Сборник трудов Международной конференции МКДЗК-99 “Долговечность и защита от коррозии. Строительство, реконструкция”. М., 1999

г. с.536-543.

35. Храменков С.В., Примин О.Г. Надежность трубопроводных сетей водоснабжения и канализации как фактор экологической безопасности города. Сборник докладов 14-ого Ольденбургского форума по трубопроводам, Германия, Ин-т по строительству трубопроводов при технической Высшей школе г. Ольденбурга, Германия, 1999, Т.16.

36. Храменков С.В., Савченко Т.Н., Примин О.Г. Новые подходы к начислению амортизации на реновацию трубопроводов водопроводной сети. Журнал Руководителя и главного бухгалтера ЖКХ, № 12 1999 г. М., стр39-45.

37. Шор Я.Б. Таблицы для анализа и контроля надежности. М., Сов.Радио, 1970

38. Половко А.М. Основы теории надежности М., Наука 1964 446 стр

39. Зайцев К.И. К проблеме старения трубопроводов и их ремонта // «Монтажные и специальные работы в строительстве» №7 М., 1997 С.26-30.

40. Статистические методы в инженерных исследованиях , Под ред. Круга Г.К., - М., Высшая школа, 1983 , 215 стр.

41. Разработка принципов информационного обеспечения проблемы надежности водоводов и водопроводной сети города Москвы: Отчет НИР-500 (заключит.) М., ин-т «МосводоканалНИИпроект», отв.исполнитель Примин О.Г. 192 стр.

42. Херц Р.К. Процесс старения и необходимость восстановления водопроводных сетей. Журнал “Аква” , 1996 № 9

43. М. Роман Установление действенных критериев надежности для систем водоснабжения

44. Храменков С.В. Стратегия управления эксплуатацией и обеспечение надежности системы хозяйственно питьевого водоснабжения города: автореферат дис.... канд.техн.наук М., МГСУ 1999 С.29

45. Правила технической эксплуатации систем и сооружений коммунального водоснабжения и канализации М., Союзводоканалпроект 2000- 128 стр.

46. Бремон Б. Эзанбеис П., Методика прогноза аварий водопроводной сети // TSM (Водные ресурсы) №10 1998 С.511-517

47. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.

48. Goldyn R. Role of preliminary reservoirs in protection of the Maltanski Reservoir // Abstracts of II Intern. Conf. on Reservoir Limnology and Water Quality. -Ceske Budejovice, 1992. P.30.

49. Hoehn E. The effect of the pre-reservoir on the trophic state of an oligo-mesotrophic drinking-water reservoir (Kleine Kinzig) in the northern Black Forest, Germany // Abstracts of II Intern. Conf. on Reservoir Limnology and Water Quality. -Ceske

Budejovice, 1992. P.35.

50. Putz K., Benndorf J. The importance of pre-reservoirs for the control of eutrophication of reservoirs // Reservoir Management and Water Supply - an Integrated System, vol.2. -Prague, 1997. P.165-171.

51. Rehabilitation des reseaux d'alimentation en eau potable: technique et mise en oeuvre // Tech. Eau - 1990. - 14. - p. 1-14

52. Burgard M. / Rehabilitation de conduites par gainage interne // Eau. Ind. Nuis. - 1989. - 126. -p. 39-41

53. Всеобъемлющая система трубопроводов из высокопрочного чугуна. Руководство по использованию фирмы PONT-A-MOUSSON, 1995

54. Кузенков Е.В. / Мировой и отечественный опыт использования труб из высокопрочного чугуна // Проблемы развития транспортных и инженерных коммуникаций, 2004, № 2-3, с. 20-26

55. Кузенков Е.В. / Мировой и отечественный опыт использования труб из высокопрочного чугуна в бестраншейных технологиях // РОБТ, 2004, № 5, с. 20-22

56. Грехов А.Н. / Чугунным трубам нет альтернативы // РОБТ, 2004, № 4, с. 31-32

57. Храменков С.В., Орлов В.А., Харькин В.А. / Технологии восстановления подземных трубопроводов бестраншейными методами // АСВ, 2004, с. 237

10. ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1.

Методика проведения испытаний труб на раздавливающую сосредоточенную нагрузку с одновременным воздействием внутреннего давления.

1. Для испытаний на стенде принимается образец трубы (фрагмент) длиной равной 1000 мм плюс длина на монтажное расстояние с двух концов образца. Схема установки для проведения испытаний показана на рис. 1П1.

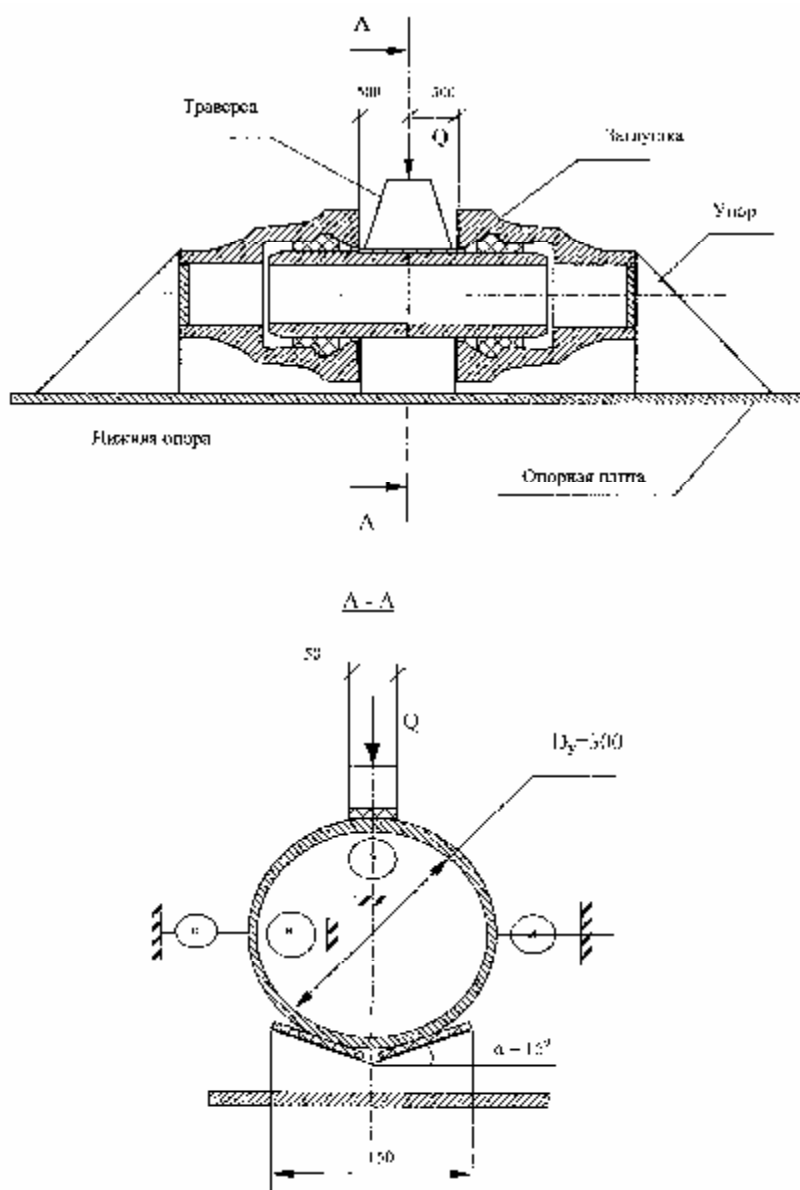


Рис. 1П1. Схема стенда для заводских испытания образцов труб на изгиб раздавливанием внешней нагрузкой

2. В качестве заглушек рекомендуется использовать раструбы от соответствующих классов испытываемых труб. К раструбам привариваются заглушки, обеспечивающие герметичность и прочность при давлении до 3,0 МПа.

3. В целях предотвращения горизонтального перемещения заглушек от воздействия внутреннего давления на стенде установлены упоры.

4. Измерение перемещения вертикального и горизонтального диаметра труб от воздействия нагрузок производится индикаторами часового типа; в качестве примера, ориентировочный прогиб вертикального диаметра образцов труб диаметром 300 мм составляет 15 - 20 мм, а горизонтального при воздействии внутреннего давления до 30 мм.

5. Последовательность проведения испытаний включает следующие операции.

-устанавливаются индикаторы часового типа I_1 и I_2 в центре образца;

-гидравлическим домкратом или механическим прессом создается внешняя нагрузка Q в диапазоне 2 - 10 тыс. кг;

-производятся замеры прогибов образца трубы от воздействия данной внешней нагрузки Q в четырех характерных точках с записью результатов испытаний в табл. 1П;

Таблица 1П1. Примерный образец регистрации результатов испытаний образцов труб внешней раздавливающей нагрузкой (например, для образцов труб диаметром 300 мм).

Номер по порядку	Нагрузка Q , кг	I_1	I_2	I_3	I_4	Примечания
1	0					
2	2000					
3	4000					
4	6000					
5	8000					
6	10000					

-с помощью насоса последовательно создается внутреннее давление в образце (от 4 до 30 кг/см²) и производятся замеры его прогибов у горизонтального диаметра от воздействия комбинированной нагрузки с записью результатов испытаний в табл. 1П2;

Таблица 1П2. Примерный образец регистрации результатов испытаний образцов труб на комбинированную нагрузку (например, для образцов диаметром 300 мм).

Номер по порядку	Нагрузка Q, кг	Давление P, кг/см ²	И (справа)	И (слева)	Примечания
1	0	0			
2	2000	4,0			
3	4000	4,0			
4	6000	4,0			
5	8000	4,0			
6	10000	4,0			
7	2000	10,0			
8	4000	10,0			
9	6000	12,0			
10	8000	12,0			
11	10000	12,0			
12	2000	16,0			
13	4000	16,0			
14	6000	16,0			
15	8000	16,0			
16	10000	16,0			
17	2000	24,0			
18	4000	24,0			
19	6000	24,0			
20	8000	24,0			
21	10000	24,0			
22	2000	30,0			
23	4000	30,0			
24	6000	30,0			
25	8000	30,0			
26	10000	30,0			

6. По результатам проведенных испытаний на прогибы составляется заключение о несущей способности трубы при воздействии раздавливающей сосредоточенной и комбинированной нагрузок.

Приложение 2.

Методика проведения испытаний труб на поперечный изгиб трубчатой балки с одновременным воздействием внутреннего давления.

1. Для испытаний на стенде принимается труба, которая укладывается на опоры,

расстояние между которыми составляет 4000 мм (± 5 мм). Схема установки для проведения испытаний показана на рис. 2П1.

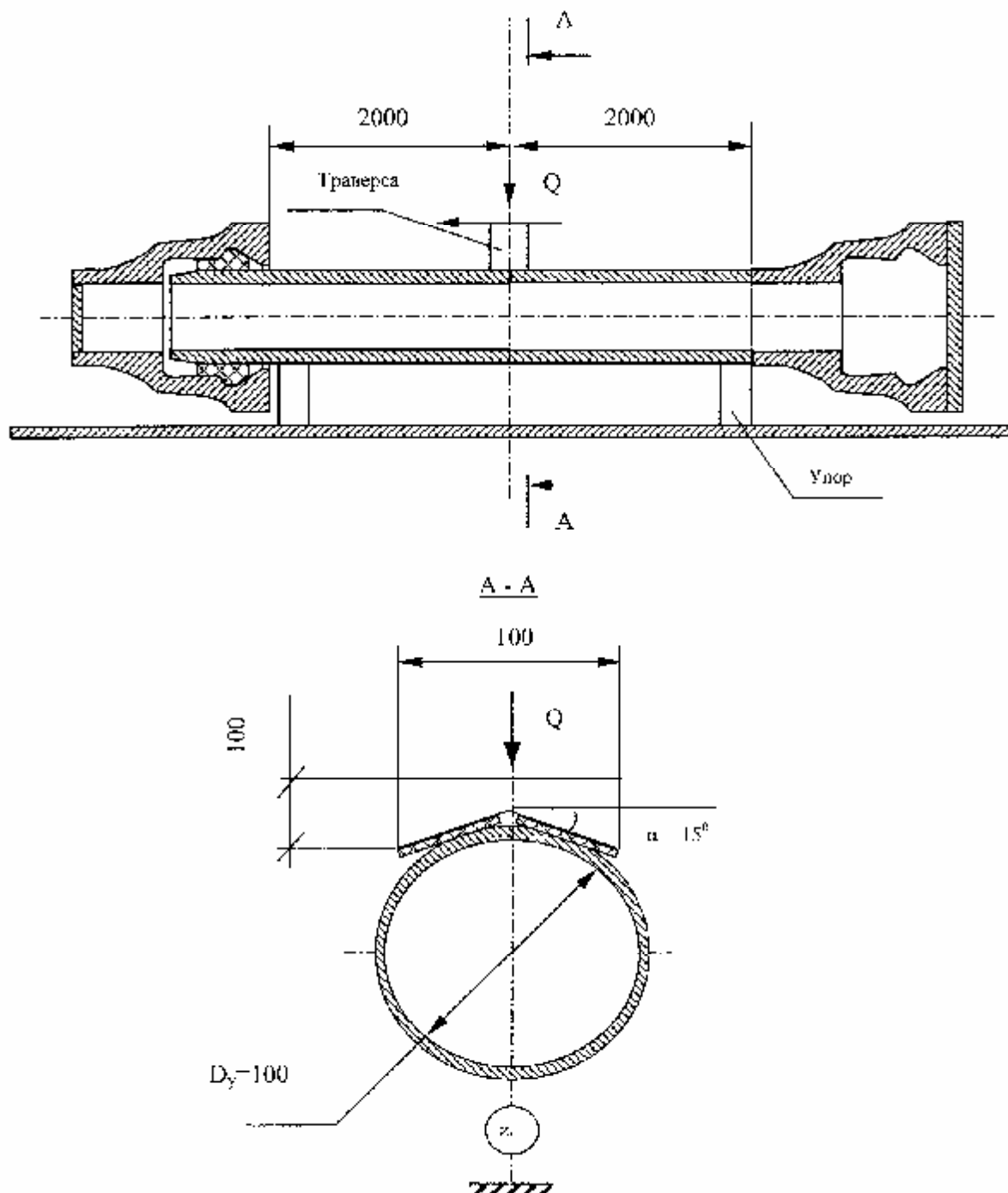


Рис. 2П1. Схема стенда для заводских испытания образцов труб на поперечный изгиб сосредоточенной нагрузкой и одновременным воздействием внутреннего давления

2. Толщина стенки трубы, наружный и внутренний диаметры измеряются в характерных точках; количество испытываемых труб составляет не менее двух.

3. Нагружение трубы производится домкратом или с помощью механического пресса (предпочтительно).

4. Производится замер нагружающих сил при заданных прогибах.

5. При испытаниях без воздействия внутреннего давления результаты замеров заносятся в табл. 2П1.

Таблица 2П1. Примерный образец регистрации результатов испытаний трубы на поперечный изгиб без воздействия внутреннего давления (например, для труб диаметром 100 мм).

Номер по порядку	Нагрузка Q, кг	Прогиб, мм	Примечания
1		50	
2		100	
3		150	
4		200	
5		250	

6. При дополнительном воздействии на трубу внутреннего давления измеряется изгибающая нагрузка при заданных прогибах и величина внутреннего давления. Результаты испытаний заносятся в табл. 2П2.

Таблица 2П2. Результаты испытаний труб с приложенной нагрузкой, кг, на поперечный изгиб с одновременным воздействием внутреннего давления P_B (например, для труб диаметром 100 мм)

Номер по порядку	Прогиб, мм	$Q_{пр}$, кг при различных P_B					
		$P_B = 0$	$P_B = 0,5$ МПа	$P_B = 1,0$ МПа	$P_B = 1,5$ МПа	$P_B = 2,0$ МПа	$P_B = 2,5$ МПа
1	50						
2	100						
3	150						
4	200						
5	250						
6	300						

6. По результатам проведенных испытаний составляется заключение о несущей способности трубы при воздействии поперечной нагрузки и одновременного воздействия внутреннего давления

Приложение 3.

В настоящем приложении приводятся сведения о трубах и фасонных частях ОАО ЛМЗ «Свободный сокол».

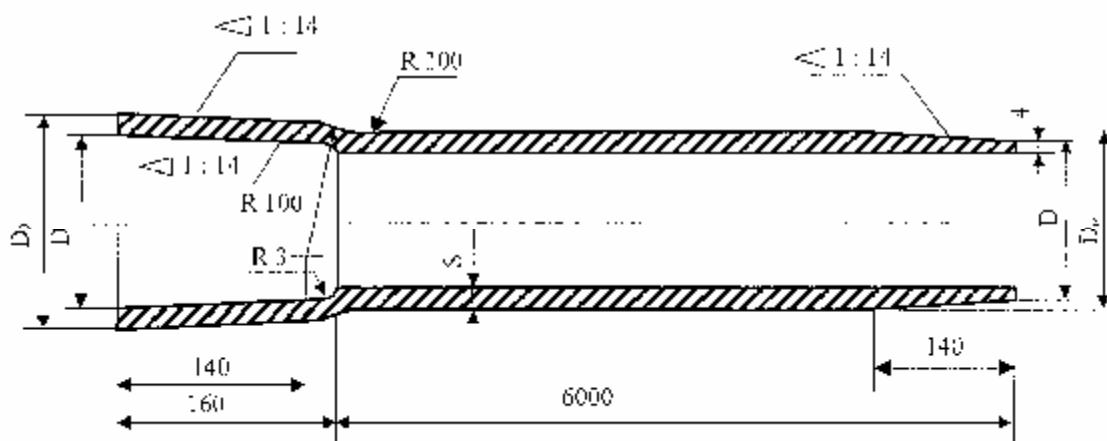


Рис. 3П1. Схема трубы под нахлестное сварное соединение

Таблица 3П1. Основные размеры, мм, трубы под нахлестное сварное соединение

Условный диаметр D_y	D_n	D	D_1	D_2	S	Масса раструба	Масса трубы с раструбом, кг, при длине 6000/5800 мм	
100	118 (+1,0 - 2,8)	108	117,5	137,5	9^{-1}	4,1	138,2	133,7
					$6,0^{-1,3}$	4,1	95,9	92,9
150	170 (+1,0 - 2,9)	160	169,5	189,5	9^{-1}	5,9	203,9	197,3
					$6,0^{-1,3}$	5,9	140,4	135,9
200	222 (+1,0 - 3,0)	202	221,5	241,5	9^{-1}	7,7	269,7	260,9
					$6,3^{-1,5}$	7,7	193,4	187,2
250	274 (+1,0 - 3,1)	264	273,5	293,5	9^{-1}	9,5	335,4	324,6
					$6,8^{-1,6}$	9,5	257,8	249,5
300	326 (+1,0 - 3,3)	316	325,5	345,5	9^{-1}	11,3	401,2	388,2
					$7,2^{-1,3}$	11,3	325,0	314,5

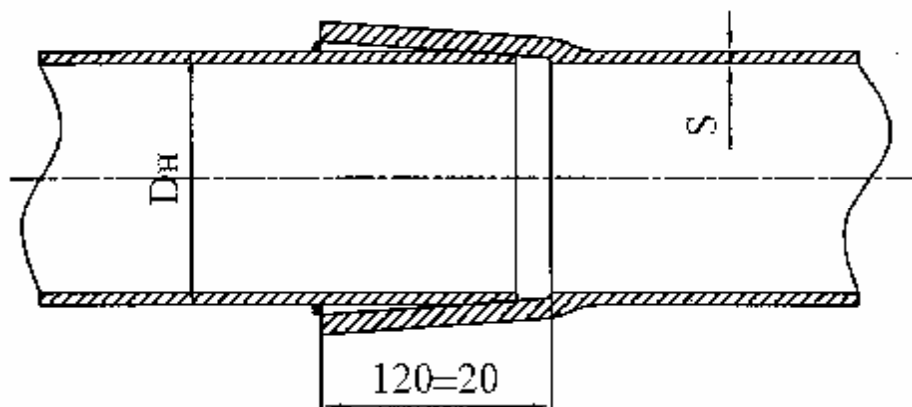


Рис. 3П2. Схема сварного нахлестного соединения

Табл. 3П2. Основные размеры, мм, сварного нахлестного соединения

Условный проход D_y	D_n (+3,0 - 1,0)	S		Масса трубы, кг
		Центробежная отливка	Отливка в кокиль	
100	118	$6,0^{-1,3}$	$7,2^{-2,4}$	3,8
150	170	$6,0^{-1,3}$	$7,8^{-2,5}$	5,4
200	222	$6,3^{-1,5}$	$8,4^{-2,5}$	7,1
250	274	$6,8^{-1,6}$	$9,0^{-2,6}$	8,7
300	326	$7,2^{-1,6}$	$9,6^{-2,6}$	10,4

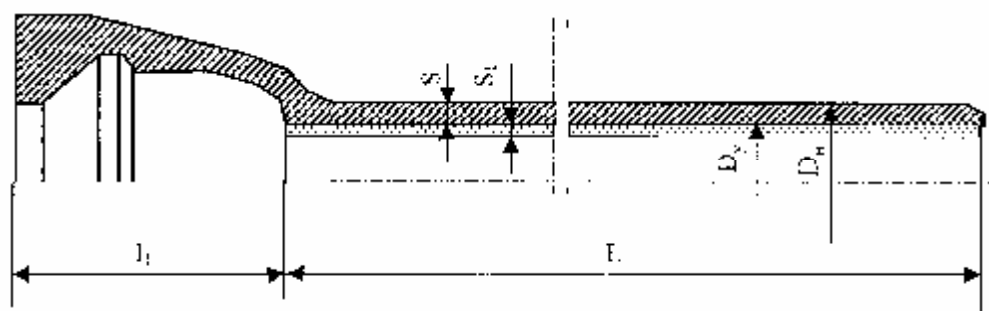


Рис. 3П3. Схема трубы раструбной под соединение универсал

Табл. 3П3. Основные размеры, мм, трубы раструбной под соединение «Универсал»

D _y	D _н	S	S ₁	l ₁	Масса раструба, кг	Масса 1 м трубы без раструба (с цементным покрытием), кг	Масса трубы с раструбом (без цементного покрытия / с цементным покрытием), кг, при расчетной длине L			
							5800		6000	
100	118 (+1,0 - 2,8)	6,0 ^{-1,3}	3	85	4,6	17,5	94,5	107,8	97,6	111,4
150	170 (+1,0 - 2,9)	6,0 ^{-1,3}	3	90	7,8	25,8	144,1	163,2	148,8	168,6
200	222 (+1,0 - 3,0)	6,3 ^{-1,5}	3	89	10,5	35,5	192,6	220,5	198,9	227,7
250	274 (+1,0 - 3,1)	6,8 ^{-1,6}	3	94	14,0	47,0	253,0	287,2	261,2	296,6
300	326 (+1,0 - 3,3)	7,2 ^{-1,6}	3	98	18,0	59,0	320,2	361,4	330,6	373,2

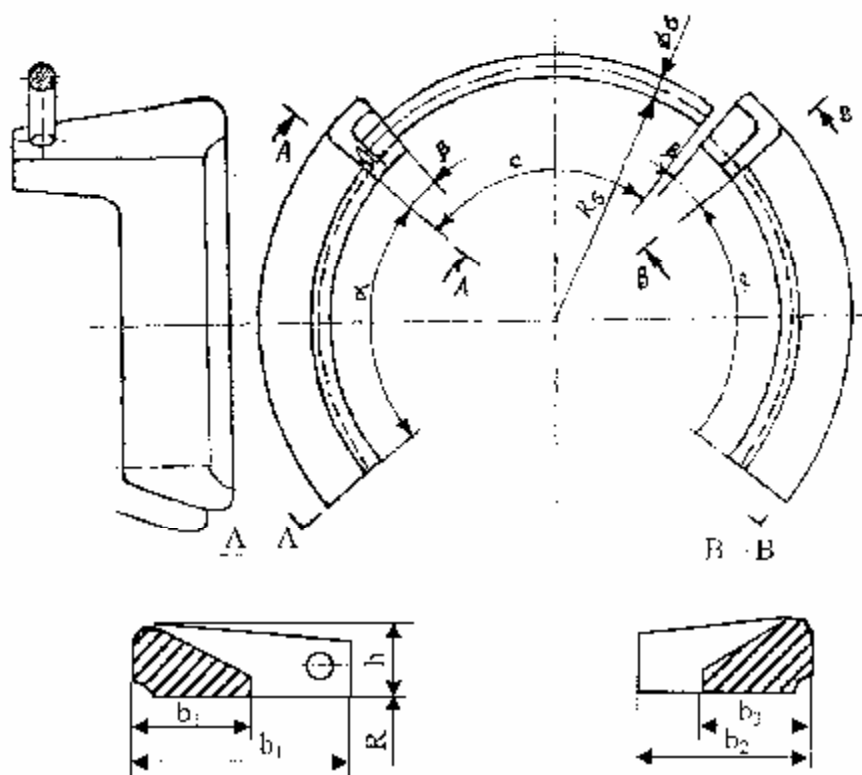


Рис. 3П4. Схема стопоров из ВЧШГ (под соединение «ВРС»)

Табл. 3П4. Основные размеры, мм, стопоров из ВЧШГ (под соединение «ВРС»)

D _y	b ₁	b ₂	b ₃	h	R	α°	β°	c°	c	Масса стопора, кг	
										Левого	правого
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

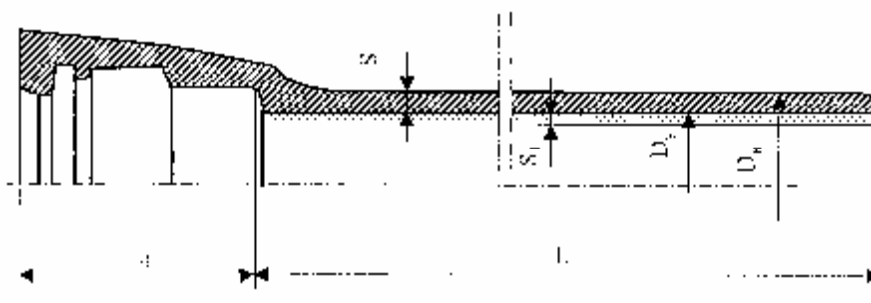


Рис. 3П5. Схема трубы раструбной под соединение «Гайтон»

Табл. 3П5. Основные размеры, мм, трубы раструбной (под соединение «Гайтон»)

D _y	D _n	S	S ₁	I ₁	Масса раструба, кг	Масса 1 м трубы без раструба (с цементным покрытием), кг	Масса трубы с раструбом (без цементного покрытия / с цементным покрытием), кг, при расчетной длине L			
							5800		6000	
100	118 (+1,0 - 2,8)	6,0 ^{-1,3}	3	88	4,3	17,5	94,2	107,5	97,6	111,1
150	170 (+1,0 - 2,9)	6,0 ^{-1,3}	3	94	7,1	25,8	143,4	162,5	148,1	167,9
200	222 (+1,0 - 3,0)	6,3 ^{-1,5}	3	100	10,3	35,5	192,4	220,3	198,7	227,5
250	274 (+1,0 - 3,1)	6,8 ^{-1,6}	3	105	14,2	47,0	253,2	287,4	261,4	296,8
300	326 (+1,0 - 3,3)	7,2 ^{-1,6}	3	110	18,9	59,0	321,1	362,3	331,5	374,1

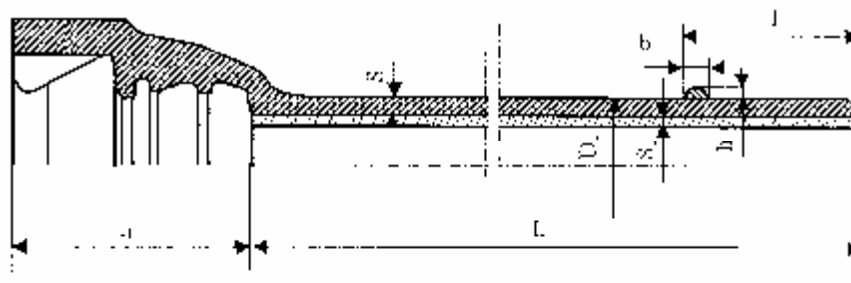


Рис. 3П6. Схема трубы раструбной под соединение «ВРС»

Табл. 3П6. Основные размеры, мм, трубы раструбной (под соединение «ВРС»)

D _y	D _н	S	S ₁	l	l ₁	h	B	Масса раструба, кг	Масса 1 м трубы без раструба (с цементным покрытием), кг	Масса трубы с раструбом (без цементного покрытия / с цементным покрытием), кг, при расчетной длине L			
										5000		6000	
100	118 (+1,0 - 2,8)	6,0 ^{-1,3}	3	91	135	5	8(±2)	6,9	17,5	97,0	110,1	100,1	114,0
150	170 (+1,0 - 2,9)	6,0 ^{-1,3}	3	101	150	5	8(±2)	10,7	25,8	147,1	166,3	152,1	172,0
200	222 (+1,0 - 3,0)	6,3 ^{-1,5}	3	106	160	5,5	9(±2)	16,8	35,5	199,1	227,1	205,3	234,0
250	274 (+1,0 - 3,1)	6,8 ^{-1,6}	3	106	165	5,5	9(±2)	23,2	47,0	262,2	297,1	270,5	306,1
300	326 (+1,0 - 3,3)	7,2 ^{-1,6}	3	106	170	5,5	9(±2)	29,6	59,0	332,0	373,0	342,1	385,0

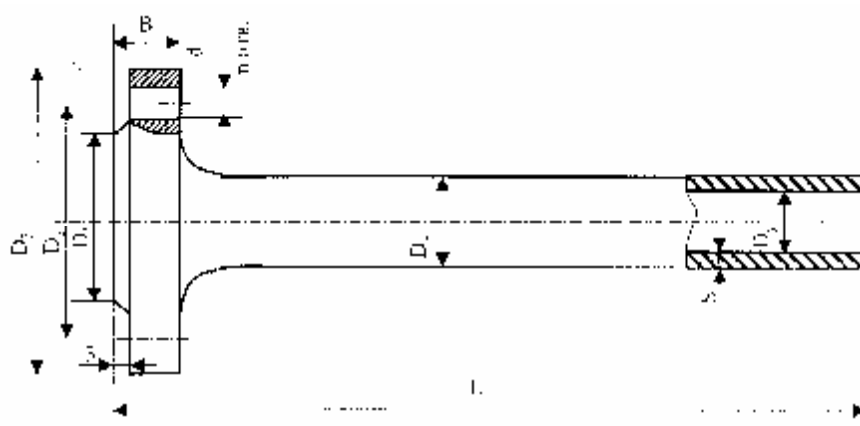


Рис. 3П7. Схема трубы с литым фланцем и гладким концом

Табл. 3П7. Основные размеры, мм, трубы с литым фланцем и гладким концом

D _y	D _н	S	PN, бар	D ₁	D ₂	D ₃	B	Отверстия		Масса фланца, кг	Масса 1 м трубы без фланца, кг	Масса трубы, кг, при расчетной длине L	
								Коли- чество	d			5800	6000
100	118 (+1,0 - 2,8)	7,4 ^{-1,4}	10	153	180	220	19	8	19	3,6	18,2	109,0	112,6
				16	153	180	220	19	8				
150	170 (+1,0 - 2,9)	7,8 ^{-1,5}	10	209	240	285	19	8	23	5,4	28,8	172,5	178,3
				16	209	240	285	19	8				
200	222 (+1,0 - 3,0)	8,4 ^{-1,5}	10	264	295	340	20	8	23	7,4	40,9	244,4	252,6
				16	264	295	340	20	12				
250	274 (+1,0 - 3,1)	9,0 ^{-1,6}	10	319	350	400	22	12	23	10,2	54,3	325,3	336,1
				16	319	355	400	22	12				
300	326 (+1,0 - 3,3)	9,6 ^{-1,6}	10	367	400	455	24,5	12	23	13,2	69,2	414,5	428,3
				16	367	410	455	24,5	12				

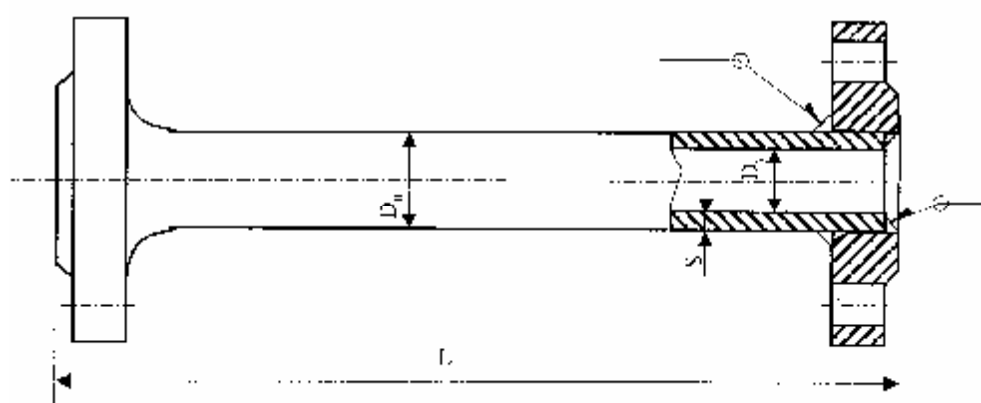


Рис. 3П8. Схема трубы с литым и приваренным фланцами (тип А)

Табл. 3П8. Основные размеры, мм, трубы с литым и приваренным фланцами (тип А)

D _y	D _н	S	Масса фланца, кг		Масса 1 м трубы без фланца, кг	Масса трубы с фланцами, кг, при расчетной длине L	
			литого	приваренного		5800	6000
100	118 (+1,0 – 2,8)	6,0 ^{-1,3}	3,6	2,8	18,2	111,8	115,4
150	170 (+1,0 – 2,9)	6,0 ^{-1,3}	5,4	4,5	28,8	177,0	182,8
200	222 (+1,0 – 3,0)	6,3 ^{-1,5}	7,4	6,4	40,9	250,8	259,0
250	274 (+1,0 – 3,1)	6,8 ^{-1,6}	10,2	9,0	54,3	334,3	345,1
300	326 (+1,0 – 3,3)	7,2 ^{-1,6}	13,2	11,7	69,2	426,2	440,0

Примечание. Размеры литого фланца указаны в табл. 3П10

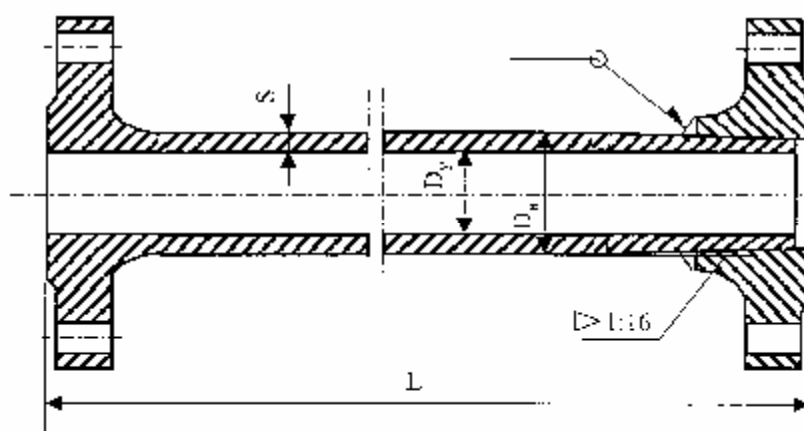


Рис. 3П9. Схема трубы с литым и приваренным фланцами (тип Б)

Таблица 3П9. Основные размеры, мм, трубы с литым и приваренным фланцами

D _y	D _н	S	Масса фланца, кг		Масса 1 м трубы без фланца, кг	Масса трубы с фланцами, кг, при расчетной длине L	
			литого	приваренного		5800	6000
100	118 (+1,0 – 2,8)	6,0 ^{-1,3}	3,6	3,4	18,2	112,4	116,0
150	170 (+1,0 – 2,9)	6,0 ^{-1,3}	5,4	5,2	28,8	177,7	183,5
200	222 (+1,0 – 3,0)	6,3 ^{-1,5}	7,4	7,2	40,9	251,6	259,8
250	274 (+1,0 – 3,1)	6,8 ^{-1,6}	10,2	10,0	54,3	335,3	346,1
300	326 (+1,0 – 3,3)	7,2 ^{-1,6}	13,2	13,0	69,2	427,5	441,3

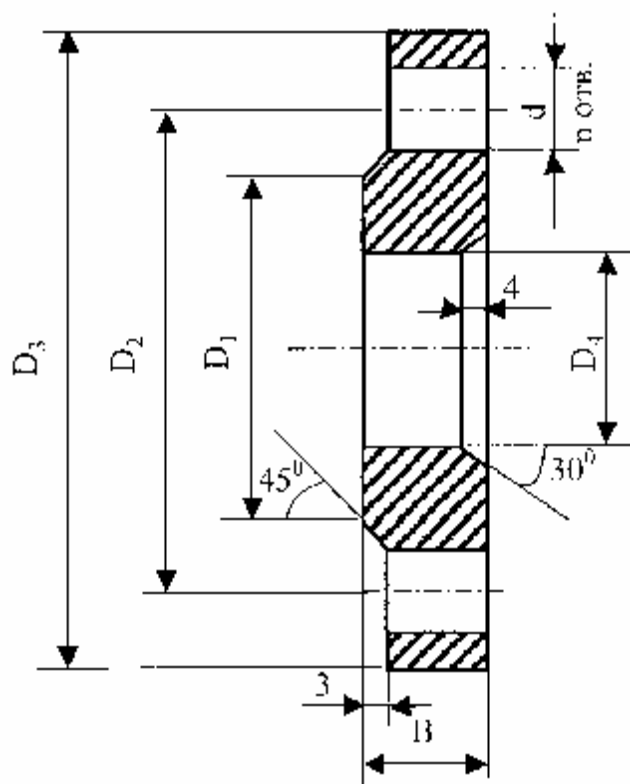


Рис. 3П10. Схема фланца из высокопрочного чугуна (тип А)

Таблица 3П10. Основные размеры, мм, фланца из высокопрочного чугуна (тип А)

D_y	D_4	PN, бар	D_1	D_2	D_3	d	B	n	Масса фланца, кг
100	118	10	153	180	220	19	19	8	2,8
		16	153	180	220	19	19	8	
150	170	10	209	240	285	23	19	8	4,5
		16	209	240	285	23	19	8	
200	222	10	264	295	340	23	20	8	6,4
		16	264	295	340	23	20	12	
250	274	10	319	350	400	23	22	12	9,0
		16	319	355	400	28	22	12	
300	326	10	367	400	455	23	24,5	12	11,7
		16	367	410	455	28	24,5	12	

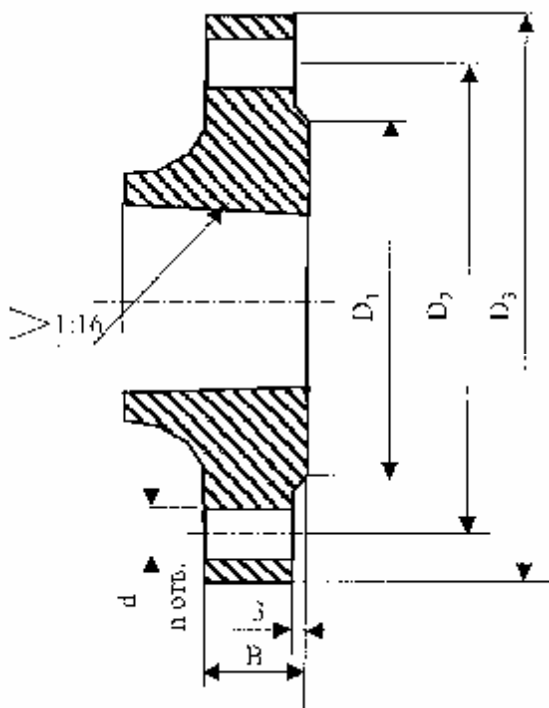


Рис. 3П11. Схема фланца из высокопрочного чугуна (тип Б)

Таблица 3П11. Основные размеры, мм, фланца из высокопрочного чугуна (тип Б)

D_y	PN, бар	D_1	D_2	D_3	D	B	n	Масса фланца, кг
100	10	153	180	220	19	19	8	3,4
	16	153	180	220	19	19	8	
150	10	209	240	285	23	19	8	5,2
	16	209	240	285	23	19	8	
200	10	264	295	340	23	20	8	7,2
	16	264	295	340	23	20	12	
250	10	319	350	400	23	22	12	10,0
	16	319	355	400	28	22	12	
300	10	367	400	455	23	24,5	12	13,0
	16	367	410	455	28	24,5	12	

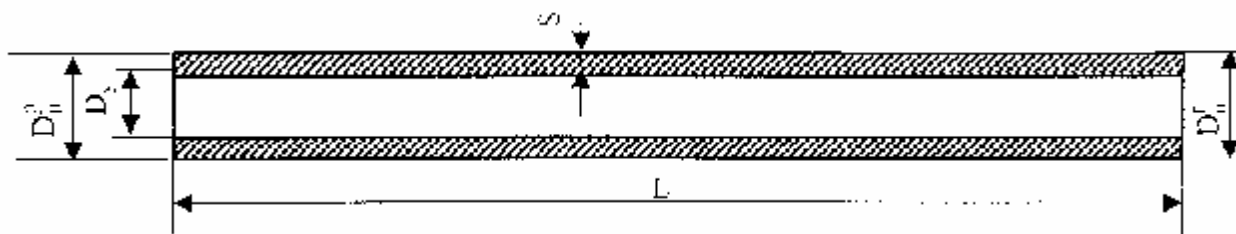


Рис. 3П12. Схема трубы с гладкими концами под сварку (тип А)

Таблица 3П12. Основные размеры, мм, трубы с гладкими концами под сварку (тип А)

D_y	D_n^r	Минимальная толщина стенки трубы S	Масса 1 м трубы, кг	Масса одной трубы, кг (при расчетной длине $L = 5500$ мм)
100	118 (+1,0 – 2,8)	6,5	16,5	90,8
150	170 (+1,0 – 2,9)	7,0	26,0	142,9
200	222 (+1,0 – 3,0)	7,5	36,6	201,5
250	274 (+1,0 – 3,1)	8,0	48,5	266,5
300	326 (+1,0 – 3,3)	8,5	61,5	338,0

Примечания:

1. Наружный диаметр трубы со стороны раструбной части D_n^p может отличаться от наружного диаметра со стороны гладкого конца D_n^r на 4-5 мм;
2. Толщина стенки по длине трубы может отличаться от значений, указанных в табл. 3П12. в пределах ± 2 мм.

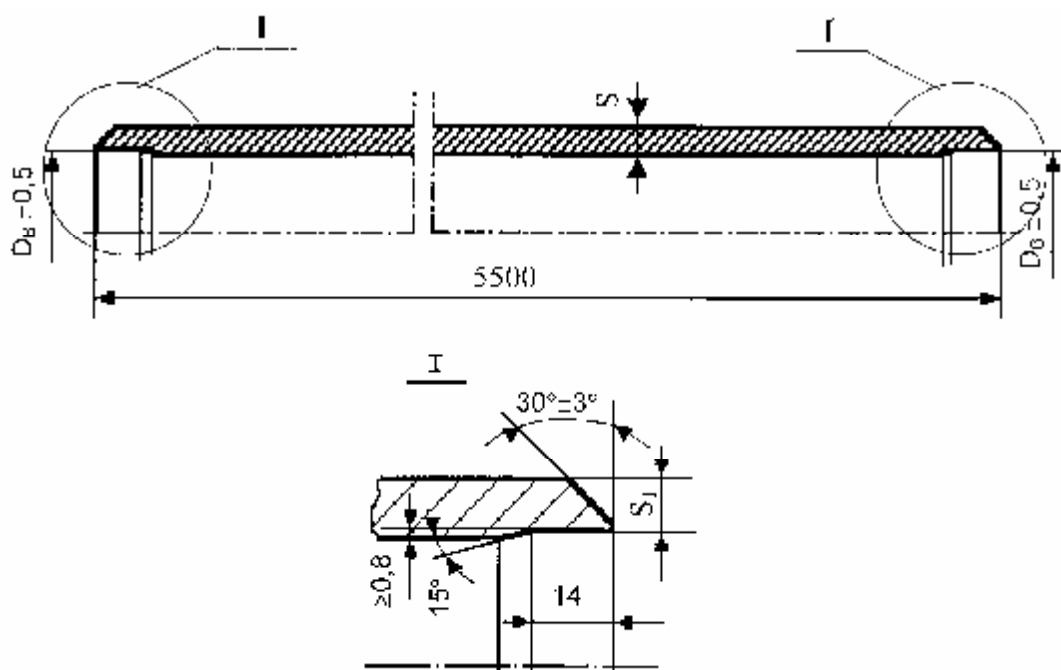


Рис. 3П13. Схема трубы с гладкими концами под сварку (тип Б)

Таблица 3П13. Основные размеры, мм, трубы с гладкими концами под сварку (тип Б)

D_y	S_1	Минимальная толщина стенки трубы S	Масса 1 м трубы, кг	Масса одной трубы, кг (при расчетной длине $L = 5500$ мм)
100	5,5	6,5	16,5	90,8
150	6,0	7,0	26,0	142,9
200	6,3	7,5	36,6	201,5
250	7,0	8,0	48,5	266,5
300	7,5	8,5	61,5	338,0

Примечания:

Конкретное значение внутреннего диаметра в области проточки со стороны гладкого конца $D_{г}^B$ и со стороны раструба $D_{р}^B$ устанавливаются в рамках одной партии труб с учетом требований:

- а). толщина стенки в месте проточки S_1 должна быть не менее указанной в табл. 3П13;
- б). глубина проточки должна быть не менее 0,8 мм;
- в). отличие по внутреннему диаметру труб в рамках одной партии не должно превышать 0,5 мм отдельно для гладкого и раструбного концов труб.

Приложение 4.

Пример расчета труб на прочность

В соответствии с п.15.107 «Требования к основаниям под напорные трубопроводы» СНиП 2.04.02 – 84* возможная просадка грунтов I - III категории (табл. 47) составляет более 20 см. Применение раструбных труб из серого чугуна в этом случае не допускается из-за перелома труб и разлома раструбов.

Рассмотрим возможность применения труб диаметром 100 мм класса А с толщиной стенки 8,3 мм и длиной 5 и класса ОТ с толщиной стенки 6,1 мм и длиной 4 м как наиболее массовой продукции выпускаемой Синарским ТЗ.

Рассмотрим также вариант для труб диаметрами 300 и 600 мм при заложении в траншею при глубине 2,0 м с транспортной нагрузкой Н–18 на поверхности земли. В этом случае значения приведенной внешней нагрузки будет равна 890 кг/м при укладке на плоское основание. Использованию подлежит труба без внутреннего цементно-песчаного покрытия. Собственная масса трубы – 107,3 кг; масса транспортируемой воды – 40 кг; суммарная масса – 147,3 ≈ 150 кг; общая нагрузка на трубу – 920 кг или 180 кг/м.

Определение изгибающих моментов у трубы, работающей как балка на упругом основании, представляет значительные трудности ввиду неопределенности расчётной схемы, где величина пролёта может колебаться от $0,25l$ до l .

В этой ситуации целесообразно рассмотреть случай наиболее невыгодного нагружения трубчатой балки с распределенной по всей длине нагрузкой с допустимым прогибом балки 20 см. В этом случае изгибающий момент M и прогиб f трубы длиной 5 м от воздействия действующей нагрузки могут быть определены по формулам:

$$M = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{184 \cdot 5}{8} = 575 \text{ кгм},$$

где q – распределенная нагрузка, кг/м;

l – пролёт трубы, м.

$$f = \frac{q \cdot l^4}{76 \cdot E \cdot J} = \frac{184 \cdot 5^4 \cdot 10^6}{76 \cdot 1,7 \cdot 10^5 \cdot 429} = 20,75 \text{ см},$$

где $J = \pi \cdot r^3 \cdot h$ – момент инерции, см^4 $J = 429 \text{ см}^4$;

E – модуль упругости для ВЧШГ $E = 1,7 \cdot 10^5 \text{ кг/см}^2$;

r – срединный радиус.

Напряжения в стенке трубы от изгиба будут равны:

$$\sigma_u = M/W = 575/78,2 \text{ см}^3 = 735,3 \text{ кг/см}^2,$$

где $W = \pi \cdot r^2 \cdot h$ - момент сопротивления поперечного сечения трубы, см^3 .

Для безраструбных труб с муфтовыми соединениями класса А длиной 5 м и диаметром 100 мм, примем для расчетов величину внутреннего рабочего давления равной 3,0 МПа ($P_{исп} = 4,0$ МПа).

Тогда кольцевые напряжения от внутреннего давления будут равны:

$$s_{\kappa} = \frac{P \cdot D_0}{2 \cdot h} = \frac{30 \cdot 10,14}{2 \cdot 0,83} = 183,3 \text{ кг/см}^2$$

При совместном воздействии внешних изгибающих поперечных нагрузок и внутреннего давления суммарное напряжение σ_0 в стенке трубы определяется по энергетической теории прочности:

$$s_0 \geq \sqrt{s_{\kappa}^2 + s_{изг}^2 - s_{\kappa} \cdot s_{изг}} = \sqrt{735^2 + 183,3^2 - 735 \cdot 183,3} = 662 \text{ кг/см}^2$$

В этом случае коэффициент запаса прочности составит $K = 3000/662 = 4,53$.

Для раструбных труб длиной 5 м при величине рабочего давления $P = 1,8$ МПа $\sigma_{изг} = 735,3$ кг/см², $\sigma_{\kappa} = 110$ кг/см², $\sigma_0 = 687$ кг/см², $K = 4,37$.

Для безраструбных труб класса ОТ диаметром 100 мм и длиной 4 м при $P = 4,0$ МПа получим:

$$J = 334,6 \text{ см}^4$$

$$M = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{184 \cdot 4^2}{8} = 368 \text{ кгм},$$

$$f = \frac{q \cdot l^4}{76 \cdot E \cdot J} = \frac{184 \cdot 4^4 \cdot 10^6}{76 \cdot 1,7 \cdot 10^5 \cdot 334,6} = 10,9 \text{ см},$$

$$\sigma_u = M/W = 368 \cdot 100/59,08 \text{ см}^3 = 623 \text{ кг/см}^2,$$

$$s_{\kappa} = \frac{P \cdot D_0}{2 \cdot h} = \frac{40 \cdot 10,58}{2 \cdot 0,61} = 347 \text{ кг/см}^2$$

Суммарные напряжения составят:

$$s_0 \geq \sqrt{s_k^2 + s_{изг}^2 - s_k \cdot s_{изг}} = \sqrt{623^2 + 347,5^2 - 623 \cdot 347,5} = 558 \text{ кг/см}^2$$

Тогда запас прочности $K = 3000/558 = 5,4$.

Для раструбных труб класса ОТ диаметром 100 мм длиной 4 м при величине рабочего давления $P = 1,8$ МПа получаем:

$$f = 10,9 \text{ см}, \sigma_{изг} = 623 \text{ кг/см}^2, \sigma_k = 156 \text{ кг/см}^2, \sigma_0 = 561 \text{ кг/см}^2, K = 3000/561 = 5,35.$$

Для труб класса ОТ диаметром 100 мм длиной 5,6 м Липецкого завода при $P = 3,0$ МПа получаем:

$$f = 41,86 \text{ см}, \sigma_{изг} = 1220 \text{ кг/см}^2, \sigma_k = 260 \text{ кг/см}^2, \sigma_0 = 1113 \text{ кг/см}^2, K = 3000/1113 = 2,7.$$

В этом случае прогиб трубы равный 41,86 см является нежелательным, хотя использование труб в этих условиях возможно исходя из прочности стенки раструба трубы.

На основании проведенных расчётов труб диаметром 100 мм классов ОТ и А можно констатировать, что при прогибе не более 20 см в случае поперечного изгиба с одновременным воздействием внутреннего давления в пределах 1,8 - 4,0 МПа коэффициенты запаса прочности лежат в пределах 4,2 - 5,4, т.е. обеспечивается надежная работа трубопровода с вероятностью $p = 0,997$ и выше.

Приложение 5

Таблица 5.1. Технологический регламент прокладки сетей водоснабжения (напорной канализации) из чугунных труб и фасонных частей

Наименование технологического процесса	Состав процесса	Основные параметры процесса	Используемые материалы	Инструменты, приспособления и СММ
1	2	3	4	5
1. Подготовительные и вспомогательные работы				
Рекогносцировочные работы по предполагаемым трассам	Закладка реперов, в стороне от трассы на расстоянии, м	В пределах видимости 5 ± 1	Отрезки рельсов, металлических труб, ж/б столбов, цементный раствор	Лопата, лом, кирка, нивелир
Подготовка территории	Валка деревьев, корчевка пней, уборка камня, снос строений, осушение территории, обеспечение поверхностного водоотлива и прокладка дорог	По проекту	Ж/б дорожные плиты	Комплекс строительных машин
Трассировка	Прокладка магистральных ходов, фиксация точек поворота, закрепление оси траншеи и котлованов	Привязка к твердым точкам снятой ситуации (зданиям, опорам ЛЭП и ЛЭС и др.)	Вехи, обноски теодолит, шанцевый инструмент	
Разработка траншей и котлованов	Рытье траншей и котлованов с выбросом грунта на бровку в отвал либо в кузов самосвала на вывоз, по размеру: а) ширина траншей, мм, с вертикальными стенками без учета креплений по дну при способе укладки отдельными трубами для Ду, мм до 400 вкл. от 500 до 1000	Дн + 600 Дн + 1000		

1	2	3	4	5
	<p>Глубина, м, при отсутствии грунтовых вод в грунтах песчаных и крупнообломочных</p> <p>Супесях Суглинках, глинах: прочных не прочных</p> <p>б) ширина и глубина траншей с вертикальными стенками с устройством креплений</p> <p>в) ширина траншеи по дну в грунтах естественной влажности с откосами, мм</p> <p>г) крутизна (град.), откосов, траншей при глубине до 3 (до 5) м для видов грунтов и их состояния песчаный (гравийный) влажный (ненасыщенный водой)</p> <p>супесь суглинок глина лессовидный сухой насыпной</p>	<p>1</p> <p>1,25 2 1,5</p> <p>по проекту</p> <p>Дн + 500</p> <p>45 (45) 56 (50) 63 (53) 76 (63) 63 (63) 45 (61)</p>		

1	2	3	4	5
<p>Устройство временных креплений</p>	<p>Подготовка креплений, опускание их в траншею, установка их способами в зависимости от вида креплений и вида и состояния грунта при глубине</p> <p>а) до 3 м связные</p> <p>сыпучие естественной влажности, и разные повышенной влажности</p> <p>б) независимо от глубины все виды грунтов при сильном притоке грунтовых вод</p> <p>ширина траншеи с креплениями (между досками), мм</p>	<p>Горизонтальные, доски с прозорами через одну доску</p> <p>Сплошное, вертикальное и горизонтальное</p> <p>Шпунтовые ограждения ниже горизонта грунтовых вод с забивкою на глубину >750 мм Дн + 2x700</p>	<p>Элементы креплений</p>	<p>Шанцевый, плотничный и слесарный инструмент</p>

1	2	3	4	5
Устройство открытого водоотлива	Подготовка водосборных канав и прямков, установка насосов, откачка и сброс воды из канав с размерами, м, Ширина Глубина Через зумпфы с размерами прямков, м ширина x длина глубина при расходе откачки воды, обеспечиваемым насосом, равном объему воды в зумпфе, набираемом за время, мин	0,3...0,6 1...2 1x1...1,5x1,5 2x5 5...10	ГСМ, электро-энергия	Шанцевый инструмент, землеройные машины, насосы, рукава
Устройство искусственного понижения уровня грунтовых вод	Установка трубчатых колодцев, системы дренажей, устройство скважин, использование иглофильтров легких (ЛИУ) для понижения уровня грунтовых вод на глубину, м	4...5	Элементы иглофильтров	
Разработка прямков под соединение труб	Разметка, копка прямков с размерами, мм для Ду, мм до 300 включ. более 300	Глубина/ширина/длина 300/500/550 400/700/1000		Шанцевый инструмент

1	2	3	4	5
2. Основные работы				
<p>Подготовка основания для укладки труб</p>	<p>Доведение дна траншеи до проектной отметки</p> <p>а) при естественном основании ровной срезкой грунта с профилированием на угол, град.</p> <p>б) при искусственной насыпке с утрамбовкой песка, гравия, щебенки слоем с толщиной, мм</p> <p>в) бетонированием (моноклитным, сборным), установкой свай</p> <p>г) уклон дна траншеи в сторону предполагаемого спускника воды</p>	<p>30÷90</p> <p>100...150</p> <p>по проекту</p> <p>≥0,005</p>	<p>Песок, гравий, щебенка</p>	<p>Шанцевый инструмент, трамбовки</p>
<p>Входной контроль качества труб, соединительных частей, резиновых манжет, фланцев, уплотнительных материалов</p>	<p>Визуальный осмотр, сравнение с эталонными образцами, измерение выборочное размеров и раструбов, фланцев и манжет, сравнение с ТУ на трубное изделие, очистка от загрязнений, особенно контактирующих в соединениях поверхностей</p>	<p>Торцы цилиндрической части труб должны быть перпендикулярны ($\pm 0,5$ град.) оси и иметь с наружной стороны фаску. Размеры раструбов и рабочих элементов манжет должны находиться в пределах установленными в ТУ. Поверхность манжет должна быть гладкой без трещин, пузырей, вздутий, посторонних включений с допусками по ТУ.</p>	<p>Трубы, соединительные части, резиновые манжеты, пеньковая прядь, сизаль, асбестовое волокно, цемент, вода</p>	<p>Измерительный инструмент, эталонные образцы</p>

1	2	3	4	5
		<p>На рабочей поверхности не должно быть более 3 выступов (углублений) высотой (глубиной) до 1 мм диаметром до 3 мм. Пеньковая прядь должна быть просмоленной (битуминизированной), с содержанием сизаля менее 33%. Асбестовое волокно не ниже IV сорта, цемент марки выше М 400.</p>		
Сборка трубопровода	<p>а). раскладка труб с ориентацией раструбов вдоль траншеи на бровке на расстоянии, м, от края; б). опускание труб на дно траншеи способами, исключая удары труб друг о друга и о твердые предметы; в). укладка труб на основание с опиранием тела трубы; применение подкладок г). центровка труб с образованием раструбовой щели с подбивкой грунта под трубу на высоту от Дн, % д). установка упора для восприятия торцевых усилий, сборки соединений</p>	<p>против течения воды</p> <p>1...1,5</p> <p>По всей длине Запрещается</p> <p>По ширине равномерной по всей окружности</p> <p>15...20</p>	<p>Ж/б изделия, цементный, бетонный раствор</p>	<p>Строповочные и подъемнотранспортные средства в зависимости от массы труб</p> <p>Шаблон,</p> <p>Лопата, штопка Инструмент бетонщика</p>

1	2	3	4	5
	<p>е). соединение стыков на резиновых уплотнителях: температура монтажа, °С нанесение метки на гладкий (втулочный) конец трубы укладка манжеты в паз раструба нанесение смазки на поверхность манжеты внутри раструба и на гладкий (втулочный) конец трубы на длине, мм сопряжение соединяемых труб путем вдвигания гладкого конца одной трубы в раструб другой до метки операционный контроль качества соединения труб путем проверки положения резиновой манжеты в раструбе</p> <p>ж). соединение стыков заделкой введение гладкого конца (втулочного) одной трубы в раструб другой не до упора, мм, контроль ширины раструбной щели</p>	<p>-20...+50 9...12 см от торца</p> <p>без перекосов</p> <p>50...60</p> <p>равноудаленность манжеты от торца раструба на длине 10...12 мм</p> <p>5...9 равномерная по окружности 8...12 мм</p>	<p>Графито-глицериновая и т.п.смазка; нельзя использовать тавот, солидол и др. масла</p>	<p>Мел</p> <p>Кисть шириной 40...60 мм</p> <p>Натяжные механизмы, приспособления, устройства</p> <p>Щуп</p> <p>Щуп</p>

1	2	3	4	5
	<p>Контроль зазора, мм, между торцом одной трубы и внутренней полкой в раструбе другой, для Ду, мм</p> <p>до 300 свыше 300</p> <p>Подготовка жгутов из пеньковой, пеньково-сизальской пряди толщиной, мм, и длиной, мм</p> <p>Конопатка раструбной щели путем уплотнения пряди на глубину, мм, для Ду, мм</p> <p>до 200 вкл. 250...500 вкл. 600...900 вкл. 1000</p> <p>с использованием конопаток сN для Ду, мм, до 300 вкл. 350-700 вкл. 900-1000</p> <p>Устройство асбестоцементного замка: приготовление по весу смеси в составе, %, асбестовое волокно не ниже IV сорта</p> <p>цемент, марка \geqM400, вода, не загрязненная</p>	<p>5...6 8...9</p> <p>10...16 Ду+50 (...100)</p> <p>45...50 60...65 75...80 80...85</p> <p>3, 5, 6, 7, 8, 13 2, 4, 5, 9, 10, 13 1, 4, 10, 11, 12</p> <p>30±1 60±2 10-12</p>	<p>Пеньковая, пеньково-сизальская прядь</p> <p>Асбестовое волокно, цемент, вода</p>	<p>Крюк-шаблон</p> <p>Складной метр</p> <p>Конопатки, молотки, кувалды</p> <p>Емкость объемом, л, для Д, мм, \leq300-1 до 600-3 до 700-4 до 900-6 и 1000-7</p>

1	2	3	4	5
	<p>Контроль глубины, мм, раструбной щели для укладки асбестоцементной смеси на соответствие требованиям для Ду, мм,</p> <p>100...300 350...700 900 1000</p> <p>заполнение раструбной щели асбестоцементной смесью</p> <p>направление заполнения и чеканки слоев</p> <p>толщина слоя, мм</p> <p>завершение зачеканки</p> <p>перерыв, мин, при зачеканке раструба для портландцемента глиноземлистого цемента</p> <p>увлажнение асбестоцементного замка, раз/сутки</p> <p>нормативное время выдержки соединения без нагрузок для затвердевания замка, час, для давлений, МПа, воды в трубопроводе</p> <p>до 0,05 0,05-0,3 свыше 0,3</p>	<p>30±1 35±1 42±1 45±1</p> <p>снизу – вверх</p> <p>≤10</p> <p>заполнение раструбной щели заподлицо с торцом раструба</p> <p>≤45 ≤30</p> <p>3...4</p> <p>0 12 24</p>	<p>Асбестоцементная смесь</p> <p>Вода</p>	<p>шаблон-линейка</p> <p>чеканки</p> <p>Шланг, ведро</p>

1	2	3	4	5
	Время, дн., до нагружения соединений (механизированная засыпка, установка упоров) Устранение дефектов в соединениях	5...6 демонтаж, заделка вновь	Канат, асбестоцемент	Конопатки, чеканки, кувалды, молотки
Сборка фланцевых соединений	Осмотр и подготовка элементов к сборке Подгонка элементов с установкой: болтов (шпилек) длиной с диаметром, для Ду, прокладок толщиной, мм окончательная затяжка в направлениях контроль сборки: непараллельность фланцев, град., обжатие прокладки, %	По ТУ 3-5 крест-накрест <1 25...30	Метизы прокладки	Штангенциркуль, микрометр Слесарный инструмент Мерительный инструмент
Сборка камер переключения (колодцев)	а) устройство днища толщиной, мм б) монтаж соединительных частей – установка и закрепление на днище, соединение с задвижками в) возведение стен с соблюдением расстояний, мм, от поверхностей камеры до элементов трубопровода труб с Ду мм ≤400 450-700 900-1000	150...250 На фланцах 300±10 500±15 700±20	Ж/б плиты, товарный бетон Болты, гайки, прокладки	Инструмент бетонщика Инструмент слесаря – рожковые гаечные ключи № 12-36 Инструмент каменщика, бетонщика, рулетка

1	2	3	4	5
	Плоскости фланцев с Ду, мм ≤ 300 > 600 от края раструба, обращенного к стене, с Ду, мм ≤ 300 > 300 до дна от низа трубы с Ду, мм ≤ 400 > 400 от низа перекрытия до маховика задвижки верха вантуза заделка труб в стенках камер	250 ± 5 500 ± 10 300 ± 10 500 ± 20 > 150 > 250 500 ± 20 150 ± 10 герметично	Гильзы, герметик	Инструмент слесаря- трубоукладчика
Засыпка траншеи с трубопроводом грунтом	Присыпка грунтом труб на высоту, мм Подсыпка грунта под трубу и шток до степени уплотнения Засыпка пазух траншеи грунтом до горизонтального диаметра труб и уплотнение до степени До верха труб, уплотнение до степени при транспортной нагрузке Без таковой	Песок, мягкий (талый) 800 ± 100 $\geq 0,90$ $\geq 0,92$ $\geq 0,95$ $\geq 0,85$	Грунт Грунт	Лопаты, штопки Шанцевый инструмент, экскава- тор-планировщик, трамбовки электрифицирован- ные

1	2	3	4	5
	<p>Насыпка защитного слоя грунта над трубой толщиной, м, с уплотнением до степени</p> <p>Укладка грунта в прямках и вокруг соединений с уплотнением до степени</p> <p>Поэтапное удаление креплений из траншеи</p> <p>Окончательная засыпка траншеи грунтом с уплотнением до степени</p>	<p>0,3...0,5 ≥0,9</p> <p>≥0,9</p> <p>местным, по проекту</p> <p>≥0,9</p>		<p>Экскаватор-планировщик, бульдозер, механические трамбовки, в т.ч. навесные</p>
Устранение дефектов трубопровода	По согласованию с заказчиком и проектной организацией	-	-	-