РАЗДЕЛ VII

МОНТАЖ ТРУБОПРОВОДОВ

Глава 46. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

46.1. Разбивка трассы трубопроводов в плане и по профилю

Перед началом земляных работ разбивают трассу трубопровода на местности. Положение оси трассы прочно закрепляют знаками, обеспечивающими возможность быстрого и точного проведения работ. Разбивку трассы трубопровода выполняют с соблюдением следующих требований:

вдоль трассы должны быть установлены временные реперы, связанные нивелирными ходами с постоянными реперами;

разбивочные оси и вершины углов поворота трассы должны быть закреплены и привязаны к постоянным объектам на местности (зданиям, сооружениям, опорам линий электропередачи или связи и др.) или к установленным на трассе столбам;

пересечения трассы трубопровода с существующими подземными сооружениями должны быть отмечены на поверхности земли особыми знаками;

места расположения колодцев следует отметить столбиками, устанавливаемыми в стороне от трассы; на столбиках пишется номер колодца и расстояние от него до оси;

разбивка трассы должна быть оформлена актом с приложением ведомости реперов, углов поворотов и привязок.

Представители строительной организации и заказчик до начала производства земляных работ должны совместно освидетельствовать рабочую разбивку сооружений (траншей и котлованов), выполненную подрядчиком, установить ее соответствие проектной документации и составить акт с приложением к нему схем разбивки и привязки к опорной геодезической сети.

При производстве земляных работ строительная организация должна обеспечить сохранность всех разбивочных и геодезических знаков.

Для разбивки трассы трубопровода по профилю используют обноски с неподвижными визирками, устанавливаемые в местах расположения колодцев и на вершинах углов поворота. Длина ходовой

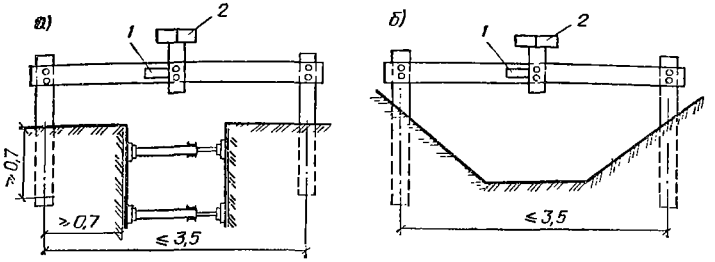


Рис. 46.1. Обноска (размеры в м)

а — для траншей в распорах; *б* — для траншей с откосами; *1* — полочка; *2* — неподвижная визирка

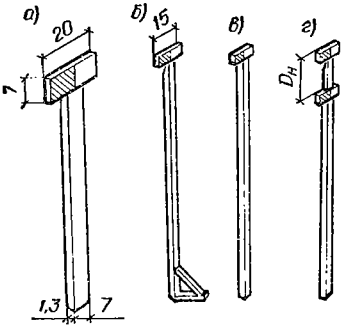


Рис. 46.2. Визирка (размеры в см)

а — неподвижная; *б* — ходовая для укладки канализационных сетей трубопроводов; *в* — ходовая для земляных работ; *г* — ходовая для укладки напорных трубопроводов

визирки принимается кратной 0,5 м для удобства визирования; длина неподвижной визирки принимается в зависимости от принятой длины ходовой визирки. На верхнем ребре обноски строго по оси забивают гвоздь, который служит для провешивания оси трубопровода и для определения центра колодца. Постоянные и ходовые визирки показаны на рис. 46.1 и 46.2, а инвентарная обноска и инвентарная вешка с отвесом — на рис. 46.3.

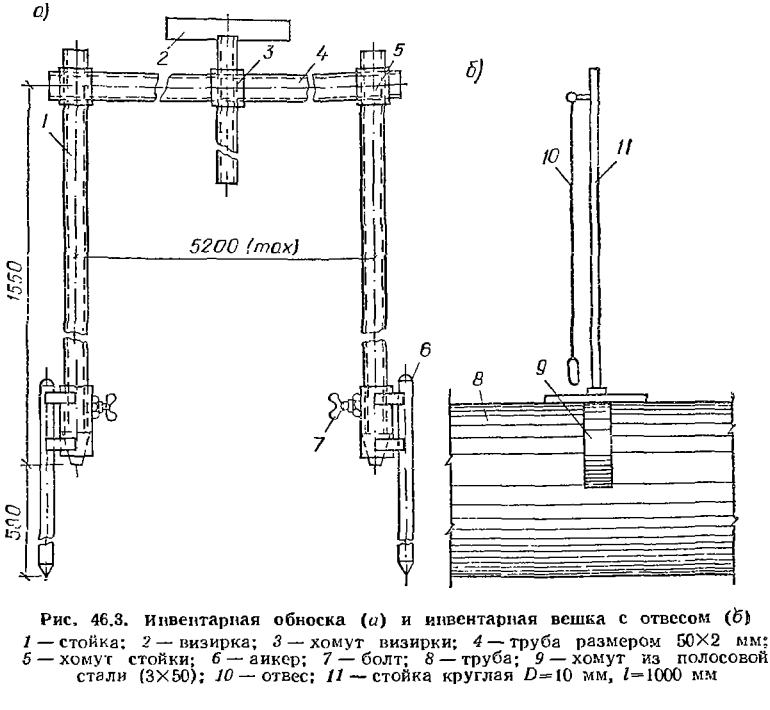


Рис. 46.3. Инвентарная обноска (*а*) и инвентарная вешка с отвесом (*б*)
1 — стойка; *2* — визирка; *3* — хомут визирки; *4* — труба размером 50×2 мм; *5* — хомут стойки; *6* — анкер; *7* — болт; *8* — труба; *9* — хомут из полосовой стали (3×50); *10* — отвес; *11* — стойка круглая D=10 мм, l=1000 мм

46.2. Пересечение трубопровода с подземными коммуникациями

Подземные коммуникации и сооружения должны быть нанесены на рабочих чертежах с указанием высотных отметок и расстояний в плане до оси трубопровода. Перед началом работ расположение этих препятствий должно быть уточнено строителями и закреплено на трассе специальными знаками.

Разработка траншей и котлованов в непосредственной близости и ниже уровня заложения фундаментов существующих зданий и сооружений, а также действующих подземных коммуникаций должна производиться лишь при условии принятия мер против осадки этих сооружений и предварительного согласования с организациями, эксплуатирующими эти здания и сооружения.

Мероприятия, обеспечивающие сохранность существующих зданий и сооружений, должны быть разработаны в проекте.

Разработка грунта в траншеях и котлованах при пересечении ими всех видов подземных коммуникаций допускается лишь при наличии письменного разрешения организации, эксплуатирующей эти коммуникации, и в присутствии ответственных представителей строительной организации и организации, эксплуатирующей подземные коммуникации.

При пересечении траншей с действующими подземными коммуникациями разработка грунта механизированным способом разрешается на расстоянии не более 2 м от боковой стенки и не более 1 м над верхом трубы, кабеля и др.

Грунт, оставшийся после механизированной разработки, дорабатывается вручную без применения ударных инструментов и с принятием мер, исключающих возможность повреждения этих коммуникаций.

Схема подвески пересекающих траншею коммуникаций показана на рис. 46.4.

Водопроводные трубопроводы при пересечении с канализационными укладываются выше последних на 0,4 м, причем водопроводные трубы должны быть стальными, если же они чугунные, то их следует прокладывать в стальных кожухах. Длина кожуха должна быть не менее 5 м в каждую сторону от места пересечения в глинистых грунтах и не менее 10 м в фильтрующих грунтах. Пересечения выполняются под прямым или близким к нему углом. При параллельной прокладке водопроводных и канализационных трубопроводов на одном уровне расстояние между стенками труб должно быть не менее 1,5 м при условном проходе труб диаметром до 200 мм включительно и не менее 3 м при условном проходе труб более 200 мм. При прокладке водопроводных труб ниже канализационных указанные расстояния по горизонтали следует увеличивать на разность отметок глубин заложения трубопроводов.

Дворовые канализационные сети допускается укладывать выше водопроводных линий без устройства кожухов при расстоянии между стенками труб по вертикали не менее 0,5 м.

Расстояния в свету между стенками нескольких канализационных трубопроводов, укладываемых в одной траншее на одинаковых отметках, должны обеспечивать возможность производства работ по укладке трубопроводов и заделке стыков и быть не менее 0,4 м. При параллельной прокладке водопроводных линий расстояние между ними, м, рекомендуется принимать:

при трубах диаметром	до 300 мм	≥0,7
то же,	от 400 до 1000 мм . . .	1
»	более 1000 мм	1,5

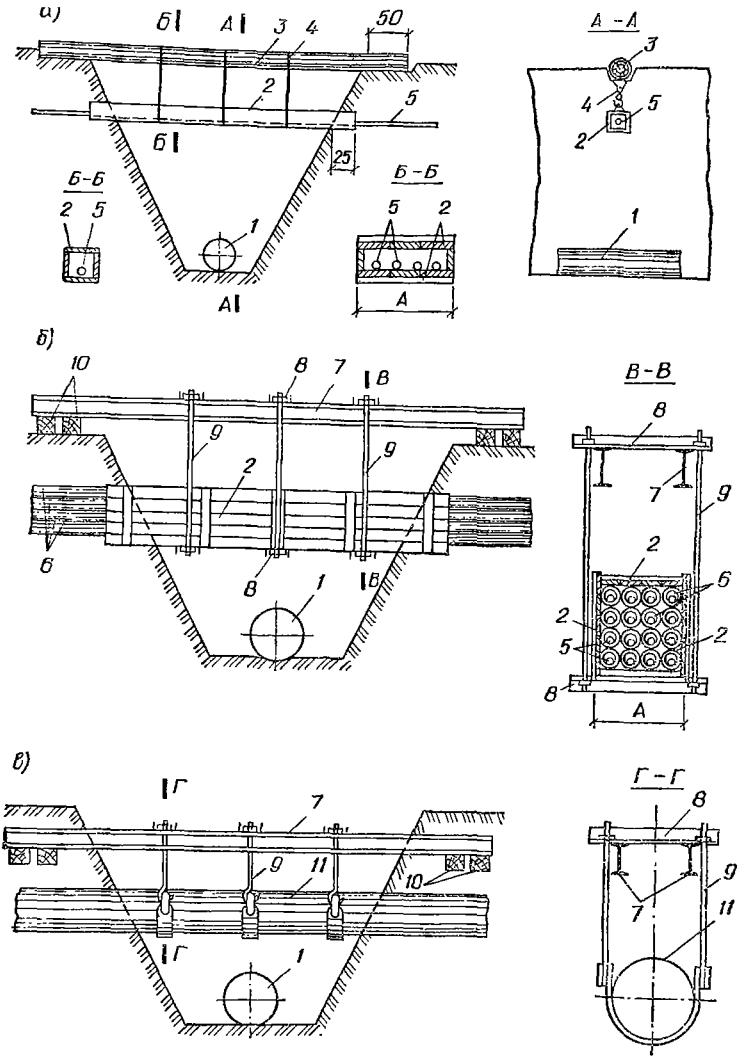


Рис. 46.4. Подвеска пересекающих траншею коммуникаций

а — одиого или нескольких кабелей; *б* — кабельной канализации в асбестоцементных трубах; *в* — трубопровода; *1* — газопровод; *2* — короб из досок или щитов; *3* — бревно или брус; *4* — подвески-скрутки; *5* — кабель; *6* — асбестоцементные трубы кабельной каиализации; *7* — двутавровая балка; *8* — перекладнны из швеллеров; *9* — подвески из круглой стали; *10* — подкладки; *11* — пересекающий траншею трубопровод

46.3. Подготовка основания

Водопроводные и канализационные трубы, если проектом не предусматривается устройство искусственного основания, надлежит укладывать на естественный грунт ненарушенной структуры, обеспечивая поперечный и продольный профиль основания, заданный проектом, при этом трубы по всей длине должны плотно прилегать к основанию.

Укладка труб на мерзлый грунт не разрешается, за исключением тех случаев, когда в основании залегают сухие песчаные, супесчаные и гравелистые грунты, а также скальные породы. Укладка труб на насыпные грунты может производиться только после уплотнения их до плотности, принятой в проекте с испытанием отобранных проб.

При укладке трубопроводов в скальных грунтах основание траншей следует выравнивать слоем уплотненного мягкого грунта высотой не менее 0,1 м над выступающими неровностями основания. Для выравнивания оснований стальных трубопроводов применяют грунт, не содержащий включений крупного гравия и камней. В торфяных и плывунных грунтах трубопроводы любого диаметра располагают на свайном основании с бетонной подушкой.

При строительстве трубопроводов в грунтах I типа по просадочности основание уплотняют тяжелыми трамбовками, в грунтах II типа применяют предварительное замачивание основания траншей.

Трубы можно укладывать в траншею на плоское основание; на сплошной бетонный или железобетонный фундамент; на спрофилированное под выкружку с углом охвата 90 и 120° основание.

Плоское основание, на которое укладывают трубы, должно быть горизонтальным в поперечном направлении и иметь проектный уклон в продольном направлении.

При опирании на бетонный фундамент трубы укладывают в лоток с углом охвата 120° в грунтах с нормативным сопротивлением не менее 0,1 МПа. Трубы, особенно гибкие стальные и полимерные, уложенные на грунтовое профилированное основание, открытое по форме трубы с углом ее опирания до 120—150°, могут воспринимать значительно бо́льшие нагрузки. По данным ВНИИ ВОДГЕО, при укладке трубопровода на профилированное грунтовое основание (выкружку), выровненное по длине траншеи, можно применять тонкостенные стальные трубы, что даст значительную экономию металла.

46.4. Укладка труб

Перед укладкой труб следует проверить соответствие проекту отметок дна, ширины траншеи, заложения откосов, подготовки основания и надежности крепления стенок открытой траншеи; освиде-

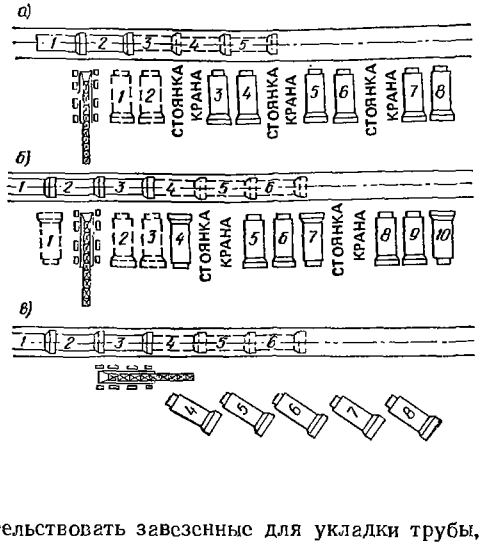


Рис. 46.5. Раскладка раструбных труб по трассе трубопровода

а — укладка краном с одной стоянки двух труб; *б* — то же, трех труб; *в* — кран при укладке труб движется вдоль траншеи

тельствовать завезенные для укладки трубы, фасонные части, арматуру и другие материалы и при необходимости очистить их от загрязнений.

Трубы вдоль трассы трубопровода размещают различными способами (рис. 46.5) в зависимости от принятого для укладки труб в траншею кранового оборудования.

Очередность работ по прокладке трубопроводов должна происходить в такой последовательности:

днища колодцев и камер устраивают до опускания труб;

стенки колодцев возводят после укладки труб, заделки стыковых соединений, монтажа фасонных частей и запорной арматуры;

лотки в канализационных колодцах устраивают после укладки труб и возведения стенок колодцев до шелыги трубы;

фасонные части и задвижки, расположенные в колодце, устанавливают одновременно с укладкой труб;

гидранты, вантузы и предохранительные клапаны устанавливают после испытания трубопроводов.

При отцентрированном стыковом соединении каждая уложенная труба должна плотно опираться на грунт основания.

Все раструбные трубы укладывают раструбом вперед, на прямых участках трассы прямолинейно в горизонтальной и вертикальной плоскости.

Прямолинейность участков безнапорных трубопроводов между двумя смежными колодцами должна контролироваться просмотром на свет с помощью зеркала. При просмотре трубопровода круглого сечения видимый в зеркале круг должен иметь правильную форму. Допустимая величина отклонения от формы круга по горизонтали должна составлять не более 1/4 диаметра трубопровода, но не более 50 мм в каждую сторону. Отклонение от формы круга по вертикали не допускается.

Прокладка трубопровода по пологой кривой без применения фасонных частей допускается только при использовании стыковых соединений на резиновых уплотнителях с поворотом в каждом стыке не более чем на 2° для труб диаметром до 500 мм и не более чем на 1° для труб диаметром свыше 500 мм.

Тупиковые концы напорных трубопроводов следует закреплять упорами. В местах изменения направления трубопровода в горизонтальной плоскости упоры устраивают с внешней стороны угла поворота. Конструкция упоров предусматривается проектом.

Укладку напорных железобетонных и чугунных водопроводных труб, монтируемых на резиновых кольцах, следует производить с соблюдением следующих правил: защемление резинового кольца в раструбной щели должно происходить равномерно без перекручивания резинового кольца; радиальное сжатие резинового кольца в раструбной щели должно составлять 40—50 % толщины сечения кольца.

Укладка полиэтиленовых труб производится после сварки их на бровке траншеи; после укладки в траншею трубопровод наполняют водой под давлением 0,15—0,2 МПа.

При укладке чугунных, бетонных, железобетонных и керамических труб с заделкой стыковых соединений герметиками 51-УТ-37А и КБ-1 (ГС-1) передача на стыки внешней нагрузки от грунта или внутреннего гидравлического давления допускается после их выдержки в течение определенного срока (см. далее гл. 48). Качество работ по заделке стыковых соединений герметиками должно контролироваться строительной лабораторией. Контролю подлежат качество приготовления герметика, качество очистки и механической обработки герметизируемых поверхностей, а также продолжительность вулканизации (отвердения) герметика в стыке.

Тщательная трамбовка грунта при засыпке пространства между трубой и стенками траншей повышает сопротивление трубы раздавливанию на 20 %.

Непосредственно после укладки трубопровода в траншею мягким грунтом засыпаются и подбиваются приямки и пазухи (одновременно с обеих сторон), а затем засыпается траншея на 0,5 м выше верха

трубы с разравниванием грунта слоями и с уплотнением ручными и навесными электротрамбовками.

46.5. Выбор кранового оборудования

Выбор крана для опускания труб в траншею определяется массой труб и требуемым вылетом стрелы крана (расстояние от оси траншеи до оси вращения стрелы крана). Требуемый вылет стрелы крана находят по формуле

$$L = E/2 + б + в,$$

где E — ширина траншеи поверху при наибольшей допустимой крутизне откосов (см. раздел VI); $б$ — расстояние от края траншеи до колес или гусениц крана (принимается не менее 1,5 м при глубине траншеи 1,5 м и 2 м при 1,5—3 м); $в$ — расстояние от колес или гусениц крана до оси вращения его стрелы.

При укладке магистральных трубопроводов плетьми или длинными секциями в траншеи с вертикальными откосами расстояние от края траншеи до колес или гусениц крана должно составлять $H + 0{,}2\,D_н + 0{,}3$ (где H — глубина траншеи; 0,2 — расстояние от края трубы до призмы обрушения; $D_н$ — наружный диаметр трубы; 0,3 — расстояние от края трубы до гусениц крана).

Глава 47. СТАЛЬНЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ

47.1. Подготовка и сборка труб под сварку

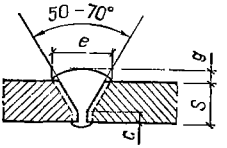
Перед сборкой и сваркой трубы нужно полностью очистить от грунта и грязи, проверить форму кромок и при необходимости выправить их. Выправленные концы труб должны при сборке совпадать. Эллипсность по торцу, вмятины и забоины не должны превышать величин, допускаемых ГОСТом на поставляемые трубы.

При дуговой сварке необходимо очистить до металлического блеска кромки и прилегающие к ним внутреннюю и наружную поверхности на ширину не менее 10 мм.

Форма сварного стыкового соединения и размеры приведены в табл. 47.1, а величины зазоров — в табл. 47.2.

Смещение кромок на участке не более $^1/_4$ длины окружности трубы при сварке не должно превышать 20 % толщины стенки и не должно быть более 3 мм.

Таблица 47.1. РАЗМЕРЫ, мм, СВАРНОГО СТЫКОВОГО СОЕДИНЕНИЯ С V-ОБРАЗНОЙ РАЗДЕЛКОЙ КРОМОК СТЫКА



Толщина стенки трубы S	Ширина валика на наружной поверхности трубы e	Высота усиления шва g	Высота притупления кромки c
3–8	$S+11$	0,5–3	1–2
9–14	$S+13$	1–3	1–3
15–21	$S+15$	1–3	1–3

Таблица 47.2. ЗАЗОРЫ МЕЖДУ КРОМКАМИ ПРИ СБОРКЕ СТЫКОВ ТРУБ ПОД СВАРКУ СО СВОБОДНЫМ ФОРМИРОВАНИЕМ КОРНЯ ШВА, мм

Сварка	Диаметр электрода, мм	Толщина стенки трубы, мм		
		до 8	8–10	11 и более
Электродами типа:				
фтористо-кальциевого	3–3,25	2–3	2,5–3,5	3–3,5
органического	4	1,5–2	1,5–2,5	1,5–2,5
Полуавтоматическая сварка:				
в среде защитного газа	1,2–1,6	2–3	2–3	2–3
порошковой проволокой	1,6–2,3	2–3	2–3	2–3

Стыкуют трубы с помощью центраторов, домкратов и других приспособлений, обеспечивающих взаимное совмещение кромок. Стыки труб при дуговой сварке фиксируют прихватками, число которых можно определить по формуле

$$n = D/100 - 1,$$

где D — диаметр трубы, мм.

В любом случае количество прихваток должно быть не менее трех, их длина должна составлять 60–80 мм, толщина — не менее 4 мм. Стыки сварных труб с односторонними продольными прямыми швами собирают так, чтобы эти швы были смещены относительно друг друга не менее чем на 100 мм. Двусторонние продольные и спиральные швы можно не смещать.

47.2. Сварочные материалы

Для дуговой сварки труб из углеродистых и низколегированных сталей применяют следующие сварочные материалы: для ручной сварки — покрытые металлические электроды (ГОСТ 9466–75

и ГОСТ 9467—75); для механизированной сварки — флюсы (ГОСТ 9087—81), углекислый газ CO_2 (ГОСТ 8050—85), проволоку стальную сварочную (ГОСТ 2246—70*).

ГОСТы регламентируют качественные показатели материалов, область их применения, технологические свойства, правила испытаний, упаковку, маркировку, транспортирование, хранение и объем сопроводительной документации.

Основным показателем электродов является тип (Э42, Э50, Э50А и др.), который определяет прочностные характеристики металла шва. Типу электродов соответствует одна или несколько марок, характеризующих химический состав покрытия, марку стали стержня, технологические свойства (табл. 47.3).

Таблица 47.3. ЭЛЕКТРОДЫ ДЛЯ СВАРКИ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ

Электрод		Сварочный ток		Свариваемые стали
тип	марка	род	полярность на электроде	
Э42-Т	АНО-5 АНО-6	Постоянный и переменный	+, −	Малоуглеродистые
Э40-О	ВСЦ-2	Постоянный	+, −	Малоуглеродистые и низколегированные
Э42А-Ф	УОНИ-13/45	»	+	То же
Э46-Р	МР-3	Постоянный и переменный	+	Малоуглеродистые
Э46-Т	АНО-3 АНО-4	То же	+, −	»
Э50-О Э50-Ф	ВСЦ-3 ВСН-3	Постоянный	+, − +	Малоуглеродистые и низколегированные
Э50А-Ф	УОНИ-13/55 ДСК-50	»	+	
Э60А-Ф	УОНИ-13/65	»	+	Углеродистые и низколегированные
Э60А	ВСФ-65	»	+	Дисперсионно-твердеющие

Примечание. Цифры в обозначении типа электродов показывают предел прочности металла шва в кг/мм², а буквы в конце — вид покрытия: Р — рудно-кислое; Т — рутиловое; Ф — фтористо-кальциевое; О — органическое,

Таблица 47.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СОЧЕТАНИЯ СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ СПОСОБОВ СВАРКИ ТРУБ

Марка сталей труб	Флюс	Проволока для сварки		
	под флюсом		в углекислом газе	порошковой
Углеродистых: Ст2кп; Ст2пс; Ст2сп; ВСт2кп; ВСт2пс; ВСт2сп; Ст3кп; Ст3пс; Ст3сп; 10; 20	ОСЦ-45; АН-348А	Св-08; Св-08А; Св-08ГА	Св-08Г2С	ППТ-7
Низколегированных: 14Г2; 16ГС; 17ГС; 17Г1С; 12ГС; 09Г2С; 17Г2СФ; 17ГСТЮ; 10Г2С1	АН-348А	Св-08ГА		
Дисперсионно-твердеющих: 16Г2САФ; 09Г2ФБ; 08Г2ФЮ	АН-47; АН-22	Св-08ХМ		ППТ-7; ППАН-19

Флюсы для дуговой сварки бывают плавленые и керамические (с буквой «К» в названии марки). Буква «А» в конце названия типа электродов, флюсов показывает на их улучшенные показатели по вредным примесям.

В зависимости от вида дуговой сварки и марки стали труб в табл. 47.4 рекомендуются соответствующие сочетания флюсов и сварочных проволок для комбинированных методов сварки.

47.3. Технология ручной сварки стыков труб

Ручная дуговая сварка стыков труб с V-образной разделкой кромок под углом 30—35° производится в несколько слоев (табл. 47.5).

Таблица 47.5. ЧИСЛО СЛОЕВ СВАРНОГО ШВА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТОЛЩИНЫ СТЕНКИ ТРУБЫ

Толщина стенки трубы, мм	Число слоев при положении оси трубы	
	горизонтальном	вертикальном
4—6	2	2—3
6—10	2—3	4—5
10—13	3—4	5—6
13—16	4—5	6—7
17—22	5—8	7—9
22—27	8—12	9—14

При угле разделки кромок стыков 20—25° число слоев шва может быть уменьшено на один, но не должно быть менее двух. При этом каждый слой шва перед наложением последующего следует очищать от шлака. Первый слой должен иметь вогнутую поверхность и обеспечивать провар корня стыка. Последующие слои должны сплавляться с предыдущими и с кромками стыка. Последний облицовочный слой должен иметь плавный переход к основному металлу и мелкочешуйчатую поверхность.

Первый корневой слой накладывается электродами диаметром 2—3 мм, последующие слои — электродами диаметром 4 и 5 мм.

Силу тока для сварки углеродистых сталей ориентировочно можно определить по формуле

$$I = D\,(40 \div 50),$$

где I — сварочный ток, А; D — диаметр электрода, мм.

Для сварки неповоротных стыков силу тока необходимо уменьшить на 15 %. Для сварки труб из низколегированных сталей электродами с фтористо-кальциевым покрытием ориентировочная сила тока приведена в табл. 47.6.

Таблица 47.6. СВАРОЧНЫЙ ТОК ДЛЯ ЭЛЕКТРОДОВ С ФТОРИСТО-КАЛЬЦИЕВЫМ ПОКРЫТИЕМ

Диаметр электрода, мм	Ток, А, при пространственном положении шва		
	нижнем	вертикальном	потолочном
3—3,25	150—170	140—160	120—150
4	180—220	160—180	140—160
5	220—260	200—230	—

47.4. Технология автоматической сварки под флюсом поворотных стыков труб

При односторонней сварке под флюсом стыки труб сваривают комбинированным методом: первый корневой слой выполняют вручную штучными электродами или полуавтоматически в среде защитного газа или порошковой проволокой; затем заваривают под флюсом остальную часть разделки стыка в режимах, указанных в табл. 47.7. При сварке стыков труб под флюсом с диаметром сварочной проволоки 1,6—4 мм силу тока и напряжение дуги ориентировочно можно определить по формулам:

$$I = D\,(200 \div 250); \quad U = I/(10 \div 15),$$

где I — сварочный ток, А; D — диаметр электродной проволоки, мм; U — напряжение дуги, В.

Таблица 47.7. ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ РЕЖИМЫ СВАРКИ ПОД ФЛЮСОМ ПОВОРОТНЫХ СТЫКОВ ТРУБ ПО ПОДВАРЕННОМУ КОРНЮ ШВА

Толщина стенки труб, мм	Диаметр проволоки, мм	Количество слоев	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки		Вылет электрода, мм
					$1 \cdot 10^{-3}$ м/с	м/ч	
7—8 8—9	2	2	400—480	40—45 42—50	9,7—10,5 10,5—11,1	35—38 38—40	30—35
11—12 14—17	3	2 3	580—750 600—750	45—50 45—55	13,9—16,7	50—60	40—50

Примечание. Смещение дуги с зенита 50—100 мм (см. рис. 37.2).

После ручной подварки корня шва сварку под флюсом необходимо выполнять не менее чем в два слоя. А после полуавтоматической сварки корневого слоя наименьшее количество слоев сварки под флюсом может быть сокращено до одного при условии сохранения номинального размера сечения шва.

47.5. Полуавтоматическая сварка поворотных стыков труб в среде углекислого газа и порошковой проволокой

Прихватку и сварку в среде углекислого газа первого слоя шва ведут сверху вниз углом назад с опиранием газового сопла полуавтомата на свариваемые кромки (заполнение последующих слоев осуществляют снизу вверх). Ток — постоянный обратной полярности. Источник — с жесткой вольтамперной характеристикой.

Режим сварки в CO_2

Диаметр проволоки, мм	1,2—1,6
Сила тока, А	120—220
Напряжение дуги, В	20—24
Вылет электрода, мм	12—15
Давление газа, МПа	0,1—0,25

Сварка порошковой проволокой по режимам аналогична сварке в CO_2. При ручной и механизированной сборке и сварке стыков труб необходимо также руководствоваться ГОСТ 16037—80 и СНиП 3.05.04-85.

47.6. Сварка стыков труб в условиях отрицательных температур

Трубы из низкоуглеродистых и низколегированных сталей марок 10Г2С, 09Г2С, 14ХГС, 17ГС и других аналогичных марок с толщиной стенки до 15 мм можно сваривать при температуре окружающего воздуха до —50 °С электродами с фтористо-кальциевым покрытием без предварительного подогрева. При этом целесообразно повышать погонную энергию сварки исходя из следующих зависимостей:

$$I_1 = I\sqrt{1 + 0{,}005T_0};$$

$$v_1 = v/(1 + 0{,}005T_0),$$

где I_1, I — сила тока соответственно при отрицательной температуре и при 20 °С; T_0 — разность температур с положительным знаком от 20 °С до отрицательной температуры, при которой выполняется сварка; v_1, v — скорость сварки соответственно при отрицательной температуре и при 20 °С.

При перерывах в сварке между слоями более 10 мин, а также после сварки для снижения скорости охлаждения сварные стыки целесообразно укрывать сухими теплоизоляционными матами из асбеста или минерального волокна.

47.7. Сварка стыков труб из дисперсионно-твердеющих сталей

Стали с микродобавками ванадия, ниобия, титана, азота, образующими карбиды или карбамиды, которые упрочняют сталь, относят к дисперсионно-твердеющим. Эти особенности химического состава накладывают ряд ограничений на технологию сварки стыков трубопроводов. Перед сваркой кромки труб на ширину 250 мм от торца обязательно подогревают до температуры (рис. 47.1), зависящей от толщины стенки δ и эквивалента углерода металла трубы ($C_{экв}$), подсчитываемого согласно количественному содержанию элементов в стали (по сертификатам на трубы) по формуле

$$C_{экв} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}.$$

При наличии в стали титана и ниобия последние рассматривают как аналоги ванадия с учетом коэффициента 1/5.

После подогрева торцов стыка трубопровода процесс сварки организуют так, чтобы температура свариваемого стыка не опускалась ниже заданной подогревом до окончания сварки.

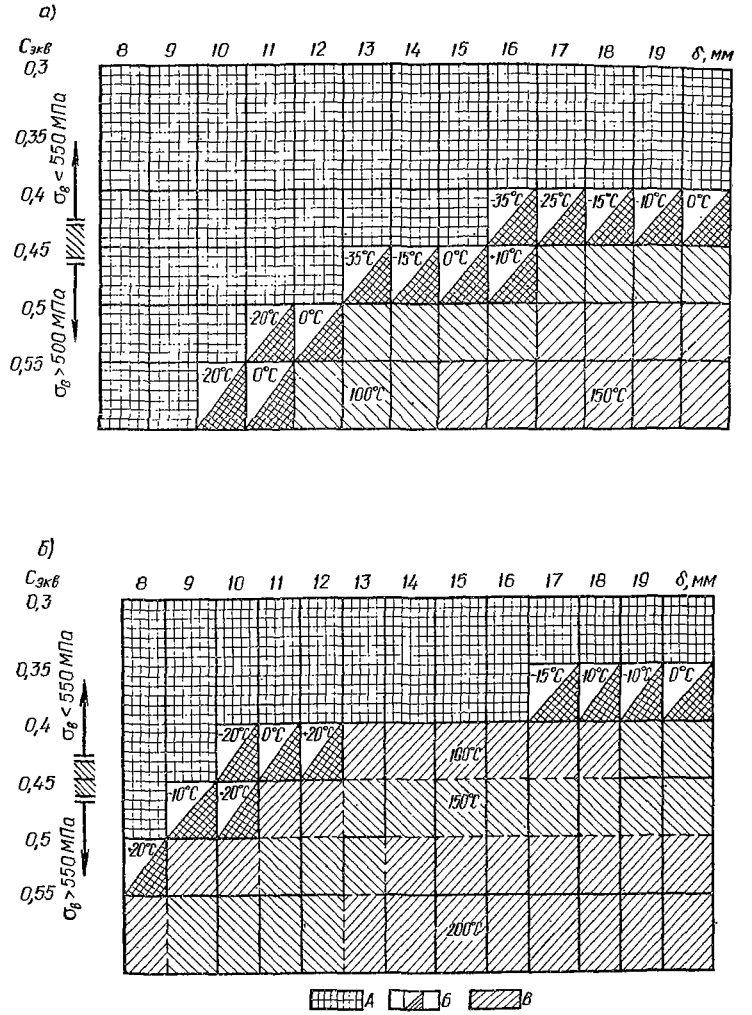


Рис. 47.1. Схема определения температуры подогрева концов труб при сварке *а* — электродами диаметром 3 мм с фтористо-кальциевым покрытием; *б* — электродами с газозащитным покрытием; *А* — подогрев не нужен при температуре воздуха до —50 °С; *Б* — необходим подогрев до 100 °С при температуре воздуха ниже 1 °С; *В* — требуется подогрев при любой температуре воздуха; δ — толщина стенки трубы

При механизированной сварке и подварке корня шва подогрев можно исключить (см. $\frac{\text{ВСН 2-124-80}}{\text{Миннефтегазстрой}}$).

47.8. Маркировка легированных сталей и сварочной проволоки

Для обозначения марок стали разработана система, принятая в ГОСТах. Каждый легирующий элемент обозначается буквой: Н — никель; Х — хром; К — кобальт; М — молибден; Г — марганец; Д — медь Р — бор; Б — ниобий; Ц — цирконий; С — кремний; П — фосфор; В — вольфрам; Т — титан; А — азот; Ф — ванадий; Ю — алюминий.

Первые цифры в обозначении марки перед буквами показывают среднее содержание углерода в сотых долях процента; цифры, стоящие после соответствующих букв, — содержание данных элементов в процентах. При содержании элементов в количестве до 1 % цифры после букв не ставятся. Например, сталь марки 09Г2ФВ содержит 0,09—0,1 % углерода, 2 % марганца и примерно по 1 % ванадия и вольфрама.

В обозначении марки сварочной проволоки по ГОСТу указывается ее назначение буквами «Св» (то, что она является сварочной) и далее по системе маркировки легированных сталей показывается качественное и количественное содержание в ней элементов; перед названием проволоки цифрой указывается ее диаметр в мм. Например, 2Св-08Г2С — проволока сварочная диаметром 2 мм, содержит 0,08 % углерода, 2 % марганца и до 1 % кремния.

47.9. Защита подземных трубопроводов от коррозии

Защита подземных трубопроводов от почвенной коррозии должна выполняться по проекту с соблюдением требований ГОСТ 9.015—74* и других нормативных документов по защите подземных металлических сооружений от коррозии, согласованных с головной организацией по защите от коррозии и утвержденных в установленном порядке (приложение IV).

На стальных трубопроводах, прокладываемых непосредственно в земле в пределах территории городов, населенных пунктов и промышленных предприятий, должны применяться защитные покрытия весьма усиленного и усиленного типа (битумно-полимерные, битумно-минеральные, каменноугольные, полимерные, этиленовые, а также покрытия на основе битумно-резиновых мастик по ГОСТ 15836—79).

Конструкция (структура) битумных покрытий труб из битумно-

резиновых, битумно-минеральных и битумно-полимерных мастик при общей толщине покрытий не менее 9 мм следующая:

битумно-полимерная или битумная грунтовка;
мастика битумно-резиновая или битумно-полимерная, или битумно-минеральная, слой 3 мм;
армирующая обмотка из стеклохолста;
мастика битумно-резиновая или битумно-полимерная, или битумно-минеральная, слой 3 мм;
армирующая обмотка из стеклохолста;
мастика битумно-резиновая или битумно-полимерная, или битумно-минеральная, слой 3 мм;
наружная обмотка в один слой.

Для труб с внутренним диаметром до 150 мм общая толщина покрытия составляет 7,5 мм.

Конструкция (структура) покрытий из битумно-тальковых и битумно-асбестополимерных мастик при общей толщине покрытия 7,5 мм следующая:

битумно-полимерная или битумная грунтовка;
битумно-тальковая или битумно-асбестополимерная мастика, слой 2,5 мм;
армирующая обмотка из стеклохолста;
битумно-тальковая или битумно-асбестополимерная мастика, слой 2,5 мм;
армирующая обмотка из стеклохолста;
битумно-тальковая или битумно-асбестополимерная мастика, слой 2,5 мм;
наружная обертка в один слой.

В качестве материалов для наружной обертки следует применять мешочную бумагу по ГОСТ 2228—81*Е, оберточную бумагу марки А по ГОСТ 8273—75*, бризол, пленку ПДБ и др. Толщина наружной обертки входит в общую толщину покрытия.

Составы и требования к физико-механическим свойствам битумно-минеральных и битумно-полимерных мастик приведены в табл. 47.8 и 47.9, а битумно-резиновых — в табл. 47.10 и 47.11.

На магистральных стальных трубопроводах, групповых и межхозяйственных водопроводах и на ответвлениях от них применяются защитные покрытия двух типов: нормальные и усиленные (битумно-резиновые, битумно-полимерные и др.).

Конструкция (структура) битумных покрытий нормального типа из битумно-резиновых и битумно-полимерных мастик при общей толщине покрытий не менее 4,5 мм следующая:

битумно-полимерная грунтовка;
мастика битумно-резиновая или битумно-полимерная с армирующей обмоткой из стеклохолста, слой 4 мм;
наружная обертка, слой 0,5 мм.

Конструкция (структура) битумных покрытий усиленного типа из битумно-резиновых и битумно-полимерных мастик при общей толщине покрытий не менее 6 мм следующая:

битумно-полимерная грунтовка;
мастика битумно-резиновая или битумно-полимерная, слой 3 мм;
армирующая обмотка из стеклохолста;
мастика битумно-резиновая или битумно-полимерная, слой 2,5 мм;
армирующая обмотка из стеклохолста;
наружная обертка, слой 0,5 мм.

Таблица 47.8. СОСТАВ БИТУМНО-МИНЕРАЛЬНЫХ-ПОЛИМЕРНЫХ И ДРУГИХ МАСТИК

Составляющие компоненты	Содержание компонентов, % по массе									
	битумно-атактическая мастика	битумно-минеральная мастика				битумно-тальковая мастика				битумно-асбестополимерная мастика
		марки								
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	
Битум БНИ-IV по ГОСТ 9812—74* или БН-70/30 по ГОСТ 6617—76*	95	75	—	70	—	80—85	—	80—85	—	87—90
Битум БНИ-V по ГОСТ 9812—74* или БН-90/10 по ГОСТ 6617—76*	—	—	75	—	75	—	80—85	—	80—82	—
Масло зеленое или осевое по ГОСТ 610—72*	—	—	—	5	3	—	—	3	3	—
Атактический полипропилен	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Доломитизированный или асфальтовый известняк, доломит по ГОСТ 8267—82	—	25	25	25	22	—	—	—	—	—
Асбест хризотиловый по ГОСТ 12871—83*Е, сорт 7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10—7
Тальк-магнезит молотый, сорт I, II по ГОСТ 21235—75* или тальк А, сорт I, II по ГОСТ 19729—74	—	—	—	—	—	20—15	20—15	17—15	17—15	—
Низкомолекулярный полиэтилен	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3

Таблица 47.9. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БИТУМНО-МИНЕРАЛЬНЫХ И БИТУМНО-ПОЛИМЕРНЫХ МАСТИК

Мастика	Температура размягчения, °С (не менее), по ГОСТ 11506—73*	Глубина проникания иглы, десятые доли мм (не менее), при 25°С по ГОСТ 11501—78*	Растяжимость, см (не менее), при 25°С по ГОСТ 11505—75*	Вспенивание
Битумно-атактическая	80	14	1,5	Не допускается
Битумно-минеральная марки:				
I	75	20	3	То же
II	95	10	1,5	»
III	67	20	3	»
IV	80	10	2	»

Продолжение табл. 47.9

Мастика	Температура размягчения, °С (не менее), по ГОСТ 11506—73*	Глубина проникания иглы, десятые доли мм (не менее), при 25 °С по ГОСТ 11501—78*	Растяжимость, см (не менее), при 25 °С по ГОСТ 11505—75*	Вспенивание
Битумно-тальковая марки:				
I	75	20	3	—
II	95	10	1,5	—
III	67	10	3	—
IV	80	10	2	—
Битумно-асбестополимерная	75	14	2	—

Примечание. Температура размягчения битумных мастик должна быть выше температуры транспортируемого по трубопроводу продукта не менее чем на 20 °С.

Таблица 47.10. СОСТАВЫ БИТУМНО-РЕЗИНОВЫХ ИЗОЛЯЦИОННЫХ МАСТИК

Марка мастики	Содержание компонентов, % по массе			
	битум БНИ-IV по ГОСТ 9812—74* или БН-70/30 по ГОСТ 6617—76*	битум БНИ-V по ГОСТ 9812—74* или БН-90/10 по ГОСТ 6617—76*	резиновая крошка	пластификатор (масло зеленое или осевое по ГОСТ 610—72*)
МБР-65	88	—	5	7
МБР-75	88	—	7	5
МБР-90	93	—	7	—
МБР-100	45	45	10	—

Таблица 47.11. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БИТУМНО-РЕЗИНОВЫХ МАСТИК

Марка мастики	Температура размягчения, °С (не менее)	Растяжимость, см (не менее), при температуре 25 °С	Глубина проникания иглы, десятые доли мм (не менее), при температуре 25 °С
МБР-65	65	4	40
МБР-75	75	4	30
МБР-90	90	3	20
МБР-100	100	2	15

В качестве материалов для наружной обертки защитных покрытий нормального и усиленного типа следует применять пленки марок ПДБ, ПЭКОМ, бризол, гидроизол, стеклорубероид и изол.

Каменноугольное защитное покрытие состоит из одного слоя каменноугольной грунтовки «Катилак» и трех слоев каменноугольной мастики «Катизол» (толщиной слоя 1,5—2 мм). Между слоями мастики наматывается армирующий слой из стеклохолста. Последний слой мастики покрывается одним слоем оберточной бумаги, бризола и др. Физико-механические свойства мастики «Катизол» приведены в табл. 47.12.

Таблица 47.12. ТРЕБОВАНИЯ К ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ МАСТИКИ «КАТИЗОЛ»

Показатели	Численное значение
Температура размягчения, °С (не менее), по ГОСТ 11506—73*	75—90
Глубина проникания иглы, десятые доли мм (не менее) при 25 °С, по ГОСТ 11501—78*	10—30
Растяжимость, см (не менее) при 25 °С, по ГОСТ 11505—75*	1,5

Защитное покрытие весьма усиленного типа из полимерных липких лент состоит из одного слоя грунтовки, трех слоев полимерных лент (общая толщина не менее 1,2 мм) и наружной обертки из бумаги, бризола и др. Для защиты покрытия из полимерных липких лент от механических повреждений при укладке и засыпке трубопроводов в грунт должны быть использованы обертки из рулонных материалов прочностью не менее 0,25 МПа. В качестве наружной обертки могут быть использованы пленки марок ПДБ, ПЭКОМ, бризол; гидроизол по ГОСТ 7415—86, стеклорубероид по ГОСТ 15879—70, изол по ГОСТ 10296—79 и др.

Поливинилхлоридные и полиэтиленовые липкие ленты должны удовлетворять требованиям табл. 47.13.

Полиэтиленовые покрытия стальных труб (при температурах до 60 °С), наносимые в заводских условиях методом экструзии или напыления, должны иметь минимальную толщину слоя в соответствии с требованиями табл. 47.14.

Покрытия из полиэтилена по ГОСТ 16337—77*Е наносят методом экструзии, а по ГОСТ 16338—85*Е — методом напыления. Покрытия должны удовлетворять требованиям табл. 47.15 и приложению V.

Эмаль этиноль, используется в качестве защитного покрытия весьма усиленного типа. Общая толщина покрытия должна быть не менее 0,6 мм.

Таблица 47.13. ТРЕБОВАНИЯ К ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ ПОЛИМЕРНЫХ ЛИПКИХ ЛЕНТ

Показатели	Численное значение для лент на основе	
	поливинилхлорида	полиэтилена
Толщина ленты, мм (не менее)	0,4	0,4
Толщина слоя клея, мм (не менее)	0,1	0,1
Сопротивление разрыву, Н/см (не менее), по ГОСТ 270—75*	24	30
Относительное удлинение при разрыве, % (не менее), по ГОСТ 270—75*	80	100
Удельное электрическое сопротивление, Ом·см (не менее), по ГОСТ 6433.2—71*	$1 \cdot 10^{11}$	$1 \cdot 10^{12}$
Адгезия к стали, Н/см (не менее)	1	1
Морозостойкость, °С (не менее), по ГОСТ 16783—71*	—30	—40

Таблица 47.14. ТРЕБОВАНИЯ ПО ТОЛЩИНЕ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ПОКРЫТИЙ

Внутренний диаметр трубы, мм	Минимальная толщина слоя покрытия, мм			
	усиленного		весьма усиленного	
	экструдированного	напыленного	экструдированного	напыленного
Менее 100	1,8	1,6	2,5	2,3
От 100 до 250	2	1,8	2,5	2,3
» 250 » 500	2,2	2	3	2,5
» 500 » 1020	2,5	2,5	3,5	3
Более 1020	3	3	3,5	3

Таблица 47.15. ТРЕБОВАНИЯ К ПОЛИЭТИЛЕНОВЫМ ПОКРЫТИЯМ

Показатели	Числовое значение
Электрическое напряжение при контроле сплошности покрытия при условии отсутствия пробоя, кВ на 1 мм толщины покрытия	5
Адгезия к стальной поверхности, Н/см (не менее)	35
Прочность при ударе на 1 мм толщины покрытия, Дж (не менее)	5
Удельное сопротивление, Ом·м² (не менее)	$1 \cdot 10^{8}$

Состав эмали этиоль

Лак этиноль, содержащий не менее 43 % сухих веществ, %	64
Асбест хризотиловый по ГОСТ 12871—83*Е, сорт 7, %	36

47.10. Защита внутренней поверхности стальных труб от коррозии

Для защиты внутренней поверхности стальных труб от коррозии следует применять цементные и лакокрасочные покрытия.

Цементные покрытия рекомендуется наносить методами центрифугирования и центробежного набрызга.

Методом центрифугирования цементно-полимерные покрытия рекомендуется наносить на водопроводные трубы диаметром до 1000 мм.

Перед нанесением покрытия на основе цемента внутреннюю поверхность труб следует обезжирить, погружая их в стационарные ванны. После обезжиривания трубы необходимо промыть горячей водой до полного удаления моющего раствора.

Цементно-песчаная смесь состоит из портландцемента марки не ниже 400 (ГОСТ 10178—85), песка (ГОСТ 10268—80) с модулем крупности 1,5 и воды (ГОСТ 2874—82). Водоцементное отношение составляет 0,35—0,45, отношение цемент : песок равно 1 : 1.

Цементно-полимерная смесь состоит из портландцемента марки не ниже 400 (ГОСТ 10178—85), полимерной добавки, стабилизатора и воды (ГОСТ 2874—82). В качестве полимерной добавки следует использовать латекс СКС-65ГП (ГОСТ 10564—75*) в количестве 2 % массы цемента (по сухому веществу). В качестве стабилизатора в латекс во избежание его коагуляции при перемешивании с цементом следует добавлять неионогенное вещество ОП-7 или ОП-10 (ГОСТ 8433—81) в количестве 4 % массы добавки. Стабилизатор вводится в виде 20 %-ного водного раствора. Допускается применять другие стабилизаторы, обеспечивающие требуемые физико-механические свойства цементно-полимерной смеси. Водоцементное отношение должно составлять 0,35—0,40.

Для повышения трещиностойкости цементно-песчаных покрытий разрешается применять латекс СКС-65ГП в том же количестве, что и в цементно-полимерной смеси.

Цементно-песчаная смесь должна обладать пластичностью с осадкой конуса 8—12 см, а цементно-полимерная — 8—10 см.

Толщина цементно-песчаного покрытия зависит от диаметра трубы:

Диаметр трубы, мм	200—700	800—900	1000—1100	1200—1400	⩾1400
Толщина покрытия, мм	8	10	12	14	16

Толщина цементно-полимерного покрытия должна составлять 5 ± 1 мм.

После предварительной выдержки в естественных условиях в течение 2—3 ч трубы следует помещать в пропарочную камеру, где их подвергают тепловлажностной обработке по следующему режиму, ч:

подъем температуры до 60—65 °С	2—3
прогрев при температуре 60—65 °С	4—6
охлаждение до температуры окружающей среды	2—3

Допускается предварительно выдерживать трубы в пропарочной камере при температуре не более 30 °С.

Прочность покрытия после тепловлажностной обработки должна быть не менее 70 % марочной.

Методом центробежного набрызга следует наносить цементно-песчаные покрытия на трубы и уложенные (действующие и вновь построенные) трубопроводы диаметром 1000—1400 мм.

Цементно-песчаная смесь, наносимая методом набрызга, состоит из портландцемента марки не ниже 400 (ГОСТ 10178—85), песка с модулем крупности 1,5 (ГОСТ 10268—80) и воды (ГОСТ 2874—82). Водоцементное отношение должно составлять 0,33—0,38, отношение цемент : песок — 1 : 1 до 1 : 1,5 (по массе), осадка конуса должна быть 6—7,5 см. При опасности выщелачивания цемента транспортируемой водой можно использовать пуццолановый и сульфатостойкий цементы или добавлять их в портландцемент.

Толщина цементно-песчаного покрытия должна составлять 10—12 мм и регулироваться в указанных пределах изменением скорости перемещения облицовочной машины по трубопроводу.

Для окраски внутренней поверхности водопроводных труб рекомендуется применять лакокрасочные покрытия, состоящие из следующих материалов: сополимера КОРС (ТУ 38-103118-72), краски ХС-720 (ТУ 10708—74), эмали ХС-710 (ГОСТ 9355—81*), полистирольной смолы КОРС (ТУ 38-30322-81) и др. К лакокрасочным материалам в качестве наполнителя необходимо добавлять 10—15 % алюминиевой пудры ПАП-2 (ГОСТ 5494—71*Е).

Поверхность трубы следует очищать от ржавчины и окалины дробеструйным (пескоструйным) методом. В качестве абразивного материала применяется дробь (песок) чугунная колотая или литая либо стальная колотая или литая. Абразивный материал должен иметь зернистость 0,6—0,8 мм, обеспечивающую не только тщательную очистку поверхности, но и ее шероховатость, что необходимо для получения высокой адгезии покрытия к металлу.

Дробеструйную (пескоструйную) очистку внутренней поверхности трубы следует производить в закрытой камере при вращении трубы. При очистке труб длиной до 6 м сопло следует закреплять на

консольной штанге, присоединяемой к дробеструйному (пескоструйному) аппарату, при длине труб свыше 6 м — на штанге, опирающейся на три шаровые опоры, расположенные под углом 120° друг к другу.

Лакокрасочное покрытие следует наносить методом пневматического распыления в четыре слоя общей толщиной 150 мкм. Расход лакокрасочной композиции должен составлять 600 г/м². Лакокрасочное покрытие на концах труб на длине 15—20 см не наносится. На эти концы следует наносить цинковое покрытие электродуговым способом. Толщина цинкового покрытия должна составлять 150—200 мкм.

47.11. Производство изоляционных работ

Поверхность изолируемого трубопровода перед нанесением грунтовки должна быть очищена от грязи, неплотной окалины, ржавчины и пыли. Трубопроводы, как правило, очищают механизированным способом. Грунтовки наносят на сухую поверхность тонким слоем сразу после очистки трубопровода. Слой грунтовки должен быть ровным, без пропусков, сгустков, подтеков и пузырей.

Битумные грунтовки изготовляют из битума, растворяя его в бензине в соотношении 1 : 3 по объему или 1 : 2 по массе.

В летний период применяют грунтовку из битума БН-90/10 или БН-70/30 по ГОСТ 6617—76* либо из битума БНИ-V по ГОСТ 9812—74* и бензина неэтилированного авиационного Б-70 по ГОСТ 1012—72* или автомобильного А-72 и А-76 по ГОСТ 2084—77*; в зимний период — из битума БН-70/30 по ГОСТ 6617—76*, или БНИ-IV, или БНИ-V по ГОСТ 9812—74* и бензина неэтилированного авиационного Б-70 по ГОСТ 1012—72*. Если в зимний период изоляция труб проводится в помещении с температурой не ниже 10 °С на поточных линиях, оборудованных устройствами для сушки грунтовки, допускается применять битумную грунтовку для летнего времени.

Под покрытия из полимерных липких лент применяются клеевые (клей № 88, № 61, полиизобутиленовый и др.) или битумно-клеевые грунтовки, изготовленные по нормативно-технической документации. Перед растворением битум охлаждают до температуры 100 °С. Во избежание загорания битум льют в бензин постепенно, непрерывно помешивая. Приготовленная грунтовка хранится в герметически закрытой таре.

Для предупреждения коксования битумной мастики в процессе ее изготовления или разогревания необходимо соблюдать температурный режим: 180—200 °С не более 1 ч и 160—170 °С не более 3 ч. Би-

тумную мастику наносят на трубопровод в горячем состоянии (с температурой 160—180 °С) на высохшую грунтовку. Не допускается нанесение изоляционных покрытий на влажную поверхность трубопровода, а также при снегопаде, дожде, тумане или сильном ветре.

Наружный оберточный слой из бумаги, бризола, гидроизола и других материалов следует накладывать на горячую мастику с нахлестом витков 2—3 см; слой должен плотно прилегать к покрытию — без пустот, морщин и складок. Конец обмотки должен быть перекрыт началом следующей ленты на длину не менее 10 см и закреплен мастикой. Внутренние оберточные слои разрешается накладывать без нахлеста, при этом зазор между витками допускается не более 5 мм.

Как правило, изоляция стыков производится теми же материалами, что и изоляция трубопроводов. Изоляция стыков полимерными липкими лентами допускается на трубопроводах, заизолированных другими материалами.

Выполнение изоляционно-укладочных работ по совмещенному методу при применении битумных мастик допускается при температуре окружающего воздуха не ниже —30 °С. Опущенный в траншею трубопровод в тот же день должен быть проверен и засыпан грунтом. При раздельном способе производства изоляционно-укладочных работ очистку и изоляцию трубопровода битумной мастикой допускается производить при температуре не ниже —30 °С, а опускать изолированный трубопровод следует при температуре не ниже —20 °С и нельзя оставлять его надолго открытым.

Липкие полимерные ленты, как правило, должны применяться при совмещенном методе изоляционно-укладочных работ. Температурные режимы нанесения и эксплуатации покрытий из липких лент должны соответствовать показателям технических условий на ленты данного типа.

Нахлест витков ленты при однослойной намотке должен быть 2—2,5 см. Для получения двухслойного покрытия наматываемая лента должна перекрыть ранее уложенный виток на 50 % его ширины плюс 2—2,5 см. Ширина ленты должна составлять 0,5—0,7 диаметра изолируемого трубопровода.

47.12. Контроль качества изоляции

При контроле качества битумных мастик следует проверять: дозировку составляющих; режим разогрева мастики и введения в нее наполнителей и пластификаторов; физико-механические свойства мастики. От каждой варки (котла) берется контрольная проба мастики

для определения температуры размягчения по КиШ. Растяжимость и пенетрацию мастики определяют периодически (для каждой партии материалов) и по требованию заказчика. Качество очистки трубопровода проверяют внешним осмотром поверхности в соответствии с требованиями СНиП; качество нанесения грунтовки — внешним осмотром на отсутствие пропусков, сгустков, подтеков, пузырей.

Качество изоляционного покрытия, наносимого на трубопровод, проверяют по мере его нанесения, а также перед укладкой и после укладки трубопровода в траншею. При этом устанавливаются: отсутствие дефектов; равномерность толщины покрытия — индукционным или магнитным толщиномером через каждые 100 м (не менее чем в четырех точках по окружности трубопровода и во всех местах, вызывающих сомнение); сплошность покрытия — выборочно искровым дефектоскопом с напряжением: покрытие толщиной более 4 мм — 24 кВ, толщиной до 4 мм — 16 кВ; прилипаемость (адгезия) покрытия к металлу — адгезиметром или способом вырезания из покрытия треугольника под углом 45—60° и отделения изоляции от металла трубы, начиная от вершины угла надреза. Изоляция считается хорошо прилипшей, если покрытие отрывается от металла отдельными кусочками и часть его остается на трубопроводе. Сопротивление покрытия отрыву, определяемое адгезиметром, при температуре до 25 °С должно быть не менее 0,5 МПа.

Изоляционное покрытие из полимерных липких лент проверяют на ширину и герметичность нахлеста, а также на сплошность. Герметичность считается удовлетворительной, если нахлесты склеены полностью. Сплошность покрытия проверяют дефектоскопом.

47.13. Укладка трубопроводов

Трубопровод можно укладывать в траншею тремя способами: опуская плети (непрерывной ниткой) с бровки траншеи; опуская отдельные секции со сваркой их в траншее; опуская сваренные плети с последовательным наращиванием их на бровке траншеи в приподнятом положении или на лежках.

При опускании с бровки траншеи участок трубопровода, покрытый изоляцией в течение дня, укладывают в траншею на следующий день рано утром и присыпают или засыпают грунтом. В летние дни трубопровод присыпают грунтом в наиболее холодное время суток.

Укладка секций трубопровода в траншею производится с помощью крана или трубоукладчика. Длинные плети трубопроводов укладывают, как правило, тремя (или бóльшим числом) трубоуклад-

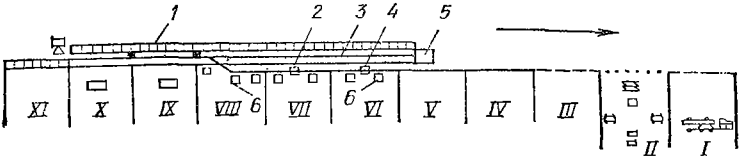


Рис. 47.2. Типовая схема поточного строительства трубопровода

I — развозка секций; *II* — сварка укрупненных секций; *III* — неповоротная сварка в «плеть»; *IV* — разрыв процесса; *V* — рытье траншеи; *VI* — очистка трубопровода; *VII* — изоляция трубопровода; *VIII* — укладка трубопровода; *IX* — сварка стыков захлестов; *X* — изоляция стыков; *XI* — засыпка траншеи; *1* — отвал грунта; *2* — трубоизоляционная машина; *3* — траншея; *4* — трубоочистная машина; *5* — роторный экскаватор; *6* — трубоукладчики

чиками (кранами), расставляемыми на определенном расстоянии в зависимости от диаметра укладываемых труб:

диаметр труб, мм . . .	529	529	630—920	1020	1220
расстояние, м	15—25	20—35	30—40	30—45	30—40

Длинные плети, секции или отдельные трубы опускают в траншею с помощью троллейных тележек и гибких полотенец плавно, без рывков и ударов о стенки и дно траншеи.

При производстве работ не допускается резко перегибать трубопроводы ни в вертикальной, ни в горизонтальной плоскости.

Высота подъема плети или секции над землей при укладке ее в траншею не должна быть более 1 м при работе тремя и более трубоукладчиками и 0,8 м при работе двумя трубоукладчиками (во время перехода одного из трубоукладчиков в новое положение трубопровод должен опускаться до уровня земли).

При опускании отдельных секций, свариваемых между собой в траншее, для уменьшения напряжения в металле трубоукладчики следует располагать на следующем расстоянии от концов секции: при двух трубоукладчиках — 15—20 % длины секции; при большем числе

Таблица 47.16. МИНИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ РАДИУСЫ УПРУГОГО ИЗГИБА ТРУБОПРОВОДА

Диаметр трубопровода, мм	Радиус упругого изгиба, м	Диаметр трубопровода, мм	Радиус упругого изгиба, м
1420	1300	630	550
1220	1100	530	500
1020	900	400	400
820	750	300—400	300
720	650	200—300	200

Примечание. Допускается уменьшение радиуса изгиба на 10 %.

трубоукладчиков — равномерно по длине секции и на расстоянии от концов, равном 30—40 % расстояния между трубоукладчиками.

При укладке в траншею радиус упругого изгиба трубопровода в любой плоскости не должен быть меньше указанного в табл. 47.16.

Типовая схема поточного механизированного строительства магистрального трубопровода показана на рис. 47.2.

Глава 48. БЕТОННЫЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ

48.1. Основания под трубопроводы

Тип основания выбирают в зависимости от гидрогеологических условий, размеров и материала укладываемых труб, конструкции стыковых соединений, глубины укладки, транспортных нагрузок и местных условий. Во избежание недопустимых просадок при укладке труб основание должно иметь прочность, достаточную для уравновешивания всех активных сил, т. е. внешних нагрузок, действующих на трубу.

Под напорные железобетонные трубопроводы институтом Союзводоканалпроект предусмотрены следующие типы оснований (альбом 3.901.1/79):

плоское грунтовое основание с песчаной подушкой и без песчаной подушки (рис. 48.1, *а*);

спрофилированное грунтовое основание с углом охвата 90° с песчаной подушкой и без песчаной подушки (соответственно рис. 48.1, *б* и *в*).

бетонный фундамент с углом охвата 120° с бетонной подготовкой (рис. 48.1, *г*).

Засыпка предусмотрена местным грунтом с нормальной повышенной степенью уплотнения.

Под безнапорные трубопроводы институтом Мосинжпроект предусмотрены следующие типы оснований:

для труб $D_{вн}=300\div500$ мм в песчаных и глинистых грунтах с нормативным сопротивлением 0,15 МПа — плоское песчаное основание и глинистое основание с песчаной подготовкой в спрофилированной канавке (рис. 48.2);

для труб $D_{вн}=600\div2500$ мм — естественное плоское песчаное основание, спрофилированное под «выкружку» с углом охвата 90°,

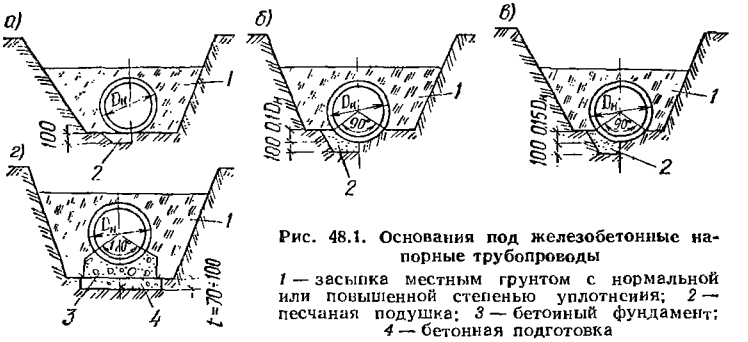


Рис. 48.1. Основания под железобетонные напорные трубопроводы

1 — засыпка местным грунтом с нормальной или повышенной степенью уплотнения; *2* — песчаная подушка; *3* — бетонный фундамент; *4* — бетонная подготовка

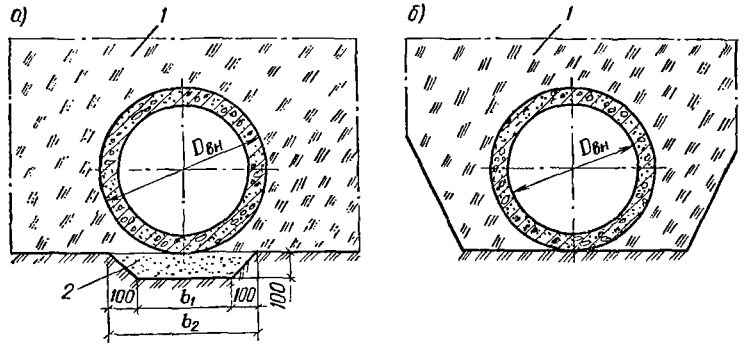


Рис. 48.2. Укладка трубопроводов $D_{вн}=300\div500$ мм на естественное основание

а — глинистое; *б* — песчаное; *1* — засыпка местным грунтом с уплотнением (пазухи до оси трубопровода засыпают с уплотнением до $k\geqslant0{,}95$); *2* — песчаная подготовка с уплотнением до $k\geqslant0{,}95$ (размеры b_1 и b_2 принимаются по альбому Мосинжпроекта, серия ИС-01-21, вып. I)

и естественное глинистое основание с песчаной подготовкой в спрофилированной канавке (рис. 48.3).

При этих типах оснований принята следующая расчетная высота засыпки трубопровода над верхом трубы:

для труб $D_{вн}=300\div500$ мм нормальной прочности (первая группа по несущей способности) 0,7—4 м и повышенной прочности (вторая группа) 4—6 м;

для труб $D_{вн}=600\div2500$ мм при укладке в песчаных грунтах для труб нормальной прочности (первая группа) 0,7—3 м и труб повышенной прочности (вторая группа) 4—5 м; при укладке в глини-

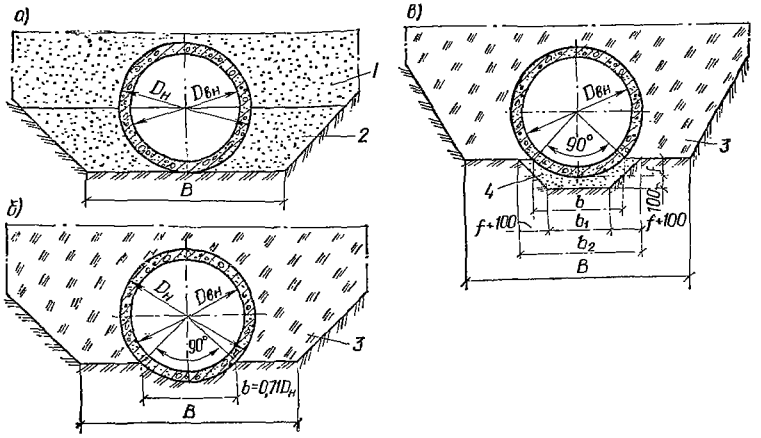


Рис. 48.3. Укладка трубопроводов $D_{вн}=600\div2500$ мм на основание

а — естественное песчаное; *б* — спрофилированное песчаное; *в* — естественное глинистое с песчаной подготовкой; *1* — засыпка местным песчаным грунтом с уплотнением; *2* — засыпка пазух местным песчаным грунтом с уплотнением до $k\geqslant0{,}95$; *3* — засыпка местным грунтом с уплотнением (пазухи до оси трубопровода засыпают местным песчаным грунтом с уплотнением до $k\geqslant0{,}95$); *4* — песчаная подготовка с уплотнением до $k\geqslant0{,}95$ (размеры b, b_1, b_2, B принимаются по альбому Мосинжпроекта, серия ИС-01-21, вып. 1)

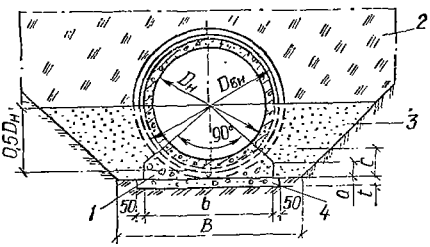


Рис. 48.4. Укладка труб на бетонное основание

1 — бетонное основание (бетон М200); *2* — засыпка местным грунтом с уплотнением; *3* — засыпка пазух песчаным грунтом с уплотнением до $k\geqslant0{,}95$; *4* — бетонная подготовка (бетон М200)

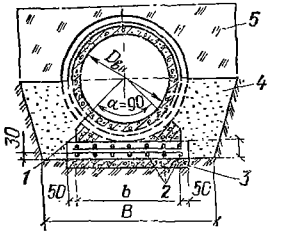


Рис. 48.5. Укладка раструбных труб на железобетонное основание

1 — бетонное основание (бетон М200); *2* — монолитное железобетонное основание (бетон М200); *3* — бетонная подготовка (бетон М200); *4* — засыпка пазух песчаным грунтом с уплотнением до $k\geqslant0{,}95$; *5* — засыпка местным грунтом с уплотнением

Таблица 48.1. РАЗМЕРЫ, мм, БЕТОННОГО ОСНОВАНИЯ

Условный проход трубы, мм	Толщина бетонной подготовки t	Ширина бетонного основания b	Высота бетонного основания	
			a	c
600	70	720	120	190
800	70	960	140	250
1000	70	1200	180	300
1200	100	1420	190	340
1400	100	1620	200	390
1600	100	1840	220	430
2000	100	2260	250	490
2400	100	2700	500	590

стых грунтах для труб нормальной прочности (первая группа) 3—4 м и повышенной прочности (вторая группа) 5—6 м.

Трубы $D_{вн}=300\div500$ мм и пазухи до $0{,}5D_н$ засыпают местным грунтом с уплотнением до $k\geqslant0{,}95$. Трубы $D_{вн}=600\div2500$ мм при укладке их на плоское песчаное основание или спрофилированное под «выкружку» и пазухи до $0{,}5D_н$ засыпают местным песчаным грунтом с уплотнением до $k\geqslant0{,}95$; при укладке на глинистое основание трубы засыпают местным грунтом, а пазухи до $0{,}5D_н$ — песчаным грунтом с уплотнением до $k\geqslant0{,}95$ (см. рис. 48.2 и 48.3).

В грунтах с нормативным сопротивлением от 0,1 до 0,15 МПа трубы укладывают на монолитное бетонное (рис. 48.4 и табл. 48.1) или железобетонное основание (рис. 48.5 и табл. 48.2).

Таблица 48.2. РАЗМЕРЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ОСНОВАНИЯ, мм, И РАСХОД АРМАТУРЫ

Диаметр трубы, мм	Размеры бетонной подготовки		Высота железобетонного основания	Расход арматуры (класс А-I) на 1 м длины плиты основания, кг
	толщина	ширина		
400	70	500	100	5,72
500	70	620	100	5,80
600	70	720	100	6,65
800	70	840	100	8,15
1000	70	1200	100	17,37
1200	100	1420	150	20,02
1400	100	1620	150	23
1600	100	1840	150	32,2
2000	100	2260	150	33,16
2400	100	2700	150	47,56
3000	По рабочим чертежам в зависимости от конкретных условий строительства			
3400				
4000				

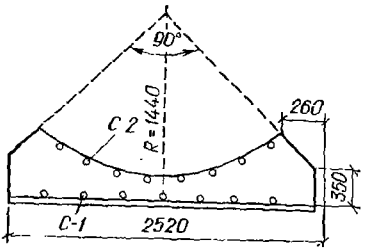


Рис. 48.6. Монолитный железобетонный блок (для труб $D_{вн}$=2800 мм)
С-1 и С-2 — сетки

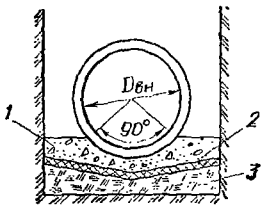


Рис. 48.7. Основание под трубу на макропористых грунтах

1 — щебень; *2* — грунтоасфальт; *3* — 200-мм слой утрамбованного увлажненного грунта

Сборные железобетонные основания из отдельных блоков применяют для укладки безнапорных трубопроводов больших диаметров (1400 мм и выше). Устройство таких оснований имеет следующие преимущества:

сокращение сроков ввода трубопровода в эксплуатацию за счет полносборного строительства и комплексной механизации монтажных работ;

исключение на 95 % мокрых процессов, что является особенно важным при выполнении работ при отрицательных температурах;

сокращение трудозатрат при устройстве основания.

Сборные основания делятся на два типа: лекальные железобетонные блоки, изготовляемые на заводах ЖБИ (рис. 48.6), и железобетонные дорожные плиты с последующей подбетонкой стула. Укладывают сборные основания на выровненную песчаную, щебеночную или гравийную подушку толщиной 15—20 см. Для равномерного опирания трубы на лоток укладывают выравнивающий слой цементно-песчаного раствора.

Изменение несущей способности трубы С в зависимости от центрального угла опирания трубы α приведено ниже:

α, град	0	30	60	90	120	150	180
С	1	1,1	1,21	1,32	1,41	1,47	1,50

Из этой зависимости видно, что увеличение угла α более 120° является нецелесообразным, так как несущая способность трубы увеличивается очень незначительно.

Основание под трубопроводы в скальных грунтах выравнивают слоем уплотненного мягкого грунта высотой не менее 0,1 м над выступающими неровностями дна траншеи.

Основание на насыпных грунтах уплотняют до плотности, при-

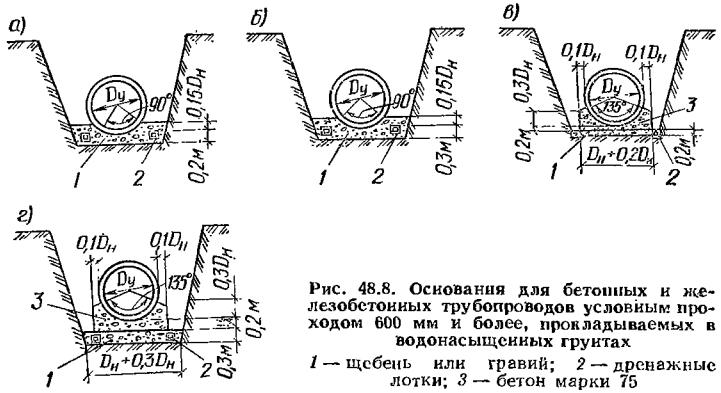


Рис. 48.8. Основания для бетонных и железобетонных трубопроводов условным проходом 600 мм и более, прокладываемых в водонасыщенных грунтах

1 — щебень или гравий; *2* — дренажные лотки; *3* — бетон марки 75

нятой в проекте. Максимальные плотности грунтов, определенные методом стандартного уплотнения, приведены в табл. 48.3.

Таблица 48.3. МАКСИМАЛЬНАЯ ПЛОТНОСТЬ ГРУНТА ПО МЕТОДУ СТАНДАРТНОГО УПЛОТНЕНИЯ

Грунты	Плотность грунтов, г/см³
Супесь тяжелая	1,89
Супесь тяжелая пылеватая	1 84
Суглинки легкие и легкие пылеватые	1,75
Суглинки тяжелые и тяжелые пылеватые	1,69
Глины песчанистые и пылеватые	1,63

Устройство основания в грунтах I типа по просадочности производится как в обычных непросадочных грунтах.

При величине просадки, определенной расчетом до 40 см, грунт основания уплотняют на глубину 0,2—0,3 м. При величине просадки более 40 см конструкция основания должна соответствовать показанной на рис. 48.7. В этом случае предусматривают отвод аварийных вод из дренирующего слоя в контрольные устройства.

При укладке труб в водонасыщенных грунтах устраивают искусственное песчано-гравийное, щебеночное или бетонное основание на песчаной, гравийной или щебеночной подготовке в зависимости от естественного состояния грунта. В этих условиях рекомендуется принимать конструкции оснований по табл. 48.4.

На торфянистых и плывунных грунтах могут быть применены железобетонные плиты (ростверки) на сваях.

Таблица 48.4. КОНСТРУКЦИИ ОСНОВАНИЙ ТРУБОПРОВОДОВ, ПРОКЛАДЫВАЕМЫХ В ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ГРУНТАХ

Грунты	Конструкция основания при условном проходе труб, мм	
	≤600	>600
Глины, суглинки, крупнозернистые пески	Щебень или гравий 0,2 м, дренажные лотки, подбивка пазух на высоту 0,15 $D_н$ (рис. 48.8, *а*)	Щебень или гравий 0,2 м, бетонный фундамент монолитный или сборный, дренажные лотки (рис. 48.8, *в*)
Супеси, мелкозернистые пески	Щебень или гравий 0,3 м, дренажные лотки, подбивка пазух на высоту 0,15 $D_н$ (рис. 48.8, *б*)	Щебень или гравий 0,3 м, бетонный фундамент монолитный или сборный, дренажные лотки (рис. 48.8, *г*)

48.2. Монтаж напорных трубопроводов

Напорные железобетонные трубопроводы из напорных предварительно напряженных труб диаметром от 500 до 1600 мм укладывают в грунтах сухих и мокрых на глубину до 4 м, считая от поверхности земли до верха трубы. Стыковое соединение раструбного типа уплотняют резиновыми кольцами круглого поперечного сечения, закатываемыми в процессе монтажа трубопровода в раструбную щель (табл. 48.5).

Таблица 48.5. РАЗМЕРЫ КОЛЬЦЕВОЙ ЩЕЛИ РАСТРУБНЫХ И МУФТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Трубы	Условный проход, мм	Ширина щели, мм
Виброгидропрессованные	500—600 800 1000 1200; 1400 1600	11,5 12 11,5 13 15
Центрифугированные	500; 600; 800; 1000 1200; 1400 1600	14 14,5 17
С металлическим цилиндром	600—1500	15
С муфтовым стыковым соединением	600—800	15

Примечание. Допускаемое отклонение ширины щели для виброгидропрессованных труб +2,5 и —1,5 мм; для остальных труб ±1 мм.

Размеры напорных железобетонных труб и их технические характеристики приведены в разд. I.

Чтобы обеспечить водонепроницаемость стыковых соединений, необходимо соблюдение следующих условий:

полное отсутствие эллипсности гладких концов труб, раструбов и муфт;

обжатие резинового кольца в кольцевой щели раструбных и муфтовых соединений на 40—50 % толщины сечения (раструбная щель должна иметь размеры, указанные в табл. 48.5);

соответствие поверхности труб требованиям, указанным в табл. 48.6 и 48.7.

Таблица 48.6. ТРЕБОВАНИЯ К СОСТОЯНИЮ ПОВЕРХНОСТИ РАСТРУБНЫХ ТРУБ, ИЗГОТОВЛЯЕМЫХ СПОСОБАМИ ВИБРОГИДРОПРЕССОВАНИЯ И ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЯ

Характеристика поверхности труб	Допускаемые отклонения
1. Раковины, поры, наплывы и отколы бетона на внутренней поверхности калиброванной части раструба и на наружной поверхности втулочного конца трубы в зоне расположения уплотняющего резинового кольца	Не допускаются
2. Заусенцы, наплывы и отколы бетона на заходной фаске раструба	То же
3. Продольные риски на втулочном конце трубы и на внутренней поверхности раструба в зоне расположения уплотняющего резинового кольца	»
4. Трещины на наружной и внутренней поверхности трубы	»
5. Единичные раковины и наплывы на внутренней поверхности трубы	Допускаются глубиной (высотой) не более 3 мм и диаметром не более 20 мм
6. Раковины, наплывы и отколы бетона на наружной поверхности трубы, за исключением оговоренных в пп. 1 и 2	Допускаются глубиной не более 5 мм и длиной не более 30 мм

Таблица 48.7. ТРЕБОВАНИЯ К СОСТОЯНИЮ ПОВЕРХНОСТИ ТРУБ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМ ЦИЛИНДРОМ, ИЗГОТОВЛЯЕМЫХ СПОСОБОМ ВИБРАЦИИ

Характеристика поверхности труб	Допускаемые отклонения
1. Раковины, наплывы и отколы глубиной (высотой) более 5 мм и диаметром более 25 мм, кольцевые и продольные трещины	Не допускаются
2. Трещины и отколы на поверхности защитного слоя глубиной более 10 мм и площадью более 20 см^2	То же
3. Заусенцы на кромках торца раструба	»
4. Углубления в металле в местах расположения резиновых уплотнительных колец	»
5. Выступы в металле в местах расположения резиновых уплотнительных колец высотой не более 0,5 мм	Допускаются

Резиновые уплотнительные кольца. Резиновые уплотнительные кольца для заделки стыковых соединений железобетонных напорных труб должны удовлетворять следующим требованиям:

удельная остаточная деформация при испытании на старение и морозостойкость должна быть не более 45 %;

поверхность колец должна быть гладкой, без трещин, пузырей, посторонних включений, не иметь выступов и углублений размером более 1 мм;

кольца должны быть термостойкими в пределах температур от —20 до +50 °С и монолитными (изготовление формовым способом)

Размеры резиновых уплотнительных колец даны в табл. 48.8.

Таблица 48.8. РАЗМЕРЫ, мм, РЕЗИНОВЫХ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ КОЛЕЦ ДЛЯ СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ НАПОРНЫХ ТРУБ

Условный проход трубы, мм	Внутренний диаметр кольца	Диаметр поперечного сечения кольца	Условный проход трубы, мм	Внутренний диаметр кольца	Диаметр поперечного сечения кольца
Для труб виброгидропрессованных и центрифугированных			Для труб с металлическим цилиндром		
500	545	24	600	639	28
600	640	24	700	756	28
700	735	24	800	853	28
800	835	24	900	959	28
900	935	24	1000	1056	28
1000	1035	24	1200	1299	28
1200	1230	25	1400	1496	28
1400	1440	25	1600	1629	28
1600	1650	30			

Примечание. Допускаемое отклонение внутреннего диаметра ±2 %; поперечного сечения кольца ±1 %.

Герметичность стыкового соединения обеспечивается за счет обжатия резинового кольца в зазоре на 40—50 %. При этих условиях резина не теряет своих упругих свойств и не стареет. Конструкции раструбных стыковых соединений показаны на рис. 48.9—48.11.

Для соединения буртовых напорных железобетонных труб применяют муфты: с металлической обечайкой, предварительно напряженные, асбестоцементные безбуртовые и однобуртовые (рис. 48.12—48.15). Асбестоцементные муфты применяют при рабочем давлении не более 0,4 МПа.

Монтаж трубопроводов с раструбными стыковыми соединениями. Зазор между гладким концом трубы и упорной поверхностью раструба диаметром до 1000 мм должен быть равен 15 мм, а для труб диаметром более 1000 мм — 20 мм.

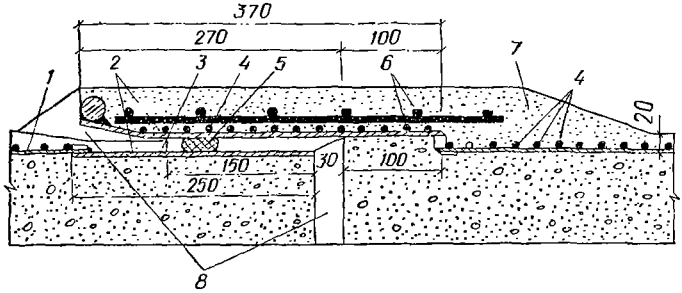


Рис. 48.9. Стыковое соединение железобетонных предварительно напряженных труб

1 — металлический цилиндр; *2* — концевые металлические обечайки; *3* — замок; *4* — напряженная спиральная арматура; *5* — уплотнительное резиновое кольцо; *6* — арматурная сетка; *7* — защитный цементно-песчаный раствор; *8* — заделка цементно-песчаным раствором

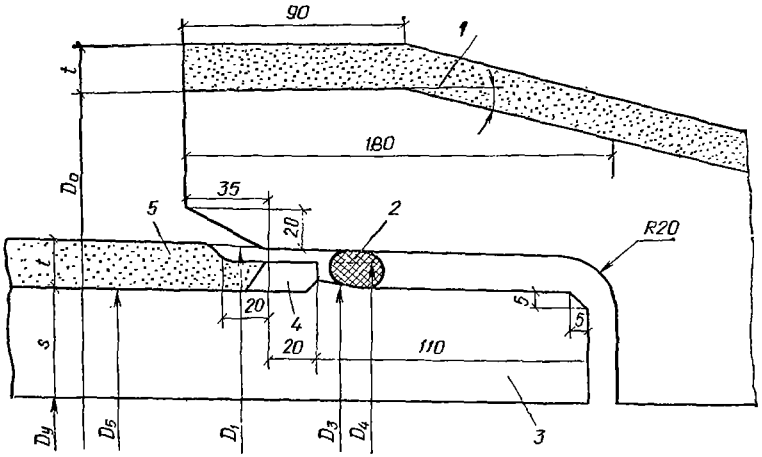


Рис. 48.10. Стыковое соединение железобетонных предварительно напряженных труб, изготовляемых методом центрифугирования

1 — раструбный конец трубы; *2* — резиновое уплотняющее кольцо в рабочем положении; *3* — буртовый конец трубы; *4* — упорный буртик; *5* — защитный слой бетона

После подготовки основания первая труба укладывается в траншею по ходу укладки трубопровода раструбом вперед.

Перед началом монтажных работ необходимо устроить концевой упор, в который должна упираться первая труба и который может быть использован при гидравлическом испытании.

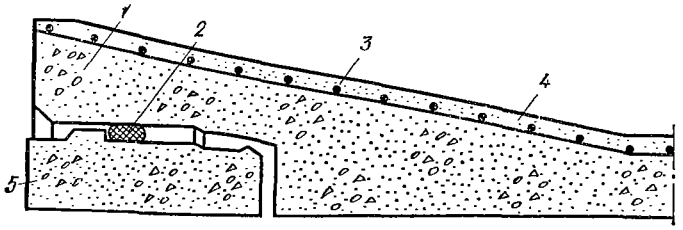


Рис. 48.11. Стыковое соединение железобетонных предварительно напряженных труб, изготовляемых методом виброгидропрессования

1 — раструбный конец трубы; *2* — резиновое уплотняющее кольцо; *3* — напряженная спиральная арматура; *4* — защитный слой; *5* — буртовый конец трубы

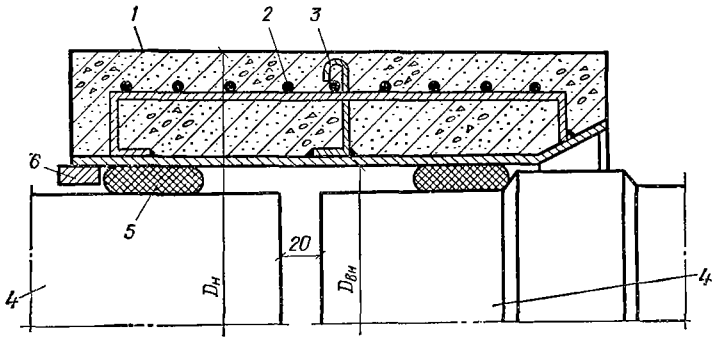


Рис. 48.12. Стыковое соединение с применением железобетонной муфты с металлической обечайкой

1 — муфта; *2* — спиральная предварительно напряженная арматура; *3* — металлический каркас; *4* — труба; *5* — резиновое кольцо; *6* — замок (бурт)

На втулочный конец трубы, подлежащей укладке, надевается резиновое кольцо, и труба в подвешенном состоянии вводится в раструб ранее уложенной трубы. Резиновое кольцо у виброгидропрессованных труб по всей окружности должно прилегать к монтажному буртику; у труб центрифугированных и с металлическим цилиндром резиновое кольцо должно располагаться у торца втулочного конца трубы на одинаковом расстоянии по всей окружности. Введение втулочного конца трубы в раструб ранее уложенной трубы производится следующими способами:

1. С помощью реечного домкрата, закрепленного на переносном бетонном упоре (рис. 48.16).

Труба краном или трубоукладчиком подается втулочным концом к раструбу и укладывается на подготовленное основание без расстро-

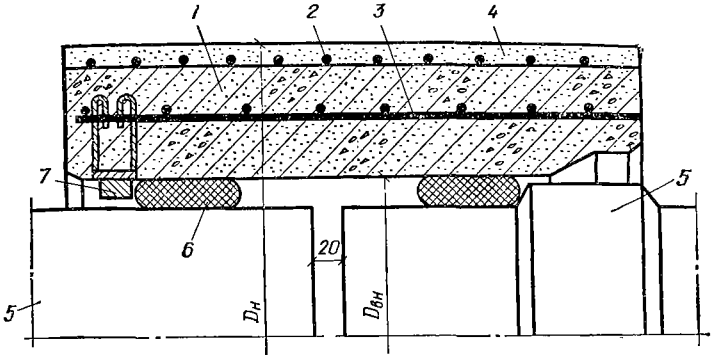


Рис. 48.13. Стыковое соединение с применением железобетонной предварительно напряженной муфты

1 — муфта; *2* — спиральная предварительно напряженная арматура; *3* — металлический каркас; *4* — защитный слой; *5* — труба; *6* — резиновое кольцо; *7* — замок (бурт)

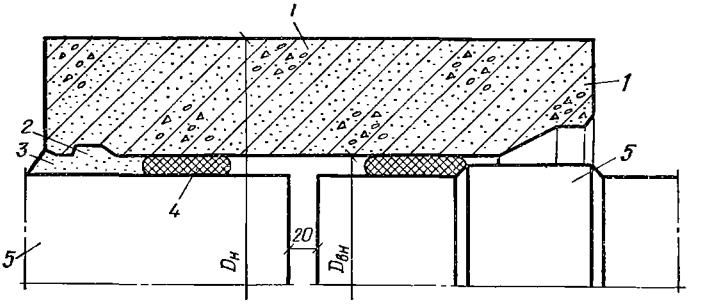


Рис. 48.14. Стыковое соединение с применением безбуртовой асбестоцементной муфты

1 — муфта; *2* — проточка под заливку цементом; *3* — цементная заливка; *4* — резиновое кольцо; *5* — труба

повки, на втулочный конец надевается резиновое кольцо; далее труба в подвешенном состоянии подводится к раструбу ранее уложенной трубы и с помощью домкрата, упирающегося в деревянный брус на торце раструба, буртовый конец трубы вводится в раструб уложенной трубы с одновременным закатыванием резинового кольца в раструбную щель.

2. С помощью натяжного приспособления, имеющего винтовую распорку, устанавливаемую внутри уложенной трубы (рис. 48.17).

Упорная балка натяжного приспособления устанавливается

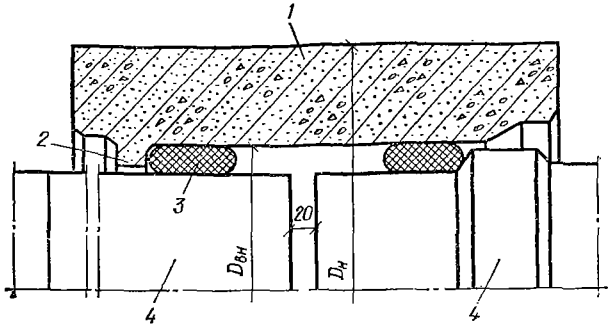


Рис. 48.15. Стыковое соединение с применением однобуртовой асбестоцементной муфты

1 — муфта; *2* — замок (бурт); *3* — резиновое кольцо; *4* — труба

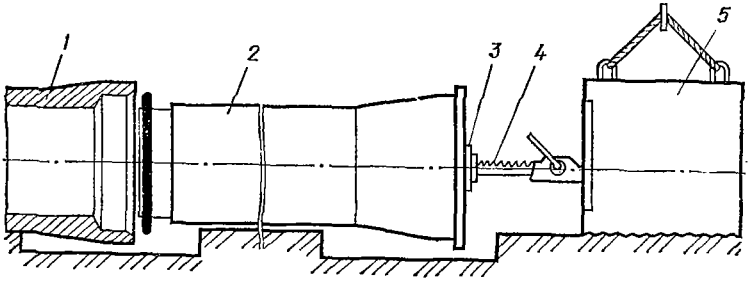


Рис. 48.16. Монтаж труб с помощью реечного домкрата и бетонного упора

1 — уложенная труба; *2* — укладываемая труба; *3* — деревянный брус; *4* — реечный домкрат; *5* — бетонный упор

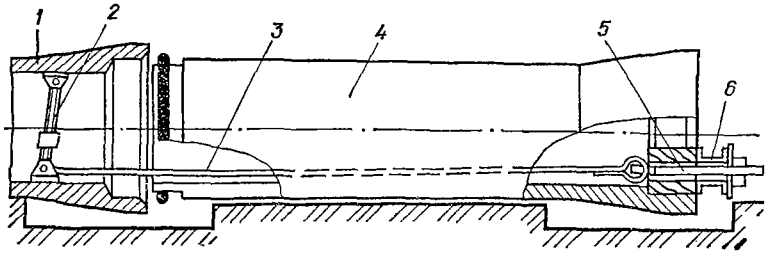


Рис. 48.17. Монтаж труб с помощью натяжного приспособления, устанавливаемого внутри трубы

1 — уложенная труба; *2* — винтовая распорка; *3* — тяги; *4* — укладываемая труба; *5* — натяжные винты; *6* — упорная балка

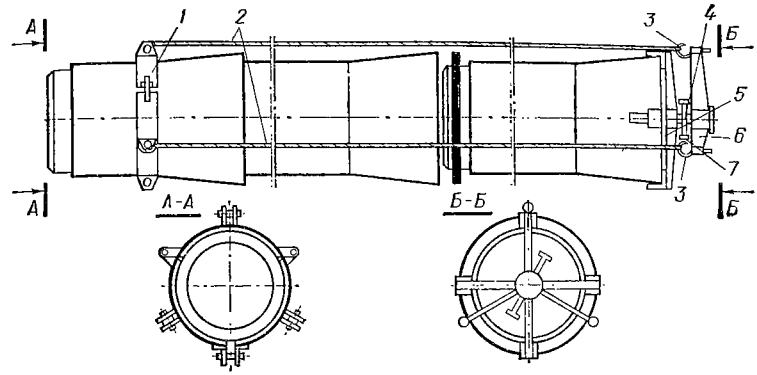


Рис. 48.18. Монтаж труб с помощью натяжного приспособления винтового типа с шарнирным хомутом

1 — шарнирный хомут; *2* — трос; *3* — регулировочные винты; *4* — натяжной винт; *5* — опорная крестовина; *6* — подвижная крестовина; *7* — трещотка

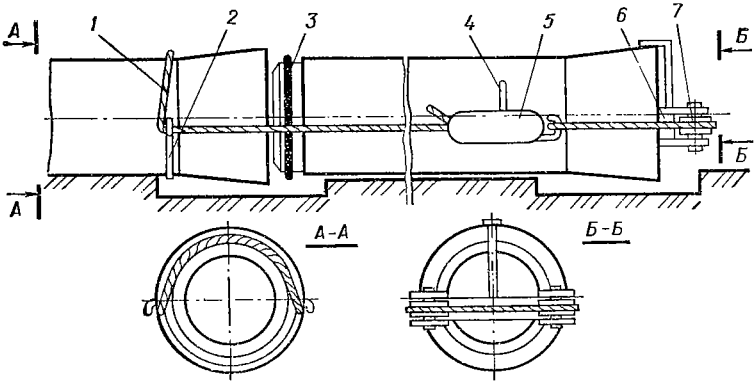


Рис. 48.19. Монтаж труб с помощью рычажной лебедки

1 — трос; *2* — стальной полухомут; *3* — резиновое кольцо; *4* — рычаг; *5* — рычажная лебедка; *6* — упорная балка; *7* — блок

в раструбе укладываемой трубы, а винтовая распорка — внутри уложенной трубы с наклоном 5—10° в сторону раструба; продвижение трубы до конечного положения осуществляется путем равномерного завинчивания гаек на тягах.

3. С помощью натяжного приспособления винтового типа с шарнирным хомутом, устанавливаемым на уложенной трубе (рис. 48.18).

Шарнирный хомут закрепляется на раструбе уложенной трубы;

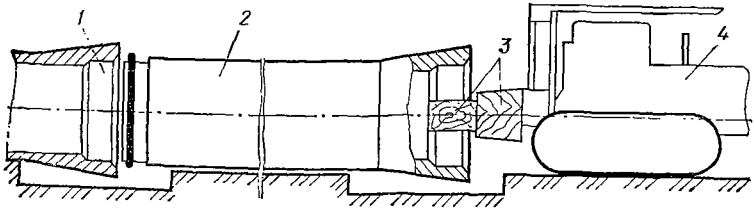


Рис. 48.20. Монтаж труб с помощью бульдозера или трактора
1 — уложенная труба; *2* — укладываемая труба; *3* — деревянные брусья; *4* — бульдозер или трактор

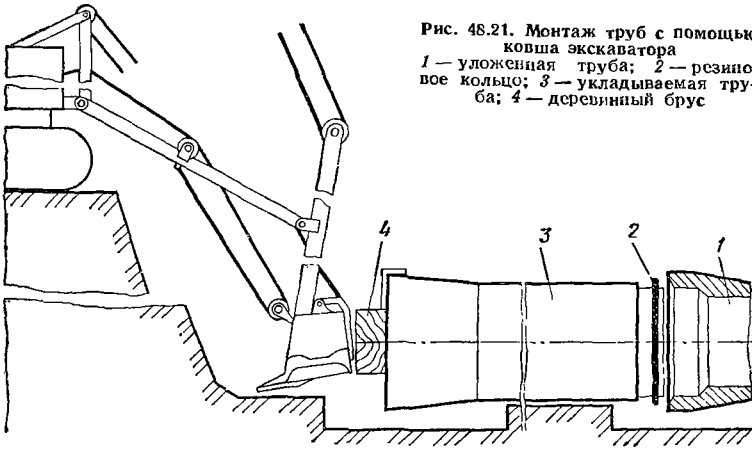


Рис. 48.21. Монтаж труб с помощью ковша экскаватора
1 — уложенная труба; *2* — резиновое кольцо; *3* — укладываемая труба; *4* — деревянный брус

на раструбный конец укладываемой трубы устанавливается опорная крестовина; буртовый конец вводится в раструб уложенной трубы вращением натяжного винта.

4. С помощью рычажной лебедки (рис. 48.19).

Тяговый трос лебедки закрепляется металлическим хомутом с двух сторон раструба уложенной трубы; пропускается через блоки упорной балки; с помощью рычага лебедки натягивается трос.

5. С помощью бульдозера или трактора (рис. 48.20).

Продвижение укладываемой трубы до конечного положения производится бульдозером, оборудованным деревянным брусом; после окончания монтажа стыкового соединения нож бульдозера при обратном ходе производит подчистку дна траншеи.

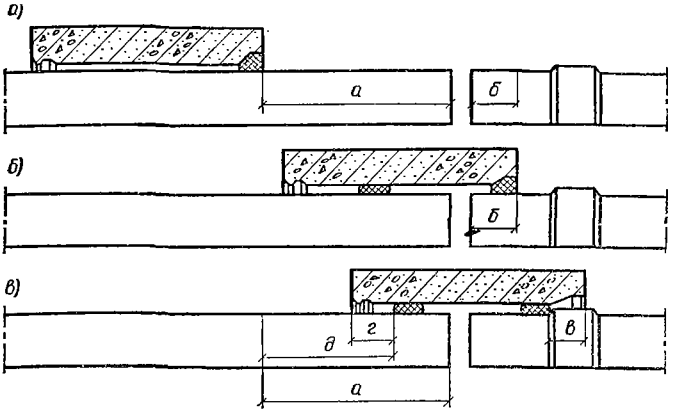


Рис. 48.22. Монтаж стыкового соединения с применением безбуртовой муфты
а — первая стадия монтажа и начальное положение первого резинового кольца; *б* — вторая стадия монтажа и начальное положение второго резинового кольца; *в* — конечное положение муфты и резиновых колец в смонтированном стыке

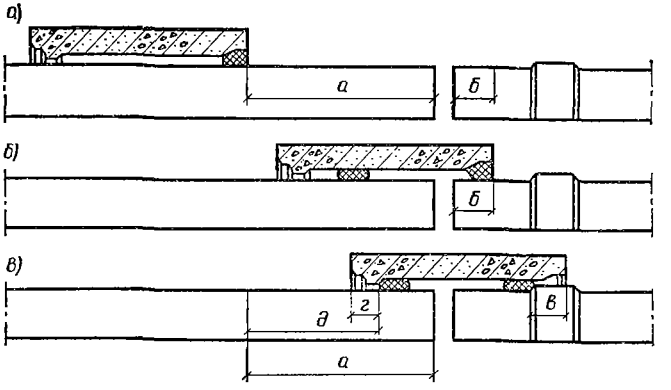


Рис. 48.23. Монтаж стыкового соединения с применением однобуртовой муфты
см. экспликацию к рис. 48.22

6. С помощью ковша экскаватора (рис. 48.21).

Этот способ монтажа применяется в слабых обводненных грунтах, когда разработка траншеи и подготовка основания производятся только для одной трубы.

Монтаж трубопроводов с муфтовыми соединениями. После выполнения центровки и проверки правильности укладки труб (по шну-

ру, отвесу и визирке) на концах соединяемых труб делают отметки, определяющие начальное положение резиновых колец (рис. 48.22 и 48.23) — расстояния *а* и *б* (табл. 48.9). Муфту устанавливают в исходное положение так, чтобы ее торец с рабочей стороны совпадал с отметкой на трубе.

Резиновое кольцо размещают около рабочего конца муфты и легкими ударами конопатки вводят в коническую часть муфты заподлицо с ее торцом. С помощью монтажных приспособлений муфту продвигают в направлении ко второй трубе и одновременно закатывают первое резиновое кольцо в пространство между трубой и муфтой. Конечное положение резиновых колец показано на рис. 48.22 и 48.23, а расстояния приведены в табл. 48.10.

Монтаж фасонных частей. Стальные фасонные части должны быть снаружи покрыты антикоррозионной изоляцией. Тип противокоррозионной изоляции внутренних поверхностей устанавливается проектом.

Таблица 48.9. РАЗМЕТКА ПОЛОЖЕНИЙ МУФТЫ И РЕЗИНОВЫХ КОЛЕЦ ПЕРЕД НАЧАЛОМ МОНТАЖА

Муфта	Расстояние, мм, от торца трубы до отметки на конце трубы	
	без бурта *а*	с буртом *б*
Железобетонная:		
предварительно напряженная	360	80
с металлической обечайкой	370	70
Асбестоцементная:		
с буртом	330	70
без бурта	330	80

Примечание. Допускаемое отклонение расстояний ±5 мм.

Таблица 48.10. РАССТОЯНИЯ, мм, ОТ ТОРЦОВ МУФТЫ ДО РЕЗИНОВЫХ КОЛЕЦ В СМОНТИРОВАННОМ СТЫКЕ

Муфта	Расстояние до резинового кольца		
	от торца муфты		от его начального положения *д*
	с рабочей стороны *в*	с нерабочей стороны *г*	
Железобетонная:			
предварительно напряженная	70	50	250
с металлической обечайкой	70	20	255
Асбестоцементная:			
с буртом	60	50	230
без бурта	60	70	230

Примечание. См. примечание к табл. 48.9.

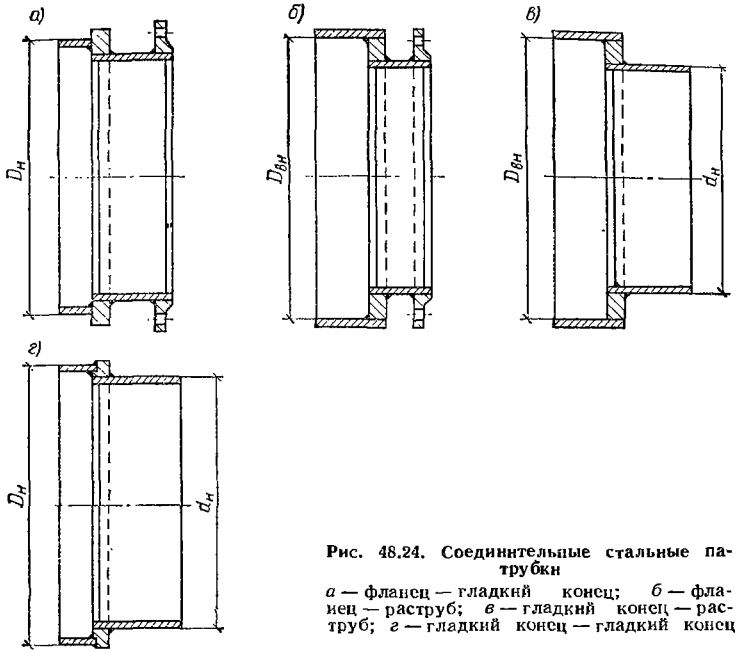


Рис. 48.24. Соединительные стальные патрубки

а — фланец — гладкий конец; *б* — фланец — раструб; *в* — гладкий конец — раструб; *г* — гладкий конец — гладкий конец

Фасонные части следует устанавливать одновременно с укладкой труб. Разрывы оставляются лишь при разделении трубопровода на отдельные испытательные участки.

Конструкции стальных соединительных вставок разработаны институтом Укрпроектстальконструкция (альбом серии 3.901-1) по следующей номенклатуре: фланец — гладкий конец; фланец — раструб; гладкий конец — раструб и гладкий конец — гладкий конец (рис. 48.24).

Размеры стальных сварных вставок должны строго соответствовать размерам труб, с которыми они будут соединяться, наружному диаметру гладкого конца труб или внутреннему диаметру раструба, а также размерам фасонных частей и арматуры, к которым будут присоединяться трубы.

Все размеры фланцев на соединительных патрубках должны точно соответствовать размерам фланцев той фасонной части или арматуры, с которыми они соединяются.

При монтаже узлов с применением соединительных патрубков должны использоваться резиновые уплотнительные кольца тех же

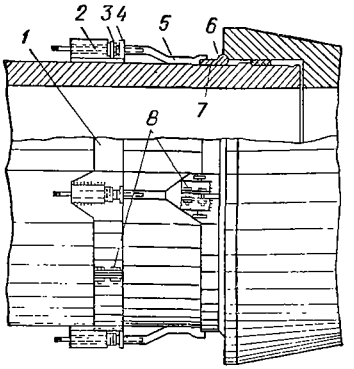


Рис. 48.25. Зажимное приспособление

1 — съемный хомут; *2* — опорная обойма; *3* — гайка; *4* — направляющая обойма; *5* — толкатель; *6* — ремонтное резиновое кольцо; *7* — ремонтный хомут; *8* — стяжные болты

размеров, что и принятые для монтажа стыков труб. Монтаж этих узлов производится теми же приемами, которыми осуществляется монтаж стыков трубопровода.

Устранение дефектов трубопроводов. При нарушении герметичности стыковых соединений трубопровода устанавливают дополнительное резиновое кольцо на всю окружность стыка или отрезка резинового шнура непосредственно на дефектное место.

Ремонт раструбного стыкового соединения с применением резиновых колец производится в следующем порядке: раструбную щель очищают от цементно-песчаного раствора и загрязнений; отрезок резинового шнура, меньший длины окружности трубы на 3—8 %, склеивают, натягивая с помощью струбцин по срезанным плоскостям; на трубе устанавливают съемный хомут (рис. 48.25) с приваренными к нему четырьмя обоймами с гайками и толкателями; вращением гаек толкатель вдавливает резиновое кольцо с помощью ремонтного хомута в раструбную щель; после проверки герметичности стыка гидравлическим давлением стык бетонируют вместе с ремонтным хомутом.

Ремонт раструбного стыкового соединения с применением резинового шнура на части окружности стыка производится тем же зажимным приспособлением и в том же порядке; для уплотнения между шнуром и ремонтным хомутом вводится металлическая пластина (вкладыш) длиной, равной длине отрезка шнура.

При повреждениях или значительных дефектах трубы следует удалять и заменять стальными отрезками труб соответствующего диаметра. При этом должны быть установлены стальные переходные патрубки.

При незначительных дефектах труб (свищи, трещины, раковины и др.) следует установить на дефектное место «пластырь» из листовой резины и металлического листа и затянуть его хомутами.

Несущая способность виброгидропрессованных труб. Расчетная внешняя нагрузка при одновременном действии расчетного внутреннего гидравлического давления определяется по формуле

$$Q = Q_{пр}\,(1 - p/p_{пр}),$$

где $Q_{пр}$ — предельная внешняя нагрузка при отсутствии внутреннего давления; p — расчетное внутреннее давление в трубопроводе; $p_{пр}$ — предельное внутреннее давление в трубопроводе при отсутствии внешней нагрузки.

В качестве показателя, характеризующего несущую способность железобетонных виброгидропрессованных труб на восприятие внутреннего давления $p_{пр}$, принято давление трещинообразования $p_т$. Значения $p_{пр}$ и $Q_{пр}$ даны в табл. 48.11.

Таблица 48.11. ЗНАЧЕНИЯ $p_{пр}$ И $Q_{пр}$ ДЛЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ВИБРОГИДРОПРЕССОВАННЫХ ТРУБ

Диаметр условного прохода труб, мм	Значения $p_{пр}$ и $Q_{пр}$ для труб класса						Толщина стенки труб, см
	I		II		III		
	$p_{пр}$, МПа	$Q_{пр}$, кН/м	$p_{пр}$, МПа	$Q_{пр}$, кН/м	$p_{пр}$, МПа	$Q_{пр}$, кН/м	
500	2,25	108	1,75	84	—	—	5,5
600	2,25	128	1,75	101	—	—	5,5
800	2,4	137	1,95	108	1,35	79	6,5
1000	2,5	164	1,95	128	1,4	94	7,5
1200	2,5	188	1,95	147	1,45	109	8,5
1400	2,55	217	2	172	1,5	125	9,5
1600	2,55	243	2	186	1,5	137	10,5

48.3. Монтаж безнапорных железобетонных и бетонных трубопроводов

Перед укладкой труб следует проверить соответствие проекту отметок дна траншеи, ее ширины, заложения откосов, подготовки основания и надежности крепления стенок открытой траншеи, а также осмотреть завезенные для укладки трубы и фасонные части и при необходимости очистить их от загрязнений.

Трубы, не удовлетворяющие требованиям табл. 5.12 и 48.12, не допускаются к укладке.

При испытании на прочность и трещиностойкость трубы должны выдерживать без разрушения контрольные нагрузки, указанные в табл. 5.12.

Таблица 48.12. ТРЕБОВАНИЯ К СОСТОЯНИЮ ПОВЕРХНОСТИ БЕТОННЫХ ТРУБ

Дефекты	Отклонения
Трещины на внутренней и наружной поверхностях трубы	Не допускаются
Единичные раковины, наплывы и околы бетона на внутренней поверхности трубы	Допускаются глубиной (высотой) не более 3 мм и длиной (шириной) не более 20 мм
Раковины, наплывы и околы бетона на наружной поверхности трубы	Допускаются длиной (шириной) не более 20 мм, глубиной (высотой) не более 3 мм для труб диаметром 100—300 мм и не более 5 мм для труб диаметром 400—1000 мм в количестве не более 10 шт. на 1 м^2 поверхности трубы
Заусенцы, наплывы и околы бетона на внутренних и наружных кольцевых ребрах раструбного и гладкого концов, а также фальцевых труб	Допускаются глубиной (высотой) не более 3 мм

Опущенные кранами в траншею трубы укладывают на заранее подготовленное основание, центрируют и проверяют правильность их укладки с помощью ходовой визирки.

Выбор кранового оборудования производится в зависимости от массы труб, ширины и глубины траншеи.

Трубы раструбные и муфтовые надлежит стыковать с зазором между гладким концом трубы и упорной поверхностью раструба: диаметром до 700 мм — 10 мм, диаметром более 700 мм — 15 мм. Все основные размеры бетонных и железобетонных труб приведены в разд. I.

Раструбные стыковые соединения железобетонных труб типов ФТ и ФТП и бетонных труб заделывают смоляной или битуминизированной пеньковой прядью и асбестоцементом, а также мастиками-герметиками, обеспечивающими водонепроницаемость стыкового соединения.

Раструбные стыковые соединения железобетонных труб типов РТБ, РТС, РТПБ и РТПС уплотняют резиновыми кольцами, поставляемыми комплектно с трубами.

Стыки фальцевых труб заделывают цементно-песчаным раствором, асфальтовой мастикой, битумно-резиновыми прокладками и другими материалами.

Ориентировочный расход материалов на заделку стыков указан в табл. 48.13.

Монтаж трубопроводов с раструбными стыковыми соединениями с уплотнением резиновыми кольцами. Монтаж трубопроводов этого типа производится теми же методами, что и монтаж напорных

Таблица 48.13. РАСХОД МАТЕРИАЛОВ НА 10 СТЫКОВ ТРУБ С РАСТРУБАМИ ТИПА РТ И РТП

Условный проход трубы, мм	Ширина кольцевого зазора, мм	Глубина раструба, мм	Расход материалов в трубопроводах				
			канализационных			водосточных	
			асбестоцементной смеси, м³	смоляной пряди, кг	цементного раствора 1:3, м³	асбестоцементной смеси, м³	цементного раствора 1:3, м³
400	15	100	0,02	15,4	—	0,038	—
500			0,028	19,8	—	0,046	—
600			0,034	22	—	0,054	—
800		110	0,047	33	0,033	0,077	0,033
1000			0,059	40,7	0,052	0,096	0,052
1200			0,07	47,6	0,068	0,113	0,068
1400			0,078	53,3	0,077	0,115	0,078
1600			0,091	60,8	0,087	0,132	0,091
2000	20	130	0,128	115,3	0,174	0,233	0,174
2400		140	0,166	149 9	0,226	0,303	0,226

железобетонных трубопроводов из раструбных труб. Трубы должны поставляться комплектно с резиновыми кольцами. Качество резины должно обеспечивать ее стойкость к воздействию сточных вод с pH = =3÷8.

Размеры колец в нерастянутом состоянии должны соответствовать указанным в табл. 48.14.

Таблица 48.14. РАЗМЕРЫ УПЛОТНЯЮЩИХ РЕЗИНОВЫХ КОЛЕЦ, мм

Условный проход D_y, мм	Внутренний диаметр резиновых колец (пред. откл. ±2 мм)	Диаметр поперечного сечения резиновых колец (пред. откл. ±1 мм)	Условный проход D_y, мм	Внутренний диаметр резиновых колец (пред. откл. ±2 мм)	Диаметр поперечного сечения резиновых колец (пред. откл. ±1 мм)
400	450	24	1200	1230	24
500	545	24	1400	1440	25
600	660	24	1600	1650	30
800	835	24	2000	2070	30
1000	1035	24	2400	2480	30

При укладке труб на монолитное или сборное бетонное или железобетонное основание под трубу предварительно наносится слой цементно-песчаного раствора 1 : 3.

Заделка раструбного стыкового соединения типа РТ и РТП по ГОСТ 6482.1—79*, а также стыкового соединения бетонных труб по

ГОСТ 20054—82 производится конопаткой раструба на половину его глубины двумя витками просмоленной или битуминизированной пеньковой пряди и зачеканкой увлажненной асбестоцементной смесью (30 % асбеста, 70 % цемента). Заделка раструбных соединений этих труб производится также герметиками или другими мастиками, обеспечивающими необходимую плотность и эластичность соединения. Размеры стыковых соединений и глубина заделки приведены в табл. 48.15.

Таблица 48.15. ШИРИНА ЗАЗОРА И ГЛУБИНА ЗАДЕЛКИ РАСТРУБНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Условный проход трубы, мм	Ширина кольцевого зазора, мм	Глубина заделки, мм		
		пеньковой прядью	цементным и асбестоцементным раствором	герметиками
400, 500	15	50	50	40—50
600				50
800, 1000, 1200, 1400, 1600		55	55	50—70
2000	20	65	65	75—90
2400		70	70	90—95

Стандартная форма фальцевого стыка и размеры элементов фальца приведены в табл. 5.8.

Фальцевые стыки труб диаметром более 1000 мм заделывают по всему периметру пенковой прядью и затирают цементным раствором состава 1 : 1. После того как раствор затвердеет, снаружи каждого стыка делают поясок из цементного раствора. Для образования пояска снаружи стыка устанавливают специальные коробки, сечение которых соответствует сечению пояска (табл. 48.16). Предварительно устанавливают прутковую арматуру или металлическую сетку. В коробки заливают цементный раствор.

Таблица 48.16. РАЗМЕРЫ ПОЯСКОВ, мм, ПРИ ЗАДЕЛКЕ СТЫКОВ ФАЛЬЦЕВЫХ ТРУБ

Условный проход трубы, мм	Толщина поясков	Ширина поясков	
		в основании	вверху
400, 500, 600	40	110	60
800, 1000	60	130	80
1200, 1400	70	140	90
1600, 2000	100	200	110

Стыки фальцевых труб диаметром 2000—4000 мм, укладываемых на бетонное или железобетонное основание, рекомендуется заделывать торкретом по арматурной сетке. При укладке труб диаметром 400—800 мм для заделки стыков на фальцы наносят цементный раствор, после чего плотно придвигают одну трубу к другой.

Для образования гибких фальцевых стыковых соединений в качестве уплотняющего материала применяют холодные мастики в виде готовых прокладок, наклеиваемых на торцы труб. НИИМосстроем и НИИАсбестоцементом разработаны прокладки на основе битумно-резинового вяжущего.

Противоморозные добавки для заделки стыковых соединений в зимнее время. В строительстве получили распространение противоморозные добавки: хлористый кальций, хлористый натрий, поташ и нитрит натрия. Процесс нарастания прочности бетона с различными противоморозными добавками показан в табл. 48.17.

Таблица 48.17. НАРАСТАНИЕ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА С ПРОТИВОМОРОЗНЫМИ ДОБАВКАМИ

Добавки	Прочность бетона в стыке, % марочной прочности, при твердении на морозе в течение	
	7 сут	28 сут
Хлористые соли	20—25	40—50
Поташ	10—30	50—70
Нитрит натрия	10—25	40—60

Оптимальное количество солей определяется температурой наружного воздуха (табл. 48.18).

Таблица 48.18. КОЛИЧЕСТВО ПРОТИВОМОРОЗНЫХ ДОБАВОК, ВВОДИМЫХ В РАСТВОР ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА

Температура наружного воздуха, °С	Количество добавок, % массы цемента		
	хлористый натрий + хлористый кальций	поташ	нитрит натрия
До —5	—	5—6	4—6
От — 6 до —10	3,5±1,5	6—8	6—8
От —11 до —15	—	8—10	—
От —16 до —20	—	10—12	—
От —21 до —25	—	12—15	—

Уплотнение стыковых соединений раструбных труб герметиками. Для заделки стыковых соединений раструбных безнапорных железобетонных и бетонных труб рекомендуется использовать полисульфидные (тиоколовые) герметики марок 51-УТ-37А и КБ-1 (ГС-1). Гер-

метик 51-УТ-37А применяется при максимальном рабочем давлении 0,5 МПа, а КБ-1 — 0,1 МПа. Рецептура для приготовления герметиков приведена в табл. 48.19.

Таблица 48.19. СОСТАВЫ ГЕРМЕТИКОВ

Марка герметика	Составные компоненты	Количество в частях по массе
51-УТ-37А	Герметизирующая паста У-37А Вулканизирующая паста № 17 Дифенилгуанидин (ДФГ)	100 15—17 0,3—1
КБ-1 (ГС-1)	Герметизирующая паста К-1 Вулканизирующая паста Б-1	100 9—14

Для получения герметиков более густой консистенции, необходимой для производства работ в жаркое время года, в их состав вводят добавки: для герметика 51-УТ-37А — асбестовая крошка № 6 крупностью до 2 мм в количестве до 40 % по массе или резиновая крошка крупностью до 1 мм в количестве 25 % по массе; для герметика КБ-1 — асбестовая крошка до 50 % по массе и резиновая крошка до 25 % по массе.

Добавки вводятся после того, как приготовлена смесь из основных компонентов герметика.

Приготовляют герметик следующим образом: первоначально, в течение 2—3 мин перемешивают вместе герметизирующую и вулканизирующую пасту, затем вводят в соответствии с установленной рецептурой ускоритель вулканизации ДФГ и снова всю массу перемешивают в течение 2—4 мин до получения однородной массы. Не допускается в качестве разбавителя применять ацетон, толуол и этилацетат, так как они ухудшают физико-механические свойства герметиков.

Наиболее важными характеристиками герметика при производстве работ являются его жизнеспособность и продолжительность вулканизации. Жизнеспособность герметика определяется временем, в течение которого приготовленный герметик сохраняет пластическое состояние и легко вводится в стыковое соединение, а также температурой воздуха, при которой производится герметизация стыковых соединений (табл. 48.20).

Процесс вулканизации определяется временем (табл. 48.21), по истечении которого герметик приобретает оптимальные физико-механические показатели, приведенные в табл. 48.22.

В раструбную щель герметик вводят через насадок, который крепится к наконечнику шприца или к наконечнику шланга пневматиче-

Таблица 48.20. ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ГЕРМЕТИКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

Температура воздуха, °С	Жизнеспособность, ч, герметика марки	
	51-УТ-37А	КБ-1 (ГС-1)
0	10—12	12—14
10	3—7	5—8
20	1—2	2—4

ского аппарата. Конструкция насадков определяется глубиной и шириной раструбной щели стыковых соединений труб. Изготовляют насадки из жести, полиэтилена и других материалов.

Таблица 48.21. ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПОЛНОГО ПРОЦЕССА ВУЛКАНИЗАЦИИ ГЕРМЕТИКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Температура окружающей среды, °С	Продолжительность вулканизации, сут, герметика марки	
	51-УТ-37А	КБ-1 (ГС-1)
20	7	10
10	10	12
0	16	20
—5	22	27

Таблица 48.22. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГЕРМЕТИКОВ

Показатели	Марка герметика	
	51-УТ-37А	КБ-1 (ГС-1)
Сопротивление разрыву, МПа (не менее)	0,15	0,1
Удлинение, % (не менее):		
относительное	250	200
остаточное	8	18
Температура хрупкости, °С (не более)	—40	—36

Герметизацию стыков рекомендуется начинать снизу вверх сразу на всю глубину раструбной щели. Шприц следует перемещать по раструбной щели плавно, без рывков, под небольшим углом к торцу трубы. Передача внешней нагрузки от грунта или внутреннего гидравлического давления на загерметизированные стыковые соединения допускается после их выдержки: для 51-УТ-37А — 70 % продолжительности полного процесса вулканизации, для КБ-1 — 100 % (см. табл. 48.21).

Перед началом герметизации раструб и гладкий конец следует отцентрировать так, чтобы ширина раструбной щели была одинаковой по всему периметру, предварительно концы труб должны быть

очищены от загрязнений маслами, жирами или смолами. В раструбную щель вводят один виток белой пряди для предохранения герметика от вытекания внутрь трубы. Прядь вводят с помощью конопатки. Битуминизированную, просмоленную или промасленную прядь применять запрещается.

Для предотвращения вытекания герметика КБ-1 из стыкового соединения наружу необходимо у конца раструба устанавливать хомут со жгутом из каболки, который снимается после отверждения герметика. При заделке стыков герметиком 51-УТ-37А устанавливать хомуты не требуется.

Стыковые соединения труб герметизируют с помощью пневматического шприца. При малых объемах работ применяют ручной шприц. Герметизацию стыковых соединений труб больших диаметров производят с помощью пневматических аппаратов, имеющих вместимость бачка 20 и более литров.

Техническая характеристика ручного шприца

Полезная вместимость патрона, л	0,8
Ход поршня, мм	280
Масса (без мастики), кг	1,9

Техническая характеристика пневматического шприца

Вместимость сменных цилиндров, л	1,25; 1,75; 2,5
Максимальный ход поршня, мм	250; 350; 450
Диаметр поршня, мм	80
Максимальное рабочее давление, МПа	0,6
Тип компрессора	0,38; 0,38М; 0,38Б; 0,39А
Масса (без мастики), кг	1,86; 1,93; 2

Глава 49. ЧУГУННЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ С ЗАДЕЛКОЙ СТЫКОВОГО СОЕДИНЕНИЯ ПРЯДЬЮ И АСБЕСТОЦЕМЕНТОМ

49.1. Укладка и центровка труб

При прокладке труб на прямолинейном участке до заделки стыков необходимо отцентрировать трубы и проверить ширину раструбной щели, которая с учетом допусков должна иметь размеры, указанные в табл. 49.1.

Таблица 49.1. ШИРИНА РАСТРУБНОЙ ЩЕЛИ

Ширина щели, мм	Условный проход D_y, мм							
	65—80	100—200	250—400	450—500	600—700	800—900	1000	1200
Номинальная	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5
Наибольшая	12	12,5	13,5	14	15	15,5	16	17
Наименьшая	6	6	6,5	7	7	7,5	8	8

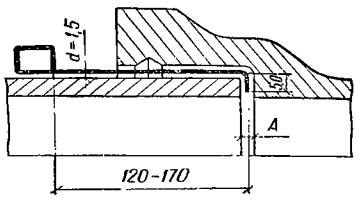


Рис. 49.1. Замеры зазора при стыковке труб

Прокладка труб по пологой кривой в горизонтальной и вертикальной плоскостях без применения фасонных частей допускается только при наличии стыковых соединений, уплотняемых резиновыми кольцами или манжетами, с поворотом в каждом стыке не более 2° для труб диаметром до 500 мм и не более 1° для труб диаметром свыше 500 мм. В местах изменения направления оси трубопровода ставятся упоры, а фасонные части в вертикальной плоскости закрепляются анкерами. Прокладку труб следует начинать с наиболее низких отметок раструбами вперед по ходу движения.

При стыковке труб торец гладкого конца не должен доходить до упорной поверхности раструба. Образующийся при этом зазор Λ (рис. 49.1) должен быть равен 5—6 мм для труб диаметром до 300 мм и 8—9 мм для труб диаметром более 300 мм. Величину зазора проверяют проволочными крючками. Требуемый зазор может быть также достигнут применением вкладышей-ограничителей.

49.2. Устройство водонепроницаемого уплотнения

Водонепроницаемость стыкового соединения обеспечивается равномерным уплотнением в раструбной щели пеньковой просмоленной или битуминизированной пряди (рис. 49.2). До уплотнения прядь скручивается в плотный жгут диаметром, несколько бо́льшим ширi-

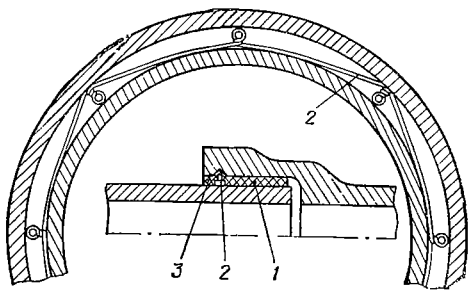


Рис. 49.2. Расположение армирующей проволоки в раструбной щели чугунных труб

1 — пеньковая прядь; *2* — армирующая проволока; *3* — асбестоцемент

ны раструбной щели. Уплотнение пряди ведется послойно сильными ударами молотка по конопатке вплоть до характерного упругого отскока конопатки от пряди после удара по ней молотком и молотка от конопатки. Жгут можно заготовлять как в виде одного отрезка, рассчитанного на конопатку раструбной щели на всю длину, так и в виде отдельных коротких отрезков, равных длине окружности раструбной щели с припуском 5—10 см. При этом стыки жгута в раструбе выполняются вразбежку.

Битуминизируют прядь в нефтяном битуме БН-IV, разведенном в бензине (состав по массе: битума 5 %, бензина 95 %). После битуминизации прядь хорошо просушивают.

Количество прядей и других материалов для заделки одного раструбного соединения следует определять по табл. 49.2.

Таблица 49.2. РАСХОД МАТЕРИАЛОВ НА 1 СТЫК

Условный проход трубы, мм	Ширина раструбной щели номинальная, мм	Глубина заделки асбестоцементной смесью, мм	Расход материалов, кг		Расход воды для увлажнения смеси, г
			сухой асбестоцементной смеси	пеньковой пряди	
65	9	25	0,2	0,1	20—25
80			0,25	0,13	25—30
100	9,5	30	0,3	0,15	30—35
125			0,37	0,17	35—40
150			0,49	0,24	50—60
200			0,6	0,33	60—70
250	10	30	0,81	0,45	80—95
300			0,91	0,5	90—110
350		35	1,4	0,6	140—170
400			1,6	0,68	160—190
450	10,5		1,85	0,84	185—225
500			2,05	0,93	205—245
600	11		2,65	1,45	265—315
700			3,08	1,76	300—360
800	11,5	42	4,7	1,98	470—565
900			5,4	2,5	540—650
1000	12	45	6,9	3,33	690—760

49.3. Устройство асбестоцементного замка

Асбестоцементная смесь для устройства замка приготовляется по массе из двух частей цемента и одной части асбестового волокна с добавкой воды в количестве 10—12 % массы смеси. Цемент используется не ниже марки М400, а асбестовое волокно — не ниже IV сорта. Стыки из пуццоланового портландцемента и шлакопортландце-

мента обладают повышенной антикоррозионной стойкостью, а из глиноземного цемента — быстрым набором прочности. Наличие в асбесте примесей и комков не допускается.

Сухая асбестоцементная смесь тщательно перемешивается. Постепенное и равномерное увлажнение смеси водой должно производиться непосредственно перед употреблением ее в дело.

Заполнение раструбной щели, увлажненной асбестоцементной смесью, и ее проконопатку начинают снизу раструба слоями не более 10 мм без перерывов. Стык заделывают полностью до начала схватывания асбестоцемента. На трубах диаметром более 500 мм могут работать одновременно два конопатчика. После заделки замок увлажняют 3—4 раза в течение первых суток и закрывают мешковиной, тряпками, мхом и т. п. В дальнейшем, если стыки не присыпаны землей, их увлажняют в течение нескольких дней.

Продолжительность выдерживания асбестоцементного замка зависит от давления, на которое рассчитан трубопровод:

давление, МПа	до 0,05	0,05—0,3	свыше 0,3
продолжительность выдерживания, ч	0	12	24

При необходимости защиты асбестоцементного замка от агрессивных воздействий раструбную щель заполняют не заподлицо — в ней оставляют углубление размером 2—3 мм для заполнения изоляцией. Проектом может предусматриваться усиление прочности раструбных соединений путем армирования асбестоцемента стальной проволокой (см. рис. 49.2, табл. 49.3).

Таблица 49.3. РАЗМЕРЫ, мм, ПРОВОЛОЧНОЙ АРМАТУРЫ

Условный диаметр трубы, мм	Диаметр проволоки	Диаметр петли	Расстояние между петлями
300	1,5	5	120
350	2	6	140
400			160
450			180
500			200
600			240
700			280
800	3	7	320
900			360
1000			400
1200			400

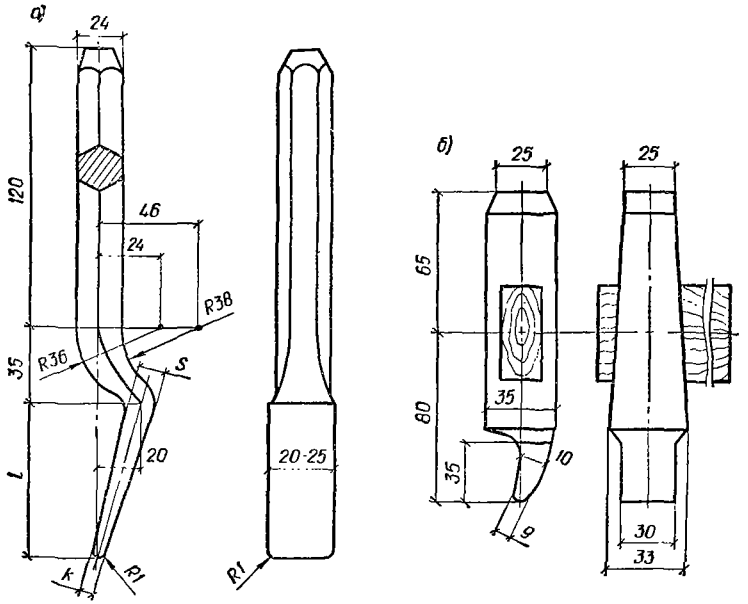


Рис. 49.3. Конопатки и чеканки (размеры *l*, *k*, *S* применяются по табл. 49.4)
а — ручные; *б* — кузнечного типа

49.4. Заделка стыковых соединений в зимнее время

При заделке стыков асбестоцементной смесью в зимних условиях при температуре менее —5 °С в асбестоцемент вместо воды следует добавлять мелкокристаллический хорошо рассыпающийся снег в количестве 15—17 % веса смеси. Оттаявшая смесь для заделки стыков не допускается.

При отрицательных температурах затворение асбестоцементной смеси водой разрешается только с предварительным добавлением в воду поташа:

Температура воздуха, °С	до —5	от —5 до —15	от —15 до —30
Добавка поташа, % от веса цемента	5	10	15

49.5. Инструмент для заделки стыков раструбных чугунных трубопроводов

Для конопатки пеньковой пряди и зачеканки асбестоцемента применяют следующие наборы конопаток и чеканок:

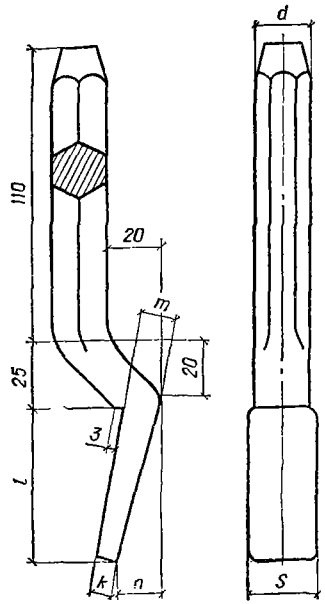


Рис. 49.4. Расклинка (размеры l, k, S, m, n, d принимаются по табл. 49.5)

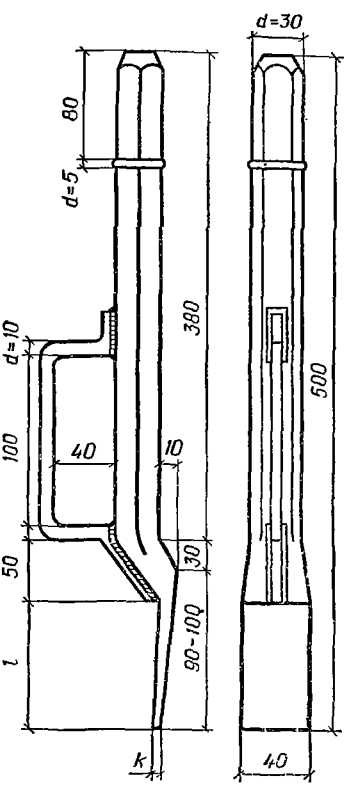


Рис. 49.5. Ломик-конопатка (размеры l, k принимаются по табл. 49.5)

Условный проход трубы, мм	Номер конопатки
50—300	3; 5; 6; 7; 8; 13
350—700	2; 4; 5; 9; 10; 13
800—1200	1; 4; 10; 11; 12

Размеры конопаток и чеканок даны на рис. 49.3 и в табл. 49.4, а расклинок и ломика-конопатки — на рис. 49.4 и 49.5, а также в табл. 49.5. Чеканки кузнечного типа применяются для труб диаметром 400 мм и более.

Конопатки, чеканки, расклинки изготовляются из инструментальной стали. После механической обработки инструмент должен быть термообработан.

При заделке раструбных стыков вручную применяются молотки-кувалдочки массой 1,5—2,5 кг, при применении чеканок кузнечного

Таблица 49.4. РАЗМЕРЫ, мм, КОНОПАТОК И ЧЕКАНОК

Обозначение размера	Номер конопатки или чекашки												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
l	120	105	100	80	65	60	45	45	45	45	45	45	45
S	9	8	7	9	7	8	8	9	10	11	12	14	6
k	5	4	3	7	5	7	7	8	9	10	11	13	4

типа — 4—5 кг. Можно применять также различные рубильные и клепальные молотки с энергией единичного удара 1 Дж и более. Однако при этом затруднено определение достаточности и равномерности уплотнения, особенно пеньковой пряди и, кроме того, возможно перерубание пряди.

Таблица 49.5. РАЗМЕРЫ, мм, РАСКЛИНОК И ЛОМИКА-КОНОПАТКИ

Условный проход трубы, мм	Обозначение размера					
	k	m	l	n	S	d
			Расклинки			
50—200	6 8 10	9 11 13	30	10	25	25
250—300	8 10 12	12 14 16	35	12	27	25 25 30
350—700	10 12 14	14 16 18	40	14	30	30
800—900	12 16 20 22	16 20 24 26	50	16	33	30 30 30 35
			Ломик-конопатка			
600—900	1—2	—	70—80	—	—	—

Глава 50. ЧУГУННЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ СО СТЫКОВЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ НА РЕЗИНОВЫХ УПЛОТНИТЕЛЯХ

50.1. Конструкции стыковых соединений

Стыковые соединения на резиновых уплотнителях позволяют значительно снизить трудоемкость монтажа, а также дают возможность производить испытания под давлением, равным 0,7 заводского испытательного давления. Раструбное стыковое соединение с резиновой самоуплотняющейся манжетой показано на рис. 50.1.

Для обеспечения водонепроницаемости стыковых соединений к трубам и резиновым кольцам предъявляют следующие требования:

поверхности гладких концов труб, а также внутренние поверхности раструбов должны быть гладкими без наплывов и рисок;

овальность не должна превышать допускаемых отклонений по наружному диаметру гладкого конца трубы и внутреннему диаметру раструба;

торец гладкого конца трубы должен быть перпендикулярен оси трубы, а у труб, соединяемых на манжетах, иметь с наружной стороны фаску;

поверхность колец должна быть гладкой, без трещин, пузырей, посторонних включений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные качества колец;

на всей рабочей поверхности манжет не должно быть более трех выступов или углублений высотой или глубиной до 1 мм, диаметром до 3 мм.

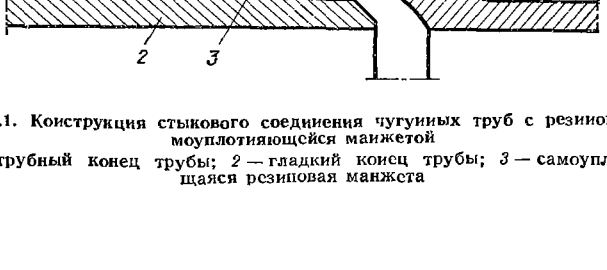


Рис. 50.1. Конструкция стыкового соединения чугунных труб с резиновой самоуплотняющейся манжетой

1 — раструбный конец трубы; *2* — гладкий конец трубы; *3* — самоуплотняющаяся резиновая манжета

50.2. Монтаж стыкового соединения с резиновой самоуплотняющейся манжетой

Перед началом монтажных работ необходимо устранить в начале участка концевой упор, в который должна упираться первая труба и который впоследствии может быть использован при гидравлическом испытании трубопровода. Затем следует очистить гладкий конец и раструб с кольцевым пазом от загрязнений, и особенно от масла, жира и натеков битума в кольцевой паз; проверить соответствие размеров трубы типоразмерам манжет Б-I и Б-II.

Трубы при опускании их в траншею захватываются двухветвевым стропом за концы. Монтаж стыка производится в следующем порядке (рис. 50.2):

с помощью шаблона на гладком конце трубы мелом отмечают длину конца трубы, вводимого в раструб уложенной трубы; зазор *С* между гладким концом трубы и упорной поверхностью раструба для труб диаметром до 300 мм должен быть равен 5 мм;

в кольцевой паз раструба закладывают резиновую манжету, контролируя размещение гребня манжеты в кольцевом пазе; при наличии загрязнений его необходимо прочистить;

наружную поверхность гладкого конца трубы на длину раструба и внутреннюю поверхность манжеты смазывают графитоглицериновой смазкой состава: графит порошковый 45—50 %, глицерин 30 %, вода 20—25 %; расход смазки 200 г на 1 м² площади рабочей поверхности;

монтируемую трубу с помощью монтажного приспособления вводят гладким концом в раструб ранее уложенной трубы до ограничительной линии;

раструбный конец центрируют по шнуру и отвесу и закрепляют подбивкой грунта до половины диаметра трубы.

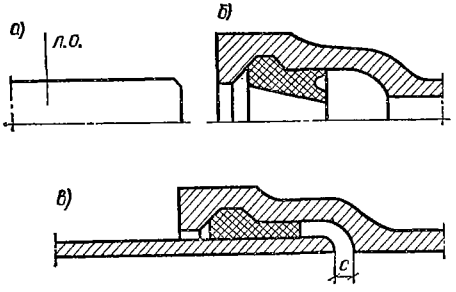


Рис. 50.2. Схема монтажа стыка с самоуплотняющейся манжетой

а — разметка гладкого конца трубы; *б* — установка самоуплотняющейся манжеты в раструб; *в* — введение гладкого конца в раструб; Л.О. — линия ограничения ввода гладкого конца трубы

50.3. Монтаж фасонных частей

Фасонные части устанавливают одновременно с укладкой труб. Конструкции стальных соединительных вставок под резиновую манжету разработаны в тресте Центроспецстрой Минмонтажспецстроя СССР по следующей номенклатуре: раструб — гладкий конец и фланец — гладкий конец (рис. 50.3). Размеры соединительных вставок должны строго соответствовать размерам наружного диаметра гладкого конца трубы и внутреннего диаметра раструба.

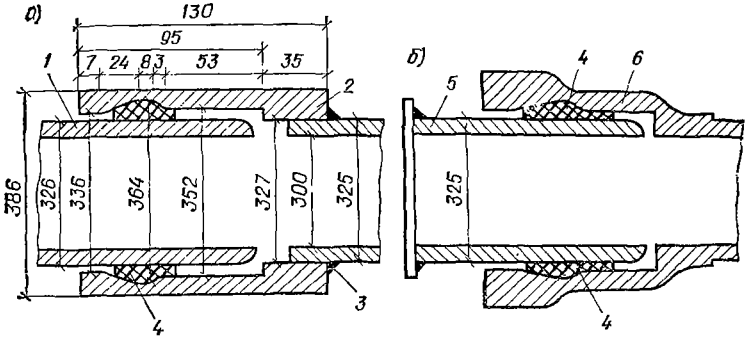


Рис. 50.3. Стальные фасонные соединительные части для труб диаметром 300 мм

а — раструб — гладкий конец; *б* — фланец — гладкий конец; *1* — гладкий конец чугунной трубы; *2* — стальной раструб фасонной части; *3* — сварной шов; *4* — резиновая манжета; *5* — гладкий конец фасонной части; *6* — раструб чугунной трубы

При монтаже узлов с применением соединительных вставок следует использовать резиновые уплотнительные кольца тех же размеров, что и принятые для монтажа стыков трубы. Монтаж этих узлов производится теми же приемами и монтажными инструментами, которые рекомендованы для монтажа стыков трубопроводов.

50.4. Монтажные приспособления

Канатно-рычажное монтажное приспособление. Монтируемую трубу обхватывают гибким канатом два-три раза и петлей зацепля-

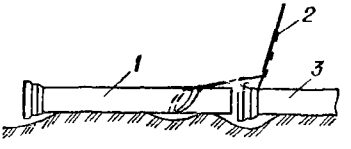


Рис. 50.4. Рычажно-тросовое приспособление

1 — уложенная труба; *2* — рычажно-тросовое приспособление; *3* — монтируемая труба

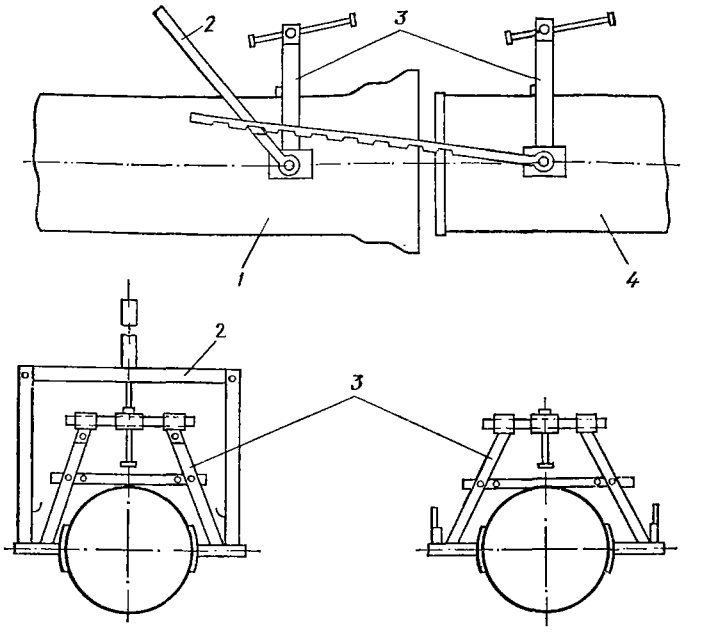


Рис. 50.5. Монтажное приспособление реечного типа с винтовыми захватами
1 — уложенная труба; *2* — рычаг; *3* — винтовые захваты; *4* — монтируемая труба

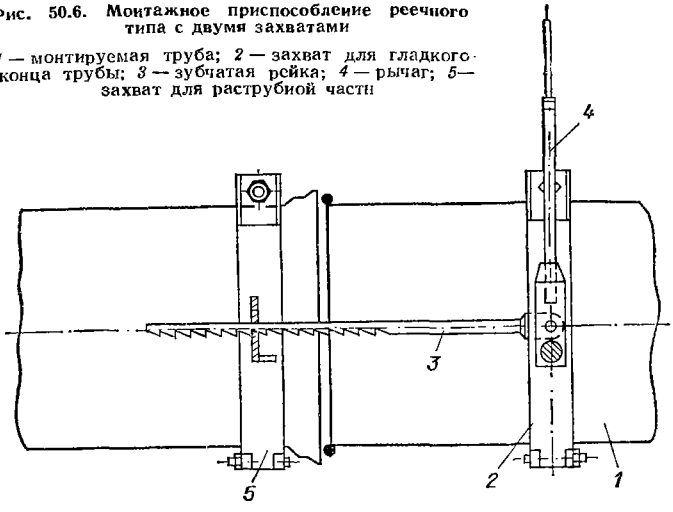
ют за крюк. Вторую петлю на конце каната пропускают через вилку рычага и закрепляют на внутренней стороне рычага. Вилка и рычаг вырезаны из полосовой или уголковой стали или сварены из газовых труб (рис. 50.4).

Реечное монтажное приспособление. Это приспособление состоит: из двух пар полухомутов, изготовленных из листовой стали, скрепленных шарниром и стягиваемых болтами с гайками; рычага, изготовленного из уголков или швеллеров; зубчатой рейки. По бокам хомута на уложенной трубе имеются отверстия, за края которых закрепляются зубцы рейки. Ко второму хомуту прикрепляют рычаг и рейки, насаженные эксцентрично по отношению к шарниру рычага. Оси стоек параллельны оси трубы (рис. 50,5).

Реечное монтажное приспособление из двух винтовых захватов. К одному захвату прикрепляется рычаг, а к другому — зубчатая рейка. В этой конструкции захваты могут быть использованы для монтажа труб нескольких диаметров. Захваты закрепляются с по-

Рис. 50.6. Монтажное приспособление реечного типа с двумя захватами

1 — монтируемая труба; *2* — захват для гладкого конца трубы; *3* — зубчатая рейка; *4* — рычаг; *5* — захват для раструбной части



мощью распорного болта с ручкой в середине для вращения его в двух гайках, прикрепленных к стойкам захватов (рис. 50.6).

Монтажное приспособление с центральным торцовым винтом. Это приспособление состоит: из накидного захвата, надеваемого на трубу в месте перехода ее в раструб, двух составных или цельных тяг; двух швеллеров-упоров, между которыми расположен радиально-упорный подшипник; торцового болта и ручки для его вращения. Тяги крепятся между хомутами и вторым швеллерным упором. Монтируемую трубу подают за счет раздвигания швеллера-упора, вращая торцовый болт (рис. 50.7).

Устройство с гибкими тягами и силовым цилиндром. На раструбный конец трубы надевается скоба захвата так, чтобы ее крюки располагались в горизонтальной плоскости. В раструб трубы вставляют кольцевую направляющую торцового упора со скрепленным с ним корпусом силового цилиндра. При этом торцовый упор и конец на конце штока вместе с огибающей его тягой должны быть расположены также в горизонтальной плоскости. После этого каждый из концов тяги соединяется одним из отверстий регулировочной планки с соответствующим крюком скобы захвата. При подаче жидкости в полость силового цилиндра происходит натяжение гибкой тяги. Выдвижению штока сопутствует подача укладываемой трубы к раструбу уложенной трубы и ввод гладкого конца в раструб при соблюдении соосности труб (рис. 50.8).

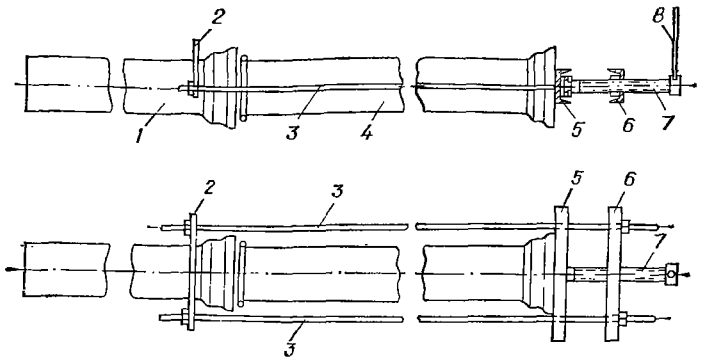


Рис. 50.7. Монтажное приспособление с центральным торцовым винтом
1 — уложенная труба; *2* — накидной захват; *3* — тяги; *4* — монтируемая труба; *5* — торцовый упор; *6* — второй швеллерный упор; *7* — винт; *8* — ручка

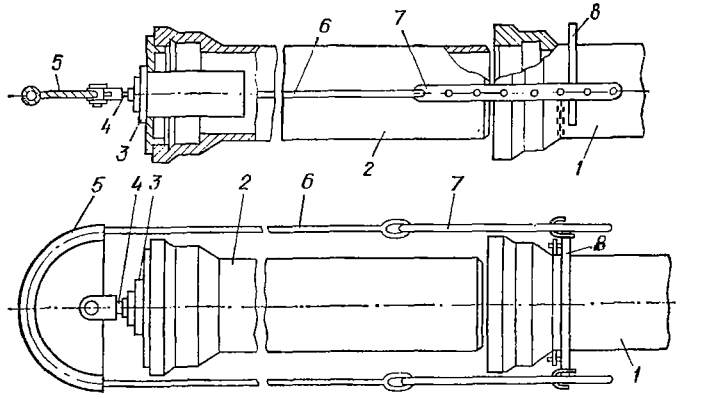


Рис. 50.8. Монтажное приспособление с гибкими тягами и гидроцилиндром
1 — уложенная труба; *2* — монтируемая труба; *3* — гидроцилиндр; *4* — шток; *5* — коуш; *6* — гибкие тяги; *7* — регулировочные планки; *8* — захват

Глава 51. КЕРАМИЧЕСКИЕ ТРУБОПРОВОДЫ

51.1. Укладка трубопроводов

Перед укладкой каждую керамическую трубу тщательно осматривают и производят выбраковку при наличии сколов или трещин. Трубы укладывают от низшей точки вверх, раструбами вперед

по заданному уклону, пользуясь ходовой визиркой. Правильность уклонов проверяется нивелиром, прямолинейность — шнуром.

При прокладке трубопровода на естественном песчаном основании для труб диаметром 150—300 мм основание устраивают плоским, а для труб диаметром 350—600 мм — в виде выкружки глубиной, равной 1/6 части диаметра трубы. При прокладке трубопровода на естественном глинистом основании для труб диаметром 150—300 мм выполняют плоскую песчаную подсыпку слоем 100 мм, а для труб диаметром 350—600 мм в песчаной подсыпке слоем 160—200 мм — выкружку глубиной, равной 1/6 части диаметра трубы. При слабой несущей способности грунтов основание может быть выполнено на щебеночно-гравийной подготовке или бетонное.

При стыковке труб величина зазора между торцами труб должна быть: 5—6 мм при диаметре труб до 300 мм и 8—9 мм при диаметре более 300 мм. Керамические трубы могут быть предварительно собраны в секции на бровке траншеи и затем опущены с помощью траверсы (рис. 51.1). Для опускания отдельных труб используют стальные скобы (рис. 51.2), нижняя полка которых короче длины трубы на 25—30 мм.

51.2. Заделка стыков

Стыки керамического трубопровода должны быть герметичными и обладать некоторой упругостью. Уплотнительные материалы указываются в проекте в зависимости от вида применяемых труб и назначения трубопровода. Параметры стыковых соединений приведены в табл. 51.1.

Керамические трубы имеют раструбные стыковые соединения, заделка которых в основном осуществляется предварительно битумированной или просмоленной пеньковой прядью. Перед сборкой

Таблица 51.1. ПАРАМЕТРЫ СТЫКОВОГО СОЕДИНЕНИЯ, мм

Диаметр условного прохода	Ширина кольцевой щели	Глубина заделки		
		пеньковой прядью	мастиками, глиной, цементным раствором	герметиками
150 200 250 300	18±8 21±9 23±11 24±12	30	30	30
350 400—550 600	25±13 25±13 26±14	35	35	40

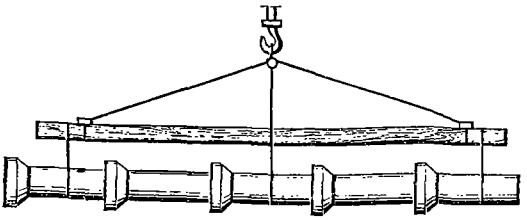


Рис. 51.1. Звено керамических труб, подготовленных для опускания в траншею

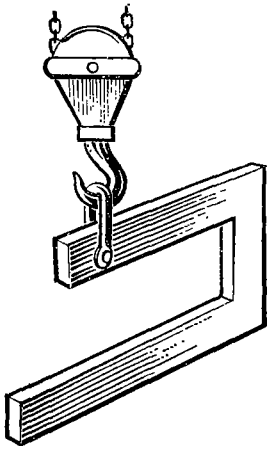


Рис. 51.2. Скоба для опускания тяжелых керамических труб

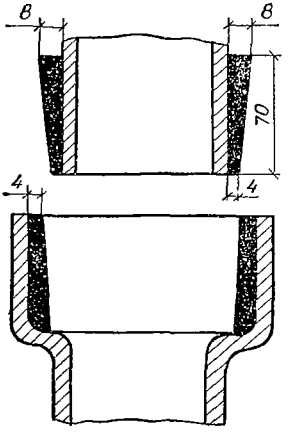


Рис. 51.3. Мастиковые кольца для холодного соединения труб

стыка на гладкий конец трубы на длину в полрезьбы наматывают прядь. После подачи гладкого конца в раструб прядь уплотняют конопаткой вручную без применения молотка, а оставшийся пустой зазор заполняют асфальтовой мастикой, битумом, асбестоцементной смесью или глиной. Асфальтовую мастику можно предварительно наносить на гладкий конец и в раструб (рис. 51.3). Глина используется жирная, хорошо промятая. Заделку стыков глиной применяют на тех участках, где исключено разрастание корней деревьев до трубопровода. Стыки трубопровода, уложенного на бетонное основание, заделывают, как правило, цементным раствором. Для заливки стыка предварительно разогретыми мастиками применяют металлические обоймы (рис. 51.4). При отрицательных температурах воздуха стыки труб перед заливкой следует прогреть.

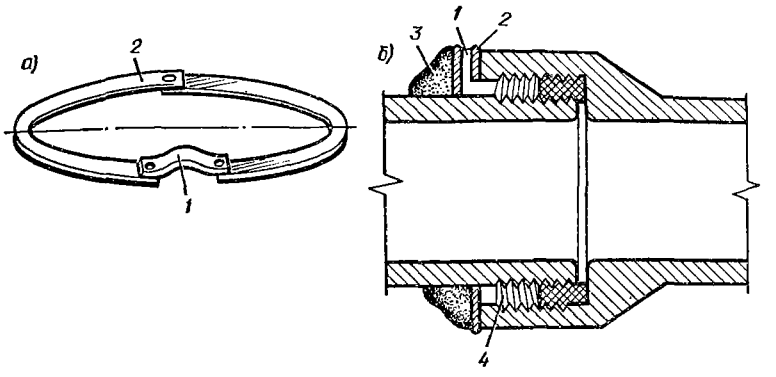


Рис. 51.4. Обойма для заливки асфальтовой мастики в раструб

а — шарнирная металлическая обойма; *б* — поперечный разрез стыка, подготовленного к заливке; *1* — литник; *2* — кольцо обоймы; *3* — обмазка глиной; *4* — пространство для мастики

Глава 52. АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ

52.1. Монтаж стыковых соединений напорных трубопроводов

Трубопроводы с рабочим гидравлическим давлением до 0,6 МПа монтируются на двухбуртных асбестоцементных муфтах с уплотнителями из резиновых колец круглого сечения (рис. 52.1); до 0,9 МПа — на двухбуртных асбестоцементных муфтах с резиновыми кольцами или на чугунных фланцевых муфтах с резиновыми кольцами (рис. 52.2).

Монтаж трубопроводов из труб на двухбуртных муфтах с применением колец круглого сечения. Если концы труб влажные, их обязательно протирают ветошью и присыпают сухим цементом или мелом в порошке, во избежание возможного проскальзывания колец при натяжении муфты, что может привести к перекосу и перекручиванию колец.

При монтаже трубопровода со стыковыми соединениями на двухбуртных асбестоцементных муфтах с использованием колец круглого сечения до начала центровки надевают муфту и резиновое кольцо на конец ранее уложенной трубы и кольцо на конец присоединяемой трубы.

Трубы центрируют по шнуру вдоль продольной оси так, чтобы

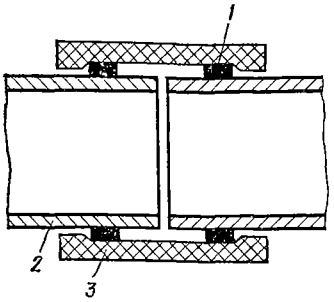


Рис. 52.1. Стыковое соединение на асбестоцементной двухбуртной муфте
1 — резиновое кольцо; *2* — труба; *3* — муфта

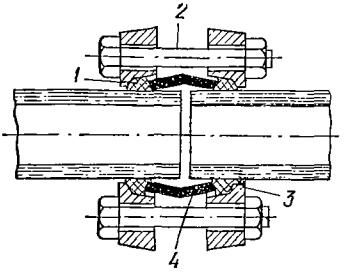


Рис. 52.2. Стыковое соединение на чугунной фланцевой муфте
1 — резиновое кольцо; *2* — болт; *3* — фланец; *4* — втулка

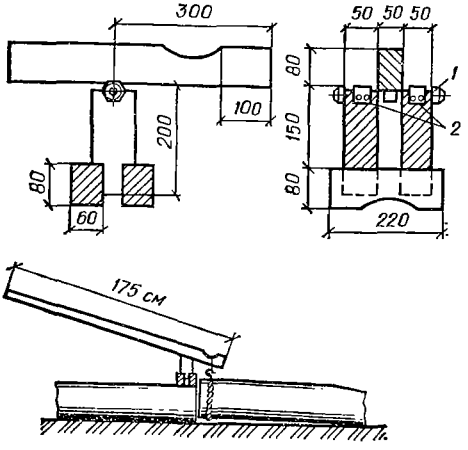


Рис. 52.3. Рычаг для центрирования асбестоцементных труб
1 — болт; *2* — металлические скобы

торцы их совпадали по всей окружности и оставался зазор между ними, равный 5—6 мм для труб условным проходом до 300 мм и 8—9 мм для труб условным проходом более 300 мм. Затем трубы присыпают грунтом в средней части и на концах труб мелом намечают места, где должны быть установлены резиновые кольца до начала монтажа, и места, где должны находиться торцы муфты по окончании монтажа.

Трубы условным проходом до 200 мм центрируют вручную. Более тяжелые трубы центрируют с применением специального рычага, как показано на рис. 52.3.

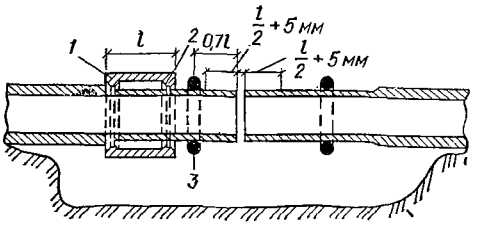


Рис. 52.4. Разметка стыкового соединения и начальное положение первого резинового кольца

1 — нерабочий буртик; *2* — рабочий буртик; *3* — первое резиновое кольцо

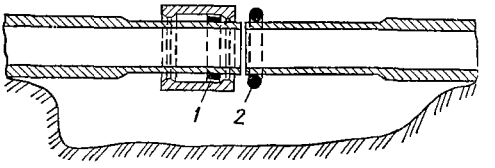


Рис. 52.5. Промежуточный момент монтажа и начальное положение второго резинового кольца

1 — первое резиновое кольцо; *2* — второе резиновое кольцо

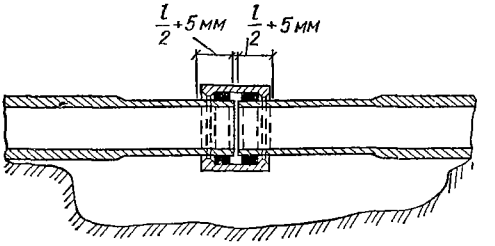


Рис. 52.6. Положение муфты и резиновых колец в смонтированном стыковом соединении

Качество смонтированного стыкового муфтового соединения во многом зависит от правильности установки колец перед натяжением муфты. Последовательность монтажа показана на рис. 52.4—52.6.

Правильность положения резиновых колец по окончании монтажа муфты проверяется шаблоном или линейкой. Уплотнительные резиновые кольца должны располагаться за рабочим буртиком: для труб условным проходом до 300 мм — на расстоянии 10—15 мм, для труб условным проходом более 300 мм — на расстоянии 15—20 мм. Со стороны нерабочего буртика резиновое кольцо должно находиться в непосредственной близости от него.

Если проверкой установлено, что стыковое соединение смонтировано с перекосом колец, его следует размонтировать и смонтировать заново.

Монтаж муфт производится рычажным домкратом (рис. 52.7),

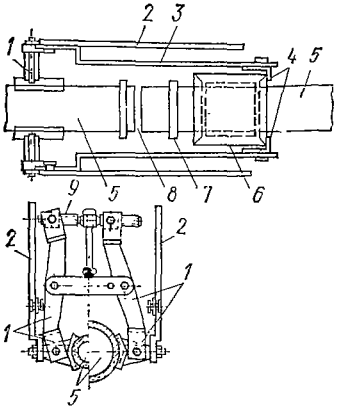


Рис. 52.7. Рычажный натяжной домкрат

1 — станина с зажимом; *2* — рычаги; *3* — тяги; *4* — захваты; *5* — трубы; *6* — муфта; *7* — резиновые кольца; *8* — стык; *9* — затяжной винт

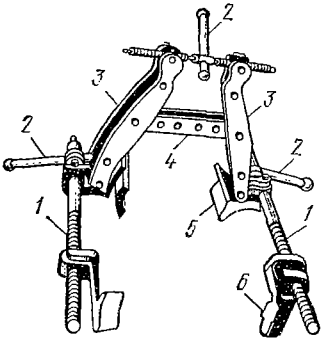


Рис. 52.8. Винтовой домкрат

1 — винты; *2* — рукоятки; *3* — корпус; *4* — планка; *5* — зажим; *6* — лапка

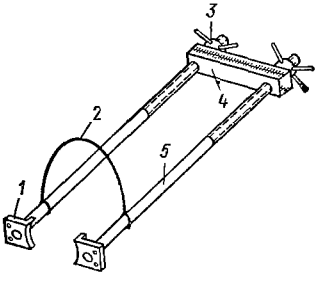


Рис. 52.9. Винтовое натяжное устройство

1 — нажимная щека; *2* — поддерживающая петля; *3* — штурвал; *4* — траверса; *5* — тяга

при большем требуемом усилии — винтовым домкратом (рис. 52.8) или винтовым натяжным устройством (рис. 52.9).

Монтаж трубопроводов на чугунных фланцевых муфтах. При монтаже асбестоцементных труб со стыковыми соединениями на чугунных фланцевых муфтах работы производятся в следующем порядке: на конец ранее уложенной трубы надевают фланец, резиновое кольцо и втулку муфты, а на конец присоединяемой трубы — второй фланец и резиновое кольцо, затем выполняют центровку трубы с последующей присыпкой ее грунтом; втулку муфты устанавливают по предварительной разметке точно посередине стыка, придвигают к ней резиновые кольца и фланцы, устанавливают болты с шайбами и, завинчивая гайки в перекрестном порядке, стягивают фланцы, пе

допуская их перекоса. Применяемые стальные болты должны иметь антикоррозионную защиту в виде оцинковки и асфальтового лака, битумной эмали или др. (по проекту).

Монтаж трубопроводов из труб с применением колец фигурного сечения. При монтаже стыковых соединений с применением муфт типа САМ (САМ6, САМ9, САМ12) на конце ранее уложенной трубы наносят мелом отметку на расстоянии от торца, равном половине длины муфты минус половина размера зазора, который должен быть выдержан в зависимости от диаметра соединяемых труб.

Наружные поверхности соединяемых концов труб смазывают графитоглицериновой пастой состава: графит порошковый 45—50 %, глицерин чистый 30 %, вода 20—25 % по объему. Расход пасты — 200 г на 1 м^2 площади рабочей поверхности.

В пазы муфты, очистив их предварительно от загрязнений, вставляют уплотнительные резиновые кольца так, чтобы имеющиеся в их торцах цилиндрические гнезда были обращены внутрь муфты и выступающие части колец были одного размера по всему периметру. Муфту надвигают на всю ее длину на конец присоединяемой трубы (эту работу лучше выполнять на бровке траншеи). Трубу опускают в траншею, центрируют с ранее уложенной трубой, соблюдая необходимый зазор, и присыпают грунтом. Монтаж стыковых соединений трубопроводов диаметром до 200 мм можно выполнять рычажным домкратом, показанным на рис. 52.7.

Для надвигания муфты на ранее уложенной трубе устанавливают и закрепляют винтовой домкрат, показанный на рис. 52.8, так, чтобы его лапки, находящиеся на натяжных винтах, захватили торец муфты. Вращая винты, натягивают муфту на ранее уложенную трубу до имеющейся на ней отметки.

Необходимый зазор между торцами труб можно обеспечить установкой между ними ограничителя из резины или корда либо металлического ограничителя, закрепленного на конце штанги, удаляемой после окончания монтажа стыка.

52.2. Монтаж фасонных частей

При монтаже трубопроводов из асбестоцементных труб марок ВТ9 и ВТ12 и труб, у которых наружные диаметры обточенных концов незначительно отличаются по размерам от наружных размеров чугунных труб, а также стальных для монтажа фасонных частей, к трубе сначала присоединяют чугунный или стальной сварной патрубок с фланцем (ПФГ) и затем к фланцу патрубка присоединяют фасонную часть (или арматуру).

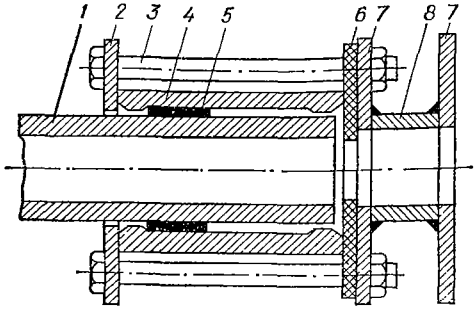


Рис. 52.10. Стыковое соединение с двухфланцевым стальным патрубком

1 — труба; *2* — фланец; *3* — стяжной болт; *4* — муфта; *5* — резиновое кольцо; *6* — резиновая прокладка; *7* — приварные фланцы; *8* — патрубок

Монтаж стыкового соединения асбестоцементной трубы с указанным патрубком выполняется аналогично монтажу описанных выше соединений асбестоцементных труб между собой как на асбестоцементных, так и на чугунных фланцевых муфтах.

Монтаж фасонных частей на трубопроводах из труб марок ВТ3 и ВТ6, у которых наружные диаметры обточенных концов по размерам значительно отличаются от наружных диаметров чугунных и стальных труб, производится с применением стальных сварных двухфланцевых патрубков (рис. 52.10).

В этом случае монтаж стыкового соединения производят в следующем порядке: на конец трубы надевают свободный стальной фланец с отверстиями для болтов, затем асбестоцементную муфту рабочим концом в сторону торца трубы и резиновое кольцо; муфту надвигают на кольцо так, чтобы оно оказалось у нерабочего конца муфты, а рабочий конец выступал на 6—10 мм за торец трубы; надетый на трубу фланец придвигают вплотную к муфте и соединяют его болтами с фланцем патрубка, проложив предварительно между ним и торцом рабочего конца муфты резиновую прокладку; затягивая в перекрестном порядке болты, создают необходимую плотность соединения муфты с фланцем патрубка; к другому его фланцу присоединяют необходимую фасонную часть или арматуру.

Этот способ может быть применен также при монтаже асбестоцементных труб всех остальных марок при соединении их с фасонными частями.

52.3. Монтаж и заделка стыковых соединений безнапорных трубопроводов

Асбестоцементные безнапорные трубы соединяют цилиндрическими асбестоцементными муфтами. На конец ранее уложенной трубы надевают муфту, затем с соблюдением правил, указанных в п. 52.1,

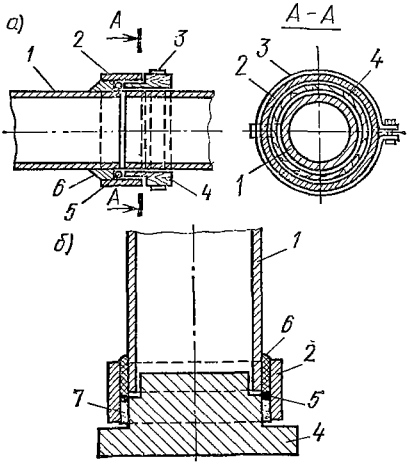


Рис. 52.11. Шаблоны для соединения труб асбестоцементной цилиндрической муфтой

а — в траншее; *б* — вне траншеи; *1* — труба; *2* — муфта; *3* — металлическая обойма с шарниром и болтовым сжимом; *4* — деревянный точечный шаблон; *5* — прядь; *6* — асбестоцементная заделка; *7* — песок

центрируют и закрепляют в проектном положении присоединяемую трубу. На конце присоединяемой трубы делают отметку на расстоянии, равном половине длины муфты минус половина зазора между торцами, и надвигают до отметки муфту.

Для соблюдения равномерного кольцевого зазора между муфтой и трубой ее центрируют с помощью деревянных клиньев или разъемного шаблона, показанного на рис. 52.11.

Водонепроницаемые замки с обеих сторон муфты выполняются конопаткой смоляной прядью на 1/3 расстояния от торца трубы до края муфты и заливкой остальной части кольцевой щели битумной мастикой или цементным раствором состава 1 : 1 либо 1 : 2. При конопатке смоляной прядью соблюдаются такие же правила, как при заделке стыков чугунных труб, а при заливке битумной мастикой — такие же, как при заделке стыков керамических труб.

Для ускорения работ по монтажу стыкового соединения рекомендуется устанавливать муфту с окончательной заделкой на конец присоединяемой трубы до опускания ее в траншею с применением шаблона, как это показано на рис. 52.11.

По достижении у материала заделки стыка необходимой прочности трубы монтируют как раструбные.

Глава 53. ПЛАСТМАССОВЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ

53.1. Винипластовые трубопроводы

Винипластовые трубы легко поддаются механической обработке: распиловке, резке, сверлению, фрезерованию и т. п. Пределом применения винипластовых труб является температура 60 °С. Винипластовые трубы, заключенные в стальную оболочку, применяются до температуры 90 °С.

При температуре 200—220 °С винипласт переходит в вязко-текучее состояние и легко сваривается, что позволяет соединять между собой трубы, фасонные части и детали арматуры. Сварка производится газовыми или электрическими горелками с применением винипластовых прутков (рис. 53.1).

Основные данные по фасонным частям из винипласта приведены в разд. I.

Неразъемные соединения. Эти соединения выполняются двумя основными способами — сваркой и склеиванием.

Сварка встык с применением винипластовых прутков производится следующим образом: кромки свариваемых труб с предварительно снятыми фасками и сварочный пруток нагревают газовыми или электрическими горелками до температуры 190—220 °С, после чего пруток под небольшим давлением укладывают по месту соединения деталей. Место для наложения прутка должно быть чистым, сухим и обезжиренным. Прочность соединения незначительна, особенно при ударных нагрузках и при изгибе.

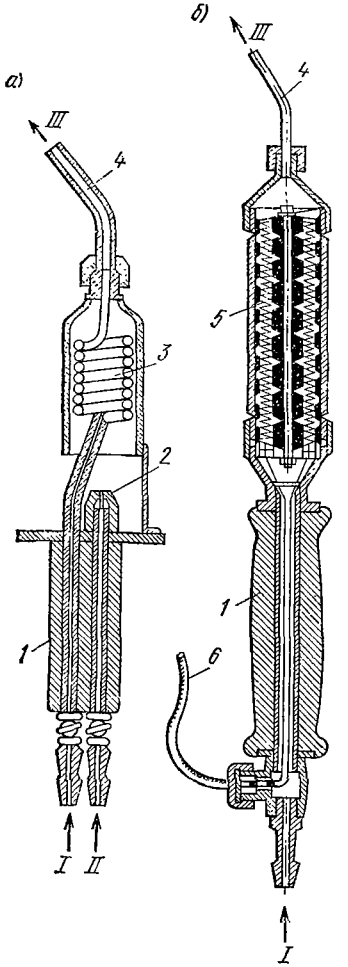
Раструбное соединение более прочно и выполняется следующим образом: на конце одной из соединяемых труб снимают фаску под углом 45°; на другом конце формуют раструб и соединяют кольцевой сваркой кромки раструба с трубой.

При соединении на надвижной муфте на концах соединяемых труб снимают фаски под углом 30°; расстояние между торцами соединяемых труб в корне шва должно составлять 0,5—1 мм. Концы труб свариваются встык. Надвижная муфта устанавливается так, чтобы ее середина находилась на месте сварного шва. Затем муфту обваривают.

Неразъемные сварные соединения показаны на рис. 53.2, *а*.

Склеивание является основным способом выполнения неразъемного соединения.

Для склеивания применяют клей, содержащий 14—16 % перхлорвиниловой смолы и 86—84 % метиленхлорида. Прочность клеевых соединений в значительной степени зависит от состояния склеивае-



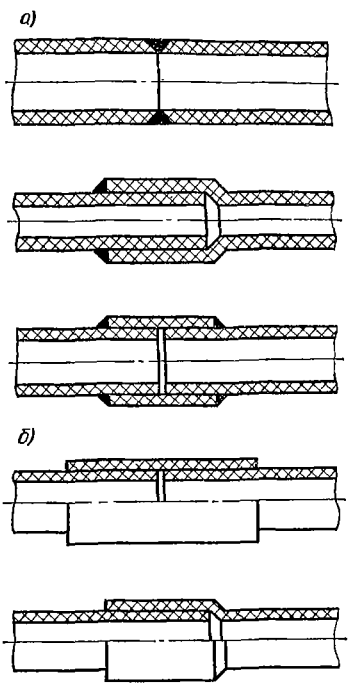


Рис. 53.2. Неразъемные соединения винипластовых труб

а — сварные: встык, раструбное, на надвижной муфте; *б* — клеевые: на надвижной муфте и раструбное

Рис. 53.1. Горелки для сварки винипластовых труб

а — газовая; *б* — электрическая; *1* — рукоятка; *2* — горелка; *3* — змеевик; *4* — сопло; *5* — греющая спираль; *6* — электрический шнур; *I* — подача воздуха; *II* — подача газа; *III* — выход горячего воздуха

мой поверхности, поэтому перед склеиванием поверхность необходимо предварительно подготовить: удалить загрязнения, создать шероховатости и обезжирить.

При склеивании труб клей наносят на 2/3 глубины раструба и на всю длину калиброванного конца, после чего калиброванный конец немедленно вводят в раструб до упора. В зависимости от величины

зазора между внутренней поверхностью раструба и наружной поверхностью гладкого конца трубы клей наносят одним или двумя слоями. При соединении труб с помощью надвижной муфты концы труб промазывают клеем и надвигают предварительно нагретую муфту. Неразъемные клеевые соединения винипластовых труб показаны на рис. 53.2, *б*.

Расход клея на одно соединение принимается в зависимости от диаметра трубы:

наружный диаметр D, мм	63	75	90	110	140	160
количество клея, г	15	20	30	50	75	105

Детали трубозаготовок после склеивания должны находиться в покое не менее 2 ч и могут быть испытаны внутренним давлением не ранее чем через 24 ч после склеивания.

Разъемные соединения. Раструбное соединение с применением резиновых уплотнительных колец относится к гибким стыковым соединениям. Устройство такого соединения требует специального раструба с заходной фаской для введения резинового кольца. Величина раструбной щели должна обеспечить обжатие резинового кольца на 40—50 % толщины его сечения. На гладком конце трубы наваривают два буртика из винипластового прутка толщиной 3—5 мм. Такие соединения обеспечивают легкую разборку и ремонт соединений, допускают тепловые деформации без нарушения герметичности. Раструбные соединения для безнапорных трубопроводов устраивают с заполнением стыкового пространства на 2/3 асбестовым шнуром или смоляной прядью и на 1/3 асбестобитумом или специальной замазкой. При этом уплотнение набивки и мастики производят конопаткой без применения молотка. Разъемные соединения бывают с приварными фланцами, со свободными фланцами и со свободными фланцами на разбортовке.

Соединение с приварными фланцами из винипласта применяют чаще всего на арматуре, фасонных частях и реже на трубопроводах. На концы труб со снятыми фасками насаживают фланцы без перекосов, приваривают их к трубам и стягивают болтами. Недостатком этого соединения является непадежность фланцев при затягивании болтов и при транспортировании.

При соединении со свободными фланцами на утолщенные торцы труб надевают фланцы и стягивают их болтами. Для получения утолщенных торцов труб концы труб нагревают в емкости с маслом либо с глицерином или в трубчатой печи до температуры 140 °С; в разогретый конец трубы вдвигают отрезок трубы со снятой под углом 45° фаской на глубину 1—1,5 диаметра. После остывания конец отрезка трубы срезают заподлицо с внешней трубой. Точно также об-

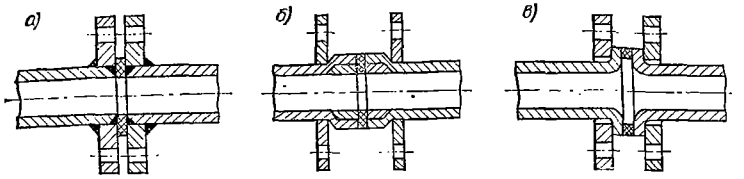


Рис. 53.3. Разъемные соединения винипластовых труб

а — с приварными фланцами из винипласта; *б* — с накидными фланцами, удерживаемыми раструбами; *в* — накидными фланцами на отбортовке

рабатывают и вторую трубу. Утолщенные таким образом торцы труб обтачивают на токарном станке. Между двумя утолщенными торцами прокладывают кольцо из мягкой кислотостойкой резины, а фланцы стягивают болтами.

Соединение со свободными фланцами на разбортовке требует формовки буртов. Присоединительная поверхность бурта должна быть перпендикулярна оси патрубка. Для формовки бурта используют патрубки длиной 100—150 мм.

Разъемные соединения показаны на рис. 53.3.

Монтаж трубопроводов из винипласта. Монтаж трубопроводов производится из заранее заготовленных элементов и узлов. Отдельные элементы и узлы часто укрупняют в блоки до размеров, позволяющих поднимать и перемещать их без повреждений.

Расположение сварных стыков труб в местах укладки на опоры или на подвески не допускается. Трубы крепят к опорным хомутам свободно, без затяжки. При температуре транспортируемой жидкости 25—30 °С расстояние между опорами не должно превышать 1,5—2 м. При более высоких температурах жидкости трубы укладывают на сплошное основание (настилы, желоба и др.). Прокладка винипластовых трубопроводов рядом с «горячими» или «холодными» линиями не допускается. Расстояние между этими трубопроводами и винипластовым трубопроводом должно быть таким, чтобы исключить возможность повышения в винипластовом трубопроводе температуры более 40 °С или понижения менее 10 °С. Через каждые 15—25 м трубопроводов на них устанавливают П-образные или линзовые компенсаторы или используют самокомпенсацию трубопровода, располагая трубы змейкой (последний способ для труб с ответвлениями неприменим). Укладывать и сваривать трубопроводы из винипласта разрешается при температуре окружающего воздуха не ниже 5 °С.

Крепление арматуры следует выполнять так, чтобы усилия при открывании и закрывании ее не передавались на трубы и фланцы.

Между трубами и опорами при монтаже следует устанавливать прокладки из резины, войлока или другого мягкого материала. Металлические опоры не должны иметь острых кромок и заусенцев.

После окончания всех монтажных работ трубопровод продувают сжатым воздухом, промывают водой и испытывают гидравлическим способом. Обнаруженные дефекты (трещины, свищи) устраняют вырезкой дефектных участков и заменой новыми.

53.2. Полиэтиленовые и пропиленовые трубопроводы

Неразъемные соединения. Основной вид соединения труб — сваркой встык и враструб контактным методом. Стыковая сварка рекомендуется для соединения труб и фасонных частей с толщиной стенки более 4 мм, раструбная сварка — для соединения труб со стенками любой толщины.

При контактной сварке встык (табл. 53.1) торцы труб нагревают до оплавления их поверхностей нагревательным инструментом, затем оплавленные поверхности соединяют под небольшим давлением (0,15—0,2 МПа) в течение 3—4 мин. Разностенность и смещение кромок свариваемых деталей при стыковой сварке не должны превышать 10 % толщины стенки трубы.

Таблица 53.1. РЕЖИМЫ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ ВСТЫК

Показатели	Материал		
	полиэтилен низкой плотности (ПНП)	полиэтилен высокой плотности (ПВП)	полипропилен
Температура сварки, °С	190±10	210±10	235±10
Давление при оплавлении торцов труб, МПа	0,05	0,06—0,08	0,08
Глубина проплавления кромок труб, мм	<2	<2	<1,5
Приблизительная продолжительность оплавления, с, при толщине стенок труб, мм:			
6	50	70	80
8	70	90	100
10	85	110	—
12	100	130	—
14	120	160	—
Период времени между окончанием оплавления и контактом торцов труб, с	2—3	2—3	1,5—2
Давление при сжатии торцов, МПа	0,1	0,2	0,15
Продолжительность выдержки под давлением, мин	3—5	3—5	4

Таблица 53.2. РЕЖИМЫ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ ВРАСТРУБ

Показатели	Материал	
	ПНП	ПВП
Температура сварки, °С	280—320	220—250
Продолжительность оплавления, с, при толщине стенок труб, мм:		
до 4	5—10	10—15
» 8	8—15	15—30
» 12	15—20	20—45
Период времени между окончанием оплавления и контактом труб, с	Не более 2	
Продолжительность выдержки под осевой нагрузкой, с	5—15	

При контактной сварке враструб (табл. 53.2) одновременно оплавляют нагревательным инструментом наружную поверхность конца трубы и внутреннюю поверхность раструба, а затем быстро вдвигают оплавленный конец трубы в оплавленный раструб. Соединение обычно выполняется с помощью раструбных фасонных частей (муфт, угольников, тройников и др.), изготовляемых методом литья под давлением. При отсутствии муфт заводского изготовления их можно сделать из отрезка трубы, толщина стенки которой больше толщины стенки свариваемых труб. Раструбные соединения полиэтиленовых труб показаны на рис. 53.4.

Перед сваркой необходимо тщательно очищать поверхности инструмента от налипшего материала, копоти, грязи и проверять размеры наружных концов труб и внутренних диаметров раструбов.

Инструмент с цилиндрическими поверхностями применяется для соединения труб и фасонных частей из полиэтилена низкой плотности, а с коническими поверхностями — из полиэтилена высокой плотности.

При нагреве сварочных элементов открытым пламенем контроль температуры производится с помощью термокрасок и термокарандашей. Контроль температуры при сварке труб из полиэтилена низкой плотности допускается производить пробой на оплавление путем быстрого проведения черты по сварочным элементам отрезком полиэтиленовой трубы. При этом нагрев считается: достаточным, если на элементах остается маслянистый, медленно испаряющийся (в течение 5—10 с) след полиэтилена; недостаточным, если полиэтилен слабо налипает на элементы; слишком высоким, если след быстро испаряется, а полиэтилен дымит и возгорается.

Разъемные соединения. Разделяются разъемные соединения полиэтиленовых труб на два основных вида: фланцевые и с резиновыми уплотнительными кольцами.

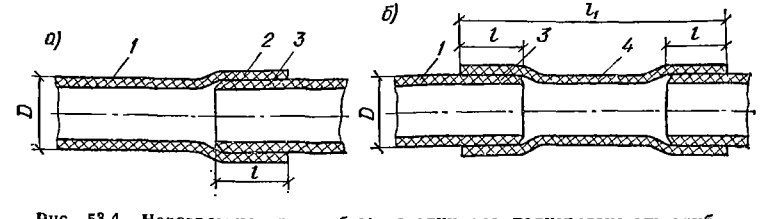


Рис. 53.4. Неразъемные раструбные соединения полиэтиленовых труб
а — раструбный стык; *б* — муфтовый стык; *1* — труба; *2* — раструб; *3* — плоскость сварки; *4* — неотформованная часть трубы (двухраструбная муфта)

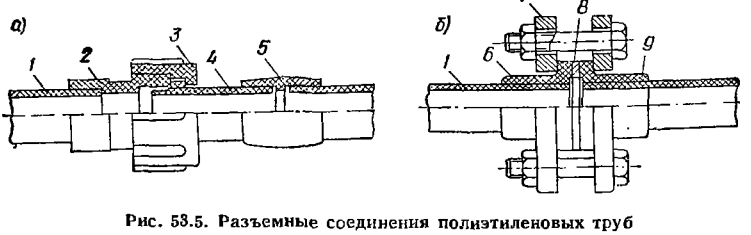


Рис. 53.5. Разъемные соединения полиэтиленовых труб
а — соединение с накидной гайкой; *б* — фланцевое соединение; *1* — труба; *2* — втулка резьбовая; *3* — накидная гайка; *4* — втулка буртовая; *5* — муфта; *6* — втулка под фланец; *7* — стальной фланец; *8* — прокладка; *9* — плоскость сварки

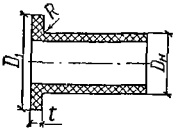
Соединения труб на $p_y = 0{,}6 \div 1$ МПа или присоединения труб к фланцевой арматуре и металлическим трубам, имеющим фланцы, осуществляются с помощью отформованных буртов на концах труб и стальных фланцев, стягиваемых болтами.

Разъемные соединения показаны на рис. 53.5. Размеры буртов под фланцы, формуемые непосредственно на трубе, показаны в табл. 53.3.

Для фланцевых соединений труб больших диаметров применяют конусные бурты, изготовленные на патрубках длиной в зависимости от диаметра фланцевого соединения. Размеры конусных патрубков показаны в табл. 53.4, а свободных фланцев — в табл. 53.5.

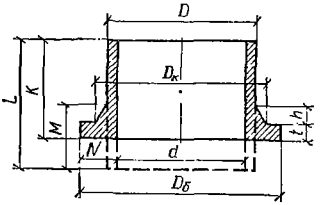
Соединения с резиновыми уплотнительными кольцами круглого сечения и гладким раструбом применяют в системах внутренней бытовой канализации. Для напорных трубопроводов, при которых возможно выдавливание кольца под действием внутреннего давления, такие соединения не нашли применения. В практике основное применение получили раструбные соединения с желобками. Раструбное соединение с резиновым кольцом и дуговым желобком показано на рис. 53.6.

Таблица 53.3. РАЗМЕРЫ БУРТОВ, мм



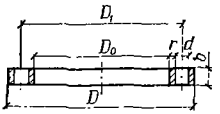
Наружный диаметр труб $D_н$, мм	Диаметр бурта D_1	Толщина бурта t для труб типа		Радиус закругления R
		С	Т	
25	54	6	6	2
32	62	7	7	3
40	76	7	8	
50	86	8	9	
63	96	9	10	
75	116	10	12	
90	132	12	14	4
110	150	12	16	
140	180	14	20	
160	205	14	22	
225	260	16	22	5

Таблица 53.4. РАЗМЕРЫ, мм, КОНУСНЫХ ПАТРУБКОВ



Тип трубы	Наружный диаметр патрубка D	Внутренний диаметр патрубка d	Диаметр бурта $D_б$	Высота бурта t	Высота конусообразного утолщения бурта h	Диаметр основания конусообразного утолщения $D_к$	Ширина бурта N	Длина патрубка K	Длина участка патрубка M	Длина заготовки патрубка L
С	160	142	198	16	20	174	28	150	85	199
Т	160	131	207	21	26	177	38	150	100	203
С	225	199	270	20	25	242	35,5	155	95	205
С	280	248	330	25	31	300	41	195	112	250
С	315	279	378	28	35	340	49,5	220	133	290

Таблица 53.5. РАЗМЕРЫ, мм, СВОБОДНЫХ ФЛАНЦЕВ ДЛЯ ПРЯМЫХ УТОЛЩЕННЫХ И КОНУСНЫХ БУРТОВ



p_y, МПа	Наружный диаметр		Расстояние между осями отверстий D_1	Внутренний диаметр D_0		Толщина фланца b	r	d	Болты	
	трубы	фланца D		прямого бурта	конусного бурта				число	размер
0,6 1	110	205 215	170 180	— —	113	14 24	3	18	8	М16
0,6 1	140	235 245	200 210	— —	144	14 26	3	18	8	М16
0,6 1	160	260 280	225 240	184 192	154	16 26	3	18 23	8	М16 М20
0,6 1	225	315 335	280 295	— 244*	230 —	18 26	3	18 23	8	М16 М20
0,6 1	260	370 390	335 350	— 296*	286	20 28	3	23	12	М20
0,6 1	315	435 440	395 400	— 339*	—	24 30	3	23	12	М20

* При соединении труб типа С наружным диаметром 225 мм и выше размеры фланцев следует принимать для $p_y = 1$ МПа.

Для соединения пластмассовых труб с чугунными в напорных трубопроводах применяют раструбно-винтовой стык с резиновым уплотнительным кольцом и запорной муфтой, аналогичной стыку в чугунных трубах, описанных в разд. I.

Контроль качества соединений. Качество сварных стыков проверяют прежде всего пооперационным контролем и внешним осмотром (табл. 53.6—53.8).

Производственный контроль, выполняемый на стандартном оборудовании, производится по рекомендациям ВНИИСТа и НИИМос-

Таблица 53.6. ВИЗУАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА СОЕДИНЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ СВАРКОЙ ВСТЫК

Дефект	Причина дефекта	Оценка сварки
Сварной шов без механической обработки (с валиками оплавленного материала)		
Валик неравномерной толщины	Неровные торцовые поверхности. Смещенная плоскость торцового среза. Плохая центровка труб в приспособлении	Неудовлетворительная
Валик высотой более 3—5 мм	Чрезмерно большое усилие прижатия торцов труб к нагревательному инструменту или друг к другу. Слишком высокая температура нагревательного инструмента. Чрезмерная длительность контакта торца трубы с нагревательным инструментом	То же
Валик высотой менее 1 мм	Недостаточное усилие прижатия торцов труб к нагревательному инструменту или друг к другу. Низкая температура нагревательного инструмента	Удовлетворительная
Механически обработанный сварной шов (со снятыми валиками оплавленного материала)		
Трещины и раковины по линии спая	Недостаточное усилие прижатия оплавленных торцов друг к другу. Плохая подготовка торцовых поверхностей. Низкая температура нагревательного инструмента	Повышенная хрупкость шва
Пузырьки воздуха в шве	Загрязненная поверхность нагревательного инструмента или торцов труб. Слишком высокая температура нагревательного инструмента	Удовлетворительная

Таблица 53.7. ВИЗУАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА СОЕДИНЕНИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ СВАРКОЙ ВРАСТРУБ

Дефект	Причины дефекта	Меры по устранению причин дефекта
Неполное вдвигание конца трубы в раструб	Недостаточная глубина оплавления сварных деталей	Увеличить усилие вдвигания до упора. Выполнить сварку с ограничительным хомутом. Проверить температуру инструмента
Чрезмерно большая величина вдвигания конца трубы в раструб	Слишком сильная степень оплавления свариваемых поверхностей	Уменьшить продолжительность оплавления конца трубы. Установить ограничительный хомут. Проверить температуру инструмента
Поперечные наплывы внутри соединения	Снятие значительного поверхностного слоя раструба кромкой инструмента	Проверить внутренний диаметр раструба, температуру инструмента. Снизить длительность оплавления деталей
Дефекты сварного шва (непровары, пузыри и т. п.)	Загрязнение нагревательного инструмента или свариваемых поверхностей. Эллипсность сопрягаемых деталей	Очистить перед сваркой нагревательный инструмент и свариваемые поверхности. Выправить эллипсность путем калибровки, применить ограничитель

Продолжение табл. 53.7

Дефект	Причины дефекта	Меры по устранению причин дефекта
	Сильный перегрев деталей	Проверить температуру нагревательного инструмента
	Деталь свободно (с зазором) надвигается на инструмент	Изменить сопрягаемый размер детали (трубы — формованием, раструбы — прогревом). Проверить размеры нагревательного инструмента
	Чрезмерное охлаждение оплавленных поверхностей	Уменьшить период времени между снятием деталей с инструмента и их сопряжением. При минусовых температурах вести сварку в тепляках. Защитить место сварки от сквозняков
	Попадание на оплавленный слой деталей капель дождя или снега	Защитить зону сварки от атмосферных осадков
	Сварка труб из разных видов полиэтилена	Применить для соединения трубы и фасонные части из одного вида полиэтилена
Складки внутри трубы	Потеря устойчивости оплавленного конца трубы	Уменьшить продолжительность оплавления до минимального значения. Проверить температуру инструмента
Радиальный отгиб конца раструба	Перегрев раструба на инструменте	Уменьшить продолжительность оплавления раструба до минимально допустимого значения

Таблица 53.8. ВИЗУАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ ГАЗОВОЙ ПРУТКОВОЙ СВАРКОЙ

Дефект	Причины дефекта	Оценка сварки
Сварной шов без механической обработки		
Пруток и основной материал почти не деформированы	Низкая температура сварки или высокая скорость сварки	Некачественная
Пруток не деформирован, основной материал сильно деформирован	Недостаточный нагрев прутка и слишком сильный основного материала	То же
Пруток сильно деформирован, основной материал не деформирован	Сильный нагрев прутка и недостаточный основного материала	»
Пруток деформирован неравномерно	Неравномерная скорость сварки	»
Обрывы прутка	Сильный нагрев прутка (пруток подается к горелке слишком медленно)	»
Пруток неравномерно и сильно деформирован (бугры в шве на расстоянии нескольких миллиметров друг от друга)	Слишком низкая скорость сварки (пруток подается к горелке слишком быстро)	Ослабленная

Продолжение табл. 53.8

Дефект	Причины дефекта	Оценка сварки
Трещины с одной или двух сторон шва	Слабый прогрев краев прутка, мал диаметр сопла горелки или имеется дефект в сопле	Повышенная хрупкость стыка
Механически обработанный сварной шов		
Воздушные пузырьки (непровары) в местах спая прутка с основным материалом	Низкая температура сварки или наличие влаги в газе-теплоносителе	Удовлетворительная
Поверхность шва ниже поверхности основного материала	Мал диаметр прутка или велика его деформация (вытягивание)	Повышенная хрупкость стыка

строя ускоренным способом на растяжение и на ударный и статический изгибы линейных образцов. При ускоренном испытании качество сварного шва считается удовлетворительным, если образец разрушается по основному материалу.

Прочность раструбных клеевых соединений винипластовых труб оценивается испытаниями на сдвиг на универсальной машине УММ-5. Для этого из середины клеевого соединения вырезают кольцевые образцы длиной 10—12 мм. Обработанные торцовые плоскости должны быть строго перпендикулярны оси образцов. Нагружение выполняют

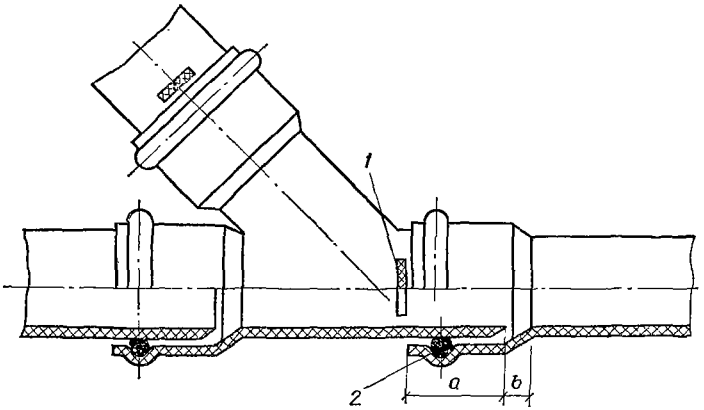


Рис. 53.6. Раструбное соединение с резиновым кольцом

1 — метка; *2* — резиновое уплотнительное кольцо; *а* — глубина ввода гладкого конца трубы в раструб; *б* — зазор, обеспечивающий свободное температурное удлинение трубы

до разрушения клеевого шва. Контрольные величины разрушающих нагрузок для труб легкого типа при клеях на слабых растворителях показаны в табл. 53.9.

Таблица 53.9. ВЕЛИЧИНА РАЗРУШАЮЩЕЙ НАГРУЗКИ, кН

Условный диаметр, мм	Длина кольцевых образцов, мм	
	10	20
100	24	40
80	20	32,5

Подземная прокладка полиэтиленовых и полипропиленовых трубопроводов. При подземной прокладке трубопроводов необходимо соблюдать следующие условия.

Глубина прокладки трубопровода должна быть более глубины промерзания на 0,2 м и не менее 1 м до верха трубы во избежание повреждения труб транспортной или другой временной нагрузкой. При необходимости прокладки на глубине менее 1 м следует укладывать трубы в узкой траншее с минимальной шириной по дну. Минимальный уклон трубопровода принимается 0,005.

Расстояние от подземных сетей водопровода из полиэтиленовых труб при траншейной укладке до параллельно расположенных зданий, сооружений, дорог, а также других инженерных сетей следует назначать в зависимости от конструкций фундаментов зданий, типа дорог, глубины заложения, диаметра труб и характера сетей, напора в них, конструкции колодцев.

Минимальные расстояния (в свету) водопроводов из полиэтиленовых труб от зданий и сооружений, м:

до обрезов фундаментов зданий и сооружений .	5
до мачт и столбов наружного освещения, контактной сети и сети связи	1,5
до железных дорог (до ближайшего пути, но не менее чем на глубину траншеи от подошвы насыпи)	4
до трамвайных путей (до крайнего рельса) . .	2
» путепроводов, тоннелей (до стен или опор) на уровне оснований фундаментов или ниже их,	5
до бордюрного камня автомобильных дорог . .	2
» наружной бровки или подошвы насыпи автомобильных дорог	1

При расположении трубопровода выше основания фундамента путепровода или тоннеля на 0,5 м и более расстояние от этого трубопровода до фундамента устанавливается проектом, но должно быть не менее 2 м.

Минимальные расстояния (в свету) от водопровода из полиэтиленовых труб до подземных сетей, м:

до водопровода	1,5
» канализации	1,5
» дренажей и водостоков	1,5
» газопроводов с давлением, МПа:	
низким (до 0,005)	1
средним (до 0,3)	1,5
высоким (0,3—0,6)	2
» (0,6—1,2)	5
до кабелей:	
силовых	1
связи	0,5
до теплопроводов	1,5

Сети водопровода из полиэтиленовых труб, укладываемых в проходных каналах и тоннелях совместно с трубопроводами теплоснабжения, следует тщательно защищать от нагревания свыше 30 °С, причем полиэтиленовые трубы должны быть уложены ниже труб теплоснабжения на расстоянии не менее 0,1 м, считая от изоляции.

Укладывать сети водопровода из полиэтиленовых труб в непроходных каналах совместно с трубопроводами теплоснабжения не допускается.

Минимальное расстояние по вертикали (в свету) от водопровода из полиэтиленовых труб до других коммуникаций при их пересечении, м:

до железных дорог (от верха трубы до подошвы рельса)	1
до автомобильных дорог (от верха трубы до верха проезжей части)	1
до кабелей силовых и связи	0,5
» сетей различного назначения (за исключением канализационных сетей и трубопроводов, транспортирующих ядовитые и дурнопахнущие жидкости)	0,2
до газопровода и сетей хозяйственно-бытовой канализации при прокладке трубопроводов без кожухов над канализационными сетями	0,4
до сетей водопровода	0,15

Траншеи разрабатывают с выбросом грунта в одну сторону. На свободной от грунта стороне укладывают подготовленные к монтажу трубы и соединяют их в плети.

При соединении труб непосредственно в траншее делают уширения траншеи в местах стыков труб для установки приспособлений, с помощью которых соединяют трубы.

Перед укладкой труб дно траншеи тщательно выравнивают. При прокладке труб в грунтах с твердыми включениями или в скальных грунтах в основании траншеи должна быть устроена песчаная подушка толщиной 10—20 см.

Полиэтиленовые трубы малых диаметров (до 50 мм), соединенные в плеть, можно укладывать в отверстие в грунте, образованное специальным ножом плуга.

Для уменьшения напряжений в трубопроводе, вызываемых тем-

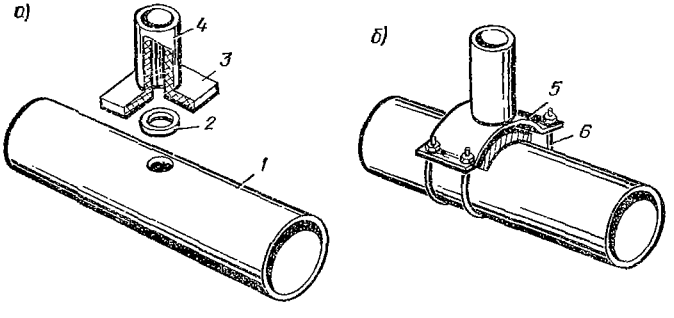


Рис. 53.7. Присоединение ответвления из полиэтиленовой трубы к асбестоцементной

а — детали соединения; *б* — соединение в сборе; *1* — асбестоцементная труба с отверстием; *2* — резиновая прокладка; *3* — седелка ручного изготовления; *4* — полиэтиленовая труба; *5* — металлический лист; *6* — металлический стяжной хомут

пературными изменениями, траншею следует засыпать в самое холодное время суток, предварительно пропустив через трубопровод воду.

Арматуру крепят к стенкам или к днищу колодца, чтобы усилия, возникающие при пользовании ею, не передавались на трубы.

Узлы (фасонные части и арматуру) в колодцах монтируют одновременно с прокладкой трубопровода. При установке фланцевых фасонных частей и арматуры трубопровода необходимо принять меры, чтобы в материале труб и фасонных частей не возникали растягивающие напряжения.

Для присоединения ответвлений из полиэтиленовых труб к стальным, асбестоцементным и другим трубам применяют седелки. На рис. 53.7 показано присоединение ответвления из полиэтиленовой трубы к асбестоцементной трубе.

Траншеи засыпают грунтом после предварительного испытания трубопровода; трубы при засыпке должны быть заполнены водой под давлением 0,15—0,2 МПа.

Надземная прокладка полиэтиленовых и полипропиленовых трубопроводов. Надземная прокладка включает в себя прокладку трубопроводов внутри зданий и цехов, а также между цехами.

Трубопроводы можно прикреплять к строительным элементам зданий различными способами: опиранием на консоли и кронштейны, подвешиванием под перекрытием на подвесках, креплением к поверхности стен.

Таблица 53.10. РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ЭЛЕМЕНТАМИ ОПОР И КРЕПЛЕНИЙ НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНА (С ТЕМПЕРАТУРОЙ ТРАНСПОРТИРУЕМОЙ ЖИДКОСТИ ДО 20 °С)

Наружный диаметр труб, мм	Расстояние, мм, для трубопроводов							
	горизонтальных						вертикальных	
	из ПНП			из ПВП			из ПНП	из ПВП
	Л	С	Т	Л	С	Т		
50	600	700	800	800	950	1100	1400	1600
63	700	800	900	900	1100	1300	1700	2000
75	800	900	—	1000	1200	1400	2000	2400
90	900	1100	—	1100	1400	1600	2400	2900
110	1000	1200	—	1200	1500	1800	2900	3500
140	1200	—	—	1400	1800	2000	3500	4200
160	1300	—	—	1600	2000	2200	4000	5000

Расстояния между элементами опор и креплений трубопроводов не должны превышать величин, указанных в табл. 53.10 и 53.11.

Таблица 53.11. РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ ОПОРАМИ ТРУБОПРОВОДОВ ИЗ ПОЛИПРОПИЛЕНА

Наружный диаметр труб, мм	Расстояния, мм, при температуре, °С		
	20	50	65
20	1200	900	С
25	1350	900	С
32	1350	1050	С
40	1500	1050	С
50	1500	1050	600
63	1700	1200	750
75	1850	1200	750
110	1850	1350	—

Примечание. С — сплошная опора.

Сборка трубопроводов производится согласно проекту. При сборке особое внимание следует обратить на надежное крепление водоразборной и запорно-регулирующей арматуры к строительным конструкциям, на точное соблюдение расстояний между опорами, на соблюдение требуемых проектом расстояний в свету между полиэтиленовыми трубами и стальными трубами отопления и горячего водоснабжения при их совместной прокладке или пересечении с ними, а также на предохранение трубопровода от засорения.

Металлические средства крепления не должны иметь острых кромок и заусенцев. Между креплениями и полиэтиленовыми трубами, как правило, помещают прокладки из резины, войлока или другого мягкого материала.

Окраска труб из полиэтилена масляной краской не допускается.

53.3. Станки, инструменты и приспособления для обработки пластмассовых изделий

К основным операциям трубозаготовительных работ относятся перерезка труб, снятие фасок на концах труб, формование раструбов и отбортовок, гнутье труб. Станки, инструменты и приспособления для производства указанных операций и их характеристика приведены в табл. 53.12.

Таблица 53.12. СТАНКИ И ИНСТРУМЕНТЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ НА ТРУБОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТАХ

Станки и инструменты	Техническая характеристика	Изготовитель
Станок для перерезки труб дисковой пилой	Диаметр диска 400—500 мм; диаметр обрабатываемых труб до 200 мм; мощность двигателя 1,7 кВт; масса 75 кг	Завод № 2 Главмосстроя
Станок для снятия фасок	Диаметр обрабатываемых труб 50—100 мм; мощность двигателя 1,7 кВт; масса 50 кг	Трест «Сантехдеталь» Минмонтажспецстроя СССР
Станок для гнутья труб	Диаметр обрабатываемых труб 50—150 мм; радиус гнутья 150—300 мм; угол загиба 150°; масса 48 кг	То же
Станок для формования раструбов и отбортовок	Диаметр формуемых труб 50—100 мм; давление воздуха 0,4 МПа; масса 30 кг	Трест «Уралсантехмонтаж»
Нагревательные диски для сварки труб	Диаметр оплавляемых труб 125—200 мм; напряжение 220 В; мощность спирали 400—600 Вт; рабочая температура 190—235 °С; масса диска 1,7—3 кг	НИИМосстрой

Глава 54. КАМЕРЫ И КОЛОДЦЫ ИЗ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

54.1. Типовые проекты камер и колодцев

Номенклатура изделий для круглых смотровых колодцев водопроводных и канализационных сетей должна соответствовать ГОСТ 8020—80. Форма, основные размеры, справочный вес и марки изделий указаны в табл. 54.1.

В 1984 г. ЦНИИЭП инженерного оборудования выпущены типовые альбомы 901-09-11.84 «Колодцы водопроводные» и 902-09-22.84. «Колодцы канализационные».

В состав типового проекта 901-09-11.84 входят: колодцы круглые из сборного железобетона для труб D_y=50÷600 мм, колодцы,

круглые из кирпича и бетона для труб D_y=50÷600 мм, колодцы прямоугольные из бетона для труб D_y=250÷1200 мм.

Типовым проектом 902-09-22.84 разработаны: колодцы круглые из сборного железобетона для труб D_y=150÷1200 мм, колодцы круглые из кирпича и бетона для труб D_y=150÷1200 мм, колодцы прямоугольные из бетона для труб D_y=1000÷1500 мм, колодцы круглые для дюкеров D_y=150÷400 мм, колодцы перепадные для труб D_y=150÷600 мм.

Люки колодцев приняты по ГОСТ 3634—79.

Плиты перекрытия колодцев и плиты днища для круглых колодцев выполняются из сборных железобетонных изделий по серии 3.900-3, вып. 7, ч. 1 и 2 (ГОСТ 8020—80).

Согласно альбому 801-09-11.84 внутренние размеры прямоугольных колодцев в плане принимаются от 2000×2500 до 4000×4500 мм; высота рабочей части колодцев — 1,8; 2,1; 2,4; 2,7; 3; 4,4 м.

Для узлов с гидрантами разработаны колодцы размерами в плане 2×2,5; 2,5×2,5 м с высотой H_p=2,1 м. Плиты перекрытия колодцев и плиты днища — сборные железобетонные по серии 3.006-2, вып. II-2, III-2 и по альбому V типового проекта 801-09-11.84.

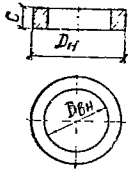
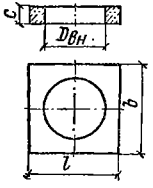
Согласно альбому 902-09-22.84 круглые канализационные колодцы из сборного железобетона состоят из плиты днища, лотковой части, перекрытия и горловины с люком. Рабочая часть высотой 900, 1200, 1500, 2000 мм составляется из колец диаметром 1000, 1500, 2000 мм по серии 3.900-3, вып. 7, ч. 1 и 2 (ГОСТ 8020—80).

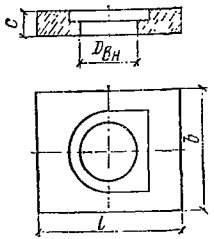
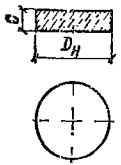
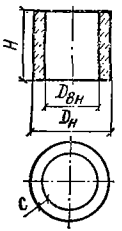
Прямоугольные канализационные колодцы из бетона состоят из днища, лотковой части, рабочей части, перекрытия и горловины с люком. Размеры рабочей части колодцев следующие: внутренние в плане 1500×2000, 2000×2500 и 2500×2500 мм; высота рабочей части 900, 1200, 1500, 1800 и 2100 мм.

Для всех видов колодцев лотковая часть выполняется из монолитного бетона той же марки, что и рабочая часть в круглых колодцах из сборного железобетона, в колодцах для канализационных дюкеров и круглых колодцах из бетона D=2000 мм — из бетона М200; в перепадных, прямоугольных и в колодцах из бетона D=1000÷1500 мм — из бетона М150. Круглые колодцы всех видов перекрываются железобетонными плитами по серии 3.900-3, вып. 7 (ГОСТ 8020-80).

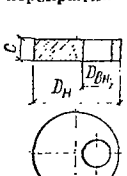
Прямоугольные колодцы перекрываются сборными железобетонными плитами по серии 3.006-2 «Сборные железобетонные тоннели и каналы из лотковых элементов», вып. II-2 и балками по серии 3.006-2, вып. III-2. Плиты укладываются на стены рабочей части колодца или на балки.

Таблица 54.1. НОМЕНКЛАТУРА ИЗДЕЛИЙ (РАЗМЕРЫ, мм)

Изделие	Марка изделия	Внутренний диаметр колец и лазов $D_в$	Наружный диаметр $D_н$	Высота стеновых колец H	Толщина изделия c	Расстояние между осями плиты перекрытия и лаза a	Длина изделия l	Ширина изделия b	Масса, кг
Кольцо опорное 	КЦО-1	580	840	—	70	—	—	—	50
Плита опорная 	КЦО-2	1000	—	—	150	—	1700	1700	800

Дорожная плита 	КЦО-3	580	—	—	220	—	2500	1750	2120
	КЦО-4	1000	—	—	220	—	2800	2000	2480
Плита днища 	КЦД-10	—	1500	—	100	—	—	—	440
	КЦД-15	—	2000	—	120	—	—	—	940
	КЦД-20	—	2500	—	120	—	—	—	1470
Кольцо стеновое 	КЦ-7-3	700	840	290	70	—	—	—	130
	КЦ-7-9			890		—	—	—	380
	КЦ-10-3	1000	1160	290	80	—	—	—	200
	КЦ-10-6			590		—	—	—	400
	КЦ-10-9			890		—	—	—	600
	КЦ-15-6	1500	1680	590	90	—	—	—	660
	КЦ-15-9			890		—	—	—	1000
	КЦ-20-6	2000	2200	590	100	—	—	—	980
	КЦ-20-9			890		—	—	—	1470
	КЦ-20-12			1190		—	—	—	1960

Продолжение табл. 54.1

Изделие	Марка изделия	Внутренний диаметр колец и лазов $D_в$	Наружный диаметр $D_н$	Высота стеновых колец H	Толщина изделия c	Расстояние между осями плиты перекрытия и лаза a	Длина изделия l	Ширина изделия b	Масса, кг
Плита перекрытия 	КЦП1-10	700	1160	—	150	150	—	—	250
	КЦП1-12,5		1410	—		275	—	—	450
	КЦП1-15			—		400	—	—	680
	КЦП2-15		1680	—		200	—	—	680
	КЦП3-15	1000		—		240	—	—	530
	КЦП1-20	700	2200	—		650	—	—	1280
	КЦП2-20			—		200	—	—	1280
	КЦП3-20	1000		—		500	—	—	1130

Примечания: 1. Изделия для смотровых колодцев маркируются буквами и цифрами. Буквы обозначают тип изделия, цифры обозначают: для кольца опорного, плиты опорной, дорожной плиты — порядковый номер типоразмера изделия; для плиты днища — внутренний диаметр кольца в дециметрах; для кольца стенового первая цифра — внутренний диаметр кольца в дециметрах, вторая — высота кольца в дециметрах (округленно); для плиты перекрытия первая цифра — порядковый номер типоразмера изделия, вторая цифра — внутренний диаметр кольца в дециметрах.

2. Пример условного обозначения кольца стенового внутренним диаметром 10 дм и высотой 3 м: КЦ-10-3 (ГОСТ 8020—80). Если в изделиях имеются закладные детали, а в стеновых кольцах отверстия и вырезы для пропуска водопроводных и канализационных труб, то к обозначению марки изделия добавляется буква, например КЦ-10-3а (ГОСТ 8020—80).

3. Изделия должны изготовляться из тяжелого бетона М200. Марка бетона должна быть по морозостойкости не ниже F50, а марка бетона по водонепроницаемости — не ниже W4.

4. Отпускная прочность бетона в % от его проектной марки по прочности на сжатие должна быть не менее: 70 — в стеновых кольцах и 100 — в плитах и опорных кольцах.

Таблица 54.2. ГАБАРИТЫ КОЛОДЦЕВ ПРИ УСТАНОВКЕ ЗАДВИЖЕК, мм

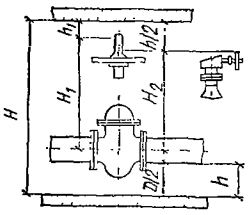
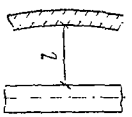
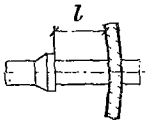
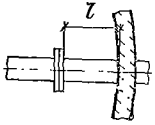
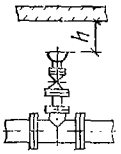
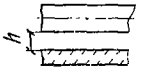
Условный проход D_y		50	100	150	200	250	300	350	400	500	600
Условное обозначение задвижки		30ч6бр(бк)								30ч15бр	30ч530бр
	H_1	350	515	120	900	1090	1285	1480	1660	–	
	H_2	–								1205	1575
	$h$min	220				350					
	$h_1$min	300								–	
	$h_2$min	–								500	
	$D/2$	29	54	80	110	137	163	189	213	265	315
Минимальная требуемая рабочая высота колодца при вертикальной установке задвижки		880	1070	1300	1510	1877	2098	2320	2523	2320	2740
Принятая рабочая высота колодца, H		1500		1800		2100		2400	2700	2400	2700

Таблица 54.3. РАССТОЯНИЯ ОТ СТЕН КОЛОДЦА ДО ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ

Условный проход, мм	Расстояние, мм				
					
	l			h	
50—200	300		400	400	200
250—300			500		350
350—400					
500	500				
600					

54.2. Типы и основные размеры

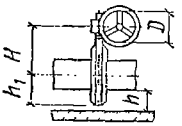
Изделия для смотровых колодцев подразделяются на четыре типа: КЦО — кольцо опорное, плита опорная, дорожная плита; КЦД — плита днища; КЦ — кольцо стеновое; КЦП — плита перекрытия.

Марки, размеры, форма и масса изделий должны соответствовать указанным в табл. 54.1.

54.3. Определение габаритов колодцев

Водопроводные колодцы предназначаются для установки на узлах водопроводов и водопроводных сетей с рабочим давлением до 1 МПа. Габариты колодцев приняты из необходимости размещения в них основных узлов для труб от 50 до 1200 мм и определяются по разработанным таблицам. Максимальные габариты прямоугольных колодцев для комплексных схем приняты 4500×4000 мм. Габариты колодцев, принятые для задвижек с ручным управлением с выдвижным и невыдвижным шпинделем, приняты в табл. 54.2—54.4.

Таблица 54.4. ГАБАРИТЫ КОЛОДЦЕВ ПРИ УСТАНОВКЕ ДИСКОВЫХ ЗАТВОРОВ, мм

Условный проход $D_у$		100	150	300*	400
	H	195	232	375	440
	k_{min}	200		350	
	h'_{min}	128	149	295	360
	D	200		320	
Принятая рабочая высота колодца		1500, 1800			

* Выпуск затворов $D_у$=300 мм предусматривается в перспективе.

54.4. Гидроизоляция колодцев

В мокрых грунтах при расчетном уровне подземных вод выше дна колодца должна быть предусмотрена гидроизоляция дна и стен колодца на 0,5 м выше этого уровня в песчаных грунтах; в глинистых грунтах отметка верха гидроизоляции назначается с учетом

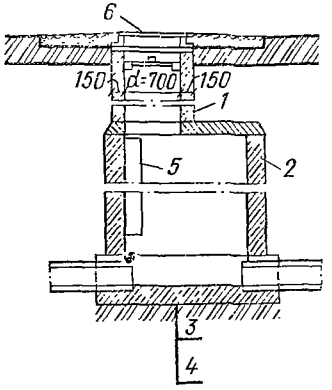


Рис. 54.1. Канализационный колодец в непросадочных грунтах

1 — горловина из бетона М150; *2* — бетон М200, М150; *3* — бетон М150 и М200 с затиркой и железнением поверхиости лотка; *4* — бетонная подготовка М50 и М100 мм; *5* — лестница; *6* — люк

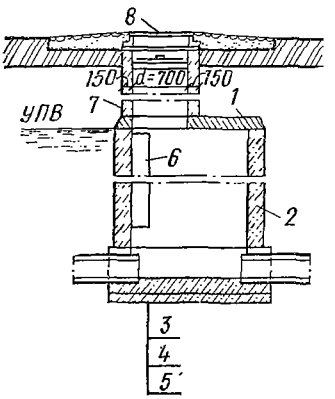


Рис. 54.2. Канализационный колодец в мокрых грунтах

1 — плита перекрытия; *2* — бетон М200; *3* — бетон М150 и М200 с затиркой и железнением поверхности лотка; *4* — гидроизоляция δ=10 мм; *5* — бетон М50 и М100; *6* — лестница; *7* — горловина *D*=700 мм; *8* — люк

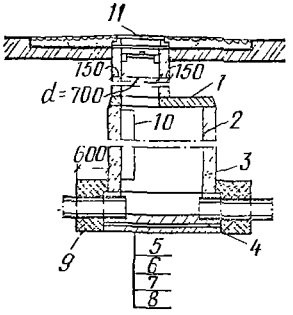


Рис. 54.3. Канализационный колодец в просадочных грунтах

1 — плита перекрытия; *2* — гидроизоляция по внутреннм поверхностям; *3* — бетон М200 и М150; *4* — сетка; *5* — гидроизоляция; *6* — бетон М150 и М200 с затиркой и железнением поверхиости лотка; *7* — бетонная подготовка; *8* — уплотненный грунг; *9* — водоупорный замок; *10* — лестница; *11* — люк

капиллярного поднятия подземных вод. Гидроизоляция днища колодцев принимается штукатурная асфальтовая из горячего асфальтового раствора толщиной 10 мм по огрунтовке разжиженным битумом; наружная гидроизоляция стен, лотков и плит перекрытия — окрасочная из горячего битума, наносимого в несколько слоев (не менее двух) общей толщиной 4—5 мм по грунтовке из битума, растворенного в бензине. На стыках сборных железобетоиных колец при

этом следует наклеивать полосы гнилостойкой ткани шириной 20—30 см. Сопряжение асфальтовой и окрасочной изоляций следует выполнять по СНиП. Схемы гидроизоляции приведены на рис. 54.1—54.3.

Устройство колодцев на водопроводных сетях в грунтовых условиях I типа по просадочности должно осуществляться как в обычных непросадочных грунтах. Затирка швов и внутренних поверхностей производится цементно-песчаным раствором состава 1 : 2.

Для уменьшения величины возможной просадки в основании колодцев в грунтовых условиях II типа по просадочности необходимо осуществлять следующие конструктивные и водозащитные мероприятия:

1) грунты основания под колодцы уплотнять трамбованием на глубину до 1 м с получением плотности сухого грунта не менее 1,6—1,7 т/м³;

2) по уплотненному основанию устраивать бетонную подготовку толщиной 100 мм из бетона М50;

3) внутренние поверхности стен и днища колодцев обмазывать горячим битумом в несколько слоев общей толщиной 4—5 мм по грунтовке битума, растворенного в бензине;

4) отверстия для труб после их монтажа тщательно заделывать с устройством снаружи водоупорного замка из плотно уложенной перемятой глины, смешанной с битумом или дегтевыми мастиками;

5) пазухи колодцев засыпать местным талым глинистым грунтом оптимальной влажности с послойным уплотнением равномерно по периметру слоями толщиной не более 0,2 м до проектной плотности сухого грунта не менее 1,6 т/м³; не допускается выполнять обратную засыпку песчаным, крупнообломочным и другими дренирующими грунтами, а также переувлажненным грунтом;

6) поверхность земли вокруг люков планировать на 0,3 м шире пазух с уклоном 0,03 от колодца; на спланированной поверхности устраивается отмостка.

РАЗДЕЛ VIII
СПЕЦИАЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Глава 55. ПРОКЛАДКА ТРУБОПРОВОДОВ ЧЕРЕЗ СЛОЖНЫЕ ЕСТЕСТВЕННЫЕ ПРЕПЯТСТВИЯ

55.1. Наземные переходы

На болотах, а также на участках трассы с сильно выраженным пересеченным рельефом местности устраивают наземные переходы. Трубопровод, проложенный по поверхности болота, обваловывают грунтом. Откосы образующейся насыпи укрепляют каменной наброской или сборными железобетонными плитами (рис. 55.1 и 55.2).

Болота подразделяются на три типа:

тип I — болота с устойчивыми грунтами, допускающими проход специальной техники с удельным давлением на грунт до 30 кПа; проходимость обычной строительной техники возможна по сланевым дорогам;

тип II — болота, заполненные торфом; проход техники возможен только по сланевым дорогам, допускающим удельное давление до 10 кПа;

тип III — болота с растекающимся торфом несущей способностью менее 10 кПа, допускающим использование строительной техники, смонтированной на плавучих средствах.

55.2. Надземные переходы

Через небольшие водохранилища, реки, пруды, болота, овраги, балки и рвы устраивают надземные переходы. Трубопровод укладывают на опорах—железобетонных, деревянных или металлических.

В зависимости от принятых проектом решений надземные переходы могут быть балочными (рис. 55.3 и 55.4), висячими (рис. 55.5 и 55.6) и арочными (рис. 55.7).

55.3. Подземные переходы

Такие переходы сооружают через малые реки, болота типа I, озера, овраги, балки и рвы (рис. 55.8—55.10).

При переходах через реки участки трубопровода ограждают перемычками. Основной поток воды направляют по обводному каналу.

Надежным способом преодоления болот, озер и других непроточных водоемов является отсыпка по трассе земляного полотна вы-

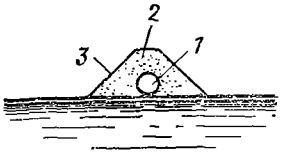


Рис. 55.1. Переход трубопровода через болото I типа

1 — трубопровод; *2* — насыпь; *3* — крепление откоса

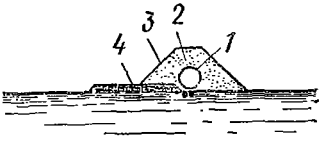


Рис. 55.2. Переход трубопровода через болото II типа

1 — трубопровод; *2* — насыпь; *3* — крепление откоса; *4* — сланевая дорога

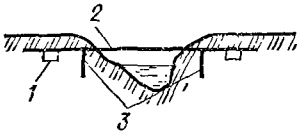


Рис. 55.3. Одиопролетный надземный балочный переход

1 — железобетонная неподвижная опора; *2* — трубопровод; *3* — железобетонные сваи

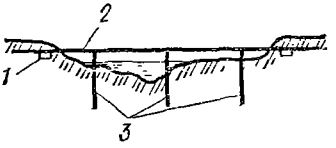


Рис. 55.4. Многопролетный надземный балочный переход

см. экспликацию к рис. 55.3

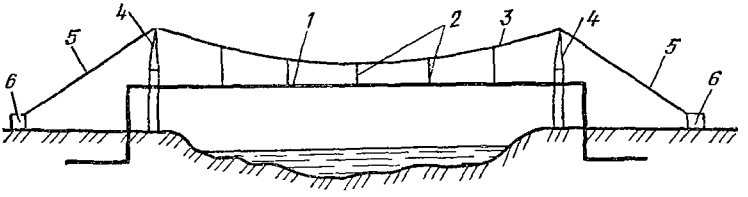


Рис. 55.5. Гибкий висячий переход с одноканатной системой подвески

1 — трубопровод; *2* — подвески; *3* — несущий трос; *4* — пилоны; *5* — растяжки; *6* — анкеры

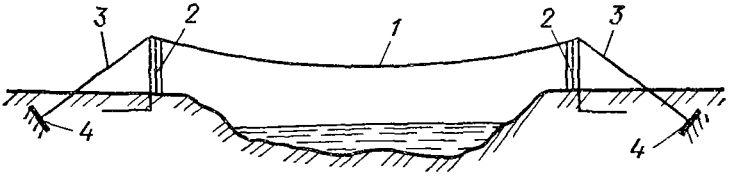


Рис. 55.6. Висячий однопролетный переход «провисающая нить»

1 — трубопровод; *2* — пилоны; *3* — растяжки; *4* — анкеры

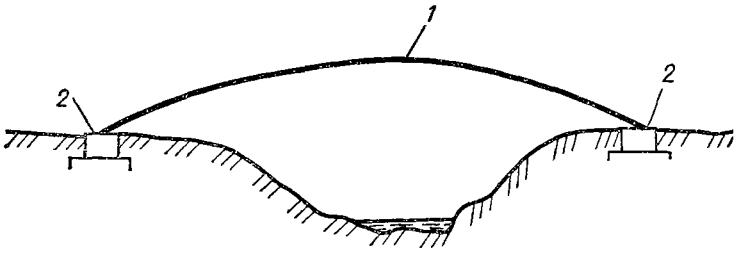


Рис. 55.7. Арочный переход
1 — трубы, связанные между собой легкими швеллерами; *2* — опоры, заделанные в береговые устои

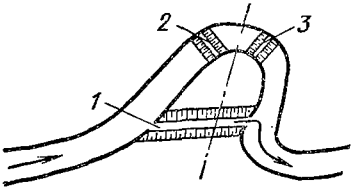


Рис. 55.8. Устройство подземного перехода под защитой земляных перемычек
1 — обводной канал; *2* — верховая перемычка; *3* — низовая перемычка

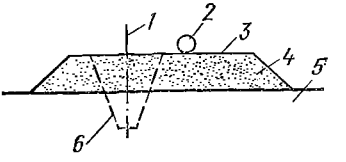


Рис. 55.9. Переход через болото трубопроводом, укладываемым в пионерной насыпи
1 — ось траншеи под трубопровод; *2* — трубопровод, подготовленный к укладке; *3* — монтажная площадка; *4* — пионерная насыпь; *5* — болото; *6* — контур траншеи под подземный переход

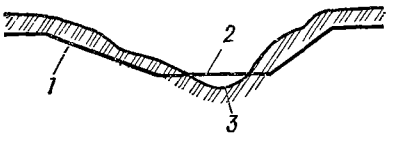


Рис. 55.10. Переход через овраг (балку, ручей) с крутыми берегами
1 — подземная часть перехода; *2* — надземная (балочная) часть перехода; *3* — овраг (балка, ручей)

сотой не менее 1 м над урезом воды и шириной, достаточной для выполнения всего комплекса трубопроводных работ (см. рис. 55.9).

Переходы через овраги, балки, рвы и ручьи сооружают сочетанием участков, монтируемых в изломах склонов, и прямолинейного участка, укладываемого по дну. В местах резких переломов профиля трубопровод монтируют из отводов. Разработку траншеи на склонах круче 1 : 4 выполняют экскаватором, который канатом соединяют с лебедкой, удерживаемой соединенным с ней мертвяком. Трубы

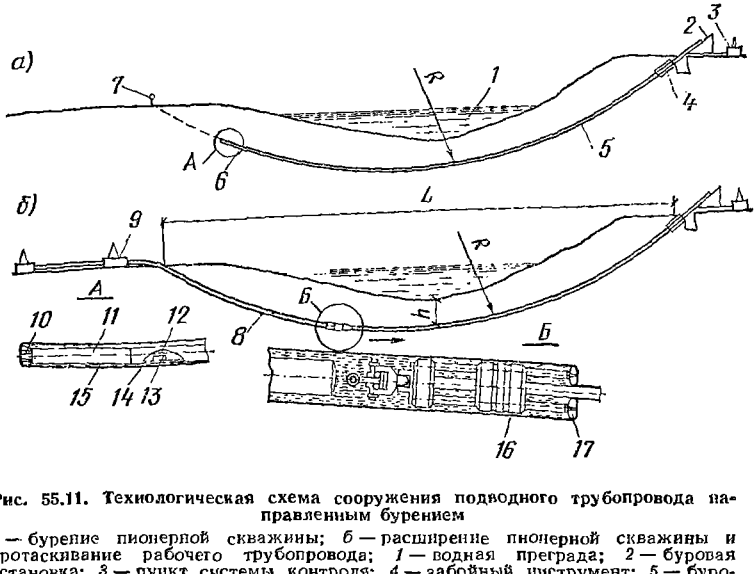


Рис. 55.11. Технологическая схема сооружения подводного трубопровода направленным бурением

а — бурение пионерной скважины; *б* — расширение пионерной скважины и протаскивание рабочего трубопровода; *1* — водная преграда; *2* — буровая установка; *3* — пункт системы контроля; *4* — забойный инструмент; *5* — буровая штанга; *6* — направляющая труба; *7* — световой репер; *8* — рабочий трубопровод; *9* — трубоукладчик; *10* — буровое долото; *11* — турбобур; *12* — буровой раствор; *13* — прибор подземной ориентации; *14* — диамагнитная труба; *15* — пилотная скважина; *16* — разбуривающий инструмент (РТБ); *17* — буровая коронка

укладывают снизу вверх. На очень крутых склонах траншею разрабатывают сверху вниз, а трубопровод укладывают с временной эстакады всей плетью или отдельными звеньями, начиная с нижней части перехода (см. рис. 55.10).

Переходы, укладываемые в скважинах, пробуренных под водными преградами, сооружают следующим образом. На одном из берегов преграды монтируют установку направленного бурения, представляющую собой стальную раму, по наклонным рельсам которой перемещается тележка с закрепленной на ней изогнутой секцией трубы. Для разработки грунта передняя секция снабжена режущей головкой, приводимой во вращение гидробуром. Разработанный грунт удаляют водой, подаваемой насосами в гидробур. Для этой цели в головной части бурового снаряда имеются окна, через которые пульпа поступает в полость прокладываемой трубы и выливается через ее входное отверстие.

В настоящее время прорабатывают два варианта направленного бурения:

бурение и одновременная прокладка трубопровода из изогнутых секций заданного диаметра;

бурение пионерной скважины малого диаметра и расширение ее до нужного размера обратным ходом разбуривающей головки с последующей прокладкой рабочего трубопровода (рис. 55.11).

Диаметр трубы в обоих случаях около 720 мм при диаметре скважины 910—830 мм; длина перехода до 600 м при глубине заложения под дном водоема от 7,5 до 30 м.

По данным Московского института нефтехимической и газовой промышленности им. И. М. Губкина минимальный радиус изгиба трубы R составляет 300 м (при глубине заложения h под дном водоема от 10 до 30 м и длине перехода L до 500 м).

55.4. Подводные переходы — дюкеры

Основные требования к строительству подводных переходов заключаются в следующем:

дюкеры прокладывают перпендикулярно оси водного потока в две нитки из стальных труб диаметром не менее 150 мм каждая с усиленной антикоррозионной изоляцией, защищенной футеровкой;

в местах перехода оба берега укрепляют наброской из камня или плитами из сборного железобетона;

угол наклона восходящих частей дюкера должен быть не более 20° к горизонту, а расстояние между нитками в свету — 0,7—1,5 м в зависимости от давления;

расстояние по вертикали от возможного размыва дна реки до верха трубы должно составлять не менее 1 м;

строительство дюкеров через реки, используемые для хозяйственно-питьевого водоснабжения и рыбохозяйственных целей согласовывают с органами санитарно-эпидемиологической службы и охраны рыбных запасов, а через судоходные реки — дополнительно с Министерством речного флота;

на границах переходов, определяемых горизонтом высоких вод, устраивают колодцы и переключения с задвижками, а на сетях канализаций, во входных и выходных камерах, равно как и на аварийном выпуске, устанавливают затворы;

аварийные выпуски сооружают по согласованию с органами СЭС, охраны рыбных запасов и регулирования использования и охраны вод;

отметку планировки у камер перехода берут на 0,5 м выше уровня высоких вод обеспеченностью 3 %;

уложенные переходы обследуют водолазы и на основе получен-

ных данных поставляют исполнительную техническую документацию;

дюкеры строят согласно ППР, согласованному с органами Министерства речного флота, СЭС и охраны рыбных запасов.

При прокладке подводного трубопровода важное значение приобретают подготовительные работы:

1. Изучение проектно-сметной документации.

2. Привязка проекта и рекогносцировка района строительства перехода, принятие от заказчика трассы створа в натуре с закрепляющими знаками.

3. Разработка и утверждение ППР.

4. Выполнение предусмотренных ППР подготовительных работ.

5. Уточнение принятых проектом строительного, минимального и максимального уровней воды в водоеме, продолжительности их стояния, а также ширины зеркала при этих уровнях. Организация временного водомерного поста в зоне производства строительно-монтажных работ.

6. Проведение контрольных промеров глубин по проектному створу. Установление временной телефонной связи между берегами.

Принятие метода производства работ по устройству перехода зависит от следующего:

рельефа и геологического строения берегов и дна водоема;

гидрогеологической и гидрологической особенностей водной преграды и ее поймы;

размеров перехода (длины, количества ниток, их диаметров и массы);

скоростей течения воды в водоеме, эпюры их распределения по сечению;

ширины и глубины водной преграды в месте перехода, максимального и минимального уровней воды в период паводка и межени, продолжительности их стояния и времени установления;

глубины заложения трубопровода под дном водоема;

наличия в распоряжении строительной организации необходимых машин, механизмов и приспособлений, их технических возможностей;

строительной нагрузки на трубопровод и напряжений, возникающих при укладке;

плавучести трубопровода.

ППР разрабатывает организация, которой поручено строительство. После рассмотрения техсоветом ППР утверждается главным инженером строительной организации. В ППР входят:

графики производства СМР, поставки оборудования и материалов, движения рабочих, машин, механизмов, потребности в плавучих средствах;

стройгенплан объекта, технологические карты на производство работ по разработке подводной траншеи и укладке трубопровода, решения по технике безопасности и контролю качества СМР;

пояснительная записка с расчетами и обоснованиями принятых в ППР решений;

решения по другим вопросам, характерным для данной стройплощадки (проекты на временные сооружения, дороги, подъездные пути, причалы, электроснабжение, связь и пр.).

55.5. Разработка подводных траншей

Подводные траншеи разрабатывают: экскаваторами, установленными на плавучих средствах; скреперными установками; землечерпательными снарядами; землесосами и гидромониторами; взрывами; специальными машинами, способными выпимать грунт из-под уложенных трубопроводов.

Ширину траншеи поизу определяют по формуле

$$B = D + a\,(n - 1) + 2b,$$

где D — наружный диаметр футерованной и балластированной трубы; n — число труб, укладываемых в одну траншею; a и b — рас-

Таблица 55.1. РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ТРУБАМИ В СВЕТУ И МЕЖДУ ТРУБОЙ И ПОДОШВОЙ ОТКОСА

Диаметр трубопровода, мм	a, м	b, м
371	0,7	0,5
520—630	0,8—0,9	0,6—0,7
720—820	1,0—1,2	0,7—0,8
920—1020	1,3—1,5	1,8—1

Таблица 55.2. КРУТИЗНА ОТКОСОВ ТРАНШЕЙ

Грунт	Крутизна откосов при глубине траншеи, м	
	⩽2	⩾2
Песок:		
пылеватый мелкий	1:2,5	1:3
средний	1:2	1:2,5
разнозернистый	1:1,8	1:2,8
крупный	1:1,5	1:1,8
Супесь	1:1,5	1:2
Суглинок	1:1	1:1,5
Гравелистый и галечниковый (гравня и гальки более 40 %)	1:1	1:1,5
Глина	1:0,5	1:3,5
Разрыхленный скальный	1:0,5	1:1

стояния соответственно между трубами в свету и между трубой и подошвой откоса, которые принимают по табл. 55.1.

Подсчитанную по формуле ширину корректируют в зависимости от заносимости траншеи, крутизна откосов которой подбирается по табл. 55.2, и метода ее разработки.

Крутизна откосов обводненных траншей (табл. 55.3) на береговых участках при наличии подземных вод зависит от вида грунта.

Таблица 55.3. КРУТИЗНА ОТКОСОВ ОБВОДНЕННЫХ ТРАНШЕЙ

Грунт	Крутизна откосов при глубине траншеи, м	
	≤2	>2
Песок:		
мелкий	1:1,5	1:2
средний и крупный	1:1,25	1:1,5
Суглинок	1:0,67	1:1,25
Гравелистый и галечниковый (гравия и гальки более 40 %)	1:0,75	1:1
Глина жидкая	1:0,5	1:1,5
Разрыхленный скальный	1:0,25	1:0,25

Примечание. При гидромониторной разработке крутизна откосов применяется не менее 1 : 2,5.

Для обеспечения прокладки трубопровода на проектных отметках необходимо переуглубление траншей на глубину 0,1—0,4 м в зависимости от снарядов и установок.

Разработка подводных траншей экскаваторами, установленными на берегу или на плавсредствах

Этот способ широко применяется при разработке подводных траншей в прибрежных водах заливов и при устройстве подводных переходов через реки.

В качестве плавучих средств для установки экскаваторов используют баржи и понтоны, размеры и грузоподъемность которых диктуются массой экскаватора, условиями его работы, а также массой размещаемых на них лебедок, одна из которых удерживает баржу от сноса вниз по течению (рис. 55.12).

При пересечении трубопроводами небольших рек шириной в несколько десятков метров и глубиной не более 1 м траншею разрабатывают двумя экскаваторами-драглайнами, установленными на противоположных берегах (рис. 55.13).

Сначала разрабатывают прибрежные участки траншеи в пределах максимального вылета стрелы, затем, поочередно подтягивая то

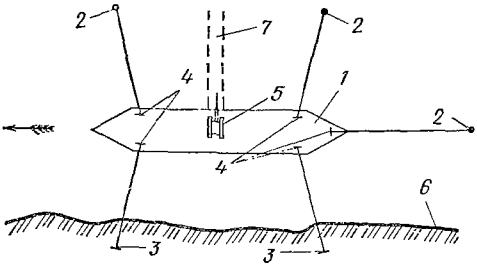


Рис. 55.12. Разработка подводной траншеи экскаватором, установленным на плавучем средстве

1 — самоходная баржа; *2* — якоря; *3* — мертвяки; *4* — лебедки; *5* — экскаваторы; *6* — берег реки; *7* — подводная траншея

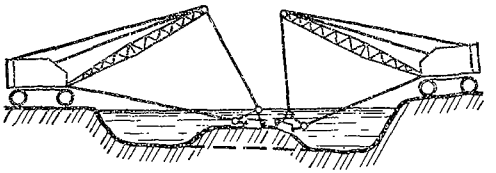


Рис. 55.13. Разработка подводной траншеи двумя экскаваторами-драглайнами

к одному, то к другому экскаватору ковши, соединенные между собой отрезками каната, русловую часть подводной траншеи.

Разработка подводных траншей канатно-скреперными установками

Этот способ применяют при разработке траншей как на судоходных, так и на несудоходных реках со скоростью течения до 2,5 м/с и шириной водного зеркала не более 150 м (рис. 55.14).

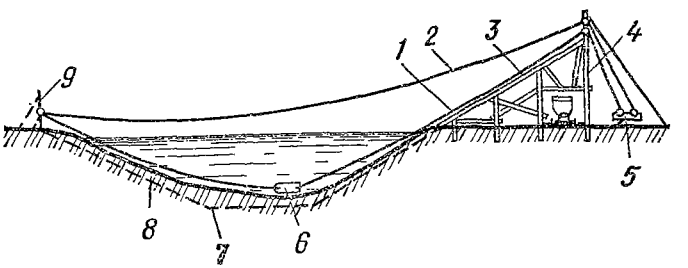


Рис. 55.14. Разработка подводной траншеи канатно-скреперной установкой

1 — тяговый трос; *2* — хвостовой трос; *3* — эстакада с бункером; *4* — головная опора; *5* — двухбарабанная лебедка; *6* — бездонный ковш; *7* — проектное положение подводной траншеи; *8* — дно водоема; *9* — хвостовая опора

Таблица 55.4. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СКРЕПЕРНЫХ ЛЕБЕДОК

Показатели	ЛС-301	ЛС-302	ЛС-1001 (опытный образец)
Максимальное тяговое усилие, кН	470	470	980
Скорость движения каната, м/мин	0,60	0,60	0,29
Канатоемкость барабана, м	500	500	500
Диаметр каната, мм	32,5	32,5	52
Двигатель:			
марка	СМД-14	СМД-14	Д-160
мощность, кВт	55	55	117
частота вращения, мин$^{-1}$	1700	1750	1250
Размеры, мм:			
длина	3900	4015	9270
ширина	2200	2200	3200
высота	2605	2605	3790
Масса, кг:			
без каната	10 000	—	—
с канатом	13 800	14 200	4500
Изготовитель	Московский экспериментальный механический завод Миннефтегазстроя		

Скреперными установками (табл. 55.4) разрабатывают все виды грунта, включая и разрыхленную взрывом скалу, при этом ширина траншеи определяется размером ковша и колеблется от 1 до 2,5 м.

Комплект скреперной установки (табл. 55.5) состоит из двухбарабанной лебедки, приводного силового агрегата, скреперного ковша вместимостью до 1,5 м^3 с тяговым и хвостовым тросами. При подтягивании к берегу скрепер (бездонный ковш) наполняется грунтом, а тяговый трос наматывается на барабан лебедки. Груженый ковш поднимается по наклонной эстакаде к бункеру. Разгрузившись над бункером, он вновь возвращается на дно траншеи для набора следующей порции грунта, тяговый трос при этом разматывается, а хвостовой наматывается на другой барабан лебедки. Мощность скреперной лебедки тем больше, чем больше вместимость скреперного ковша.

Разработку траншеи начинают с наиболее удаленного участка, постепенно сокращая длину скреперования.

Иногда траншеи отрывают двумя соединенными скреперными ковшами: при движении к берегу один из ковшей совершает рабочий ход, а второй — холостой; при движении от берега в работу вступает второй ковш, первый становится нерабочим.

Вместо скреперных ковшей в мировой практике находят применение устройства в виде плуга и мощной тяговой лебедки, посредством которой вслед за плугом протаскивается и заглубляется подводный трубопровод.

Таблица 55.5. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СКРЕПЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ КСО-232 И КСО-1221 (ДЛЯ ЛЕБЕДОК ЛС-301, ЛС-302)

Показатели	Марка оборудования	
	КСО-232	КСО-1221
Состав комплекта	Лебедки ЛС-301 и ЛС-302, направляющая, ковш, блоки с якорем	
Ковши:		
тип	С откидывающимся днищем	
вместимость, м³	3	3,5
Производительность при длине скреперования 200 м и с полным опорожнением ковша, м³/ч	18	23
Ширина траншеи по дну, м	1,6	2
Тип направляющей	Стационарная А-образная	
Якорное устройство:		
блоки неподвижные	Горизонтальные	
диаметр, мм	525	525
количество блоков	2	2
тип якоря	Трубчатый	
диаметр якоря, мм	325	325
длина якоря, мм	5000	5000
количество якорей	2	2
Категория грунта, разрабатываемого ковшом	I—IV	
Изготовитель	Ленинградский опытный завод «Союзтрубопроводстрой» Всесоюзного строительно-монтажного объединения (ВСМО)	

Разработка подводных траншей землечерпательными снарядами

Землечерпательные и землесосные снаряды применяют для разработки траншей через судоходные реки глубиной до 8—11 м и шириной свыше 300—500 м. Ввиду сложности эксплуатации и большой ширины разрабатываемых траншей (на 1 м длины трубопровода диаметром до 1020 мм при заглублении до 2 м необходимо вынуть около 50 м³ грунта) эти снаряды в практике строительства переходов используют редко.

Разработка подводных траншей землесосами и гидромониторами, гидроэлеваторами и пневматическими грунтососами

Землесосные снаряды (табл. 55.6), разрабатывающие плотные грунты подводных траншей методом отсасывания, применяют на водоемах глубиной до 25 м. Высота всасывания землесосных снарядов 3,5—7 м.

К механизмам, разрабатывающим траншеи указанным методом,

Таблица 55.6. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТРАНШЕЙНЫХ ЗЕМСНАРЯДОВ

Показатели	Марка земснаряда				
	ТЭР-12м	УПТЭУ-3А	ТЭР-151	ТЭР-25	ТЭР-101л
Глубина разработки траншеи, м (от уровня воды водоема)	До 12	До 20	До 18	До 25	10
Производительность по грунту, м³/ч	До 180	До 80	До 140	200	90
Установленная мощность, кВт	291	271	235	526	100
Водоизмещение, т	89	57	195	275	50
Размеры, мм:					
длина	22 300	32 250	32 350	43 000	16 000
ширина	6 300	6 500	8 500	9 300	7 000
высота борта	1 500	2 400	2 600	2 700	1 100
Изготовитель	Ленинградский опытный завод «Союзтрубопроводстрой» Всесоюзного строительно-монтажного объединения (ВСМО)				

относятся также гидроэлеваторы и пневматические грунтососы, применяемые на илистых, песчаных, гравелистых и других несвязных грунтах.

Техническая характеристика пневматического грунтососа

Производительность по грунту, м³/ч	10—12
Рабочее давление воздуха, кПа	40
Расход воздуха (по всасыванию), м³/ч	4—5
Длина рабочей части, мм	1200
Глубина работы грунтососа, м	до 18

Гидромониторные установки (табл. 55.7), управляемые водолазами, разрабатывают методом размыва на глубину 5—6 м грунты всех категорий до слабой разборной скалы включительно. При размыве траншеи на бо́льшую глубину грунт разрабатывают послойно. Изготовляются эти установки строительно-монтажной организацией.

Разработка подводных траншей взрывным способом

Взрывной способ рекомеидуется для разработки подводных траншей в скальных и обычных грунтах как на выброс, так и на рыхление. Заряды взрывчатки могут быть накладные, шпуровые и скважные. Массу зарядов, глубину их закладки и расстояние между ними устанавливают расчетом и опытным взрывом.

Применение взрывного способа невозможно без разрешения административных органов, а также наличия штата опытных взрывников.

Метод взрывания накладными зарядами прост в исполнении, но требует большого расхода ВВ (на 1 м³ грунта в 10—20 раз больше,

Таблица 55.7. ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГИДРОМОНИТОРНЫХ УСТАНОВОК

Установка	Допустимая глубина водоема, м	Ширина траншеи, м	Мощность двигателей, приводящих в движение насосы, кВт	Производительность насоса, м³/ч	Напор, развиваемый насосом, м	Производительность установки, м³/ч, в грунтах разных категорий					
						I	II	III	IV	V	VI
Универсальный, плавучий гидромонитор УПГМ360 (глубина траншеи до 2 м) при работе способом:											
отсоса	1,5—10	5—10	265	360	160	43,5	34,3	28,6	22,7	—	—
размыва						26,3	22,3	18,2	14,3	11,1	9
Гидромониторная установка ГМ4 с применением труда водолазов (глубина и ширина траншеи понизу до 1 м)	0—40	0,5—5	73,5	50	150	2,8	2,3	1,85	1,4	1,25	1,1
Скрепер-пульпомет (гидромеханический снаряд)	0,5—20	2,2	40	310	25	24	20,4	17,7	14	10,9	9,2

чем при других методах). Рыхление скальных пород взрыванием шпуровых зарядов производят на глубине не менее 0,5 м (диаметр шпуров до 75 мм). Скважинные заряды применяют для рыхления крепких скальных пород на глубину до 2 м (диаметр скважин до 300 мм).

Разработка подводных траншей специальными машинами, способными вынимать грунт из-под уложенных трубопроводов

В случаях, когда из-за больших донных скоростей невозможно отрыть подводную траншею на всю длину перехода (траншея быстро заносится грунтом), используют специальные машины — трубозаглубительные установки, способные вынимать грунт из-под уложенного или укладываемого на дно водоема трубопровода.

Трубозаглубительный снаряд гидропневматического действия. Этот снаряд состоит из жестко смонтированного на роликах устройства, перемещающегося по уложенному под водой трубопроводу, напорных шлангов (воздушного и водяного) и баржи с насосами, компрессорами, силовым и другим оборудованием. При движении снаряда по верху уложенной трубы струями воды, подаваемыми под большим давлением, производят размыв грунта под трубопроводом, осадка которого в размытую траншею происходит самопроизвольно. Вынос и подъем размытого грунта осуществляют сжатым воздухом. Трубозаглубитель особенно эффективен в илистых и в мягких несвязанных грунтах.

Трубозаглубительный снаряд со всасывающим насосом. В отличие от гидропневматического снаряда в данном случае для удаления размытого грунта используют всасывающий насос. Размывное устройство монтируют на салазках, протаскиваемых по трубопроводу тросом; траншея под уложенным трубопроводом образуется под действием высоконапорных струй воды и непрерывного отсасывания размытого грунта насосом. Установка эффективна при разработке траншей, сложенных илистыми и несвязными грунтами.

Гидровибрационный снаряд. Подводный трубопровод под действием собственного веса погружается в грунт, превращенный напорными струями воды в жидкую массу.

55.6. Укладка подводных трубопроводов

Наибольшее распространение при укладке подводных трубопроводов получили три метода. Целесообразность применения того или иного метода обосновывают в ППР.

Опускание плети полной длины с поверхности воды на дно подводной траншеи или водоема

Эту укладку производят тремя способами:

1. Свободным погружением трубопровода. Подготовленную на всю длину перехода изолированную и футерованную плеть с приваренными заглушками при необходимости снабжают балластными грузами и спускают на воду. С помощью плавучего средства плеть заводят в проектный створ и фиксируют по оси подводной траншеи стальными канатами, закрепленными на берегах (рис. 55.15). Через приваренный на конце плети патрубок в трубопровод насосом закачивают воду, а через открытый на противоположном конце вентиль выпускают воздух. Под действием поступающей воды трубопровод постепенно теряет положительную плавучесть и плавно погружается на дно подводной траншеи (рис. 55.16).

Таким способом прокладывают переходы диаметром 300 мм и более. В глубокие водоемы трубопроводы укладывают прямо на дно; во избежание смещения донными течениями их закрепляют расчалками с якорями.

2. Опусканием трубопровода с понтонов. Вдоль трубопровода, заведенного в проектный створ описанным выше способом, устанавливают соединенные друг с другом жесткие понтоны со смонтированными на них козлами и талями, с помощью которых весь трубопровод равномерно приподнимают.

Подвешенный над водой трубопровод через патрубок, приваренный к заглушкам, заполняют водой и одновременно стравливанием всех подвесок равномерно опускают на дно траншеи или водоема. Расстояние между понтонами принимают по расчету.

Вместо жестких понтонов часто используют мягкие понтоны из надувных резиновых баллонов. В этом случае опускание наполненного водой трубопровода в проектное положение осуществляют равномерным выпуском воздуха из всех понтонов одновременно.

3. Опусканием трубопровода со льда или с эстакады. В зимнее время при достаточной для передвижения механизмов и монтажа трубопровода толщине льда по створу перехода делают во льду прорезь шириной, обеспечивающей нормальное подводное погружение сваренного трубопровода. Поперек прорези на расчетных расстояниях укладывают опоры и на них накатывают готовые секции трубопровода, которые сваривают в единую плеть и подвергают испытанию на плотность.

После изоляции стыков секций сваренную плеть покрывают футеровочным материалом и (при необходимости) снабжают балластными грузами.

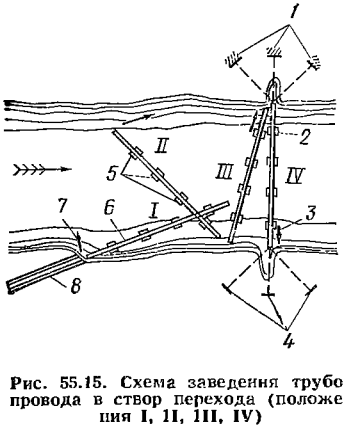


Рис. 55.15. Схема заведения трубопровода в створ перехода (положения I, II, III, IV)

1 — мертвяки; *2* — понтон, поддерживающий шланг для выхода воздуха; *3* — понтон с насосом для закачивания воды; *4* — лебедки; *5* — понтоны; *6* — трубопровод; *7* — катер; *8* — спускная дорожка



Рис. 55.16. Схема укладки трубопровода свободным погружением

Вдоль прорези размещают трубоукладчики, расстояния между которыми назначают из условия, чтобы наполненная водой и приподнятая трубоукладчиками плеть не испытывала при прогибе напряжений, которые превышали бы допустимые. Опоры из-под плети убирают и плеть плавно опускают на дно подводной траншеи или водоема.

Этот способ применяют при любом диаметре трубопровода и скорости течения воды в реке в пределах 2 м/с.

При узких несудоходных водоемах переходы опускают на дно подводных траншей талями с временных эстакад, на которых и собирают всю плеть.

Укладка трубопровода с поверхности воды наращиванием с плавсредств

Через широкие реки, озера, водохранилища, проливы и другие водные преграды прокладку подводных переходов производят одним из следующих способов:

1. Отдельные секции перехода, сваренные, испытанные на плотность, изолированные и футерованные на берегу, доставляют в проектный створ на самоходных баржах, здесь их сваривают в единую плеть. При необходимости плеть оснащают балластными грузами и затем опускают на дно водоема или подводной траншеи.

2. Плеть опускают с баржи на дно водоема, начиная от одного из берегов. Во избежание изгиба, спущенный в воду конец плети закрепляют якорями, а оставленный на берегу — мертвяками. По мере наращивания трубопровода и передвижения баржи в проектном створе, ведут подготовку и опускание под воду всех последующих секций перехода.

Протаскивание трубопровода по дну водоема

Этот способ применим в случаях, когда стройплощадка на одном берегу позволяет разместить устройства для перемещения трубопровода по дну водной преграды, а на другом — стапели и спусковую дорожку. Весь комплекс работ выполняют в строгой технологической последовательности, заложенной в проекте производства работ.

На продолжении оси перехода с уклоном в сторону водоема устраивают спусковую дорожку, а рядом на высоте до 0,9 м — стапели, на которых размещают поступающие на стройплощадку сваренные и изолированные секции трубопровода или отдельные трубы. На стапелях трубы стыкуют, сваривают, подвергают рентгеноскопии и гидравлическому испытанию с последующей изоляцией стыков и футеровкой всего трубопровода.

Подготовленный трубопровод укладывают на спусковую дорожку. При необходимости на спусковой дорожке сваренный и закрытый с обеих сторон заглушками трубопровод оснащают балластными грузами и понтонами. Вместо балластных грузов иногда используют цементно-песчаную изоляцию, нанесенную на трубопровод цементпушкой по металлической сетке (рис. 55.17).

Перед началом протаскивания определяют готовность подводной траншеи: проводят водолазное обследование, проверяют глубину воды в створе перехода и отметки дна, а также монтируют и закрепляют тяговые средства, изготовляют и приваривают оголовок трубопровода (рис. 55.18).

С другого берега строго по оси подводной траншеи протягивают тяговый стальной канат и присоединяют его к оголовку, к нему же на легкой цепи крепят поплавок, служащий для указания местоположения оголовка на разных стадиях протаскивания трубопровода. Другой конец стального каната соединяют лебедкой, расположенной на противоположном берегу на помосте. Натяжением тягового троса трубопровод медленно сдвигают с места и перемещают по спусковой дорожке сначала к урезу воды, а затем в водоем. Как только оба конца трубопровода достигнут проектного положения, протаскивание заканчивают (рис. 55.19).

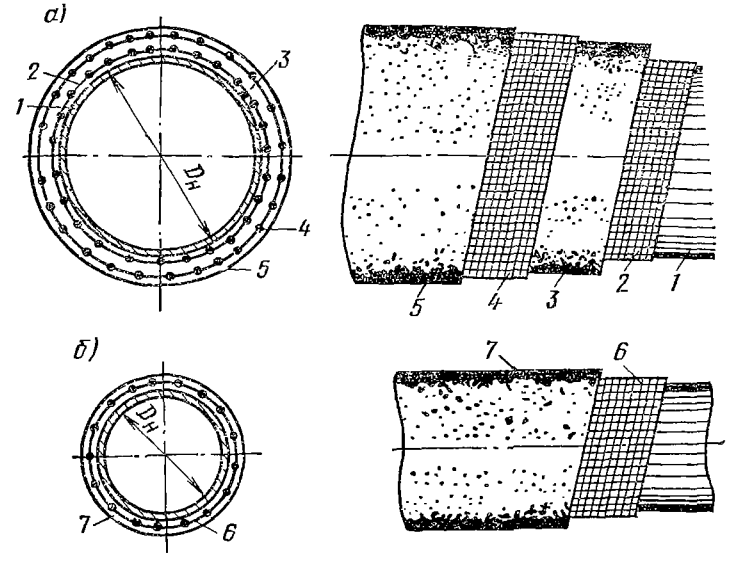


Рис. 55.17. Сплошное монолитное бетонное армированное покрытие подводных трубопроводов

а — для трубопроводов диаметром 700—1000 мм; *б* — то же, 500 мм и меньше; *1* — труба с изоляционным покрытием; *2* — первый слой арматурной сетки; *3* — бетон толщиной 50—70 мм; *4* — второй слой арматурной сетки; *5* — защитный слой бетона толщиной 20—25 мм; *6* — арматурная сетка; *7* — бетон

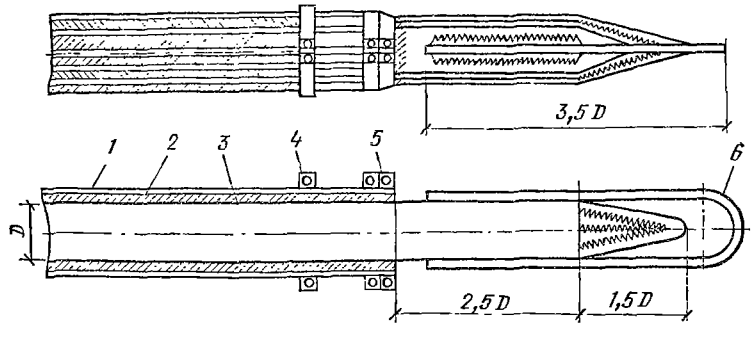


Рис. 55.18. Оголовок для протаскивания труб

1 — футеровка трубы; *2* — изоляция; *3* — труба; *4* — хомут; *5* — головной хомут; *6* — кольцо

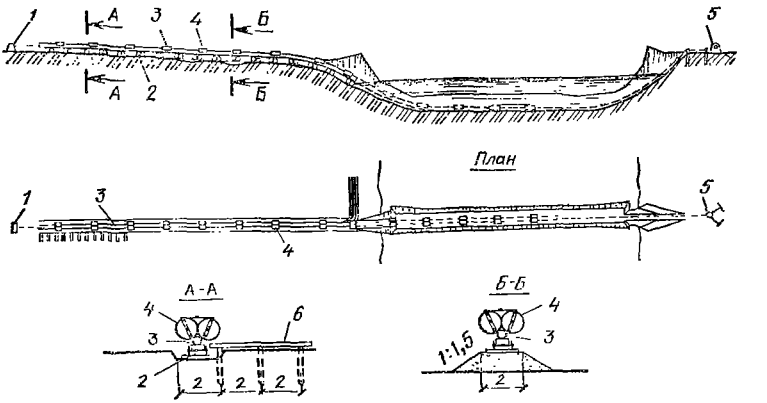


Рис. 55.19. Схема укладки трубопровода способом протаскивания по дну водоема

1 — опора; *2* — роликоопоры; *3* — трубопровод; *4* — понтоны; *5* — тяговая лебедка; *6* — сварочно-монтажный стеллаж (стапель)

Если на спусковой дорожке не представляется возможным собрать весь трубопровод в одну плеть, протаскивание ведут в несколько этапов. На первом этапе собранный трубопровод протаскивают до тех пор, пока удаленный от уреза конец не переместится к месту, где до начала протаскивания находился оголовок, на втором — на спусковую дорожку укладывают подготовленную секцию, по окончании монтажа которой трубопровод протаскивают на длину присоединенной секции. На третьем и последующих этапах указанная операция повторяется до тех пор, пока оба конца перехода не примут проектное положение.

Во избежание засасывания ранее уложенных участков трубопровода разрыв во времени между окончанием предыдущего протаскивания и началом последующего должен быть минимальным.

Положение уложенного перехода по сравнению с проектным фиксируют исполнительной технической документацией, составленной на основе водолазного обследования и замеров глубин воды в створе трубопровода.

Для протаскивания трубопровода длиной 300—350 м используют гусеничные тракторы Т-130 или Т-180 с тяговым усилием более 120 кН. Тяговые лебедки, рассчитанные на усилие более 500 кН, применяют при протаскивании трубопровода диаметром 720 мм и выше при ширине водной преграды более 300 м.

Тяговое усилие в момент трогания трубопровода определяется по формуле: $P_{гр}=Qf_1$ (где Q — масса трубопровода, кг; f_1 — коэф-

фициент трения покоя). После трогания трубопровода тяговое усилие уменьшается и составляет: $P_{тр}=Qf_2$ (где f_2 — коэффициент трения скольжения по дну).

Для трубопровода с бетонным покрытием $f_2=0{,}30$, а для трубопровода со сплошной деревянной футеровкой f_2 зависит от грунта траншеи перехода: в скальных грунтах — 0,65; в песках крупных и гравелистых — 0,55; в мелких песках и супесях — 0,45; в илистых и суглинистых грунтах — 0,40.

При определении тяговых усилий рекомендуется применять формулу $P_{тр}=kQf_1$ (где k — коэффициент трогания с места, равный отношению f_1/f_2). По данным практики значение k можно принимать равным 1,5—2,0.

Длину и сечение тягового каната назначают по расчету: рабочее сечение принимают с двукратным запасом.

Канат прокладывают с плавучих средств строго по оси подводной траншеи.

55.7. Балластные грузы

Подводным трубопроводам, имеющим положительную плавучесть, устойчивость придается балластными грузами:

чугунными и железобетонными в виде полуколец (табл. 55.8),

Таблица 55.8. ЧУГУННЫЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОЛЬЦЕВЫЕ ГРУЗЫ

Диаметр трубопровода, мм	Чугунные грузы диаметром, мм		Железобетонные грузы весом, кН	Диаметр трубопровода, мм	Чугунные грузы диаметром, мм		Железобетонные грузы весом, кН
	наружным	внутренним			наружным	внутренним	
108	282	180	—	529	810	620	6,6
159	360	230	—	630	936	720	8,6
219	426	290	—	720	1050	810	8,6
273	498	350	4,4	820	1130	910	9,6
325	554	400	4,4	1020	1352	1110	11,6
377	602	460	5,6	1220	1500	1340	13,6
426	660	510	5,6	1420	1700	1540	15,6
478	732	560	6,6				

устанавливаемых на деревянную защитную футеровку и стягиваемых друг с другом болтами; эти грузы обеспечивают плотное присоединение к трубопроводу, но протаскивание подводных трубопроводов, оснащенных ими, требует больших усилий;

бетонными и железобетонными (рис. 55.20) в виде седловидных блоков (табл. 55.9), устанавливаемых сверху трубопровода без крепления; эти грузы применяют на заболоченных участках трассы при

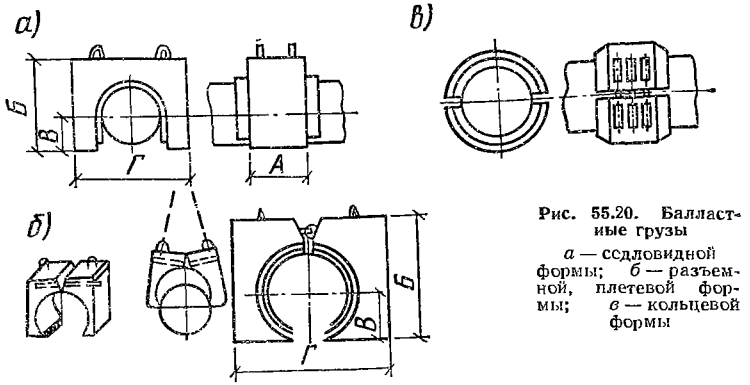


Рис. 55.20. Балластные грузы
а — седловидной формы; *б* — разъемной, плетевой формы; *в* — кольцевой формы

Таблица 55.9. СЕДЛОВИДНЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ГРУЗЫ

Диаметр трубопровода, мм	Размер груза, мм				Объем груза, м³	Вес груза, кН	
	А	*Б*	*В*	*Г*		в воздухе	в воде
720	1200	1120	340	1540	1,03	35	24,5
820	1100	1210	390	1640	1,18	40	28
1020	900	1430	500	1840	2,47	50	35

условии устройства параллельно оси укладываемого трубопровода насыпи для прохождения монтажного крана.

Часто применяют разъемные кольцевые грузы (см. рис. 55.20), а также сплошные утяжеляющие покрытия из армированного бетона, которые имеют ряд преимуществ:

исключается необходимость устройства деревянной футеровки;

надежно защищается изоляция трубопровода от воздействия микроорганизмов и разрушения движущимися донными наносами;

уменьшается тяговое усилие при протаскивании трубопровода, так как коэффициент трения скольжения не превышает 0,30.

Минимальная толщина бетонных покрытий, выполняемых в заводских или полевых условиях, 40 мм. В полевых условиях бетонные покрытия наносят торкретированием или обетонированием в опалубке. Перед обетонированием трубопровод подвергают гидравлическому испытанию давлением, превышающим рабочее на 25 %.

55.8. Спусковая дорожка и стапели

Готовый к укладке подводный трубопровод транспортируют к урезу воды по спусковой дорожке, выполненной в виде роликовых опор, узкоколейного или ледяного пути, заполненной водой траншеи.

Спусковую дорожку устраивают на берегу реки, на продолжении оси подводного трубопровода. На равнинных реках с пологими берегами ее делают в виде заполненной водой траншеи, в которую опускают подготовленный трубопровод и транспортируют его к месту укладки. В зимнее время доставка подготовленного трубопровода к месту укладки возможна по ледяной дорожке.

Техническая характеристика спусковых дорожек для дюкеров

	Марка дорожек	
	ОСД-2	ОСД-3
Диаметр протаскиваемых дюкеров, мм	До 1020	До 1020
Тип тележки	Плавающая	Неплавающая
Грузоподъемность тележки, т	15	25
Длина сборного рельсового пути, м	500	500
Количество тележек	25	25
Тип понтонного устройства	ОСД-2	ОСД-2
Тип опоры	ОСД-3	ОСД-3
Масса комплекта, т	67,5	92
Изготовитель	Московский экспериментальный механический завод Минефтегазстроя	

Примечание. Дорожка ОСД-3 применяется для обетонированных трубопроводов.

Стапели — это попарно расположенные стояки, схваченные насадками. При наличии на строительстве сварочно-изоляционного стенда или хорошо подготовленной бровки у спусковой дорожки надобность в строительстве стапеля отпадает.

55.9. Инвентарные разгружающие понтоны

При укладке подводных трубопроводов больших диаметров их вес с балластным грузом достигает значительных величин. Для уменьшения тягового усилия при протаскивании таких трубопроводов к ним прикрепляют разгружающие понтоны, придающие трубопроводу минимальную отрицательную плавучесть. В зависмости от веса подводного трубопровода инвентарные разгружающие понтоны бывают грузоподъемностью 1,5 т и более.

После завершения работ по протаскиванию трубопровода разгружающие понтоны подлежат отстроповке, которую выполняют высококвалифицированные водолазы.

Понтон ПР-101 предназначен для разгрузки балластированных трубопроводов диаметром 1220—1620 мм, укладываемых методом протаскивания, а также поддержания трубопроводов на плаву при прокладке свободным погружением.

Техническая характеристика понтона ПР-101

Грузоподъемность, т	10
Глубина погружения, м:	
без поддува	30
с поддувом	50
Размеры, мм:	
наружный диаметр	1558
длина	6620
Масса, кг	1900
Изготовитель	Ленинградский опытный завод «Союзтрубопроводстрой» ВСМО

Глава 56. ЛУЧЕВЫЕ ВОДОЗАБОРЫ

56.1. Область применения

Лучевые водозабора (разновидность горизонтальных водозаборов) имеют радиально расположенные водоприемные лучи-фильтры (горизонтальные скважины), подающие воду в центральный водозаборный колодец (шахту), откуда вода насосами подается потребителю (рис. 56.1).

Лучевые водозаборы значительно расширяют возможности использования подземных вод в маломощных или неводообильных водоносных горизонтах, ранее считавшихся неэкономичными для использования.

Если в вертикальных буровых скважинах водозахватная способность ограничивается мощностью водоносного горизонта, уменьшенной на величину допустимого понижения, то водозахватная способность горизонтальных лучей не зависит от мощности водоносного горизонта и колебаний уровня в нем. Поэтому применение лучевых водозаборов особенно эффективно в маломощных водоносных горизонтах и на удалении от контуров питания.

Лучевые водозаборы целесообразно применять:

в водоносных пластах мощностью до 20 м, кровля которых расположена на глубине не более 15—20 м, от дневной поверхности;

для захвата подземных вод аллювиальных отложений в берегах и под руслом рек;

в неоднородных по высоте водоносных пластах, когда необходимо полнее использовать наиболее водообильные слои.

Лучевой водозабор по сравнению с группой вертикальных скважин той же производительности имеет следующие преимущества:

1. Занимает значительно меньшую территорию для собственно

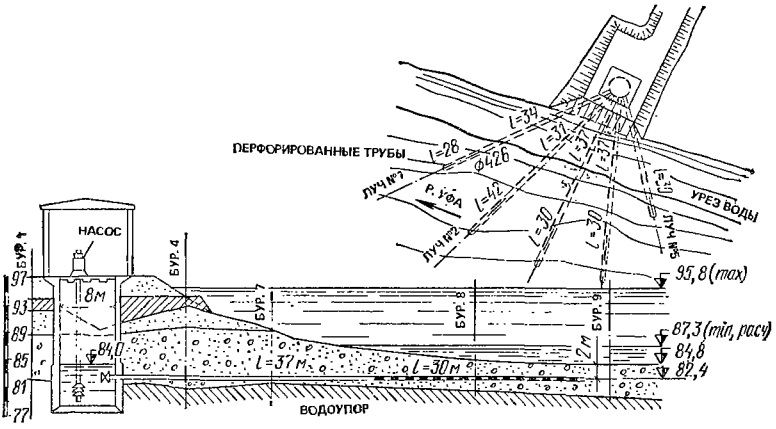


Рис. 56.1. Лучевой водозабор

водозабора и санитарной зоны, снижаются затраты на линейные сооружения и коммуникации.

2. Захват и подъем подземных вод находится в одном месте, что упрощает и удешевляет эксплуатацию.

3. На водозаборе устанавливают два—четыре насоса большей мощности и с более высоким КПД вместо нескольких насосов небольшой производительности на скважинах, что уменьшает затраты электроэнергии.

4. Возможность эксплуатации наиболее благоприятных водоносных горизонтов (наименее загрязненных, с более мягкой водой, с наименьшим содержанием железа и т. д.). Лучи закладывают обычно в самый проницаемый горизонт, который сам является дреной по отношению ко всему комплексу и увеличивает тем самым дебит водозабора. Применяемый в процессе бурения метод отбора мелких фракций грунта в значительной мере увеличивает производительность водозабора.

5. Меньшие скорости фильтрации, благодаря чему уменьшается возможность выноса песка, снижаются потери напора, замедляется отложение солей.

6. Лучевые водозаборы имеют экономические преимущества по капиталовложениям, обслуживанию, эксплуатации.

Основным недостатком лучевых водозаборов является значительная трудоемкость их строительства, а также концентрация их

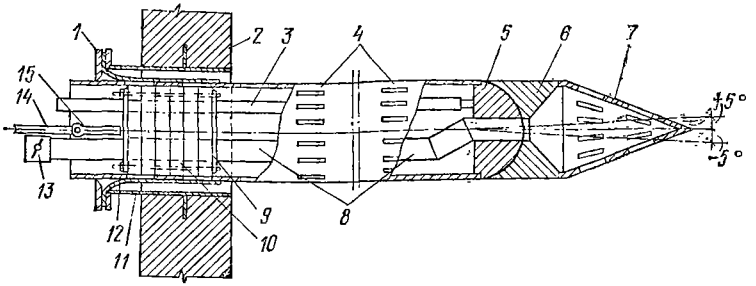


Рис. 56.2. Головное звено продавливаемых труб

1 — направляющий фланец; *2* — стена шахты; *3* — труба для поворота буровой головки вверх и вниз; *4* — фильтровая (глухая) труба; *5* — неподвижная часть буровой головки; *6* — поворотная (вверх и вниз) часть буровой головки; *7* — буровая головка; *8* — шламовая труба; *9* — фланец для сжима уплотнительной резины внутреннего сальника; *10* — набор резины для внутреннего сальника; *11* — сальник шахты; *12* — уплотнение кольцевого зазора; *13* — быстродействующий шибер; *14* — тяги сальника; *15* — болт с проушинами для соединения с тягами

мощности, что может привести к временным перерывам или снижению водоснабжения при отсутствии резервного источника.

Затруднено строительство лучевых водозаборов в галечниковых грунтах при крупности $D_{60}>70$ мм и при наличии в водоносных породах валунов в количестве, превышающем 10 %, а также в илистых породах.

По гидрологическим условиям строительство лучевых водозаборов целесообразно при коэффициентах фильтрации $k>1\cdot10^{-8}$ м/с (86,4 м/сут), при крупности зерен $D_{10}\geqslant0{,}4$ мм, $D_{60}\geqslant1$ мм и коэффициенте неоднородности $k_н=D_{60}/D_{10}>3$.

По месту расположения относительно источников питания лучевые водозаборы разделяются на типы: подрусловый — под дном реки (с шахтой на берегу или в русле); береговой (вблизи или на берегу реки); комбинированный (лучи и под руслом и в береговой зоне); водораздельный (при расположении водозабора на значительном удалении от источников питания).

По гидрогеологическим и инженерным условиям могут применяться следующие схемы лучевых водозаборов:

лучевой водозабор обычного типа с одним ярусом лучей; малый лучевой водозабор с центральной водосборной скважиной, осуществляемой бурением;

многоярусный лучевой водозабор с расположением лучей на разных уровнях; комбинированные водозаборы с одной или несколькими вертикальными скважинами, каптирующими лежащий ниже напорный горизонт подземных вод.

Лучевой водозабор — сложное в строительстве гидротехническое сооружение, требующее освоения технологии специальных работ по сооружению шахты и горизонтальному бурению скважин в водонасыщенных рыхлых грунтах.

Известны два основных метода проходки горизонтальных скважин — Л. Раднея и Г. Фельмана. Первый метод применяется преимущественно в разнозернистых песчано-галечниковых грунтах крупностью $0{,}5 \leqslant D_{60} \leqslant 50$ мм и заключается в непосредственном вдавливании в водоносный пласт фильтровых труб, в голове которых имеется буровая головка, отбирающая мелкие частицы грунта. Для выноса этих частиц применяется шламовая труба (рис. 56.2). Оставшиеся крупные частицы грунта откладываются на фильтровой трубе, образуя естественный обратный фильтр.

По методу Г. Фельмана в водоносный слой из мелкозернистых песчаных, супесчаных и суглинистых грунтов вдавливается неперфорированная (обсадная) труба с буровой головкой. Шлам удаляется по обсадной трубе. По окончании вдавливания в обсадную трубу вставляется фильтровая, а обсадная извлекается.

Бурение ведется из сравнительно глубокой шахты в стесненных условиях при постоянном притоке в нее воды и мелких частиц грунта из шламовой трубы и уплотнений, что осложняет стыкование и сварку шламовых, фильтровых или обсадных труб. Большие усилия вдавливания (до 6000 кН), отклонения лучей, меняющиеся и часто непредвиденные гидрогеологические условия ограниченного по мощности водовмещающего пласта приводят к быстрому износу оборудования, к авариям и остановкам работ. Постоянный приток воды с температурой 4—8 °С создает высокую влажность и некомфортные условия труда в шахте.

Поэтому вопросы технологии сооружения шахты и проходки скважин определяют успех строительства лучевых водозаборов и должны тщательно прорабатываться проектными и строительными организациями.

56.2. Инженерно-геологические изыскания для проектирования лучевых водозаборов

Методика проведения изысканий на воду для каптирования ее лучевыми водозаборами практически не отличается от методики разведочных работ для строительства водозабора из вертикальных скважин. Ниже приводятся дополнительные требования к изысканиям для сооружения лучевых водозаборов, данными о которых обязательно должны располагать проектанты и строители.

После окончания разведочных работ, определения запасов подземных вод и места заложения лучевого водозабора, проводятся детальные изыскания на площади его расположения, в процессе которых определяется следующее:

1. Место заложения шахты водозабора. В этой точке обязательно бурится скважина большого диаметра с полным комплексом опробования (отбор проб грунтов для определения полного гранулометрического состава, пористости, угла внутреннего трения, водоотдачи; проведение опытной откачки и т. д.). Главное внимание уделяется фильтрационным характеристикам горизонта и гранулометрическому составу водовмещающих пород.

2. Направление лучей. Бурятся скважины на расстоянии 10—15 м друг от друга и в конце луча. Скважины должны вскрывать водоносный горизонт полностью. Отбор проб грунта на гранулометрический состав производится через каждый 1 м проходки, а из пласта (горизонта), в котором предполагается заложение фильтров, — через каждые 0,5 м. Строго отмечаются глубины смены пластов, кровли и подстилающих грунтов. Все скважины должны быть пройдены до водоупора, который вскрывают на глубину 3—4 м.

Цель бурения — определить степень однородности грунта, уточнить их фильтрационные свойства с тем, чтобы заложить лучи в наиболее водопроводимом слое.

В процессе изысканий определяются: литологические особенности пород водоносного пласта, включая русловые отложения (для подрусловых водозаборов); гранулометрический состав; дополнительное сопротивление ложа реки; положение поверхности водоупора; коэффициенты фильтрации водовмещающих пород; гидрологические характеристики, а также химический состав и бактериальное загрязнение подземных и поверхностных вод.

Гранулометрический состав грунтов необходимо знать для определения влияния естественного фильтра на производительность водозабора; для определения размеров перфорации фильтровой трубы и буровой головки, которые должны исключать опасность пескования скважин в процессе эксплуатации; для оценки отклонения скважины с целью предотвращения пескования; для выбора метода проходки скважин.

После выбора высотного положения луча в интервале ± 2 м от его оси по отобранным пробам строятся гранулометрические кривые состава грунтов по каждой скважине в полулогарифмическом масштабе, а также осредненные по каждому лучу. По осредненным кривым для каждого луча определяется ширина щелей в буровой головке и фильтровой трубе.

Для определения усилий вдавливания, а следовательно, для расчета толщины стенки и допустимой скважности луча, толщины стенки шахты, воспринимающей усилия вдавливания, мощности вдавливающего оборудования необходимо знать физико-механические свойства водонасыщенных песков (гравийно-песчаных отложений) в условиях природного их залегания, что наиболее просто, быстро, достоверно и с наименьшими затратами можно получить статическим зондированием, например установками С-832. Это позволяет оценивать свойства грунтов непрерывно на всю глубину пластов с получением диаграмм изменчивости и может значительно дополнить и уточнить данные бурения в части планового и высотного положения водовмещающего пласта и луча. Одновременно можно уменьшить число буровых скважин, оставив в качестве опорных скважины в центре шахты, в середине и в конце лучей, а в остальных точках провести зондирование.

Данные зондирования могут быть использованы также для расчета сил трения шахты при опускании колодца.

56.3. Методы сооружения водосборного колодца

Внутренний диаметр шахты принимается от 1,2—2 до 4—6 м, иногда больше, в зависимости от метода устройства горизонтальных скважин, длины их звеньев, типа водозабора и габаритов строительного и эксплуатационного оборудования.

Отметка дна водосборного колодца назначается на 1—2 м (до 3,5 м) ниже уровня заложения лучей в зависимости от размещения водоподъемного и контрольно-измерительного оборудования и оборудования для бурения.

Шахты сооружаются из железобетона (монолитного или сборного), а для шахт малого диаметра возможно применение стальных труб.

Строительство шахты можно вести способом опускного колодца, секущихся свай, траншейных стенок, вибропогружения крепи, кессонным способом и т. д. Наиболее простым, надежным методом сооружения шахты при строительстве лучевых водозаборов остается метод опускного колодца — гравитационный или с применением тиксотропной жидкости.

При проектировании и сооружении шахты должны быть учтены особенности технологии строительства лучевых водозаборов:

1. Тщательную проверку веса шахты следует проводить для обеспечения погружения его на проектную глубину без зависаний, чтобы уменьшить наплывы грунтовой массы в шахту под действием

гидростатического напора. Это явление прослеживается с момента, когда уровень грунта в колодце ниже уровня его за стеной на 5—8 м.

2. Внутри колодца в стенах должны быть предусмотрены консоли или закладные детали для опирания перекрытия (например, из просечно-вытяжного настила) на время производства работ по вдавливанию лучей.

3. В стенах колодца кроме основных отверстий для прокладки лучей должны быть предусмотрены также запасные, на случай замены лучей или устройства дополнительных лучей в целях увеличения производительности водозабора (общее количество отверстий должно быть в 1,5—2 раза больше расчетного).

4. Сальники с наружной стороны завариваются стальным листом толщиной 1,5—2 мм, продавливаемым головкой луча. Диаметр сальника должен быть на 200—300 мм больше диаметра вдавливаемой трубы.

5. Толщина стенки шахты должна быть рассчитана по условиям, чтобы вес шахты превышал силы трения ее о грунт или о тиксотропную жидкость и должна проверяться на напряжения в расчетном поясе от восприятия усилий: отпора при вдавливании лучей; обжатия шахты грунтом; сжатия от действия вертикальных сил.

56.4. Проходка горизонтальных скважин

Число, направление, глубина расположения и длина горизонтальных скважин определяются проектом, исходя из конкретных гидрогеологических, строительных, инженерно-производственных и эксплуатационных условий.

Проходка горизонтальных скважин в большинстве случаев осуществляется путем вдавливания в водоносный грунт звеньев фильтровых (способ Л. Ранея) или обсадных труб (способ Г. Фельмана) чаще всего с отбором части грунта буровой головкой из забойной части скважин. Луч состоит из отдельных звеньев, длина которых зависит от применяемого для вдавливания оборудования и диаметра колодца.

Первым вдавливается звено, состоящее из буровой головки, устройства для исправления отклонения луча от горизонтали и прикрепленной к ней шламовой трубы, сальника, уплотняющего кольцевое пространство между фильтровой и шламовой трубой, и тяг, удерживающих сальник при вдавливании. Это звено вводится в патрубок стенки шахты, где установлен фланец, фиксирующий вдавливаемую трубу, и воротниковый сальник, не позволяющий воде проходить через кольцевой зазор между патрубком и трубой (см. рис. 56.2).

После продавливания листа железа, закрывающего патрубок, и проникновения буровой головки в грунт песчано-гравийная смесь с частицами, меньшими размеров щели буровой головки, под действием перепада гидростатических напоров (за стенкой шахты и внутри ее) через отверстия поступает в головку и шламовой трубой отводится в колодец, где происходит отстой грунта. Вода и шлам периодически откачиваются. В среднем на 1 м луча при продавливании отмывается 0,3—0,6 м³ песчано-гравийной смеси, а вокруг трубы откладывается естественный фильтр диаметром 1—2 м. В процессе проходки должен вестись тщательный контроль за полным отмывом фильтра на каждом шаге вдавливания. Следующий шаг начинают тогда, когда вода из шламовой трубы уже не несет песка.

После вдавливания к первому звену приращивают сваркой, свинчиванием (на цилиндрической или конической резьбе) или другими способами следующее звено фильтровой (обсадной) и шламовой труб, и процесс вдавливания повторяется.

В процессе вдавливания луч отклоняется от заданного положения вверх или (редко) вниз. Необходимо отметить, что увеличение усилий вдавливания ведет к повышению отклонений. Поэтому недопустима несоосность направления усилий вдавливания и оси луча и при каждом отклонении луча необходима юстировка станка. При недопустимом отклонении луча на первых 10—15 м вдавливание необходимо прекратить, луч извлечь и на его место вдавить новый. Длина шага вдавливания определяется длиной буровой головки. Вследствие удаления песка из забоя вдавливание фильтровой трубы облегчается. Поэтому выбор ширины щели и их числа в буровой головке — одна из важнейших задач в строительстве лучевых водозаборов.

Ширина щели s буровой головки должна быть равной диаметру частиц с условным диаметром D_{75}—D_{90} по осредненной гранулометрической кривой рассеивания данного луча, а коэффициент перфорации

$$\eta = \frac{4nl_{щ}\, s \cos \alpha/2}{\pi D^2},$$

где n — количество щелей; $l_{щ}$ — длина щелей; s — ширина щели; α — угол заострения головки; D — диаметр фильтровой трубы.

Коэффициент перфорации должен находиться в пределах 0,2—0,3 для создания достаточной промывной скорости. Чем лучше исследована гранулометрия, тем ближе к D_{90} должен приниматься размер щели.

С целью интенсификации отбора шлама на конец шламовой трубы устанавливается быстродействующий шибер. Открывая и закры-

вая его, в шламовой трубе и буровой головке создают гидравлические удары, ускоряющие отмывку фильтра. Ширина щели (или диаметр отверстия) фильтровой трубы может быть выбрана в пределах D_{75} по кривой гранулометрического состава дающего луча. Число щелей, их длина определяются гидравлическими расчетами (дебитом луча), однако перфорация луча из соображений прочности не должна быть выше 20 %. Фильтровые трубы, вдавливаемые в грунт, испытывают большие нагрузки. После проходки они остаются в грунте и подвергаются коррозии. Поэтому используются трубы с толщиной стенки не менее 8—10 мм (до 26 мм) и диаметром 168—426 и даже 630 мм. Желательно, чтобы материал труб был коррозионно стоек (за рубежом, например, они выполняются из нержавеющих сталей).

Для фильтровых труб, устанавливаемых в обсадные трубы, толщина стенки и скважность не зависят от усилий вдавливания и могут быть выбраны иными.

56.5. Расчет усилий вдавливания

В процессе работ возможно закупоривание буровой головки грунтом, когда луч воспринимает максимальные усилия вдавливания, кН, рассчитываемые по формуле

$$P = 250\pi D^2 (k\tau_1 + R_з),$$

где P — усилие вдавливания; D — диаметр трубы; k — безразмерный коэффициент, определяемый по рис. 56.3; $R_з$ — лобовое сопротивление зонда на глубине заложения луча, МПа; τ_1 — сопротивление трению по боковой поверхности трубы, МПа, которое определяется по формуле $\tau_1 = p \operatorname{tg} \varphi$ (здесь p — бытовое давление от горных пород, лежащих над трубой, кН; φ — угол внутреннего трения грунта для перфорированной трубы или угол трения грунта о сталь для обсадной трубы).

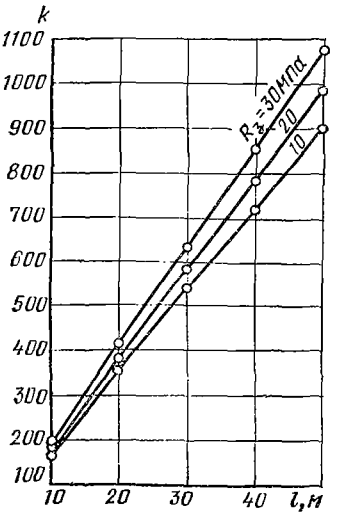


Рис. 56.3. К определению коэффициента k

Для определения усилия вдавливания луча с отбором шлама применяется формула

$$P = 250k_1 \pi D^2 (A\tau_1 + k_2 R_з),$$

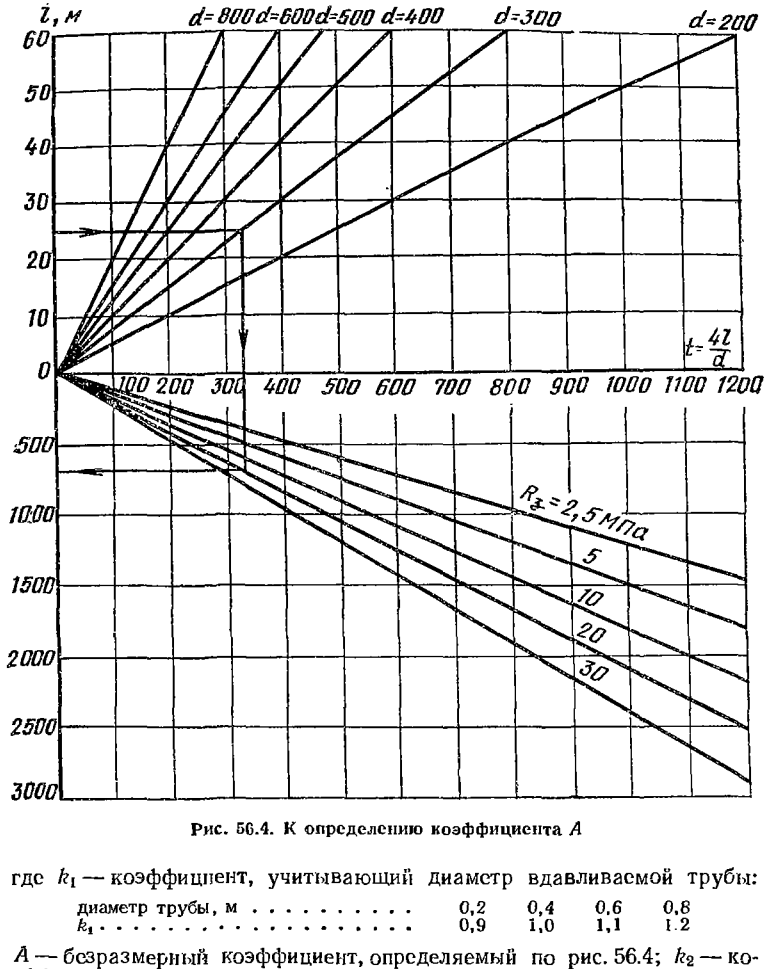


Рис. 56.4. К определению коэффициента A

где k_1 — коэффициент, учитывающий диаметр вдавливаемой трубы:

диаметр трубы, м	0,2	0,4	0,6	0,8
k_1	0,9	1,0	1,1	1,2

A — безразмерный коэффициент, определяемый по рис. 56.4; k_2 — коэффициент снижения лобового сопротивления при отборе шлама при $\eta=0{,}2\div0{,}3$, принимающий следующие значения:

при ширине щели s	D_{75}	D_{45}
k_2	0,25	0,5

По усилию вдавливания рассчитывается толщина стенки глухих труб и труб с перфорацией, а секции фильтровых труб проверяются на устойчивость, кроме того, рассчитывается устойчивость шахты и прочность ее стен, оборудование для вдавливания.

56.6. Оборудование и приспособления

Станки для вдавливания

Для вдавливания лучей применяются станки различных типов, использующие в качестве силового оборудования гидравлические домкраты. Поскольку промышленностью станки не выпускаются, они изготовляются непосредственно на монтажной площадке.

Наиболее совершенной конструкцией для вдавливания труб диаметром 400 и 450 мм обладает станок конструкции треста Башспецнефтестрой (рис. 56.5), позволяющий вдавливать как обсадные, так и ослабленные перфорацией фильтровые трубы за счет применения нажимного стакана, в котором помещается и фиксируется вдавливаемое звено. Кроме того, станок ликвидирует трудоемкий и тяжелый ручной труд по юстировке, позволяет увеличить длину вдавливаемых звеньев до 6 м при диаметре шахты 8 м, что резко сокращает объем сварки в неблагоприятных условиях и соответственно время на вспомогательные операции.

В конструкции станка используются гидравлические домкраты ГД-170/1150, выпускаемые промышленностью, и оборудование от строительных машин с гидроприводом. Изготовление станка возможно в мастерских строительных организаций. Основные технические данные станка следующие:

число домкратов	4
ход домкратов, мм	1150
внутренний диаметр цилиндра, мм	273
усилие рабочего хода, кН	4×1700
длина вдавливаемого звена при диаметре шахты 8 м, м	6
максимальный диаметр вдавливаемой трубы, мм	456
максимальное давление в гидросистеме, МПа	30

Станок полностью гидрофицирован, исключает ручные работы по юстировке, может отклоняться от горизонтали вверх и вниз на $\pm 15°$, установлен на полноповоротной раме, что исключает разборку-сборку станка при переходе на вдавливание очередного луча. Применение станка этой конструкции позволило в 1,8 раза повысить производительность труда при вдавливании фильтровых труб.

Буровые головки

Основное назначение головок — удаление грунта перед фильтровой или обсадной трубой для образования естественного фильтра и направления труб. Удаление грунта может производиться через шламозаборные отверстия под действием гидростатического напора

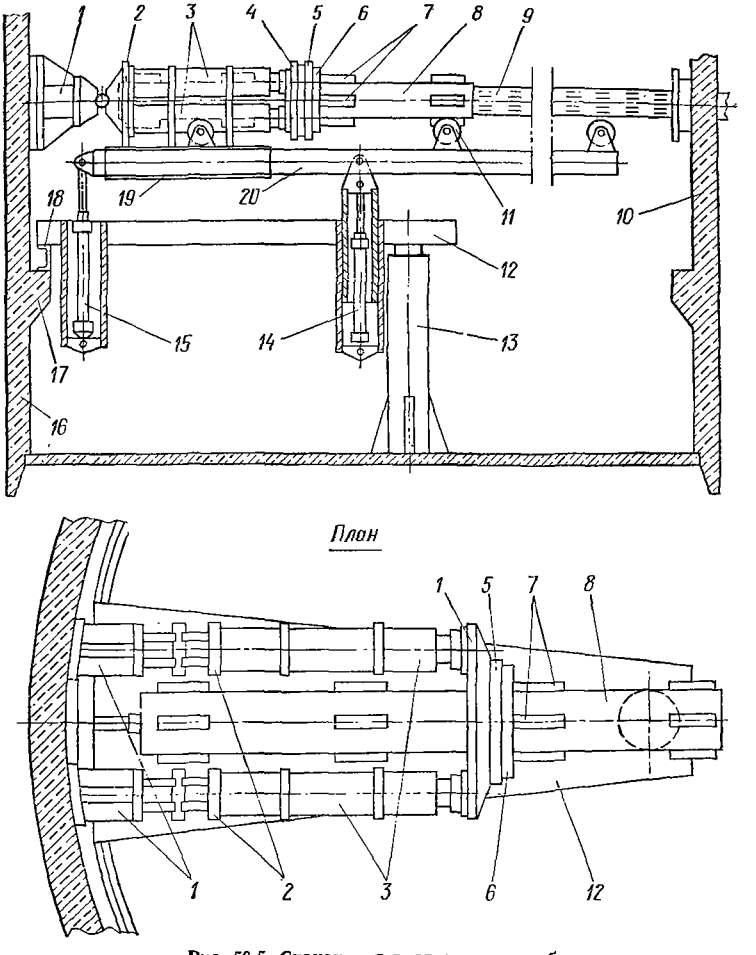


Рис. 56.5. Станок для вдавливания труб

1 и *2* — упоры; *3* — гидродомкраты; *4—6* — нажимная плита; *7* — направляющие; *8* — нажимной стакан; *9* — вдавливаемая труба; *10*, *16* и *17* — стены шахты; *11* — опорный ролик; *12* — основание; *13* — цапфа; *14* и *15* — гидроцилиндры настройки; *18* — рельс; *19* — салазки; *20* — рама

воды или размывом грунта перед буровой головкой водой, подаваемой по специальной трубе насосом.

С целью облегчения удаления мелких частиц грунта и для проходки в гравийно-галечниковых грунтах применяются головки удар-

но-рыхлительного действия. Для этой же цели служат гидравлические удары, создаваемые, например, быстрым закрыванием шибера на шламовой трубе.

В некоторых случаях (например, при строительстве водозаборов в сухих грунтах и затем обводняемых или при кессонном способе возведения водозабора) труба может быть открытой.

В связи с восприятием головкой больших усилий вдавливания корпус головки должен быть выполнен из толстостенных труб или литым.

Для нейтрализации тенденции луча подниматься вверх на буровых головках приваривают отклоняющие козырьки или нижнюю половину головки делают более скважной. Однако эти методы пассивного исправления отклонений оказываются малоэффективными.

Приборы и методы замеров отклонений

Известны следующие методы замеров: метод Шаада, основанный на принципе сообщающихся сосудов и позволяющий определить отклонение лучей вверх; метод Шаада — Коха с использованием дифференциального ртутного манометра и ряд других методов. Однако все они требуют остановки работ по вдавливанию, сложны и недостаточно точны. На строительстве Уфимских лучевых водозаборов хорошо зарекомендовал себя прибор, созданный совместно

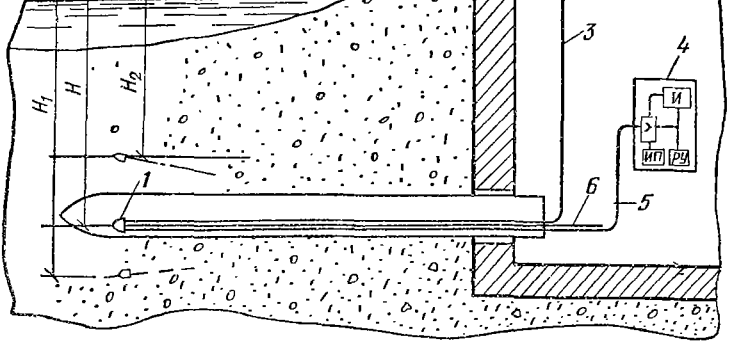


Рис. 56.6. Прибор для измерения отклонений луча

1 — датчик; *2* — баллон с жидкостью; *3* — шланг; *4* — измерительный прибор; *5* — провод; *6* — пустотелый шомпол

институтом НИИпромстрой и трестом Башспецнефтестрой. Он имеет (рис. 56.6) герметичный датчик, показания которого могут считываться как в шахте, так и вне ее, тонкий шланг и провод, соединяющие датчик с усилительным устройством, а также свинчивающийся шомпол, с помощью которого датчик вводится в луч для производства измерений. Точность измерений ±2 см. Применение такого прибора позволяет своевременно выявить отклонения луча, использовать маломощные пласты, увеличить длину лучей.

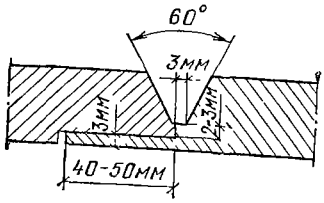


Рис. 56.7. Концы фильтровых труб, расточенные на токарном станке

Фильтровые, шламовые трубы и уплотнения

Фильтровые трубы, применяемые для проходки горизонтальных скважин методом Ранпея, испытывают большие нагрузки, поэтому трубы изготовляют толстостенными со скважностью не более 20 %. Размеры прорезей фильтровых труб назначаются исходя из гранулометрического состава грунта. Щели можно выполнить фрезерованием или плазменной резкой. Внутри и снаружи трубы, во избежание преждевременного износа уплотнений, заусенцы от фрезерования или грат от резки должны быть удалены. Соединяются звенья фильтровых труб на сварке. Для уменьшения притока воды в зону сварки и во избежание «закусывания» уплотнения концы фильтровых труб протачиваются на токарном станке (рис. 56.7). Перед сваркой равномерность зазора тщательно проверяется, так как именно по нему определяется прямолинейность свариваемых звеньев труб.

Длина звеньев труб определятся диаметром колодца и оборудованием, принятым для вдавливания.

Шламовые трубы (звенья ее) должны иметь ту же длину, что и звенья фильтровых труб, и диаметр, достаточный для пропуска шлама и одновременно такой, чтобы в кольцевом зазоре разместились тяги для удержания уплотняющего сальника. Соединяются звенья между собой на резьбе или сварке. У буровой головки резьба должна быть левой для возможности свинчивания колонны шламовых труб после окончания проходки луча.

Кольцевой зазор между фильтровой и шламовой трубой уплотняют сальником, с тем чтобы поступающая в луч вода не поступала в шахту. Сальник изготовляется из набора качественной мягкой

листовой резины толщиной по 3—5 см. Общая длина пакета должна быть такой, чтобы она перекрывала два ряда щелей в фильтровой трубе и перемычку между ними. Пакет из резиновых листов заключается между стальными фланцами и стягивается болтами. К одному из фланцев приварены два ушка или вилка для соединения с тягами, удерживающими сальник неподвижно при вдавливании трубы.

После некоторого износа сальника пакет обжимается болтами и тем самым устраняется образовавшийся зазор. Диаметр листов резины должен быть равен внутреннему диаметру вдавливаемой трубы.

Зазор между патрубком для пропуска луча через стену шахты и фильтровой трубой уплотняется воротниковым сальником (манжетой), формуемым на заводах резинотехнических изделий по индивидуальному заказу из мягкой высококачественной резины толщиной 8 мм. Он должен быть тщательно зажат между двумя фланцами на патрубке. Длина сальника должна быть больше длины внутреннего сальника на 200—300 мм, а внутренний диаметр или равен, или на 10—15 мм меньше наружного диаметра вдавливаемой трубы.

Патрубок для пропуска луча через стену шахты выполняется из стальной трубы с установкой диафрагмы в теле шахты. Этот патрубок должен выпускаться внутрь шахты на 200—300 мм. К этому концу патрубка приваривается фланец, к которому болтами крепится второй, индивидуальный фланец, имеющий отверстие для пропуска вдавливаемой трубы. Между этими фланцами зажимается воротниковый сальник. Диаметр внутреннего отверстия фланца должен быть на 8—10 мм больше диаметра вдавливаемой трубы.

Диаметр патрубка должен быть (в зависимости от толщины стены шахты) больше диаметра вдавливаемой трубы с тем, чтобы обеспечить возможное отклонение луча без зажима его в патрубке.

Глава 57. БЕСТРАНШЕЙНАЯ ПРОКЛАДКА ТРУБОПРОВОДОВ

57.1. Типовые схемы переходов трубопроводов под дорогами

Размещение трубопроводов под дорогами в насыпи и выемке показано на рис. 57.1 и 57.2.

Длина кожуха (футляра) $L_к$ и длина бестраншейной прокладки $L_{пр}$ определяются из размеров геометрических элементов дороги,

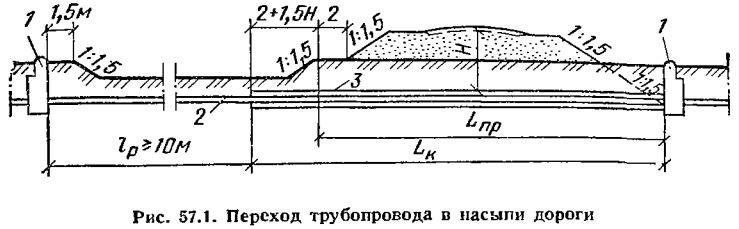


Рис. 57.1. Переход трубопровода в насыпи дороги
1 — колодцы; *2* — рабочая труба; *3* — кожух ($l_р$ — длина ремонтного участка)

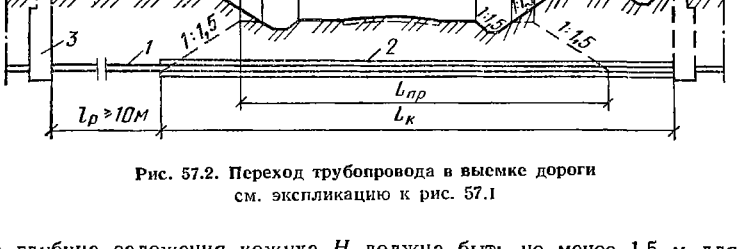


Рис. 57.2. Переход трубопровода в выемке дороги
см. экспликацию к рис. 57.1

а глубина заложения кожуха H должна быть не менее 1,5 м для водопроводов и канализационных трубопроводов, считая от подошвы рельса или верхнего покрытия безрельсовых дорог до верха кожуха.

Кожухи должны размещаться вне мест расположения стрелочных переводов, переездов и пересечений и не ближе 10 м от опор контактной сети и фундаментов искусственных сооружений.

57.2. Назначение и конструкция труб-кожухов

Кожух (футляр) перехода предназначен для предохранения рабочего трубопровода от нагрузок, возникающих при движении транспорта над трубопроводом, и для защиты трубопровода от воздействия агрессивных грунтов и блуждающих электрических токов.

Кроме того, кожух предохраняет дорогу от разрушения в случае разрыва трубопровода под ней. При бестраншейных способах сооружения переходов для кожухов используются стальные и железобетонные трубы.

Диаметр стального кожуха для размещения в нем одной рабочей трубы водопровода может быть определен из равенства

$$D_к = D + 200,$$

Таблица 57.1. НАРУЖНЫЙ ДИАМЕТР $D_к$ И ТОЛЩИНА СТЕНКИ s, мм, СТАЛЬНЫХ КОЖУХОВ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ И ДЛИНЕ ПРОКЛАДКИ ДЛЯ ГЛУБИНЫ ЗАЛОЖЕНИЯ ДО 6 м (ПО ДАННЫМ СОЮЗВОДОКАНАЛПРОЕКТА И МОСГИПРОТРАНСА)

Условный диаметр рабочей трубы $D_у$, мм	Прокалывание до 40 м		Горизонтальное бурение до 40—60 м		Продавливание с ручной разработкой грунта						Открытый способ	
					до 18 м		до 36 м		до 60 м			
	$D_к$	s	$D_к$	s	$D_к$	s	$D_к$	s	$D_к$	s	$D_к$	s
150	377	9	377	8	820	12	920	12	1220	14	377	8
200	426	10	426	9							426	9
250	—	—	529								529	
300	—	—										
350	—	—	630	10							630	10
400	—	—										
500	—	—	720				1020	14			720	
600	—	—	820								820	
700	—	—	920		1020	14					920	
800	—	—	1020								1020	
1000	—	—	1220	11	1220		1220				1220	11
1200	—	—	1420		1420		1420		1420		1420	

Таблица 57.2. ДИАМЕТРЫ СТАЛЬНЫХ КОЖУХОВ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ В НИХ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ БЕЗНАПОРНЫХ ЧУГУННЫХ И НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ПРОКЛАДКИ (ПО ДАННЫМ СОЮЗВОДОКАНАЛПРОЕКТА И МОСГИПРОТРАНСА)

Условный диаметр рабочего трубопровода, мм	Продавливание с ручной разработкой грунта для трубопроводов									Горизонтальное бурение и продавливание с механизированной разработкой грунта для трубопроводов		
	чугунных и асбестоцементных			железобетонных			керамических			чугунных и асбестоцементных	железобетонных	керамических
	при длине бестраншейной прокладки кожухов, м											
	18	36	60	18	36	60	18	36	60	до 60		
150—250	820	920	1220	820	920	1220	820	920	1220	630	630	630
300—350										720	820	820

Продолжение табл. 57.2

Условный диаметр рабочего трубопровода, мм	Продавливание с ручной разработкой грунта для трубопроводов									Горизонтальное бурение и продавливание с механизированной разработкой грунта для трубопроводов		
	чугунных и асбестоцементных			железобетонных			керамических			чугунных и асбестоцементных	железобетонных	керамических
	при длине бестраншейной прокладки кожухов, м											
	18	36	60	18	36	60	18	36	60	до 60		
400	820	1020	1220	1020	1020	1220	920	1020	1220	820	820	1020
500	1020			1120	1120		1020			1020	1020	
600	1120	1120		1220	1220						1220	
700	1220	1220	1320	1320	1320	1320	—	—	—	1220		—
800	1320	1320		1420	1420	1420				1420	1420	
900	1420	1420	1420	—	—	—						

где $D_к$ — наружный диаметр кожуха, мм; D — наружный диаметр рабочей трубы перехода, мм.

При диаметрах рабочих труб более 1220 мм

$$D_к = D^2/(0,9D - 85).$$

В табл. 57.1 приведены размеры стальных кожухов для размещения напорных водопроводов, а в табл. 57.2 — различных канализационных трубопроводов при разных методах их прокладки.

Диаметр рабочей трубы перехода, как правило, принимается равным диаметру трубопровода, прокладываемого за пределами перехода. Для напорных трубопроводов исключение составляют трубопроводы диаметрами 720, 910 и 1120 мм, которые на участке перехода заменяются трубами диаметрами 820, 1020 и 1220 мм, так как отключающие задвижки с проходными диаметрами 700, 900 и 1100 мм промышленностью не выпускаются.

Сальники. Сальники уплотнительные монтируются на одном или двух концах кожуха и предназначены для предохранения кожуха от проникания в его полость подземных вод, а также для обеспечения направленного выхода рабочей жидкости и ограничения скорости ее истечения при разрыве рабочей трубы.

Пространство между кожухом и рабочей трубой канализацион-

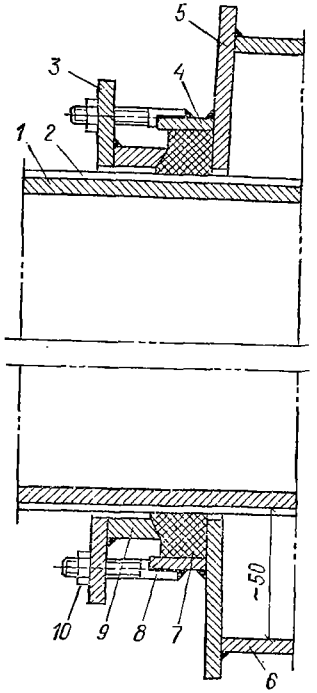


Рис. 57.3. Сальник стальной поджимной

1 — рабочая труба; *2* — слой изоляции; *3* — фланец нажимной; *4* — кольцо неподвижное; *5* — фланец неподвижный; *6* — кожух; *7* — набивка; *8* — шпилька; *9* — кольцо нажимное; *10* — гайка

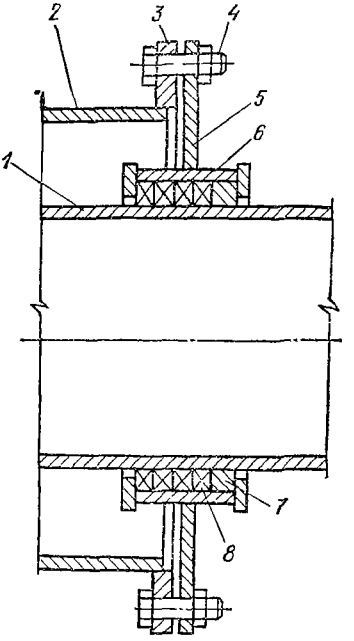


Рис. 57.4. Сальник с постоянным уплотнением

1 — рабочая труба; *2* — кожух; *3* — фланец; *4* — болт с гайкой; *5* — крышка; *6* — корпус сальника; *7* — цементное уплотнение; *8* — уплотнение из просмоленного каната

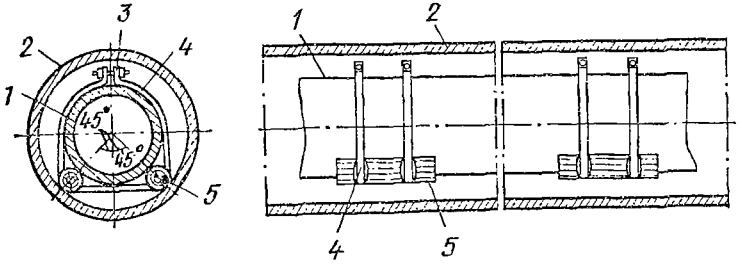


Рис. 57.5. Деревянные опоры для рабочей трубы

1 — рабочая труба; *2* — кожух; *3* — болт с гайкой; *4* — стяжные хомуты; *5* — деревянный ползунок

ного трубопровода следует заполнять бетоном или замывать песком. В этих случаях уплотнительные сальники в концах кожуха (футляра) не устанавливают. Конструкции наиболее часто используемых сальников показаны на рис. 57.3 и 57.4.

Опоры под трубопроводы в кожухах. Опоры служат для опирания рабочих труб на стенки кожухов. Они разделяются на ползунковые и роликовые. Ползунковые опоры бывают металическими и деревянными.

Деревянные опоры (рис. 57.5) состоят из деревянных ползунков диаметром 120—200 мм или брусков различного сечения. Длина ползунков составляет 500—600 мм. Крепят ползунки к рабочей трубе стяжными хомутами, изготовленными из полосовой стали. Высоту ползунков определяют в зависимости от необходимого зазора между трубой и стенкой кожуха. Ползунки устанавливают на трубе под углом 45° к вертикальной оси сечения трубы. Перед установкой ползунки обязательно антисептируют.

Металлические ползунковые опоры изготовляют из круглой или полосовой стали. Ползунки из круглой стали диаметром 15—25 мм прикрепляют к рабочей трубе сваркой или стяжными хомутами так же, как деревянные. Угол между вертикальной осью сечения трубы и осью ползунка должен составлять 45°. Ползунки, изготовленные из листовой стали, приваривают к рабочей трубе дуговой сваркой.

Расстояния между смежными ползунковыми опорами зависят от диаметра рабочих труб. По данным Союзводоканалпроекта они составляют:

условный диаметр, мм	150—800	900	1000
расстояние, м	3	2,5	2

Для размещения в кожухах асбестоцементных трубопроводов применяются опоры, изготовленные из круглой стали и асбестоцементных муфт (рис. 57.6). На каждом звене рабочего трубопровода кроме концевых соединений муфт устанавливаются дополнительные муфты. Эти муфты обвязываются двумя или тремя витками круглой арматурной стали диаметром 6—8 мм, к которым привариваются продольные металлические стержни диаметром 16—20 мм. Эти стержни являются ползунками, с помощью которых рабочий трубопровод опирается на кожух. Расстояние между двумя смежными муфтами составляет 1300—2700 мм.

Аналогичная конструкция опор с железобетонными кольцевыми муфтами может быть применена для размещения в кожухах железобетонных канализационных трубопроводов. Для размещения в кожухах рабочих трубопроводов, собранных из чугунных или керамических раструбных труб, применяются лотковые опоры (рис. 57.7),

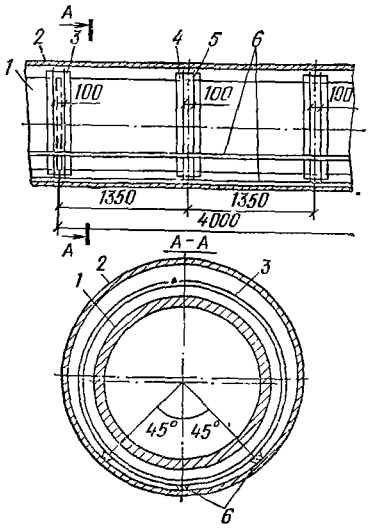
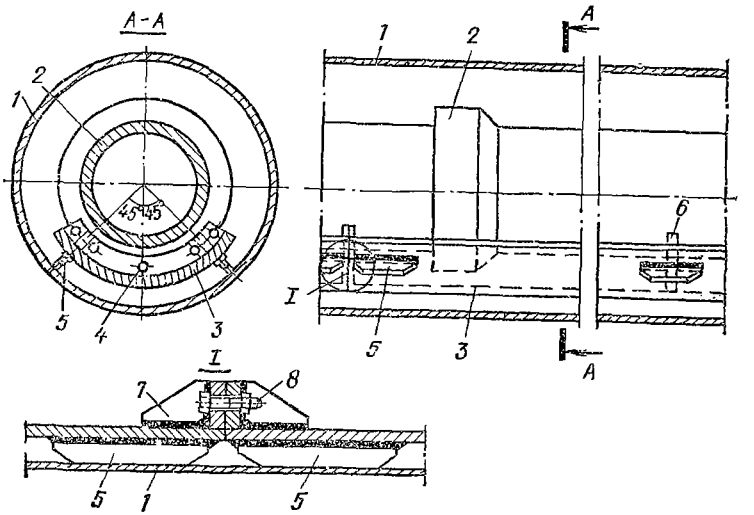


Рис. 57.6. Металлическая стержневая опора

1 — асбестоцементиая рабочая труба; *2* — кожух стальной; *3* — муфта соединительная; *4*—муфта опорная; *5* — обвязка кольцевая; *6* — стержневые ползунки

Рис. 57.7. Лотковая опора (ложемент)

1 — кожух; *2* — рабочий трубопровод из раструбных труб; *3* — лоток; *4* — отверстие под болты; *5* — ползунок; *6* — ребро для поддержания рабочей трубы; *7* — косынка; *8* — болт с гайкой



представляющие собой сварной лоток, изготовленный из стальных труб и листовой стали. В верхней части лотка приварены фасонные подставки, на которые укладывают раструбные трубы. К нижней части лотка приварены пластинчатые металлические опоры, высота которых зависит от диаметра рабочих труб, кожуха и требуемого зазора между трубой и кожухом. Длина одного лотка 1600 мм. Отдельные лотки соединяются между собой болтами и образуют общую опору для всей рабочей трубы. После укладки рабочей трубы на лоток раструбный стык заделывают, а корыто лотка заполняют горячей битумной мастикой или битумом марки БН-III.

Изоляция кожухов. Для изоляции кожухов применяют асбестоцементные, песчаноцементные, асфальтоцементные, асфальтобитумные и эпоксидные покрытия.

57.3. Прокладка труб-кожухов прокалыванием и продавливанием

Прокалывание грунтового массива, в котором размещают трубу-кожух, осуществляется с помощью стальной трубы или специального устройства, снабженных наконечником, который вдавливается в грунт, образуя в нем скважину. При этом происходит сдвиг грунта и уплотнение его за пределами скважины.

При продавливании прокладываемая труба вдавливается в грунт открытым концом, снабженным ножевым устройством. Поступающий в полость трубы грунт разрабатывается и удаляется из забоя вручную или механизированным способом.

Ручная разработка грунта в трубе допускается при ее диаметре 1200 мм и более. Разработка грунта может осуществляться только при заполнении конца трубы (кожуха) не менее чем на длину ножа.

Для вдавливания в грунт труб-кожухов при прокалывании и продавливании используют установки, состоящие из нескольких гидравлических домкратов, число которых зависит от требуемых усилий и силовых усилий, создаваемых одним домкратом.

Установка с гидравлическими домкратами. На рис. 57.8 показана силовая установка, состоящая из двух домкратов типа ГД-170/1150 или ГД-170/1600.

Гидравлические домкраты приводятся в действие насосами высокого давления Н-403 или Г-17, выпускаемыми харьковским заводом «Гидропривод». Для гидродомкратов типа ГД-500/600 используется насос НСП-400 или НСП-400М.

Передача нажимных усилий от гидравлических домкратов к торцу прокладываемой трубы-кожуха осуществляется зажимными хо-

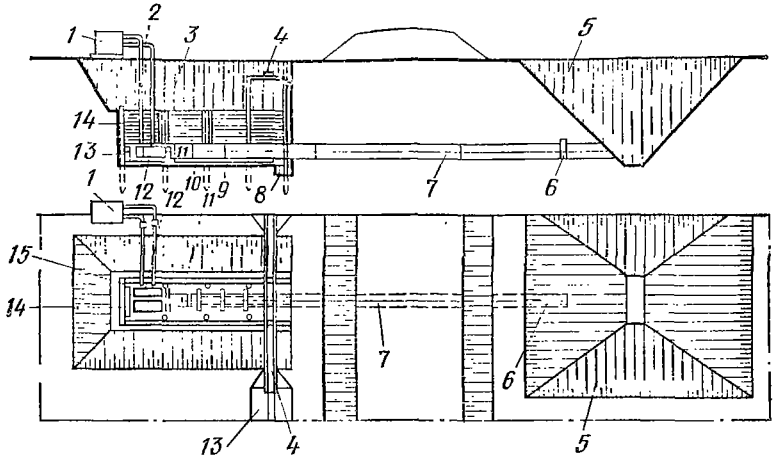


Рис. 57.8. Схема домкратной установки для прокладки кожухов прокалыванием и продавливанием с ручной разработкой грунта

1 — насос высокого давления; *2* — труба высокого давления; *3* — рабочий котлован; *4* — водоотводный лоток; *5* — приемный котлован; *6* — лобовая обделка (наконечник или нож); *7* — кожух; *8* — приямок для сварки звеньев кожуха; *9* — направляющая рама; *10* — нажимной патрубок; *11* — нажимная заглушка; *12* — гидравлические домкраты; *13* — водоотводная канава; *14* — опорный башмак; *15* — упорная стенка

мутами (винтовыми, клиновыми, шарнирными), а также нажимными патрубками, нажимными штангами (шомполами) и заглушками.

Рабочие и приемные котлованы. Силовые домкратные установки для прокладки труб-кожухов прокалыванием и продавливанием монтируются в рабочих котлованах, которые обычно располагают на расстоянии нескольких метров от насыпи или выемки дороги. Длина и ширина рабочих котлованов должны соответствовать размерам, приведенным в табл. 57.3.

Размеры приемных котлованов принимают в зависимости от диаметра прокладываемой трубы-кожуха с учетом удобства выполнения сварочных и монтажных работ при установке сальников и других узлов перехода. Длина приемного котлована по дну составляет 1—1,5 м.

Направляющие рамы. При бестраншейной прокладке труб-кожухов применяются вертикальные и горизонтальные рамы. Вертикальные рамы изготовляют из деревянных брусьев одновременно с устройством крепления передней стенки рабочего котлована. Горизонтальные направляющие рамы изготовляют из укороченных шпал

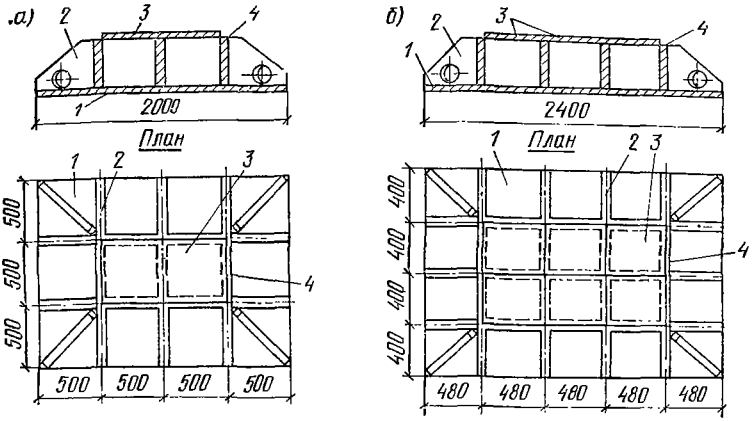


Рис. 57.9. Опорные башмаки сварной конструкции
1 — плита; *2* — косынка; *3* — крышка; *4* — ребро жесткости

Таблица 57.3. РАЗМЕРЫ РАБОЧИХ КОТЛОВАНОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ГЛУБИНАХ ЗАЛОЖЕНИЯ КОЖУХА И РАЗНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ НАПРАВЛЯЮЩИХ РАМ (ПО ДАННЫМ СОЮЗВОДОКАНАЛПРОЕКТА И МОСГИПРОТРАНСА)

Условный диаметр кожухов $D_к$, мм	Размеры котлована, м		Глубина котлована при глубине заложения кожуха, м							
			2	3	4	5	2	3	4	5
	длина	ширина	рельсовая направляющая рама				уголковая направляющая рама			
200—300	10—13	2,2	2,25	3,25	4,25	5,25	2,7	3,7	4,7	5,7
350—400		2,4	2,1	3,1	4,10	5,1	2,4	3,4	4,4	5,4
700	10—12	2,8	2,2	3,2	4,2	5,2	2,2	3,2	4,2	5,2
800		2,9	2.16	3,16	4,16	5,16				
900		3								
1000		4	2,2	3,2	4,2	5,2				
1200		4,5								
1400		5								

и рельсов или же равноблочных уголков. Эти рамы размещают на дне рабочего котлована, при этом их длина должна быть на 1—1,5 м меньше длины звеньев прокладываемого кожуха; при наращивании кожуха звеньями длиной 6 м направляющие рамы должны иметь длину 4,5—5 м.

Опорные башмаки и пакеты. Для передачи нажимных усилий

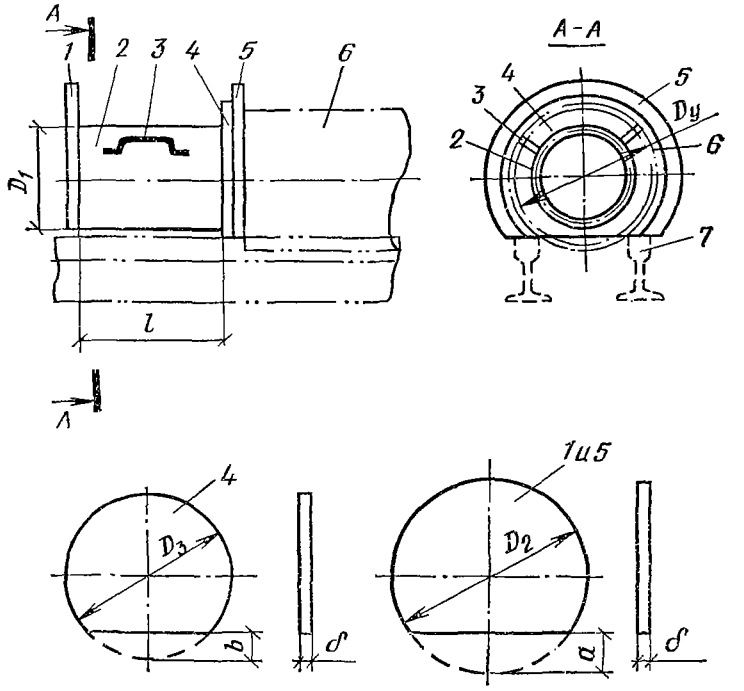


Рис. 57.10. Нажимная заглушка для прокладки кожухов методом прокалывания

1 — передний фланец; *2* — патрубок; *3* — скоба; *4* — задний фланец; *5* — диск; *6* — кожух; *7* — направляющая рама

от гидродомкратной установки на упорную стенку применяют опорные башмаки или опорные пакеты. Первые изготовляют из листовой стали толщиной 10—80 мм, а вторые — из отрезков рельсов, сваренных между собой. Опорные башмаки, рассчитанные на усилие до 980 кН, показаны на рис. 57.9, *а*, а на усилие до 1960 кН — на рис. 57.9, б.

Нажимные заглушки служат для передачи нажимных усилий на торцы прокладываемых труб-кожухов. Для прокладки трубы-кожуха прокалыванием нажимную заглушку изготовляют из отрезка трубы и двух стальных дисков, которыми этот отрезок закрывают по концам (рис. 57.10). Размеры заглушек приведены в табл. 57.4. Нажимная заглушка, предназначенная для прокладки кожухов продавливанием двухдомкратной установкой, показана на рис. 57.11, а для

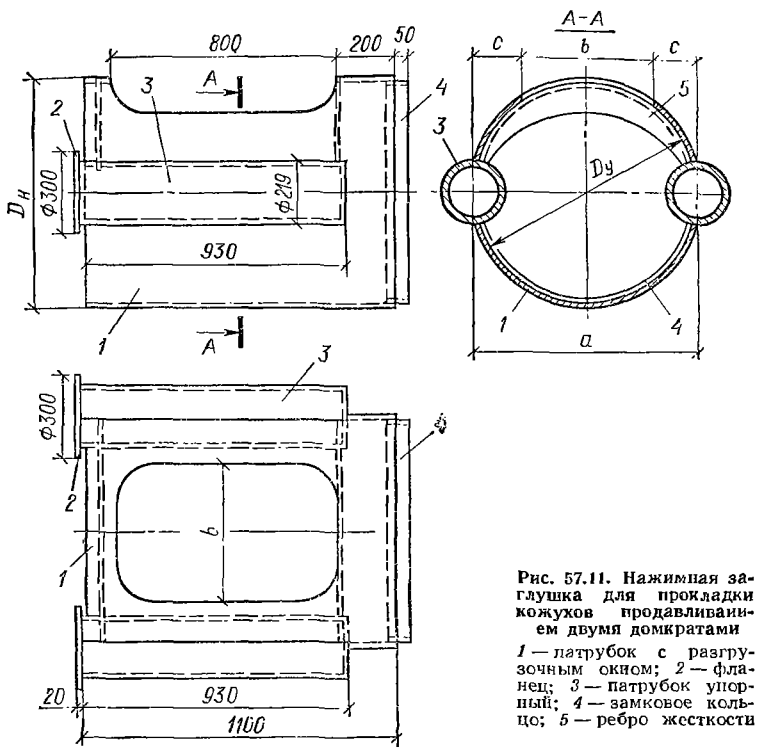


Рис. 57.11. Нажимная заглушка для прокладки кожухов продавливанием двумя домкратами

1 — патрубок с разгрузочным окном; *2* — фланец; *3* — патрубок упорный; *4* — замковое кольцо; *5* — ребро жесткости

Таблица 57.4. РАЗМЕРЫ ЗАГЛУШЕК, мм, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ПРОКАЛЫВАНИИ (ПО ДАННЫМ ЛЕНГИПРОИНЖПРОЕКТА)

(см. рис. 57.10)

$D_у$	D_1	l	D_2	δ	a	D_3	b
200	219	300	300	10	72,6	250	47,6
250			350		78,6	280	43,6
300			400	20	85,1	330	50,1
350	325		450		91,7	380	56,7
400			500		99,4	430	64,4

продавливания четырехдомкратной установкой — на рис. 57.12. Размеры таких заглушек даны в табл. 57.5.

Нажимные патрубки служат для передачи нажимных усилий от

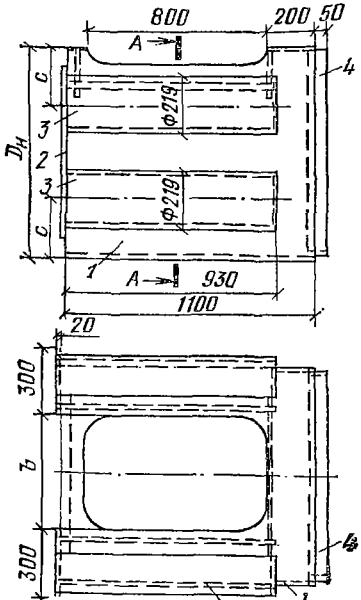


Рис. 57.12. Нажимная заглушка для прокладки труб продавливанием четырьмя домкратами

1 — патрубок с разгрузочным окном; *2* — нажимная плита; *3* — патрубок упорный; *4* — кольцо замковое; *5* — ребро жесткости

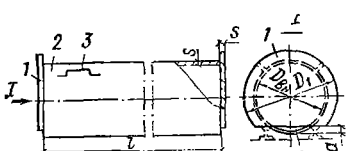


Рис. 57.13. Нажимные патрубки с фланцами

1 — фланец; *2* — отрезок трубы; *3* — скоба

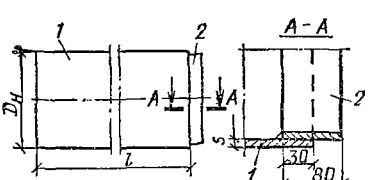


Рис. 57.14. Нажимные патрубки с кольцевым соединением

1 — отрезок трубы; *2* — замковое кольцо

силовой установки к нажимным заглушкам. В зависимости от принятой конструкции заглушек применяются патрубки с фланцами (рис. 57.13) или с внутренним кольцевым зажимом (рис. 57.14). Размеры нажимных патрубков даны соответственно в табл. 57.6 и 57.7.

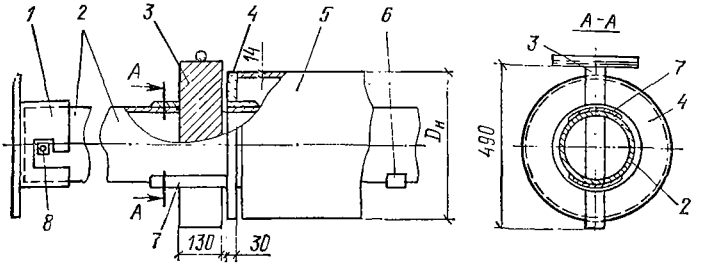


Рис. 57.15. Нажимная штанга (шомпол)

1 — нажимная заглушка; *2* — штанга; *3* — стержень; *4* — фланец; *5* — прокладывасмая труба-кожух; *6* — ползуники; *7* — накладки; *8* — запорный выступ

Таблица 57.5. РАЗМЕРЫ НАЖИМНЫХ ЗАГЛУШЕК, мм, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ПРОДАВЛИВАНИИ (ПО ДАННЫМ СОЮЗВОДОКАНАЛПРОЕКТА) (см. рис. 57.11 и 57.12)

$D_у$	$D_н$	Для двух домкратов			Для четырех домкратов		
		a	*b*	*c*	*a*	*b*	*c*
800	820	820	500	160	704	500	210
900	920	920	600	160	816	600	260
1000	1020	1020	700	160	916	700	310
1200	1220	1220	700	260	1140	700	410

Таблица 57.6. РАЗМЕРЫ НАЖИМНЫХ ФЛАНЦЕВЫХ ПАТРУБКОВ (ПО ДАННЫМ ЛЕНГИПРОИНЖПРОЕКТА) (см. рис. 57.13)

Размеры прокладывасмых кожухов		$D_н$	D_1	*s*	*a*	*l*
условный диаметр, мм	длина звена, м					
200	8	219	325	20	43	1000, 2000 3000, 4000
250		273	377		54	
350		377	529	24	74	
400		426			84	
700	5	720	1020	28	78	1000, 2000 3000
800		820				
900		920				
1000		1020	1200			
1200		1220	1400			
1400		1420	1600			

Таблица 57.7. РАЗМЕРЫ НАЖИМНЫХ ПАТРУБКОВ С ВНУТРЕННИМ КОЛЬЦОМ, мм (ПО ДАННЫМ СОЮЗВОДОКАНАЛПРОЕКТА)

(см. рис. 57.14)

Размеры прокладываемых кожухов		$D_н$	s	l
условный диаметр, мм	длина звена, м			
200	8	219	8	1000, 2000
250		273	9	
300		325		
350		377	10	
400		426	11	
500		529	12	
600	5	630		
700		720		
800		820		
900		920		
1000		1020	14	
1200		1220		

Нажимные штанги (шомполы) (рис. 57.15) применяют при прокладке труб-кожухов прокалыванием и продавливанием. Диаметр нажимной штанги должен составлять 0,5—0,7 диаметра прокладываемой трубы-кожуха, а длина приблизительно равна длине одного звена кожуха. Расстояние между двумя смежными отверстиями, предназначенными для вставки переносного штыря, должно быть на 150—200 мм меньше рабочего хода домкрата. Размеры нажимных штанг (шомполов) приведены в табл. 57.8.

Наконечники для прокалывания. Для снижения сопротивлений трения при прокладке труб-кожухов прокалыванием применяются различные наконечники, наружный диаметр которых на 20—50 мм больше диаметра прокладываемых труб. Чаще всего используют конусные наконечники сварной конструкции (рис. 57.16) и расширительные ножи с заглушкой (рис. 57.17). Размеры и масса наконечников и расширительных ножей даны соответственно в табл. 57.9 и 57.10.

Ножи для прокладки кожухов продавливанием. При прокладке труб-кожухов продавливанием в качестве лобовой обделки применяют кольцевые ножи (рис. 57.18) и ножи серпообразного сечения (рис. 57.19). Размеры кольцевых ножей даны в табл. 57.11.

Упорные стенки. Упорные стенки монтируют в заднем конце рабочего котлована. Они предназначены для передачи на грунт реактивных усилий от прокалывания или продавливания (рис. 57.20).

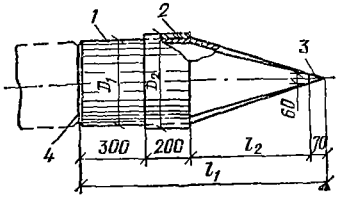


Рис. 57.16. Конусный наконечник
1 — корпус; *2* — кольцо; *3* — конус; *4* — соединение с трубой

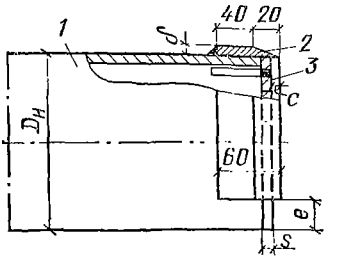


Рис. 57.17. Нож с расширительным поясом и заглушкой
1 — прокладываемая труба; *2* — расширительный пояс; *3* — заглушка съемная

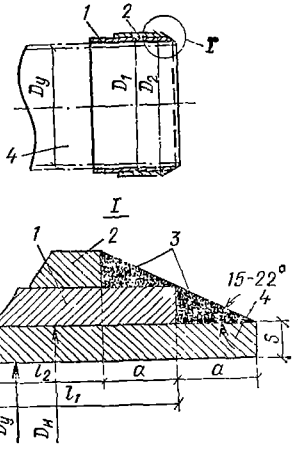


Рис. 57.18. Нож кольцевой для прокладки труб продавливанием
1 — внутреннее кольцо; *2* — наружное кольцо; *3* — наплавка; *4* — прокладываемая труба

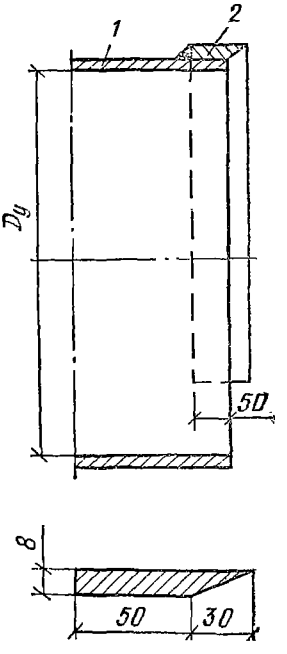


Рис. 57.19. Нож с расширителем серпообразного сечения
1 — прокладываемая труба; *2* — косырек

Таблица 57.8. РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, НАЖИМНЫХ ШТАНГ (ШОМПОЛОВ) (ПО ДАННЫМ ЛЕНГИПРОИНЖПРОЕКТА)

Наружный диаметр прокладываемого кожуха, мм	Условный проход нажимного фланца и заглушки	Диаметр нажимного стержня	Масса комплекта
325	325	219	695
377	377		705
426	426		716

Таблица 57.9. РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, КОНУСНЫХ НАКОНЕЧНИКОВ (ПО ДАННЫМ ЛЕНГИПРОИНЖПРОЕКТА) (см. рис. 57.16)

D_1	D_2	l_1	l_2	Масса наконечника
219	235	803	233	36,7
273	291	884	314	52,4
325	343	962	392	65,1
377	397	1040	470	87,2
426	450	1114	544	122,8

Таблица 57.10. РАЗМЕРЫ РАСШИРИТЕЛЬНЫХ НОЖЕЙ С ЗАГЛУШКОЙ, мм (ПО ДАННЫМ СОЮЗВОДОКАНАЛПРОЕКТА) (см. рис. 57.17)

$D_н$	δ	c	s	e
219	9	32	16	4
273		40		
325	10	48		
377	11	55		
426	12	62	20	—
529		78		

Таблица 57.11. РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, КОЛЬЦЕВЫХ НОЖЕЙ (ПО ДАННЫМ ЛЕНГИПРОИНЖПРОЕКТА) (см. рис. 57.18)

$D_у$	c	$D_н$	D_1	D_2	l_1	l_2	a	Масса
700	12	724	748	762	500	325	25	172
800		824	848	862				193
900		924	948	962				221,4
1000	14	1028	1056	1070	600	425	30	335
1200		1228	1256	1270	700	525		508
1400		1428	1456	1470	800	625		691

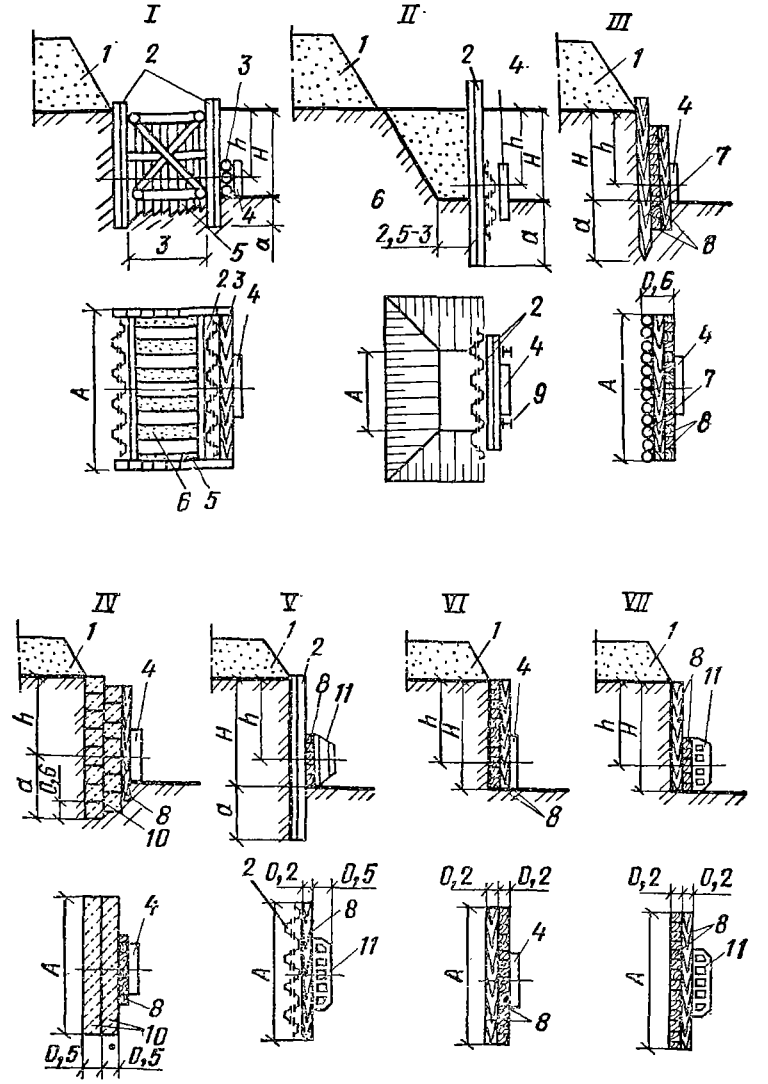


Рис. 57.20. Типовые упорные стенки для прокладки труб-кожухов методами прокалывания и продавливания

I и *II* — для слабых грунтов ($\varphi \leqslant 18°$); *III*—*V* — для средних грунтов ($\varphi = 18 \div 30°$); *VI* и *VII* — для прочных грунтов ($\varphi \geqslant 30°$); *1* — отвал грунта; *2* — шпунт металлический ШК-1; *3* — бревна диаметром 160 мм; *4* — опорный пакет; *5* — шпунтовое деревянное крепление; *6* — песчаная засыпка; *7* — сваи деревянные; *8* — деревянные брусья сечением 160×160 мм; *9* — балка двутавровая № 16; *10* — бетонные блоки; *11* — опорный башмак

Таблица 57.12. УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ УПОРНЫХ СТЕНОК В ГРУНТАХ РАЗНОЙ ПРОЧНОСТИ (ПО ДАННЫМ ЛЕНГИПРОИНЖПРОЕКТА) (см. рис. 57.20)

Характеристика грунтов по прочности	Состояние грунтов	Угол внутреннего трения φ, град	Тип упорной стенки	Ширина упорной стенки A, м, при числе домкратов в установках			Глубина заделки упорной стенки a, м
				1	2	4	
Слабые I группы	Водонасыщенные глины, суглинки и супеси в пластическом состоянии, близком к границе текучести	≤18	I	4	4	5	$a \leqslant 1$
			II				$1 \leqslant a \leqslant 3$
Средние II группы	Мелко- и среднезернистые пески (независимо от влажности), глины, суглинки и супеси в пластическом состоянии	18—30	III	4	4	5	$1 < a \leqslant 3$
			IV				$a = h$
			V				$1 < 2h - II \leqslant 3$
Прочные III группы	Крупнозернистые пески, гравий, галька, глина, суглинки и супеси плотные, тугопластичные или твердые	>30	IV	4	4	5	$a = 0$
			VII				

Примечание. Для всех грунтов расстояние от поверхности земли до оси трубы $h \geqslant 2{,}4$ м.

Конструкция упорных стенок зависит от прочностных характеристик грунтов и условий работы стенок (табл. 57.12). Упорные стенки I и II типа рекомендуется применять для слабых грунтов ($\varphi \leqslant 18°$), стенки III—V типа — для грунтов средней прочности ($\varphi = 18 \div 30°$) и стенки VI—VII типа — для прочных грунтов ($\varphi > 30°$).

Установка ГПУ-60 для прокладки труб-кожухов прокалыванием. Установка ГПУ-60 предназначена для прокладки стальных труб-кожухов диаметром до 600 мм в грунтах I—III группы методом прокалывания на длину до 60 м. Эта установка (рис. 57.21) состоит из продольной сварной рамы, продольные балки которой связаны поперечными отрезками, снабженными грунтозацепами. При монтаже рамы на дне котлована разрабатывают приямки для заглубления этих грунтозацепов. Через грунтозацепы часть нажимных усилий, воспринимаемых рамой, передается на грунт дна котлована. По продольным балкам рамы перемещается тележка с двумя гидравлическими домкратами, насосной станцией и нажимной траверсой. Концы

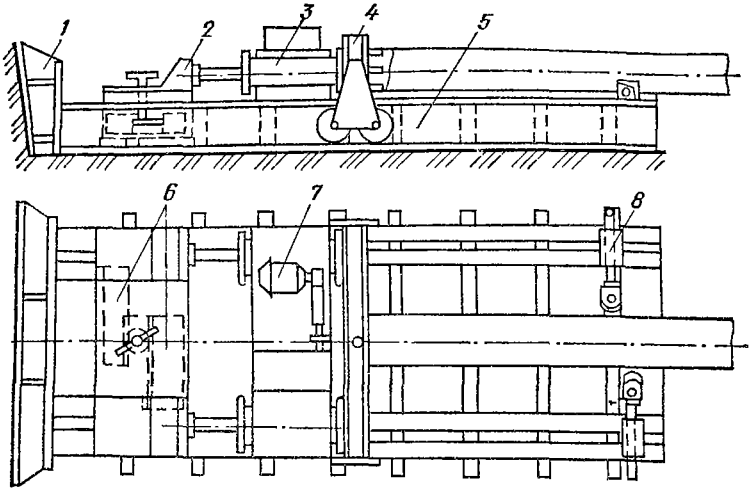


Рис. 57.21. Установка ГПУ-600

1 — упорная стенка; *2* — подвижный упор; *3* — домкраты; *4* — нажимная траверса; *5* — направляющая рама; *6* — консоли; *7* — насосная станция; *8* — фиксаторы

штоков домкратов прикреплены к подвижному упору, который перемещается за тележкой по продольной раме и фиксируется на ней стопорами.

Упор перемещается периодически после осуществления цикла вдавливания трубы на длину рабочего хода домкрата, равную 1200 мм. Продольная рама упирается задним концом в упорную стенку, через которую нажимные усилия передаются на грунт задней стенки котлована.

Техническая характеристика устаиовки ГПУ-600

Условный диаметр прокладываемых труб-кожухов, мм	100—600
Длина проходки, м	До 80
Скорость проходки, м/смена	До 24
Максимальное нажимное усилие, кН	3000
Мощность привода насосной станции, кВт	10
Масса комплекта, т	Около 8
Установка разработана Львовским политехническим институтом и Львовским управлением механизации № 1 треста Львовпромстрой	

Устаиовка Главмосстроя для прокладки труб-кожухов прокалыванием. Установка Главмосстроя (рнс. 57.22) предназначена для прокладки труб-кожухов диаметром 200—400 мм методом прокалыва-

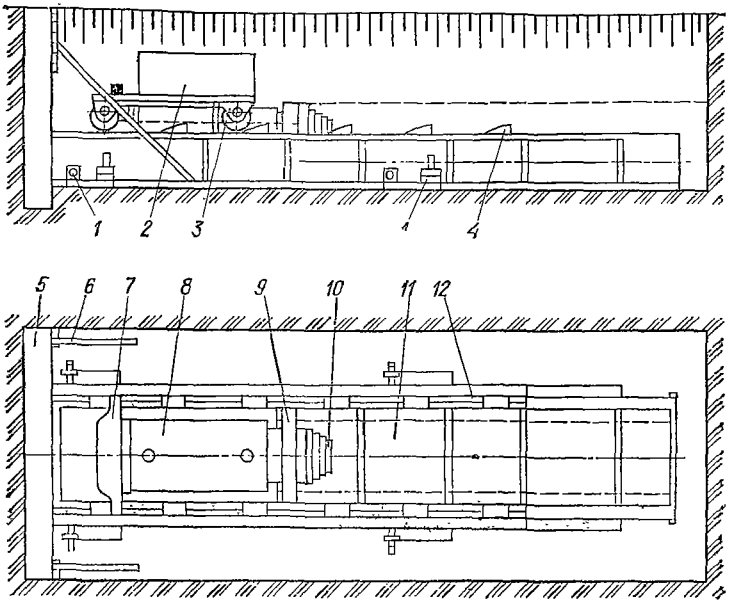


Рис. 57.22. Установка Главмосстроя для прокладки труб-кожухов способом прокалывания

1 — подставки; *2* — насосная станция; *3* — тележка; *4* — кулаки; *5* — упорная стенка; *6* — подпорка; *7* — упор; *8* — домкрат; *9* — пята; *10* — выступы; *11*—рама; *12* — ребро

ния в грунтах I—IV группы любой влажности, кроме плывунов. Первое звено прокладываемой трубы снабжается конусным наконечником.

Принцип действия этой установки аналогичен принципу действия установки ГПУ-60, при этом последняя отличается устройством подвижного упора и способом его закрепления на основной раме. Кроме того, вместо двух домкратов, применяемых в ГПУ-600, в установке Главмосстроя применяется один домкрат, размещенный по продольной оси установки. Домкрат вместе с насосной станцией и нажимной траверсой перемещается по раме на длину рабочего хода домкрата — 1000 мм.

Реактивное усилие прокалывания передается от продольной рамы на грунт через упорную стену. Прокладка осуществляется звеньями длиной по 3 м.

Техническая характеристика установки Главмосстроя

Условный диаметр прокладываемых труб-кожухов, мм	200—400
Длина проходки, м	20—45
Скорость прокладки, м/смена	До 25
Рабочий ход домкрата, мм	1000
Нажимное усилие домкрата, кН	1700
Давление в гидросистеме, МПа	21
Мощность, кВт	22,5
Размеры, мм:	
длина	8800
ширина	1600
высота	2200
Масса, т	4,8

57.4. Прокладка труб-кожухов прокалыванием тракторами

При бестраншейной прокладке труб используют тяговые усилия тракторов и бульдозеров. Для повышения нажимных усилий, передаваемых от трактора на торец трубы-кожуха, применяют полиспасты с 8—12-кратной запасовкой каната. Наибольшие нажимные усилия, которые могут быть созданы тракторами Т-130 и Т-180 составляют соответственно 980 и 1960 кН.

Для продвижения трактора по оси траншеи необходимо оставлять свободный участок длиной 30—50 м. Рабочему котловану придается форма буквы Т, при этом его длина должна составлять 15—25 м, а длина поперечной траншеи 5—7 м. Задняя стенка поперечной траншеи воспринимает реактивные усилия от полиспаста и передает их на массив грунта. Кожух прокладывается звеньями длиной по 12—24 м. Передний конец первого звена снабжается лобовой отделкой в виде конусного наконечника или расширительного ножа с заглушкой. На торце первого звена монтируют нажимной стакан с двумя подвижными роликами. Оси неподвижных и подвижных роликов и прокладываемого звена должны располагаться в одной плоскости. Для установки полиспаста используют стальной канат диаметром 22—28 мм.

57.5. Прокладка труб-кожухов прокалыванием пневмоударными и виброударными машинами

Пневмоударные машины. Самодвижущиеся пневматические машины ударного действия (пневмопробойники) разработаны институтом горного дела Сибирского отделения АН СССР и предназначены для образования горизонтальных скважин в плотных грунтах с оптимальной влажностью. Рабочим органом этих машин служит корпус, имеющий форму гладкого цилиндра, заостренного спереди. Внут-

ри корпуса перемещается поршень-боек, который под воздействием сжатого воздуха перемещается в полости корпуса и создает удары по наковальне, встроенной в переднюю часть корпуса.

Воздухораспределительная система пневмопробойника обеспечивает надежный пуск машины и позволяет реверсирование ее хода, т. е. обеспечивает ее движение назад — возврат пневмопробойника. Для получения скважин большего диаметра, чем диаметр корпуса, применяют съемные расширители (табл. 57.13).

Таблица 57.13. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПНЕВМОПРОБОЙНИКОВ ДЛЯ ПРОХОДКИ СКВАЖИН

Показатели	Марка пневмопробойника				
	СО-144	ИП-4605	ИП-4603	СО-134	М-130
Наружный диаметр корпуса, мм	70	95	130	152	240
Диаметр расширителя, мм	100	180	200	400	—
Энергия удара при прямом ходе, Дж	60	120	230	500	1300
Число ударов, мин$^{-1}$	370	350	400	250	200
Рабочее давление сжатого воздуха, МПа	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Расход воздуха, м^3/мин	0,8	3,5	4,5	7	8
Скорость проходки скважин, м/ч	До 40	До 50	До 40	До 60	—
Масса, кг	20	45	95	140	340
Завод-изготовитель	Одесский строительных и отделочных машин				

Пневмопробойники ИП-4605, ИП-4603, СО-134 применяют при прокладке водопроводных сетей из труб малого диаметра: под шоссейными дорогами, автомагистралями и улицами; при реконструкции водопроводов на территории заводов, фабрик и других предприятий; под железнодорожными и трамвайными путями и другими сооружениями. Скорость проходки скважин в разных грунтах по данным практики составляет, м/ч:

в грунтах	I группы	30—60
то же,	II »	15—30
то же,	III »	8—15

Глубина заложения зависит от диаметра скважины:

диаметр скважин, мм	60—80	85—130	130—180	180—250	250—350	400
минимальная глубина заложения, м	0,6—0,8	0,8—1,2	1,2—1,5	1,8—2	2—2,5	2,5

Для повышения точности направления проходки применяются стартовые устройства или прицельное приспособление.

Техническая характеристика стартового устройства СО-134.02.000

Усилие подачи, кН	8500
Диаметр цилиндра, мм	135
Ход поршня (штока), мм	750
Давление сжатого воздуха, МПа	0,6
Размеры, мм:	
длина	1840
ширина	600
высота	340
Масса, кг	120

Прицельные приспособления имеют массу около 6 кг и рассчитаны на предельную глубину котлована 1,8 м. При использовании упомянутых приспособлений отклонение проходки на длине до 30 м не превышает 100 мм.

Виброударные машины. Использование вибрации и ударных нагрузок для снижения трения при прокалывании грунта находит широкое применение для бестраншейной прокладки труб и кожухов. ВНИИГСом разработаны установки УВП-1 и УВП-2, в которых использовались высокочастотные колебания до 2000 в 1 мин. В настоящее время ВНИИГСом вместо этих установок создана установка УВВГП-400, у которой частота вибрации снижена до 600 колебаний в 1 мин.

Осевые колебания, создаваемые вибромолотами, передаются наконечниками на грунт, благодаря чему нажимные усилия снижаются в 8—10 раз, а скорость прокладки по данным ВНИИГСа возрастает в 6—8 раз по сравнению с прокалыванием без вибрации.

Техническая характеристика виброударной машины УВВГП-400 для бестраншейной прокладки труб-кожухов прокалыванием

Диаметр прокладываемых прокалыванием труб-кожухов, мм	273—426
Скорость проходки, м/ч	До 60
Частота ударов, мин$^{-1}$	600
Энергия удара, Дж	250
Максимальная длина прокладываемых секций, м	8
Масса ударной части, т	2,24
Мощность электродвигателя, кВт	22
Усилие полиспаста, кН	300
Размеры, мм:	
длина	14 690
ширина	3200
Масса, т	10
Изготовитель	ВНИИГС (Ленинград)

57.6. Прокладка труб-кожухов продавливанием с использованием виброударных установок

Для прокладки труб-кожухов диаметром более 530 мм может быть использована установка УВГ-51, разработанная МИНХиГП им. И. М. Губкина и изготовляемая Московским заводом «Газстроймаш»

Миннефтегазстроя СССР. Особенность этой установки состоит в том, что в ней используются низкочастотные колебания (удары), которые передаются на торец прокладываемой трубы и под воздействием которых вся система (прокладываемая труба с серповидным ножом и виброударный механизм) перемещается по дну рабочего котлована. При этом передний открытый конец трубы внедряется в грунт, входящий в полость трубы в виде грунтовой пробки-керна.

Удаление керна из полости трубы осуществляется виброжелонкой, которая с помощью подающего каната вводится в трубу и подтягивается к грунтовой пробке. Желонка снабжена своим вибромолотом: когда желонка упрется в грунтовую пробку, включают электродвигатель вибромолота желонки, под его ударами стакан желонки будет внедряться в грунтовую пробку и заполняться грунтом. После заполнения стакана желонка извлекается канатом из трубы и под воздействием вибромолота освобождается от грунта через окна, имеющиеся в желонке и кожухе.

Для удаления грунта из полости прокладываемых продавливанием труб-кожухов диаметром 1020—1420 мм применяется ударно-вибрационный грейфер УВБ-1, разработанный ВНИИГСом (табл. 57.14). Внутри прокладываемой трубы грейфер перемещается с помощью двухбарабанной лебедки.

Внедрение в грунт осуществляется под действием ударных импульсов, создаваемых ударно-вибрационным механизмом и переда-

Таблица 57.14. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИБРОУДАРНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ БЕСТРАНШЕЙНОЙ ПРОКЛАДКИ ТРУБ ПРОДАВЛИВАНИЕМ

Показатели	Марка установки	
	УВП-51	УВБ-1
Диаметр прокладываемых труб-кожухов, мм	530—1020	1020—1420
Максимальная длина прокладываемых труб, м	50	50
Частота ударов, мин$^{-1}$	550	600
Энергия удара вибромолота, Дж	7000	2000
Мощность электродвигателя, кВт	75	22
Масса ударной части вибратора, кг	2500	—
Скорость проходки, м/ч	10—60	6
Скорость передвижения к забою, м/мин	—	15
Диаметр сменных грунтозаборников (желонок), мм	510—1000	920 и 1220
Диаметр виброударного механизма, мм	510—1000	920
Усилие подачи, кН	500	100
Усилие извлечения, кН	—	500
Размеры, мм:		
длина	4000	3000
ширина	2000	1220
высота	1630	1220
Масса комплекта оборудования, т	6,3	3,09
Изготовитель	Московский завод «Газстроймаш»	ОРМЗ треста Центроспецстрой

ваемых на корпус грунтозаборника. ИВБ-1 извлекается из трубы канатом лебедки, грейфер опорожняется с помощью крана. Продолжительность одного цикла при длине проходки 1 м составляет по данным наблюдения 10 мин, т. е. скорость проходки составляет 6 м/ч.

Технические данные виброударных установок УВГ-51 и УВБ-1 приведены в табл. 57.14.

57.7. Прокладка труб-кожухов продавливанием с механизированной разработкой грунта

Установка СКБ Мосстроя с удалением грунтового керна без измельчения. Установка предназначена для бестраншейной прокладки стальных неизолированных и изолированных труб-кожухов в грунтах I—III группы нормальной влажности, а также в водонасыщенных грунтах после искусственного водопонижения. Установка СКБ Мосстроя (рис. 57.23) состоит из следующих основных узлов: силового

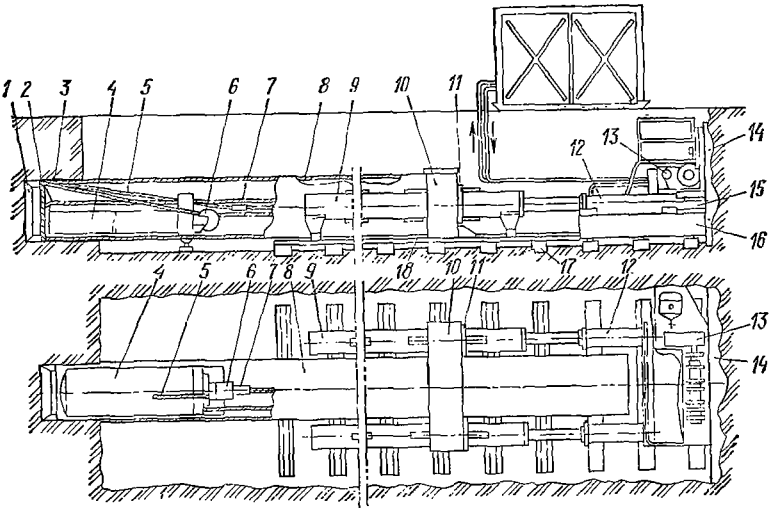


Рис. 57.23. Установка СКБ Мосстроя для прокладки труб продавливанием

1 — ножевая секция; *2* — тросовая петля для определения керна; *3* — ролик направляющий тягового каната; *4* — рабочий органи; *5* — тяговый канат; *6* — барабан уравнителя канатов; *7* — обойма уравнителя канатов; *8* — звено прокладываемой трубы; *9* — нажимная штанга; *10* — нажимная траверса; *11* — запорный фланец нажимной траверсы; *12* — домкрат гидравлический; *13* — лебедка трехбарабанная; *14* — упорная стенка; *15* — башмак; *16* — рама основная; *17* — шпала; *18* — рама направляющая

гидравлического агрегата, тяговой трехбарабанной лебедки, устройства для передачи нажимных усилий на прокладываемую трубу, рабочего органа-совка с устройством для отрезки грунтового керна и ножевой головной секции.

Силовой агрегат состоит из двух гидравлических домкратов ГД-170/1150, смонтированных на металлической раме, которая устанавливается на шпалах в конце рабочего котлована. Над гидравлическими домкратами на той же раме смонтирована трехбарабанная лебедка для перемещения совка рабочего органа. Гидравлические домкраты приводятся в действие насосной станцией, состоящей из двух насосов Н-403 с электродвигателями АО2-74-3 мощностью 22 кВт каждый; станция располагается на берме рабочего котлована.

Техническая характеристика установки СКБ Мосстроя

Диаметр прокладываемых труб-кожухов, мм	920
Максимальная длина проходки, м	До 60
Техническая скорость проходки, м/ч	До 18
Длина рабочего хода штока домкратов, мм	1150
Давление в гидросистеме, МПа	29,4
Максимальное усилие, создаваемое домкратами, кН	3400
Общая установленная мощность, кВт	51,5
Масса, т	13

Устройство для передачи нажимных усилий на трубу представляет собой сварную траверсу, перемещаемую по двум штангам, изготовленным из стальных толстостенных труб диаметром 426 мм. По образующим труб сверху и снизу приварены упоры, которые стопорятся поворотными фланцами, смонтированными за задней стенкой траверсы. Для рабочего хода домкратов 1150 мм шаг расстановки упоров составляет 900 мм.

Ножевое звено, привариваемое к переднему концу первой секции трубы, имеет расширительное кольцо, диаметр которого на 30—50 мм больше диаметра прокладываемой трубы. Длина ножевого звена 930 мм.

Рабочий орган (совок) размещается внутри прокладываемой трубы-кожуха и представляет собой отрезок полуцилиндрической формы, в передней части которого смонтировано кольцо с клиновыми зажимами для закрепления каиатной петли, предназначеиной для отрезания грунтового керна, поступающего в полость ножевого звена при его вдавливаиии в грунт. В комплект установки входит упорная металлическая стенка площадью 6 м^2.

Прокладка кожуха осуществляется секциями длиной до 6 м, при этом производительность составляет около 10 м в смеиу при составе бригады из 6—7 чел. Средние затраты труда составляют около 5—6 чел. на 1 м проходки.

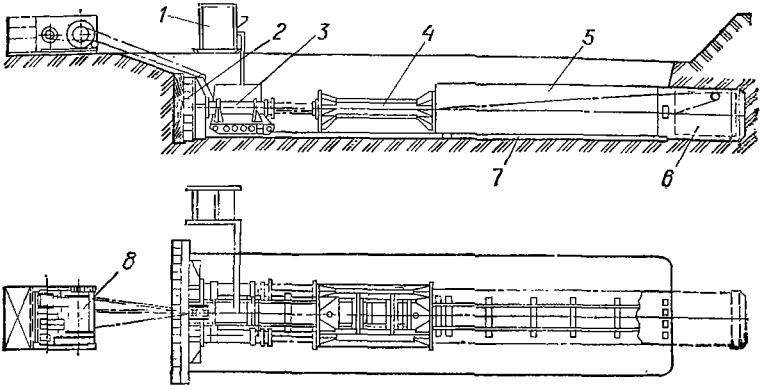


Рис. 57.24. Установка для прокладки труб продавливанием
1 — гидропровод; *2* — упорный башмак; *3* — гидродомкрат; *4* — нажимной па; трубок; *5* — труба-кожух; *6* — головка; *7* — направляющая рама; *8* — лебёдка

Установка треста Центроспецстрой с удалением грунтового керна без его измельчения. Установка треста Центроспецстрой предназначена для прокладки труб-кожухов методом продавливания в грунтах I—IV группы нормальной влажности. Установка (рис. 57.24) состоит из следующих основных узлов: силового гидравлического домкратного агрегата, состоящего из двух домкратов марки ГД-170/1150, приводимых насосом Н-401; двухбарабанной лебедки Т-193Б; комплекта нажимных рам длиной по 1, 2, 3 и 4 м каждая; нажимной заглушки (траверсы); инвентарного звена с ножевым и диффузионным устройством и лотком для погрузки грунта в ковш совка. Лоток предназначен для поддерживания грунтового керна до его отрыва от массива грунта. Для закрепления совка в ножевом звене внутри звена приварены упоры, за которые зацепляются запорные защелки запорного механизма совка. Длина ножевого звена 3,2 м; оно приваривается к переднему концу первой секции прокладываемого кожуха.

Для обеспечения заданного направления проходки на дне рабочего котлована смонтирована горизонтальная направляющая рама, изготовленная из швеллера № 16 и коротких деревянных шпал. Рама соединена болтами с рамой силового агрегата. Задняя стенка рабочего котлована укрепляется упорной стенкой (см. рис. 57.20) в соответствии с данными табл. 57.13.

Лебедку для перемещения совка устанавливают на поверхности земли на берме в конце рабочего котлована.

Основой нажимных рам являются отрезки трубы диаметром 325 мм, усиленные сверху и снизу листовым металлом и отрезками швеллера № 12.

Нижняя часть фасонных флапцев изготовлена в виде опор и имеет вырезы для опирания на продольные рельсы горизонтальной направляющей рамы. Особенность ножевого звена состоит в том, что ее режущее и направляющее кольцо имеет внутренний скос режущей кромки, а расширительный пояс — наружный скос. Такая конструкция расширительной части ножа позволяет уплотнять грунт по периметру выемки, повышая его устойчивость.

Внутренний скос входного отверстия диффузора дает возможность уплотнять грунтовый керн, образуя в нем поперечные трещины, облегчающие отрыв керна от массива при схождении керна с лотка. Диаметр входного отверстия диффузора на 50—70 мм меньше наружного диаметра направляющего патрубка.

Техническая характеристика установки треста Центроспецстрой

Диаметр прокладываемых труб-кожухов, мм	1220
Длина проходки, м	60
Длина секций (наибольшая), м	12
Усилие продавливания, кН	3400
Мощность приводных двигателей, кВт	18
Наибольшее давление в гидросистеме, МПа	29,4
Рабочий ход домкрата, мм	1100
Скорость движения совка, м/мин:	
при подаче к забою	До 30
» извлечении с грунтом	10,2
Масса, т	14,2

Удаление грунта из забоя осуществляется передвижным совком, конструкция которого показана на рис. 57.25. По данным практики средняя скорость проходки с учетом сварочных работ составляет 6—9 м в 1 смену при составе бригады 5—6 чел.

Установка ПУ-2 с цикличной разработкой грунтового керна. Эта установка разработана институтом ЦНИИПодземмаш и предназначена для прокладки стальных кожухов диаметром 1220 и 1420 мм в грунтах I—III группы нормальной влажности. Установка (рис. 57.26) состоит из силового агрегата, состоящего из двух гидравлических домкратов ГД-170/1600, смонтированных на основной раме, изготовленной из швеллеров разного размера, двухбарабанной лебедки 22ЛС-2С с электродвигателем, насоса высокого давления с электродвигателем, поперечной нажимной траверсы, связанной со штоками домкратов, промежуточной траверсы, закрепляемой на торце прокладываемой трубы, направляющей рамы и комплекта нажимных фланцевых патрубков, а также рабочего органа. Рабочий орган представляет собой устройство с ковшом, аналогичным ковшу обратной

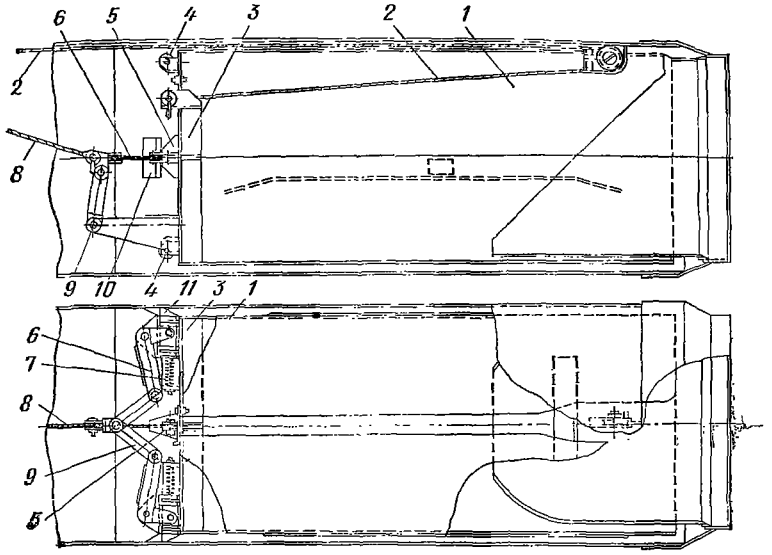


Рис. 57.25. Ножевое звено с совком установки У-12/60

1 — корпус совка; *2* — напорный канат; *3* — перегородка; *4* — катки опорные; *5* — обойма для крепления канатов; *6* — система рычагов; *7* — пружины; *8* — тяговый канат; *9* — опорное звено; *10* — кронштейн; *11* — защелка

лопаты экскаватора, и приводится в действие рабочим канатом от двухбарабанной лебедки. Рабочий канат пропущен через систему оттяжных роликов и его конец закреплен на конце поворотного рычага. При натяжении рабочего каната рабочий орган перемещается к забою и ковшом упирается в грунт; последующее натяжение каната сопровождается поворотом рычага и рукояти, на которой закреплен ковш с зубьями. При повороте рукояти зубья срезают грунт, который осыпается вниз.

В нижней части рабочего органа смонтирован скребок-клапан, который захватывает грунт и при движении рабочего органа из забоя к устью скважин выносит разработанный грунт из забоя в приемный бункер. Затем рабочий орган снова направляется в забой. Перед направлением рабочего органа в забой осуществляется цикл подачи трубы-кожуха вперед примерно на длину рабочего хода домкратов. При внедрении в грунт ножевого звена через входное отверстие ножа грунт входит в полость кожуха в виде грунтового керна, который затем разрушается ковшом рабочего органа. Средняя скорость про-

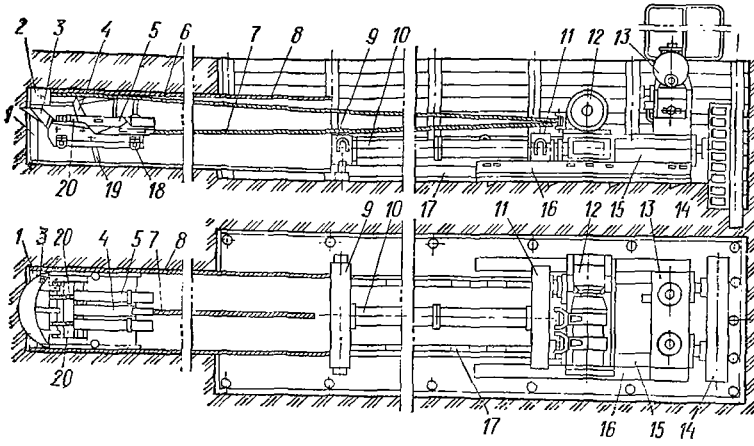


Рис. 57.26. Установка ПУ-2 для прокладки труб-кожухов продавливанием

1 — ножевая секция; *2* — направляющий ролик рабочего каната; *3* — режущая кромка ковша; *4* — рычаг вала приводного ковша; *5* — оттяжные пружины; *6* — рабочий канат; *7* — тяговый канат; *8* — прокладываемая труба-кожух; *9* — нажимная траверса; *10* — нажимной патрубок; *11* — траверсы домкратов; *12* — лебедка; *13* — бак гидросистемы; *14* — башмак; *15* — гидродомкрат; *16* — основная рама; *17* — направляющая рама; *18* — корпус рабочего органа; *19* — скребок; *20* — цепная передача вала привода ковша

ходки составляет около 8,4 м в 1 смену при составе бригады из 6—7 чел. Затраты труда составляют около 5,8 чел.-ч на 1 м проходки. Установку ПУ-2 изготовляет Фрунзенский завод по ремонту дорожно-строительных машин Минстроя Киргизской ССР.

57.8. Прокладка труб-кожухов горизонтальным бурением

Установки для прокладки труб-кожухов на переходах трубопроводов под дорогами состоят из следующих основных узлов и агрегатов: силового агрегата с трансмиссией и двигателем внутреннего сгорания автомобильного типа; шнекового транспортера; режущей головки и механизма подачи — полиспаста. В этих установках используется механическая разработка грунта режущей головкой и непрерывное удаление грунта из забоя шнеком. Процесс разработки грунта и его транспортирование совмещается с одновременной прокладкой кожуха. Диаметр скважины, в которую продвигается труба-кожух, на 30—70 мм больше наружного диаметра кожуха, благодаря чему между стенкой скважины и стенкой кожуха обеспечивается некоторый зазор, облегчающий продвижение кожуха.

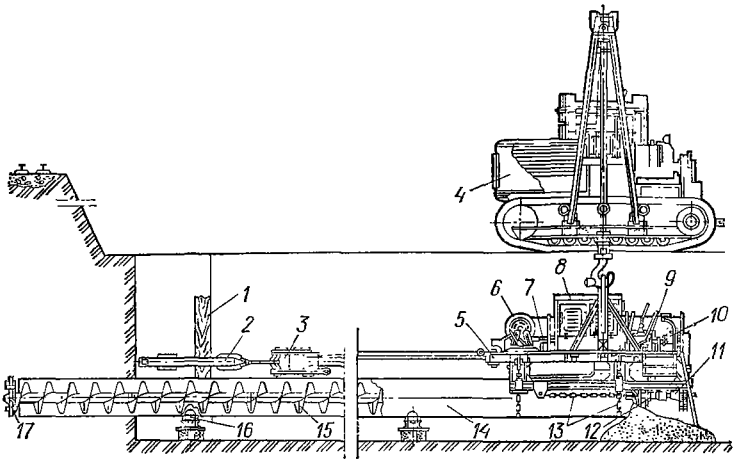


Рис. 57.27. Установка УГБ (ГБ)

1 — упорная стенка; *2* — упорный брус; *3* — неподвижный блок полиспаста; *4* — трубоукладчик; *5* — подвижный блок полиспаста; *6* — лебедка; *7* — карданный вал; *8* — двигатель; *9* — коробка передач; *10* — редуктор; *11* — муфта предельного момента; *12* — вал привода шнека; *13* — хомуты; *14* — труба-кожух; *15* — шнек; *16* — роликовая опора; *17* — режущая головка

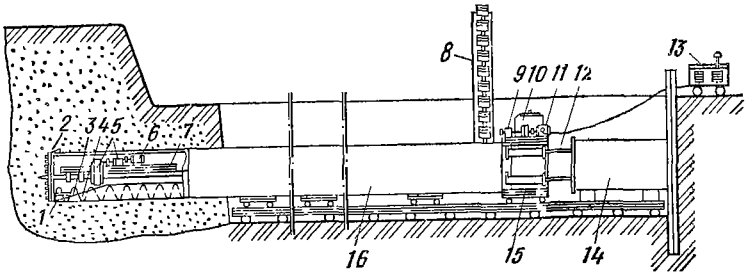


Рис. 57.28. Установка ГБ-1621

1 — обечайка; *2* — режущая головка; *3* — шнек; *4* — лоток; *5* и *9* — редукторы; *6* и *11* — электродвигатели; *7* — винтовой домкрат; *8* — ковшовый элеватор; *10* — трехскоростная коробка передач; *12* — домкратный агрегат; *13* — электростанция; *14* — вставки; *15* — тележка; *16* — прокладываемая труба-кожух

Установки УГБ и ГБ (рис. 57.27; табл. 57.15) действуют по одному принципу и позволяют прокладывать кожухи сразу на всю их длину и в отдельных случаях — путем наращивания кожуха секциями длиной от 3 до 12 м. Последний метод применяется при выполнении проходки в стесненных условиях населенных пунктов,

Таблица 57.15. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УСТАНОВОК ГОРИЗОНТАЛЬНОГО БУРЕНИЯ

Показатели	Марка установки				
	УТБ-4	ГБ-1021	ГБ-1421	ГБ-1422	ГБ-521*
Диаметр прокладываемых кожухов, мм	325—630	620—1020	1220—1420	1220—1420	325 и 529
Длина проходки, м	До 60	До 60	До 50	До 60	До 40
Скорость бурения, м/ч	1,8—19	1,8—18	1,8—18,5	1,5—12,7	6,5—120
Средняя скорость проходки кожухов, м/смена	15—25	15—25	15—25	До 20	До 30
Мощность двигателя, кВт	30	55	55	74	22
Тяговое усилие лебедки, кН	80	80	80	200	80
Тяговое усилие подачи кожуха, кН	480	480	800	1600	1900
Частота вращения шнека, мин$^{-1}$	6—38,4	5,12—32	3,51—21,7	—	—
Размеры, мм:					
длина	3770	4950	4800	5500	4250
ширина	1600	2200	2200	2200	1700
высота	2200	2680	2900	2900	2200
Масса, т	12,87	19,8	12	22	5,7
Завод-изготовитель	Ленинградский машиностроительный				

* Установка ГБ-521 предназначена для работы в городских условиях.

Таблица 57.16. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УСТАНОВОК ГБ-1621 И ГБ-1721

Показатели	Марка установки	
	ГБ-1621	ГБ-1721
Диаметр прокладываемого кожуха, мм	1720	
Длина проходки, м	До 60	
Скорость проходки, м/ч	До 1,37	До 2
Усилие гидродомкратов подачи, кН	7000	7200
Установленная мощность, кВт	49	76
Частота вращения, мин$^{-1}$:		
режущей головки	5,3	
шнека	10,2—21,8	
Рабочий ход гидравлических домкратов, мм	750	3000
Давление в гидросистеме, МПа	24	
Длина секции кожуха, м	6, 10,5 и 11,8	
Размеры, мм:		
длина	3500	
ширина	2460	
высота (без элеватора)	3500	
Масса (без электростанции), т	53	63
Завод-изготовитель	Ленинградский машиностроительный	

Установки горизонтального бурения ГБ-1621 и ГБ-1721 (табл. 57.16). Эти установки (рис. 57.28) предназначены для прокладки кожухов диаметром до 1720 мм методом горизонтального бурения, а также методом продавливания с механической разработкой грунтового керна. Отличительная особенность этих установок состоит в том, что подача кожуха осуществляется гидравлическими домкратами, а транспортирование грунта — шнеком малого диаметра; шнек помещен в цилиндрический желоб, проложенный в нижней части полости кожуха. Приводы шнека и режущей головки независимые. Для удаления грунта из рабочего котлована применяется ковшовый элеватор. Положение режущей головки относительно передней кромки кожуха может регулироваться винтовым домкратом.

При прокладке кожухов в устойчивых грунтах режущая головка выдвигается вперед на 30—50 мм и разрабатывает грунт с некоторым опережением продвижения кожуха; при работе в неустойчивых грунтах режущая головка убирается внутрь ножевой секции на расстояние до 450 мм от ее кромки.

Установки ГБ-1621 и ГБ-1721 компенсируются нажимными патрубками и упорной стенкой. Состав обслуживающей бригады 7 чел.; производительность 10—12 м в 1 смену.

Машина для бестраншейной прокладки труб-кожухов ПМ-800-1400. Эта машина (рис. 57.29) предназначена для бестраншейной прокладки стальных труб-кожухов различного назначения диаметром от 820 до 1420 мм в грунтах любой группы и любой влажности, кроме плывунов и скальных пород.

По принципу действия и конструкции машина ПМ-800-1400 аналогична ранее выпускавшейся установке «Запорожье-800».

Машина ПМ-800-1400 состоит из следующих агрегатов и узлов: инвентарной секции, в которой смонтированы рабочий орган с загрузочным клапаном; механизма подачи с лебедками и полиспастом подачи; тяговой лебедки с совком, механизма разгрузки с разгрузочным клапаном и бункером направляющей горизонтальной рамы, по которой передвигается совок.

Совок предназначен для погрузки в него грунта, разработанного режущей головкой, перемещения его по прокладываемой трубе и горизонтальной раме и выгрузки в бункер разгрузочного механизма. Совок приводится в действие двухбарабанной лебедкой, один конец каната которой закреплен за передний конец совка через подтяжной ролик, а второй — за задний конец совка. Грунт из забоя (инвентарной секции) удаляется периодически после нескольких циклов подачи кожуха и разработки грунтового керна режущей головкой.

После продвижения кожуха на 100—150 мм подачу прекращают

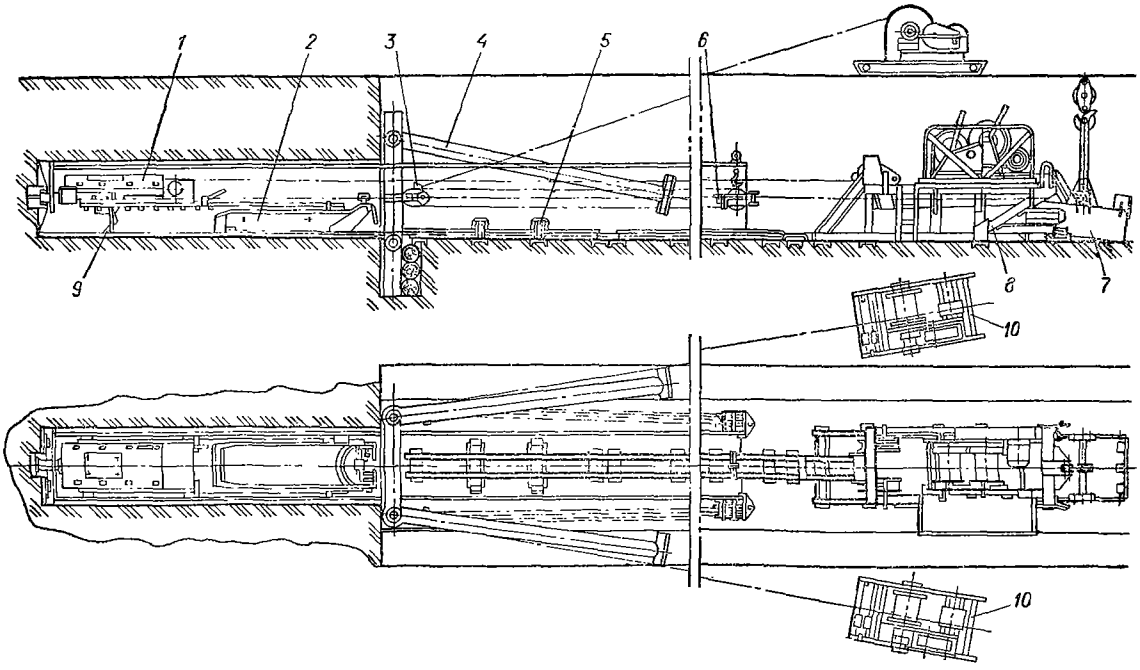


Рис. 57.29. Установка для прокладки труб машиной ПМ-800-1400

1 — режущая головка; *2* — совок; *3* — обоймы блока; *4* — опорная стенка; *5* — направляющая рама; *6* — захват; *7* — бункер; *8* — разгрузочное устройство; *9* — загрузочный обратный клапан; *10* — лебедки подачи

и подают в забой совок, последний врезается передней частью в разработанный грунт и набирает его. Затем совок оттягивают назад на 1,5—2 м. При обратном ходе его передняя часть освобождается для новой порции грунта. Наполнение совка происходит после 3—4 циклов загрузки. После загрузки совок вытягивают из забоя и подают в механизм разгрузки. При прохождении совка через разгрузочный механизм грунт, находящийся в совке, при соприкосновении с разгрузочным клапаном отклоняет его и продвигается над бункером до момента закрытия клапана. Затем совок направляется вперед в сторону забоя, при этом разгрузочный клапан препятствует прохождению грунта и сдвигает его в бункер, который затем краном выносят в отвал. И так повторяют до окончания прокладки.

Техническая характеристика установки ПМ-800-1400

Диаметр прокладываемых труб-кожухов, мм	820—1420
Длина проходки, м	До 120
Длина рабочего котлована, м, при длине секций:	
3 м	10
6 »	13
12 »	19
Установленная мощность, кВт	24,6
Объем грунта в совке, м³	0,3
Усилие, развиваемое тяговой лебедкой, кН	12,5
Усилие, развиваемое системой подачи, кН	320
Завод-изготовитель	Харьковский ремонтно-механический Минпромстроя СССР

Установку ПМ-800-1400 обслуживают 4 чел. Средняя скорость проходки составляет от 8 до 15 м в 1 смену.

57.9. Технико-экономические показатели разных методов бестраншейной прокладки стальных труб-кожухов

Технические и экономические показатели наиболее распространенных методов бестраншейной прокладки кожухов (футляров) при строительстве переходов трубопроводов под дорогами и улицами приведены в табл. 57.17—57.19.

Таблица 57.17. СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ПРОКЛАДКЕ ТРУБ-КОЖУХОВ ДИАМЕТРОМ 108—426 мм ПРОКАЛЫВАНИЕМ В ГРУНТАХ I—III ГРУППЫ

Метод прокладки	Средняя скорость проходки, м/смена	Затраты труда на 1 м проходки, чел.-ч	Максимальная длина проходки, м
Установками с гидравлическими домкратами ГД-170/1150	5—12	2—4	45
Гидравлическими прокалывателями:			
приводными	33—40	0,6—0,8	45
ручными	10—15	1,6—2,4	20
Вибрационными установками	40—60	0,6—1	30
Винтовыми прокалывателями (механизированными)	20—30	0,8—1,5	25
Тракторами	18—35	1—1,3	35

Таблица 57.18. СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ПРОКЛАДКЕ ТРУБ-КОЖУХОВ ДИАМЕТРОМ 529—1420 мм ПРОДАВЛИВАНИЕМ В ГРУНТАХ I—III ГРУППЫ

Метод прокладки	Средняя скорость проходки, м/смена	Максимальная длина прокладки, м
Установками с гидравлическими домкратами ГД-170/1150 с ручной разработкой грунта	1,8—3,2	60
То же, с механизированной разработкой грунта	4—10	80

Таблица 57.19. СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ПРОКЛАДКЕ ТРУБ-КОЖУХОВ ДИАМЕТРОМ 325—1420 мм ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ БУРЕНИЕМ В ГРУНТАХ I—III ГРУППЫ

Метод бурения	Средняя скорость проходки, м/смена	Максимальная длина проходки, м
Установками типа УГБ и ГБ с непрерывной разработкой и удалением грунта	15—33	60
Установками с цикличной разработкой и удалением грунта типа «Запорожье» и ПМ-800-1400	До 9	120

РАЗДЕЛ IX
МОНТАЖ ОБОРУДОВАНИЯ

Глава 58. МОНТАЖ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

58.1. Общие сведения

До начала монтажных работ должны быть закончены строительные работы по зданию (сооружению), фундаментам и каналам в соответствии с требованиями СНиП 3.05.05—84.

Монтаж оборудования, арматуры и трубопроводов производится следующими подъемно-транспортными механизмами с массой поднимаемых узлов, т:

переносная тренога с талью	До 0,3
таль с кошкой	0,4—0,5
подвесная кран-балка	0,6—3
кран мостовой:	
ручной	3,1—10
электрический	Более 10

58.2. Ревизия насосов

Насосные агрегаты, поступающие на место монтажа в сборе с заглушенными и опломбированными патрубками, промываются для снятия консервирующей смазки и проверки состояния шеек валов, подшипников и сальников. Насосы, поставляемые в разобранном виде отдельными узлами, подвергаются ревизии по сочлененным узлам. Осевой разбег ротора насоса должен находиться в пределах, указанных заводом-изготовителем.

К подшипникам скольжения предъявляются следующие требования.

1. Вкладыши подшипников должны плотно и равномерно прилегать к соответствующим расточкам в корпусах: число пятен на 1 $см^2$ при проверке прилегания на краску должно составлять не менее двух.

2. Прилегание шеек вала ротора к вкладышам подшипников должно быть равномерным по дуге, равной 60°, и при проверке прилегания на краску давать не менее трех пятен на 1 $см^2$.

3. Размеры зазоров между шейкой вала ротора и вкладышем должны составлять: верхнего — $0{,}0015—0{,}002D$, боковых — $0{,}001—0{,}0015D$ (где D — диаметр шейки вала).

4. Величина натяга вкладыша должна составлять 0,05—0,15 мм. Поверхности шеек валов не должны иметь рисок, коррозионных пятен и забоин; конусность шеек не должна превышать 0,02 мм. Бие-

ние шеек валов, уложенных в подшипники, с насаженным рабочим колесом и полумуфтами должно быть не более 0,02 мм, а торцовое и радиальное биение жестких полумуфт и радиальное биение упругих полумуфт — соответственно 0,04 и 0,06 м.

Полумуфты должны быть насажены на валы насоса и электродвигателя настолько плотно, чтобы щуп толщиной 0,03 мм не входил между ступицей полумуфты и валом. При сборке насосов после ревизии или ремонта необходимо проверить соответствие зазоров нормам, указанным в табл. 58.1 и 58.2.

Таблица 58.1. МИНИМАЛЬНЫЕ И МАКСИМАЛЬНЫЕ ЗАЗОРЫ МЕЖДУ УПЛОТНЕНИЯМИ ВРАЩАЮЩИХСЯ И НЕПОДВИЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ (С КАЖДОЙ СТОРОНЫ), мм

Диаметр вращающихся деталей в замеряемых местах, мм	Зазоры	Диаметр вращающихся деталей в замеряемых местах, мм	Зазоры
120—180	0,2—0,3	800—1200	0,8—1,2
180—260	0,25—0,35	1200—1600	1,2—1,6
260—360	0,3—0,4	1600—2000	1,6—2
360—500	0,4—0,5	2000—2500	2—2,5
500—800	0,6—0,8		

Таблица 58.2. МИНИМАЛЬНЫЕ И МАКСИМАЛЬНЫЕ ЗАЗОРЫ МЕЖДУ ВАЛОМ НАСОСА И ВТУЛКАМИ НАПОРНОГО И ВСАСЫВАЮЩЕГО ПАТРУБКОВ, мм

Диаметр вращающихся деталей в замеряемых местах, мм	Радиальный зазор между валом насоса и втулками патрубков (с каждой стороны)	
	напорного	всасывающего
30—50	0,085—0,2	0,17—0,28
50—80	0,1—0,23	0,2—0,33
80—120	0,2—0,26	0,23—0,39
120—180	0,26—0,3	0,27—0,44
180—240	0,3—0,4	0,3—0,5

Примечание. При лигнофолевом вкладыше подшипника зазоры устанавливаются по верхним пределам; при подшипниках зазоры следует увеличивать на 0,05—0,08 мм.

58.3. Монтаж насосных агрегатов

Монтаж и центровка горизонтальных насосных агрегатов. Монтаж центробежных горизонтальных насосов начинают с установки плит или рам на фундамент и выверки их в плане, по высоте и горизонтали. Допускаются отклонения плиты (рамы) в плане и по высоте до 10 мм, а по горизонтали до 0,1 мм на 1 м длины плиты. Уз-

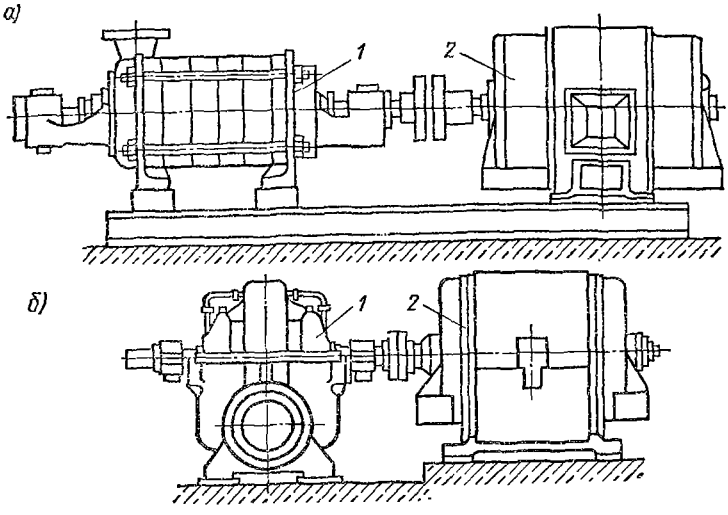


Рис. 58.1. Установка насосных агрегатов
а — на общей фундаментной раме; *б* — на раздельных фундаментных рамах; *1* — насос; *2* — электродвигатель

лы насосных агрегатов устанавливают на общей раме или на отдельных рамах (рис. 58.1).

Фундаментные рамы устанавливают на прокладки и крепят к фундаменту с помощью глухих или анкерных болтов. Прокладки помещают по обе стороны каждого болта и по всему периметру рамы через 300—1000 мм в зависимости от ее жесткости. Число прокладок по высоте не должно превышать пяти, включая тонколистовые, применяемые для окончательной выверки. После подливки рамы бетоном и затвердевания его до проектной прочности выполняют затяжку болтов. Окончательная центровка агрегата производится с помощью прокладок, помещенных между опорной поверхностью рамы и лапами двигателя. Установка прокладок под опорные поверхности гидромуфт и редукторов, а также под опорные поверхности насоса в агрегатах без гидромуфт и редукторов не разрешается и допускается только при наличии указаний завода-изготовителя. Плотность прилегания поверхностей прокладок друг к другу, а также к опорным поверхностям фундаментных рам (плит) и установленному на них оборудованию, проверяется щупом. Щуп толщиной 0,05 мм не должен входить в стык сопряженных поверхностей.

Если горизонтальный насосный агрегат поступает на монтаж

отдельными узлами, то в агрегатах без редуктора электродвигатель прицентровывают к выверенному и закрепленному на раме насосу, а в агрегатах с редуктором насос и электродвигатель — к выверенному и закрепленному редуктору. В агрегатах с трубопроводом насос прицентровывается к закрепленному трубопроводу, а в агрегатах с гидромуфтой редуктор, насос и электродвигатель — к выверенной и закрепленной гидромуфте.

При центровке насосных агрегатов с клиноременной передачей следят за тем, чтобы оси валов электродвигателя и насоса были параллельны, а канавки шкивов — расположены без смещения относительно друг друга.

Насосные агрегаты горизонтального исполнения на общей фундаментной плите-раме или на раздельных плитах-рамах перед подливкой бетонной смесью выверяют по высотным отметкам относительно репера или насечки по высоте, а также проверяют положение насосного агрегата по осям в плане и в горизонтальной плоскости. Для этого натягивают горизонтально-продольные и поперечные струны (рис. 58.2). На струны подвешивают отвесы так, чтобы они совпали с соответствующими насечками, нанесенными на фундамент. На натянутые и закрепленные продольные струны каждого насоса или группы подвешивают отвесы таким образом, чтобы один отвес совпал с центром всасывающего патрубка насоса и насечкой, нанесенной на фундамент. Второй отвес должен совпасть с осью электродвигателя и насечкой. Поперечную струну необходимо натягивать, если одновременно устанавливают два или несколько насосов в одном ряду. При этом отвесы, опущенные с натянутой струны, должны совпасть с центрами нагнетательных патрубков (см. рис. 58.2). При монтаже насосов, работающих на горячих жидкостях, обязательно проверяют зазор в продольных шпонках и зазор между дистанционной втулкой и отверстиями в лапах насоса. Они должны соответствовать зазорам, указанным в паспорте насоса.

При монтаже насосного агрегата, имеющего раздельные опорные рамы или плиты, следует особое внимание обращать на зазор между торцами полумуфт, который всегда указывается в чертеже.

Наиболее ответственной операцией при монтаже горизонтальных насосных агрегатов является центровка валов по муфтам. Вначале выполняют предварительную, а затем окончательную центровку валов. В зависимости от конструкции муфты предварительную центровку производят линейкой и щупом или только щупом (рис. 58.3).

Окончательную центровку валов выполняют индикаторами, устанавливаемыми с помощью магнитных присосов на полумуфтах, а при отсутствии присосов — приспособлением с индикаторами. В не-

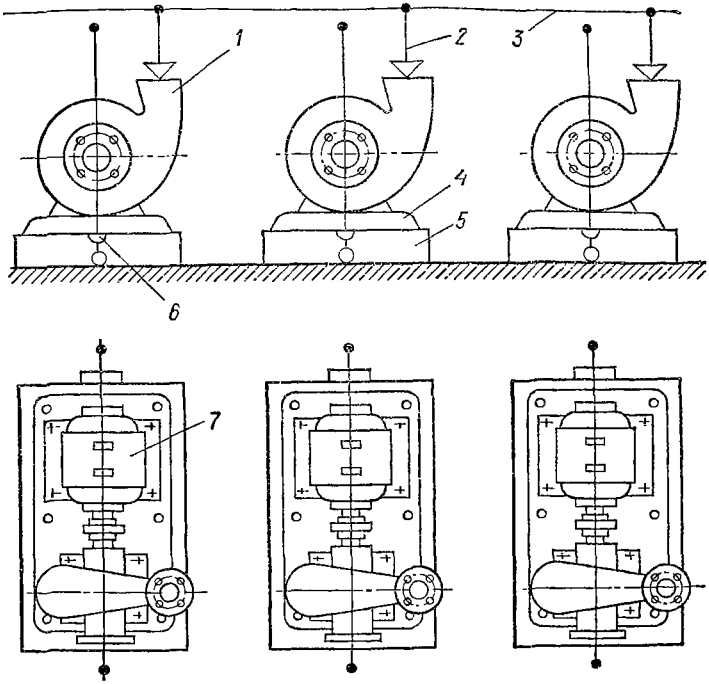


Рис. 58.2. Натяжение струны для проверки установки насосов
1 — насос; *2* — отвес; *3* — струна; *4* — плита; *5* — фундамент; *6* — насечка осевая; *7* — электродвигатель

которых случаях окончательную центровку валов производят с помощью скобы и щупа (рис. 58.4).

Для определения величин перекоса и параллельного смещения осей делают замеры в четырех положениях при совместном повороте полумуфт на 90°. Перекос a и параллельное смещение b подсчитывают по формулам:

$$a_1 + a_3 = a_2 + a_4;$$
$$b_1 + b_3 = b_2 + b_4.$$

Центровка агрегата считается удовлетворительной, если разность диаметрально противоположных замеров перекоса и параллельного смещения осей валов не превышает величин, указанных в табл. 58.3.

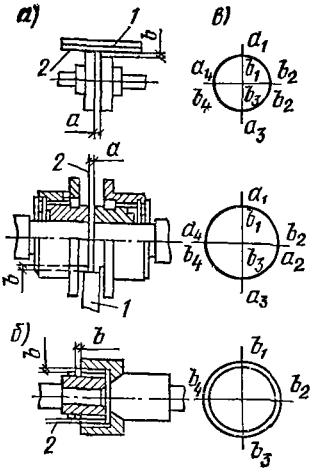


Рис. 58.3. Установка муфты с помощью линейки и щупа

а — центровка с помощью линейки и щупа; *б* — центровка с помощью щупа; *в* — круговые диаграммы результатов центровки; *1* — линейка; *2* — щуп

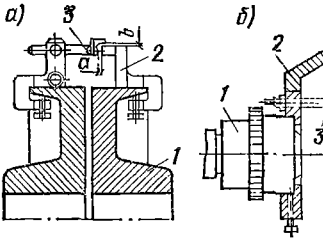


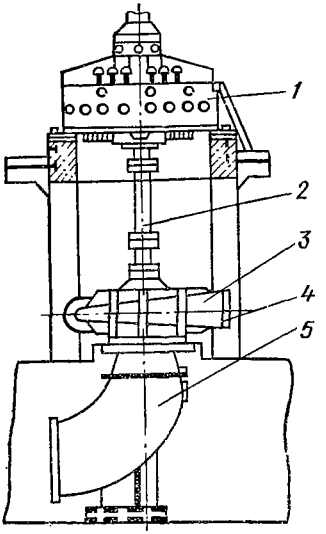
Рис. 58.4. Центровка валов с помощью скобы и щупа

а — центровка упругой муфты; *б* — центровка зубчатой муфты; *в* — положения I, II, III, IV полумуфт при совместном повороте; *1* — полумуфта; *2* — скоба; *3* — щуп

Таблица 58.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИН ЦЕНТРОВКИ ОСЕЙ ВАЛА

Частота вращения вала, $мин^{-1}$	Допускаемые величины перекоса и параллельного смещения, мм, муфт (диаметром до 500 мм)	
	упругих кольцевых	зубчатых
>3000	0,04	0,08
1500—3000	0,06	0,1
750—1500	0,08	0,12
500—750	0,1	0,15
≤500	0,15	0,2

После центровки агрегатов подливают бетонную смесь, набивают сальники, монтируют систему смазки (если она имеется), присоединяют трубопроводы. Затем насосные агрегаты испытывают вхолостую и под нагрузкой.



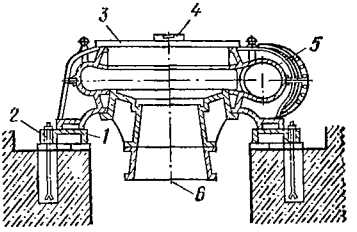


Рис. 58.6. Установка и выверка корпуса насоса типа В

1 — опорная плита; *2* — фундаментный болт; *3* — контрольная линейка; *4* — брусковый уровень; *5*—корпус насоса; *6* — струна

Рис. 58.5. Установка насоса типа В

1 — электродвигатель; *2* — вал; *3* — насос; *4* — напорный патрубок; *5* — всасывающий патрубок

Монтаж и центровка вертикальных насосных агрегатов. Последовательность монтажа вертикальных насосов рассмотрим на примере монтажа насоса типа В, поступившего на площадку в разобранном виде отдельными узлами (рис. 58.5).

После проверки фундамента под насосы через проем для электродвигателя на нижний этаж к месту монтажа подают узлы. Вначале устанавливают фундаментные плиты насоса и предварительно выверяют их по высотной отметке металлической рулеткой, а в горизонтальной плоскости уровнем. Отклонения не должны превышать по вертикальной отметке 1 мм, а по горизонтальной 0,1 мм на 1 м. Затем приступают к центровке агрегата по вертикальной оси с помощью струны и отвеса. За базу принимают уплотняющее кольцо корпуса насоса (рис. 58.6).

Струну натягивают через центр насоса и статора. Зазоры между струной и уплотняющим кольцом насоса замеряют микрометрическим способом и электроакустическим способом (несоосность не должна превышать 0,15—0,2 мм), производят предварительную центровку насоса и статора, подливают бетонной смесью фундаментные болты и после затвердевания бетона окончательно центруют агрегат. Допустимые отклонения по соосности не должны превышать 0,03—0,05 мм. Пос-

ле этого на нижнюю крышку корпуса устанавливают ротор насоса, ставят верхнюю крышку насоса с вкладышами подшипника и предварительно выверяют вертикальность вала насоса с помощью рамного уровня: допустимое отклонение от вертикали не должно быть более 0,04 мм на 1 м. Указанной точности добиваются установкой в зазор между шейкой вала и вкладышами подшипника полуколец, изготовленных из металлических пластин толщиной 0,1—0,4 мм. После предварительной выверки вертикальности вала монтируют трансмиссии. Далее собирают электродвигатель и проверяют зазоры между ротором и статором, замеряемые вверху и внизу в четырех диаметрально противоположных точках. Размеры зазоров не должны отличаться от проектных более чем на 10 %.

Несоосность ротора по отношению к статору можно устранить передвижением вала ротора по сегментам подпятника опорного подшипника с помощью прижимных болтов (рис. 58.7). Затем выверяют общую линию вала агрегата, измеряя биение вала двумя индикаторами, установленными в горизонтальной плоскости под углом 90° (рис. 58.8). Биение шеек вала трансмиссий, насоса, электродвигателя должно соответствовать допускам, указанным в инструкции завода-изготовителя. Если биение вала превышает допустимое, его устраняют шабровкой сопрягаемых плоскостей монтажных полуколец или торцов полумуфт. Далее выверяют вертикальность вала агрегата с помощью четырех струн (рис. 58.9). Расстояния от поверхности вала агрегата до струн необходимо замерять в двух сечениях по высоте вала: в самой верхней точке под нижней крестовиной электродвигателя (сечение *1—1*) и в самой нижней на валу насоса (сечение **2**—*2*). Допускаемую неточность замеров определяют по формуле $P=[(a_1+b_1)+(c_2+d_2)]-[(a_2+b_2)+(c_1+d_1)]$. Неточность измерений при сопоставлении восьми замеров не должна превышать 0,02 мм.

Отклонение вала агрегата от вертикали находят по выражению

$$\Delta l = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2},$$

где Δx и Δy — отклонения в направлениях x и y.

Величины отклонений составляют:

$$\Delta x = [(a_2 - b_2) - (a_1 - b_1)]/2;$$
$$\Delta y = [(c_2 - d_2) - (c_1 - d_1)]/2.$$

Отклонение размеров вала по вертикали определяют по формуле

$$\Delta l_0 = \Delta l / l,$$

где l — длина участка вала между местами замеров; Δl — допускаемая величина отклонения (0,02 мм на 1 м).

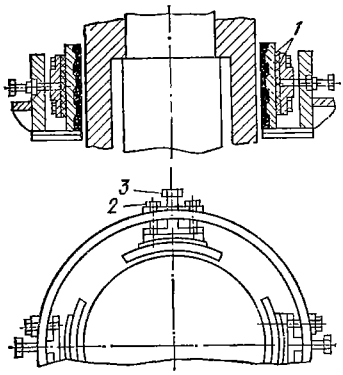


Рис. 58.7. Установка сегментов направляющего подшипника

1 — прокладки изоляционные; *2* — болты, оттягивающие сегменты; *3* — болты, прижимающие сегменты

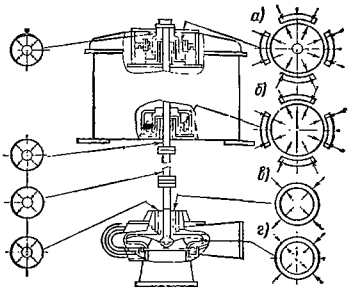


Рис. 58.8. Места проверки биения вала индикаторами и проверяемых зазоров

а, б — зазоры соответственно в верхнем и нижнем направляющих подшипниках электродвигателя; *в* — зазоры между валом и вкладышем подшипника; *г* — зазоры между уплотняющим кольцом корпуса и защитным кольцом рабочего колеса насоса

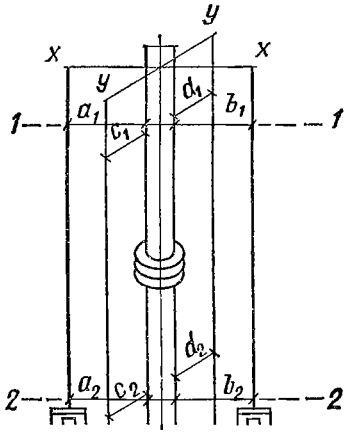


Рис. 58.9. Выверка вертикального вала агрегата с помощью четырех струн

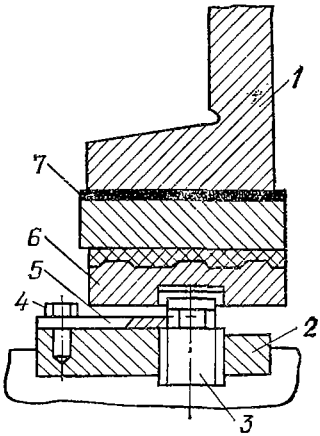


Рис. 58.10. Установка опорного винта сегмента подпятника

1 — плита; *2* — подпятник; *3* — опорный винт; *4* — винт; *5* — стопорная планка; *6* — сегмент; *7* — медная прокладка

Если отклонение вала агрегата от вертикали более 0,02 мм на 1 м, необходимо его уменьшить, изменив установку сегментов подпятника с помощью опорных винтов (рис. 58.10).

Выверив вертикальность вала, проверяют зазоры в подшипниках. Затем подливают бетонную смесь под плиты насоса и электродвигателя. После затвердевания бетонной смеси перебирают сальники, ставят вспомогательное оборудование и трубопроводы. По окончании этих работ приступают к опробованию и испытанию насосного агрегата.

58.4. Допуски на монтаж насосов

Ниже приведены допустимые отклонения, мм, при монтаже горизонтальных и вертикальных насосов и отдельных узлов.

Горизонтальные центробежные насосы

Горизонтальность на 1 м:	
верхних плоскостей фундаментных плит	0,1
оси вала рабочего колеса	0,04
плоскости разъема корпуса	0,04
вала (замеряется по шейкам)	0,06
Зазор в уплотнительных кольцах:	
между рабочим колесом и корпусом	1—1,2
осей	0,4—0,5
радиальный	0,4—0,5
Зазор в многодисковых секционных насосах:	
радиальный в уплотнительных кольцах	0,15—0,2
осевой в разгрузочном диске	0,4—0,8
Зазор в сальниках между валом или вращающейся втулкой и упорной частью сальника	0,2—0,3
Соосность вала и расточки сальника (разность размеров по окружности)	0,06—0,08
Осевой разбег вала (кроме насосов с разгрузочным диском)	0,1—0,15

***Вертикальные насосы типов* НДсВ *и* В**

Насос

Расстояние между отверстиями в плитах насоса для фундаментных болтов:	
между осями отверстий	2
» диаметрами »	1,5
Конусность шеек вала на длину шейки	0,02
Прилегание шеек вала к вкладышам подшипника	2—3 пятна на 1 см²
Высотная отметка установки фундаментных плит	5
Горизонтальность положения фундаментных плит в двух взаимно перпендикулярных направлениях на 1 м	0,3
Несоосность полуфланцев и уплотняющего кольца корпуса насоса НДсВ в плане относительно струны отвеса	0,03—0,05
Отклонения от вертикали вала насоса (предварительная выверка) на 1 м	0,04
Биение полумуфты:	
радиальное	0,05
торцовое	0,03

Трансмиссия

Расстояние между осями отверстий для анкерных болтов в плитах подшипников	2
Конусность шеек вала на длину шейки	0,02
Прилегание шейки вала к вкладышам	2—3 пятна на 1 см²
Высотная отметка установки фундаментных плит подшипников	1
Горизонтальность положения фундаментных плит подшипников на 1 м	0,3
Несоосность расточек под вкладыши в плане относительно струны отвеса при предварительной выверке	0,15—0,2
То же, при окончательной выверке	0,05
Неравномерность толщины монтажных полуколец (прокладок)	0,02

Электродвигатель

Расстояние между осями отверстий в фундаментных плитах для анкерных болтов	2
Высотная отметка установки статора	1
Степень прилегания рабочей поверхности сегментов подпятника к контрольной плите или диску пяты	Площадь касания не менее 80 %
Зазор между головкой винта и заплечиком сегмента подпятника	2
Степень прилегания рабочей поверхности сегментов направляющих подшипников к щеткам-втулкам вала	2—3 пятна на 1 см²
Зазор (односторонний) между валом и сегментами в верхнем и нижнем направляющих подшипниках	0,1—0,15
Перпендикулярность пяты к оси ротора (по биению полумуфты)	0,5

Соединение насоса с электродвигателем

Непараллельность торцов полумуфт валов электродвигателя и трансмиссии насоса типа НДсВ	0,03
Зазор между полумуфтами вала насоса типа НДсВ и вала электродвигателя после установки монтажных полуколец	0,1
Неравномерность толщины монтажных полуколец	0,02
Биение шеек вала насоса	0,03—0,05
Биение защитного кольца рабочего колеса насоса типа В	0,1
Отклонение вала агрегата от вертикальной оси на 1 м	0,02
Зазор между уплотняющим кольцом конуса и рабочим колесом насоса типа В	0,5
Зазор в уплотнении рабочего колеса насоса типа В	0,5—0,8
Биение ротора возбудителя	0,02
Непараллельность соединительных фланцев во всасывающем и напорном трубопроводах	0,2—0,3

Примечание. Допуски на монтаж насосов типов НДсВ и В приведены в соответствии с МСН 20-63 Госмонтажспецстроя СССР.

58.5. Присоединение трубопроводов и арматуры к насосам

Для присоединения к насосу трубопровода большего диаметра, чем патрубок насоса, между этим патрубком и трубопроводом устанавливается переходной конический патрубок. Длина переходного патрубка определяется по разности диаметров трубопровода и патрубка насоса:

$$L = k\,(D_т - D_н),$$

где L — длина переходного патрубка; k — коэффициент, равный 5—7; $D_т$ и $D_н$ — диаметр трубопровода и патрубка насоса.

На всасывающем трубопроводе, работающем под вакуумом, устанавливается односторонний конический патрубок так, чтобы сверху находилась горизонтальная образующая.

Гидравлическое испытание всасывающего трубопровода производится давлением, на 25 % бо́льшим давления на всасывании, но не менее 0,125 МПа.

58.6. Монтаж артезианских насосов

До начала монтажа артезианских насосов необходимо проверить скважину на проходимость способом, предусмотренным заводской инструкцией, а также проверить соотношение между диаметром скважины и отклонением ее от оси по формуле

$$D_с = D_{макс} + eH + 15,$$

где $D_с$ — наименьший диаметр скважины, мм; $D_{макс}$ — максимальный диаметр корпуса насосного агрегата, мм; e — отклонение оси скважины от вертикали на 1 м глубины, мм; H — глубина погружения насоса, м.

Если фактический диаметр скважины меньше расчетной величины $D_с$, то монтировать этот насос на данной скважине запрещается. Как исключение допускается монтаж артезианских насосов в наклонных скважинах при условии их прямолинейности и угле наклона к вертикали не более 3°. Приступать к монтажу артезианских насосов до промывки скважин не разрешается. Болты фланцевых соединений напорного трубопровода для устранения самоотвинчивания должны иметь контргайку или стопорную шайбу.

Смещение оси вала и валопровода относительно оси напорного трубопровода допускается не более 3 мм, что проверяется при окончании монтажа каждой секции. Одновременно проверяется возможность вращения вручную трансмиссионного вала.

Глава 59. МОНТАЖ АРМАТУРЫ И ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ

59.1. Фланцевые соединения

При разметке отверстий для сверления во фланцах арматуры, а также при напасовке просверленных фланцев на фасонные части необходимо соблюдать следующие правила:

1) на вертикальной оси симметрии арматуры не должно быть отверстий; ближайшие к этой оси отверстия должны находиться от нее на равных расстояниях — это правило должно соблюдаться при напасовке фланцев на отвод, тройники, крестовины и др.

2) при напасовке двух фланцев на прямую фасонную часть на патрубке должна быть зафиксирована условная ось симметрии, относительно которой соблюдается правило 1;

3) внутренний диаметр прокладок должен быть на 2—3 мм больше внутреннего диаметра трубы, а внешний диаметр — таким, чтобы прокладка касалась болтов.

Длина болтов и шпилек выбирается так, чтобы после их затяжки из гаек выступало не более двух-трех ниток резьбы.

59.2. Задвижки

Перед монтажом задвижек проверяются исправность маховика и сальника, а также отсутствие трещин и раковин в литье и забоин на уплотнительных поверхностях фланцев. Диски поднимаются вверх до отказа и опускаются обратно; при этом осматриваются шлифованные уплотнительные кольца на дисках и в теле задвижки, смазывается резьба штока и заменяется сальниковая набивка.

При необходимости полной ревизии задвижки диски вместе со штоком извлекаются для детального осмотра и устранения дефектов.

Для проверки отсутствия дефектов в корпусе и плотности затвора производят гидравлическое испытание задвижек. Величина пробного давления при этом принимается в 1,5 раза больше рабочего.

Глава 60. МОНТАЖ ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЕЛОВУШЕК

В местах установки нефтесборных труб и валов скребкового транспортера отклонения от проектных размеров секций нефтеловушки по ширине и от проектного расположения закладных патрубков в плане и по высоте не допускаются.

Перед монтажом нефтесборных труб нивелиром проверяют отметки забетонированных в панелях патрубков, затем напасовывают на них строго по отвесу фланцы и прихватывают их сваркой к патрубкам.

Нефтесборную трубу укладывают на подкладки по уровню и на ее концах монтируют все необходимые детали: патрубок с фланцем, опору червячного колеса с плитой, упорные кольца, нажимные патрубки с уплотняющей набивкой и др. Концы нефтесборной трубы должны вплотную соприкасаться с упорными кольцами, а зазор между нажимными патрубками и трубой должен быть равиомерным по всей окружности. Общая длина трубы в собранном виде, считая между наружиыми плоскостями фланцев, должна быть на 20—25 мм меньше расстояния между фланцами, прихваченными сваркой к закладным патрубкам. При стяжке фланцев зазор между упорным кольцом и концом трубы должен быть с обеих сторон одинаковым и составлять 10 мм для возможности удлинения трубы при повышении температуры воды в нефтеловушке.

Согласно инструкции Салаватского машиностроительного завода при монтаже скребкового транспортера по чертежам общего вида К-105Б и цепного механизма по чертежам К-105Б-1 необходимо произвести следующие работы:

1) проверить правильность расположения закладных деталей в стенах и перекрытии нефтеловушки или нефтеотделителя;

2) наметить расположение осей и валов в соответствии с установочным чертежом монтажа скребкового транспортера;

3) произвести на деревянных козлах сборку монтажных узлов цепного механизма транспортера по чертежам К-105Б-1;

4) собранные монтажные узлы установить на монтажных козлах и выверить по разбивочным осям; особое внимание уделить выверке горизонтальности валов и консольных осей, а также перпендикулярности их относительно продольной оси нефтеловушки;

5) прихватить сваркой верхние и нижние опорные кронштейны вала и консольных осей к закладным частям;

6) произвести окончательную выверку вала и осей; допускаемая непараллельность вала и осей между собой — не более 2 мм на 1 м длины;

7) приварить кронштейны к закладным частям и затянуть болты крепления подшипников;

8) установить кронштейны и направляющие уголки, обратив особое внимание на параллельность последних;

9) сдвинуть натяжные устройства в крайнее положение в сторону ведущего вала;

10) навесить на звездочку тяговые цепи; особое внимание обратить на то, чтобы в каждой из двух тяговых цепей было равное число звеньев;

11) прикрепить скребки к тяговым цепям, замкнуть и натянуть цепи;

12) установить и выверить привод скребкового транспортера и закрепить его с помощью фундаментных болтов; при этом необходимо выдержать параллельность вала привода с ведущим валом цепного механизма и совмещение в одной плоскости звездочек привода и ведущего вала; подъем привода при монтаже производить пропуская трос через верхний рым-болт редуктора и сквозь стойку рамы;

13) установить натяжное устройство;

14) навесить приводную цепь от привода к ведущему валу и натянуть ее;

15) закрепить привод скребкового транспортера;

16) произвести холостую обкатку транспортера;

17) окончательно выверить и устранить монтажные дефекты, обнаруженные при холостой обкатке;

18) произвести обкатку скребкового транспортера при заполненной водой нефтеловушке.

При монтаже донного клапана необходимо обратить особое внимание на соосность узла колонки и тяги клапана, а также проверить на плавность ход клапана и отсутствие заедания.

Нефтесборная труба после монтажа проверяется на легкость проворачивания.

Глава 61. МОНТАЖ ВРАЩАЮЩИХСЯ СЕТОК

На днище водозаборного сооружения устанавливают колонны каркаса. Правильность монтажа каркаса проверяют путем пропуска шаблона по всей высоте, затем каркас закрепляют на закладных частях.

После установки звездочек и привода с натяжным устройством приступают к монтажу шарнирных цепей с роликами. По мере наращивания собранные звенья цепи опускают вниз поворотом верхних звездочек. По окончании сборки цепи ее снимают со звездочки и временно закрепляют на перекрытии. Вторую цепь собирают в том же порядке с другой стороны каркаса. Соединив крайние звенья вверху и внизу, получают две замкнутые цепи, которые натягивают с помощью натяжного устройства. К готовым цепям прикрепляют полотна

сетки по одному с постепенным опусканием готовых звеньев вниз с помощью звездочки. Смонтированная сетка проверяется путем работы вхолостую в течение 2—3 ч.

При монтаже сеток бескаркасного типа направляющие устанавливают в процессе бетонирования сооружения. К монтажу цепей приступают только после пропуска шаблона по всей высоте направляющих. Далее монтаж выполняют аналогично монтажу сеток каркасного типа.

Глава 62. МОНТАЖ ОБОРУДОВАНИЯ ВЕНТИЛЯТОРНЫХ ГРАДИРЕН

Монтаж вентиляторов производится в соответствии со сборочными чертежами под руководством шеф-монтажника завода-изготовителя. Перед монтажом необходимо проверить:

горизонтальность опорных поверхностей, устанавливаемых под электродвигатель (допускаемый уклон рамы — не более 1 мм на 1 м длины);

направление выхода воздуха из воздухоуловительных решеток (воздух должен быть направлен против вращения ротора и к центру вентилятора).

При сборке вентилятора должны быть использованы подъемные средства грузоподъемностью не менее 5 т.

62.1. Сборка вентиляторов

Собирать вентиляторы на градирнях рекомендуется в следующем порядке:

закрепить на балках градирен башмаки и раму;

установить на раме электродвигатель в соответствии с инструкцией по монтажу и эксплуатации электродвигателей типа ВАСВ или ВАСО;

собрать на земле ротор (ступицу с лопастями и втулкой ротора); для сохранения балансировки руководствоваться заводскими метками, определяющими взаимное положение лопастей относительно ступицы;

посадить ротор на вал электродвигателя;

закрепить на балках градирни башмаки и плиты;

поставить на башмаки и плиты секторы коллектора, соединив их между собой;

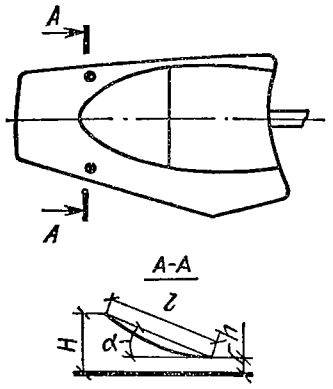


Рис. 62.1. Измерение угла атаки лопастей

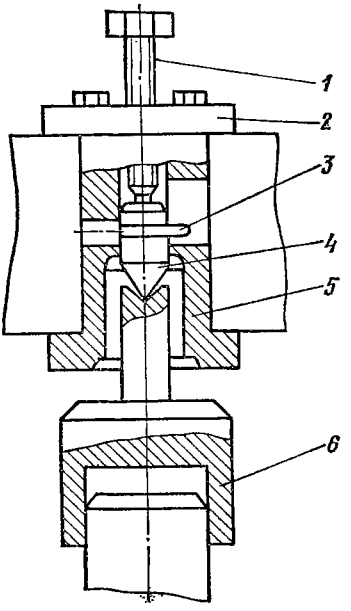


Рис. 62.2. Приспособление для балансировки ротора
1 — винт; *2* — шайба; *3* — штифт; *4* — центр; *5* — стакан; *6* — опора

установить на коллекторе секторы патрубков;

установить растяжки и с их помощью отрегулировать равномерность зазора между концами лопастей и патрубком (размер зазора принимать согласно чертежу общего вида); запрещается регулировка зазора путем подрезки концов лопастей;

и) приварить электросваркой нижний пояс коллектора к плитам; при необходимости плиты могут быть помещены вдоль оси балок, для того чтобы периметр соприкосновения плиты и дуги коллектора был возможно большим;

к) установить на патрубке щиты диффузора.

62.2. Установка угла атаки лопастей

Номинальный угол атаки устанавливается на заводе при контрольной сборке ротора. В случае необходимости он может быть изменен в зависимости от места эксплуатации вентилятора, но потребляемый электродвигателем ток не должен превышать номинального значения. При этом должна быть проверена разность углов атаки

комплекса лопастей по схеме, приведенной на рис. 62.1. Синус угла атаки лопастей определяется по формуле

$$\sin\alpha = (H - h)/l,$$

где H и h — расстояния от керновой метки соответственно задней и передней кромок лопасти до балки градирни; l — ширина лопасти на уровне меток.

Угол можно замерять одним из следующих способов:

путем подвода двух пусковых меток лопасти на одно и то же место под балкой градирни с последующим замером разности расстояний до балки (колебание разности расстояний обеих меток от балки у комплекта лопастей не должно превышать 4 мм);

по угломерному приспособлению.

62.3. Балансировка ротора

Балансировка ротора требует определенных навыков и производится на стенде в заводских условиях. Вентилятор поставляется отбалансированным с ротором. В случае нарушении балансировки, что ведет к повышенной вибрации вентилятора, необходимо произвести повторную балансировку, пользуясь упрощенным приспособлением (рис. 62.2).

Балансировку ротора вентиляторов рекомендуется производить в следующем порядке: 1) собрать ротор; 2) снять крышку втулки ротора; 3) закрепить на ступице балансировочные приспособления; 4) надеть на вал электродвигателя опору балансировочного приспособления; 5) установить ротор на опору; 6) подбором груза и расположением его на ступице добиться равновесия ротора в горизонтальном положении (точность 1—2° по уровню).

Удовлетворительно отбалансированный ротор должен выходить из состояния равновесия под действием груза, приложенного к концу лопасти: 20 г для вентилятора 1ВГ-50 и 30 г для вентилятора 1ВГ-70. По окончании балансировки пробные грузы следует приваривать к ступице.

62.4. Проверка качества монтажа

Для контроля качества монтажа необходимо: осмотреть вентилятор и убедиться в правильности сборки узлов и деталей; проверить правильность радиального зазора между лопастями и горловиной вентилятора; правильность подключения электродвигателя к сети; наличие и качество фиксации всех крепежных деталей; правильность подключения воды к системе охлаждения электродвигателя;

правильность установки углов атаки лопастей; состояние окраски вентилятора.

62.5. Пуск и обкатка

Электродвигатель вентилятора подключается к электросети через пусковое и защитное оборудование. В систему питания электродвигателя каждого вентилятора должен быть обязательно включен амперметр.

Перед пуском электродвигателя следует просушить и испытать изоляцию в соответствии с действующими правилами и инструкциями завода-изготовителя. Затем необходимо проверить ротор вентилятора вручную и убедиться в отсутствии заеданий. Пуск вентилятора производится вручную или автоматически (приборами для регулирования температуры воды). Перед пуском вентилятора нужно убедиться в наличии воды в системе охлаждения электродвигателя и в том, что внутри вентилятора нет людей, посторонних предметов, а также льда (в зимнее время). В целях предотвращения обледенения градирни зимой разрешается включать вентилятор для вращения ротора в обратном направлении на время, необходимое для таяния льда (1,5—2 ч).

Пуск и остановка вентилятора производится в соответствии с инструкцией по эксплуатации электродвигателя. Допускается максимально три пуска электродвигателя, следующих один за другим с промежутками не менее 1 мин в холодном состоянии и только один-два пуска в горячем состоянии. Пусковой цикл (два-три пуска) может быть повторен примерно через 1 ч после остановки электродвигателя. Движение ротора считается правильным, если он вращается против часовой стрелки (смотреть на ротор сверху). Для нормальной работы ротора нужно дать ему набрать полную скорость, после чего замерить установившийся ток, проверить равномерность шума электродвигателя, отсутствие ударов лопастей по листам коллектора и сильных вибраций.

После кратковременной работы вентилятор следует выключить и проверить, нет ли перегрева электродвигателя и других неисправностей. Произвести повторный пуск вентилятора для работы в течение 1 ч, затем остановить его и тщательно проверить все крепежные детали.

Обкатка вентилятора при сдаче в эксплуатацию должна продолжаться 24 ч, в течение которых необходимо произвести не менее пяти пусков и остановок. При отсутствии дефектов монтажа и неисправностей во время обкатки вентилятор может быть пущен в эксплуатацию.

62.6. Гарантийные обязательства завода-изготовителя

Предприятие-изготовитель гарантирует работу вентилятора в течение 10 000 ч со дня ввода его в эксплуатацию при соблюдении условий хранения, транспортирования и эксплуатации по ТУ 26-02-410-72 и инструкции предприятия-изготовителя.

Срок службы до первого капитального ремонта — не менее 20 000 ч. Предприятие-изготовитель обязано провести безвозмездный ремонт или замену изделия и составных частей в течение гарантийного срока при соблюдении потребителем правил эксплуатации изделия. Гарантия сохраняется в течение 24 мес при условии пуска вентилятора не позже чем через 12 мес со дня отгрузки потребителю.

Глава 63. МОНТАЖ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ БАКТЕРИЦИДНЫМИ ЛУЧАМИ ОВ-1П-РКС

Установку можно монтировать:

на напорном трубопроводе (за насосами) с избыточным давлением до 1 МПа, подающем подземную воду из скважины, сборного резервуара или отработанную (хорошо осветленную) воду поверхностных источников водоснабжения после очистных сооружений из резервуара чистой воды перед подачей воды потребителям;

на всасывающем трубопроводе (перед насосами), забирающем подземную воду из сборного резервуара (сборного колодца) или отработанную (осветленную) воду после очистных сооружений из резервуара чистой воды перед подачей воды потребителям;

непосредственно у водопотребителей на напорном трубопроводе с избыточным давлением до 1 МПа, подающем воду, отвечающую по физико-химическим показателям требованиям ГОСТ 2874—82.

Установку можно монтировать только при горизонтальном положении камеры. Допускается уклон камеры в сторону выходного патрубка, не превышающий 10°.

При расходе воды, превышающем расчетную производительность одной установки, монтируют несколько установок параллельно. Возможен также последовательный монтаж двух или нескольких установок попарно, что обеспечивает лучшие условия перемешивания воды во время ее облучения и, следовательно, гарантирует повышение эффекта обеззараживания.

Установка ОВ-1П-РКС поставляется заводом-изготовителем

в собранном виде и состоит из трех частей: камеры, шкафа управления, шкафа питания и сигнализации.

Монтаж установки на водопроводе включает присоединение патрубков установки к трубопроводу и подведение электропроводки для питания установки электроэнергией. Входной патрубок присоединяется к трубопроводу, подающему исходную воду к установке, а выходной патрубок — к трубопроводу, подающему обеззараженную воду в резервуар чистой воды или питающему водой непосредственно потребителей.

Электроэнергия подводится от электрической сети переменного тока напряжением 220 В к шкафу питания и сигнализации. Последний присоединяется к шкафу управления, от которого электроэнергия подводится к клеммам лампы ДРТ-2,5.

Установка размещается в закрытом от атмосферных осадков помещении, в котором температура воздуха должна поддерживаться не ниже 5 °С на высоте, обеспечивающей возможность визуального наблюдения за работой лампы и состоянием кварцевого чехла через верхнее (в исключительных случаях через нижнее) смотровое окно, расположенное на корпусе камеры. Расстояние от торцовых защитных крышек камеры до стенок помещения, где размещается установка, должно быть не менее 1,5 м, что позволяет заменять лампу без демонтажа установки.

Во избежание повреждения кварцевого чехла и лампы при монтаже установки запрещается ударять металлическим предметом (молотком и пр.) по корпусу установки и трубопроводам, соединенным с ней.

Для защиты обслуживающего персонала при повреждении изоляции или пробое на корпусе установки при монтаже необходимо предусмотреть тщательное защитное заземление корпуса установки, шкафов питания и управления.

Устройство заземления должно быть выполнено в соответствии с общим проектом силового электрического оборудования водопроводной станции с учетом того, что рабочее напряжение в цепи лампы (от шкафа управления до лампы) составляет 850 В, а пусковое напряжение — 1500 В.

Для включения установки в работу следует:

медленно открыть задвижку, установленную на трубопроводе, подающем воду для обеззараживания к установке (перед входным патрубком);

медленно открыть верхний спускной кран и выпустить воздух из камеры установки; при поступлении из крана воды немедленно закрыть его;

включить лампу в камере установки, для чего включить автоматический выключатель на питающем щите; при включении автоматического выключателя зажигается сигнальная зеленая лампа на передней стенке шкафа управления, которая горит в течение всего времени работы лампы; в момент зажигания лампы в смотровом окне появляется слабый голубоватый свет, яркость которого постепенно увеличивается по мере разгорания лампы;

полностью открыть задвижку на трубопроводе, подающем воду к установке для обеззараживания;

медленно открыть задвижку на трубопроводе, отводящем обеззараженную воду из установки (за выходным патрубком) до положения, регистрирующего расчетную производительность установки.

В условиях обычной эксплуатации при постоянном заполнении камеры установки водой (при открытой задвижке у входного патрубка) и подключенном питании установки электрической энергией (при включенном рубильнике на питающем щите) для пуска установки в работу следует выключить автоматический выключатель, проверить зажигание лампы в камере и открыть задвижку на трубопроводе, подающем обеззараженную воду к потребителям.

При автоматической работе водопроводной станции система автоматики насоса и задвижек должна срабатывать после включения лампы в камере установки и выключения сигнальной лампы. Импульсом для включения в работу системы автоматики станции может служить прекращение тока в цепи сигнальной лампы.

Глава 64. МОНТАЖ ПРИБОРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДОВ ЖИДКОСТЕЙ

64.1. Монтаж диафрагмы

Для установки бескамерных диафрагм типа ДБ должны применяться фланцы по ГОСТ 12820—80* и ГОСТ 12821—80*, а для установки камерных диафрагм типа ДК — фланцы по ГОСТ 12821—80*.

Не допускается повреждение острой кромки диска, а также отклонение от его расчетного диаметра. Место установки сужающего устройства и способ его хранения должны обеспечить возможность периодического осмотра.

При монтаже необходимо соблюдать следующие требования:

1. Неперпендикулярность входного торца сужающего устройства к его оси не должна превышать 30′.

2. Смещение оси отверстия сужающего устройства относительно оси трубопровода не должно превышать указаниых ниже значений:

диаметр (внутренний) трубопровода D_{20} при 20 °С, мм	200	200—500	500—1000	1000
допустимое смещение оси, мм	0,6	1	2	3

3. Действительный внутренний диаметр трубопровода должен быть равен диаметру D_{20}, принятому для расчета сужающего устройства.

4. Уплотнительные прокладки между сужающим устройством и фланцами не должны выступать во внутреннюю полость трубопровода. На внутренней поверхности участка трубопровода длиной $2D_{20}$ перед сужающим устройством и за ним не должно быть никаких уступов, неровностей от заклепок, сварочных швов и т. п.

5. Не допускается установка сужающего устройства непосредственно у местных сопротивлений (углов поворота, задвижек, вентилей, конических вставок и т. п.).

6. При применении кольцевых камер длина прямого участка трубопровода перед сужающим устройством должна быть не менее $3D_{20}$.

7. При выборе места для диафрагмы необходимо иметь в виду, что проходящий поток должен целиком заполнять сечение трубопровода. Острая кромка диафрагмы должна располагаться со стороны входа потока.

8. Камера диафрагмы со знаком плюс подключается со стороны входа потока в сужающее устройство, а камера со знаком минус — со стороны входа.

9. Связь между сужающим устройством, т. е. диафрагмой и дифманометром, осуществляется двумя соединительными трубками с применением вспомогательных устройств — газосборников отстойных сосудов, продувочных вентилей и др., устанавливаемых на соединительных линиях между диафрагмой и дифманометром (рис. 64.1).

10. Соединительные линии должны быть проложены по кратчайшему расстоянию вертикально или с уклоном к горизонтали не более 1 : 10.

11. Длина линий не должна превышать 15 м. Температура воды, поступающая в дифманометр, не должна отличаться от температуры окружающего воздуха.

12. Внутренний диаметр соединительных линий должен быть не менее 8 мм.

13. Линии следует защищать от действия внешних источников тепла или холода.

14. Для горизонтальных и наклонных трубопроводов соедини-

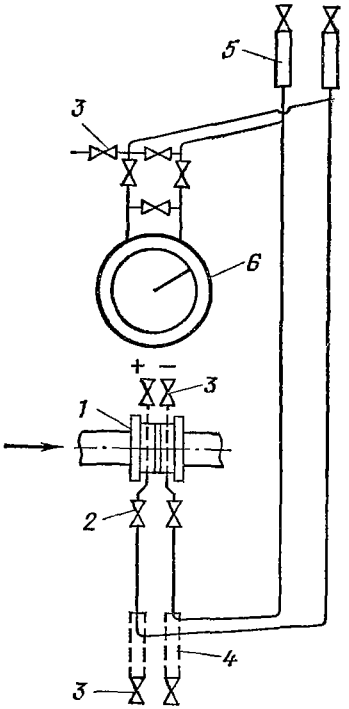


Рис. 64.1. Установка диафрагмы
1 — сужающее устройство; *2* — вентиль; *3* — продувочные вентили; *4* — отстойный сосуд; *5* — газосборник; *6* — дифманометр

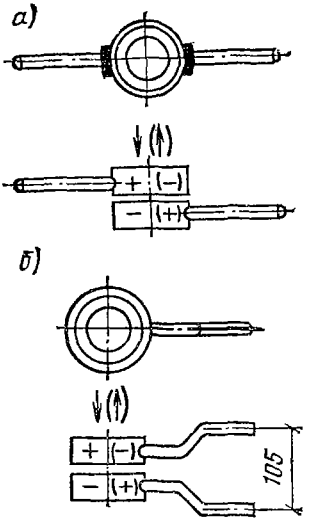


Рис. 64.2. Соединение диафрагм с импульсными трубками для горизонтального трубопровода
а — удаленного от стены; *б* — расположенного около стены

тельные линии подключают к нижней половине сужающего устройства.

15. Перед дифманометром рекомендуется устанавливать отстойные сосуды.

На рис. 64.2 показаны варианты соединения диафрагм с импульсными трубками для горизонтального трубопровода, удаленного от стены и расположенного около стены.

64.2. Требования к установке скоростных водомеров

Благодаря незначительности потерь напора в этих водомерах калибр их подбирается меньшим, чем диаметр водовода, а включе-

ние в трубопроводы крупных диаметров производится путем вставки конических переходных патрубков с обеих сторон.

Для точной работы водомеров направление струй воды при впуске воды на крылья вертушки должно быть строго параллельно оси вертушки. Для этого водомеры обычно снабжают направляющим аппаратом — струевыпрямителем. При отсутствии последнего необходимо иметь прямой участок трубы длиной 10—20 диаметров до водомера и 3—5 диаметров за водомером.

Для водомеров со струевыпрямителями рекомендуется устанавливать прямую трубу длиной 0,5—1 м между переходным патрубком и входным отверстием водомера.

Водомер должен всегда работать полным сечением. Скопление воздуха внутри водомера не допускается.

Водомер может быть установлен как на горизонтальных, так и на вертикальных трубопроводах с движением воды как снизу вверх, так и сверху вниз. Движение воды снизу вверх лучше, так как при этом давление колеса на опору уменьшается и точность показаний увеличивается.

Во избежание повреждения водомера предметами, находящимися в воде, рекомендуется в насосной станции перед водомером устанавливать грязевик с сеткой. Для защиты водомера его необходимо располагать между обратным клапаном и насосом.

Глава 65. ДИКТУЮЩИЕ ОТМЕТКИ НА КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Монтажные организации перед началом монтажа оборудования канализационных очистных сооружений должны убедиться в точном соответствии проекту тех отметок сооружений, неправильное расположение которых может привести к нарушению технологического и гидравлического режима их работы (рис. 65.1 и табл. 65.1)

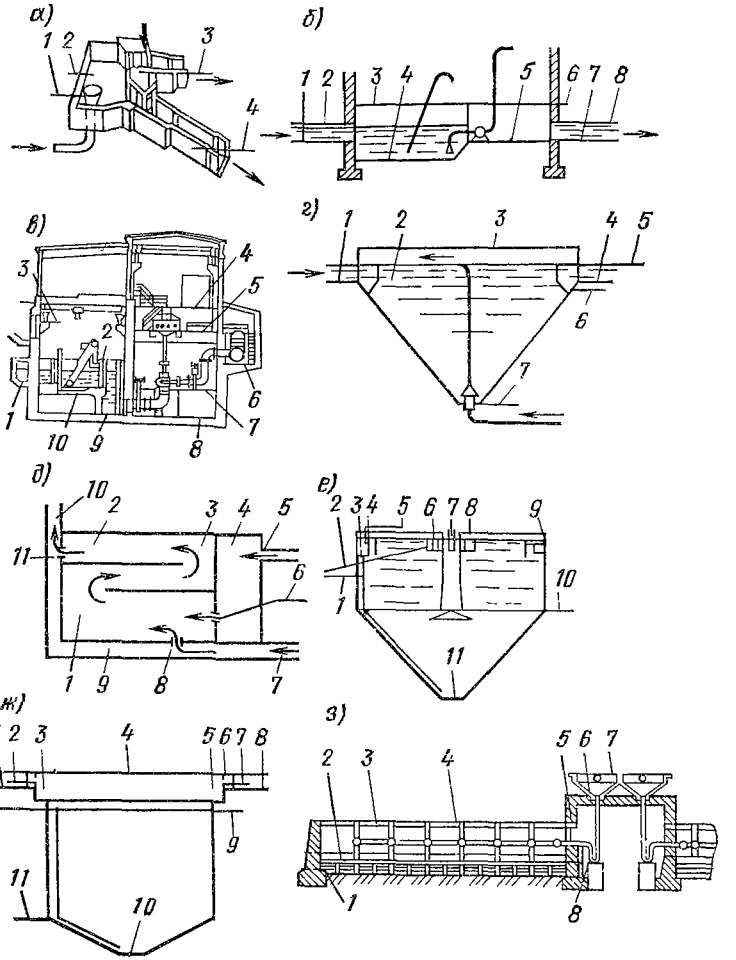


Рис. 65.1. Места расположения диктующих отметок на сооружениях

а — распределительная камера; *б* — решетка; *в* — насосная станция; *г* — песколовка с круговым движением воды; *д* — преаэратор; *е* — вертикальный отстойник; *ж* — двухъярусный отстойник; *з* — биофильтр; *I—II* — диктующие точки для нивелирования

Таблица 65.1. МЕСТА (ОТМЕТКИ), ПОДЛЕЖАЩИЕ КОНТРОЛЬНОЙ НИВЕЛИРОВКЕ

Сооружения	Отметки
Коллектор	Входящих и выходящих лотков в смотровых колодцах и дюкерах
Насосная станция	Днища приемного резервуара, лотков подводящих трубопроводов, пола грабельной, гребней аварийных выпусков, подкрановых путей и полов машинных залов
Колодец — гаснтель напора	Днищ, бортов, а также подводящих и отводящих лотков
Горизонтальная песколовка	Днищ и бортов подводящих и отводящих лотков, широких порогов, устья гидроэлеваторов и гребней водосливов
Песколовка с круговым движением жидкости	Днищ и бортов подводящих и отводящих лотков и дренажных колодцев
Распределительные чашн	Подводящего лотка, дна и борта чаши, лотков канала перед шиберами, днищ и бортов лотков, подающих воду в каждый отстойник после шиберов
Первичные горизонтальные отстойники	Лотков распределнтельной камеры, днищ и бортов подводящнх и отводящих каналов гребней водосливов, уклонов днища, иловых приямков, выходящих иловых труб и верхних кромок стен
Первичные вертикальные отстойникн	Днища подводящих и отводящих лотков, отражательного щита, гребней переливов осветленной жидкости, гребней переливов и лотков жиросборника, жировой отводящей трубы, илопровода, дна илового приямка, переходов из вертикальной стенки в иловую камеру и верхних кромок отстойника
Двухъярусные отстойники	Днища подводящих и отводящих лотков, гребней переливных окон, иловой трубы, дна илового приямка и верхних бортов стен желобов и отстойника
Аэротенки	Входящнх и выходящих гребней окон, уклонов фильтросных каналов, отметкй фильтросных пластин и отводящих лотков
Метантенки	Днища и гребней дозирующих бачков, осей мешалки и насосов, инжектора, верхнего обреза трубы гидроэлеватора, полов перекрытня и верхних люков газового клапана

Глава 66. МОНТАЖ ИЛОСКРЕБА ИПР-40

До начала работ по монтажу нлоскреба необходимо удостовернться в том, что строительная конструкция отстойннка соответствует типовому проекту № 902-2-86 во всех элементах, связанных с установкой илоскреба. В случае отклоненнй от проекта размеров и отметок отстойннка, влияющнх на монтаж илоскреба, ставят в известность заказчика, и до получения от него указанний по устранению дефектов прнступать к монтажу не разрешается.

Рекомендуется следующий порядок монтажа илоскреба: установка и заделка центральной опоры; установка и заделка внешнего рельсового пути; установка звезды; установка моста и крепления на нем приводной тележки; подвеска к звезде скребковых крыльев; нанесение на днище отстойника выравнивающего бетонного слоя; приварка скребков скребкового крыла.

Для правильной и безаварийной работы илоскреба большое значение имеет точность установки центральной опоры и внутреннего рельса. Перед установкой рельса необходимо проверить размеры его конической поверхности и круговой формы. Если отклонения этих размеров превышают допуски, указанные в чертеже, рельс должен быть выправлен.

К основанию рельса прикрепляют анкерные плитки, затем рельс и центральную опору устанавливают на временных подкладках на опорной железобетонной плите в центре отстойника и после их предварительной взаимной центровки гнезда анкерных плиток и шпилек заливают цементным раствором, после затвердения которого производят предварительную затяжку гаек и тщательно выверяют правильность центровки рельса и центральной опоры, горизонтальность верхней кромки рельса и вертикальность оси центральной опоры. Отклонение верхней кромки рельса от горизонтальности не должно превышать 0,5 мм на длине 2 м, что проверяется стальной линейкой, которую надлежит прикладывать не менее чем по 10 небольшим хордам, и уровнем с ценой деления 0,1 мм. Несоосность центральной опоры и рельса не должна превышать 0,5 мм, что проверяется замером по радиусу расстояния между обточенной боковой поверхностью фланца центральной опоры и внутренней поверхностью рельса. Отклонение от вертикали оси центральной опоры не должно быть более 0,5 мм на 1 м.

Сделав выверку рельсов, подливают центральную опору бетоном марки 200. После затвердения бетона производят контрольную выверку и окончательную затяжку гаек крепления центральной опоры, затем центральную часть (до рельса) заливают цементным раствором до верхней кромки рельса для стока попадающей туда влаги.

Для правильной установки внешнего рельсового пути необходимо после сварки кольца из рельсов установить его на борту отстойника на временных подкладках, выверить положение пути по вертикали и по радиусу и приварить арматуру шпал к арматуре борта отстойника. Затем борт отстойника наращивают бетоном марки 200 до подошвы рельса. Шпалы по всей длине должны быть тщательно заделаны в бетон. После затвердения бетона производят окончательную выверку рельсового пути. В случае необходимости

изменения положения рельса по высоте допускается применение стальных подкладок под подошву рельса на шпале.

При установке звезды необходимо отрегулировать роликовые опоры так, чтобы все ролики прилегали к внутреннему рельсу при любом угле поворота звезды и чтобы оси роликов находились в одной плоскости с осью центральной опоры. В случае необходимости положение роликов может быть отрегулировано с помощью прокладок и перемещения балансирной тележки по ее оси.

Для предупреждения касания скребками днища отстойника верхний слой железобетонной плиты днища укладывают по шаблону-доске, укрепленному на вращающейся ферме скребкового крыла, затем приваривают к ферме скребки, выдерживая расстояние от днища до нижней кромки скребка 35 мм ($\pm$10 мм).

При креплении приводной тележки на мосту необходимо удостовериться в том, что ось ведущего катка находится в одной плоскости с осью центральной опоры. Допускаемое отклонение составляет не более 10 мм.

Глава 67. МОНТАЖ ИЛОСОСА ИВР-40

Требования относительно соответствия проекту строительной конструкции отстойника, предъявляемые в предыдущей главе при монтаже илоскреба, справедливы и для илососа.

Илосос необходимо монтировать в следующем порядке: сборка и установка в отстойнике центральной опоры и крепление на ней шпиля; установка и заделка в борт отстойника рельсового пути; установка звезды, вращающейся камеры и илоприемных труб; сварка и установка фермы моста и крепление на ней привода; нанесение на днище отстойника выравнивающего цементного слоя по шаблону, укрепленному на вращающейся ферме илососа; сварка и установка сосунов; сборка и установка направляющего цилиндра.

Особое внимание необходимо обратить на точность установки центральной опоры; ее положение при монтаже следует тщательно выверить, используя для этой цели установочные винты и подкладки. Верхний фланец опоры, к которому крепится шпиль, должен быть выведен на проектную отметку — допускаемое отклонение 5 мм. Ось опоры должна быть вертикальна — допускаемое отклонение не более 0,5 мм на длине 1 м. Ось опоры должна совпадать с геометрической осью отстойника — допускаемое отклонение не более 10 мм.

После выверки опоры к ее выходному отверстию приваривают илоотводящий трубопровод и заделывают основание опоры в днище

отстойника бетоном марки не ниже 200. Затем укрепляют на верхнем фланце опоры шпиль.

Правильная работа илососа зависит от точности монтажа рельсовых путей, поэтому сварное кольцо из рельсов, собранное со шпалами, устанавливают на борту отстойника на временных прокладках, тщательно выверяют его положение по вертикали и центрируют относительно шпиля, после чего приваривают анкеры шпал к кольцевой арматуре борта отстойника и наращивают борт отстойника бетоном марки 200. Шпалы по всей длине должны быть тщательно заделаны в бетон, после твердения которого производится окончательная выверка рельсового пути. Допускаемое отклонение от соосности рельсового пути и шпалы не должно быть более 5 мм.

При установке вращающейся камеры и илоприемных труб следует обратить особое внимание на правильность взаимоположения камеры и центральной опоры, а также обеспечить горизонтальность и радиальное направление осей илоприемных труб. Отклонение осей труб от горизонтальности не должно превышать 1 мм на длине 1 м. Уклон труб допускается только к середине отстойника. Отклонение осей труб от радиального расположения не должно превышать 10 мм в наиболее удаленной от центра точке.

При сварке монтажного разъема фермы моста ей придают строительный подъем, равный примерно 25 мм. При креплении привода к ферме моста обращают особое внимание на то, чтобы ось вращения ведущего катка находилась в одной плоскости с осью центральной опоры. Допускаемое отклонение составляет не более 10 мм. Для выверки положения используют повышенные зазоры в болтовых отверстиях в месте присоединения рамы привода к ферме моста.

Стойки и тяги при установке натягивают натяжными муфтами.

После нанесения на днище отстойника выравнивающего цементного слоя производят приварку сосунов. Резиновый скребок сосуна должен прилегать к днищу отстойника по всей длине при любом угле поворота вращающейся фермы илососа, но при этом недопустимо задевание металлоконструкцией сосуна днища отстойника. Расстояние от нижней металлической кромки сосунов до дна отстойника должно составлять 40 мм ($\pm$10 мм).

Глава 68. МОНТАЖ ОБОРУДОВАНИЯ АЭРОТЕНКОВ

До начала монтажа оборудования аэротенков необходимо выполнить следующие подготовительные работы: устроить временную подъездную дорогу, оборудовать площадки предмонтажного скла-

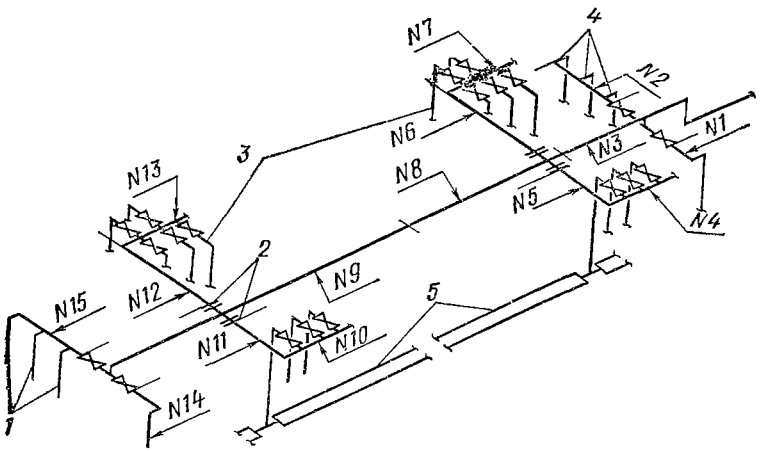


Рис. 68.1. Аксонометрическая схема воздуховодов одной секции трехкоридорного аэротенка-смесителя с разбивкой на монтажные узлы

1 — аэраторы верхнего канала; *2* — диафрагмы; *3* — стояки; *4*—аэраторы нижнего канала; *5* — аэраторы; № 1—15 — узлы

днрования и укрупненной сборки оборудования, устроить съезды в котлован протнв коридоров каждой секции нлн оставнть одни монтажный проем в конце разделнтельных стенок параллельно нижнему каналу ширнной не менее 5 м.

Подача оборудования, монтажных узлов и другнх материалов в зону монтажа производится краном-трубоукладчнком. Монтаж затворов, воздуховодов, трубопроводов системы пеногашення трех- и четырехкоридорных аэротенков-смесителей выполняется краном МКА-10 с длнной стрелы 10 м.

До начала монтажа проверяются отметкн впускных и выпускных водосливов. Эти отметкн должны быть увязаны, согласно проекту, внутрн секцнй н между нними. В первую очередь необходимо проверить равенство отметок каждого ряда гребней водослива для каждой системы подачи и удалення сточной жидкости н актнвного нла. Неравенство отметок гребней водослнвов в ряду может привестн к тому, что нагрузка на активный нл в различных частях зоны перемешивания будет разлнчной, в результате чего может нарушиться технологический принцип работы аэротенков-смеснтелей.

После окончания монтажа железобетонных конструкций стеновых панелей, лотков, разделительных стенок, плит, мостнков н ограждений прнступают к монтажу трубопроводов системы пеногашення и воздуховодов. Для этой цели систему воздуховодов и пено-

гашения разбивают на монтажно-заготовительные узлы, собираемые на монтажной площадке. Пример разбивки системы воздуховодов на монтажные узлы показан на рис. 68.1.

Узел, изготовленный на монтажной площадке и поданный трубоукладчиком в зону монтажа, краном МКА-10 устанавливают на уложенные ранее опоры (неподвижные и скользящие) и сваривают с соседними узлами. Расстроповка узла производится только после того, как он будет закреплен на опорах и соединен с соседним участком.

По окончании монтажа воздуховодов и трубопроводов приступают к монтажу затворов-водосливов и щитовых затворов, предварительно сверив их размеры и уточнив размеры проема для исключения перекосов щита при работе затвора. Затем кран выводят из коридора аэротенка и приступают к монтажу аэраторов из керамических труб или к укладке фильтросных пластин.

Фильтросные пластины укладывают после очистки фильтросного канала от грязи и песка и тщательной промывки водой. Пластины и пористые керамические трубы укладывают вручную. Закончив монтажные работы внутри аэротенка и проверив правильность установки конструкций и трубопроводов, укладывают трубы для опорожнения секции и приступают к отделочным работам, включающим устройство цементной стяжки с железнением. После этого монтажный проем закрывают.

Глава 69. МОНТАЖ ХЛОРАТОРА ЛОНИИ-100-К

Хлоратор монтируется на стене хлораторного помещения на стальных штырях диаметром 13 мм или на металлическом каркасе, сваренном из уголка размером 25×15 мм. На заделанные штыри или на каркас навешивается хлоратор так, чтобы смесительный цилиндр и трубка ротаметра были в строго вертикальном положении.

Для удобства эксплуатации расстояние от стены до задней стенки щитка хлоратора должно быть не менее 40 см. Высота расположения хлоратора от пояса до нижней кромки щитка должна быть 110 см. Внизу под хлоратором на стене укрепляется эжектор с запорным краном, соединенным с водопроводной напорной магистралью стальной оцинкованной трубкой диаметром до 15 мм. Давление в магистрали должно быть не менее 0,3—0,4 МПа.

От подведенной к эжектору водопроводной линии должно быть сделано ответвление к дозировочному бачку из трубок диаметром 15 мм. На противоположный конец эжектора надевается резиновый

или полиэтиленовый шланг (кислото- и щелочеустойчивый), по которому хлорная вода, выходящая из эжектора, отводится в трубопровод или в резервуар с водой, подлежащей хлорированию.

Верхний штуцер эжектора соединяется с помощью гибкого резинового шланга со смесительной камерой. Переливные трубки дозировочного бачка и смесительной камеры необходимо включить в одну общую трубку, по которой вся избыточная вода должна быть отведена в канализацию. Хлор должен подводиться к хлоратору через промежуточный баллон, который исключает возможность попадания в хлоратор жидкого хлора и всевозможных загрязнений, имеющихся в хлоре. Верхний вентиль промежуточного баллона соединяется медной трубкой с запорным краном хлоратора. Баллоны с хлором устанавливают на специальном столе перед промежуточным баллоном и соединяют с последним с помощью медных трубок с накидными гайками. Перед пуском хлоратора в работу необходимо проверить герметичность всех соединений, работу редукционного клапана, ротаметра и эжектора.

Для безопасности герметичность всех хлоропроводящих частей следует проверять сжатым воздухом или углекислым газом, присоединяя баллоны через редуктор к напорному крану хлоратора. Закрыв регулировочный кран, ставят всю систему под давление до 1,6 МПа. Герметичность соединений проверяют мыльным раствором. Проверку работы редуктора на поддержание постоянства рабочего давления редуцированного газа при работе хлоратора производят открыванием регулировочного крана и регулировкой редукционного клапана на снижение давления до 0,02 МПа.

После того как хлоратор проработает некоторое время, изменяют давление газа, поступающего в фильтр. Если давление редуцированного газа по показаниям манометра низкого давления будет постоянным, значит, редукционный клапан работает исправно. В противном случае необходимо устранить неисправности клапана.

Проверяются также работоспособность ротаметра, герметичность и работоспособность дозировочного бачка, смесителя и эжектора.

Хлорный газ можно подавать в аппарат только при работе эжектора и открытом регулировочном кране. После подачи в аппарат хлорного газа необходимо вторично проверить герметичность всех соединений нашатырным спиртом. Если при проверке обнаружится негерметичность соединений, на что укажет белый дым, образующийся от соединения нашатырного спирта с хлором, то подачу хлора в аппарат нужно приостановить и устранить обнаруженные дефекты.

Перед выключением хлоратора необходимо прекратить подачу хлорного газа в аппарат и отсосать эжектором весь газ.

РАЗДЕЛ X
ИСПЫТАНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ, СООРУЖЕНИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ

Глава 70. ИСПЫТАНИЕ НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

70.1. Общие положения

При отсутствии в проекте указаний о способе испытания напорные трубопроводы подлежат испытанию на прочность и герметичность гидравлическим способом.

Испытание напорных трубопроводов всех классов должно осуществляться, как правило, в два этапа:

предварительное испытание на прочность и герметичность, выполняемое после засыпки пазух с подбивкой грунта на половину диаметра и присыпкой труб в соответствии с требованиями СНиП 3.05-04-85, с оставленными открытыми для осмотра стыковыми соединениями; это испытание допускается выполнять без участия представителей заказчика и эксплуатирующей организации с составлением акта, утверждаемого главным инженером строительной организации;

приемочное (окончательное) испытание на прочность и герметичность надлежит выполнять после полной засыпки трубопровода при участии представителей заказчика и эксплуатирующей организации с составлением акта о результатах испытания по форме обязательного приложения 1 к СНиП 3.05.04-85.

Оба этапа испытания должны выполняться до установки гидрантов, вантузов, предохранительных и противовакуумных клапанов, вместо которых на время испытания следует устанавливать фланцевые заглушки. Предварительное испытание трубопроводов, доступных осмотру в рабочем состоянии или подлежащих в процессе строительства немедленной засыпке (производство работ в зимнее время в стесненных условиях), при соответствующем обосновании в проектах допускается не производить.

Трубопроводы подводных переходов подлежат предварительному испытанию дважды: на стапеле или на площадке после сваривания труб, но до нанесения антикоррозионной изоляции на сварные соединения, и вторично — после укладки трубопровода в траншею в проектное положение, но до засыпки грунтом.

Предварительное испытание трубопроводов, прокладываемых на переходах через железные и автомобильные дороги I и II категории, проводится после укладки рабочего трубопровода в кожухе до за-

полнения межтрубного пространства полости кожуха и до засыпки рабочего и приемного котлованов перехода.

Трубопроводы из стальных, чугунных, железобетонных и асбестоцементных труб, независимо от способа испытания, при длине 1 км следует испытывать за одни прием, а при большей длине — участками длиной не более 1 км. Длину испытательных участков стальных трубопроводов при гидравлическом способе испытания разрешается принимать более 1 км.

Внутреннее расчетное давление $p_р$ и испытательное давление $p_и$ для проведения предварительного и приемочного испытаний напор-

Таблица 70.1. ЗНАЧЕНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ

Характеристика трубопроводов	Испытательное давление, МПа
Стальные I класса со стыковыми соединениями на сварке (в том числе подводный) с внутренним расчетным давлением $p_р$, МПа:	
<0,75	1,5
0,75—2,5	Внутреннее расчетное давление с коэффициентом 2, но не более заводского испытательного давления труб
>2,5	То же, с коэффициентом 1,5, но не более заводского испытательного давления труб
Стальные, состоящие из отдельных секций, соединяемые на фланцах, с внутренним расчетным давлением $p_р \leq$ <0,5 МПа	0,6
Стальные 2 и 3-го класса со стыковыми соединениями на сварке с внутренним расчетным давлением $p_р$, МПа:	
<0,75	1
0,75—2,5	Внутреннее расчетное давление с коэффициентом 1,5, но не более заводского испытательного давления труб
>2,5	То же, с коэффициентом 1,25, но не более заводского испытательного давления труб
Стальной самотечный водовод водозабора или канализационный выпуск	Устанавливается проектом
Чугунный со стыковыми соединениями под зачеканку (по ГОСТ 9583—75 для труб всех классов) с внутренним расчетным давлением до 1 МПа	Внутреннее расчетное давление плюс 0,5 МПа, но не менее 1 МПа
Чугунный со стыковыми соединениями на резиновых манжетах	Внутреннее расчетное давление с коэффициентом 1,5, но не менее 1,5 МПа
Железобетонный	То же, с коэффициентом 1,3, но не более заводского испытательного давления на водонепроницаемость
Асбестоцементный	То же, но не более 0,6 заводского испытательного давления на водонепроницаемость
Полиэтиленовый	То же, с коэффициентом 1,5

ного трубопроводов на прочность должно быть определено проектом в соответствии с требованиями СНиП 2.04.02—84 и указано в рабочей документации.

При отсутствии в проекте указаний о гидравлическом испытательном давлении для выполнения предварительного испытания напорных трубопроводов на прочность оно принимается в соответствии с табл. 70.1.

Испытательное давление на герметичность $p_г$ для проведения как предварительного, так и приемочного испытания напорного трубопровода должно быть равно внутреннему расчетному давлению $p_р$ плюс Δp, принимаемая в соответствии с табл. 70.2 в зависимости

Таблица 70.2. ЗНАЧЕНИЕ ΔP ДЛЯ РАЗЛИЧНОГО ВНУТРЕННЕГО РАСЧЕТНОГО ДАВЛЕНИЯ $P_р$

Внутреннее расчетное давление $p_р$, МПа	Верхний предел измерения давления, МПа	Цена деления, МПа	Δp, МПа	Верхний предел измерения давления, МПа	Цена деления, МПа	Δp, МПа	Верхний предел измерения давления, МПа	Цена деления, МПа	Δp, МПа	Верхний предел измерения давления, МПа	Цена деления, МПа	Δp, МПа
	Класс точности технических манометров											
	0,4			0,6			1				1,5	
До 0,4	0,6	0,002	0,02	0,6	0,005	0,03	0,6	0,005	0,05	0,6	0,01	0,07
От 0,41 до 0,75	1,0	0,005	0,04	1,6	0,01	0,07	1,6	0,01	0,10	1,6	0,02	0,14
» 0,76 » 1,2	1,6	0,005	0,05	1,6	0,01	0,09	2,5	0,02	0,14	2,5	0,05	0,25
» 1,21 » 2,0	2,5	0,01	0,1	2,5	0,02	0,14	4	0,05	0,25	4	0,1	0,5
» 2,01 » 2,5	4	0,02	0,14	4	0,05	0,25	4	0,05	0,3	4	0,1	0,5
» 2,51 » 3	4	0,02	0,16	4	0,05	0,25	6	0,05	0,35	6	0,1	0,6
» 3,01 » 4	6	0,02	0,2	6	0,05	0,3	6	0,05	0,45	6	0,1	0,7
» 4,01 » 5	6	0,02	0,24	6	0,05	0,4	10	0,1	0,6	10	0,2	1

от верхнего предела измерения давления, класса точности и цены деления шкалы манометра, выполненной по ГОСТ 24844—81*. При этом $p_г$ не должно превышать приемочное испытательное давление трубопровода на прочность $p_п$.

Если расход подкачиваемой воды (табл. 70.3) превышает допустимый, то трубопровод признается не выдержавшим испытание и должны быть проведены мероприятия по обнаружению и устранению скрытых дефектов трубопровода, после чего выполняется повторное испытание трубопровода.

Таблица 70.3. ДОПУСТИМЫЙ РАСХОД ПОДКАЧИВАЕМОЙ ВОДЫ

D_y, мм	Допустимый расход воды на испытываемый участок длиной 1 км и более, л/мин, для труб			
	стальных	чугунных	асбестоцементных	железобетонных
100	0,28	0,7	1,4	—
125	0,35	0,9	1,56	—
150	0,42	1,05	1,72	—
200	0,56	1,4	1,98	2
250	0,7	1,55	2,22	2,2
300	0,85	1,7	2,42	2,4
350	0,9	1,8	2,62	2,6
400	1	1,95	2,8	2,8
450	1,05	2,1	2,96	3
500	1,1	2,2	3,14	3,2
600	1,2	2,4	—	3,4
700	1,3	2,55	—	3,7
800	1,35	2,7	—	3,9
900	1,45	2,9	—	4,2
1000	1,5	3	—	4,4
1100	1,55	—	—	4,6
1200	1,65	—	—	4,7
1400	1,75	—	—	5
1600	1,85	—	—	5,2
1800	1,95	—	—	6,2
2000	2,1	—	—	6,9

Примечание. Для чугунных трубопроводов со стыковыми соединениями на резиновых уплотнителях допустимый расход подкачиваемой воды следует принимать с коэффициентом 0,7.

70.2. Подготовка к проведению гидравлического испытания на прочность и герметичность

До проведения предварительного и приемочного испытаний трубопроводов должны быть:

закончены все работы по заделке стыковых соединений, устройству упоров, монтажу соединительных частей и арматуры, получены удовлетворительные результаты контроля качества сварки и изоляции стальных трубопроводов;

установлены фланцевые заглушки на отводах взамен гидрантов, вантузов, предохранительных и противовакуумных клапанов и в местах присоединения к эксплуатируемым трубопроводам;

на всех воздушных выпусках, кранах и задвижках установлены, закреплены и выведены из колодцев шланги для удаления воздуха при наполнении трубопроводов;

рассчитаны продолжительность наполнения трубопровода, последовательность и время закрытия отдельных воздушных выпусков по длине трубопровода;

подготовлены средства наполнения, опрессовки и опорожнения

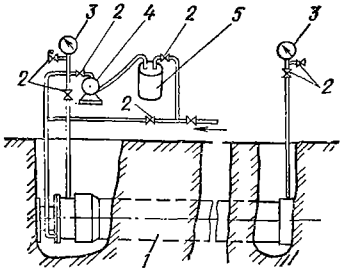


Рис. 70.1. Установка для гидравлического испытания напорных трубопроводов на прочность и герметичность

1 — испытываемый трубопровод; *2* — вентили; *3* — манометры; *4* — насос; *5* — водомерный бачок

испытываемого участка, смонтированы временные коммуникации и установлены приборы и краны, необходимые для проведения испытания;

заполнены водой испытываемые участки трубопроводов и удален из них воздух.

Заполнение трубопровода водой должно производиться, как правило, с интенсивностью не более:

4—5 м³/ч (66—83 л/мин) — для трубопроводов диаметром до 400 мм;

6—10 м³/ч (100—166 л/мин) — для трубопроводов диаметром от 400 до 600 мм;

10—15 м³/ч (166—250 л/мин) — для трубопроводов диаметром 700—1000 мм;

15—20 м³/ч (250—333 л/мин) — для трубопроводов диаметром более 1000 мм.

Приемочное испытание напорного трубопровода допускается начинать после засыпки его грунтом в соответствии с требованиями СНиП 3.05.04—85, заполнении водой с целью водонасыщения и выдержке в заполненном водой состоянии для железобетонных труб не менее 72 ч (в том числе 12 ч под внутренним расчетным давлением), для асбестоцементных не менее 24 ч (в том числе 12 ч под внутренним расчетным давлением) и для чугунных не менее 24 ч. Для стальных трубопроводов выдержка с целью водонасыщения не производится. Если трубопровод был заполнен водой до засыпки грунтом, то указанная продолжительность водонасыщения устанавливается с момента засыпки трубопровода.

Схема опрессовочной установки для испытания трубопровода на прочность и герметичность приведена на рис. 70.1.

70.3. Проведение гидравлического испытания на прочность и герметичность

Предварительное и приемочное испытания трубопровода на прочность и герметичность проводятся в следующем порядке.

При проведении испытания на прочность:

повышают давление в трубопроводе до испытательного $p_и$ и подкачиванием воды поддерживают его в течение не менее 10 мин, не допуская снижения давления более чем на 0,1 МПа;

снижают испытательное давление до величины, равной внутреннему расчетному давлению в трубопроводе $p_р$ и, поддерживая его подкачиванием воды, производят осмотр трубопровода с целью выявления дефектов;

в случае выявления дефектов устраняют их и производят повторное испытание трубопровода.

После окончания испытания трубопровода на прочность приступают к испытанию его на герметичность:

давление в трубопроводе повышают до величины испытательного давления на герметичность $p_г$;

фиксируют время начала испытания $T_н$ и замеряют начальный уровень воды в мерном бачке $h_н$;

наблюдают за падением давления в трубопроводе, при этом могут быть три варианта падения давления:

1) если в течение 10 мин давление снизится не менее чем на два деления шкалы манометра, но не ниже величины внутреннего расчетного давления $p_р$, то на этом 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 давления $p_р$ следует продолжать до тех пор, пока давление упадет не менее чем на два деления шкалы манометра; продолжительность наблюдения не должна быть более 3 ч для железобетонных трубопроводов и 1 ч для чугунных, асбестоцементных и стальных трубопроводов; если по истечении этого времени давление в трубопроводе не снизится до внутреннего расчетного давления $p_р$, следует сбросить воду из трубопровода в мерный бачок, замерить объем сброшенной воды с помощью счетчика холодной воды (водомера) или другим способом;

3) если в течение 10 мин давление упадет ниже внутреннего расчетного давления $p_р$, то дальнейшее испытание трубопровода следует прекратить и принять меры по обнаружению и устранению скрытых дефектов трубопровода путем выдерживания его под внут-

ренним расчетным давлением $p_р$ до тех пор, пока при тщательном осмотре не будут выявлены дефекты, вызвавшие недопустимое падение давления в трубопроводе.

После окончания наблюдения за падением давления по первому варианту и завершения замеряемого сброса воды по второму варианту выполняют следующее:

подкачкой воды из мерного бачка давление в трубопроводе повышают до величины, равной испытательному давлению на герметичность $p_г$, фиксируют время окончания испытания на герметичность $T_к$ и замеряют конечный уровень воды в мерном бачке $h_к$;

определяют продолжительность испытания трубопровода $T_к - T_н$, мин, объем подкачанной в трубопровод воды из мерного бачка Q (для первого варианта), разность между объемами подкачанной в трубопровод и сброшенной из него воды или объем дополнительно подкачанной в трубопровод воды Q (для второго варианта) и рассчитывают фактический расход дополнительно подкачанной воды $q_п$, л/мин, по формуле $q_п = Q/(T_к - T_н)$.

Напорный трубопровод признается выдержавшим предварительное и приемочное гидравлическое испытание на герметичность, если расход подкачиваемой воды не превышает допустимого расхода на испытываемый участок длиной 1 км и более, установленного СНиП 3.05.04-85 (см. табл. 70.3). При длине испытываемого трубопровода менее 1 км приведенные в табл. 70.3 допустимые расходы подкачиваемой воды следует умножать на его длину, выраженную в км; при длине более 1 км допустимый расход подкачиваемой воды следует принимать таким, как для 1 км.

Подкачивание в трубопровод дополнительных объемов воды при испытании на герметичность требуется: для замещения воздуха, вышедшего через непроницаемые для воды неплотности в соединениях; заполнения дополнительных объемов трубопровода, образовавшихся при незначительных угловых деформациях труб в стыковых соединениях, подвижках резиновых уплотнителей в этих соединениях и смещениях торцовых заглушек; дополнительного замачивания под испытательным давлением стенок асбестоцементных и железобетонных труб; восполнения возможных скрытых просачиваний воды в местах, недоступных для осмотра.

Проведение приемочного испытания напорного трубопровода на прочность и герметичность оформляется актом (форма 1).

Форма 1

Акт

о проведении приемочного гидравлического испытания напорного трубопровода на прочность и герметичность

Город _____ «____» _____ 19___ г.

Комиссия в составе представителей: строительно-монтажной организации

_____,
(наименование организации, должность, фамилия, и. о.)

технического надзора заказчика _____,
(наименование организации,

_____, эксплуатационной организации
должность, фамилия, и. о.)

_____
(наименование организации, должность, фамилия, и. о.)

составила настоящий акт о проведении приемочного гидравлического испытания участка трубопровода _____

_____
(наименование объекта, номера пикетов на его границах, диаметр и длина)

Указанные в рабочей документации величины расчетного внутреннего давления испытываемого трубопровода $p_р$ =___ МПа и испытательного давления $p_и$ =___ МПа.

Измерение давления при испытании производилось техническим манометром класса точности_____ с верхним пределом измерений_____ _____ МПа.

Цена деления шкалы манометра _____ МПа.

Манометр был расположен выше оси трубопровода на Z= _____ м.

При указанных выше величинах внутреннего расчетного и испытательного давления испытываемого трубопровода показания манометра $p_{р.м}$ и $p_{и.м}$ должны быть соответственно: $p_{р.м} = p_р - Z/10 =$ _____ МПа; $p_{и.м} = p_и - Z/10 =$ =_____ МПа.

Допустимый расход подкачанной воды: равен _____ л/мин, или в перерасчете на длину испытываемого трубопровода _____ л/мин.

Проведение испытания и его результаты

Для испытания на прочность давление в трубопроводе было повышено до $p_{и.м}$ =_____ МПа и поддерживалось в течение _____ мин, при этом не допускалось его снижение более чем на 0,1 МПа.

После этого давление было снижено до величины внутреннего расчетного манометрического давления $p_{р.м}$ =_____ МПа и произведен осмотр узлов трубопровода в колодцах (камерах); при этом утечек и разрывов не обнаружено и трубопровод был допущен для проведения дальнейшего испытания на герметичность.

Для испытания на герметичность давление в трубопроводе было повышено до величины испытательного давления на герметичность $p_г = p_{р.м} + \Delta p$ = ___ МПа, отмечены время начала испытания $T_н$ =___ ч_____ мин и начальный уровень воды в мерном бачке $h_н$ =_____ мм.

Испытание трубопровода производилось в следующем порядке:

(последовательность проведения испытания и наблюдения за падением давления; указать производился ли выпуск воды из трубопровода, другие особенности методики испытания).

За время испытания трубопровода на герметичность давление в нем по показанию манометра было снижено до ____ МПа, отмечены время окончания испытания $T_к$=____ч____ мин и конечный уровень воды в мерном бачке $h_к$=____мм.

Объем воды, потребовавшийся для восстановления давления до испытательного, определенный по уровням воды в мерном бачке, Q=____ л.

Продолжительность испытания трубопровода на герметичность $T=T_к-T_п$=____мин. Расход воды, подкачанной в трубопровод в период испытания, $q_п=Q/T$=____ л/мин, что меньше допустимого расхода.

Решение комиссии

Трубопровод признается выдержавшим испытание на прочность и герметичность.

Представитель строительно-монтажной организации _____ *(подпись)*

Представитель технического надзора _____ *(подпись)*

Представитель эксплуатационной организации _____ *(подпись)*

70.4. Пневматическое испытание

Пневматическое испытание трубопроводов может проводиться по усмотрению строительной организации в случае возникновения трудностей при выполнении гидравлического испытания (отсутствие воды в районе строительства, зимнее время и др.).

При пневматическом испытании трубопроводов испытательное давление должно устанавливаться в проекте и указываться в рабочей документации. При отсутствии в рабочей документации значения испытательного давления его следует принимать:

для стальных трубопроводов с расчетным внутренним давлением $p_р$ 0,5 МПа включительно, равным 0,6 МПа как для предварительного, так и для приемочного испытания;

для стальных трубопроводов с расчетным внутренним давлением $p_р$ от 0,5 до 1,6 МПа включительно, равным 1,15 $p_р$ как для предварительного, так и для приемочного испытаний;

для чугунных, железобетонных (со стальным сердечником и виброгидропрессованных) и асбестоцементных трубопроводов, независимо от значения расчетного внутреннего давления, равным 0,15 МПа для предварительного и 0,6 МПа для приемочного испытания.

При проведении предварительного и приемочного испытаний на прочность трубопровод следует выдерживать под испытательным давлением в течение 30 мин. Для поддержания испытательного давления надлежит подкачивать воздух.

Дефекты, выявленные и отмеченные при осмотре трубопровода, следует устранять после снижения избыточного давления в трубопроводе до нуля (до атмосферного давления). После устранения дефектов должно быть произведено повторное испытание трубопровода.

Трубопровод признается выдержавшим предварительное и приемочное пневматические испытания на прочность, если при тщательном его осмотре не будет обнаружено нарушений целостности трубопровода, дефектов в стыковых и в сварных соединениях.

Оценка герметичности трубопроводов из разных материалов при проведении приемочного испытания производится при давлении 0,03 МПа. Падение давления наблюдается по показанию жидкостного манометра, подключаемого для этого параллельно пружинному техническому манометру (рис. 70.2).

При определении падения давления за период испытания должно быть учтено изменение барометрического давления, определяемое по барометру-анероиду или по данным местной метеорологической станции.

Истинную величину падения давления в трубопроводе p при проведении испытания трубопровода на герметичность следует определять по формуле

$$p = \gamma (p_н - p_к) + 13{,}6 \left(p_н^б - p_к^б\right),$$

где $p_п$ — начальное испытательное давление на герметичность, Па; $p_к$ — конечное испытательное давление, Па, определяемое по истечении времени испытания, указанного в табл. 70.4; $p_н^б$ и $p_к^б$ — начальное и конечное барометрическое давление, Па; γ — удельный вес рабочей жидкости в жидкостном манометре ($\gamma = 1$ Н/м³ при использовании в качестве рабочей жидкости воды и $\gamma = 0{,}87$ Н/м³ при использовании керосина).

Продолжительность приемочного испытания трубопроводов на герметичность указана в табл. 70.4.

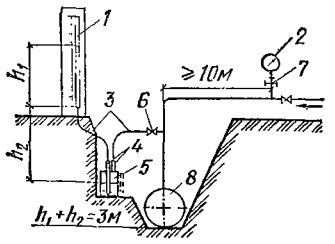


Рис. 70.2. Присоединение пружинного и жидкостного манометра к трубопроводу, испытываемому пневматическим способом

1 — жидкостный манометр; *2*—пружинный манометр; *3* — шланги резиновые диаметром *7*—13 мм; *4* — штуцера диаметром 8—14 мм; *5* — бачок жидкостного манометра; *6* — вентиль; *7* — трехходовой кран; *8*— испытываемый трубопровод

Таблица 70.4. ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ИСПЫТАНИЯ И ПРЕДЕЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПАДЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ, Па

Внутренний диаметр труб, мм	Трубопровод					
	стальной		чугунный		асбестоцементный и железобетонный	
	продолжительность испытания, ч—мин	p, Па	продолжительность испытания, ч—мин	p, Па	продолжительность испытания, ч—мин	p, Па
100	0—30	539	0—15	637	0—15	1270
125		441		539		1080
150	1—00	735	0—30	490	0—30	980
200		539		630		1270
250		441		490		980
300	2—00	735	1—00	686	1—00	1370
350		539		539		1080
400		441		490	2—00	980
450	4—00	784	2—00	784	3—00	1570
500		735		686		1370
600		490		539		1080
700	6—00	588	3—00	630	5—00	1270
800		490		441		882
900		392	4—00	539	6—00	1080
1000	12—00	686	—	490	—	980
1200		490		—		—
1400		441		—		—

Трубопровод признается выдержавшим пневматическое окончательное испытание, если не будет нарушена его целостность и падение давления p, определенное по приведенной выше формуле, не будет превышать значений, указанных в табл. 70.4. При этом допускается образование пузырьков воздуха на наружной смоченной поверхности железобетонных виброгидропрессованных труб.

Если истинное значение падения давления в трубопроводе превышает допустимое, то трубопровод признается не выдержавшим пневматическое испытание и должны быть приняты меры по обнаружению и устранению скрытых дефектов трубопровода. Затем следует выполнить повторное пневматическое испытание трубопровода.

В тех случаях, когда проведение предварительного испытания гидравлическим способом затруднено, а при проведении приемочного испытания пневматическим способом не может быть обеспечена надлежащая оценка качества трубопровода, по согласованию с проектной организацией допускается проведение испытаний трубопроводов смешанным способом: предварительное — пневматическим и окончательное — гидравлическим способами.

Проведение пневматического испытания напорного трубопровода на прочность и герметичность оформляется актом (форма 2).

Форма 2

Акт

о проведении пневматического испытания напорного трубопровода на прочность и герметичность

Город _____ «___» _____ 19____ г.

Комиссия в составе представителей: строительно-монтажной организации

_____
(наименование организации, должность, фамилия, и. о.)

технического надзора заказчика _____,
(наименование организации,

_____
должность, фамилия, и. о.)

эксплуатационной организации _____
(наименование организаций,

_____
должность, фамилия, и. о.)

составила настоящий акт о проведении пневматического испытания на прочность и герметичность участка напорного трубопровода _____

_____
(наименование объекта и номера пикетов на его границах)

Длина трубопровода____ м, материал труб____ , диаметр труб____мм, материал стыков_____

Внутреннее расчетное давление в трубопроводе $p_р$=____МПа,

Продолжение

Для испытания на прочность давление в трубопроводе было повышено до ___МПа и поддерживалось в течение 30 мин. Нарушений целостности трубопровода не обнаружено. После этого давление в трубопроводе было снижено до 0,05 МПа и выдержано в течение 24 ч.

После окончания выдержки трубопровода в нем было установлено начальное испытательное давление $p_{н}$=0,03 МПа. Этому давлению соответствует показание подключенного жидкостного манометра $p_{н}$=___ МПа.

Время начала испытания ___ч___мин, начальное барометрическое давление $p_{н}^{б}$=___МПа. Под этим давлением трубопровод был испытан в течение ___ч. По истечении этого времени было замерено конечное испытательное давление в трубопроводе $p_{к}$=___МПа. Конечное барометрическое давление $p_{к}^{б}$=___МПа. Фактическая величина снижения давления в трубопроводе $p=\gamma(p_{н}-p_{к})+13{,}6(p_{н}^{б}-p_{к}^{б})$=___МПа, что менее допустимого табл. 70.4 падения давления.

Решение комиссии

Трубопровод признается выдержавшим испытание на прочность и герметичность.

Представитель строительно-монтажной организации _____
(подпись)

Представитель технического надзора заказчика _____
(подпись)

Представитель эксплуатационной организации _____
(подпись)

Для проведения испытаний рекомендуется пользоваться передвижными компрессорными установками. В табл. 70.5 приведены

Таблица 70.5. ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ

Внутренний диаметр трубопровода, мм	Продолжительность повышения давления, ч—мин, при давлении, МПа		Внутренний диаметр трубопровода, мм	Продолжительность повышения давления, ч—мин, при давлении, МПа	
	до 0,15	до 0,6		до 0,15	до 0,6
100	0—20	1—00	600	11—45	33—00
125	0—30	1—30	700	16—00	45—00
150	0—45	2—15	750	18—30	52—00
200	1—20	3—45	800	21—00	59—00
250	2—20	5—40	900	26—30	75—00
300	3—00	8—25	1000	33—00	93—00
350	4—00	11—15	1100	40—00	112—00
400	5—15	15—30	1200	47—00	132—00
450	6—30	18—00	1400	64—00	180—00
500	8—15	23—00			

данные о продолжительности повышения давления до 0,15 и 0,6 МПа в трубопроводах различных диаметров при длине испытываемого участка 1 км и производительности компрессоров 1 м³/мин. Для определения в каждом конкретном случае продолжительности повышения давления следует пользоваться формулой

$$t = t_0 L/Q,$$

где t_0 — продолжительность повышения давления при производительности компрессора 1 м³/мин; L — длина испытываемого участка, км; Q — производительность компрессора (или группы компрессоров), которым производится подача воздуха в испытываемый трубопровод, м³/мин.

При испытательных давлениях более 0,1 МПа следует пользоваться аттестованными в установленном порядке пружинными техническими манометрами по ГОСТ 8625—77*Е класса точности не ниже 1,5 (преимущественно класса точности 0,6 и 1).

При измерении перепада давления следует пользоваться однотрубным жидкостным манометром, рабочей жидкостью в котором может быть вода при плюсовых температурах наружного воздуха и керосин при отрицательных температурах.

К однотрубному жидкостному манометру предъявляются следующие требования:

открытая стеклянная трубка манометра должна быть длиной не менее 1 м и наружным диаметром 8—14 мм;

шкала, по которой производится отсчет падения давления, должна иметь миллиметровые деления;

шланг, соединяющий воздухожидкостный бачок со стеклянной трубкой, должен иметь длину не более 4 м и внутренний диаметр 7—13 мм (на 1 мм меньше наружного диаметра стеклянной трубки);

внутренний диаметр бачка должен быть не менее 100 мм, объем — не менее 2 л;

при высоте бачка более 300 мм на нем устанавливается водомерное стекло и отсчет h_2 ведется от уровня жидкости в бачке;

при высоте бачка менее 300 мм водомерное стекло может не устанавливаться и отсчет h_2 ведется от середины высоты бачка;

шланг, соединяющий бачок со стеклянной трубкой, должен быть проложен с подъемом по всей длине, чтобы не допустить образования в нем воздушных пробок.

Для испытания трубопроводов рекомендуется пользоваться инвентарными торцовыми заглушками, одна из которых служит для присоединения к компрессору и подключения однотрубного жидкостного манометра, другая — для подключения пружинного манометра.

В качестве специальных приборов (галоидных течеискателей) могут быть использованы течеискатели ГТИ-2Т6, ГТИ-3, ГТИ-5 и др.

Подготовка к испытанию

До проведения пневматических испытаний (предварительного и приемочного) на испытываемом участке трубопровода должны быть:

закончены все работы по заделке стыковых соединений, устройству упоров, монтажу соединительных частей и арматуры; получены удовлетворительные результаты контроля качества сварки и изоляции стальных трубопроводов;

установлены стальные фланцевые заглушки вместо гидрантов, вантузов, предохранительных и противовакуумных клапанов по концам испытываемых участков и в местах присоединения к эксплуатируемым трубопроводам;

открыты все задвижки, установленные на его линейной части;

установлены временные упоры в местах стыковых соединений, где при испытании трубы могут получить продольные смещения;

подготовлены средства для наполнения трубопровода воздухом, смонтированы временные коммуникации; установлены приборы и краны, необходимые для проведения испытания; проверена правильность подключения к трубопроводу компрессора;

осушены и провентилированы колодцы, в которые будет опускаться технический персонал для осмотра установленных в них узлов трубопровода;

ответственным исполнителем получен наряд-допуск на производство работ повышенной опасности в порядке и по форме, установленной требованиями СНиП III-4-80;

проверена по записям в рабочем журнале достаточность фактического времени выдержки трубопровода для выравнивания температуры воздуха в трубопроводе с температурой грунта;

организованы дежурства на границах участка охранной зоны.

Линия, подводящая воздух от передвижного компрессора или от магистрали сжатого воздуха, должна иметь: не менее двух запорных устройств: влагомаслоотделитель, снабженный вентилем для выпуска влаги (конденсата) и масла и предохранительным клапаном (если он отсутствует в передвижной компрессорной установке); манометр с переходным краном и патрубком для присоединения контрольного манометра.

Во избежание влияния вибрации при работе компрессора на по-

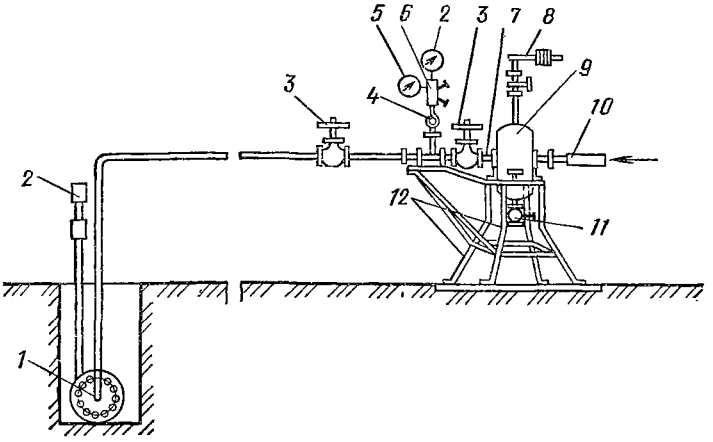


Рис. 70.3. Присоединение компрессора к испытываемому трубопроводу
1 — заглушка; *2* — манометры; *3* — вентиль запорный; *4* — компенсационный патрубок; *5* — контрольный манометр; *6* — трехходовой кран; *7* — патрубок; *8* — предохранительный клапан; *9* — водомаслоотделитель; *10* — гибкий шланг; *11* — продувка влагомаслоотделителя; *12* — подставки

казания пружинных технических манометров присоединение их к испытательному участку трубопровода следует производить через компенсационный патрубок (рис. 70.3).

Способы выявления дефектов

Неплотности и другие дефекты на испытываемом участке трубопровода можно выявить следующими способами:

по звуку просачивающегося воздуха;

по пузырям, образующимся в местах утечки воздуха из трубопровода при покрытии стыковых соединений и других мест мыльной эмульсией;

по запаху одорированного воздуха, вытекающего через неплотности на испытываемом участке трубопровода;

по показаниям галоидных течеискателей при применении галоидных добавок к воздуху, вводимому в испытываемый трубопровод.

При приготовлении мыльной эмульсии для обмазки стыков и возможных мест неплотностей в воде растворяют мыло (порошок) из расчета 35 г мыльного порошка на 1 л воды. Для предупреждения быстрого высыхания мыльной эмульсии в нее добавляют несколько капель глицерина. При отрицательных температурах воз-

духа в мыльную эмульсию для предотвращения ее замерзания следует добавлять глицерин (или этиловый спирт) в большем количестве. Рекомендуемый состав эмульсии, г, предупреждающий ее замерзание при температуре воздуха до —25 °С, следующий:

1-й состав:	
глицерин технический	450
вода	520
мыльный порошок	40
2-й состав:	
этиловый спирт	560
вода	470
мыльный порошок	40

При определении мест неплотностей на испытываемом участке трубопровода с помощью одорированного воздуха в качестве одоранта можно применять аммиак, этилмеркаптан, пенталарам и другие газы с резким запахом. Эти одоранты добавляются к воздуху, засасываемому компрессором и подаваемому в трубопровод через сосуд Вульфа.

Аммиак (25 %-ный раствор крепкого нашатырного спирта) должен вводиться в трубопровод в начале испытания при давлении воздуха около 0,03 МПа. Испытываемый участок осматривают и к местам, где возможны утечки (стыковые соединения, присоединения арматуры и т. п.), подносят шнур или тампон, пропитанный соляной кислотой, или стеклянную палочку, смоченную этой кислотой. Над дефектным местом должно появиться облачко белого цвета. Для обнаружения дефектных мест можно использовать также бесцветный раствор фенолфталеина, смачивая им стыковые соединения и другие места возможных утечек. Раствор фенолфталеина при взаимодействии с аммиаком становится ярко-малиновым.

При определении мест утечки воздуха с помощью галоидных течеискателей в качестве галоидов могут быть использованы четыреххлористый углерод, хлорофоны, иодифорин, фреон и др.

Места дефектов, выявленных на испытываемом участке трубопровода, отмечаются мелом или краской, а сведения о характере дефекта и его местоположении заносятся в дефектную ведомость испытаний.

Испытание стальных трубопроводов

До начала испытания трубопровода следует произвести выравнивание температуры воздуха в нем и температуры грунта. Минимальное время выдержки в зависимости от диаметра трубопровода должно быть, ч:

при	$D_у$<300 мм	2
»	$D_у$=300÷500 мм	4
»	$D_у$=500÷900 мм	8
»	$D_у$=900÷1200 мм	16
»	$D_у$=1200÷1400 мм	24
»	$D_у$>1400 мм	32

Приемочное (окончательное) испытание трубопроводов производится в следующем порядке:

давление в трубопроводе повышают до испытательного давления на прочность и выдерживают в течение 30 мин;

если при наблюдении по манометру нарушения целостности трубопровода под испытательным давлением не произойдет, то давление в трубопроводе снижают до 0,05 МПа и выдерживают в течение 24 ч;

затем устанавливают давление, равное 0,03 МПа, являющееся начальным испытательным давлением трубопровода на герметичность $p_н$;

производят параллельное подключение жидкостного однотрубного манометра по схеме, приведенной на рис. 70.2, и устанавливают по нему давление, равное 28,4 кПа при заполнении жидкостного манометра водой и 33,7 кПа при заполнении керосином;

отмечают время начала испытания и барометрическое давление $p_н^б$;

трубопровод испытывают под этим давлением в течение времени, указанного в табл. 70.4;

после истечения времени испытания измеряют конечное давление в трубопроводе $p_к$ и конечное барометрическое давление $p_к^б$;

определяют истинное значение падения давления p по формуле, приведенной на стр. 589).

Испытание чугунных, железобетонных и асбестоцементных трубопроводов

Минимальное время выдержки трубопровода (до начала испытаний) для выравнивания температуры воздуха в трубопроводе и температуры грунта должно быть, ч:

при	$D_у$<300 мм	6
»	$D_у$=300÷500 мм	12
»	$D_у$=500÷900 мм	24
»	$D_у$=900÷1200 мм	48
»	$D_у$=1200÷1600 мм	72

Осмотр трубопроводов следует производить при снижении давления до 0,1 МПа, а устранение дефектов — при снижении давления до атмосферного.

Давление в трубопроводах следует повышать постепенно, ступенями по 0,2 МПа от испытательного давления с выдержкой на каждой ступени не менее 5 мин.

Приемочное испытание трубопроводов следует производить в последовательности, установленной для стальных трубопроводов.

Продолжительность испытания и допустимое значение падения давления за период испытаний должны соответствовать величинам, указанным в табл. 70.4.

70.5. Упоры для испытания напорных трубопроводов

Упоры при испытании напорных трубопроводов устраивают из чугунных, железобетонных, асбестоцементных и полиэтиленовых труб. Для этого применяют патрубки с заглушенными концами: со стороны раструбного конца «фланец — гладкий конец», со стороны гладкого конца «фланец — раструб». Патрубки, соединенные с трубой, распирают в упор (при испытании полиэтиленовых труб на концах испытываемых участков устанавливают заглушки, прикрепленные болтами к фланцам на трубах). Упоры должны быть жесткой конструкции, не допускающей отхода заглушенного патрубка от стыка.

Тип и конструкция упоров зависят от диаметра трубопровода и испытательного давления. Для железобетонных трубопроводов диаметром 1000 мм при испытательном давлении 1,5 МПа усилие на заглушку будет составлять около 1200 кН, что требует создания мощного упора. Для чугунных трубопроводов диаметром 300 мм при испытательном давлении 3 МПа на упор будет действовать усилие около 220 кН, которое может быть воспринято более легким упором. Поэтому конструкцию упора надо определять в каждом конкретном случае и проверять его элементы расчетом.

По конструкции упоры могут быть трех типов: свайные; упоры в грунт, срезанный вертикально; упоры в торец ранее уложенного трубопровода.

В зависимости от диаметра трубопровода и испытательного давления свайный упор может состоять из двух-трех рядов свай, забитых на глубину 2—4 м. Расстояние между рядами принимается также 2—4 м. Сваи соединяют в единую опорную систему с помощью схваток, распоров и подкосов (рис. 70.4).

Устройство свайного упора — работа сложная, дорогостоящая

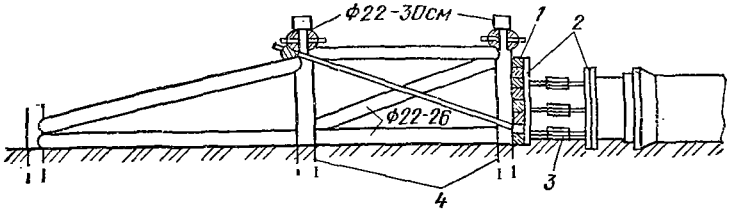


Рис. 70.4. Свайный упор
1 — шпалы площадью сечения 20×15 см; *2* — швеллер № 22; *3* — винтовые распорки; *4* — свая

и требующая особо тщательного выполнения всех соединений, особенно врубок. Для труб больших диаметров, когда усилие на упор превышает 1000—1200 кН, упоры этого типа применять не следует. Для труб малых диаметров (до 300 мм) при давлении до 1—1,5 МПа можно применять свайный упор упрощенной конструкции, выполненный из бревна диаметром 18—20 см длиной 1,5 м, опирающегося в две-три забитые сваи через пару клиньев и подкладку. Вместо бревна и клиньев целесообразнее применять винтовые распорки или домкраты, так как с их помощью можно быстро ликвидировать подвижку упора.

Упор в грунт, срезанный вертикально, т. е. в ненарушенный грунт, устраивают через один-два ряда брусьев. Второй ряд брусьев допускается упирать в сплошное дощатое крепление. Упоры такого типа допустимо применять в плотных устойчивых грунтах (глинах, суглинках). На 1 м² опорной грунтовой стенки можно допускать усилие не более 100—150 кН; в скальных грунтах усилие практически можно не ограничивать.

На рис. 70.5 показана конструкция упора в ненарушенный плотный грунт, срезанный вертикально, для труб больших диаметров при усилии на упор не более 500—600 кН. Вертикальная стенка состоит из горизонтальных брусьев сечением 20×15 см, скрепленных на болтах с пятью вертикальными брусьями того же сечения. Давление от испытываемого трубопровода передается на щит через распределительные брусья, окантованные швеллером № 22, и винтовые распорки или домкраты, число которых определяют в зависимости от их грузоподъемности.

Конструкция упора в торец ранее уложенного трубопровода показана на рис. 70.6. Чтобы можно было использовать соседний участок уложенного трубопровода в качестве упора, трубопровод дол-

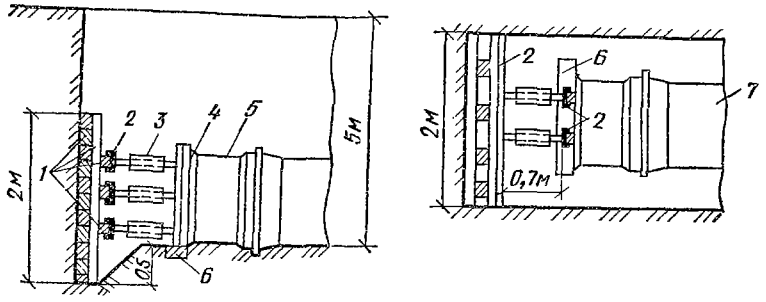


Рис. 70.5. Упор в ненарушенный грунт

1 — брус площадью сечения 20×15 см; *2* — швеллер № 22; *3* — винтовые распорки; *4* — заглушки; *5* — патрубок; *6* — подкладки; *7* — испытываемый трубопровод

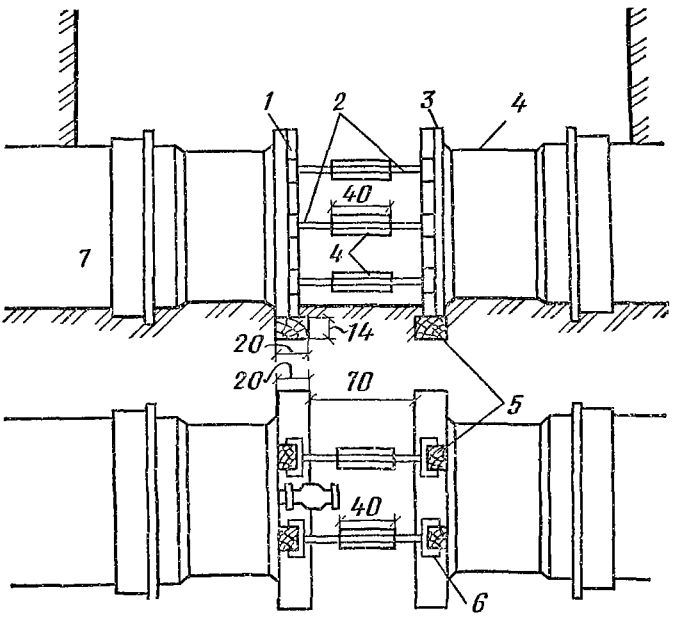


Рис. 70.6 Упор в уложенный трубопровод

1 — брус площадью сечения 20×15 см; *2* — винтовые распорки; *3* — заглушка; *4* — винты; *5* — подкладка площадью сечения 19×20 см; *6* — швеллер № 22; *7* — испытываемый трубопровод

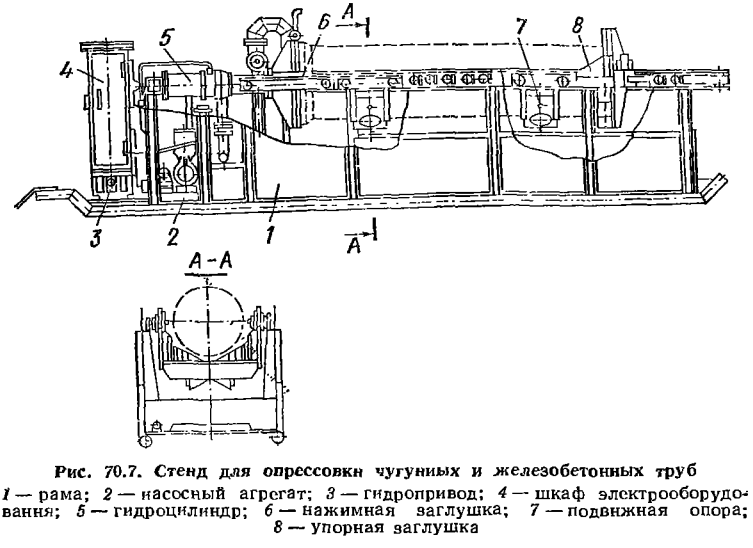


Рис. 70.7. Стенд для опрессовки чугунных и железобетонных труб
1 — рама; *2* — насосный агрегат; *3* — гидропривод; *4* — шкаф электрооборудования; *5* — гидроцилиндр; *6* — нажимная заглушка; *7* — подвижная опора; *8* — упорная заглушка

жен быть засыпан грунтом с плотной его подбивкой. Для увеличения устойчивости трубопровода его следует залить водой.

В табл. 70.6 приведена требуемая длина засыпанного трубопровода, используемого в качестве упора, при глубине траншеи 3 м.

Таблица 70.6. МИНИМАЛЬНАЯ ДЛИНА УПОРНОГО ТРУБОПРОВОДА

Диаметр трубопровода, мм	Длина упорного трубопровода, м, при испытательном давлении, МПа		
	0,5	1	1,5
500	5,5	11	16,5
600	7	13,5	20,5
700	8	16	24
800	9,5	18,5	27,6
900	10,5	21	31
1000	11,5	23	34,5
1200	14	28	41,5

Очень часто трубы, особенно чугунные, повреждаются при транспортировании их с завода-изготовителя, при разгрузке из вагонов, из-за несоблюдения правил хранения на складах, при погрузке на автомашины и разгрузке на объекты. Поэтому целесообразно проводить предварительное гидравлическое испытание каждой трубы, если качество трубы данной партии вызывает сомнение.

На рис. 70.7 показана конструкция стенда для опрессовки чугунных и железобетонных труб диаметром 400—700 мм и длиной 10,5 м.

Глава 71. ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ БЕЗНАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Безнапорные трубопроводы подлежат испытанию на герметичность дважды—предварительному испытанию до засыпки и приемочному (окончательному) испытанию после засыпки одним из следующих способов:

определением объема воды, добавляемой в трубопровод, проложенный в сухих грунтах, а также в мокрых, когда уровень подземных вод у верхнего колодца расположен ниже поверхности земли более чем на половину глубины заложения труб, считая от люка до шелыги (рис. 71.1, *а* и *б*);

определением притока воды в трубопровод, проложенный в мокрых грунтах, когда уровень подземных вод у верхнего колодца расположен ниже поверхности земли менее чем на половину глубины заложения труб, считая от люка до шелыги (рис. 71.1, *в*).

Способ испытания трубопровода устанавливается проектом.

Колодцы, имеющие гидроизоляцию с внутренней стороны, испытывают на герметичность путем определения объема добавляемой воды, а колодцы, имеющие гидроизоляцию с наружной стороны, испытывают путем определения притока воды в них. Колодцы, имеющие по проекту водонепроницаемые стенки, внутреннюю и наружную изоляцию, могут быть испытаны на давление воды или приток подземной воды совместно с трубопроводами или отдельно от них. Колодцы, не имеющие по проекту водонепроницаемых стенок, внутренней или наружной гидроизоляции, приемочному испытанию на герметичность не подвергаются.

Испытание трубопроводов на герметичность следует производить участками между смежными колодцами. При затруднениях с доставкой воды, обоснованных в проекте, допускается трубопроводы испытывать выборочно (по указанию заказчика):

при общей протяженности трубопровода до 5 км — два-три участка;

при большей, чем 5 км, протяженности трубопровода — несколько участков общей протяженностью не менее 30 %.

Если результаты выборочного испытания участков трубопрово-

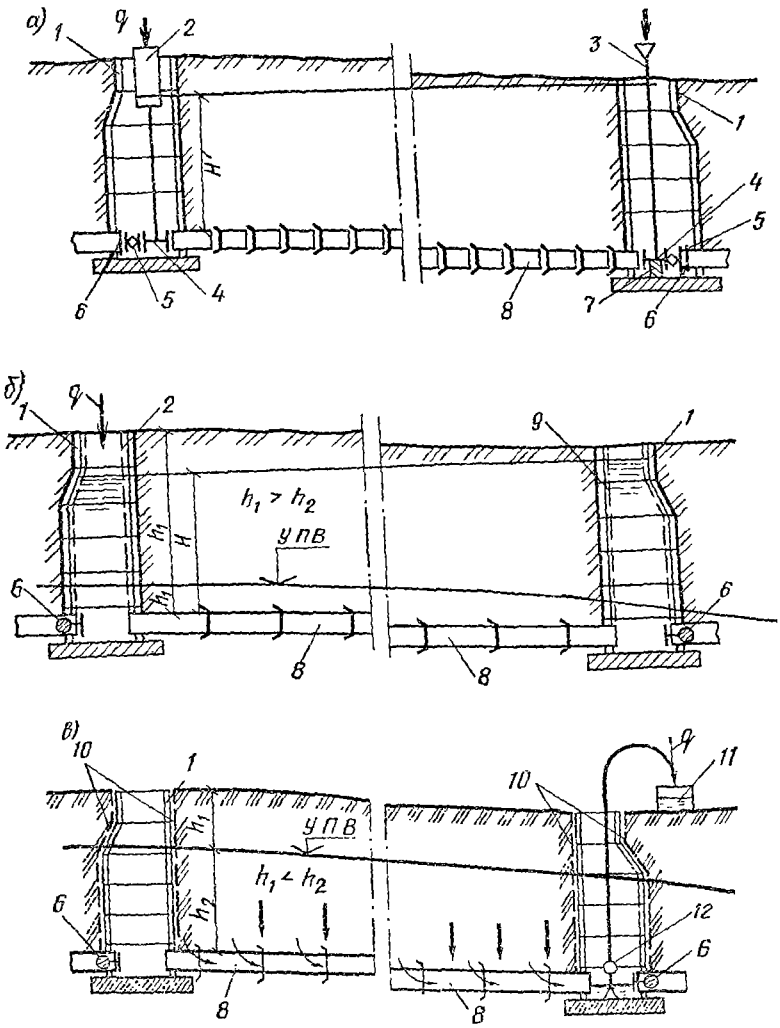


Рис. 71.1. Схемы приемочного испытания безнапорного трубопровода с колодцами

а — без гидроизоляции; *б* — с внутренней гидроизоляцией; *в* — с наружной гидроизоляцией; *1* — колодец; *2* — стояк для выхода воздуха, наблюдения за уровнем воды и ее добавления; *3* — стояк для заполнения трубопровода водой; *4* — тройник; *5* — винтовой домкрат; *6* — заглушка типа надувного баллона; *7* — опорная подставка; *8* — испытываемый трубопровод; *9* — внутренняя гидроизоляция колодцев; *10* — наружная гидроизоляция; *11* — мерная емкость; *12* — грязевой насос; *q* — расход добавляемой воды; УПВ — уровень подземных вод

да окажутся неудовлетворительными, то испытанию подлежат все участки трубопровода.

Гидростатическое давление в трубопроводе при его предварительном испытании должно создаваться заполнением водой стояка, установленного в верхней его точке, или заполнением водой верхнего колодца, если последний подлежит испытанию. При этом гидростатическое давление в верхней точке трубопровода определяется по превышению уровня воды в стояке или колодце над шелыгой трубопровода или над горизонтом подземных вод, если последний расположен выше шелыги. Гидростатическое давление в трубопроводе при его испытании должно быть указано в рабочей документации. Для трубопроводов, прокладываемых из бетонных, железобетонных и керамических труб, эта величина, как правило, должна быть равна 0,04 МПа.

Предварительное испытание трубопроводов на герметичность производится при неприсыпанном землей трубопроводе в течение 30 мин. Испытательное давление необходимо поддерживать добавлением воды в стояк или в колодец, не допуская снижения уровня воды в них более чем на 20 см.

Трубопровод и колодец признаются выдержавшими предварительное испытание, если при их осмотре не будет обнаружено утечек воды.

При отсутствии в проекте повышенных требований к герметичности трубопроводов на поверхности труб и стыков допускается отпотевание с образованием капель, не сливающихся в одну струю, при количестве отпотеваний не более чем на 5 % труб на испытываемом участке.

Приемочное испытание на герметичность следует начинать после выдержки в заполненном состоянии железобетонных трубопроводов и колодцев, имеющих гидроизоляцию с внутренней стороны или водонепроницаемые по проекту стенки, в течение 72 ч, а трубопроводов и колодцев из других материалов в течение 24 ч.

Герметичность при приемочном испытании засыпанного трубопровода определяется: при первом способе — по замеряемому в верхнем колодце объему добавляемой в стояк или колодец воды в течение 30 мин, при этом понижение уровня воды в стояке или в колодце допускается, как и при предварительном испытании, не более чем на 20 см; при втором способе — по замеряемому в нижнем колодце объему притекающей в трубопровод подземной воды.

Трубопровод признается выдержавшим приемочное испытание на герметичность, если определенный при испытании объем добавлен-

Таблица 71.1. ДОПУСТИМЫЙ ОБЪЕМ ДОБАВЛЯЕМОЙ ВОДЫ (ПРИТОК ВОДЫ) НА 10 м ДЛИНЫ ИСПЫТЫВАЕМОГО ТРУБОПРОВОДА ЗА ВРЕМЯ ИСПЫТАНИЯ 30 мин

Условный проход трубопровода $D_у$, мм	Объем добавляемой воды, л, для труб		
	железобетонных и бетонных	керамических	асбестоцементных
100	1	1	0,3
150	1,4	1,4	0,5
200	4,2	2,4	1,4
250	5	3	—
300	5,4	3,6	1,8
350	6,2	4	—
400	6.7	4,2	2,2
450	—	4,4	—
500	7,5	4,6	—
550	—	4,8	—
600	8,3	5	—

Примечания: 1. При увеличении продолжительности испытания более 30 мин допустимый объем добавляемой воды следует увеличивать пропорционально увеличению продолжительности испытания.

2. Допустимый объем добавляемой воды в железобетонный трубопровод диаметром свыше 600 мм следует определять по формуле $Q=0{,}83(D+4)$ на 10 м длины трубопровода за время испытания 30 мин [здесь D — внутренний (условный) диаметр трубопровода].

3. Для железобетонных трубопроводов со стыковыми соединениями на резиновых уплотнителях допустимый объем добавленной воды следует принимать с коэффициентом 0,7.

4. Допустимые объемы добавляемой воды через стенки и днище колодца на 1 м его глубины следует принимать равными допустимому объему добавляемой воды на 1 м длины труб, диаметр которых равен внутреннему диаметру колодца.

5. Допустимый объем воды, добавляемой в трубопроводы, сооружаемые из сборных железобетонных элементов и блоков, следует принимать таким же, как для трубопроводов из железобетонных труб, равновеликих им по площади поперечного сечения.

ной воды по первому способу будет не более указанного в табл. 71.1, о чем должен быть составлен акт по форме 3.

Форма 3

Акт

о проведении приемочного гидравлического испытания безнапорного трубопровода на герметичность

Город _____ «____» _____ 19____ г.

Комиссия в составе представителей строительно-монтажной организации

_____

(наименование организации, должность, фамилия, и. о.);

технического надзора заказчика _____

_____

(наименование организации, должность, фамилия, и. о.),

эксплуатационной организации _____

_____

(наименование организации, должность, фамилия, и. о.)

составила настоящий акт о проведении приемочного гидравлического испытания участка безнапорного трубопровода _____

_____

(наименование объекта, номера пикетов на его границах, длина и диаметр)

Уровень подземных вод в месте расположения верхнего колодца находится на расстоянии ___ м от верха трубы при глубине заложения труб (до верха) ___ м.

Испытание трубопровода производилось _____.

_____

(указать совместно или отдельно от колодцев и камер)

способом _____

(указать способ испытания — добавлением воды в трубопровод

_____

или притоком подземных вод в него)

Гидростатическое давление ___ МПа создавалось заполнением водой _____

_____

(указать номер колодца или установленного в нем стояка)

В соответствии с табл. 71.1 допустимый объем добавлением в трубопровод воды, приток подземной воды на 10 м длины трубопровода за время испыта-
(ненужное зачеркнуть)

ния 30 мин равен ___ л. Фактический за время испытания объем добавленной воды, приток подземной воды составил ___ л, или в пересчете на 10 м длины
(ненужное зачеркнуть)

трубопровода (с учетом испытания совместно с колодцами, камерами) и продолжительности испытания в течение 30 мин составил ___ л, что меньше допустимого расхода.

Решение комиссии

Трубопровод признается выдержавшим приемочное гидравлическое испытание на герметичность.

Представитель строительно-монтажной организации _____
(подпись)

Представитель технического надзора заказчика _____
(подпись)

Представитель эксплуатационной организации _____
(подпись)

Трубопроводы дождевой канализации подлежат предварительному и приемочному испытанию на герметичность в соответствии с требованиями настоящего раздела, если это предусмотрено проектом.

Трубопроводы из безнапорных железобетонных раструбных, фальцевых и с гладкими концами труб диаметром более 1600 мм, предназначенные по проекту для трубопроводов, постоянно или периодически работающих под давлением до 0,05 МПа и имеющих выполненную в соответствии с проектом водонепроницаемую наружную или внутреннюю обделку, подлежат гидравлическому испытанию давлением, определенным в проекте.

Глава 72. ИСПЫТАНИЕ НАРУЖНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ

Испытание наружных трубопроводов и сооружений в условиях просадочных грунтов производится с соблюдением следующих требований:

напорные трубопроводы вне территории промышленных площадок и населенных пунктов испытываются на участках длиной не более 500 м; на территории промышленных площадок и населенных пунктов длину испытательных участков следует назначать с учетом местных условий, но не более 300 м;

участок трубопровода должен находиться под испытательным давлением в течение 15 мин, а особо ответственные, указанные в проекте участки, — в течение 25 мин;

вода после опрессовки или промывки трубопровода должна быть удалена за пределы строительства.

Трубопроводы при испытании должны удовлетворять следующим требованиям:

напорные трубопроводы не должны иметь утечки в течение 12 ч;

безнапорные трубопроводы при давлении столба воды, высота которого соответствует отметке верхнего смотрового колодца от люка до шелыги, не должны иметь утечки в течение 24 ч.

Гидравлические испытания зимой в условиях вечной мерзлоты допускается производить при температуре не ниже —10 °С. Длину испытываемого участка напорного трубопровода следует принимать не более 500 м, а испытание производить один раз при возможно меньшей затрате времени на него.

Трубопровод перед гидравлическим испытанием следует нагреть

теплым воздухом или водой так, чтобы обеспечить на выходе температуру воды 3—5 °С, а воздуха 1—3 °С.

Допускается добавлять соль в воду, применяемую для гидравлического испытания, в соответствии с указаниями в проекте.

Глава 73. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЫВКИ И ДЕЗИНФЕКЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ И СООРУЖЕНИЙ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Для дезинфекции трубопроводов и сооружений хозяйственно-питьевого водоснабжения допускается применять следующие хлорсодержащие реагенты, разрешенные Министерством здравоохранения СССР:

сухие реагенты — хлорную известь по ГОСТ 1692—85, гипохлорид кальция (нейтральный) по ГОСТ 25263—82*Е марки А;

жидкие реагенты — гипохлорид натрия (хлорноватистокислый натрий) марок А и Б; электролитический гипохлорид натрия и жидкий хлор по ГОСТ 6718—68.

Очистку полости и промывку трубопровода для удаления оставшихся загрязнений и случайных предметов следует выполнять, как правило, перед проведением гидравлического испытания путем водовоздушной (гидропневматической) промывки или гидромеханическим способом с помощью эластичных очистных поршней (поролоновых и др.) или только водой.

Скорость движения эластичного поршня при гидромеханической промывке принимается в пределах 0,3—1 м/с при внутреннем давлении в трубопроводе около 0,1 МПа.

Очистные поролоновые поршни принимаются диаметром 1,2—1,3 диаметра трубопровода, длиной — 1,5—2 диаметра трубопровода только на прямых участках трубопровода с плавными поворотами, не превышающими 15°, при отсутствии выступающих внутрь трубопровода концов присоединенных к нему трубопроводов или других деталей, а также при полностью открытых задвижках на трубопроводе. Диаметр выпускного трубопровода следует принимать на один сортамент меньше диаметра промывочного трубопровода.

Гидропневматическая промывка осуществляется подачей по трубопроводу вместе с водой сжатого воздуха в количестве не менее 50 % расхода воды. Воздух следует вводить в трубопровод под давлением, превышающим внутреннее давление в трубопроводе на 0,05—

0,15 МПа. Скорость движения водовоздушной смеси должна составлять 2—3 м/с.

Длина промываемых участков трубопроводов, а также места введения в трубопровод воды и поршня и порядок проведения работ должны быть определены в проекте производства работ, включающем рабочую схему, план трассы, профиль и деталировку колодцев.

Длину участка трубопровода для проведения хлорирования следует назначать, как правило, не более 1—2 км.

После очистки и промывки трубопровод подлежит дезинфекции хлорированием при концентрации активного хлора 75—100 г/м³ продолжительностью контакта хлорной воды в трубопроводе 5—6 ч или при концентрации 40—50 г/м³ продолжительностью контакта не менее 24 ч. Концентрация активного хлора назначается в зависимости от степени загрязненности трубопровода.

Перед хлорированием необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

осуществить монтаж необходимых коммуникаций для введения раствора хлорной извести (хлора) и воды, выпуска воздуха, стояков для отбора проб (с выведением их выше уровня земли), монтаж трубопровода для сброса и отведения хлорной воды (с обеспечением мер безопасности); подготовить рабочую схему хлорирования (план трассы, профиль и деталировку трубопровода с нанесением перечисленных коммуникаций), а также график проведения работ;

определить и подготовить необходимое количество хлорной извести (хлора) с учетом процентного содержания в товарном продукте активного хлора, объема хлорируемого участка трубопровода с принятой концентрацией (дозой) активного хлора в растворе по формуле

$$T = 0{,}082D^2 lk/A,$$

где T — необходимая масса продукта хлорсодержащего реагента с учетом 5 % на потери, кг; D и l — диаметр и длина трубопровода, м; k — принятая концентрация (доза) активного хлора, мг/л; A — процентное содержание активного хлора в товарном продукте.

Пример. Для хлорирования дозой 40 г/м³ участка трубопровода диаметром 400 мм, длиной 1000 м с применением хлорной извести, содержащей 18 % активного хлора, потребуется товарной массы хлорной извести 29,2 кг.

Для осуществления контроля за содержанием активного хлора по длине трубопровода в процессе его заполнения хлорной водой через каждые 500 м следует устанавливать с выводом выше поверхности земли временные пробоотборные стояки с запорной арматурой, которые также используют для выпуска воздуха по мере заполнения трубопровода. Диаметр стояков принимается по расчету, но не менее 100 мм.

Введение хлорного раствора в трубопровод следует продолжать до тех пор, пока в точках, наиболее удаленных от места подачи хлорной извести, не начнет вытекать вода с содержанием активного (остаточного) хлора не менее 50 % заданного. С этого момента дальнейшую подачу хлорного раствора необходимо прекратить, оставив трубопровод заполненным хлорным раствором в течение расчетной продолжительности.

После окончания контакта хлорную воду следует сбросить в места, указанные в проекте, и промывать трубопровод чистой водой до тех пор, пока содержание остаточного хлора в промывной воде не снизится до 0,3—0,5 мг/л. Для хлорирования последующих участков трубопровода хлорную воду допускается использовать повторно. После окончания дезинфекции сбрасываемую из трубопровода хлорную воду необходимо разбавлять водой до концентрации активного хлора 2—3 мг/л или дехлорировать путем введения гипосульфита натрия в количестве 3,5 мг на 1 мг активного остаточного хлора в растворе. Места и условия сброса хлорной воды и порядок осуществления контроля ее отвода должны быть согласованы с местными органами санитарно-эпидемиологической службы.

В местах присоединений (врезок) вновь построенного трубопровода к действующей сети следует осуществлять местную дезинфекцию фасонных частей и арматуры раствором хлорной извести.

Дезинфекция водозаборных скважин перед сдачей их в эксплуатацию выполняется в тех случаях, когда после их промывки качество воды по бактериологическим показателям не соответствует требованиям ГОСТ 2874—82. Дезинфекция проводится в два этапа: сначала надводной части скважины, затем — подводной. Для обеззараживания надводной части в скважине выше кровли водоносного горизонта устанавливают пневматическую пробку, выше которой скважину заполняют раствором хлорной извести или другого хлорсодержащего реагента с концентрацией активного хлора 50—100 мг/л в зависимости от степени предполагаемого загрязнения. Через 3—6 ч контакта пробку извлекают и с помощью смесителя вводят хлорный раствор в подводную часть скважины с таким расчетом, чтобы концентрация активного хлора после смешения с водой была не менее 50 мг/л. Через 3—6 ч контакта производят откачку до исчезновения в воде заметного запаха хлора, после чего отбирают пробы воды для контрольного бактериологического анализа. Расчетный объем хлорного раствора принимается больше, чем объем скважин (по высоте и диаметру): при обеззараживании надводной части в 1,2—1,5 раза, подводной части в 2—3 раза.

Дезинфекцию емкостных сооружений следует производить мето-

дом орошения раствором хлорной извести или других хлорсодержащих реагентов с концентрацией активного хлора 200—250 мг/л. Такой раствор приготовляется из расчета 0,3—0,5 л на 1 м² площади внутренней поверхности резервуара. Стены и днище резервуара покрывается раствором путем орошения из шланга или гидропульта. По истечении 1—2 ч дезинфицированные поверхности следует промыть чистой водопроводной водой и удалить отработанный раствор через грязевые выпуски. Работа должна производиться в специальной одежде, резиновых сапогах и противогазах; перед входом в резервуар следует установить бачок с раствором хлорной извести для обмывания сапог.

Дезинфекцию фильтров после их загрузки, отстойников, смесителей и напорных баков малой вместимости следует производить объемным методом, наполняя их раствором с концентрацией 75—100 мг/л активного хлора. После контакта в течение 5—6 ч раствор хлора необходимо удалить через грязевую трубу и емкости промыть чистой водопроводной водой до содержания в промывной воде 0,3—0,5 мг/л остаточного хлора.

При хлорировании трубопроводов и сооружений водоснабжения следует соблюдать требования, установленные стандартами на применяемые хлорсодержащие реагенты, СНиП III-4-80 и ведомственными нормативными документами по технике безопасности.

Проведение промывки и дезинфекции трубопроводов (сооружений) оформляется актом (форма 4).

Форма 4

Акт

о проведении промывки и дезинфекции трубопроводов (сооружений) хозяйственно-питьевого водоснабжения

Город _____ «___» _____ 19___ г.

Комиссия в составе представителей: санитарно-эпидемиологической службы (СЭС) _____
(города, района,

_____
должность, фамилия, и. о.),

заказчика _____
(наименование организации,

_____
должность, фамилия, и. о.),

строительно-монтажной организации _____
(наименование организации,

_____
должность, фамилия, и. о.),

эксплуатационной организации _____
(наименование организации,

(должность, фамилия, и. о.)

составила настоящий акт о том, что трубопровод, сооружение _____
(ненужное зачеркнуть)

(наименование объекта, длина, диаметр, объем)

подвергнут промывке и дезинфекции хлорированием _____
(указать, каким реагентом)

при концентрации активного хлора ____ мг/л (г/м³) и продолжительности контакта ___ ч.

Результаты физико-химического и бактериологического анализов воды на ____ листах прилагаются.

Представитель санитарно-эпидемиологической службы (СЭС) _____
(подпись)

Представитель заказчика _____
(подпись)

Представитель строительно-монтажной организации _____
(подпись)

Представитель эксплуатационной организации _____
(подпись)

Заключение СЭС: Трубопровод, сооружение считать продезинфицированным
(ненужное зачеркнуть)

и разрешить пуск его в эксплуатацию.

Главный врач СЭС:

« »_____ _____
(дата) *(фамилия, и. о., подпись)*

Глава 74. ПРИЕМКА НАРУЖНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Приемка наружных трубопроводов в эксплуатацию должна производиться рабочими и государственными комиссиями в соответствии с требованиями СНиП 3.01.09—87 по приемке в эксплуатацию законченных строительством предприятий, зданий и сооружений.

Промежуточной сдаче заказчику и оформлению актов на скрытые работы подлежат: основания подземных трубопроводов; опоры и упоры трубопроводов; устройство пересечений трубопроводов водоснабжения и канализации с другими подземными коммуникациями; основания и фундаменты сооружений; противокоррозионная изоляция трубопроводов и гидроизоляция сооружений; конструкции, в которые заключены подземные трубопроводы (непроходные каналы,

кожухи, и др.); очистка и дезинфекция трубопроводов и сооружений.

Сдача напорных трубопроводов должна сопровождаться: оформлением актов на скрытые работы, как указано выше; наружным осмотром трубопровода, компенсаторов, узлов, колодцев и всех доступных элементов сооружений; инструментальной проверкой продольного профиля трубопровода и проверкой обеспеченности свободного удаления воздуха и опорожнения трубопровода во всех точках согласно проекту; сдачей актов на дезинфекцию трубопроводов хозяйственно-питьевого водопровода; установлением соответствия выполненных работ проекту; приведением трассы трубопровода в состояние, соответствующее ее состоянию до раскопки.

Сдача безнапорных трубопроводов и коллекторов должна сопровождаться: оформлением актов на скрытые работы (см. выше); наружным осмотром; проверкой прямолинейности; инструментальной проверкой отметок лотков в колодцах (отклонение отметок лотков от проектных не должно превышать 5 мм); сдачей актов испытаний трубопроводов на плотность.

Сдача подводных переходов производится после окончания обратной засыпки траншей и всех берегоукрепительных работ, установленных проектом.

При сдаче наружных трубопроводов в районах многолетнемерзлых грунтов строительная организация обязана передать службе эксплуатации заказчика: данные о мерзлотно-грунтовых условиях по трассе и в основании трубопроводов, уточненные в процессе строительства, а также схемы контрольных скважин; акты технических испытаний эффективности изоляции трубопровода и вентиляционных систем каналов; акты об установке и испытании оборудования для контроля за температурно-влажностным режимом трубопровода и грунта в основании сооружения.

При сдаче наружных трубопроводов в эксплуатацию рабочей или государственной комиссии должна быть представлена следующая документация:

утвержденное проектное задание или технический проект с пояснительной запиской и сметно-финансовыми расчетами;

рабочие чертежи с изменениями, внесенными в процессе производства работ, документы о согласовании этих изменений;

акты на отвод земельных участков под строительство трубопровода;

паспорта заводов-поставщиков на трубы, арматуру, оборудование и материалы, документы на их испытание и приемку;

акты на скрытые работы;

журналы сварочных и изоляционных работ;

акты испытания трубопроводов и сооружений;

акты на санитарную обработку емкостных сооружений и трубопровода хозяйственно-питьевого назначения и на очистку канализационного трубопровода.

Глава 75. ИСПЫТАНИЕ СООРУЖЕНИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ

75.1. Гидравлическое испытание емкостных сооружений

Испытание бетонных и железобетонных резервуаров, отстойников и фильтров для проверки прочности конструкций и определении плотности стен и днища следует производить после окончания всех строительно-монтажных работ и по достижении бетоном проектной прочности. Обсыпка емкостных сооружений должна выполняться только по окончании их испытания.

Перед испытанием емкостного сооружения производится тщательный визуальный осмотр его. При отсутствии дефектов в конструкции и отступлений от проектов составляется акт о готовности емкостного сооружения к испытаниям, подписываемый представителями заказчика и строительной организации. Без акта о готовности сооружения к гидравлическому испытанию заливать его водой не разрешается.

Перед тем как залить сооружение водой следует плотно закрыть все технологические задвижки и убедиться в отсутствии просачивания воды через них.

Заливать воду в резервуар следует в два этапа: на высоту 1 м с выдерживанием в течение 1 сут для проверки герметичности днища; до проектной отметки.

Испытание железобетонных и других емкостных сооружений на водонепроницаемость разрешается начинать не ранее, чем через 3 сут после их наполнения водой.

Произведение разности уровней за 1 сут на площадь зеркала воды в сооружении дает количество вытекающей воды за 1 сут.

Резервуар и другие емкостные сооружения признаются выдержавшими испытание, если отток воды в них за сутки не превышает 3 л на 1 м^2 смоченной поверхности стен и днища, через стенки не наблюдается выхода струек воды, швы не обнаруживают признаков течи, грунт в основании не увлажнен.

При испытании на плотность открытых емкостных сооружений расход воды на испарение с открытой водной поверхности должен

учитываться дополнительно. При испытании резервуаров для хранения агрессивных жидкостей, а также свободно стоящих емкостей (баки для промывки фильтров, баки для химических реагентов и др.), расположенных в зданиях, утечки не допускаются.

75.2. Испытание и приемка метантенков и газгольдеров

Метантенки до сдачи в эксплуатацию после гидравлического испытания на плотность проверяются на газонепроницаемость (герметичность). При этом уровень воды должен быть на 0,15 м ниже обечайки горловины. Для проверки герметичности соединений устанавливают давление под газовым колпаком 0,05 МПа, затем обмыливают куполыную часть метантенка, а также все соединения на газовых колпаках и трубопроводах, места резьбовых соединений, люков, крышек, расположенных выше уровня воды. Во время испытания труба для отвода газа должна быть отключена (заглушкой).

Газгольдеры испытываются при обязательном круглосуточном дежурстве наладчика, представителя монтажной организации и обслуживающего персонала.

Плотность затворов газгольдера проверяют водой в два приема, оставляя сооружения заполненными водой в течение 12 ч. Первый раз проверяют плотность неокрашенных сварных соединений, второй — плотность окрашенных соединений после окончания ревизии и наладки газгольдера.

Перед испытанием газгольдера на центральном люке крышки колокола устанавливают манометр, а на крышке колокола — термометры для измерения температуры воздуха внутри газгольдера. На наружных направляющих газгольдера против каждого ролика на одной и той же высоте уровня воды в резервуаре мелом делаются отметки через каждые 100—200 мм для контроля за горизонтальностью подъема колокола и регулировки правильности положения роликов.

После проверки газопровода все люки на крышке колокола закрываются, за исключением вентиля на центральном люке и одного смотрового люка, которые закрывают перед заполнением колокола воздухом во избежание разрежения.

Газгольдер опробуется следующим образом. Резервуар заполняют водой, и колокол под давлением воздуха начинает медленно подниматься до тех пор, пока воздух не начнет выделяться через автоматическую свечу сброса газа в атмосферу. Если давление под колоколом резко увеличивается, подъем колокола приостанавливают

и после выявления и устранения причин, вызвавших увеличение (попадание посторонних предметов между стенками колокола и резервуара, перекос колокола и т. д.), продолжают дальнейший подъем. Одновременно с подъемом колокола проверяют плотность швов листового настила кровли (швы покрывают мыльной эмульсией).

Все обнаруженные дефекты устраняют подваркой, без вырубки, затем опускают колокол вниз и проверяют плотность швов обшивки колокола и подварку неплотностей обмыливанием. После устранения всех обнаруженных недоделок колокол несколько раз поднимают и опускают с таким расчетом, чтобы объем воздуха составлял 90 % номинального объема газгольдера, и оставляют на 7 сут. Величина утечки воздуха определяется как разность между объемом сухого воздуха V_0 при температуре 0 °С и среднем давлении 0,075 МПа и измеренным объемом воздуха V_t. Объем сухого воздуха определяется по формуле

$$V_0 = V_t \frac{273\,(B + p)}{750\,(273 + t_0)},$$

где V_t — измеренный объем воздуха при средней температуре t_0, барометрическом давлении B и среднем давлении воздуха в газгольдере p [средняя температура воздуха определяется как среднее арифметическое замеров температур в разных местах над крышей колокола (не менее трех)].

В процессе испытания и опробования ежедневно в одно и то же время производятся контрольные промежуточные замеры и определяются утечки воздуха.

Газгольдер считается выдержавшим опробование и испытание на плотность, если полученная в результате пересчета величина утечки газа при непрерывном испытании за 7 сут не превышает 3 % для газгольдеров вместимостью до 1000 м³ включительно и 2 % при вместимости их выше 1000 м³.

После проведения испытания на плотность подвижные части газгольдера два раза быстро (скорость 1—1,5 м/мин) поднимают и опускают. При этом перекос корпуса колокола не должен превышать 1 мм на 1 м диаметра колокола.

75.3. Испытание илоскребов и илососов и правила их приемки

Испытание илоскребов и илососов проводится организацией, выполняющей монтаж, совместно с представителем завода-изготовителя и заказчика.

При испытании илоскребы и илососы должны проработать

в опорожненном отстойнике непрерывно в течение 8 ч при максимальной частоте вращения. В ходе испытания проверяются качество работы узлов и их соответствие требованиям технических условий. Особое внимание необходимо уделить:

работе пусковой арматуры;

работе привода, потребляемой им мощности, нагреву электродвигателя;

работе редуктора и зубчатых передач, плавности их хода, отсутствию вибраций, шума и стука;

отсутствию неплотностей в корпусе редуктора и утечки масла;

нагреву масла в редукторе (после 8-часового испытания температура масла не должна превышать температуру окружающей среды больше, чем на 30°);

отсутствию задевания отстойника движущимися частями илоскреба и илососа;

отсутствию задевания датчика уровня, установленного на расчетной отметке, движущимися скребковыми крыльями (илоскреба);

работе токоприемника кольцевого устройства для удаления плавающих веществ из отстойника (илоскреба);

отсутствию заеданий между металлоконструкциями илососа и движущимися частями.

О проведенных испытаниях составляется акт с указанием условий продолжительности и результатов испытаний, а также дефектов, обнаруженных в процессе испытаний. Акт должен быть подписан представителями монтирующей организации, завода-изготовителя и заказчика.

75.4. Испытание насосов

Испытание производится в два этапа: опробование и испытание под нагрузкой.

К пуску и опробованию насосных агрегатов приступают в соответствии с требованиями СНиП после окончания работ по устройству чистых полов и вентиляции, монтажа всего оборудования и трубопроводов, насосного агрегата, КИП и автоматических устройств, систем смазки, электромонтажных работ и др.

До пуска насосного агрегата производится проверка правильности вращения электродвигателя кратковременным его включением. Горизонтальные электродвигатели включаются при разъединенных полумуфтах, а вертикальные, несущие на себе роторы насосов, — без разъединения полумуфт. Перед пуском насосного агрегата электродвигатель обкатывается вхолостую до установки нормальной температуры (не выше 65 °С) подшипников, но не менее 2 ч.

При подготовке агрегата к пуску проверяют затяжку всех крепежных изделий, удаляют пыль и грязь с их поверхностей и продувают сжатым воздухом трубопроводы систем смазки. Затем через сетку заливают чистое масло в картер насоса, редуктор и зубчатые муфты, проверяют затяжку сальников. Муфту (вручную) приводят в движение, при этом вращение ротора или коленчатого вала и ход поршней или плунжеров насоса должны быть плавными и без рывков. Насосы, предназначенные для перекачивания горячих жидкостей, перед пуском прогревают паром, температура которого может быть на 40° ниже температуры перекачиваемой жидкости. Пробный пуск агрегата осуществляют при малой нагрузке насоса.

Пуск в работу центробежных, вихревых и центробежно-вихревых агрегатов производится следующим образом.

Все задвижки или вентили на всасывающем, напорном и вспомогательных трубопроводах, а также краны мановакуумметра, манометров и расходомеров закрывают. Не закрывают задвижку на всасывающем трубопроводе насоса, работающем под давлением на всасывании или со всасыванием с помощью вакуум-насоса либо эжектора, а также на напорном трубопроводе вихревого или центробежно-вихревого агрегатов. У центробежного агрегата при необходимости задвижка может быть закрыта только на 80 %.

Затем открывают краны, подающие смазывающую или охлаждающую жидкость к сальнику, подшипникам или охладителю. Всасывающий трубопровод и насос наполняют перекачиваемой жидкостью, затем закрывают краи для выпуска воздуха и, если у агрегата предусмотрен байпас, то открывают его. После этого включают электродвигатель. При открывании напорной задвижки необходимо следить за равномерным возрастанием нагрузки электродвигателя до рабочего режима. В случае его перегрузки нужно немедленно остановить агрегат для выявления причин.

При остановке агрегата сначала медленно перекрывают задвижку (если она предусмотрена) на всасывающем трубопроводе, затем задвижку на напорном трубопроводе и выключают электродвигатель.

При пуске в работу приводных поршневых и плунжерных агрегатов открывают задвижки или вентили на всасывающем и напорном трубопроводах и краны вакуумметра, манометра и расходомера. У насоса с байпасом закрывают задвижку на напорном трубопроводе и открывают задвижку байпаса. Затем заливают маслом шестеренчатый насос и наполняют жидкостью всасывающий трубопровод и камеру гидравлической части насоса. Открывают вентили на трубопроводах, подводящих охлажденную воду или масло к сальникам, цилиндрам или охладителю, и включают электродвигатель.

Во время работы агрегата необходимо следить за показаниями контрольно-измерительных приборов. Повышенное давление указывает на большое сопротивление в напорном трубопроводе, вызванное его засорением или неполным открытием напорной задвижки.

При нормальной работе насоса стрелки приборов (за исключением вольтметра) должны равномерно колебаться относительно значения измеряемого параметра; скачки стрелок показывают, что насос подсасывает воздух. В этом случае необходимо устранить негерметичность стыков всасывающего трубопровода.

Повышенная сила тока (показание амперметра) по сравнению с паспортным значением указывает на неисправность в насосе (заедание ползунов, перетяжка шатунных подшипников, сальников, штоков), неправильную сборку редуктора и т. п.

При появлении резких стуков и чрезмерном нагревании корпуса насос следует немедленно остановить для устранения неисправностей.

Перечень неполадок в насосах и способы их устранения приведены в табл. 75.1.

Таблица 75.1. ВОЗМОЖНЫЕ НЕПОЛАДКИ В НАСОСНЫХ АГРЕГАТАХ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Признаки неполадок	Причины	Способы устранения
Насосный агрегат не запускается	Нарушение соосности при установке насосного агрегата	Повторно отцентрировать агрегат
	Заедание уплотнительных колец	Разобрать насос, проверить зазоры (по паспорту)
	Попадание какого-либо предмета (камень, щепа и др.) в рабочее колесо насоса	Открыть крышки на кожухе насоса и очистить колесо
	Обрыв в пусковом реостате или в соединительных проводах	Найти место обрыва и устранить его
	Нагрузка на насос выше допустимой, напор меньше расчетного	Прикрыть временно задвижку на напорном трубопроводе, проверить характеристику насоса и заменить электродвигатель более мощным
Насос не всасывает жидкость	Недостаточное заполнение водой всасывающего трубопровода и насоса	Произвести повторную заливку трубопровода и насоса водой
	Попадание воздуха во всасывающий трубопровод	Осмотреть стыки, сальники насоса, задвижки на всасывающем трубопроводе и дополнительно уплотнить их
	Увеличение вакуумметрической высоты всасывания вследствие засорения всасывающего трубопровода	Проверить высоту всасывания по вакуумметру; осмотреть и очистить всасывающий трубопровод и приямок
	Неправильное направление вращения	Поменять фазы на электродвигателе

Продолжение табл. 75.1

Признаки неполадок	Причины	Способы устранения
Насос не работает на полную подачу	Напор выше расчетного вследствие увеличения сопротивления в напорном трубопроводе	Проверить состояние задвижек на напорном трубопроводе, наличие засорения
	Попадание воздуха в насос или во всасывающий трубопровод	Найти места попадания воздуха и устранить их
	Смещение рабочего колеса насоса	Установить рабочее колесо против входных щелей улиток
Насос не создает требуемого напора	Понижение давления в напорном трубопроводе	Уменьшить временно открытие напорной задвижки
	Попадание воздуха в насос или во всасывающий трубопровод	Определить места попадания воздуха и устранить дефекты, подтянуть либо сменить набивку сальника
	Заедание обратного клапана на напорном водоводе	Вынуть и прочистить клапан
Вибрация агрегата, удары, шум	Работа насоса на кавитационном режиме	Изменить режим работы насоса: устранить повышение вакуумметрической высоты всасывания; открыть всасывающую задвижку
	Неправильная расточка соединительных муфт	Заменить соединительные муфты
	Слабое крепление всасывающей и напорной коммуникаций, отсутствие опор и упоров	Усилить крепление трубопроводов
	Нарушение балансировки рабочего колеса	Провести повторную балансировку рабочего колеса
	Большой зазор между шейками вала и вкладышами	Уменьшить зазор
	Попадание посторонних предметов в проточную часть колеса	Остановить агрегат, осмотреть проточную часть и удалить все посторонние предметы
Нагревание электродвигателей	Напряжение сети выше допустимого	Отключить двигатель
	Напряжение сети ниже номинального, а двигатель продолжает работать с номинальной мощностью	Уменьшить мощность электродвигателя: частично перекрыть регулирующую задвижку насоса
	Нарушение вентиляции двигателя	Проверить систему вентиляции, прочистить вентиляционные каналы
Нагревание радиальных и упорных подшипников	Малый зазор между вкладышем и валом	Увеличить зазор
	Плотный зажим шарика между опорными кольцами	Отпустить гайку, зажимающую опорные кольца
	Неравномерное прилегание колодок в упорных подшипниках	Подогнать упорные плоскости подшипника
	Наличие воды в ванне подшипникового узла	Сменить масло

Продолжение табл. 75.1

Признаки неполадок	Причины	Способы устранения
Нагревание сальника	Сильная неравномерная затяжка сальника	Отрегулировать затяжку
	Недостаточный радиальный зазор между грундбуксой и валом	Увеличить зазор до 0,4—0,5 мм
	Перекос нажимной втулки грундбуксы	Ослабить затяжку гаек, сальника, выровнить перекос

В процессе опробования агрегатов необходимо обеспечить:

работу агрегата без стука и чрезмерного шума, а также без утечек перекачиваемых, смазывающих и охлаждающих жидкостей в стыковых соединениях деталей и узлов;

температуру масла в картере или масляных ваннах не выше 60 °С;

нагрев подшипников и трущихся поверхностей деталей и узлов агрегата (при перекачивании холодных жидкостей) не выше 65 °С; если в каком-либо подшипнике температура будет выше указанной, необходимо проверить качество и поступление его в подшипник.

Допустимая вибрация подшипников насосов и двигателей при нормальной частоте вращения агрегатов на всех режимах работы не должна превышать следующих значений:

Частота вращения, мин$^{-1}$	375—750	1000	1500	3000	3000
Вибрация, мм	0,12	0,1	0,08	0,06	0,04

Опробование насоса считается законченным по достижении устойчивой работы агрегата в течение 2 ч. После опробования насосные агрегаты проходят индивидуальное испытание под рабочей нагрузкой в течение 4 ч.

РАЗДЕЛ XI
ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА И ТРЕБОВАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Глава 76. СКЛАДИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

Складирование материалов и изделий должно осуществляться в соответствии с требованиями стандартов и технических условий, по которым они выпускаются.

Организация складского хозяйства на строительных площадках и промышленных базах строительных организаций должна разрабатываться в проектах производства работ. При открытом хранении материала, конструкции и оборудование необходимо размещать на выровненных площадках (желательно с твердым покрытием), обеспечивая меры против самопроизвольного их смещения, просадки, осыпания и раскатывания (табл. 76.1).

Таблица 76.1. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СПОСОБЫ СКЛАДИРОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ МАТЕРИАЛОВ

Материалы	Способы складирования
Трубы диаметром до 300 мм	В штабеля высотой до 3 м на подкладках и прокладках с концевыми упорами
То же, более 300 мм	В штабеля без прокладок высотой до 3 м «в седло». Нижний ряд на подкладках с боковыми упорами
Прокат черных металлов	В штабеля высотой до 1,5 м на подкладках и прокладках
Мелкосортный металл	В стеллажи высотой до 1,5 м на подкладках и прокладках
Крупногабаритное и тяжеловесное оборудование	В один ряд на подкладках
Стекло в ящиках и рулонные материалы	В один ряд вертикально на подкладках
Круглый лес	В штабеля высотой не более 1,5 м с прокладками между рядами и устаиовкой боковых упоров (ширина штабеля ие меиее его высоты)
Пиломатериалы	В штабеля высотой при рядовой укладке не более половины ширины штабеля В клетки высотой, равной ширине штабеля
Битум	В таре, исключающей его растекание, или в ямах с ограждением
Кирпич	В два яруса на поддонах; в один ярус в контейнерах; без контейнеров — высотой до 1,7 м
Панели стеновые Панели перегородок	В кассеты или пирамиды В кассеты вертикально
Блоки стеновые	В штабеля в два яруса на подкладках и прокладках
Плиты перекрытий	В штабеля высотой до 2,5 м на подкладках и прокладках
Пылевидные материалы	В закрытые емкости
Сыпучие материалы	В штабеля с крутизной откоса, равной углу естественного откоса данного материала

Глава 77. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ ГОРЮЧИХ И ВЗРЫВООПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ

Работы со сжатыми газами, огнеопасными и ядовитыми веществами представляют особую опасность. Для их производства должны выделяться специально обученные люди.

Баллоны со сжатыми газами следует перевозить на автомашинах, оборудованных стеллажами с выемками, обитыми войлоком и равными диаметру баллонов. Наличие предохранительных колпаков на баллонах обязательно. В жаркое время года баллоны необходимо дополнительно защищать, например брезентом, от солнечной радиации. Людям находиться в кузове автомашины с баллонами запрещается.

Стеклянные бутыли с кислотами, щелочами и другими негорючими веществами при перевозке нужно устанавливать в кузове вертикально и прочно закреплять в плетенках. Бензин и другие горючие жидкости разрешается перевозить только в металлической таре с плотно завинчивающимися пробками или на специально оборудованных машинах и прицепах.

Для транспортирования на складах и рабочих местах бутылей с кислотой, щелочью и растворами солей, баллонов со сжатыми газами, барабанов с карбидом кальция следует применять двухколесные тележки или носилки. Толчки и удары при этом должны быть исключены. Запрещается перевозить или переносить баллоны с кислородом совместно с жирами и маслами, а также с горючими и легковоспламеняющимися жидкостями.

Переноска рабочими на высоту баллонов со сжатыми газами, а также бутылей и жидкими химикатами запрещается. Поднимать их на высоту разрешается только в контейнерах.

Особые меры безопасности должны быть приняты строительными организациями при хранении токсичных и огнеопасных веществ.

Хранение ядовитых веществ разрешается только в отдельных закрываемых, хорошо проветриваемых помещениях, удаленных от жилья, столовых, питьевых колодцев. В помещениях должны быть вывешены предупредительные надписи.

Баллоны со сжатыми газами хранят в вертикальном положении в закрытых проветриваемых складах, изолированных от открытого огня и мест сварки. Не разрешается хранить в одном помещении барабаны с карбидом кальция и баллоны со сжатыми газами, а также совместно смазочные материалы и баллоны с кислородом, пропаном и другими горючими газами.

Для обеспечения правильного использования баллоны для сжа-

тых газов окрашиваются в определенные цвета: кислорода — в голубой с черной надписью, ацетилена — в белый с красной надписью, пропана и других горючих и взрывоопасных газов — в красный с желтой надписью.

Бензин, дизельное топливо и другие легковоспламеняющиеся жидкости, а также смазочные материалы необходимо хранить в помещениях с несгораемыми или заглубленными в землю конструкциями с соблюдением правил пожарной безопасности. Хранить и перелить летучие легковоспламеняющиеся жидкости в открытой таре запрещается. Переливать эти жидкости следует с помощью насосов через медную сетку в герметически закрывающуюся тару.

Кислоты и другие едкие жидкости надлежит хранить в оплетенных стеклянных бутылях на полу в один ряд. На каждой бутыли должна быть бирка с наименованием. Разливать кислоты и другие едкие жидкости из бутылей разрешается наклоном в специальном приспособлении, обеспечивающем сохранность бутыли: При этом на горлышко бутылей надеваются насадки с уменьшенным проходным сечением. Условия хранения пустых бутылей аналогичны наполненным.

Кладовые для хранения лакокрасочных материалов устраивают в отдельных помещениях, имеющих несгораемые конструкции. Эти помещения должны быть сухими, защищенными от солнечной радиации и иметь внутреннюю температуру не выше 15 °С. Легковоспламеняющиеся растворители и краски на их основе хранят в герметически закрывающейся таре.

Тару из-под бензина и других легковоспламеняющихся жидкостей, а также из-под ядовитых веществ следует хранить закупоренной на отведенной для этой цели площадке, удаленной от места производства работ.

Глава 78. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН И ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫЕ РАБОТЫ

С целью содержания грузоподъемных машин, съемных грузозахватных приспособлений и тары в исправном состоянии, создания безопасных условий труда при их работе, а также организации правильного и своевременного их освидетельствования, ремонта и обслуживания в каждой организации назначаются из числа ИТР ответственные лица.

Лицо, ответственное по надзору за содержанием и безопасной эксплуатацией грузоподъемных машин в строительных организациях, назначается приказом по организации после проверки комиссией

знаний правил безопасности и выдачи удостоверения, подчиняется главному инженеру и работает по утвержденному им плану. В его обязанности входит: осуществление надзора за техническим состоянием, безопасной эксплуатацией и наличием технической документации на грузоподъемные машины, грузозахватные приспособления и тару; контроль за правильностью назначения и работой лиц, ответственных за исправное состояние и безопасное производство работ по перемещению грузов, а также правильностью допуска рабочих к управлению и обслуживанию грузоподъемных машин; проверка выполнения предписаний; производство первичных, очередных и внеочередных освидетельствований грузоподъемных машин.

Лицо из числа ИТР, которому в строительной организации подчинен персонал, обслуживающий краны, назначается ответственным за исправное состояние грузоподъемных кранов. Предварительно производится проверка комиссией его знаний «Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» с вручением удостоверения. Приказ издается организацией, на балансе которой находятся краны. После приказа делается запись в паспортах кранов. Основные обязанности лица, ответственного за исправное состояние кранов, состоят в контроле за содержанием грузоподъемных кранов, съемных грузозахватных приспособлений и подкрановых путей в исправном состоянии; в обслуживании и ремонте кранов обученным и аттестованным персоналом; в своевременном выводе кранов в ремонт и для технического освидетельствования; в выполнении различных предписаний, хранении и ведении технической документации на краны, съемные грузозахватные приспособления и тару, ведении журналов аттестации и периодической проверки знаний персонала.

Лица, ответственные за безопасное производство работ по перемещению грузов кранами, должны постоянно присутствовать на местах производства работ. Эти лица назначаются приказом по организации из числа мастеров, прорабов, начальников участков, в распоряжении которых находятся краны. Предварительно комиссией проводится проверка знаний «Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» и инструкций крановщика и стропальщика. Ответственность за обеспечение безопасного производства работ по перемещению грузов кранами на каждом участке работ в течение каждой смены может быть возложена только на одного работника. Приказ об этом должен иметься на участке производства работ. Основными обязанностями ответственного лица являются: обеспечение безопасности работ; организация работ кранами в соответствии с ППР и «Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов».

Погрузочно-разгрузочные работы производятся, как правило, механизированным способом в соответствии с технологическими картами, проектами производства работ, технологическими инструкциями или другими нормативно-техническими документами, содержащими требования безопасности при производстве работ данного вида.

Площадки для ведения погрузочно-разгрузочных работ должны быть спланированы и иметь уклон не более 5°. На них должны быть установлены знаки безопасности и надписи.

К выполнению погрузочно-разгрузочных работ допускается персонал, прошедший курс обучения и проверку знаний по безопасности труда, пожарной безопасности и оказанию первой помощи. Рабочие проходят инструктаж по безопасности труда и пожарной безопасности: первичный — на рабочем месте; повторный — не реже 1 раза в 3 мес; внеочередной — при нарушении требований безопасности труда, при несчастных случаях и при изменении технологического процесса. Внеочередной инструктаж следует также проводить при выполнении работ с опасными и крупногабаритными грузами. Проведение инструкций регистрируется в журнале.

Рабочие, занятые на погрузочно-разгрузочных работах, должны проходить предварительный и периодические осмотры в соответствии с требованиями Минздрава СССР.

Инженерно-технические работники, ответственные за безопасное проведение погрузочно-разгрузочных работ, при назначении на работу должны проходить проверку знаний особенностей технологического процесса, требований безопасности труда, устройства и безопасной эксплуатации подъемно-транспортного оборудования, пожарной безопасности и производственной санитарии в соответствии с их должностными обязанностями. В дальнейшем знания следует проверять в соответствии с отраслевыми правилами безопасности труда специальной комиссией совместно с представителем органов Государственного надзора.

Погрузка труб, муфт, арматуры, железобетонных и металлических конструкций систем водоснабжения и канализации должна производиться механизированно с использованием инвентарных грузозахватных приспособлений и тары (стропов, мягких полотенец, траверс, захватов, контейнеров и т. п.).

Съемные грузозахватные приспособления и тара маркируются и испытываются на предприятии-изготовителе нагрузкой, в 1,25 раза превышающей их номинальную грузоподъемность. В процессе эксплуатации съемные грузозахватные приспособления и тара должны периодически осматриваться лицом, ответственным за их исправное состояние, в следующие сроки: траверсы — не реже 1 раза в 6 мес;

клещи, захваты и тара — через 1 мес; стропы — через каждые 10 дней. Результаты осмотра должны заноситься в журнал.

Стальные канаты, не имеющие сертификатов, применять запрещается. При обнаружении в канатах и грузозахватных приспособлениях обрывов проволок их выбраковывают, если на одном шаге свивки число обрывов достигает величин, указанных в табл. 78.1.

Таблица 78.1. НОРМЫ БРАКОВКИ СТАЛЬНЫХ КАНАТОВ

Конструкция канатов при одном органическом сердечнике	Свивка канатов	Число обрывов проволок на одном шаге свивки при отношении диаметра барабана лебедки к диаметру каната		
		<6	6—7	>7
6×19=114	Крестовая Односторонняя	12 6	14 7	16 8
6×37=222	Крестовая Односторонняя	22 11	26 13	30 15
6×61=366 и 18×19=342	Крестовая Односторонняя	36 18	38 19	40 20

При наличии поверхностного износа или коррозии проволок предельное число обрывов каната при его браковке по табл. 78.1 уменьшается в соответствии со следующими нормами:

уменьшение диаметра проволок в результате поверхностного износа или коррозии, %	10	15	20	25	30 и более
число обрывов проволок на шаге свивки, % от норм по табл. 78.1	85	75	70	60	50

При уменьшении диаметра проволоки вследствие износа или коррозии на 40 % и более канат должен быть выбракован. Если в канате оборвана хотя бы одна прядь, то он к дальнейшей эксплуатации

Таблица 78.2. ЧИСЛО СЖИМОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДИАМЕТРА КАНАТА

Диаметр каната, мм	Число сжимов (не менее)	Расстояние между сжимами, мм (не менее)	Диаметр каната, мм	Число сжимов (не менее)	Расстояние между сжимами, мм (не менее)
12,5	3	100	24	5	150
15,5	3	100	28	5	180
17,5	3	120	34,5	7	200
19,5	4	120	37	8	250
21,5	4	140			

не пригоден. Использовать сращенные канаты для подъема грузов запрещается.

Число сжимов и расстояния между ними на канатах при изготовлении петель на стропах должны быть не менее указаниых в табл. 78.2.

Глава 79. ЭКСПЛУАТАЦИЯ МАШИН, ДВИЖУЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ

Перед началом работы машины следует проверить надежность крепления и исправность всех ее механизмов, тормозов, ходовой части, исправность защитных ограждений узлов и механизмов, освещение, действие световой и узловой сигнализации. Производитель работ предварительно определяет схему движения и места установки машин с учетом достаточности пространства для обзора рабочей зоны и маневрирования.

В зоне работы машин устаиавливаются знаки безопасности и предупредительные надписи.

Машинисты машин (кранов, экскаваторов, бульдозеров, трубоукладчнков и др.) с гидроприводом должны особенно тщательно следить за показателями контрольных приборов. Манометры должны быть опломбированы. Категорнчески запрещается применение в гидросистемах масел, не соответствующих маркам, указаниым в эксплуатационных документах иа машину. Особое внимание должно быть обращено на недопустимость попадания в маслопроводы механических примесей, воздуха, воды и льда, что может привести к самопроизвольному спуску или подъему рабочих органов, а также повышенным динамическим нагрузкам — работе рывками.

Работа на любых строительных машинах, а также их перемещение вблизи котлованов, траншей и канав допускается на расстоянии от них, установленном проектом производства работ. При отсутствии таких указаний (независимо от того, укреплены откосы или нет) допускаемое расстояние по горизонтали от осиования откоса выемки до ближайших опор машин следует принимать согласно табл. 79.1.

При эксплуатации машин должны быть приняты меры, исключающие опрокидывание или самопроизвольное их перемещение под действием ветра или при уклоне местности. Для кранов допустимая скорость ветра не должна превышать 15 м/с.

Строительно-монтажные работы с применеиием строительных

Таблица 79.1. МИНИМАЛЬНОЕ РАССТОЯНИЕ ПО ГОРИЗОНТАЛИ ОТ ОСНОВАНИЯ ОТКОСА ВЫЕМКИ ДО БЛИЖАЙШИХ ОПОР МАШИН

Глубина выемки, м	Расстояние, м, при грунте			
	песчаном	супесчаном	суглинистом	глинистом
1	1,5	1,25	1	1
2	3	2,4	2	1,5
3	4	3,6	3,25	1,75
4	5	4,4	4	3
5	6	5,3	4,75	3,5

машин в охранных зонах воздушных линий электропередачи могут выполняться только при наличии наряда-допуска, выдаваемого после получения разрешения от эксплуатирующей линию организации.

Охранной зоной вдоль воздушных линий электропередачи (ЛЭП) является участок земли и пространства, заключенного между вертикальными плоскостями, проходящими через параллельные прямые, отстоящие от крайних проводов в зависимости от напряжения на следующем расстоянии:

напряжение, кВ .	<1	1—20	35	110	150—220	330—500	700	800 постоянного тока
расстояние, м . .	2	10	15	20	25	30	40	30

При работе в охранной зоне ЛЭП, находящейся под напряжением, все машины, кроме гусеничных, должны быть заземлены переносным заземлением такого же сечения, как и переносное заземление, накладываемое на провода линии. При отключенной ЛЭП заземлять машины не требуется.

Согласно п. 344 Правил Госгортехнадзора при необходимости работать кранами на расстоянии до 30 м от крайнего провода ЛЭП (независимо от напряжения) следует оформлять наряд-допуск при условии получения разрешения от организации, эксплуатирующей ЛЭП. Работа в охранной зоне ЛЭП строительных машин может осуществляться только под непосредственным руководством инженерно-технического работника, указанного в наряде-допуске.

Работа машин в охранных зонах ЛЭП разрешается при условии, что расстояние от подъемной или выдвижной части машины (в том числе перемещаемого груза) в любом ее положении до вертикальной плоскости, образуемой проекцией на землю ближайшего провода, находящегося под напряжением, должно быть не менее:

напряжение, кВ .	<1	1—20	35—110	150—220	330	500—750	800 постоянного тока
допускаемое расстояние, м	1,5	2	4	5	6	9	9

У контактных проводов троллейбусной и трамвайной сетей работать на машинах допускается при условии соблюдения расстояния между крайней точкой машины и ближайшим проводом не менее 1 м, а на электрифицированной железной дороге не менее 2 м. При этом на машине должен быть смонтирован ограничитель (упор), исключающий уменьшение допустимого расстояния.

Движение машин вдоль бровок котлованов и траншей, а также преодоление различных препятствий допускается только после обследования состояния пути движения. При необходимости путь должен быть спланирован и укреплен в соответствии с технической характеристикой машины.

Во время рыхления мерзлых и прочных грунтов клиновыми или шаровыми молотами находиться людям в зоне радиусом 50 м от экскаватора запрещается. В указанной зоне запрещается также работа других машин.

Глава 80. ЭЛЕКТРОСВАРОЧНЫЕ И ГАЗОПЛАМЕННЫЕ РАБОТЫ

В соответствии с действующими положениями к сварочным работам всех видов допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие специальное обучение с дополнительной проверкой знаний по правилам техники безопасности и оформлением результатов проверки в журнале установленной формы, имеющие квалификационное удостоверение. Повторный инструктаж должен проводиться администрацией не реже 1 раза в 3 мес, а также перед каждой новой работой.

При поступлении на работу электро- и газосварщики проходят предварительный медицинский осмотр, а при последующей работе — периодические медицинские осмотры.

Для защиты глаз и лица электросварщиков следует применять маски и щитки, в смотровые отверстия которых снаружи вставлены прозрачные стекла — светофильтры, защищающие от брызг и капель расплавленного металла. Светофильтры подбираются по табл. 80.1. При газовой сварке и резке применяются специальные очки-консервы, подбираемые также по табл. 80.1.

Места производства электросварочных и газопламенных работ должны находиться от сгораемых материалов в радиусе не менее 5 м, а от взрывоопасных материалов и установок (в том числе газовых баллонов и газогенераторов) не менее 10 м. Расстояние от сварочных проводов до горячих трубопроводов и баллонов с кислоро-

Таблица 80.1. ЗАЩИТНЫЕ СВЕТОФИЛЬТРЫ

Назначение светофильтра	Обозначение	Марка стекла	Форма и размеры стекла
Для электросварщиков, работающих при силе тока, А:			
30—75	Э-1	ТС3	Прямоугольные 52×102 мм, толщиной 1,5—4 мм
75—200	Э-2		
200—400	Э-3		
>400	Э-4		
Для газосварщиков и газорезчиков, работающих при мощности пламени:			
малой	Г-1	ТС2	Круглые диаметром 35—60 мм, толщиной 1,5—3,5 мм
средней	Г-2		
большой	Г-3		
Для вспомогательных рабочих при работе:			
в цехах	В-1	ТС1	Прямоугольные или круглые
на открытых площадках	В-2, В-3	ТС1, ТС2	

дом устанавливается не менее 0,5 м, а с горючими газами — не менее 1 м.

Рабочие места сварщиков в помещениях при сварке открытой дугой отделяются от смежных рабочих мест и проходов несгораемыми экранами высотой не менее 1,8 м. При работе на открытом воздухе нескольких сварщиков вблизи друг друга и на участках интенсивного движения людей ставятся аналогичные экраны.

Газовые баллоны должны быть предохранены от ударов и действия прямых солнечных лучей, а также удалены от отопительных приборов на расстояние не менее 1 м. Газовые баллоны разрешается перевозить, хранить, выдавать и получать только лицам, прошедшим обучение по обращению с ними. Пустые баллоны хранятся раздельно от наполненных.

При эксплуатации, хранении и перемещении кислородных баллонов должны быть обеспечены меры против их соприкосновения со смазочными материалами, а также с одеждой и обтирочными материалами, имеющими следы масел.

Не допускается применять бензорезы при выполнении газопламенных работ в резервуарах, колодцах и других замкнутых емкостях.

При заболевании глаз от воздействия световой радиации дуги необходимо немедленно обратиться за врачебной помощью. До оказания медицинской помощи следует промыть глаза слабым раствором питьевой соды.

Глава 81. ИЗОЛЯЦИОННЫЕ РАБОТЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГОРЯЧИХ БИТУМНЫХ МАСТИК

На строительных открытых площадках котлы для варки мастик устанавливают на заранее спланированной территории. Расстояние до ближайших сгораемых зданий и складов должно быть не менее 50 м, до бытовок, траншей и котлованов — не менее 15 м. Запас битума и топлива не разрешается располагать ближе 5 м от котла.

Не допускается использовать в работе битумные мастики, разогретые до температуры свыше 180 °С. Битумные котлы должны быть оборудованы приборами для измерения температуры. Заполнение котлов битумом производится не более чем на $^3/_4$ вместимости. Попадание в котел вместе с битумом воды, льда и снега недопустимо. Внутри помещений использование открытого огня для подогрева битумных составов запрещается.

Транспортировать горячие битумные мастики к рабочим местам следует механизированно или с помощью ручных тележек в металлических термосах или бачках, имеющих форму усеченного конуса, обращенного широкой частью вниз, с плотно закрывающимися крышками с запорными устройствами. При этом должны быть приняты меры, исключающие возможность опрокидывания бачков. Заполнение бачков более чем на $^3/_4$ объема не разрешается. Небольшие емкости для переноски вручную заполняются с помощью черпаков с длинной ручкой. Одежда рабочих, занятых приготовлением и использованием горячих битумных мастик, должна плотно застегиваться вокруг шеи, рук и ног.

Смешивать битум с растворителем рекомендуется на расстоянии не менее 50 м от места разогрева. При смешивании разогретый битум вливают в растворитель. Не допускается вливать растворитель в расплавленный битум. Температура битума при приготовлении праймера не должна превышать 70 °С. Перемешивание осуществляется деревянными мешалками. Хранить праймер нужно в металлической таре с завинчивающимися крышками, изготовленными из материалов, не образующих искр. Отвинчивать крышки с помощью зубила и молотка запрещается.

Горячую битумную мастику в таре следует опускать в траншеи и котлованы только на прочной проверенной веревке, при этом все лица, находящиеся внизу, должны отойти в сторону на безопасное расстояние.

Глава 82. МОНТАЖ ТРУБОПРОВОДОВ

При монтаже трубопроводов наибольшую опасность представляют работы, связанные с погрузкой и разгрузкой труб, транспортированием их и укладкой в траншеи, сваркой стыков и заделкой раструбов, очисткой и изоляцией. С целью обеспечения высокого качества и уровня индустриализации монтажа систем водоснабжения и канализации и соблюдения норм охраны труда и техники безопасности основной объем работ по подготовке трубопроводов к укладке должен выполняться на производственных базах строительно-монтажных организаций: центровка; автоматическая сварка в секции; очистка и изоляция стальных трубопроводов на механизированных линиях; контрольная и укрупнительная сборки оборудования насосных, градирен, различных сооружений водоочистки; изготовление фасонных деталей и узлов.

Стальные заизолированные трубы и секции, поступающие с промышленных баз, согласно проекту производства работ, раскладываются вдоль траншеи, где производится сварка их в плети. Перед началом монтажа трубопроводов в траншеях мастер или производитель работ должен проверить устойчивость откосов и прочность крепления траншей, котлованов и колодцев.

Места производства электросварочных работ на трубопроводах защищают от атмосферных осадков, ветра, солнечной радиации временными навесами, зонтами и т. п. При начале грозы все работы на трассе прекращают, а рабочих удаляют от труб и механизмов в безопасное место.

Перед началом работ по опусканию трубопроводов в траншею должны быть тщательно проверены мягкие полотенца, стальные стропы, канаты и трубоукладочные машины. Сложность представляет опускание в траншею длинных плетей стальных трубопроводов. В этих случаях производителем работ должна быть обеспечена синхронная работа нескольких трубоукладчиков, исключающая возможность опрокидывания одного из них в траншею или же разрушения сварных стыков от перенапряжения. Раструбные трубы при опускании их в траншею должны быть застроплены так, чтобы раструб был выше гладкого конца. Не допускается скатывание труб в траншею с помощью ломов и ваг. При опускании в траншеи или котлованы различной трубопроводной арматуры грузоподъемными механизмами запрещается закреплять стропы за маховики, штоки и рычаги. Застроповывать арматуру разрешается только за корпус. При этом под строп должны быть подложены мягкие подкладки в местах ребер или острых выступов.

При работе людей в нераскрепленных траншеях и котлованах необходимо постоянно следить за состоянием откосов. При возникновении подвижности грунта или ослаблении креплений все люди немедленно удаляются из траншей и котлованов до тех пор, пока не будут приняты меры, исключающие возможность обрушения грунта. Если трубопроводы прокладываются в траншеях, пересекаемых железнодорожными или трамвайными путями, то нахождение в них людей во время движения транспорта запрещается.

Спуск рабочих в колодцы и камеры сетей водоснабжения и канализации, особенно на действующих предприятиях, без предварительной проверки их на загазованность должен быть исключен. Для выявления наличия опасных газов используют газоанализаторы. Во избежание взрыва не разрешается бросать в колодцы и камеры зажженные спички, бумагу и т. п. Обнаруженные опасные газы удаляют нагнетанием в колодцы и камеры свежего воздуха вентиляторами или естественным длительным проветриванием при открытых крышках люков. Перед спуском людей должна быть выполнена повторная проверка на отсутствие загазованности.

При работе в колодцах и камерах используются светильники во взрывобезопасном исполнении напряжением не выше 12 В. Выполнение работ в колодцах разрешается звену не менее чем из трех рабочих. Один человек работает в колодце в предохранительном поясе, на котором закреплен страховочный канат. Второй конец каната закрепляется наверху, причем его должен держать в руках один из двух страхующих рабочих, поддерживающий постоянный визуальный и звуковой контакт с работающим внизу. В случае необходимости оказания помощи рабочему, который по каким-либо причинам не может самостоятельно выбраться из колодца, он должен быть поднят оттуда на канате. Спускаться в колодец для оказания помощи пострадавшему без изолирующего или шлангового противогаза запрещается.

При перемещении тяжелых грузов по каткам нужно следить, чтобы они выступали за пределы груза не более чем на 40 см. При перемещении тяжелых грузов на санях, стальных листах — волокушах или просто волоком с применением трактора рабочие, сопровождающие груз, должны находиться сзади него на безопасном расстоянии. Находиться на перемещаемом грузе, санях или волокуше запрещается.

Глава 83. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

К работам по обслуживанию электроустановок допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие предварительный или периодический медицинский осмотр (приложение 1 к приказу Минздрава СССР от 30 мая 1969 г. № 400), имеющие соответствующую квалификацию согласно тарифно-квалификационному справочнику работ и профессий, а также требуемую квалификационную группу по технике безопасности (электробезопасности).

Электромонтажные работы в действующих электроустановках, как правило, должны выполняться после снятия напряжения со всех токоведущих частей, находящихся в зоне производства работ, их отсоединения от действующей части электроустановки, обеспечения видимых разрывов электрической цепи и заземления отсоединенных токоведущих частей. Зона производства работ должна быть отделена от действующей части электроустановки сплошным или сетчатым ограждением, препятствующим прониканию в эту часть персонала монтажной организации.

Все лица, занятые на строительно-монтажных работах, должны быть обучены безопасным способам прекращения действия электрического тока на человека и оказанию первой доврачебной помощи при электротравме.

В условиях строительной площадки необходимо предусматривать возможность отключения всех электроустановок в пределах отдельных объектов и участков работ. Наружные электропроводки временного электроснабжения должны быть выполнены изолированным проводом и размещены на опорах на высоте над уровнем земли, пола, настила не менее: 2,5 м над рабочими местами; 3,5 над проходами; 6 м над проездами. Светильники общего освещения, присоединенные к электросети напряжением 127 и 220 В, должны устанавливаться на высоте не менее 2,5 м от уровня земли, пола, настила. При высоте подвеса светильников менее 2,5 м напряжение питающей сети не должно превышать 42 В.

В качестве источника питания напряжением до 42 В применяются понижающие трансформаторы, машинные преобразователи, генераторы, аккумуляторные батареи (кроме автотрансформаторов).

При работе в особо опасных условиях (дождь, снег, сырые помещения, агрессивные пары, газы и жидкости) должны применяться переносные светильники напряжением не выше 12 В, защищенные металлической сеткой и оснащенные вилкой, исключающей возможность включения ее в сеть напряжением 110 В и более.

Металлические строительные леса, рельсовые пути электриче-

ских грузоподъемных кранов и другие металлические части строительных машин и оборудования с электроприводом должны быть заземлены (занулены).

Глава 84. ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ

84.1. Открытые земляные работы

Основной опасностью при производстве земляных работ является возможное обрушение грунта в процессе разработки или последующих работ при устройстве фундаментов, укладке трубопроводов и т. д.

До начала производства земляных работ на местности уточняется расположение всех действующих подземных коммуникаций — ставятся, как правило, металлические таблички с соответствующими знаками и надписями. Организация — производитель земляных работ разрабатывает и согласует с организацией, эксплуатирующей подземные коммуникации, мероприятия по безопасным условиям труда. При пересечении или переносе коммуникаций работы вблизи них должны производиться под непосредственным руководством прораба или инженера, а в охранных зонах действующих электрокабелей и газопроводов, кроме того, под наблюдением работников электро- или газового хозяйства. Грунт в непосредственной близости от действующих подземных коммуникаций (2 м по горизонтали и 1 м над коммуникациями) разрабатывают вручную лопатой без применения ударных инструментов.

При обнаружении в земле взрывоопасных материалов работы следует немедленно прекратить, удалить всех людей из взрывоопасной зоны и организовать ее охрану. Для принятия мер по разминированию сообщается органам местной власти.

Производство земляных работ на участках с патогенным заражением почвы (свалках, скотомогильниках, кладбищах и т. п.) производится после письменного разрешения органов Государственного санитарного надзора. На производство таких работ в обязательном порядке выдается наряд-допуск.

Котлованы и траншеи в населенных пунктах должны быть ограждены. Конструкция ограждения и место его установки указываются в проектах организации стройплощадки или организации работ. Ограждения следует выполнять из инвентарных сборных элементов, устойчивых к внешним воздействиям. На них устанавливаются предупредительные знаки и надписи, а в ночное время —

освещение. Колодцы и шурфы также ограждаются или закрываются сплошным настилом.

В местах движения людей через траншеи и канавы устраивают мостики и переходы шириной не менее 0,6 м с установкой двусторонних перил высотой 1 м. Проходы, расположенные на откосах и косогорах с уклоном более 20°, а также спуски в траншеи и котлованы, обеспечиваются стремянками или лестницами шириной не менее 0,8 м с перилами высотой 1 м.

Извлекаемый из котлованов и траншей грунт следует удалять на расстояние не менее 0,5 м от их бровок. Не допускается разрабатывать грунт способом «подкопа». При обнаружении на откосах валунов, глыб мерзлого или твердого грунта, образовавшихся «козырьков» или трещин следует немедленно удалить людей из траншеи, а грунтовой откос обрушить и выполнить заново более пологим.

При разработке траншей и котлованов глубиной не более 5 м с откосами без креплений в немерзлых и нескальных грунтах выше уровня подземных вод (с учетом капиллярного подпятия) или в грунтах, осушенных с помощью искусственного водопонижения, необходимо соблюдать крутизну откосов, приведенную в главе 39.

В зимнее время года разработка грунта (за исключением сухого песчаного) на глубину промерзания допускается без креплений с вертикальными стенками, а при дальнейшем углублении — в креплениях или с соблюдением требуемых откосов.

Крутизна откосов для выемок глубиной свыше 5 м во всех случаях и менее 5 м при неблагоприятных гидрогеологических условиях устанавливается расчетом. При глубине выемки более 15 м для обеспечения устойчивости откоса, а также для задержания падающего грунта и камней устраиваются предохранительные бермы, ширина которых находится по формуле $a \geqslant 0{,}1H$ (где H — высота уступа до бермы).

Производство работ в котлованах и траншеях, подвергшихся увлажнению атмосферными осадками или подземными водами, разрешается только после тщательного осмотра производителем работ состояния откосов. Для защиты откосов от поверхностных вод с нагорной стороны выемок необходимо устраивать отводные канавы.

Разработка траншей с вертикальными стенками экскаваторами непрерывного действия в связных грунтах (глинах, суглинках) допускается на глубину не более 3 м. В местах, где в дальнейшем потребуется пребывание людей, вертикальные стенки траншей должны быть укреплены креплениями.

84.2. Бестраншейная прокладка трубопроводов

К работе по бестраншейной прокладке трубопроводов, а также щитовой проходке допускаются рабочие не моложе 18 лет, специально обученные методам производства работ (прокол, продавливание, горизонтальное бурение, щитовая проходка), прошедшие медицинское освидетельствование как проходчики, а также вводный и производственный инструктаж по технике безопасности на рабочем месте. Женщины к ручной разработке грунта в продавливаемых трубопроводах не допускаются.

На все применяемые машины и установки у производителя работ должны быть инструкции по эксплуатации и устройству.

Ручная разработка грунта рабочими и производство других видов работ в продавливаемом трубопроводе допускается при диаметре трубы не менее 1200 мм и длине не более 40 м.

Длительность непрерывного пребывания рабочего внутри трубопровода не должна превышать 1 ч, а интервалы между рабочими циклами устанавливаются не менее 30 мин.

При ручной разработке грунта в продавливаемом трубопроводе длиной 10 м и более обеспечивается принудительная вентиляция с подачей свежего воздуха в количестве не менее 10 м³/ч. Забор подаваемого в трубопровод воздуха должен производиться в местах, не загрязненных пылью, дымом, газами. Запрещается вентилирование забоя (глухого) в трубопроводе струей сжатого воздуха от компрессора без применения эжекторов.

Для освещения внутри продавливаемого трубопровода используется напряжение не выше 12 В. Лампа освещения защищается металлической сеткой.

Установки и механизмы, работающие от электропривода, должны быть заземлены.

Горизонтальное продавливание труб с ручной разработкой грунта внутри их допускается только при условиях, исключающих прорыв в забой газов, воды или содержимого выгребных ям. С рабочими, занятыми внутри трубопровода, должна быть обеспечена двусторонняя связь.

Запрещается разрабатывать вручную грунт за пределами ножевой части продавливаемого трубопровода.

Глава 85. ПНЕВМАТИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ

В исключительных случаях (зимнее время, отсутствие воды), когда нельзя производить гидравлическое испытание, допускается испытывать сети и сооружения водоснабжения и канализации пневматическим способом.

Пневматическое испытание трубопроводов должно производиться в строгом соответствии с проектом производства работ под непосредственным руководством производителя работ или мастера в присутствии представителя заказчика.

Пневматическое испытание трубопроводов на прочность запрещается производить в действующих цехах, а также на эстакадах, в каналах и лотках, где уложены действующие трубопроводы. Не допускается проведение пневматических испытаний надземных чугунных, железобетонных, асбестоцементных, керамических и стеклянных трубопроводов.

Перед началом проведения испытаний необходимо выполнить следующие обязательные мероприятия:

ознакомить весь персонал, участвующий в испытаниях, с порядком проведения работ и мероприятиями по безопасному их выполнению;

предупредить работающих на смежных участках о времени проведения испытаний;

оградить или обозначить соответствующими знаками и предупреждающими надписями зону испытаний;

установить посты из расчета один пост в пределах видимости другого, но не реже чем через каждые 200 м друг от друга для предупреждения об опасной зоне;

определить места и условия безопасного пребывания лиц, занятых испытанием;

обеспечить освещенность зоны испытаний во время их проведения не менее 50 лк;

назначить конкретных лиц, ответственных за выполнение мероприятий по обеспечению безопасности, предусмотренной программой испытаний.

К моменту начала проведения испытаний постоянные бетонные упоры должны достигнуть проектной прочности. При наличии на испытываемом участке трубопровода раструбов и муфт с резиновыми уплотнителями, сальниковых компенсаторов и т. п. на концах участка устанавливаются временные упоры, обеспечивающие восприятие усилий, возникающих при повышении давления в трубопроводе.

При пневматическом испытании трубопроводов предохранительные клапаны должны быть отрегулированы на соответствующее давление. Пружинные манометры, применяемые при испытании, должны быть проверены и опломбированы организациями Госстандарта СССР на местах.

Давление воздуха в трубопроводе до испытательной величины повышают постепенно, ступенями, при постоянном контроле за показаниями приборов. Осмотр трубопровода разрешается проводить только после снижения давления воздуха с испытательной величины до рабочей. Категорически запрещается ходить по трубопроводу, находящемуся под давлением свыше атмосферного.

Выявление неплотностей и других дефектов на испытываемом участке трубопровода может быть произведено по одному из следующих признаков:

по звуку просачивающегося воздуха;

по пузырям, образующимся в местах утечки воздуха из трубопровода при покрытии стыковых соединений и других мест мыльной эмульсией;

по запаху одорированного воздуха, вытекающего через неплотности на испытываемом участке трубопровода (одорант добавляется к подаваемому компрессором воздуху);

по показателям галоидных течеискателей при применении галоидных добавок к воздуху, вводимому в испытываемый трубопровод.

Устранять недоделки на трубопроводах и оборудовании, обнаруженные в процессе проведения испытаний, можно только после отключения испытываемого участка от компрессора и снижения в нем давления до атмосферного.

Обстукивание сварных швов при наличии давления в трубопроводе выше атмосферного запрещается.

ГОСТЫ НА ПОЛИМЕРНЫЕ ТРУБЫ И ФАСОННЫЕ ЧАСТИ К НИМ

ГОСТ 22689.0—77	Трубы пластмассовые канализационные и фасонные части к ним. Общие технические требования и методы испытаний.
ГОСТ 22689.1—77	Трубы пластмассовые канализационные и фасонные части к ним. Сортамент.
ГОСТ 22689.2—77	Трубы пластмассовые канализационные и фасонные части к ним. Раструбы и гладкие концы фасонных частей. Типы, конструкция и размеры.
ГОСТ 22689.3—77	Трубы пластмассовые канализационные и фасонные части к ним. Трубы. Конструкция и размеры.
ГОСТ 22689.4—77	Трубы пластмассовые канализационные и фасонные части к ним. Патрубки. Конструкция и размеры.
ГОСТ 22689.5—77	Трубы пластмассовые канализационные и фасонные части к ним. Патрубки компенсационные. Конструкция и размеры.
ГОСТ 22689.6—77	Трубы пластмассовые канализационные и фасонные части к ним. Патрубки переходные. Конструкция и размеры.
ГОСТ 22689.7—77	Трубы пластмассовые канализационные и фасонные части к ним. Патрубки приборные. Конструкция и размеры.
ГОСТ 22689.8—77	Трубы пластмассовые канализационные и фасонные части к ним. Патрубки седельчатые. Конструкция и размеры.
ГОСТ 22689.9—77	Трубы пластмассовые канализационные и фасонные части к ним. Отводы. Конструкция и размеры.
ГОСТ 22689.10—77	Трубы пластмассовые канализационные и фасонные части к ним. Тройники. Конструкция и размеры.
ГОСТ 22689.11—77	Трубы пластмассовые канализационные и фасонные части к ним. Крестовины. Конструкция и размеры
ГОСТ 22689.12—77	Трубы пластмассовые канализационные и фасонные части к ним. Крестовины двухплоскостные. Конструкция и размеры.
ГОСТ 22689.13—77	Трубы пластмассовые канализационные и фасонные части к ним. Муфты. Конструкция и размеры.
ГОСТ 22689.14—77	Трубы пластмассовые канализационные и фасонные части к ним. Муфты с вкладной электроспиралью. Конструкция и размеры.

ГОСТ 22689.15—77	Трубы пластмассовые канализационные и фасонные части к ним. Ревизии. Конструкция и размеры.
ГОСТ 22689.16—77	Трубы пластмассовые канализационные и фасонные части к ним. Заглушки. Конструкция и размеры.
ГОСТ 22689.17—77	Трубы пластмассовые канализационные и фасонные части к ним. Гайки накидные. Конструкция и размеры.
ГОСТ 22689.18—77	Трубы пластмассовые канализационные и фасонные части к нпм. Лента прокладочная. Конструкция и размеры.
ГОСТ 22689.19—77	Трубы пластмассовые канализационные и фасонные части к ним. Кольца уплотнительные. Конструкция и размеры.
ГОСТ 22689.20—77	Трубы пластмассовые канализационные и фасонные части к ним. Прокладки уплотнительные. Конструкция и размеры.

ПРИЛОЖЕНИЕ II

ГОСТы И ТУ НА ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СВАРКИ И СКЛЕИВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

ГОСТ 9293—74*	Азот газообразный и жидкий технический.
ГОСТ 10157—79*	Аргон газообразный и жидкий.
ГОСТ 2768—84*	Ацетон технический.
ГОСТ 3134—78*	Бензин — растворитель для лакокрасочной промышленности.
ГОСТ 9833—73*	Кольца резиновые уплотнительные круглого сечения для гидравлических и пневматических устройств.
ГОСТ 9968—86	Метилен хлористый технический.
ГОСТ 18300—87	Спирт этиловый ректификованный технический.
ГОСТ 17299—78*	Спирт этиловый технический
ТУ 6-19-246-84	Прутки сварочные из полиолефинов.

КОМПЛЕКТ ЧУГУННЫХ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ НА 1000 м ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫХ РАСТРУБНЫХ ТРУБ

№ п.п.	Деталь	Условное обозначение	Масса 1 шт. (справочно), кг	Количество, шт.
	Для труб наружным диаметром 110 мм			
1	Тройник раструбный с условным проходом 100 мм	MMB-KS100/100	10,2	5
2	Патрубок фланец — раструб с условным проходом 100 мм	E-KS100	6,2	10
3	Патрубок фланец — гладкий конец с условным проходом 100 мм	F-KS100	6	10
	Для труб наружным диаметром 140 мм			
1	Тройник раструбный с условным проходом боковых раструбов 125 мм и горловины, мм:	MMB-KS		
	100	125/100	18,4	1
	125	125/125	20,8	5
2	Патрубок фланец — раструб с условным проходом 125 мм	E-KS125	9,8	10
3	Патрубок фланец — гладкий конец с условным проходом 125 мм	F-KS125	9,1	10
	Для труб наружным диаметром 160 мм			
1	Тройник раструбный с условным проходом боковых раструбов 150 мм и горловины, мм:	MMB-KS		
	100	150/100	22	1
	125	150/125	23,9	1
	150	150/150	26,8	5
2	Переход раструбный с условным диаметром раструбов 150 и 100 мм	MMP-KS150/100	10,3	10
3	Патрубок фланец — раструб с условным проходом 150 мм	E-KS	12,7	10
4	Патрубок фланец — гладкий конец с условным проходом 150 мм	F-KS150	11,6	10

№ п.п.	Деталь	Условное обозначение	Масса 1 шт. (справочно), кг	Количество, шт.
	Для труб наружным диаметром 225 мм			
1	Тройник раструбный с условным проходом боковых раструбов 200 мм и горловины, мм:	MMB-KS		
	100	200/100	36,8	1
	125	200/125	39	1
	150	200/150	41,9	1
	200	200/200	48,8	10
2	Тройник раструб — фланец с условным проходом 200 мм	MMA-KS200/200	53,2	10
3	Патрубок фланец — раструб с условным проходом 200 мм	E-KS200	22	10
4	Патрубок фланец — гладкий конец с условным проходом 200 мм	F-KS200	16,9	10
	Для труб наружным диаметром 280 мм			
1	Тройник раструб — фланец с условным проходом 250 мм	MMA-KS250/250	65	10
2	Патрубок фланец — раструб с условным проходом 250 мм	E-KS250	25,7	10
3	Патрубок фланец — гладкий конец с условным проходом 250 мм	F-KS250	23,1	10
	Для труб наружным диаметром 315 мм			
1	Тройник раструб — фланец с условным проходом 300 мм	MMA-KS300/300	80	10
2	Патрубок фланец — раструб с условным проходом 300 мм	E-KS300	32,7	10
3	Патрубок фланец — гладкий конец с условным проходом 300 мм	F-KS300	36,6	10

ТИП И МАТЕРИАЛЫ ИЗОЛЯЦИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАЗНАЧЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ

Тип и материалы *изоляционного* покрытия	Назначение трубопроводов		
	для магистральных, групповых и межхозяйственных водопроводов	для систем городов, населенных пунктов и промышленных предприятий	для оросительных систем и систем сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения
Тип изоляции:			
нормальная	+	—	—
усиленная	+	—	—
весьма усиленная	—	+	+
Материалы:			
полимерные	+	+	+
битумно-резиновые	+	+	+
битумно-полимерные	+	+	+
битумно-минеральные	—	+	+
каменноугольные	—	+	+
этиленовые	—	+	+

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ УСЛОВИЯ НАНЕСЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОКРЫТИЙ ИЗ ЛИПКИХ ПОЛИМЕРНЫХ ЛЕНТ

Лента	ГОСТ или ТУ	Допустимая минимальная температура при нанесении покрытия, °С	Температурный интервал при эксплуатации, °С	Примечания
Поливинилхлоридная ПВХ*	МРТУ 6-05-1040-67	+5	От +70 до —30	Применяется только в летнее время
Поливинилхлоридная с пластификатором ПВХ-СЛ	ТУ 51-525-72	—12	От +40 до —20	Запрещается применять на трубопроводах с температурой выше 40 °С
Поливинилхлоридная морозостойкая пластифицированная:				
ЛМ-1	ТУ 63-69	—40	От +40 до —60	Допускается нанесение в зимнее время
ЛМ-2	ТУ 63-69	—30	От +50 до —50	То же
Поливинилхлоридная теплостойкая ПВХ-ЛТЛ	ТУ 51-107-275-69	—5	От +85 до —30	Наносится только в летнее время
Поливинилхлоридная сланцевая МИЛ-ПВХ-СЛ	ТУ 51-456-72	—12	От +40 до —30	Допускается нанесение в зимнее время
Полиэтиленовая (высокого давления), стабилизированная сажей, ПЭЛ	СТУ 30-12206-61	—40	От +85 до —30	То же

* Дополнительные сведения по лентам ПВХ см. ТУ 6-19-212-87 и ТУ 6-19-103-78.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Баришполов В. Ф. Строительство наружных трубопроводов. — 2-е изд. — М.: Высшая школа, 1985. — 200 с.

Барсов И. Л. Строительные машины и оборудование. — 2-е изд. — М.: Стройиздат, 1986. — 510 с.

Дудоладов Ю. А., Саттаров Т. Х., Шагов Н. П. Краны-трубоукладчики. — М.: Высшая школа, 1976. — 276 с.

Кигель Е. М. Эксплуатация канализационных очистных сооружений. — 2-е изд. — К.: Будівельник, 1978. — 144 с.

Лобачев П. В., Шевелев Ф. Л. Расходомеры для систем водоснабжения и канализации. — М.: Стройиздат, 1976. — 304 с.

Москвитин Б. А., Мироичик Г. М. Оборудование водопроводных и канализационных сооружений. — М.: Стройиздат, 1979. — 430 с.

Перешивкин Б. Л., Александров А. Л., Готовцев В. И. Монтаж напорных труб со стыковым соединением на резиновых уплотнителях. — 2-е изд. — М.: Стройиздат, 1986. — 136 с.

Пономаренко В. С. Вентиляторные градирни. — М.: Стройиздат, 1976, — 216 с.

Смородинов М. И. Водопонизительные установки. — М.: Стройиздат, — 1984. — 115 с.

Шестопал А. И., Ромейко В. С. Проектирование, строительство и эксплуатация трубопроводов из полимерных материалов. — М.: Стройиздат, 1985. — 303 с. (Справочник проектировщика).

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие 3

РАЗДЕЛ I. МАТЕРИАЛЫ И АРМАТУРА 4

Глава 1. Трубы стальные 4

1.1. Трубы стальные водогазопроводные 4
1.2. Трубы стальные электросварные холоднодеформированные 5
1.3. Трубы стальные электросварные прямошовные . . . 5
1.4. Трубы стальные горячедеформированные, холоднодеформированные и теплодеформированные 13
1.5. Трубы стальные электросварные со спиральным швом . 15

Глава 2. Трубы чугунные напорные 18

2.1. Трубы чугунные напорные, изготовляемые методом центробежного и полунепрерывного литья 18
2.2. Трубы чугунные напорные со стыковыми соединениями на резиновых уплотнителях 19

Глава 3. Трубы асбестоцементные 22

3.1. Трубы асбестоцементные для напорных трубопроводов . 22
3.2. Трубы асбестоцементные для безнапорных трубопроводов 28

Глава 4. Трубы керамические 29

Глава 5. Трубы железобетонные и бетонные 32

5.1. Трубы железобетонные безнапорные 32
5.2. Трубы бетонные безнапорные 40
5.3. Трубы железобетонные напорные 44

Глава 6. Трубы полиэтиленовые и винипластовые 48

Глава 7. Фасонные части 53

7.1. Стальные фасонные части 53
7.2. Бесшовные приварные фасонные части 58
7.3. Стальные сварные фасонные части 71
7.4. Полиэтиленовые фасонные части 78
7.5. Винипластовые фасонные части 78

Глава 8. Прокладки и прокладочные материалы . . . 80

Глава 9. Задвижки и затворы 85

9.1. Требования к трубопроводной арматуре 85
9.2. Технические условия к задвижкам 85
9.3. Задвижки с ручным управлением 93
9.4. Задвижки с электрическим приводом 98
9.5. Задвижки с гидравлическим приводом 106
9.6. Затворы 107

Глава 10. Клапаны 108

10.1. Клапаны обратные приемные 108
10.2. Клапаны обратные поворотные 111
10.3. Клапаны предохранительные пружинные фланцевые стальные 119

Глава 11. Гидранты пожарные 122

11.1. Гидранты пожарные по ГОСТ 8220—85Е 122
11.2. Гидранты пожарные 123
11.3. Гидранты-колонки 123

Глава 12. Фланцы арматуры, фасонных частей и трубопроводов 124

Глава 13. Водоразборные колонки 130

Глава 14. Компенсаторы сальниковые 131

РАЗДЕЛ II. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ . . . 134

Глава 15. Оборудование для водопроводных сооружений . . . 134

15.1. Решетки сорозадерживающие 134

Стр.

15.2. Сетки сорозадерживающие 136
15.3. Оборудование для удаления осадков из водоприемных камер и самотечных линий 138
15.4. Устройства для разрыхления и удаления осадка из самотечных линий 139
15.5. Сетчатые барабанные фильтры 141
15.6. Автоматические гасители гидравлических ударов . . . 143
15.7. Расходомеры (водомеры) 145
15.8. Диафрагмы измерительные 148
15.9. Сопло Вентури 149
15.10. Установки для обеззараживания воды бактерицидными лучами 150

Глава 16. Центробежные насосы 153

16.1. Общие сведения 153
16.2. Основные типы и технические характеристики центробежных насосов 156

Глава 17. Оборудование сооружений для очистки сточных и оборотных вод 171

17.1. Решетки 171
17.2. Оборудование для удаления осадка 173
17.3. Оборудование для сгребания осадка и всплывающих загрязнений 175
17.4. Оборудование для дробления отбросов 181
17.5. Оборудование вентиляторных градирен 183
17.6. Оборудование для хлорирования 185
17.7. Оборудование для аэрирования 187
17.8. Оборудование метантенков 189
17.9. Сальники сварные 193
17.10. Патрубки ребристые 195
17.11. Колонки управления 197

РАЗДЕЛ III. ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ, ДАННЫЕ ПО СТОИМОСТИ РАБОТ, ТРУДОЗАТРАТАМ, РАСХОДУ МАТЕРИАЛОВ И ОСНАЩЕНИЮ МОНТАЖНЫХ УПРАВЛЕНИЙ 199

Глава 18. Проектная документация 199

18.1. Проект организации строительства 199
18.2. Проект производства работ 199
18.3. Рабочие чертежи к техническому проекту 200

Глава 19. Укрупненные показатели стоимости строительства трубопроводов 201

Глава 20. Укрупненные показатели затрат труда на строительстве трубопроводов 211

Глава 21. Расход эксплуатационных материалов при работе машин и механизмов 216

Глава 22. Механизированный инструмент 226

Глава 23. Оборудование для полевой строительной лаборатории (перечень оборудования при годовой программе работ 2,5—3 млн. руб.) 251

Глава 24. Определение количества труб в условных единицах . 253

24.1. Переводные коэффициенты для керамических труб . . 253
24.2. Переводные коэффициенты для асбестоцементных труб и муфт 254

РАЗДЕЛ IV. СТРОИТЕЛЬНЫЕ И МОНТАЖНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ 256

Глава 25. Машины для земляных работ 256
Глава 26. Автомобили, тракторы и прицепы 273

Стр.

Глава 27. Подъемно-транспортные машины и оборудование . . 286

Глава 28. Сварочные машины и оборудование . . 299

Глава 29. Водоотливное и водопонизительное оборудование . . 302

Глава 30. Наполнительное и опрессовочное оборудование . . 304

Глава 31. Передвижные электрические станции, агрегаты и компрессоры 305

Глава 32. Домкраты 307

Глава 33. Лебедки и тали 309

Глава 34. Машины и оборудование для очистки и изоляции труб . 311

Глава 35. Такелажные устройства 314

35.1. Канаты пеньковые бельные 314
35.2. Сварные грузовые и тяговые цепи 316
35.3. Канаты стальные 317
35.4. Стропы 321
35.5. Определение натяжения в ветви стропа 324
35.6. Стропы с торцовыми захватами 325
35.7. Полиспасты и мачты 326

РАЗДЕЛ V. ЗАГОТОВИТЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО . . . 327

Глава 36. Централизованное изготовление узлов трубопроводов . 327

Глава 37. Централизованное изготовление прямолинейных секций трубопроводов из стальных труб 330

Глава 38. Изготовление деталей узлов стальных трубопроводов . 339

РАЗДЕЛ VI. ПРОИЗВОДСТВО ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ . . . 345

Глава 39. Траншеи для трубопроводов 345

Глава 40. Крепление траншей с вертикальными стенками . . . 348

Глава 41. Осушение котлованов и траншей 351

41.1. Открытый водоотлив 352
41.2. Искусственное понижение уровня подземных вод иглофильтровыми установками 353
41.3. Эжекторные иглофильтры 357
41.4. Водопонижение с вакуумированием 359
41.5. Водопонижение с электроосмосом 360

Глава 42. Земляные работы в зимних условиях 361

42.1. Предохранение грунта от промерзания 361
42.2. Оттаивание мерзлых грунтов 362
42.3. Рыхление мерзлых грунтов 365

Глава 43. Подсчет объемов земляных работ 367

Глава 44. Объем разработки грунта при устройстве котлованов для колодцев 369

Глава 45. Разработка траншей экскаваторами 369

РАЗДЕЛ VII. МОНТАЖ ТРУБОПРОВОДОВ 372

Глава 46. Общие сведения 372

46.1. Разбивка трассы трубопроводов в плане и по профилю . 372
46.2. Пересечение трубопровода с подземными коммуникациями 374
46.3. Подготовка основания 377
46.4. Укладка труб 377
46.5. Выбор кранового оборудования 380

Глава 47. Стальные трубопроводы 380

47.1. Подготовка и сборка труб под сварку 380
47.2. Сварочные материалы 381

Стр.
47.3. Технология ручной сварки стыков труб 383
47.4. Технология автоматической сварки под флюсом поворотных стыков труб 384
47.5. Полуавтоматическая сварка поворотных стыков труб в среде углекислого газа и порошковой проволокой . . 385
47.6. Сварка стыков труб в условиях отрицательных температур 386
47.7. Сварка стыков труб из дисперсионно-твердеющих сталей 386
47.8. Маркировка легированных сталей и сварочной проволоки 388
47.9. Защита подземных трубопроводов от коррозии . . . 388
47.10. Защита внутренней поверхности стальных труб от коррозии 394
47.11. Производство изоляционных работ 396
47.12. Контроль качества изоляции 397
47.13. Укладка трубопроводов 398

Глава 48. Бетонные и железобетонные трубопроводы 400

48.1. Основания под трубопроводы 400
48.2. Монтаж напорных трубопроводов 406
48.3. Монтаж безнапорных железобетонных и бетонных трубопроводов 419

Глава 49. Чугунные трубопроводы с заделкой стыкового соединения прядью и асбестоцементом 426

49.1. Укладка и центровка труб 426
49.2. Устройство водонепроницаемого уплотнения 427
49.3. Устройство асбестоцементного замка 428
49.4. Заделка стыковых соединений в зимнее время . . . 430
49.5. Инструмент для заделки стыков раструбных чугунных трубопроводов 430

Глава 50. Чугунные трубопроводы со стыковыми соединениями на резиновых уплотнителях 433

50.1. Конструкции стыковых соединений 433
50.2. Монтаж стыкового соединения с резиновой самоуплотняющейся манжетой 434
50.3. Монтаж фасонных частей 435
50.4. Монтажные приспособления 435

Глава 51. Керамические трубопроводы 438

51.1. Укладка трубопроводов 438
51.2. Заделка стыков 439

Глава 52. Асбестоцементные трубопроводы 441

52.1. Монтаж стыковых соединений напорных трубопроводов . 441
52.2. Монтаж фасонных частей 445
52.3. Монтаж и заделка стыковых соединений безнапорных трубопроводов 446

Глава 53. Пластмассовые трубопроводы 448

53.1. Винипластовые трубопроводы 448
53.2. Полиэтиленовые и полипропиленовые трубопроводы . . 452
53.3. Станки, инструменты и приспособления для обработки пластмассовых изделий 464

Глава 54. Камеры и колодцы из сборных железобетонных элементов 464

54.1. Типовые проекты камер и колодцев 464
54.2. Типы и основные размеры 471
54.3. Определение габаритов колодцев 471
54.4. Гидроизоляция колодцев 471

РАЗДЕЛ VIII. СПЕЦИАЛЬНЫЕ РАБОТЫ 474

Глава 55. Прокладка трубопроводов через сложные естественные препятствия 474

55.1. Наземные переходы 474
55.2. Надземные переходы 474

Стр.

55.3. Подземные переходы 474
55.4. Подводные переходы — дюкеры 478
55.5. Разработка подводных траншей 480
55.6. Укладка подводных трубопроводов 487
55.7. Балластные грузы 493
55.8. Спусковая дорожка и стапели 494
55.9. Инвентарные разгружающие понтоны 495

Глава 56. Лучевые водозаборы 496

56.1. Область применения 496
56.2. Инженерно-геологические изыскания для проектирования лучевых водозаборов 499
56.3. Методы сооружения водосборного колодца 501
56.4. Проходка горизонтальных скважин 502
56.5. Расчет усилий вдавливания 504
56.6. Оборудование и приспособления 506

Глава 57. Бестраншейная прокладка трубопроводов 510

57.1. Типовые схемы переходов трубопроводов под дорогами . 510
57.2. Назначение и конструкция труб-кожухов 511
57.3. Прокладка труб-кожухов прокалыванием и продавливанием 517
57.4. Прокладка труб-кожухов прокалыванием тракторами . 531
57.5. Прокладка труб-кожухов прокалыванием пневмоударными и виброударными машинами 531
57.6. Прокладка труб-кожухов продавливанием с использованием виброударных установок 533
57.7. Прокладка труб-кожухов продавливанием с механизированной разработкой грунта 535
57.8. Прокладка труб-кожухов горизонтальным бурением . . 540
57.9. Технико-экономические показатели разных методов бестраншейной прокладки стальных труб-кожухов . . . 545

РАЗДЕЛ IX. МОНТАЖ ОБОРУДОВАНИЯ 547

Глава 58. Монтаж насосных станций 547

58.1. Общие сведения 547
58.2. Ревизия насосов 547
58.3. Монтаж насосных агрегатов 548
58.4. Допуски на монтаж насосов 556
58.5. Присоединение трубопроводов и арматуры к насосам . 558
58.6. Монтаж артезианских насосов 558

Глава 59. Монтаж арматуры и фасонных частей 559

59.1. Фланцевые соединения 559
59.2. Задвижки 559

Глава 60. Монтаж оборудования иефтеловушек 559

Глава 61. Монтаж вращающихся сеток 561

Глава 62. Монтаж оборудования вентиляторных градирен . . . 562

62.1. Сборка вентиляторов 562
62.2. Установка угла атаки лопастей 563
62.3. Балансировка ротора 564
62.4. Проверка качества монтажа 564
62.5. Пуск и обкатка 565
62.6. Гарантийные обязательства завода-изготовителя . . . 566

Глава 63. Монтаж установки для обеззараживания воды бактерицидными лучами ОВ-1П-РКС 566

Глава 64. Монтаж приборов для измерения расходов жидкостей 568

64.1. Монтаж диафрагмы 568
64.2. Требования к установке скоростных водомеров . . . 570

Глава 65. Диктующие отметки на канализационных сооружениях 571

Глава 66. Монтаж илоскреба ИПР-40 573

Стр.

Глава 67. Монтаж илососа ИВР-40 575

Глава 68. Монтаж оборудования аэротенков 576

Глава 69. Монтаж хлоратора ЛОНИИ-100-К 578

РАЗДЕЛ X. ИСПЫТАНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ, СООРУЖЕНИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ . . . 580

Глава 70. Испытание напорных трубопроводов . . . 580

70.1. Общие положения 580
70.2. Подготовка к проведению гидравлического испытания на прочность и герметичность 583
70.3. Проведение гидравлического испытания на прочность и герметичность 585
70.4. Пневматическое испытание 588
70.5. Упоры для испытания напорных трубопроводов . . 598

Глава 71. Гидравлическое испытание безнапорных трубопроводов . 602

Глава 72. Испытание наружных трубопроводов в особых условиях 607

Глава 73. Порядок проведения промывки и дезинфекции трубопроводов и сооружений хозяйственно-питьевого водоснабжения 608

Глава 74. Приемка наружных трубопроводов в эксплуатацию . . 612

Глава 75. Испытание сооружений и оборудования 614

75.1. Гидравлическое испытание емкостных сооружений . . 614
75.2. Испытание и приемка метантенков и газгольдеров . . 615
75.3. Испытание илоскребов и илососов и правила их приемки 616
75.4. Испытание насосов 617

РАЗДЕЛ XI. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА И ТРЕБОВАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ 622

Глава 76. Складирование материалов и изделий 622

Глава 77. Транспортирование и хранение горючих и взрывоопасных веществ 623

Глава 78. Эксплуатация грузоподъемных машин и погрузо-разгрузочные работы 624

Глава 79. Эксплуатация машин, движущихся в процессе работы . 628

Глава 80. Электросварочные и газопламенные работы 630

Глава 81. Изоляционные работы с применением горячих битумных мастик 632

Глава 82. Монтаж трубопроводов 633

Глава 83. Обеспечение электробезопасности 635

Глава 84. Земляные работы 636

84.1. Открытые земляные работы 636
84.2. Бестраншейная прокладка трубопроводов 638

Глава 85. Пневматическое испытание трубопроводов . . . 639

Список литературы 647

Справочное издание

Персшивкин Анатолий Константинович, **Александров** Александр Александрович, **Булыиин** Евгсний Дмитриевич, **Гусев** Борис Васильевич, **Далматова** Наталия Яковлевна, **Иванов** Евгснй Александрович, **Лавров** Гавринл Ефимович, **Плотников** Сергей Борисович, **Филиппович** Владимир Владимирович

МОНТАЖ СИСТЕМ ВНЕШНЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КЛНАЛИЗАЦИИ

Редактор Г. А. Лебедева
Мл. редактор И. В. Баранова
Техиический редактор М. Г. Лнгерт
Корректор Н. Л. Маликова

ИБ № 3825

Сдано в набор 29.02.88. Подписано в печать 6.10.88. Т-18182. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага тип. № 2. Гарнитура «Литературная». Печать высокая. Усл. печ. л. 34,44. Усл. кр.-отт. 34,44. Уч.-изд. л. 44,14. Тираж 63 000 экз.
Изд. № АХ-1096. Заказ № 36. Цена 2 р. 50 к.

Стройиздат, 101442, Москва, Каляевская, 23а

Владимирская типография Союзполиграфпрома при Государствеиином комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжиой торговли
600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

Стройиздат в 1989 г. выпустит в свет:

1. **Белецкий Б. Ф., Зотов Н. И., Ярославский Л. В. Конструкции водопроводно-канализационных сооружений:** Справ. пособие. — 37 л.
2. **Внутренние санитарно-технические устройства. В 2 ч. Ч. I. Отопление, водопровод и канализация/ Н. И. Березина, В. Н. Богословский, С. С. Васильев и др.:** Под ред. И. Г. Староверова, Ю. И. Шиллера. — 4-е изд., перераб. и доп. (Справочник проектировщика). — 63 л.