



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный
технический университет**

Кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция»

**ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ МОНТАЖА
ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ
ИЗ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ИЗОЛИРОВАННЫХ
ПЕНОПОЛИУРЕТАНОМ СТАЛЬНЫХ ТРУБ
В ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ ОБОЛОЧКЕ**

Учебно-методическое пособие

**Минск
БНТУ
2013**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция»

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ МОНТАЖА
ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ИЗ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ИЗОЛИРОВАННЫХ
ПЕНОПОЛИУРЕТАНОМ СТАЛЬНЫХ ТРУБ
В ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ ОБОЛОЧКЕ

Учебно-методическое пособие
по выполнению курсового проекта
для студентов специальности 1-70 04 02
«Теплогазоснабжение, вентиляция
и охрана воздушного бассейна»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области строительства и архитектуры*

Минск
БНТУ
2013

УДК 697:378.147.091.214(075.8)

ББК 38.762я7

О-64

А в т о р ы :

И. И. Станецкая, Е. С. Калиниченко,

В. Д. Сизов, Ю. А. Станецкая

Р е ц е н з е н т ы :

Р. А. Минаев, А. А. Шабельник

О-64 **Организация** и планирование монтажа тепловых сетей из предварительно изолированных пенополиуретаном стальных труб в полиэтиленовой оболочке : учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта для студентов специальности 1-70 04 02 «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» / И. И. Станецкая [и др.]. – Минск : БНТУ, 2013. – 143 с.

ISBN 978-985-550-260-0.

Учебно-методическое пособие разработано в соответствии с учебным планом подготовки студентов специальности 1-70 04 02 «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» и программой дисциплины «Организация, планирование и управление производством».

Рассмотрены особенности организации и планирования монтажа предварительно изолированных труб, фасонных частей и запорной арматуры при бесканальной прокладке тепловых сетей. Изложена последовательность выполнения монтажных работ. Приведены рекомендации и необходимые формулы для расчета объемов работ, пояснения к разработке календарного графика и графика движения рабочих кадров по объекту, сетевого графика и технологической карты, примеры составления спецификации основных материалов, подсчета количества термоусаживаемых муфт, определения объема песка при обратной засыпке трубопроводов, справочные материалы и литература, необходимые для выполнения курсового проекта.

УДК 697:378.147.091.214(075.8)

ББК 38.762я7

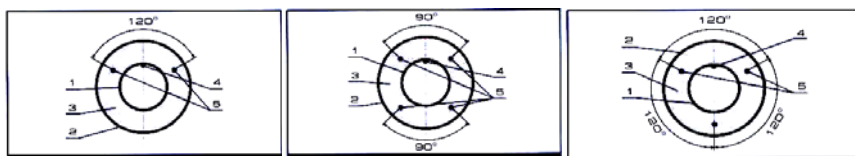
ISBN 978-985-550-260-0

© Белорусский национальный
технический университет, 2013

Введение

Технология бесканальной прокладки предварительно изолированных в заводских условиях труб и фасонных частей для систем теплоснабжения является прогрессивным способом энергосбережения, поскольку позволяет снизить тепловые потери, увеличить сроки службы трубопроводов, снизить стоимость капитального строительства, уменьшить годовые затраты на эксплуатацию тепловых сетей.

Предварительно изолированные трубы (ПИ трубы) представляют собой жесткую конструкцию типа «труба в трубе», состоящую из стальной трубы, изолирующего слоя из пенополиуретана (ППУ) и внешней защитной оболочки (рисунок).



ПИ труба:

1 – труба стальная (оцинкованная); 2 – полиэтиленовая труба-оболочка;
3 – ППУ изоляция; 4 – сварной шов; 5 – провода сигнальные

ПИ трубы и фасонные изделия для подземной прокладки серийно оснащены сигнальными проводами системы оперативного дистанционного контроля (СОДК).

СОДК предназначена для систематического мониторинга состояния изоляции ПИ трубопроводов и оперативного выявления участков с повышенной влажностью изоляции в кольцевом зазоре между стальной трубой и гидрозащитной оболочкой.

Для строительства тепломагистралей в основном применяются стальные электросварные трубы по ГОСТ 10704–91 (при необходимости – стальные бесшовные по ГОСТ 8731, ГОСТ 8733 или магистральные сварные по ГОСТ 20295). В качестве теплоизолирующего материала используется жесткий пенополиуретан с коэффициентом теплопроводности при 50 °С не более 0,033 Вт/(м·К). Защитная труба-оболочка ПИ труб выполняется методом экструзии из полиэтилена низкого давления по ГОСТ 16338, без шва, обладает устойчивостью к ударным нагрузкам [1].

Технология монтажа ПИ труб и фасонных частей при бесканальной прокладке по сравнению с бесканальной прокладкой стальных труб в армопенобетонной, пенобетонной, битумоперлитовой или другой изоляции имеет ряд особенностей, которые будут рассмотрены ниже.

1. СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1.1. Исходные данные для выполнения проекта

Руководитель курсового проекта выдает каждому студенту задание на проектирование в виде монтажной схемы тепловых сетей с указанием диаметров трубопроводов, наличия тепловых камер, компенсирующих устройств, арматуры, длин расчетных участков, глубины заложения h_0 , наименования грунта, а также вида монтажного процесса для разработки технологической карты.

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части.

1.2. Содержание расчетно-пояснительной записки

Расчетно-пояснительная записка содержит следующие разделы:

1. Введение.
2. Выбор и обоснование принятого метода производства работ.
3. Описание принятой технологии производства монтажных работ.
4. Составление спецификации основных и вспомогательных материалов.
5. Подбор строительных машин, механизмов и инструментов, необходимых для выполнения монтажных работ.
6. Составление ведомости объемов работ.
7. Составление производственной калькуляции.
8. Расчет затрат труда укрупненных монтажных процессов.
9. Разработка календарного плана-графика производства работ.
10. Построение графика движения рабочих кадров по объекту.
11. Построение и расчет сетевого графика.
12. Разработка технологической карты.
13. Технико-экономические показатели проекта.
14. Литература.

1.3. Графическая часть

Графическая часть, выполняемая на листе А1, содержит:

- 1) календарный план-график производства работ;
- 2) график движения рабочих кадров по объекту;

- 3) сетевой график;
- 4) графическую схему выполнения монтажного процесса к технологической карте;
- 5) технико-экономические показатели проекта.

2. УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

2.1. Введение

Введение содержит описание назначения проекта производства работ, характеристику тепловых сетей, условия выполнения монтажа предварительно изолированных труб и фасонных частей.

2.2. Выбор и описание метода производства работ

В данном разделе описываются все известные методы производства работ, их преимущества и недостатки, а затем обосновывается выбор одного из них, наиболее оптимального для монтажа наружных тепловых сетей.

2.3. Описание технологии производства монтажных работ

В курсовом проекте рассматриваются вопросы организации и планирования монтажа трубопроводов на участке тепловых сетей протяженностью 500–1000 м. Подготовительные работы – разбивка трассы, погрузка, транспортировка материалов и оборудования, их складирование и хранение – не рассматриваются.

Земляные работы включают предварительную планировку трассы бульдозером, отрывку траншей экскаватором, планировку дна траншеи вручную, отрывку приямков, обратную засыпку и окончательную планировку площадей.

Разработку траншей и котлованов следует производить в соответствии с требованиями соответствующих СНиП, ТКП и СНБ [2, 3, 6, 7, 8].

Наименьшую ширину по дну траншеи при двухтрубной бесканальной прокладке тепловых сетей следует принимать согласно [3, 7] для труб диаметром:

до 250 мм – равной $2D + \alpha + 0,6$ м;

до 500 мм – равной $2D + \alpha + 0,8$ м;

до 1000 мм – равной $2D + \alpha + 1,0$ м,

где D – наружный диаметр оболочки теплоизоляции, м;

α – расстояние в свету между оболочками теплоизоляции труб, м, которое в зависимости от диаметра трубы-оболочки принимается для D :

от 110 до 225 мм – 150 мм;

от 250 до 800 мм – 250 мм;

от 900 мм – 350 мм.

Отрывка траншей и котлованов выполняется с недобором по глубине 0,1–0,15 м. Зачистка дна траншеи производится вручную. На дне траншеи выполняется песчаная подсыпка толщиной не менее 100 мм (рисунок 2.1). Песок следует применять несвязанный, среднекрупнозернистый с размером зерен до 4 мм, не содержащий крупных включений.

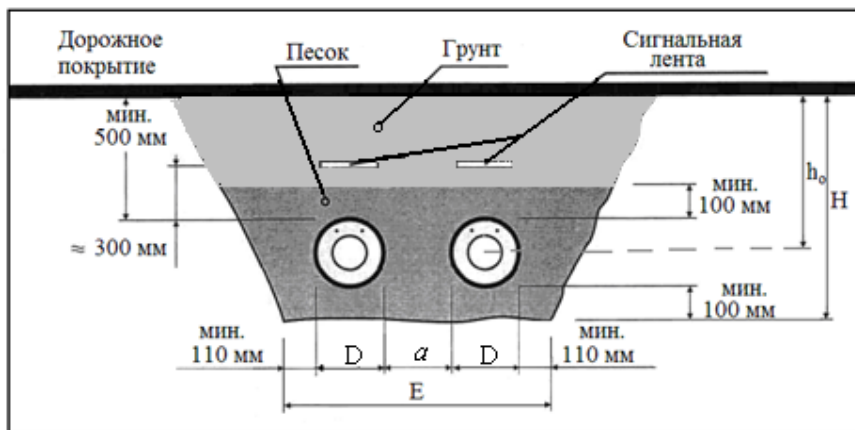


Рисунок 2.1 – Бесканальная прокладка ПИ трубопроводов

Глубина траншеи H определяется на основе заданных глубин заложения h_0 и соответствующих диаметров труб. В таблице 2.1 приведены максимально допустимые глубины заложения. Минимальная

глубина прокладки зависит от нагрузки наземного транспорта. Под неукрепленной поверхностью земли минимальная глубина принимается 0,8 м, при укрепленной – 0,5 м.

Таблица 2.1 – Максимально допустимая глубина заложения

Труба d_y , мм	50	80	100	150	250	350	400	500	600	700	800
Максимально допустимая глубина заложения h_0 , мм	2670	3070	3140	3690	3700	3890	3890	4030	4080	4210	4210

В местах установки компенсаторов, арматуры, тройников, отводов для удобства ведения сварки стыков труб и изоляции соединительных швов должны быть отрыты приямки, размеры которых следует принимать:

ширина $2D + \alpha + 1,2$ м;

длина: 1,2 м для стыка с термоусадочным полотном,

2,0 м в местах установки стартовых компенсаторов;

глубина 0,3–0,7 м (в зависимости от типа муфт; для термоусаживаемых муфт принимается 0,3–0,5 м в зависимости от диаметра труб).

Выгрузка из транспортных средств стальных предварительно изолированных труб осуществляется с помощью автомобильного крана грузоподъемностью 6,3 (10) т.

Укладка труб должна производиться на предварительно утрамбованное песчаное основание с коэффициентом уплотнения 0,97–0,98.

ПИ трубы и ПИ фасонные изделия, предназначенные для монтажа, располагают на бровке траншеи на временных опорах (стироловых блоках, мешках с песком и т. п.). Все элементы тщательно осматривают: царапины, трещины и другие повреждения недопустимы.

Укладка труб и фасонных изделий в траншею производится краном или трубоукладчиком с применением мягких полотенец. Опускание труб следует производить мягко, плавно, без рывков и ударов о стенки и дно траншеи.

После раскладки труб, фасонных деталей и запорной арматуры проверяется целостность сигнальных проводов, отсутствие их контакта со стальной трубой, электрическое сопротивление сигнальных проводников и изоляции для каждой сборочной единицы согласно [2, приложение Г].

Монтаж трубопроводов выполняется, как правило, на дне траншеи. Допускается производить сварку прямых участков труб в секции на бровке траншеи только в том случае, если это оговаривается проектом.

Работы по сварке и герметизации стыков должны выполняться при благоприятных погодных условиях. Сваривать трубы следует при температуре не ниже 0°C , а изолировать стыки – при температуре не ниже 10°C . При более низких температурах и атмосферных осадках допускается использовать палатки с местным подогревом. Сварка стыков труб и результаты контроля сварных соединений должны удовлетворять требованиям нормативных документов СНиП [7, 8, 9].

Неподвижные опоры поставляются на объект в заводском исполнении, устанавливаются в соответствии с требованиями [3] и проектной документацией, разработанной под реальные условия и тип грунта согласно рекомендациям [4].

Для обеспечения прочности трубопровода длина прямых участков не должна превышать $2L_m$, причем в центре прямого участка удлинение $\Delta l = 0$ и здесь возникает условная неподвижная опора (УНО), где трубопровод фиксируется, а на его свободных концах появляется удлинение Δl (рисунок 2.2).

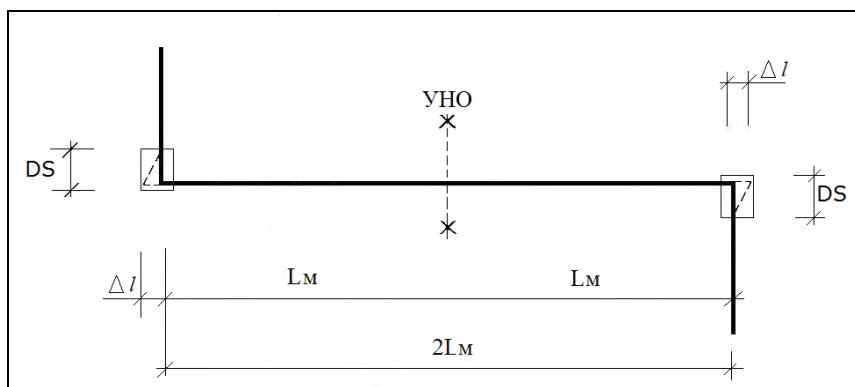


Рисунок 2.2 – Максимальная длина прямых участков

В таблице 2.2 приведена максимальная длина участков трубопроводов теплосети, на которых компенсации температурных удлинений не требуется.

Таблица 2.2 – Максимальная длина прямых участков

Условный диаметр трубы d_y , мм	Наружный диаметр трубы d_n , мм	Толщина стенки трубы $S_{ст}$, мм	Внутренний диаметр трубы $d_{вн}$, мм	Наружный диаметр трубы-оболочки D , мм	Максимальная длина L_m , м
32	38	3	32	110	27
40	45	3	39	110	32
50	57	3	51	125	37
65	76	3	70	140	44
80	89	3,5	82	160	53
100	108	4	100	200	59
100	114	4	106	200	62
125	133	4	125	225	65
150	159	4,5	150	250	79
200	219	6	207	315	115
250	273	6,6	261	400	114
300	325	6	313	450	120
350	377	7	363	500	147
400	426	7	412	560	148
500	530	7	516	710	146
600	630	8	614	800	176
700	720	8	704	900	179

В расчетах принято $h_0 = 1,0$ м; при $h_0 > 1,0$ расстояние L_m уменьшается пропорционально глубине заложения трубопровода h_0 .

Неподвижные опоры при бесканальной прокладке ПИ трубопроводов устанавливаются в следующих случаях:

- на вводе в здание, если длина прямого участка более 2 м и нет возможности предусмотреть естественную компенсацию в здании (рисунок 2.3, а–в);

- если при Z-образной форме компенсации длина (L_1 , м) перпендикулярного участка имеет величину, недостаточную для восприятия удлинений (рисунок 2.3, з);

- если при Г-образной форме компенсации длина плеча (L_2 , м) недостаточна для восприятия перемещений (рисунок 2.3, д).

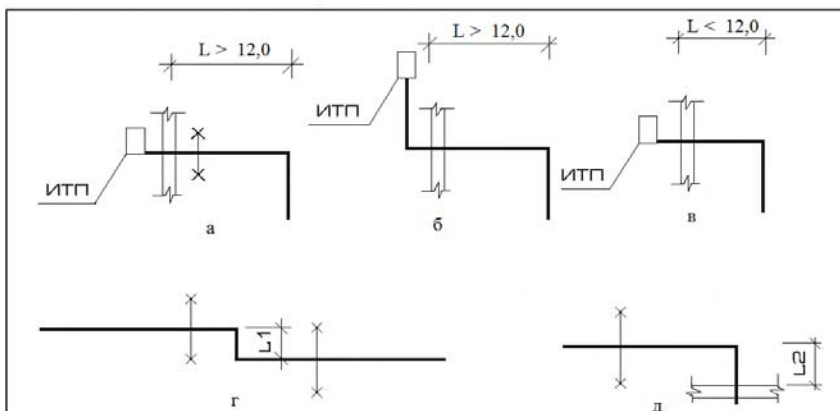


Рисунок 2.3 – Случаи необходимости установки неподвижных опор

Длина прямых участков рассчитывается в соответствии с данными, приведенными в таблице 2.3.

Монтаж П-, Г- и Z-образных компенсаторов следует выполнять в соответствии с требованиями [2, 3]. При компенсации температурных расширений за счет углов поворота трассы для данных компенсаторов следует предусматривать амортизирующие прокладки или устройство каналов (ниш). Толщина амортизирующих прокладок должна быть не менее двойного значения расчетного перемещения ПИ трубопроводов. Высота прокладок должна превышать диаметр полиэтиленовой оболочки не менее чем на 100 мм. Диапазоны компенсации определяются расчетом. При значениях расчетных перемещений до 10 мм амортизирующие прокладки допускаются не предусматривать [3].

Если согласно выданной монтажной схеме для компенсации температурных расширений предусмотрены сильфонные компенсаторы, то рекомендуется подбирать СКУ (сильфонные компенсационные устройства), которые оборудованы защитным кожухом и проводниками – индикаторами СОДК [1].

СКУ должны размещаться в середине прямолинейного участка теплопровода между двумя его промежуточными опорами (или условно неподвижными сечениями прямого теплопровода). При невозможности установки СКУ строго в середине прямолинейного участка между двумя неподвижными опорами допускается его установка в любом месте прямолинейного участка.

Таблица 2.3 – Данные для расчета предельных длин прямых участков

Диаметр D_y , мм	Наружный диаметр $D_{н\text{,}}$ мм	Толщина стенки стальной трубы s , мм	Коэффициент трения μ	Наружный диаметр полиэтиленовой оболочки $D_{об.}$ мм	Амплитуда осевого хода λ_s , мм	Вес 1 м трубопровода с водой q , Н/м	Площадь поперечного сечения стенки трубы $F_{ст}$, мм ²	Удельная сила трения $f_{тр}$, Н/м	Предельная длина прямого участка $L_{\text{макс}}$ м	Длина участка с одним компонентом сагором L_m^{λ} , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
125	133	4	0,4	225	30	399	1620,2	6645	42	29
150	159	6	0,4	250	50	508	2882,5	7410	67	48
175	194	6	0,4	290	50	676	3541,9	8630	70	48
200	219	7	0,4	315	80	860	4659,8	9424	85	77
250	273	8	0,4	400	80	1241	6656,8	12026	95	77
300	325	8	0,4	450	100	1670	7963,0	13639	100	96
350	377	9	0,4	500	100	2226	10399,7	15303	116	96
400	426	7	0,4	560	80	2482	9209,6	17135	92	77
450	478	7	0,4	640	80	3009	10352,6	19652	90	77
500	529	7	0,4	710	80	3611	11473,6	21910	90	77
600	630	8	0,4	800	100	4786	15624,6	24975	107	96
700	720	9	0,4	900	100	6230	20092,9	28435	121	96
900	920	10	0,4	1110	100	9704	28574,0	35878	136	96

При подземной прокладке теплопровода установка СК и СКУ в зоне проезжей части автомагистралей I категории не допускается.

Сильфонные компенсаторы устанавливаются после предварительных гидравлических испытаний теплопровода на прочность и герметичность.

Следующим этапом монтажных работ является теплогидроизоляция соединительных швов ПИ трубопроводов. Вначале поверхность очищается и подсушивается с помощью газовой горелки, соединяются сигнальные проводники системы ОДК, надвигается термоусаживаемая муфта, в ее верхней части просверливается отверстие, заливается смесь для теплогидроизоляции соединительного шва и устанавливаются сварные пробки (рисунок 2.4).

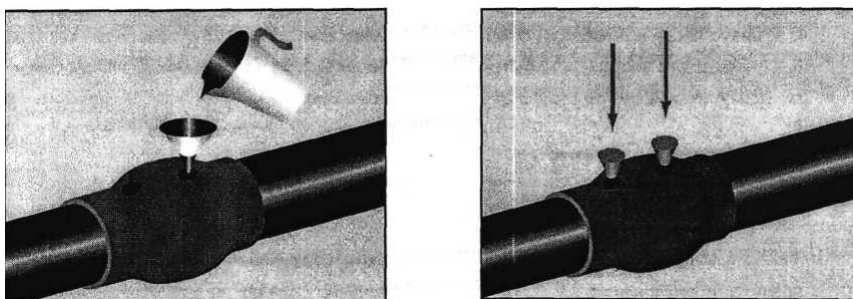
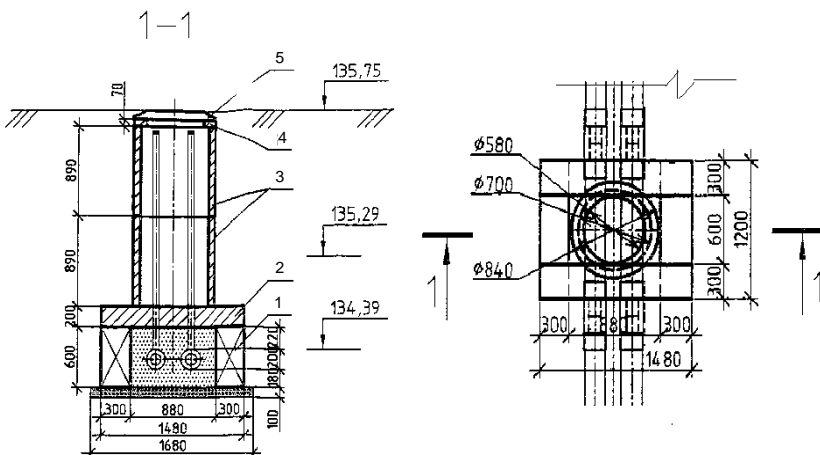


Рисунок 2.4 – Схема заливки пены в муфту и установки сварных пробок

Одновременно по всей длине трубопровода с изоляционными работами осуществляется постоянный контроль электрических параметров изоляции, значения которых должны соответствовать следующим требованиям: сопротивление изоляции должно быть не менее 300 Ом на 1 м длины изоляции; цепь сигнальных проводников не должна иметь обрывов и контактов со стальной трубой; сопротивление сигнальных проводников должно быть не более 0,015 Ом на 1 м их длины.

Монтаж запорной арматуры следует выполнить в соответствии с требованиями [8]. Для шаровых кранов с ручным управлением рекомендуется предусматривать установку «под ковер». На рисунке 2.5 приведен фрагмент монтажной схемы теплотрассы квартала жилой застройки в г. Могилеве. Как видно, управление шаровыми кранами осуществляется через люки и необслуживаемые колодцы $d = 100\text{--}300$ мм.



1 – блок ФБС 12.3.6 (2 шт.); 2 – балка Б-2; 3 – кольцо стеновое КС7.9 (2 шт.);
4 – кольцо опорное КО6; 5 – люк

Рисунок 2.7 – Конструкция железобетонного колодца для обслуживания арматуры

Камеры по трассе не предусматриваются, но могут сооружаться на ответвлениях, в местах установки запорной арматуры, приборов контроля и регулирования, сильфонных компенсаторов в случае необходимости их обслуживания или в случае реконструкции тепло-трассы могут быть использованы уже имеющиеся. Варианты сопряжения трубопроводов в железобетонном канале и тепловой камере представлены на рисунках 2.8 и 2.9.

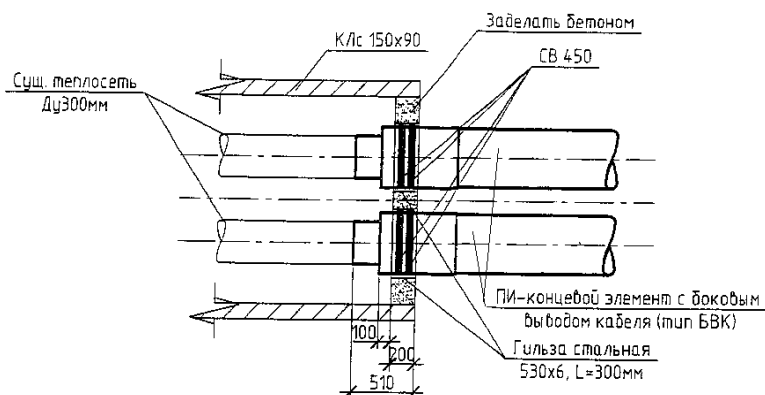


Рисунок 2.8 – Соединение теплопроводов в железобетонном канале

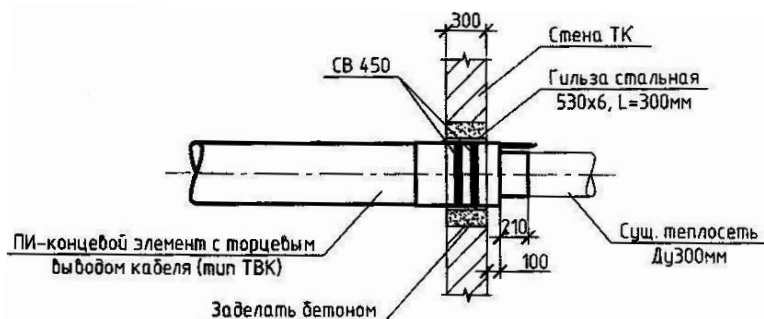
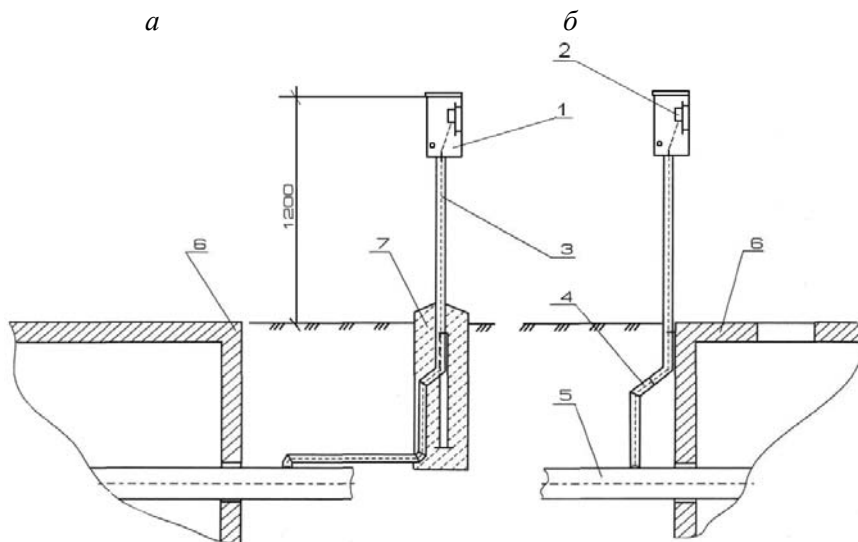


Рисунок 2.9 – Соединение теплопроводов в тепловой камере

После изоляции соединительных швов производится монтаж СОДК (коммутация сигнальных проводников в терминалах, монтаж кабелей, установка коверов и т. д.). На рисунках 2.10 и 2.11 приведены схемы установки ящика ковра. Окончание монтажа завершается обследованием системы с оформлением результатов измерений.



а – в насыпном грунте; *б* – на стене теплокамеры:

1 – ящик ковра; 2 – терминал измерительный; 3 – кабель NYM 3×1,5 мм или NYM 5×1,5 мм; 4 – труба стальная оцинкованная, $D_v = 50$ мм;

5 – кабельный вывод; 6 – теплокамера; 7 – бетонное основание

Рисунок 2.10 – Схемы установки ящика ковра возле теплокамеры

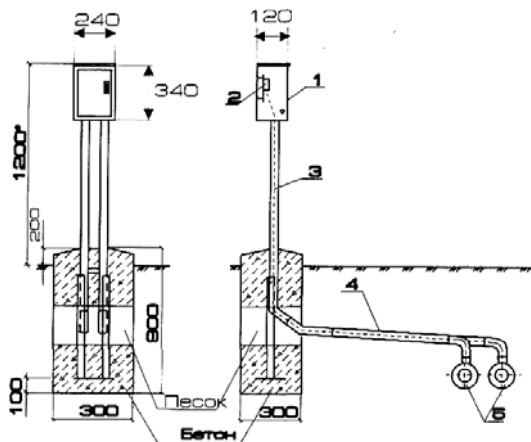


Рисунок 2.11 – Установка наземного ковера

Обратную засыпку траншей с уложенными трубопроводами следует производить согласно [2]. Вначале выполняется засыпка нижней зоны песком размером зерен до 5 мм с подбивкой пазух между трубами и между трубами и стенками траншей и послойным его уплотнением на высоту не менее 100 мм над верхом трубы. Затем верхняя зона траншеи засыпается грунтом, который не должен содержать камней, щебня, гранул с размером зерен более 16 мм, мусора, глины и т. п.

Трамбование грунта может быть выполнено ручной пневматической или электрической трамбовкой (рисунок 2.12). Засыпка ПИ трубопроводов мерзлым грунтом запрещается.

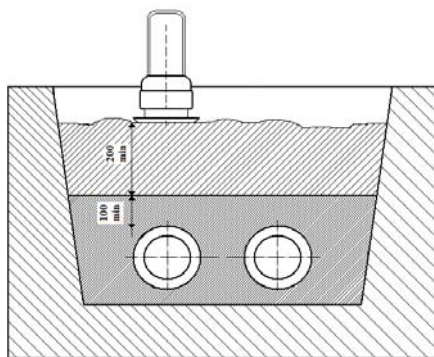


Рисунок 2.12 – Обратная засыпка ПИ трубопроводов с послойным уплотнением быстроударной трамбовкой

При недостаточной глубине заложения или перенапряжении труб из-за больших временных нагрузок (например, движение автотранспорта по стройплощадке) согласно [5] бетонные плиты устанавливаются на песчаный балластный слой, как это показано на рисунке 2.13.

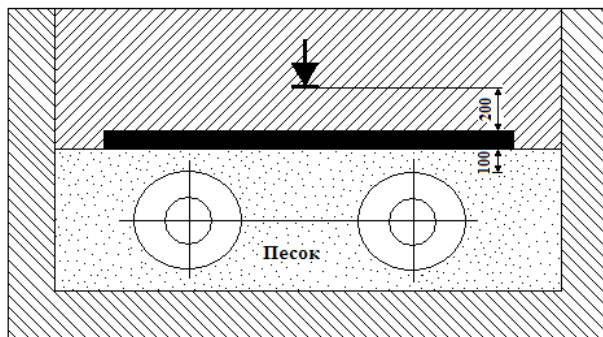


Рисунок 2.13 – Установка бетонной армированной плиты над ПИ трубопроводом

Дальнейшее уплотнение грунта допускается производить механическим способом.

После окончания засыпки траншеи проводится окончательное испытание на прочность и герметичность трубопроводов, а также их промывка согласно требованиям [8].

Далее осуществляются окончательный монтаж (установка ящиков ковера, измерительного оборудования), наладка и настройка системы ОДК в соответствии с требованиями заводов-изготовителей и технологических карт.

На основании изложенного и в соответствии с ТКП 45-4.02-89–2007 [2] и РСН [13–21] рекомендуется следующая последовательность работ при бесканальной прокладке теплопроводов из стальных ПИ труб:

- 1) предварительная планировка площадей бульдозерами;
- 2) разработка грунта одноковшовым экскаватором «обратная лопата» с отсыпкой в отвал;
- 3) планировка дна траншей ручным способом;
- 4) устройство песчаного основания;
- 5) прокладка ПИ трубопроводов (укладка ПИ труб в траншею на песчаное основание с подбивкой грунта, резка, прихватка и сварка труб в траншее);

6) установка ПИ фасонных частей (установка, прихватка и сварка в траншее);

7) отрывка прямков (разработка грунта в траншее вручную);

8) предварительное испытание ПИ трубопроводов;

9) устройство запорной арматуры;

10) установка сильфонных компенсаторов (СКУ);

11) теплогидроизоляция стыков ПИ трубопроводов с применением термоусаживаемых муфт (сюда входят и работы по монтажу системы ОДК);

12) засыпка ПИ трубопроводов вручную слоем песка на высоту не менее 100 мм над верхом трубы с послойным уплотнением пневматическими трамбовками;

13) засыпка траншей бульдозерами;

14) окончательное испытание ПИ трубопроводов;

15) окончательная планировка площадей бульдозерами.

Работы по монтажу ящиков наземного и настенного коверов, измерительного оборудования, проведению комплекса измерений постоянным током смонтированных кабелей до и после включения в конечные устройства системы ОДК при выполнении курсового проекта не рассматриваются, так как в задании указывается только участок тепловых сетей протяженностью 500–1000 м.

Так как неподвижные опоры изготавливаются и поставляются на объект в заводском исполнении вместе с ПИ трубами, то отдельно работы по их монтажу не предусматриваются.

2.4. Составление спецификации основных и вспомогательных материалов

Согласно ТКП 45-4.02-89–2007 [2] для тепловых сетей бесканальной прокладки должны предусматриваться ПИ трубы, ПИ фасонные изделия, ПИ запорная арматура, компенсаторы, узлы теплогидроизоляции стыковых соединений стальных труб между собой и с фасонными изделиями и система ОДК, комплектно поставляемые изготовителями ПИ труб. В методических указаниях приведены материалы Могилевского завода полимерных труб [4]. При разработке курсового проекта возможно использование данных других производителей ПИ труб и ПИ фасонных частей в Республике Беларусь, например, ООО «Сармат» [10].

К основным материалам относятся ПИ трубы, ПИ фасонные изделия, шаровые краны, неподвижные опоры, компенсаторы, тепловые камеры и колодцы.

Вспомогательными считаются материалы для производства сварочных работ, теплогидроизоляции стыков трубопроводов, маты компенсационные, сигнальная лента, материалы для монтажа систем ОДК и др.

Потребность в основных материалах определяется заданием на проектирование с указанием стандартов и основных характеристик материалов (диаметр труб, толщина, масса единичная и общая и т. п.).

В прил. 1 приведен сортамент ПИ труб, фасонных частей, запорной арматуры и комплектующих изделий, выпускаемых Могилевским заводом полимерных труб [4] для бесканальной подземной прокладки тепловых сетей; в прил. 2 – сильфонные компенсаторы [10, 11], в прил. 3 – изделия железобетонные для колодцев [12].

Пример составления спецификации основных материалов для монтажной схемы теплотрассы (см. рисунок 2.5) приведен в прил. 4.

Вспомогательные материалы определяются исходя из количества и характеристик основных материалов, принятого метода производства работ и норм расхода вспомогательных материалов на единицу основных, выбираются из прил. 1 и 6.

Пример расчета количества термоусаживаемых муфт приведен в прил. 5.

Результаты расчета основных и вспомогательных материалов заносятся в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 – Спецификация основных и вспомогательных материалов

№ п/п	Наименование материалов и оборудования	Единица измерения	Количество	Масса, кг		Примечание
				единичная	общая	
1	2	3	4	5	6	7
1						
2						
3						
...						
<i>n</i>						

2.5. Подбор строительных машин, механизмов и инструментов, необходимых для выполнения монтажных работ

Выбор типа и количества строительных машин и механизмов производится исходя из их производительности с учетом соответствия технических характеристик условиям производства работ. Бульдозеры, экскаваторы и крановое оборудование выбираются из прил. 1, 7, 8 и заносятся в таблицу 2.5. Инструменты, приспособления, материалы, необходимые для выполнения сварочных, теплогидроизоляционных и других видов работ, заносятся в таблицу 2.5 с указанием их основных технических характеристик и количества.

Таблица 2.5 – Перечень машин, механизмов, оборудования, технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений

№ п/п	Наименование машин, механизмов, инструментов	Тип, марка, завод-изготовитель	Назначение	Основные технические характеристики	Кол-во
1	2	3	4	5	6

2.6. Составление ведомости объемов работ

Объемы работ определяются в единицах измерения соответствующих РСН.

1. Предварительная планировка трассы бульдозером (1000 м²). Объем работ определяется по формуле

$$F_{\text{пл}} = \frac{B \cdot L_{\text{тр}}}{1000}, \quad (2.1)$$

где $L_{\text{тр}}$ – длина трассы, м (определяется по заданию);

B – ширина рабочей зоны, м; определяется согласно рисунку 2.14 по формуле

$$B = A + M + B + l,$$

где A – ширина траншеи поверху, м; определяется с учетом наибольшей допустимой крутизны откосов в грунтах и глубины заложения трубопроводов согласно таблицам 2.6 и 2.7:

$$A = E + l,$$

где E – ширина траншеи понизу, определяется согласно указаниям п. 2.3;

M – рабочая зона механизма для укладки труб, м (прил. 7);

B – ширина зоны складирования грунта, рассчитываемая по формуле

$$B = \frac{2 \cdot K_p \cdot V_1}{h_{\text{отв}}}, \text{ м,}$$

где K_p – коэффициент разрыхления грунта (первоначальное увеличение объема грунта после разработки, %); приведен в таблице 2.8;

V_1 – объем грунта траншеи длиной 1 м:

$$V_1 = \frac{E + A}{2} \cdot l, \text{ м}^3,$$

$h_{\text{отв}}$ – высота зоны складирования грунта, м.

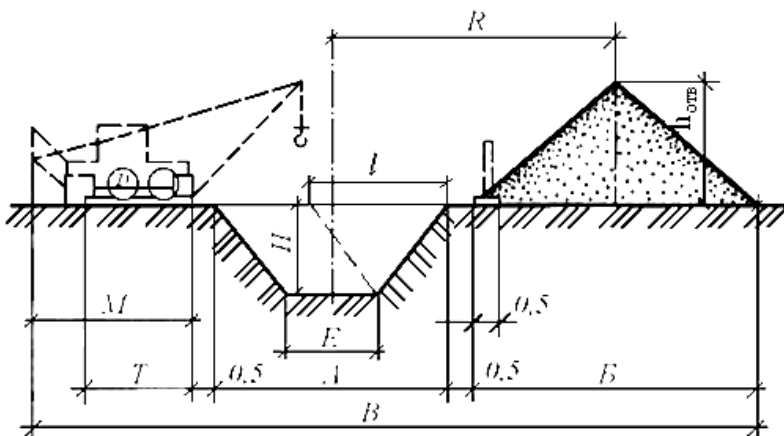


Рисунок 2.14 – Схема определения ширины рабочей зоны

Таблица 2.6 – Наибольшая допустимая крутизна откосов в грунтах естественной влажности

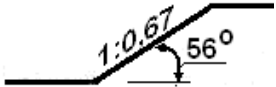
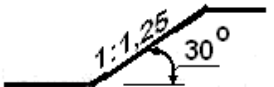
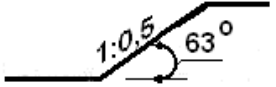
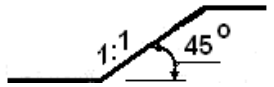
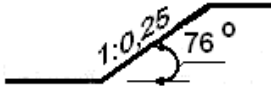
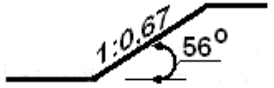
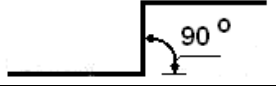
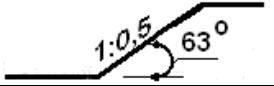
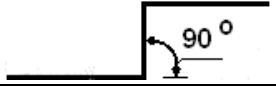
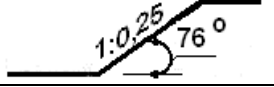
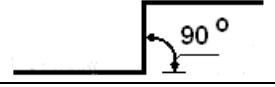
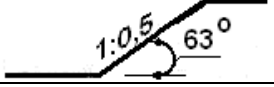
Наименование грунта	При глубине выемок, м	
	до 1,5 м	от 1,5 до 3 м
Насыпной		
Песчаный и гравийный влажный		
Глинистый, супесь		
Суглинок		
Глина		
Лессовидный, сухой		

Таблица 2.7 – Определение величины l

Глубина траншеи H , м	Значение величины l			
	1 : 0,25	1 : 0,5	1 : 0,67	1 : 1
1,0	0,50	1,00	1,34	2,00
1,1	0,55	1,10	1,47	2,20
1,2	0,60	1,20	1,61	2,40
1,3	0,65	1,30	1,64	2,60
1,4	0,70	1,40	1,68	2,80
1,5	0,75	1,50	2,00	3,00
1,7	0,85	1,70	2,27	3,40
1,9	0,95	1,90	2,55	3,80
2,10	1,05	2,10	2,81	4,20
2,30	1,15	2,30	3,08	4,60
2,40	1,20	2,40	3,35	4,80
2,70	1,35	2,70	3,62	5,40
2,90	1,45	2,90	3,89	5,80
3,10	1,56	3,12	4,16	6,20

Таблица 2.8 – Коэффициенты разрыхления грунтов

Наименование грунта	Первоначальное увеличение объема грунта после разработки, %	Остаточное разрыхление грунта, %
Глина мягкая жирная	24–30	4–7
Гравийно-песчаные грунты	16–20	5–8
Растительный грунт	20–25	3–4
Песок	10–15	2–5
Суглинок легкий	18–24	3–6
Суглинок тяжелый	24–30	5–8
Супесь	12–17	3–5

На рисунке 2.14 показана высота зоны складирования грунта $h_{\text{отв}} = 1,5\text{--}2,0$ м, а также величина $R = \frac{A}{2} + 0,5 + \frac{B}{2}$, м, которая позволяет определить ширину торцевой проходки как $(0,7\text{--}0,8)R$. Траншеи с шириной по дну до 1 м разрабатывают за одну проходку (торцевую) с перемещением экскаватора по оси траншеи.

2. Разработка грунта в отвал экскаватором, оборудованным обратной лопатой (1000 м^3). Объем работ определяется по формуле

$$V_{\text{отр.тр}} = \frac{E + A}{2} \cdot H \cdot L_{\text{тр}} \cdot \frac{1}{1000},$$

где H – высота траншеи, м; определяется с учетом глубины заложения трубопровода h_0 , наружного диаметра защитной трубы-оболочки D и высоты песчаного основания $h_{\text{п.о}}$, принимаемой равной 100 мм (см. рисунок 2.1).

$$H = h_0 + D / 2 + h_{\text{п.о}}.$$

3. Планировка дна траншеи ручным способом (1000 м^2). Объем работ определяется по формуле

$$F_{\text{пл.дн}} = \frac{E \cdot L_{\text{тр}}}{1000}.$$

4. Устройство песчаного основания (постели) для ПИ трубопроводов. Объем работ определяется по формуле

$$V_{\text{п.о}} = E \cdot L_{\text{тр}} \cdot h_{\text{п.о}}, \text{ м}^3.$$

5. Прокладка ПИ трубопроводов (сюда же относятся и прокладка неподвижных опор; 1000 м). Объем работ определяется по формуле

$$L_{\text{прокл.труб}} = \frac{\sum L_{\text{труб}}}{1000}. \quad (2.2)$$

6. Установка ПИ фасонных частей (100 шт.). Объем работ определяется по формуле

$$N_{\text{уст.ф.ч}} = \frac{\sum N_{\text{ф.ч}}}{100}.$$

7. Отрывка прямков (100 м³). Объем работ определяется по формуле

$$V_{\text{отр.пр}} = \frac{b \cdot l \cdot h \cdot n_{\text{ст}}}{100},$$

где b , l , h – ширина, глубина и длина прямка, определяются согласно указаниям п. 2.3;

$n_{\text{ст}}$ – количество стыков, рассчитываемое согласно монтажной схеме с учетом длины трубы $l_{1\text{пр}} = 11,5$ м.

8. Предварительное испытание ПИ трубопроводов (1000 м). Объем работ определяется по формуле (2.2).

9. Установка сильфонных компенсаторов (компенсатор). Объем работ определяется согласно монтажной схеме.

10. Устройство запорной арматуры и теплоотключающих узлов (100 шт.). Объем работ определяется количеством шаровых кранов:

$$N_{\text{устр.ш.кр}} = \frac{\sum N_{\text{ш.кр}}}{100}.$$

11. Теплогидроизоляция стыков ПИ трубопроводов (стык). Объем работ определяется согласно монтажной схеме.

12. Засыпка вручную траншеи слоем песка не менее 100 мм над поверхностью ПИ трубопроводов с последующим уплотнением (100 м³). Объем работ определяется по формуле

$$V_{\text{п}} = \frac{\left(\frac{E + A'}{2} \cdot H' - \frac{\pi D^2}{4} - E \cdot h_{\text{п.о}} \cdot L_{\text{тр}} \right)}{100},$$

где E – ширина траншеи по дну, м;

A' – ширина траншеи на уровне засыпки, м;

H' – высота засыпки песком, м;

$h_{\text{п.о}}$ – высота песчаного основания, м;

D – диаметр трубы-оболочки, м;

$L_{\text{тр}}$ – длина траншеи, м.

Пример расчета $V_{\text{п}}$ приведен в прил. 9.

13. Засыпка траншеи бульдозером (1000 м³). Объем работ определяется согласно рисунку прил. 9, по формуле

$$V_{\text{грунта}} = \frac{\frac{A + A'}{2} \cdot (H - H') \cdot L_{\text{тр}}}{1000}.$$

14. Окончательное испытание ПИ трубопроводов (1000 м). Объем работ определяется по формуле (2.2).

15. Окончательная планировка площадей бульдозером (1000 м²). Объем работ определяется по формуле (2.1).

Результаты расчета сводятся в таблицу 2.9.

Таблица 2.9 – Ведомость объемов работ

№ п/п	Наименование работ и условий производства	Единица измерения по РСН	Количество	Примечание (формула подсчета)
1	2	3	4	5

2.7. Составление производственной калькуляции

Производственная калькуляция составляется на основании ведомости объемов работ по действующим в Республике Беларусь ресурсосметным нормам на строительные конструкции и работы РСН. Для определения затрат труда и разрядов рабочих-строителей применяются следующие РСН:

1. РСН 8.03.101.2007. Сб. 1: Земляные работы. Кн. 1.
2. РСН 8.03.101.2007. Сб. 1: Земляные работы. Кн. 2.
3. РСН 8.03.100-08-ДО1. Сб. дополнений. Вып. 1.
4. РСН 8.03.100-11-ДО5. Сб. дополнений. Вып. 5.
5. РСН 8.03.107.2007. Сб. 7: Бетонные и железобетонные конструкции сборные.
6. РСН 8.03.111–2007. С. 11: Полы.
7. РСН 8.03.122–2007. Водопровод – наружные сети.
8. РСН 8.03.122–2007. Канализация – наружные сети.
9. РСН 8.03.122–2007. Теплоснабжение и газопроводы – наружные сети.

Полученные данные заносятся в таблицу 2.10. Наименование работ должно соответствовать наименованию в таблице 2.9. Заполнять пункты рекомендуется, как для п. 2 таблицы 2.9.

Таблица 2.10 – Производственная калькуляция

№ п/п	Наименование работ и условий производства	Единица измерения	Объем работ	Номер расценки	Квалификация рабочих и средний разряд по НРР	Затраты труда, чел-ч	
						на единицу измерения	на весь объем
1	...	...	...	...	...	...	...
2	Разработка грунта в отвал экскаватором «Обратная лопата» вместимостью ковша 0,4 м ³	1000 м ³	1,25	Е1-13-2	Рабочий-строитель, 3-й разряд Машинист	9,68 42,13	9,68×1,25 42,13×1,25
3							
...
<i>n</i>	...	...	...	...	...	...	...

2.8. Расчет затрат труда укрупненных монтажных процессов

Затраты труда укрупненных монтажных процессов для построения календарного плана-графика определяются суммированием затрат труда на отдельных монтажных процессах, однородных по технологии выполнения, с учетом их последовательности, а затем преобразуются в масштаб времени по формуле

$$Q = \sum_1^n q_n / t, \text{ чел-дн.},$$

где q_n – затраты труда суммируемых отдельных монтажных процессов по производственной калькуляции, (гр. 8 таблицы 2.10), чел-ч;

t – продолжительность рабочего дня, ч; $t = 8$ ч.

Рекомендуется следующая номенклатура укрупненных монтажных процессов:

1. Предварительная планировка трассы бульдозером; разработка грунта в отвал экскаватором; планировка дна траншеи ручным способом; устройство песчаного основания.
2. Прокладка ПИ трубопроводов, отрывка прямков, установка ПИ фасонных частей.
3. Предварительное испытание ПИ трубопроводов (трудозатраты принимаются в размере 60 % от трудозатрат всех гидравлических испытаний).
4. Устройство запорной арматуры, установка сильфонных компенсаторов.
5. Теплогидроизоляция стыков ПИ трубопроводов.
6. Засыпка траншеи вручную слоем песка не менее 100 мм над поверхностью ПИ трубопроводов, засыпка траншеи бульдозером.
7. Окончательное испытание ПИ трубопроводов (принимается 40 % от всех гидравлических испытаний).
8. Окончательная планировка площадей бульдозером.

2.9. Разработка календарного плана-графика производства работ

На основании принятого метода производства работ, объемов работ, затрат труда на выполнение укрупненных монтажных про-

длиной 50–300 м, обеспечивая тем самым равномерность движения бригад по трассе, при этом ритм потока должен быть одинаковым. Практически трудно подчинить все процессы одному ритму, и некоторые из них могут выпасть из потока, но чем больше процессов имеет один и тот же ритм, тем совершеннее организация потока.

С целью определения продолжительности работ укрупненных монтажных процессов предварительно рассчитывается возможная продолжительность земляных работ. Для этого всю трассу разбивают на захватки. Например, $L_{\text{тр}} = 600$ м, затраты труда составляют $Q_1 = 73,8$ чел-дн. (гр. 5).

Принимаем $l_{\text{захв}} = 100$ м. Тогда

$$n_{\text{захв}} = \frac{l_{\text{тр}}}{l_{\text{захв}}} = \frac{600}{100} = 6.$$

Принимаем (в зависимости от величины трудовых затрат) продолжительность работы бригады на одной захватке (ритм работа бригады) $t = 2$ дня, а продолжительность земляных работ на шести захватках составит

$$T_1 = n_{\text{захв}} \cdot 2 = 6 \cdot 2 = 12 \text{ дней.}$$

Количество рабочих R_1 определим по формуле

$$R_1 = \frac{Q}{T \cdot n_{\text{см}}} = \frac{73,8}{12 \cdot 1} = 6,15,$$

где $n_{\text{см}}$ – количество смен; в данном случае $n_{\text{см}} = 1$.

Далее рассчитываем $Q_{\text{ф1}}$, принимая количество рабочих $R_1 = 6$ чел.:

$$Q_{\text{ф1}} = R_1 \cdot T_1 \cdot n_{\text{см}} = 6 \cdot 12 \cdot 1 = 72 \text{ чел-дн. (гр. 7).}$$

Исходя из полученных значений Q и $Q_{\text{ф}}$, определяем процент выполнения норм выработки, который в среднем должен быть в пределах $N_{\text{ср}} = 105\text{--}115\%$.

Значение продолжительности земляных работ T_1 используется в последующих расчетах количества рабочих на других укрупненных процессах. Продолжительность работ T_i каждого из укрупнен-

ных процессов должна быть кратной дню. Таким образом, после заполнения граф 1–5, 8 и 10 данные заносятся в графы 11, 12 и 13, затем в 7, 6 и 9. При определении количества машино-смен (гр. 9) учитываются трудозатраты машинистов и сменность работ. В последующем при разработке графической части календарного плана возможна корректировка этих показателей.

Построение графика работ следует начинать с выбора месяца и выноски рабочих календарных дней. Продолжительность укрупненного процесса показывается в гр. 14 в масштабе времени в виде одной линии при односменной работе и в виде двух параллельных линий при двухсменной. Над линией ставится количество рабочих (из гр. 13). Следующая работа должна быть начата через некоторый промежуток времени – шаг потока k – и закончена позже предыдущей или одновременно с ней, если это допускается по технологии. Шаг потока k выбирается равным или кратным t – ритму работы бригады на одной захватке.

Общая продолжительность выполнения работ не должна превышать нормативной [23]. Если это условие выполнено, приступают к построению графика движения рабочих кадров по объекту.

2.10. Построение графика движения рабочих кадров по объекту

На основании календарного плана производства работ под графой 14 выполняется график движения рабочих кадров по объекту, который позволяет оценить правильность составления календарного плана. Оценка осуществляется по двум показателям:

- 1) движение рабочих кадров по объекту должно быть равномерным, без «провалов»;
- 2) коэффициент неравномерности движения рабочих кадров по объекту K_n должен удовлетворять условию

$$0,5 < K_n = \frac{R_{\text{cp}}}{R_{\text{max}}} \leq 1,$$

где R_{max} – максимальное число рабочих, чел.; принимается по графику;

R_{cp} – среднее число рабочих, чел.; рассчитывается с учетом сменности работ; при односменной работе

$$R_{\text{ср}} = \frac{\sum Q_{\phi}}{T},$$

где Q_{ϕ} – суммарные затраты труда с учетом процента перевыполнения, чел-дн. (гр. 7 календарного плана);

T – общая продолжительность монтажных работ, дн.;
при смешанной сменности работ

$$R_{\text{ср}} = \frac{\sum R_i \cdot T_i}{T},$$

где R_i – количество рабочих за T_i -й промежуток времени по данным гр. 14 календарного плана.

Если значение K_n не удовлетворяет вышеприведенным условиям, то календарный план следует изменить, например, путем увеличения (уменьшения) количества рабочих на данном укрупненном процессе, изменения количества захваток, или шага потока, или режима работы бригады и т. д.

2.11. Построение и расчет сетевого графика

Сетевой график строится на основании данных календарного графика. Каждый укрупненный процесс календарного графика является *действительной работой*, требующей затрат времени и ресурсов. Графически она изображается сплошной стрелкой, соединяющей два события – начальное 1 для данной работы и конечное 2. Над стрелкой указывается наименование работы, под ней – продолжительность в днях. Событие обозначается кружком с цифровым кодом внутри (рисунок 2.15).

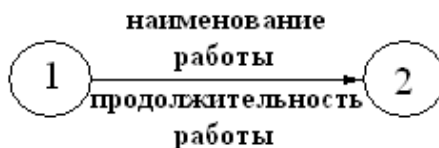


Рисунок 2.15 – Обозначение действительной работы

Процесс, требующий только затрат времени, называется *ожиданием*. Это, как правило, технологический или организационный перерыв между действительными работами. Графически он обозначается так же, как и действительная работа, т. е. двумя кружками и сплошной линией между ними со стрелкой.

Фиктивная работа или *зависимость* – это работа, не требующая затрат ни времени, ни ресурсов и отражающая зависимость между работами. В сетевом графике она обозначается двумя событиями и пунктирной линией со стрелкой (рисунок 2.16).

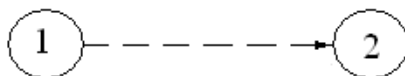


Рисунок 2.16 – Обозначение зависимости

Любая работа сетевого графика соединяет два события, одно из которых для данной работы является *начальным*, другое – *конечным*. Иногда одно событие является результатом нескольких работ и в то же время может быть исходным (начальным) для начала одной или нескольких работ (рисунок 2.17).

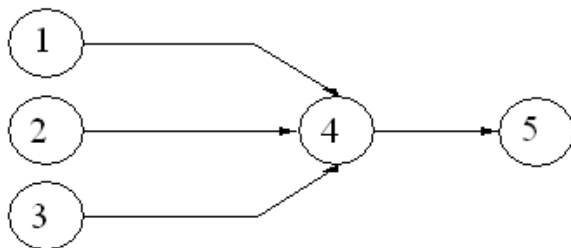


Рисунок 2.17 – Обозначение сложного (для работ 1-4, 2-4 и 3-4) и одновременно простого (для работы 4-5) события 4

Таким образом, событие имеет двойственное значение: с одной стороны, оно означает факт выполнения входящих в него работ, а с другой – свидетельствует о возможности начала работ, следующих за ним.

Самое первое в сетевом графике событие, не имеющее предшествующих работ, называется *исходным*.

Факт достижения конечной цели, предусмотренной комплексом операций, называется *завершающим событием* сетевого графика.

Непрерывная технологическая последовательность работ, ограниченная исходными и завершающими событиями, называется *путем*. В одном сетевом графике существует несколько путей. Путь с максимальной продолжительностью называется *критическим*, на графике обозначается жирными стрелками. Работы, лежащие на критическом пути, называются *к р и т и ч е с к и м и*. Работы, не попавшие на критический путь, считаются *н е к р и т и ч е с к и м и* и имеют резервы времени.

Для правильного отражения взаимосвязи между работами сетевого графика при его построении необходимо соблюдать ряд правил:

- 1) направление стрелок следует принимать слева направо;
- 2) график не должен иметь пересечений, большинство работ следует изображать горизонтальными линиями;
- 3) если те или иные работы выполняются последовательно, то на графике они должны изображаться следующими одна за другой;
- 4) если результат работы А необходим для выполнения работ Б и В, то на сетевом графике это изображается, как показано на рисунке 2.18, а, и наоборот, если результат работ А и Б является необходимым условием для начала работы В, то это изображается, как на рисунке 2.18, б;
- 5) ни одна работа в сетевом графике не должна иметь одинакового кода с другой, поэтому при изображении параллельных работ вводят зависимости и дополнительные события (рисунок 2.19);
- 6) если работы ведутся параллельным или поточным методом и весь укрупненный процесс разбит на захваты (части), то каждая работа на отдельной захватке считается самостоятельной;
- 7) сетевой график не должен иметь замкнутых контуров, т. е. цепочки работы, возвращающейся к тому событию, из которого она вышла (рисунок 2.20);
- 8) в сетевом графике не должно быть «тупиков» (2–5) и «хвостов» (7–8) (рисунок 2.21).

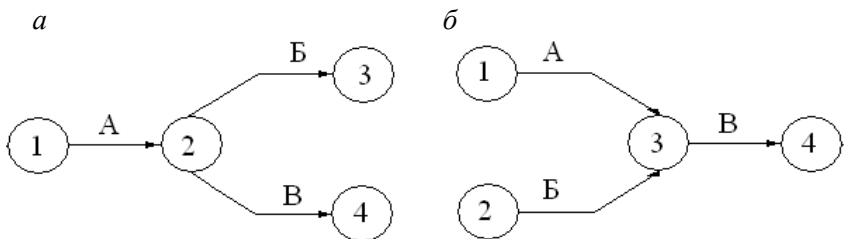
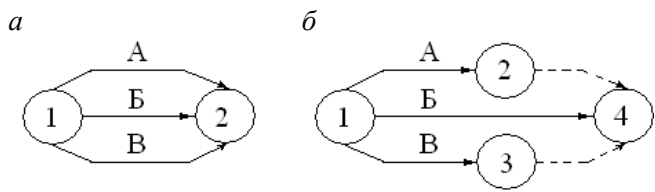


Рисунок 2.18 – Изображение взаимосвязи между работами сетевого графика



a – неправильное; *б* – правильное

Рисунок 2.19 – Изображение параллельно выполняемых работ

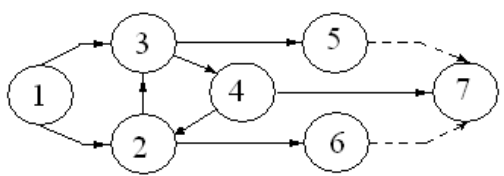


Рисунок 2.20 – Пример замкнутого контура 2–3–4–2

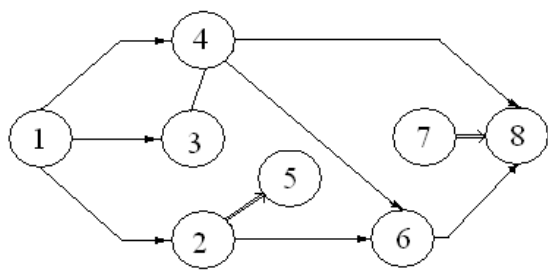


Рисунок 2.21 – Пример недопустимых для сетевого графика «тупика» и «хвоста»

После того как сетевая модель календарного графика построена, события пронумерованы и проставлена продолжительность выполнения работ, приступают к расчету параметров сетевого графика.

Существует несколько способов расчета параметров сетевого графика, но все они основаны на общих правилах.

Прежде чем рассмотреть эти правила, примем следующие обозначения:

$i-j$ – код работы;

i – код начального события;

$h-i$ – код предшествующей работы;

h – код предшествующего события;

$j-k$ – код последующей работы;

k – код последующего события;

t_{i-j} – продолжительность работы;

$t_{i-j}^{\text{РН}}$ – ранний срок начала работы;

– поздний срок начала работы;

$t_{i-j}^{\text{РО}}$ – ранний срок окончания работы;

$t_{i-j}^{\text{ПО}}$ – поздний срок окончания работы;

$T_{\text{кр}}$ – продолжительность критического пути;

R_{i-j} – общий резерв времени;

r_{i-j} – частный резерв времени.

Расчет параметров сетевого графика начинают с расчета ранних сроков работ. Раннее начало всех работ, выходящих из исходного события, принимается равным нулю: $= 0$.

Все работы, выходящие из одного события, имеют одинаковое раннее начало:

$$t_{h-i}^{\text{РН}} = t_{h-i_1}^{\text{РН}} = t_{h-i_2}^{\text{РН}}.$$

Раннее начало последующей работы определяют максимальной продолжительностью всех предшествующих работ:

$$t_{j-k}^{\text{РН}} = \max_{\substack{i-j_1 \\ i-j_2}} t_{i-j}.$$

Раннее окончание определяется суммой раннего начала и продолжительности данной работы:

$$t_{i-j}^{\text{po}} = t_{i-j}^{\text{pn}} + t_{i-j}.$$

По данному окончанию предшествующих работ определяют раннее начало последующих работ, причем если событием заканчивается одна работа, то ее значение для раннего окончания будет являться ранним началом работы, выходящей из этого события:

$$t_{i-j}^{\text{po}} = t_{i-j}^{\text{pn}}.$$

Если одним событием заканчивается несколько работ, то раннее начало работы, выходящей из этого события, будет соответствовать максимальной из величин:

$$\max_{(h-i), (h_1-i), (h_2-i)} t_{i-k}^{\text{po}} = t_{i-k}^{\text{pn}}.$$

Если событие является началом двух или более работ, то все ранние сроки начала этих работ будут равны раннему окончанию предшествующей работы:

$$t_{h-i}^{\text{po}} = t_{i-k}^{\text{pn}} = t_{i-k_1}^{\text{pn}} = t_{i-k_2}^{\text{pn}}.$$

Раннее окончание работы, входящей в завершающее событие, определяет величину продолжительности критического пути:

$$t_{i-k}^{\text{po}} = T_{\text{кр}}.$$

Если в конечное событие входят две работы или более, то максимальная из величин раннего окончания работ будет определять продолжительность критического пути. Эта величина представляет и самый поздний срок окончания всех работ, входящих в конечное событие:

$$T_{\text{кр}} = \max_{(j-k), (j_1-k), (j_2-k)} t_{j-k}^{\text{po}}.$$

Расчет поздних сроков окончания и начала работ выполняют после определения всех ранних сроков обратным ходом от завершающего события к исходному.

Позднее начало ранней работы определяется как разность между ее поздним окончанием и продолжительностью работы:

$$t_{i-j}^{\text{пн}} = t_{i-j}^{\text{пн}} - t_{i-j}.$$

Позднее окончание любой работы определяется по значению позднего начала последующей работы:

$$t_{\text{ш-о}}^{\text{по}} = t_{j-k}^{\text{пн}}.$$

Если последующих работ несколько, то позднее окончание данной работы определяется по максимальному значению позднего начала последующей работы:

$$t_{i-j}^{\text{по}} = \max_{(j-k), (j_1-k), (j_2-k)}^{\text{пн}}.$$

Поздние сроки окончания работ, входящих в одно событие, не могут быть разными:

$$t_{j-k}^{\text{по}} = t_{j-k_1}^{\text{по}} = t_{j-k_2}^{\text{по}}.$$

Для критических работ ранние и поздние сроки начала и окончания работ соответственно равны.

Разница между поздним $t^{\text{по}}$ и ранним окончанием работы $t^{\text{пн}}$ указывает на запас времени для выполнения данной работы и называется *общим резервом времени*:

$$R_{i-j} = t_{i-j}^{\text{по}} - t_{i-j}^{\text{пн}}.$$

Частный резерв времени имеет место, когда в событие входят две или более работы, и определяется по выражению

$$r_{i-j} = t_{j-k}^{\text{пн}} - (t_{i-j}^{\text{пн}} + t_{i-j}) = t_{j-k}^{\text{пн}} - t_{i-j}^{\text{по}}.$$

При выполнении курсового проекта студент обязан выполнить расчет параметров сетевого графика табличным и графическим методами.

Используя изложенные выше выражения и правила расчета, заполняют табличную форму для расчета параметров сетевого графика (таблица 2.12).

Таблица 2.12 – Параметры сетевого графика

№ п/п	Код работы	Продолжительность работы t_{i-j}	Раннее		Позднее		Общий резерв времени R_{i-j}	Частный резерв времени r_{i-j}
			начало работы $t_{i-j}^{рн}$	окончание работы $t_{i-j}^{ро}$	начало работы $t_{i-j}^{пн}$	окончание работы $t_{i-j}^{по}$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1-2	6	0	$0 + 6 = 6 \downarrow$	7	13	7	0
2	1-6	17	0	17	1	18	1	0
3	1-7	18	0	18	0	18	0	0
4	2-3	4	6	10	13	17	7	0
5	3-4	3	10	13	17	20	7	0
6	4-5	1	13	14	20	21	7	0
7	5-9	0	14	14	21	21	7	7
8	6-7	0	17	17	18	18	1	1
9	7-8	2	18	20	18	20	0	0
10	8-9	1	20	21	$\uparrow 21 - 1 = 20$	21	0	0

На рисунке 2.22 представлен пример расчетной схемы сетевого графика и выполнен расчет его основных параметров табличным методом (см. таблицу 2.12).

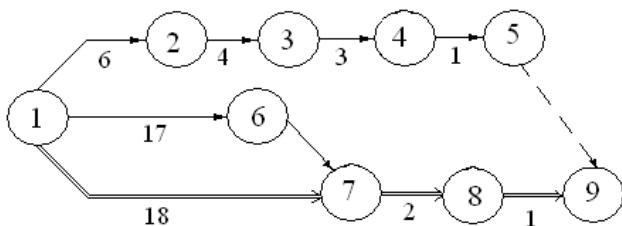


Рисунок 2.22 – Расчетная схема сетевого графика

При расчете сетевых графиков графическим методом все исходные данные и результаты расчетов записывают непосредственно на графике. Для этого каждое событие делится на четыре сектора (рисунок 2.23), в каждый из которых записывают строго определенную информацию.

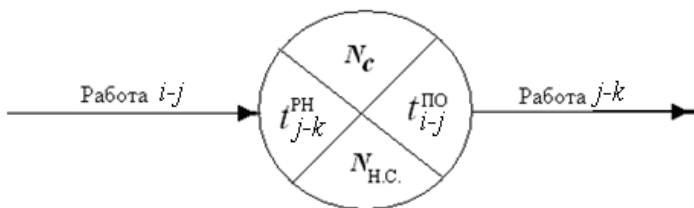


Рисунок 2.23 – Обозначение секторов события

На рисунке 2.23:

N_c – номер данного события;

$N_{н.с}$ – номер начального события входящей работы, по которой проходит путь максимальной продолжительности к данному событию;

t_{j-k}^{PH} – раннее начало последующей работы $j-k$;

$t_{i-j}^{ПО}$ – позднее окончание предшествующей работы $i-j$.

При расчете используются вышеприведенные правила расчета сетевых графиков. Прежде всего, двигаясь слева направо, определяют ранние сроки всех работ. В завершающем событии графика число в левом секторе означает длину критического пути. Это число переносят в правый сектор, как позднее окончание последней работы. Расчет поздних окончаний и начал ведется в обратном направлении – от завершающего события к исходному.

2.12. Разработка технологической карты

В составе курсового проекта разрабатывается технологическая карта на один из монтажных процессов в соответствии с технологическими решениями, заложенными в проекте, с использованием современных технологий и методов производства работ, по заданию руководителя курсового проекта.

*Примерный перечень монтажных процессов
для разработки технологических карт при выполнении проекта
по теме «Организация и планирование монтажа
систем теплоснабжения из стальных
предварительно изолированных труб»*

1. Разработка траншей одноковшовыми экскаваторами «обратная лопата».
2. Укрепление стенок траншей инвентарными креплениями.
3. Подготовка дна траншеи для укладки стальных ПИ труб.
4. Засыпка траншеи слоем песка вручную на 100 мм над поверхностью стальных ПИ трубопроводов.
5. Окончательная засыпка траншей бульдозерами.
6. Окончательная планировка площадей бульдозерами.
7. Прокладка трубопроводов из стальных ПИ труб.
8. Электродуговая ручная сварка неповоротных стыков ПИ трубопроводов.
9. Теплогидроизоляция стыков ПИ трубопроводов с применением термоусаживаемых муфт.
10. Гидравлическое испытание трубопроводов из стальных ПИ труб.

Для разработки технологической карты на отдельный монтажный процесс студентом могут быть использованы типовые технологические карты и материалы проектно-технологических институтов, монтажных и других организаций.

Технологическая карта должна содержать следующие разделы:

1. Область применения.
2. Техничко-экономические показатели.
3. Организация и технология монтажного процесса.
4. Материально-технические ресурсы.

5. Мероприятия по охране труда и технике безопасности.

6. Графическая схема выполнения монтажного процесса (приводится в графической части курсового проекта).

В разделе «Область применения» указывается, для чего предназначена данная карта и кем выполняется (специальность) рассматриваемый процесс.

В «Технико-экономических показателях» приводятся затраты труда рабочих-строителей и машинистов из соответствующих РСН.

Раздел «Организация и технология монтажного процесса» включает подготовительные работы, предшествующие выполнению рассматриваемого процесса, описание технологии его выполнения с перечнем всех операций процесса и технических условий производства работ.

В разделе «Материально-технические ресурсы» приводится перечень, количество, основные технические характеристики и назначение машин, оборудования, механизмов, приспособлений, инструментов в виде таблицы 2.5, приведенной в п. 2.5.

Мероприятия по охране труда и технике безопасности приводятся в соответствующем разделе.

Графическая схема выполнения рассматриваемого монтажного процесса или рисунок приводятся в графической части проекта на листе формата А1.

В прил. 11 представлены примеры разработки технологических карт на некоторые монтажные процессы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трубы стальные, предварительно теплоизолированные пенополиуретаном. Технические условия : СТБ 1295–2001. – Минск, 2002.
2. Тепловые сети бесканальной прокладки из стальных труб, предварительно теплоизолированных пенополиуретаном в полиэтиленовой оболочке. Правила проектирования и монтажа : ТКП 45-4.02-89–2007 (02250). – Минск, 2008.
3. Тепловые сети. Строительные нормы проектирования : ТКП 45-4.02-182–2009 (02250). – Минск, 2010.
4. Трубы, фасонные части и запорная арматура, предварительно изолированная пенополиуретаном. Комплектующие изделия. Оборудование и комплектующие изделия системы оперативного дистанционного контроля (СОДК) : сортамент / ЗАО «Завод полимерных труб». – Могилев, 2000.
5. Инструкция по монтажу систем предварительно изолированных пенополиуретаном трубопроводов для типоразмеров 25/90-630/800. – Минск, 2004.
6. Земляные сооружения. Основания фундаментов. Производство работ : П16-03 к СНБ 5.01.01–99. – Минск, 2004.
7. Строительство. Монтаж тепловых сетей. Контроль качества работ : СТБ 2116–2010. – Минск : Госстандарт, 2011.
8. Тепловые сети : СНиП 3.05.03–85. – М., 1988.
9. Свод правил по проектированию и строительству тепловых сетей бесканальной прокладки из стальных труб с промышленной изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке : СП 41-105–2002. – М., 2003.
10. Каталог предварительно изолированных труб производства ООО «Сармат». – Минск, 2004.
11. Сильфонные компенсационные устройства для стальных трубопроводов с тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке : ТУ 5-06. – Минск, 2006.
12. Типовые строительные конструкции, изделия и узлы. Серия 3.900.1-14. Изделия железобетонные для круглых колодцев водопровода и канализации. – Вып. 1. – 1990.
13. Земляные работы : сб. 1 : РСН 8.03.101–2007. – Кн. 1. – Минск, 2007.

14. Земляные работы : сб. 1 : РСН 8.03.101–2007. – Кн. 2. – Минск, 2007.
15. РСН 8.03.100–2008—ДО1. Сб. дополнений, вып. 1. – Минск, 2008.
16. РСН 8.03.100–2011—ДО1. Сб. дополнений, вып. 5. – Минск, 2011.
17. Бетонные и железобетонные конструкции сборные : сб. 7 : РСН 8.03.107–2007. – Минск, 2007.
18. Теплоснабжение и газопроводы – наружные сети : РСН 8.03.124–2007. – Минск, 2007.
19. Полы : РСН 8.03.111–2007. – Минск, 2007.
20. Канализация – наружные сети : РСН 8.03.123–2007. – Минск, 2007.
21. Водопровод – наружные сети : РСН 8.03.122–2007. – Минск, 2007.
22. Организация, планирование и управление производством : методические указания по разработке технологической карты в составе курсового проекта для студентов специальности 1-70 04 02 «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» / сост. : И. И. Станецкая, В. Д. Сизов, Е. С. Калиниченко. – Минск : БНТУ, 2009.
23. Нормы продолжительности строительства предприятий, зданий и сооружений : ТКП 45-1.03-122–2008. – Минск, 2009.
24. Типовая технологическая карта на гидравлическое испытание трубопроводов теплоснабжения из предизолированных труб : ТТК 100289293-044–2010 / ОАО «Стройкомплекс». – Минск, 2010.
25. Типовая технологическая карта на прокладку трубопроводов наружных сетей теплоснабжения из стальных предварительно изолированных труб № 365/6т–2006 ТТК-25. – Минск : ОАО «Оргстрой», 2007.
26. Типовая технологическая карта на монтаж железобетонных колодцев : ТТК-100289293.243-03-07.2–2011. – Минск : ОАО «Стройкомплекс», 2011.
27. Безопасность труда в строительстве. Общие требования : ТКП 45-1.03-40–2006.
28. Безопасность труда. Строительное производство : ТКП 45-1.03-44–2006.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

П1.1. Условные обозначения, коды, основные типоразмеры и характеристики предварительно изолированных труб и фасонных частей, выпускаемые ЗАО «Завод полимерных труб», г. Могилев [4]

\emptyset	– номер типоразмера
d_y	– условный диаметр стальной трубы
d, d_1	– наружный диаметр стальной трубы
D', D_1	– наружный диаметр защитной трубы-оболочки
s_{\min}	– минимальная толщина стенки стальной трубы
S_{Π}	– толщина стенки стальной трубы
S'	– толщина части конструкции изделия
L	– длина изделия
L', L''	– длина неизолированной части изделия
H	– высота изделия
a, A, b, B	– длина или ширина части конструкции изделия
α	– угол поворота трассы
ГОСТ	– нормативный документ, характеризующий свойства стальной трубы
П	– полиэтиленовая труба-оболочка (из ПЭНД по ГОСТ 16338–85)

Длина неизолированной части изделий (L', L'') принимается для диаметров $d = 32\text{--}219$ мм равной 150 мм, для диаметров $d = 73\text{--}1020$ мм – равной 210 мм.

Для ПИ фасонных частей (отводов, тройников, переходов) нормативный документ ТУ РБ 700360916.364–2004.

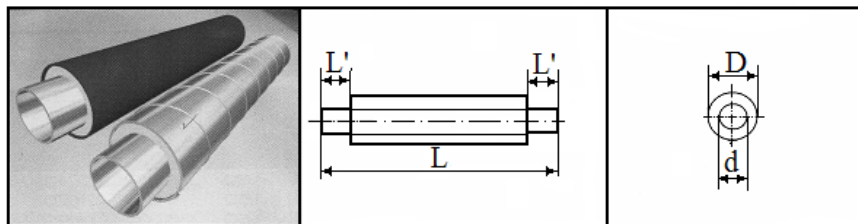


Рисунок П1.1 – Труба в ППУ изоляции

Таблица П1.1 – Типоразмеры и основные параметры ПИ труб

Код Ø	d_y , мм	d , мм	S_{min} , мм	ГОСТ на трубу стальную	Защитная труба-оболочка		L' , мм	L , м	Масса 1 м изделия, кг
					D , мм	S_n , мм			П
01	25	32	2,0	8731–74 8733–74	110	2,5	150	6,0	3,16
02	32	38	2,0		110	2,5	150	6,0	3,90
03	40	45	2,0		110	3,0	150	6,0	4,50
04	50	57	3,0	10704–91	125	3,0	150	10,0	6,70
05	65	76	3,0		140	3,0	150	10,0	8,60
06	80	89	3,5		160	3,0	150	10,0	11,10
07	100	108	4,0		200	3,0	150	10,0	14,25
08	100	114	4,0		200	3,2	150	11,5	14,76
09	125	133	4,0		225	3,5	150	11,5	18,20
10	150	159	4,5		250	3,9	150	11,5	23,20
11	200	219	6,0		315	4,9	150	11,5	41,20
12	250	273	6,0		400	6,3	210	11,5	60,00
13	300	325	6,0		450	7,0	210	11,5	78,00
14	350	377	7,0		500	7,8	210	11,5	98,50
15	400	426	7,0	560	8,8	210	11,5	102,80	
16	500	530	7,0	20295–85	710	11,1	210	11,5	132,70
17	600	630	8,0		800	12,5	210	11,5	173,40
18	700	720	8,0		900	13,0	210	11,5	195,10
19	800	820	9,0		1000	15,5	210	11,5	260,50
20	900	920	10,0		1100	17,2	210	11,5	293,00
21	1000	1020	11,0		1200	18,8	210	11,5	352,70

Код изделия Т(СП)-159/250 – труба стальная, в полиэтиленовой трубе-оболочке – наружный диаметр стальной трубы/наружный диаметр защитной трубы-оболочки.

Нормативный документ СТБ 1295–2001.

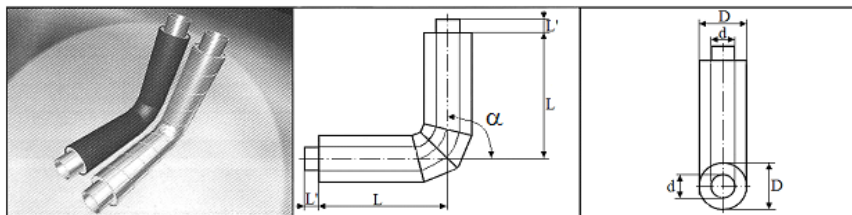


Рисунок П1.2 – Отвод из стальных труб в ППУ изоляции

Таблица П1.2 – Типоразмеры и основные параметры отводов из стальных труб

Код Ø	d_y , мм	d , мм	S_{min} , мм	ГОСТ на трубу стальную	Защитная труба-оболочка		L , мм	Масса 1 м изделия, кг
					D , мм	$S_{п}$, мм		П
01	25	32	2,0	8731–74 8733–74	110	2,5	1000	6,3
02	32	38	2,0		110	2,5	1000	7,8
03	40	45	2,0		110	3,0	1000	9,0
04	50	57	3,0	10704–91	125	3,0	1000	13,4
05	65	76	3,0		140	3,0	1000	17,2
06	80	89	3,5		160	3,0	1000	22,2
07	100	108	4,0		200	3,0	1000	28,5
08	100	114	4,0		200	3,2	1000	29,5
09	125	133	4,0		225	3,5	1000	38,4
10	150	159	4,5		250	3,9	1000	46,4
11	200	219	6,0		315	4,9	1000	82,4
12	250	273	6,0		400	6,3	1000	120,0
13	300	325	6,0		450	7,0	1000	156,0
14	350	377	7,0	500	7,8	1200	236,4	
15	400	426	7,0	560	8,8	1200	246,7	
16	500	530	7,0	20295–85	710	11,1	1300	345,0
17	600	630	8,0		800	12,5	1300	450,8
18	700	720	8,0		900	13,0	1400	546,3
19	800	820	9,0		1000	15,5	1500	781,5
20	900	920	10,0		1100	17,2	1600	937,6
21	1000	1020	11,0		1200	18,8	1700	1199,2

Код изделия О(СП) 159/45 – отвод стальной, в полиэтиленовой трубе-оболочке – наружный диаметр трубы / угол поворота трассы.

Угол поворота трассы α , градус	15	30	45	65	70	90
Код	15	30	45	60	75	90

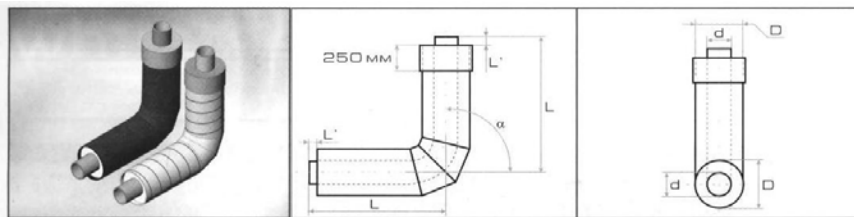


Рисунок 1.3 – Отвод из стальных труб в ППУ изоляции с закольцовкой проводов СОДК

Таблица П1.3 – Типоразмеры и основные параметры отводов труб

Код Ø	d_y , мм	d , мм	S_{min} , мм	ГОСТ на трубу стальную	Защитная труба-оболочка		L , мм	Масса 1 м изделия, кг
					D , мм	$S_{п}$, мм		П
01	25	32	2,0	8731–74 8733–74	110	2,5	1000	6,3
02	32	38	2,0		110	2,5	1000	7,8
03	40	45	2,0	10704–91	110	3,0	1000	9,0
04	50	57	3,0		125	3,0	1000	13,4
05	65	76	3,0		140	3,0	1000	17,2
06	80	89	3,5		160	3,0	1000	22,2
07	100	108	4,0		200	3,0	1000	28,5
08	100	114	4,0		200	3,2	1000	29,5
09	125	133	4,0		225	3,5	1000	36,4
10	150	159	4,5		250	3,9	1000	46,4
11	200	219	6,0		315	4,9	1000	82,4
12	250	273	6,0		400	6,3	1000	120,0
13	300	325	6,0		450	7,0	1000	156,0
14	350	377	7,0	500	7,8	1200	236,4	
15	400	426	7,0	560	8,8	1200	246,7	
16	500	530	7,0	710	11,1	1300	345,0	
17	600	630	8,0	800	12,5	1300	450,8	
18	700	720	8,0	20295–85	900	13,0	1400	546,3
19	800	820	9,0		1000	15,5	1500	781,5
20	900	920	10,0		1100	17,2	1600	937,6
21	1000	1020	11,0		1100	17,2	1600	937,6
					1200	18,8	1700	1199,2

Код изделия О(СП) ЗП-219/15 – отвод стальной, в полиэтиленовой трубе-оболочке с закольцовкой проводов СОДК под металлической заглушкой изоляции – наружный диаметр трубы / угол поворота трассы.

Угол поворота трассы α , градус	15	30	45	65	70	90
Код	15	30	45	60	75	90

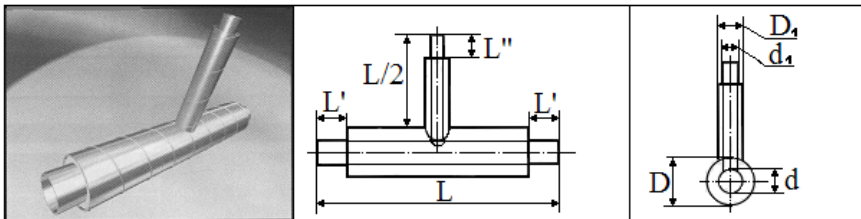


Рисунок П1.4 – Тройник прямой в ППУ изоляции

Таблица П1.4 – Типоразмеры и основные параметры тройников прямых

Код Ø	d_y , мм	d , мм	d_y , мм	D , мм	Код Ø																				
					1000							1500					2000								
					L , мм	D_1 , мм	d_1 , мм	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
01	25	32	110																						
02	32	38	110	×	×																				
03	40	45	110			×																			
04	50	57	125	×	×	×	×																		
05	65	76	140					×																	
06	80	89	160	×	×	×	×	×	×																
07	100	108	200																						
08	100	114	200	×	×	×	×	×	×	×	×														
09	125	133	225									×													
10	150	159	250	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×												
11	200	219	315											×											
12	250	273	400	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
13	300	325	450																						
14	350	377	500	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×									
15	400	426	560																						
16	500	530	710	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
17	600	630	800																						
18	700	720	900	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
19	800	820	1000																						
20	900	920	1100	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
21	1000	1020	1200																						

Код изделия: ТрПрСП-273/114 – тройник прямой, стальной, в полиэтиленовой трубе-оболочке – наружный диаметр основной трубы / наружный диаметр трубопровода вывода.

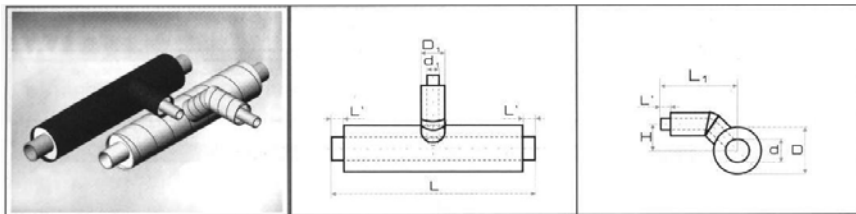


Рисунок П1.5 – Тройник ответвления в ППУ изоляции

Таблица П1.5 – Типоразмеры и основные параметры тройников ответвления

Код Ø	d _y , мм	d, мм	d _с , мм	D, мм	Код																					
					Ø																					
					01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
					L _c , мм	1000											1500			2000						
					D ₁ , мм	110	110	110	125	140	160	200	200	225	250	315	400	450	500	560	710	800	900	1000	1100	1200
					d ₁ , мм	32	38	45	57	76	89	108	114	133	159	219	273	325	377	426	530	630	720	820	920	1020
						25	32	40	50	65	80	100	100	125	150	200	250	300	350	400	500	600	700	800	900	1000
01	25	32	110																							
02	32	38	110	×	×																					
03	40	45	110			×																				
04	50	57	125	×	×	×	×																			
05	65	76	140																							
06	80	89	160	×	×	×	×	×	×	×																
07	100	108	200																							
08	100	114	200	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×													
09	125	133	225																							
10	150	159	250	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×											
11	200	219	315																							
12	250	273	400	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
13	300	325	450																							
14	350	377	500	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×						
15	400	426	560																							
16	500	530	710	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×					
17	600	630	800																							
18	700	720	900	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×				
19	800	820	1000																							
20	900	920	1100	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		
21	1000	1020	1200																							

Код изделия: ТрО(СП)-219/114 – тройник ответвления стальной, в полиэтиленовой трубе-оболочке – наружный диаметр основной трубы / наружный диаметр трубопровода ответвления;

H – расстояние от оси основного трубопровода до оси трубопровода ответвления, определяемое по формуле

$$H = D / 2 + D_1 / 2 + 50, \text{ мм.}$$

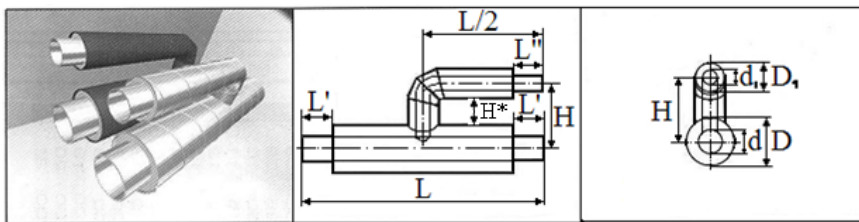


Рисунок П1.6 – Тройник параллельный в ППУ изоляции

Таблица П1.6 – Типоразмеры и основные параметры тройников параллельных

Код Ø	d_y , мм	d , мм	d_y , мм	D , мм	Код		Ø
					d_1 , мм	D_1 , мм	
			25			01	110
01	25	32	110				
02	32	38	110	×	×		
03	40	45	110				
04	50	57	125	×	×	×	×
05	65	76	140				
06	80	89	160	×	×	×	×
07	100	108	200				
08	100	114	200	×	×	×	×
09	125	133	225				
10	150	159	250	×	×	×	×
11	200	219	315				
12	250	273	400	×	×	×	×
13	300	325	450				
14	350	377	500	×	×	×	×
15	400	426	560				
16	500	530	710	×	×	×	×
17	600	630	800				
18	700	720	900	×	×	×	×
19	800	820	1000				
20	900	920	1100	×	×	×	×
21	1000	1020	1200				

Код изделия: ТрП(СП)-250/114 – тройник параллельный, стальной, в полиэтиленовой трубе-оболочке – наружный диаметр основной трубы / наружный диаметр трубы ответвления.

H – расстояние от оси основного трубопровода до оси трубопровода ответвления определяется по формуле

$$H = D / 2 + D_1 / 2 + H^*, \text{ мм.}$$

H^* зависит от диаметра основного трубопровода.

Диаметр ответвления трубопровода d , мм	32–45	133–159	325–377	426	450 и 530
H^* , мм	150	200	300	350	31

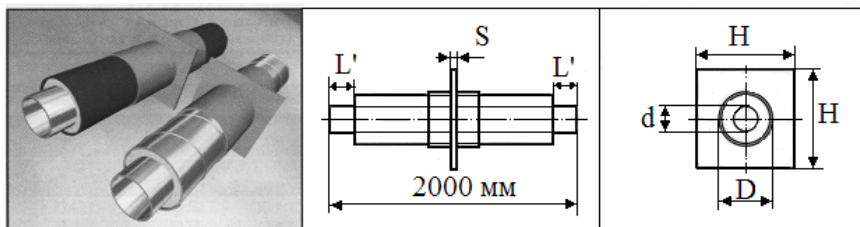


Рисунок 11.8 – Опоры неподвижные в ППУ изоляции

Таблица 11.8 – Типоразмеры и основные параметры опор неподвижных

Код Ø	d_y , мм	d , мм	S_{min} , мм	ГОСТ на трубу стальную	Защитная труба-оболочка		S , мм	H , м	Масса 1 м изделия, кг
					D , мм	$S_{п}$, мм			П
01	25	32	2,0	8731–74 8733–74	110	2,5	16	255	15,8
02	32	38	2,0		110	2,5	16	255	16,3
03	40	45	2,0		110	2,5	16	255	17,0
04	50	57	3,0	10704–91	125	2,5	16	255	21,5
05	65	76	3,0		140	3,0	16	275	26,0
06	80	89	3,5		160	3,0	16	295	32,4
07	100	108	4,0		200	3,2	16	315	42,1
08	100	114	4,0		200	3,2	16	315	43,1
09	125	133	4,0		225	3,5	16	340	50,4
10	150	159	4,5		250	3,9	20	400	70,4
11	200	219	6,0		315	4,9	24	460	115,7
12	250	273	6,0		400	6,3	30	550	167,2
13	300	325	6,0		450	7,0	40	650	237,1
14	350	377	7,0		500	7,8	40	700	288,4
15	400	426	7,0	560	8,8	40	750	327,5	
16	500	530	7,0	20295–85	710	11,1	40	900	445,7
17	600	630	8,0		800	12,5	50	1000	600,1
18	700	720	8,0		900	13,0	50	1100	706,1
19	800	820	9,0		1000	16,0	50	1300	1949,6
20	900	920	10,0		1100	16,0	60	1300	1086,4
21	1000	1020	11,0		1200	16,0	60	1400	1263,1

Код изделия: Оп(СП)-159/250 – опора стальная, в полиэтиленовой трубе-оболочке – наружный диаметр стальной трубы / наружный диаметр защитной трубы-оболочки.

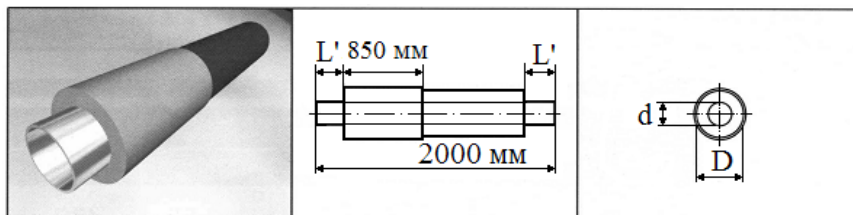


Рисунок П1.9 – Вывод кабельный концевой в ППУ изоляции с верхним выходом кабеля СОДК

Таблица П1.9 – Типоразмеры и основные параметры выводов кабельных концевых

Код Ø	d_y , мм	d , мм	S_{min} , мм	ГОСТ на трубу стальную	Защитная труба-оболочка		Масса изделия, кг
					D , мм	$S_{п}$, мм	П
01	25	32	2,0	8731–74 8733–74	110	2,5	10,0
02	32	38	2,0		110	2,5	11,5
03	40	45	2,0		110	3,0	12,7
04	50	57	3,0	10704–91	125	3,0	17,6
05	65	76	3,0		140	3,0	21,9
06	80	89	3,5		160	3,0	27,7
07	100	108	4,0		200	3,0	35,4
08	100	114	4,0		200	3,2	36,4
09	125	133	4,0		225	3,5	44,2
10	150	159	4,5		250	3,9	55,1
11	200	219	6,0		315	4,9	93,4
12	250	273	6,0		400	6,3	134,4
13	300	325	6,0		450	7,0	172,2
14	350	377	7,0	500	7,8	254,4	
15	400	426	7,0	560	8,8	267,1	
16	500	530	7,0	20295–85	710	11,1	371,9
17	600	630	8,0		800	12,5	480,9
18	700	720	8,0		900	13,0	580,5
19	800	820	9,0		1000	15,5	819,6
20	900	920	10,0		1100	17,2	979,6
21	1000	1020	11,0		1200	18,8	1245,5

Код изделия: ВКК(СП) ВВ-219/315 – вывод кабельный концевой, стальной, в полиэтиленовой трубе-оболочке с верхним выходом кабеля СОДК, наружный диаметр стальной трубы / наружный диаметр защитной трубы-оболочки.

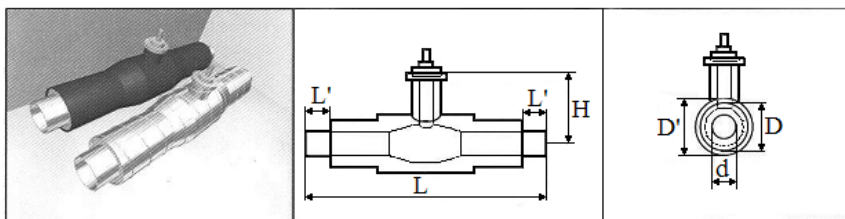


Рисунок П1.10 – Кран шаровой в ППУ изоляции

Таблица П1.10 – Типоразмеры и основные параметры кранов шаровых

Код Ø	d_y , мм	d , мм	S_{min} , мм	ГОСТ на трубу стальную	Защитная труба-оболочка			L , мм	Высота штока H , мм			
					D , мм	D , мм	S_n , мм		H_{min}	$H_{ст}$	H_{max}	
01	25	32	2,0	8731–74 8733–74	110	125	2,5	1500	150	400	3300	
02	32	38	2,0		110	127	2,5	1500	160	404	2000	
03	40	45	2,0	10704–91	110	138	3,0	1500	175	413	5000	
04	50	57	3,0		125	154	3,0	1500	180	420	3500	
05	65	76	3,0		140	172	3,0	1500	235	424	3500	
06	80	89	3,5		160	198	3,0	1500	245	434	2800	
08	100	114	4,0		200	238	3,2	1500	275	453	4500	
09	125	133	4,0		225	263	3,5	1500	375	492	3000	
10	150	159	4,5		250	301	3,9	1500	410	513	2500	
11	200	219	6,0		315	363	4,9	1500	460	537	3000	
12	250	273	6,0		400	483	6,3	1500	549	613	1800	
13	300	325	6,0		450	583	7,0	1500	606	664	1100	
14	350	377	7,0		500	652	7,8	1500	727	727	1445	
15	400	426	7,0		560	764	8,8	1500	789	789	4350	
16	500	530	7,0		20295–85	710	913	11,1	2000	905	905	4000

Код изделия: Кр(П)-200 – кран шаровой, в полиэтиленовой труба-оболочке – диаметр условный стальной трубы.

В таблице указаны три обозначения высоты штока: H_{min} – минимально возможная высота штока; $H_{ст}$ – стандартная высота штока; H_{max} – максимально возможная высота штока.

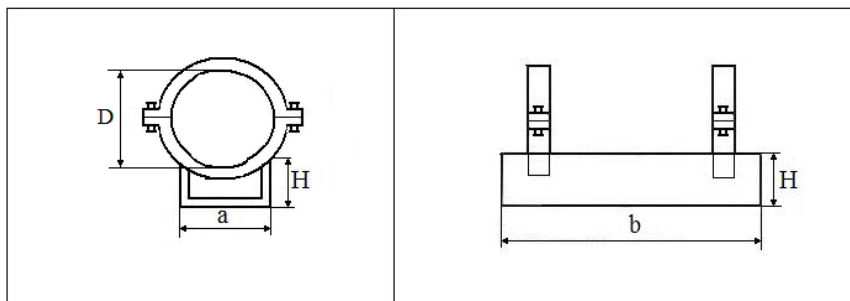


Рисунок П1.11 – Опора скользящая

Таблица П1.11 – Типоразмеры и основные параметры опор скользящих

Код Ø	d_y , мм	d , мм	D , мм	a , мм	b , мм	H , мм	Масса изделия, кг
01	25	32	110	120	200	70	1,96
02	32	38	110	120	200	70	1,96
03	40	45	110	120	200	70	1,96
04	50	57	125	130	200	80	2,15
05	65	76	140	150	300	85	3,10
06	80	89	160	170	300	95	3,46
07	100	108	200	210	300	115	4,18
08	100	114	200	210	300	115	4,18
09	125	133	225	235	300	130	4,67
10	150	159	250	260	400	140	6,35
11	200	219	315	325	400	175	11,07
12	250	273	400	410	450	215	14,94
13	300	325	450	460	550	240	19,57
14	350	377	500	510	550	265	35,24
15	400	426	560	570	550	295	39,92
16	500	530	710	720	600	370	58,02
17	600	630	800	810	600	415	67,80
18	700	720	900	910	900	465	106,60
19	800	820	1000	1010	900	515	119,54
20	900	920	1100	1110	1000	565	147,92
21	1000	1020	1200	1210	1000	615	212,42

Назначение изделия: при прокладке в непроходных каналах ПИ трубопроводы (диаметром до 400 мм) можно укладывать на сплошном основании из песка или на скользящих опорах (для больших диаметров).

Код изделия: ОпСк-315 – опора скользящая – наружный диаметр защитной трубы-оболочки.

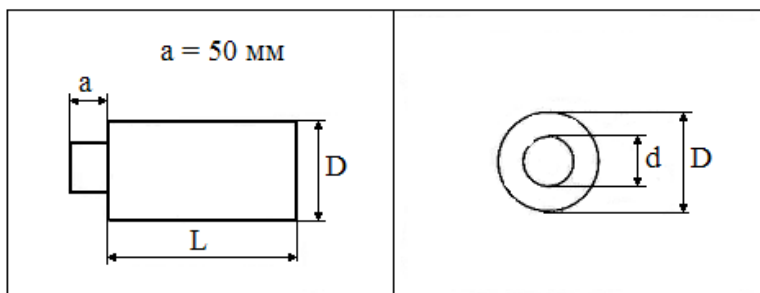


Рисунок П1.12 – Заглушка тепловой изоляции

Таблица П1.12 – Типоразмеры и основные параметры заглушек

Код Ø	d_y , мм	d , мм	D , мм	a , мм	L , мм	Масса изделия, кг
01	25	32	110	120	150	0,50
02	32	38	110	120	150	0,50
03	40	45	110	120	150	0,50
04	50	57	125	130	150	0,59
05	65	76	140	150	150	0,67
06	80	89	160	170	150	0,77
07	100	108	200	210	150	0,97
08	100	114	200	210	150	0,97
09	125	133	225	235	150	1,10
10	150	159	250	260	150	1,23
11	200	219	315	325	150	2,01
12	250	273	400	410	200	2,54
13	300	325	450	460	200	2,88
14	350	377	500	510	200	3,22
15	400	426	560	570	200	3,61
16	500	530	710	720	200	4,57
17	600	630	800	810	200	5,19
18	700	720	900	910	200	5,86
19	800	820	1000	1010	200	6,53
20	900	920	1100	1110	200	7,21
21	1000	1020	1200	1210	200	7,89

Код изделия: 3(П)-325 – заглушка тепловой изоляции, в полиэтиленовой трубе-оболочке – наружный диаметр защитной трубы-оболочки.

П1.2. Комплект заделки стыка (полиэтиленовая труба-оболочка)

В комплект заделки входят следующие материалы:

- муфта полиэтиленовая (термоусаживаемая);
- компоненты пенополиуретана (компонент А и компонент В);
- прочие составляющие, необходимые для проведения работ по заделке стыка.

Таблица П1.13 – Диаметры комплектующих заделки стыка

Код Ø	d_y , мм	d , мм	D , мм
01	25	32	110
02	32	38	110
03	40	45	110
04	50	57	125
05	65	76	140
06	80	89	160
07	100	108	200
08	100	114	200
09	125	133	225
10	150	159	250
11	200	219	315
12	250	273	400
13	300	325	450
14	350	377	500
15	400	426	560
16	500	530	710
17	600	630	800
18	700	720	900
19	800	820	1000
20	900	920	1100
21	1000	1020	1200

Код изделия: КЗС (Т)-219/315 – комплект заделки стыка, полиэтиленовая термоусаживаемая муфта – наружный диаметр стальной трубы / наружный диаметр полиэтиленовой трубы-оболочки.

П.3. Комплект заделки неподвижных опор

В комплект теплогидроизоляции неподвижных опор входят следующие материалы:

- фольгоизол (покрывной слой);
- маты КVM (теплоизоляция);
- фольгоскотч (крепление теплоизоляции).

Таблица П.14 – Диаметры труб заделки неподвижных опор

Код Ø	d_y , мм	d , мм	D , мм
01	25	32	110
02	32	38	110
03	40	45	110
04	50	57	125
05	65	76	140
06	80	89	160
07	100	108	200
08	100	114	200
09	125	133	225
10	150	159	250
11	200	219	315
12	250	273	400
13	300	325	450
14	350	377	500
15	400	426	560
16	500	530	710
17	600	630	800
18	700	720	900
19	800	820	1000
20	900	920	1100
21	1000	1020	1200

Код изделия: КЗНО-219/315 – комплект заделки неподвижных опор – наружный диаметр стальной трубы / наружный диаметр полиэтиленовой трубы-оболочки.

П1.4. Маты теплозвукоизоляционные из вспененного полиэтилена

Маты предназначены для восприятия расчетных температурных удлинений трубопровода и устанавливаются:

- в местах врезок трубопроводов;
- местах установки Г-, Z- и П-образных компенсаторов.

Высоту матов рекомендуется принимать на 100 мм больше диаметра защитной трубы-оболочки.

Маты теплозвукоизоляционные из вспененного полиэтилена выпускаются толщиной 15, 20, 35 мм в рулонах длиной до 30 м и шириной 1 м. Маты толщиной 40 мм выпускаются полосами размером 1×2 м, рисунок П1.13.

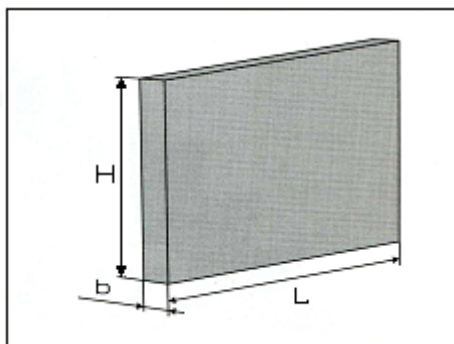


Рисунок П1.13 – Полоса теплозвукоизоляционная
из вспененного полиэтилена

Окончание таблицы ПП.15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Компонент А пе- нополиуретана	кг	0,102	0,150	0,142	0,179	0,200	0,256	0,411	0,391	0,477	0,539	0,743	1,239	1,404	1,563	1,915	3,235	3,523
	л*	0,088	0,129	0,122	0,154	0,172	0,221	0,354	0,337	0,411	0,465	0,641	1,068	1,210	1,347	1,651	2,789	3,037
Компонент Б пе- нополиуретана	кг	0,163	0,240	0,227	0,287	0,321	0,410	0,657	0,626	0,764	0,836	1,189	1,982	2,246	2,501	3,064	5,175	5,637
	л*	0,129	0,190	0,180	0,228	0,256	0,325	0,521	0,497	0,606	0,663	0,944	1,573	1,783	1,985	2,432	4,107	4,474
Лента термо- усаживаемая	кг	0,170	0,207	0,207	0,236	0,264	0,301	0,377	0,377	0,424	0,471	0,593	0,754	0,848	0,942	1,055	1,338	1,507
	м*	0,28	0,35	0,35	0,39	0,44	0,50	0,63	0,63	0,71	0,79	0,99	1,26	1,41	1,57	1,76	2,23	2,51

* Данные приводятся справочно для облегчения перевода единиц измерения, в которых отгружаются, оприходуются и списываются материалы, в легко контролируемые в полевых условиях единицы измерения.

Инструменты и материалы для монтажа системы ОДК представлены в таблицах П1.16 и П1.17 [4].

Таблица П1.16 – Инструмент и оборудование

№ п/п	Наименование	Применение
1	Клещи обжимные	Для опрессовки гильз соединительных
2	Пассатижи	Для выпрямления гильз соединительных
3	Кусачки (бокореzy)	Для укорачивания сигнальных проводов
4	Нож	Для зачистки жил кабеля
5	Рулетка	Для измерения длины кабеля
6	Отвертки крестообразные: большая, средняя, малая	Для фиксации терминалов и детекторов
7	Отвертки плоские: большая, средняя, малая	Для фиксации терминалов и детекторов
8	Молоток	Для закрепления дюбелей, анкерных болтов
9	Ключи гаечные	Для закрепления болтов и гаек на соединительных хомутах
10	Ключ гаечный с тресчеткой	Для установки анкерных болтов
11	Щетка металлическая	Для очистки поверхности от загрязнений
12	Паяльник газовый	Для усадки муфты соединительной (термоусаживаемой) и пайки гильз соединительных
13	Паяльник электрический	Для пайки опрессованных гильз соединительных
14	Перфоратор (электродрель)	Для сверления отверстий
15	Угловая шлифмашина	Для обработки оцинкованной трубы
16	Портативный электрогенератор $U = 220 \text{ В}$	Для питания электрооборудования
17	Мегаомметр	Для снятия замеров состояния изоляции
18	Тестер монтажный (мультиметр)	Для снятия замеров сопротивления сигнальной петли
19	Импульсивный рефлектометр	Для снятия рефлектограмм

Таблица П1.17 – Материалы для монтажа СОДК (комплект)

№ п/п	Наименование	Применение
1	Ацетон или растворитель на основе ацетона	Для обезжиривания поверхности сигнальных проводов
2	Припой	Для пайки опрессованных гильз соединительных
3	Флюс паяльный	Для зачистки сигнальных проводов перед пайкой
4	Наждачная бумага	Для зачистки сигнальных проводов перед спайкой
5	Гильза соединительная (тулейка), наружный диаметром 1,85 мм	Для соединения сигнальных проводов
6	Термоусаживаемая трубка (термокембрик) диаметром 4 мм	Для изоляции проводника
7	Термоусаживаемая трубка на клеевой основе (наборные зажимы) диаметром 30 мм	Для гидроизоляции кабеля NYM
8	Анкерные болты	Для крепления ящика ковера
9	Дюбеля, шурупы, саморезы	Для крепления детекторов, терминалов
10	Хомут крепежный диаметром 30–40 мм	Для закрепления гофрошланга оцинкованных труб
11	Хомут соединительный диаметром 60 мм	Для соединения оцинкованных труб
12	Труба оцинкованная	Для прокладки кабеля NYM
13	Отвод оцинкованный	Для прокладки кабеля NYM
14	Гофрошланг	Для прокладки кабеля NYM
15	Герметик	Для герметизации мест соединения кабеля NYM и герметизации ящика ковера
16	Кабель NYM 3×15 и NYM 5×1,5	Для удлинения кабельных выводов
17	Болты, гайки, шайбы	Для соединения хомутов
18	Перчатки х/б	Для защиты рук рабочих
19	Ветошь	Для протирания сигнальных проводов

П2.1. Компенсатор сильфонный в ППУ изоляции

Компенсатор (рисунок П2.1) сильфонный предназначен для компенсации тепловых перемещений теплопровода на прямолинейных участках трассы между неподвижными опорами при любом способе прокладки.

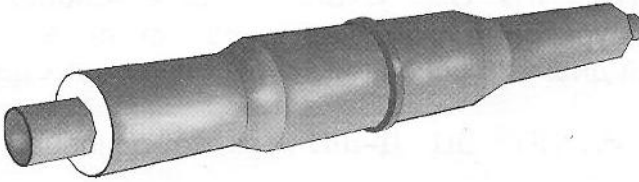


Рисунок П2.1 – Компенсатор сильфонный в ППУ изоляции

Основной вид применяемых компенсаторов – осевые компенсаторы (модели 2КСО), предварительно изолированные пенополиуретаном. ПИ компенсаторы представляют собой изделия, готовые к непосредственному монтажу в трубопроводе. В таблице 2.1 приведены основные технические характеристики для давления $P_y = 1,6$ МПа [10].

Растягивание компенсатора производится на заводе-изготовителе с учетом компенсируемых расчетных удлинений трубопровода согласно проекту теплотрассы. Монтажнику нет необходимости изменять установленное растяжение и нарушать целостность изоляции предварительно изолированного компенсатора.

Габаритные размеры и характеристики сильфонных компенсационных узлов зависят от типа и характеристик применяемых сильфонных компенсаторов и оговариваются с заказчиком в соответствии с проектом теплотрассы.

Таблица П2.1 – Основные характеристики сильфонных компенсаторов

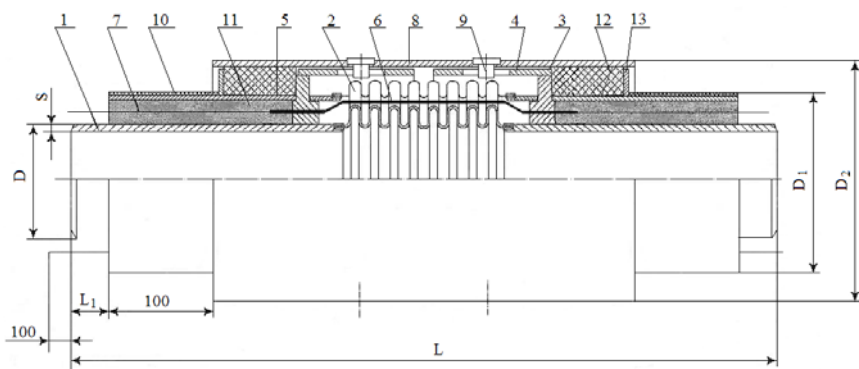
d_y , мм	Коэффициент осевой жесткости C_q , Н/мм	Эффективная площадь сильфона A_k , мм ²
50	84	4208
65	137	5958
80	151	8028
100	158	13540
125	146	19806
150	219	27172
200	268	46996
250	391	70215
300	450	96762
350	485	114608
400	469	164748

Код изделия: КС(СП)-219 – компенсатор сильфонный, стальной, в полиэтиленовой трубе-оболочке – наружный диаметр основной трубы.

П2.2. Сильфонные компенсационные устройства

Сильфонные компенсационные устройства (СКУ) предназначены для температурных деформаций стальных трубопроводов в ППУ изоляции по ГОСТ 30732 с системой СОДК при бесканальной прокладке и установке их в непроходных каналах, с расчетными параметрами теплоносителя: рабочее давление 1,6 и 2,5 МПа, температурой 413 К и скоростью до 8 м/с [11].

СКУ представлено на рисунке П2.2, его технические характеристики для $P = 1,6$ и 2,5 МПа – в таблице П2.2.



1 – компенсатор сильфонный; 2 – уплотнение сильфонное; 3 – фланец опорный; 4 – патрубок направляющий; 5 – гильза; 6 – проводник-индикатор СОДК в изолирующем кембрике; 7 – проводник-индикатор СОДК; 8 – кожух; 9 – ограничитель; 10 – муфта полиэтиленовая термоусаживаемая; 11 – изоляция пенополиуретановая;

12 – уплотнение сальниковое; 13 – кольцо прижимное

Рисунок П2.2 – Сильфонное компенсационное устройство

Таблица П2.2 – Основные технические характеристики и размеры СКУ для теплопроводов в ППУ изоляции

Условное давление P , МПа	Условный диаметр D_y , мм	Полная компенсирующая способность $\lambda = 2\lambda_1$, мм	Амплитуда осевого хода λ_1 , мм, при наработке N , циклов			Размеры, мм					
			10	150	10000	D	s	D_1	D_1	L	L_1
1,6	125	130	65	45,5	13	133	4,0	225	325	1270	150
	150	150	75	52,5	15	159	4,5	250	377	1400	
	200	160	80	56,0	16	219	6,0	315	426	1380	210
	250	180	90	63,0	18	273	7,0	400	530	1580	
	300	190	95	66,5	19	325		450	630	1640	
	400	200	100	70,0	20	426	560	670	1690		
	500	210	105	73,5	21	530	8,0	710	820	1562	
	600	220	110	77,0	22	630		800	1020	1790	
	700					720	900	1790			
	800	240	120	84,0	24	820	1000	1220	1830		
	900	260	130	91,0	26	920	10,0	1100	1420	1860	
	1000					1020		1200		1870	
1200	1220					14,0	1425	1630	1880		
2,5	50	80	40	28,0	8	57	3,5	125	219	1160	150
	65					76		140		1130	
	80					89	160	273	1180		
	100	90	45	31,5	9	89	4,0	180	325	1200	
	125	120	60	42,0	12	108		225		1270	
	150	130	65	45,5	13	133	4,5	250	377	1400	
	200	150	75	52,5	15	159	6,0	315	426	1380	210
	250	160	80	56,0	16	219	7,0	400	530	1580	
	300	180	90	63,0	18	273		450	630	1640	
	400	190	95	66,5	19	325	560	670	1690		
	500	200	100	70,0	20	426	8,0	710	820	1730	
	600	210	105	73,5	21	530		800	1020	1790	
	700	220	110	77,0	22	720	900	1790			
	800					820	1000	1220	1830		
	900	240	120	84,0	24	820	10,0	1100	1420	1860	
	1000	260	130	91,0	26	1020		1200		1870	
1200	1220					14,0	1425	1630	1880		

**Изделия железобетонные для круглых колодцев
(серия 3.900.1-14)**

В прил. 3 представлены следующие типы изделий: кольца стеновые, плиты перекрытия и днища, кольца и плиты опорные. Материал изделий – тяжелый бетон класса В15, арматура выполнена из стали классов А-I, А-II, А-III. Марки изделий состоят из буквенно-цифровых индексов, обозначающих:

буквы:

КС – кольцо стеновое;

ПП – плиты перекрытия;

П – плита днища;

КО – кольцо опорное;

ПО – плита опорная;

цифры:

перед буквенными индексами марки плит перекрытия – порядковый номер типоразмера плиты;

после буквенного индекса – диаметр в дециметрах рабочей камеры, горловины или пола колодца, с которыми сопрягается элемент;

после точки в марке стеновых колец – высота кольца в дециметрах;

строчные буквы после этих цифр – исполнение колец с дополнительными конструктивными особенностями: *a* – с двумя отверстиями для пропуска трубопроводов; *δ* – с четырьмя отверстиями;

цифры после дефиса в марке: план перекрытия – тип несущей способности плит.

Например: КС7.9 – кольцо стеновое для горловины диаметром 0,7 м и высотой 0,9 м;

КС15.6δ – кольцо стеновое для колодца диаметром 1,5 м и высотой 0,6 м с четырьмя отверстиями;

2ПП20-2 – второй типоразмер плиты перекрытия колодца диаметром 2 м второго типа несущей способности.

Для строповки при транспортировании и монтаже стеновые кольца имеют отверстия для захватов, другие изделия снабжены строповочными петлями из стали класса А-I. Для спуска в колодцах в стеновых кольцах предусмотрена ходовые скобы из стали класса А-II.

Изделия предназначены для колодцев с заглублением от поверхности грунта: покрытия – не менее 0,5 м и днища – не более 7 м.

Все сборные элементы колодцев должны устанавливаться на слое цементно-песчаного раствора марки 100 толщиной 10 мм.

Типоразмеры изделий, которые могут применяться при бесканальной прокладке ПИ трубопроводов, представлены в таблицах ПЗ.1–ПЗ.7.

Таблица ПЗ.1 – Кольцо стеновое

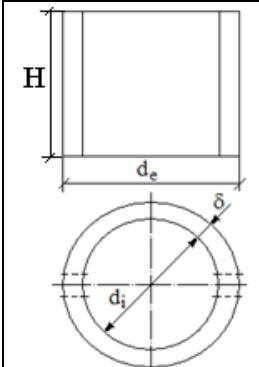
	Марка	Размеры, мм				Масса, т
		d_i	d_e	δ	H	
	КС10.3	1000	1160	80	290	0,20
	КС10.6				590	0,40
	КС10.9				890	0,60
	КС20.6	2000	2200	100	590	0,9
	КС20.9				890	1,48

Таблица ПЗ.2 – Кольцо стеновое

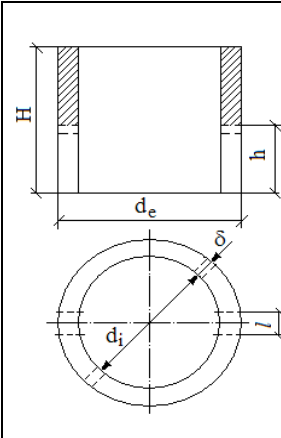
	Марка	Размеры, мм						Масса, т
		d_i	d_e	δ	H	l	h	
	КС10.9a	1000	1160	80	890	400	400	0,55
	КС10.18a				1790			1,15
	КС13.9a	1250	1410	80	890	400	400	0,70
	КС15.9a	1500	1680	90	890	600	500	0,88
	КС15.18a				1790	600	600	1,88
	КС20.12a	2000	2200	10	1190	900	700	1,68
	КС25.12a	2500	2700	100	1190	1400	800	2,18

Таблица ПЗ.3 – Кольцо стеновое

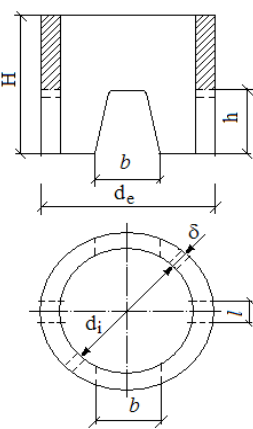
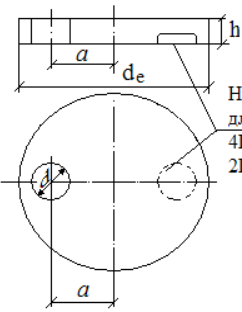
	Марка	Размеры, мм							Масса, т
		d_i	d_e	δ	H	l	h	b	
	КС13.9δ	1250	1410	80	890	400	500	500	0,60
	КС15.6δ	1500	1680	90	590	400	350	600	0,55
	КС15.9δ				890	400	500	600	0,80
	КС15.18δ				1790	400	600	600	1,80
	КС20.6δ	2000	2200	100	590	500	350	900	0,75
	КС20.9δ				890	500	500	900	1,10
	КС20.12δ				1190	500	600	900	1,60
	КС20.18δ				1790	500	700	900	2,55
	КС25.12δ	2500	2700	100	1190	700	800	1400	1,90

Таблица ПЗ.4 – Плита перекрытия

	Марка	Размеры, мм				Масса, т
		d_e	d	a	h	
<p>Ниша только для марок 4ПП20; 2ПП25</p>	ПП10-1	1160	700	150	150	0,25
	ПП10-2					
	ПП13-1	1410	700	275		0,45
	ПП13-2					
	1ПП-15-1	1680	700	400		0,68
	1ПП-15-2					
	2ПП-15-1*	1680	700	200		0,68
	2ПП-15-2*					
	3ПП-15-1	1680	1000	240		0,53
	3ПП-15-2					
	1ПП20-1*	2200	700	200	160	1,38
	1ПП20-2*					
	2ПП20-1	2200	1000	500		1,2
	2ПП20-2					
	4ПП20-2**	2200	700	650	1,28	
	1ПП25-2**	2700	700	200	180	2,40
2ПП25-2**	2700	700	900	2,31		

* Для колодцев, оборудованных гидрантом.

** Изделия серии 3.003.1-1/87.

Таблица ПЗ.5 – Плита днища

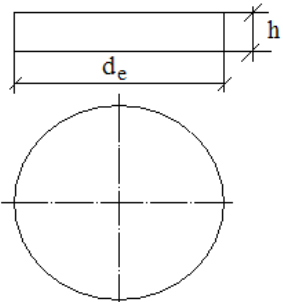
	Марка	Размеры, мм		Масса, т
		d_e	h	
	ПН10	1500	100	0,45
	ПН15	2000	120	0,95
	ПН20	2500	120	1,48
	ПН25	3090	140	2,45

Таблица ПЗ.6 – Кольцо опорное

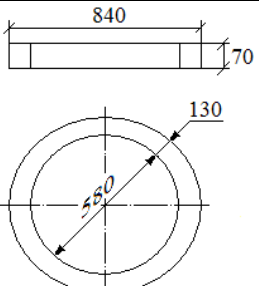
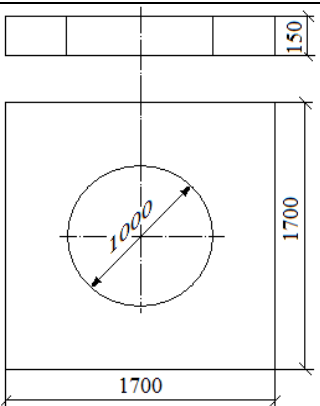
	Марка	Размеры, мм	Масса, т
	КО6	Смотри эскиз	0,05

Таблица ПЗ.7 – Плита опорная

	Марка	Размеры, мм	Масса, т
	ПО10	Смотри эскиз	0,8

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Пример составления спецификации основных материалов

№ п/п	Наименование материалов и оборудования	Ед. изм.	Количество	Масса, кг		Примечание
				един.	общая	
1	Труба стальная в ППУ изоляции Т(СП)-133/225 Т(СП)-159/250 Т(СП)-219/315*	м м м				[1] ГОСТ 10704-91 ГОСТ 10704-91 ГОСТ 10704-91
2	Тройник ответвления в ППУ изоляции ТрО(П)-219/133	шт.	2			ГОСТ 10704-90
3	Переход стальных труб в ППУ изоляции Пр9СПО-159/219	шт.	2	32	64	ГОСТ 10704-91
4	Кран шаровой в ППУ изоляции Кр(П)-125 Н = 0,7 м Кр(П)-150 Н + 0,9 м	шт. шт.	2 2			ГОСТ 10704-91 ГОСТ 10704-91
5	Обсадная труба Н = 0,7 м Ø250 ПВХ 100Р SDR33,63 МПа Н = 0,9 м Ø300 ПВХ 100Р SDR33,63 МПа	шт. шт.	2 2			ГОСТ Р51613-2000 ГОСТ Р51613-2000
6	Кольцо стеновое КС79	шт.	4	380	1520	[12] Серия 3.900.1-14
7	Кольцо опорное КО6	шт.	4	50	200	[12] Серия 3.900.1-14
8	Люк Т(С250)ТС, 1-60	шт.	4	120	480	
9	Блок ФБС 12.3.6	шт.	4	487	1948	Б1.016.-1, в 1.98
10	Балка Б-2	шт.	4	225	900	Б1.016.-1, в 1.98

Спецификация составлена для монтажной схемы теплотрассы, представленной на рисунке 2.5.

Блоки, балки и люк выбраны из строительного проекта РУП «БЭЛТЭИ» по реконструкции участка теплосети в г. Жлобине, микрорайон № 19, 2011 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Пример расчета количества термоусаживаемых муфт фрагмента монтажной схемы теплотрассы, приведенной на рисунке 2.5

Расчет начинают с основной ветки по ходу движения теплоносителя, т. е. от узла № 7.

Основная ветка

1. Тройник ответвления Тр О (СП)-219/133:

муфты КЗС (Т) – 219/315 – 4;
муфты КЗС (Т) – 133/3225 – 2.

2. Переход Пр (СП) – 219/159:

муфты КЗС (Т) – 159/3250 – 2.

3. Шаровой кран Кр(П) – 150:

муфты КЗС (Т)-159/250 – 4.

Ответвление

4. Соединение труб Т(СП)-139/225

муфты КЗС (Т)-133/225 – 2.

5. Шаровой кран Кр (П) – 125:

муфты КЗС (Т)-133/225 – 4.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Производственные нормы расхода пропан-бутана, кислорода и электродов на газовую сварку (резку) труб тепловых сетей

№ п/п	Наимено- вание материалов	Еди- ницы изме- рения	Диаметр труб D_n , мм, до								Приме- чание
			108	219	325	426	529	630	720	820	
			Толщина стенок труб, мм								
			7	9	10	11	11	12	12	12	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Пропан- бутан	м ³	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	На 100 м труб
2	Кислород	м ³	0,65	0,75	0,89	0,95	1,05	1,15	1,30	1,50	
3	Электроды	кг	0,22	0,67	1,20	1,80	2,20	3,10	3,50	4,00	На 1 стык

ЭКСКАВАТОРЫ, БУЛЬДОЗЕРЫ

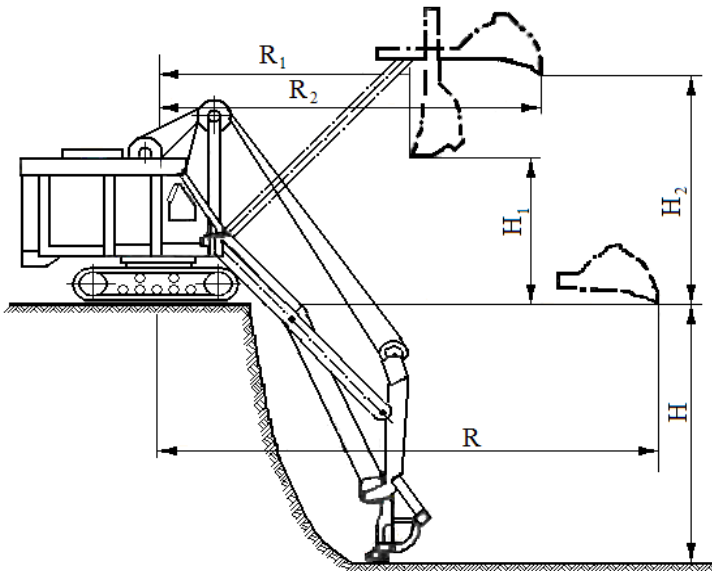


Рисунок П7.1 – Экскаватор с гидравлическим приводом, оборудованный обратной лопатой

Таблица П7.1 – Рабочие размеры обратной лопаты в метрах

Угол наклона стрелы, градус	45	60
Начальный радиус выгрузки	4,66	3,53
Конечный радиус выгрузки	8,0	6,86
Начальная высота выгрузки	2,2	3,1
Конечная высота выгрузки	5,26	6,14
Высота выгрузки в транспорт	1,67	2,56
Радиус выгрузки в транспорт	5,37	4,23
Максимальная глубина копания:		
при наклоне стрелы 45°	5,56	
при наклоне стрелы 30°	4,0	
Максимальный радиус копания	9,2	—

Таблица П7.2 – Техническая характеристика экскаваторов с гидравлическим приводом, оборудованных обратной лопатой (Е-2-1-11)

Показатель	Ед. измерения	ЭО-3322А, ЭО-3322Б, ЭО-3322В			ЭО-5015А, ЭО-3121Б, ЭО-5015Б		ЭО-4321		ЭО-4121А
		0,4	0,5	0,63	0,5	0,4	0,65	0,65	
Вместимость ковша	м ²	0,4	0,5	0,63	0,5	0,4	0,65	0,65	
Наибольшая глубина копания	м	5,0	4,2	4,3	4,5	6,7	5,5	5,8	
Наибольший радиус копания	м	8,2	7,5	7,6	7,3	10,1 6	8,95	9,0	
Наибольшая высота выгрузки	м	5,2	4,8	4,7	3,9	6,18	5,6	5,0	

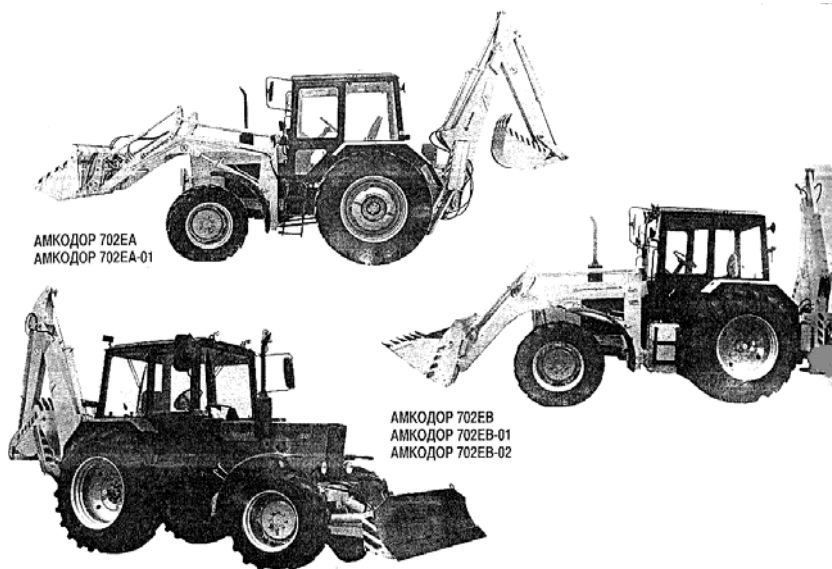


Рисунок П7.2 – Общий вид экскаваторов «АМКАДОР»

Таблица П7.3 – Техническая характеристика экскаваторов

№ п/п	Характеристики	702ЕВ	702ЕВ-01	702ЕВ-02
1	Базовый трактор	Беларусь 82П		
2	Эксплуатационная мощность, кВт (л.с.)	57,4 (78) при 220 об/мин		
3	Транспортная мощность, км/ч	18		
4	Эксплуатационная масса, кг	6200	6300	
5	Длина в транспортном положении, мм	7700		
6	Ширина, мм	2300		
7	Высота, мм	3800		
8	Высота по крыше кабины, мм	2850		

Экскаваторное оборудование

Обозначение ковша	702ЕА.02.16.000
Вместимость ковша, м ³	0,18
Ширина ковша, мм	610
Глубина копания, мм	4100
Погрузочная высота, мм	3400
Радиус копания на уровне стоянки, мм	5450
Угол поворота экскаваторного оборудования в плане, градус	170

Фронтальное бульдозерное оборудование

Опускание отвала ниже опорной поверхности, мм	
Угол резания отвала, град.	60
Ширина режущей кромки ножа, мм	2240
Задний угол отвала, град.	20
Угол поворота отвала влево/вправо, градус	20

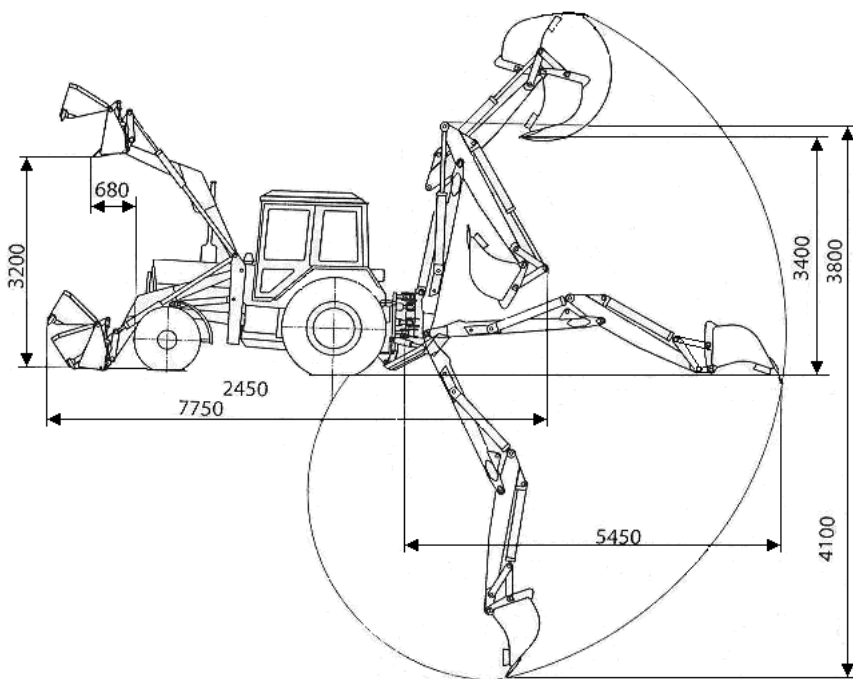


Рисунок П7.3 – Экскаватор «АМКАДОР 702ЕА»

Экскаваторы оснащены унифицированным несъёмным бульдозерным оборудованием: АМКАДОР 702ЕВ – с АМКАДОР136;

АМКАДОР 702ЕВ-01 – с АМКАДОР136-01;

АМКАДОР 702ЕВ-02 – с АМКАДОР136-02.

АМКАДОР 136 оснащён бульдозерным оборудованием с неповоротным отвалом;

АМКАДОР 136-01 оснащён бульдозерным оборудованием с механическим поворотом отвала;

АМКАДОР 136 02 оснащён бульдозерным оборудованием с гидравлическим поворотом отвала.

Таблица П7.4 – Технические характеристики АМКАДОР 136

Характеристики	АМКАДОР 136	АМКАДОР136-01	АМКАДОР136-02
Базовый трактор	Беларус 82П		
Эксплуатационная мощность, кВт (л.с.)	57,4 (78) при 2200 об/мин		
Транспортная мощность, км/ч	20		
Эксплуатационная масса, кг	4690	4740	4790
Длина в транспортном положении, мм	4470	4520	
Ширина, мм	2240	2240	2240
Высота, мм	2850		
Высота по крыше кабины, мм	2850		

**Автомобильные краны
(описание и технические характеристики)**

Краны КС-3562А (рисунок П8.1) и КС-3562Б грузоподъемностью 10 т с индивидуальным гидроприводом механизмов смонтированы на шасси грузового автомобиля МАЗ-5334 (ранее МАЗ-500А). Шасси оборудовано торсионным стабилизатором и поворотными выносными опорами, устанавливаемыми с помощью гидропривода. Опорно-поворотное устройство роликовое. Основным стреловым оборудованием является невыедвинная решетчатая стрела. В комплект сменного рабочего оборудования входят невыедвинные удлиненные стрелы двух модификаций и невыедвинная стрела с гуськом.

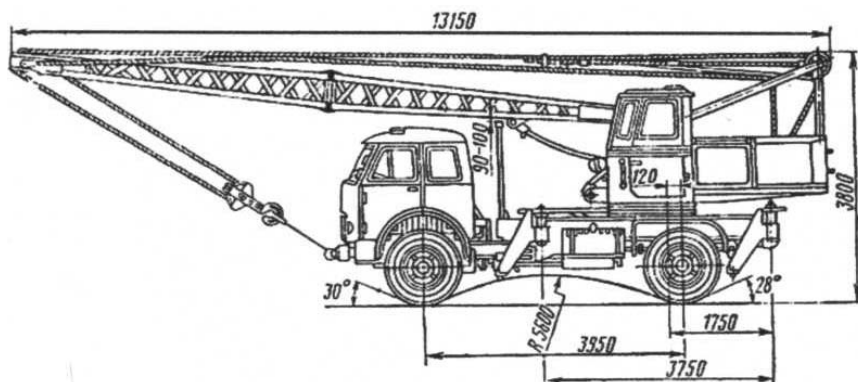


Рисунок П8.1 – Автомобильный кран КС-3562А

Таблица П8.1 – Техническая характеристика крана КС-3562А (Б)

Базовый автомобиль	МАЗ-500А или МАЗ-5334
1	2
Мощность шасси базового автомобиля, кВт	135
Стреловое оборудование:	
основное	невыедвинная стрела
сменное	5 видов
Длина основной стрелы, м	10
Вылет (наименьший – наибольший), м	4–10

Окончание таблицы П8.1

1	2
Грузоподъемность при вылете (наименьшем – наибольшем):	
на выносных опорах	10–1,6
без выносных опор	2,5–0,4
Грузоподъемность при передвижении, т	–
Скорость подъема (опускания груза), м/мин:	
наибольшая	10
наименьшая	0,4
Частота вращения, об/мин	0,1–1,6
Скорость изменения вылета, м/мин	15
Размеры в транспортном положении, м:	
длина	13,25
ширина	2,49
высота	3,8
Вес крана, т	14,3

Общий вид автомобильного крана КС-45729-4.00.00.000-91РПС на выносных опорах представлен на рисунках П8.2 и П8.3.

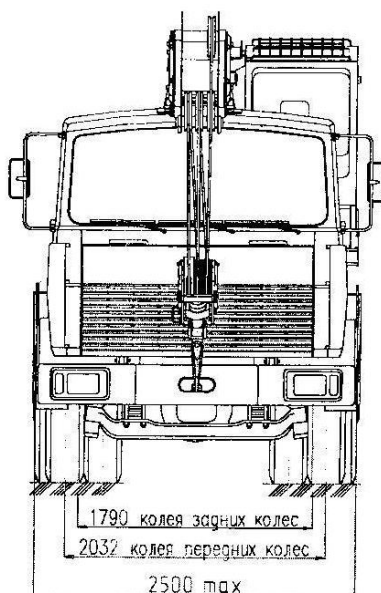


Рисунок П8.2 Общий вид крана в транспортном положении (вид спереди)

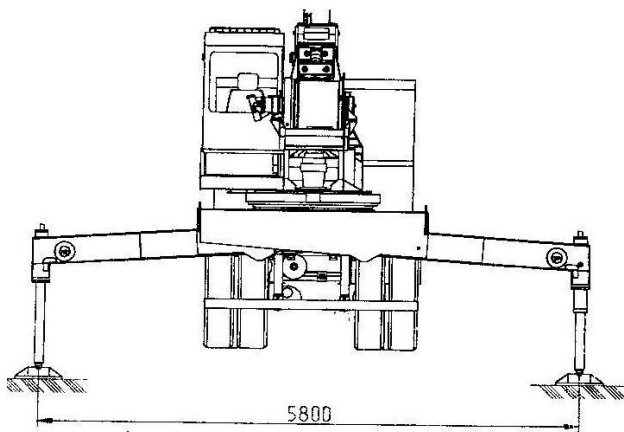


Рисунок П8.3 – Общий вид крана на выносных опорах (вид сзади)

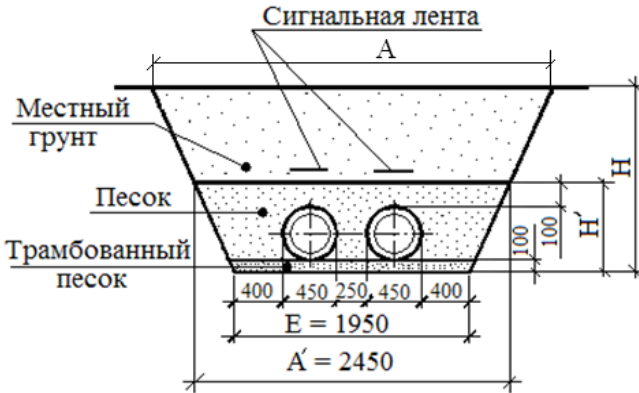
Таблица П8.2 – Грузовые характеристики крана КС-45729

Вылет, м	Длина стрелы, м				
	8,5	11,5	14,5	17,5	20,5
	Грузоподъемность миди на выносных опорах, т				
2,0	20,	15,0			
3,0	20,0	15,0	12,0		
3,2	20,0	15,0	12,0		
3,6	18,2	15,0	12,0		
4,0	15,8	14,3	12,0		
4,3	15,5	12,6	11,0	8,5	
5,0	12,0	11,1	10,0	8,5	6,0
6,0	9,1	8,65	8,0	7,1	6,0
7,0	7,05	6,85	6,45	6,0	5,2
8,0		5,6	5,35	5,0	4,5
9,0		4,6	4,5	4,2	3,6
10,0		3,8	3,7	3,55	3,35
12,0			2,75	2,6	2,45
13,0			2,35	2,2	2,1
14,0				1,9	1,8
15,0				1,65	1,6
16,0				1,45	1,4
17,0					1,25
18,0					1,05
19,0					0,9

Масса крюковой подвески 225 кг.

Пример расчета объема песка при обратной засыпке траншеи вручную на 100 мм над поверхностью ПИ трубопроводов

Расчет выполняется согласно рисунку. Длину участка трассы ПИ трубопроводов диаметром 325/450 мм принимаем $L_{тр} = 200$ м, грунт – суглинок.



Объем работ при обратной засыпке траншеи песком вручную с полойным трамбованием определяется по формуле

$$\begin{aligned}
 V_n &= \frac{E + A'}{2} \cdot H' \cdot L_{тр} - 2 \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} \cdot L_{тр} - E \cdot h_{п.о} \cdot L_{тр} = \\
 &= \left(\frac{E + A'}{2} \cdot H' - \frac{\pi \cdot D_1^2}{2} - h_{п.о} \right) \cdot L_{тр} = \\
 &= \left(\frac{1,95 + 2,45}{2} \cdot 0,65 - \frac{3,14 \cdot 0,45^2}{2} - 1,95 \cdot 0,1 \right) \cdot 200 = 183,415 \text{ м}^3,
 \end{aligned}$$

где E – ширина траншеи по дну:

$$E = 2 \cdot D_1 + a + 0,8 = 2 \cdot 0,45 + 0,25 + 0,8 = 1,95 \text{ м (см. п. 2.3);}$$

A' – ширина траншеи на уровне засыпки песком вручную, м;
 H' – высота засыпки песком;

$$H' = 0,1 + 0,45 + 0,1 = 0,65 \text{ м};$$

D_1 – наружный диаметр изоляции ПИ труб, м;

$L_{\text{тр}}$ – длина траншеи, м;

$h_{\text{п.о}}$ – высота песчаного основания: $h_{\text{п.о}} = 0,1$ м.

Примечание: Поправку l выбираем из таблицы 2.6 для глубины заложения $h_0 = 1,0$ м. Тогда

$$A' = E + l = 1,95 + 0,5 = 2,45 \text{ м}.$$

Высоту H' принимаем минимальной (100 мм от верха ПИ трубы в ППУ изоляции).

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

П10.1. Нормы времени на земляные работы

Нормы времени на земляные работы приведены в таблицах П10.2–П10.8 в зависимости от группы грунта (РСН 8.03.101–2007, сб. 1. Земляные работы. Кн. 1 и 2).

Таблица П10.1 – Распределение грунтов на группы в зависимости от трудности их разработки

№ п/п	Наименование и краткая характеристика грунтов	Средняя плотность в естественном залегании, кг/м ³	Механизированная разработка грунтов			Разработка грунта вручную
			экскаваторами		бульдозерами	
			одноковшовыми	траншейными роторными		
1	2	3	4	5	6	7
1	Гравийно-галечные грунты (кроме мореных) при размере частиц					
	а) до 80 мм	1750	1	2	2	2
	б) свыше 80 мм	1950	2	3	3	3
	в) свыше 80 мм с содержанием валунов до 10 %	1950	3	4	3	3
2	Глина:					
	а) мягко- и тугопластичная без примесей	1800	2	2	2	2
	б) мягко- и тугопластичная с примесью щебня, гальки, гравия или строительного мусора до 10 %	1750	2	2	2	2
	в) мягко- и тугопластичная с примесью более 10 %	1900	3	3	2	3
	г) мягкая карбонная	1950	3	3	3	3
д) твердая карбонная, тяжелая ломовая сланцевая	1950–2150	4	4	3	4	

Продолжение таблицы П10.1

1	2	3	4	5	6	7
3	Грунт растительного слоя: а) без корней кустарника и деревьев	1200	1	1	1	1
	б) с корнями кустарника и деревьев	1200	1	2	2	2
	в) с примесью щебня, гравия или строительного мусора	1400	1	2	2	2
4	Лёсс: а) мягкопластичный	1600	1	2	1	1
	б) тугопластичный с примесью гравия или гальки	1800	1	2	1	2
5	Мусор строительный: а) рыхлый и слежавшийся	1800	2	–	2	2
	б) цементированный	1900	3	–	3	3
6	Грунты ледникового происхождения (моренные): а) песков, супеси и суглинки при коэффициенте пористости или показателе консистенции более 0,5 и содержании частиц крупнее 2 мм до 10%	1600	1	–	1	1
	б) пески, супеси и суглинки при коэффициенте пористости или показателе консистенции до 0,5; глины при показателе консистенции более 0,5 и содержании частиц крупнее 2 мм до 10 %	1800	2	–	2	2
	в) глины при показателе консистенции до 0,5 и содержании частиц крупнее 2 мм до 10 %.					
	Пески, супеси, суглинки и глины при коэффициенте пористости или показателе консистенции более 0,5 и содержании частиц крупнее 2 мм	1850	3	–	3	3
	г) до 35 %	1800	2	2	–	2
д) до 65 %	1900	3	3	–	3	

Продолжение таблицы П10.1

1	2	3	4	5	6	7
7	Песок:					
	а) без примесей	1600	1	2	2	1
	б) с примесью щебня, гальки, гравия или строительного мусора до 10 %	1600	1	2	2	1
	в) то же, с примесью более 10 %	1700	1	2	2	2
	г) барханный и дюнный	1600	2	–	3	2
8	Суглинок:					
	а) легкий и лессовидный, мягко-пластичный без примесей	1700	1	1	1	1
	б) то же с примесью щебня, гальки, гравия или строительного мусора до 10 % и тугопластичный до 10 %	1700	1	2	1	1
	в) легкий и лессовидный мягкопластичный с примесью гальки, щебня, гравия или строительного мусора более 10 %, тугопластичный с примесью до 10 %, а также тяжелый полутвердый без примесей и с примесью до 10 %	1750	2	2	2	2
	г) тяжелый, полутяжелый и твердый с примесью щебня, гальки или строительного мусора более 10%	1950	3	4	2	3
9	Супесь					
	а) легкая, пластичная без примесей	1650	1	2	2	1
	б) твердая без примесей, а также пластичная и твердая с примесью щебня, гальки, гравия или строительного мусора до 10 %	1650	1	2	2	1
	в) то же с примесью до 30 %	1800	1	2	2	2
	г) то же, с примесью более 30 %	1850	1	2	2	3

Окончание таблицы П10.1

1	2	3	4	5	6	7
10	Торф:					
	а) без древесных корней	800–1000	1	1	1	1
	б) с древесными корнями толщиной до 30 мм	850–1050	1	1	–	2
	в) то же более 30 мм	900–1200	2	–	2	2
11	Чернозем и каштановый грунт:					
	а) мягкий, пластичный	1300	1	1	1	1
	б) то же с корнями ку- старника и деревьев	1300	1	1	1	2
	в) твердый	1200	2	2	2	3
12	Щебень:					
	а) при размере частиц до 40 мм	1750	2	–	3	2
	б) при размере частиц до 150 мм	1950	2	–	3	3
13	Шлак:					
	а) котельный рыхлый	700	1	1	1	1
	б) котельный слежав- шийся	700	1	1	1	2
	в) металлургический вы- ветрившийся	–	2	2	1	3
	г) металлургический не- выветрившийся	1500	3	–	3	4

П10.2. Планировка площадей бульдозерами

РСН 8.03.101–2007. Земляные работы: сб. 1, кн. 1, таблица 1-30

Состав работ: предварительная (грубая) планировка площадей со срезкой неровностей грунта и засыпкой впадин.

Норма времени – на 1000 м².

Таблица П10.2 – Затраты труда на планировку площадей

Код ресурса	Код зоны	Затраты труда машинистов, чел-ч
Е-1-30-1	Планировка площадей бульдозерами мощностью 59 кВт	
	1–3	0,47
Е-1-30-2	Планировка площадей бульдозерами мощностью 79 кВт	
	1–3	0,31

Применяемые машины, механизмы: бульдозеры 59 и 79 кВт.

П10.3. Разработка грунта в отвал экскаваторами «Драглайн» или «Обратная лопата»

РСН 8.03.101–2007. Земляные работы: сб. 1, кн. 1, таблица 1-12, 1-13

Состав работ:

- а) разработка грунта навывлет;
- б) устройство и содержание водоотводных канав или ограждающих валиков;
- в) вспомогательные работы, связанные с перемещением экскаватора из забоя в забой.

Средний разряд рабочих-строителей – 3.

Нормы времени на 1000 м³.

Таблица П10.3 – Затраты труда на разработку грунта в отвал

Код ресурса	Группа грунта	Затраты труда, чел-ч	
		рабочих-строителей	машинистов
	Разработка грунта в отвал экскаваторами «Обратная лопата» с ковшом вместимостью 0,65 м ³		
E1-12-7	1	9,40	20,46
E1-12-8	2	11,88	25,81
E1-12-9	3	14,98	32,77
	Разработка грунта в отвал экскаваторами «Обратная лопата» с ковшом вместимостью 0,5 м ³		
E1-12-13	1	12,19	26,48
E1-12-14	2	15,38	33,43
E1-12-15	3	19,53	42,4
	Разработка грунта в отвал экскаваторами «Обратная лопата» с ковшом вместимостью 0,4 м ³		
E1-12-1	1	7,50	32,63
E1-12-2	2	9,68	42,13
E1-12-3	3	12,95	56,30
	Разработка грунта в отвал экскаваторами «Обратная лопата» с ковшом вместимостью 0,25 м ³		
E1-12-4	1	11,30	51,76
E1-12-5	2	14,58	66,60
E1-12-6	3	20,06	92,01

Применяемые машины и механизмы:

экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу с ковшом вместимостью 0,65; 0,5 и 0,4 м³;

экскаваторы одноковшовые дизельные на пневмоколесном ходу с ковшом вместимостью 0,25 м³.

П10.4. Засыпка траншей и котлованов бульдозерами

РСН 8.03.101–2007. Земляные работ: сб. 1, кн. 1, таблица 1-27

Состав работ: перемещение грунта с засыпкой траншей и котлованов.

Нормы времени на 1000 м³.

Таблица П10.4 – Затраты труда на засыпку траншей котлованов

Код ресурса	Группа грунта	Затраты труда машинистов, чел-ч
	Засыпка траншей и котлованов бульдозерами мощностью 59 кВт при перемещении грунта до 5 м	
E1-12-7	1	9,24
E1-12-8	2	10,78
E1-12-9	3	12,60
	Засыпка траншей и котлованов бульдозерами мощностью 79 кВт при перемещении грунта до 5 м	
E1-12-13	1	4,26
E1-12-14	2	5,08
E1-12-15	3	5,79
	Добавлять на каждые последующие 5 м при работе бульдозера мощностью 59 кВт	
E1-12-1	1	32,63
E1-12-2	2	42,13
E1-12-3	3	56,30
	Добавлять на каждые последующие 5 м при работе бульдозера мощностью 79 кВт	
E1-12-4	1	51,76
E1-12-5	2	66,60
E1-12-6	3	92,01

П10.5. Уплотнение грунта пневматическими трамбовками

РСН 8.03.101–2007. Земляные работы: сб. 1, кн. 2, таблица 1-134

Состав работ: уплотнение грунта.

Нормы времени – на 100 м³ уплотненного грунта.

Средний разряд рабочих-строителей – 3, 5.

Таблица П10.5 – Затраты труда на уплотнение грунта пневматическими трамбовками

Код ресурса	Группа грунта	Затраты труда рабочих-строителей, чел-ч
	Уплотнение грунта пневматическими трамбовками	
E1-134-1	1–2	14,44
E1-134-2	3–4	17,25

Используемые машина и механизмы: трамбовки пневматические.

П10.6. Планировка площадей, откосов, полотна выемок и насыпей (окончательная)

РСН 8.03.101–2007. Земляные работы: сб. 1, кн. 2, таблица 1-145

Состав работ:

- а) планировка поверхности со срезкой неровностей;
- б) засыпка углублений, уплотнений грунта, зачистка поверхности и проверка шаблона;
- в) планировка основной площади полотна;
- г) устройство сливной призмы и зачистка неровностей;
- д) планировка откосов срезкой;
- е) разравнивание грунта и планировка естественной бермы.

Норма времени – на 1000 м².

Таблица П10.6 – Затраты труда на планировку площадей механизированным способом

Код ресурса	Группа грунта	Затраты труда машинистов, чел-ч
	Планировка площадей механизированным способом	
E1-145-1	1	1,13
E1-145-2	2	1,33
E1-145-3	3	1,80

Применяемы машины и механизмы: бульдозеры 79 кВт.

	Планировка площадей ручным способом (средний разряд рабочих-строителей – 3,5)	
E1-145-4	1	133,73
E1-145-5	2	164,49
E1-145-6	3	217,99

П10.7. Разработка грунта вручную в траншеях глубиной до 2 м без креплений с откосами

РСН 8.03.101–2007. Земляные работы: сб. 1, кн. 2, таблица 1-164

Состав работ:

- а) разработка грунта с выбрасыванием на бровку;
- б) зачистка дна и поверхности стенок;
- в) откидка грунта от бровки.

Норма времени – на 100 м³.

Средний разряд рабочих – 3.

Таблица П10.7 – Затраты труда на разработку грунта вручную

Код ресурса	Группа грунта	Затраты труда рабочих-строителей, чел-ч
	Разработка грунта вручную в траншеях глубиной до 2 м без креплений с откосами	
E1-164-1	1	157,81
E1-164-2	2	205,95
E1-164-3	3	331,66

П10.8. Засыпка вручную траншей, пазух, котлованов и ям

РСН 8.03.101–2007. Земляные работы: сб. 1, кн. 2, таблица 1-166

Состав работ:

- а) засыпка ранее выброшенным грунтом с разбивкой комьев и трамбованием;
- б) поливка водой при необходимости;

Норма времени – на 100 м³.

Средний разряд рабочих-строителей – 3.

Таблица П10.8 – Затраты труда на засыпку вручную траншей, пазух, котлованов и ям

Код ресурса	Группа грунта	Затраты труда рабочих строителей, чел-ч
	Засыпка вручную траншей, пазух, котлованов и ям	
Е1-145-4	1	118,35
Е1-145-5	2	129,99
Е1-145-6	3	161,82

П10.9. Прокладка трубопроводов наружных сетей теплоснабжения из стальных ПИ труб

РСН 8.03.100-08-ДО1, таблица 24-131

Состав работ:

- а) укладка труб в траншею с подбивкой грунта;
- б) резка труб с очисткой от изоляции;
- в) прихватка и сварка труб в траншее.

Норма расхода времени – на 1000 м.

Средний разряд рабочих строителей – 4,1.

Таблица П10.9 – Затраты труда на прокладку трубопроводов

Код ресурса	Затраты труда, чел-ч	
	рабочих-строителей	машинистов
1	2	3
Е24-131-6	Прокладка трубопроводов из стальных ПИ труб диаметром 89/160 мм	
	292,24	45,08
Е24-131-7	...диаметром 108/200 мм	
	363,55	50,95
Е24-131-8	...диаметром 114/200 мм	
	364,14	51,25
Е24-131-9	...диаметром 133/225 мм	
	380,08	52,09
Е24-131-10	...диаметром 159/250 мм	
	432,94	55,49
Е24-131-11	...диаметром 219/315 мм	
	474,24	61,41
Е24-131-12	...диаметром 273/400 мм	
	555,84	66,31
Е24-131-13	...диаметром 325/450 мм	
	609,6	80,04
Е24-131-14	...диаметром 377/500 мм	
	627,19	80,28

Окончание таблицы П10.9

1	2	3
E24-131-15	802,11	...диаметром 426/560 мм
		106,36
E24-131-16	1010,89	...диаметром 530/710 мм
		114,5
E24-131-17	1192,25	...диаметром 630/800 мм
		135,92
E24-131-18	1483,61	...диаметром 720/900 мм
		167,63
E24-131-19	1986,03	...диаметром 820/1000 мм
		192,32
E24-131-20	2435,98	...диаметром 1020/1200 мм
		219,25

Применяемые машины и механизмы:
краны на автомобильном ходу 6,3 т;
агрегаты сварочные передвижные с номинальным сварочным током 250–400 А с дизельным двигателем.

П10.10. Установка стальных ПИ фасонных частей

РСН 8.03.100-08-ДО1, таблица 24-132

Состав работ:

- а) установка фасонных частей по месту в траншее;
- б) соединение фасонных частей с трубопроводом сваркой.

Норма расхода времени – на 100 шт.

Средний разряд рабочих строителей – 4, 2 при диаметрах трубопровода 89/160–426/560 и 4,6 при диаметрах трубопровода 530/710–1020/1200 мм.

Таблица П10.10 – Затраты труда на установку ПИ фасонных частей

Код ресурса	Затраты труда, чел-ч	
	рабочих-строителей	машинистов
1	2	3
E24-132-6	Установка ПИ фасонных частей при диаметре трубопровода 89/160 мм	
	290,6	0,79
E24-132-7	...при диаметре 108/200 мм	
	430,24	40,32
E24-132-8	...при диаметре 114/200 мм	
	443,43	44,69
E24-132-9	...при диаметре 133/225 мм	
	491,62	43,19
E24-132-10	...при диаметре 159/250 мм	
	628,48	54,22
E24-132-11	...при диаметре 219/315 мм	
	713,86	68,36
E24-132-12	...при диаметре 273/400 мм	
	892,71	84,48
E24-132-13	...при диаметре 325/450 мм	
	992,09	97,16
E24-132-14	...при диаметре 377/500 мм	
	1032,74	111,36

Окончание таблицы П10.10

1	2	3
Е24-132-15	1358,14	...при диаметре 426/560 мм
		147,2
Е24-132-16	1596,46	...при диаметре 530/710 мм
		174,78
Е24-132-17	1864,14	...при диаметре 630/800 мм
		201,02
Е24-132-18	2287,28	...при диаметре 720/900 мм
		230,27
Е24-132-19	3540,47	...при диаметре 820/1000 мм
		262,45
Е24-132-20	4745,9	...при диаметре 1020/1200 мм
		266,1

Применяемые машины и механизмы:
краны на автомобильном ходу 6,3 т;
агрегаты сварочные передвижные с номинальным сварочным током 250–400 А с дизельным двигателем.

П10.11. Теплогидроизоляция стыков стальных ПИ труб с применением термоусаживаемых муфт

РСН 8.03.10-08-ДО1, таблица 24-133

Состав работ:

- а) очистка и сушка стыка;
- б) удаление теплоизоляционности слоя на торцах труб;
- в) выпрямление и зачистка проводов системы ОДК;
- г) соединение проводов системы ОДК;
- д) установка на стальной трубе держателей и закрепление проводов;
- е) проведение контроля электрических параметров системы ОДК;
- ж) устройство заливочных отверстий в термоусаживаемых муфтах;
- з) зачистка и обезжиривание поверхностей в зоне усадки термоусаживаемой муфты;
- и) сушка стальной трубы в зоне неизолированной поверхности сварочного стыка;
- к) разогрев в месте фиксации герметизационной лентой и закрепление на трубе;
- л) установка и усадка термоусаживаемой муфты;
- м) зачистка и обезжиривание места усадки запорных манжет;
- н) усадка запорных манжет из термоусаживаемой ленты;
- о) контроль электрических параметров системы ОДК;
- п) опрессовка воздухом внутренней полости смонтированной термоусаживаемой муфты;
- р) приготовление смеси полиуретана и заливка в полость термоусаживаемой муфты;
- с) заделка заливочного отверстия;
- т) контроль электрических параметров системы ОДК;
- у) монтаж термоусаживаемых полиэтиленовых окончаний труб.

Норма времени – на 1 стык.

Средний разряд рабочих – строителей – 4,7.

Таблица П10.11 – Затраты труда на теплоизоляцию стыков стальных

Код ресурса	Затраты труда рабочих-строителей, чел-ч
	Теплогидроизоляция стыков стальных ПИ труб с применением термоусаживаемых муфт при диаметре трубопроводов 89/160 мм
E24-133-6	7,61
	...при диаметре 108/200 мм
E24-133-7	7,75
	...при диаметре 114/200 мм
E24-133-8	7,95
	...при диаметре 133/225 мм
E24-133-9	8,45
	...при диаметре 159/250 мм
E24-133-10	8,91
	...при диаметре 219/315 мм
E24-133-11	9,45
	...при диаметре 273/400 мм
E24-133-12	9,93
	...при диаметре 325/450 мм
E24-133-13	10,41
	...при диаметре 377/500 мм
E24-133-14	11,25
	...при диаметре 426/560 мм
E24-133-15	12,15
	...при диаметре 530/710 мм
E24-133-16	13,86
	...при диаметре 630/800 мм
E24-133-17	14,13
	...при диаметре 720/900 мм
E24-133-18	14,57
	...при диаметре 820/1000 мм
E24-133-19	15,14
	...при диаметре 1020/1200 мм
E24-133-20	15,76

Применяемые машины и механизмы: газовая горелка.

П10.12. Гидравлическое испытание трубопроводов теплоснабжения из стальных ПИ труб

РСН 8.03.100-11-ДО5, таблица 24-136

Состав работ:

- а) монтаж и демонтаж заглушек, патрубков, манометров;
- б) предварительное и окончательное (приемочное) испытание трубопроводов.

Средний разряд рабочих строителей – 3,8.

Норма времени – на 1000 м.

Таблица П10.12 – Затраты труда на гидравлическое испытание трубопроводов

Код ресурса	Затраты труда, чел-ч	
	рабочих-строителей	машинистов
E24-136-1	Гидравлическое испытание трубопроводов теплоснабжения из стальных ПИ труб диаметром до 100 мм	
	125,54	—
E24-136-2	...диаметром до 200 мм	
	152,75	—
E24-136-3	...диаметром до 300 мм	
	179,23	—
E24-136-4	...диаметром до 400 мм	
	217,83	0,64
E24-136-5	...диаметром до 600 мм	
	239,25	6,98
E24-136-6	...диаметром до 800 мм	
	286,99	8,49
E24-136-7	...диаметром до 1000 мм	
	343,72	10,77

Применяемые машины и механизмы:

краны на автомобильном ходу 10 т;

агрегаты наполнительно-опрессовочные до 70 м³/ч.

П10.13. Устройство основания под трубопроводы

РСН 8.03.123–2007, таблица 23-1

Состав работ:

- а) планировка дна траншеи;
- б) установка бортовых досок;
- в) установка арматуры;
- г) укладка материала с разравниванием и уплотнением;
- д) уход за бетоном.

Средний разряд рабочих строителей – 3.

Норма расхода времени – на 10 м³.

Таблица П10.13 – Затраты труда на устройство основания под трубопроводом

Код ресурса	Затраты труда, чел-ч	
	рабочих-строителей	машинистов
Е23-1-1	Устройство песчаного основания под трубопроводы	
	12,95	3,54
Е23-1-4	Устройство бетонного основания под трубопроводы	
	19,21	10,53
Е23-1-5	Устройство железобетонного основания под трубопроводы	
	24,88	13,36

Применяемые машины и механизмы: краны на автомобильном ходу 10 т.

**П11.1. Технологическая карта
на разработку траншей одноковшовыми экскаваторами
«обратная лопата»**

1. Область применения. Технологическая карта разработана на отрывку траншей одноковшовыми экскаваторами, оборудованными обратной лопатой, с отсыпкой грунта в отвал, вместительностью ковша 0,4 м³, грунт 2-й группы.

2. Техничко-экономические показатели. Из РСН 8.03.101–2007 [13] в зависимости от группы грунта и вместительности ковша выбираем затраты труда рабочих-строителей со средним разрядом 3 и машинистов и приводим в виде таблицы П11.1.

Таблица П11.1 – Затраты труда на разработку траншей

Код ресурса	Затраты труда, чел-ч	
	рабочих-строителей	машинистов
Е1-13-2	9,68	42,13

Единица измерения – 1000 м³.

Состав работ:

- а) разработка грунта навывет;
- б) устройство и содержание водоотводных канав или ограждающих валиков;
- в) вспомогательные работы, связанные с перемещением экскаватора из забоя в забой.

3. Организация и технология выполнения работ.

Разработку траншей рекомендуется производить одноковшовыми экскаваторами с вместимостью ковша 0,25–0,65 м³.

До начала разработки траншей экскаватором необходимо выполнить следующие виды работ:

- разбить и закрепить трассу теплопровода на местности путем установки разбивочных знаков;
- вскрыть шурфами места пересечения трассы теплопровода с действующими подземными коммуникациями;
- установить ограждения и предупредительные знаки в местах производства работ.

Разработку траншей следует начинать с нижней стороны для обеспечения возможности отведения грунтовых и атмосферных вод.

Машины и механизмы, отвалы грунта допускается размещать за пределами призмы обрушения грунта на расстоянии, установленном проектом производства работ, но не менее 0,6 м от бровки выемки.

При разработке траншей одноковшовыми экскаваторами работы по подчистке дна траншеи целесообразно выполнять одновременно с работой экскаватора. Рабочие (землекопы) должны находиться вне зоны действия ковша экскаватора.

4. Материально-технические ресурсы.

Выбор марки экскаватора производится в зависимости от вида грунта и параметров траншеи, установленных проектом производства работ. Согласно [22] для разработки траншей применяются экскаваторы одноковшовые на гусеничном ходу вместимостью ковша 0,4 м³ марки ЭО-3322А.

5. Мероприятия по охране труда и технике безопасности.

При разработке траншей должны соблюдаться требования ТКП 45-1.03-40, ТКП 45-1.03-44, инструкций по охране труда и других технических нормативных актов.

6. Графическая схема организации работ при разработке траншеи одноковшовым экскаватором с отсыпкой грунта в отвал представлена на рисунке П11.1.

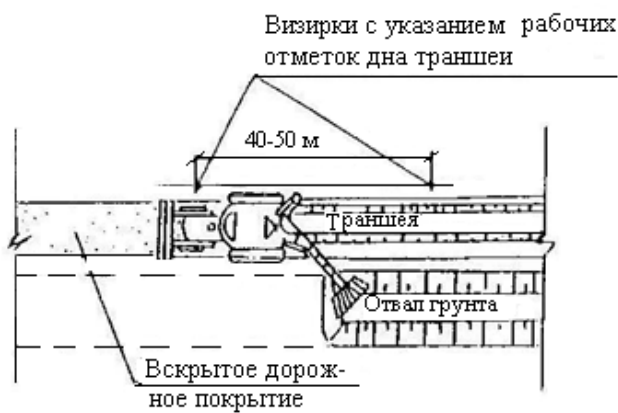
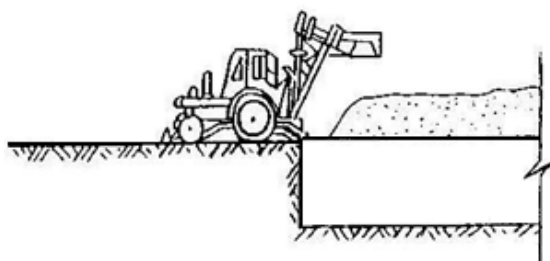


Рисунок П11.1 – Схема организации работ при разработке траншеи одноковшовым экскаватором с отсыпкой грунта

П11.2. Технологическая карта на прокладку наружных сетей теплоснабжения из стальных ПИ труб

1. Область применения. Технологическая карта разработана на прокладку наружных сетей теплоснабжения из стальных ПИ труб диаметром 159/250 мм.

2. Техничко-экономические показатели. Из РСН 8.03.100-08-ДО1 [15] выбираем затраты труда на прокладку труб соответствующего диаметра звеном рабочих-строителей со средним разрядом 4,1 и машинистов и приводим в таблице П11.2.

Таблица П11.2 – Затраты труда на прокладку наружных сетей

Код ресурса	Затраты труда, чел-ч	
	рабочих-строителей	машинистов
Е24-131-10	432,94	55,49

Единица измерения – 1000 м.

Состав работ:

- а) укладка труб в траншею с подбивкой грунта;
- б) резка труб с очисткой от изоляции;
- в) прихватка и сварка труб в траншее.

3. Организация и технология выполнения работ.

До начала производства работ по прокладке наружных сетей теплоснабжения из стальных ПИ труб необходимо:

- выполнить земляные работы для бесканальной прокладки труб;
- устроить песчаное основание толщиной не менее 100 мм с одновременным уплотнением и устройством приямков в местах стыковки труб;
- завезти и разложить трубы вдоль траншеи на расстоянии 1,0–1,5 м от бровки;
- провести входной контроль электрических параметров системы ОДК всех ПИ труб и фасонных частей; в случае обнаружения повреждений следует удалить поврежденный участок трубы или заделать путем экструзионной сварки;
- муфты следует надеть на трубу-оболочку в месте, примыкающем к стыку, до начала сварки стальной части ПИ трубы; запрещается

ется снимать с термоусаживаемых муфт защитную полиэтиленовую пленку до начала теплогидроизоляции сварного стыка.

Укладка труб и фасонных частей в траншею производится с помощью крана на автомобильном ходу грузоподъемностью 6,3 т. Опускание труб следует производить плавно, без рывков и ударов о дно и стенки траншеи. Трубы должны опираться на песчаное основание без твердых грубых включений. Резка труб, прихватка и сварка производятся на дне траншеи.

В случае необходимости укоротить ПИ трубу, следует выполнить следующие операции:

- отмерить заданный отрезок и отметить место реза;
- отмерить от места реза на оставшейся трубе 200 мм и отметить круговой линией;
- отпилить шлифмашинкой или ножовкой вдоль намеченной линии сечения полиэтиленовую трубу так, чтобы не повредить провода ОДК;
- удалить отрезанный участок полиэтиленовой трубы-оболочки;
- осторожно удалить ППУ изоляцию в зоне снятия трубы-оболочки при помощи ножа или других режущих средств, чтобы не повредить провода ОДК;
- тщательно очистить поверхность стальной трубы от теплоизоляции, чтобы во время сварки не допустить сжигания остатков пенополиуретана, выделяющего токсичные газы;
- разрезать трубу газовым резаком, закрыв торцы изоляции защитным экраном.

Все соединения стальных труб и их элементов следует выполнять электросваркой. Сваривать трубы следует после укладки их в траншею и проведения контроля соосности. Для труб диаметром до 50 мм допускается газовая сварка.

При проведении сварочных работ на трубопроводах необходимо:

- во избежание образования на рабочем месте токсичных выбросов исключить вероятность нагрева пенополиуретановой изоляции до температуры свыше 175 °С;
- перед сваркой тщательно очистить поверхности стальных труб от остатков пенополиуретана;
- с грунта на рабочем месте сварщика удалить остатки пенополиуретана.

При проведении сварочных работ торцы пенополиуретановой изоляции и сигнальные провода следует защищать от высокой температуры и попадания искр металлическим экраном.

После сварки ПИ труб необходимо очистить наружную поверхность участка стыка от ржавчины и окалины с помощью металлической щётки.

4. Материально-технические ресурсы.

Потребность в машинах, механизмах, оборудовании для подземной прокладки наружных сетей теплоснабжения из стальных ПИ труб приведена в таблице П11.3.

Таблица П11.3 – Потребность в оборудовании для подземной прокладки наружных сетей

№ п/п	Наименование	Тип, ГОСТ, марка	Назначение	Единица измерения	Количество
1	Кран на автомобильном ходу 6,3 т	КС-3562А	Монтажные работы	шт.	1
2	Строп-полотенце	ГОСТ 25573–82	Погрузочно-разгрузочные работы	Комплект	2
3	Сварочный агрегат передвижной с номинальным сварочным током 250–400 А		Сварочные работы	шт.	1
4	Комплект газового оборудования		Резка труб	Количество комплектов	1
5	Комплект сварочного оборудования		Сварочные работы	шт.	1
6	Центратор		Центрирование стыка с помощью винтового рычага	шт.	1
7	Стальная щетка		Очистка стыка от окалины и шлака	шт.	1
8	Шаблон сварщика		Проверка зазора	шт.	1
9	Лестница	ГОСТ 26433.2–94	Монтажные работы	шт.	1
10	Скребок (нож)		Очистка поверхности труб	шт.	1
11	Рулетка измерительная металлическая	ГОСТ 7502–98	Измерительные работы	шт.	1

5. Техника безопасности, охрана труда и окружающей среды.

При производстве работ необходимо соблюдать требования СНиП III-4-80*, а также Постановления Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь № 70 от 03.06.2003.

К работам по прокладке наружных сетей теплоснабжения из ПИ труб и фасонных частей допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, специальное обучение, вводный инструктаж и инструктаж на рабочем месте по технике безопасности.

Для спуска рабочих в траншеи следует применять приставные лестницы или стремянки шириной не менее 0,75 м с перилами высотой не менее 1 м.

Запрещается спускаться по распоркам крепления; переходить через траншеи следует только в установленных местах по переходным мостикам.

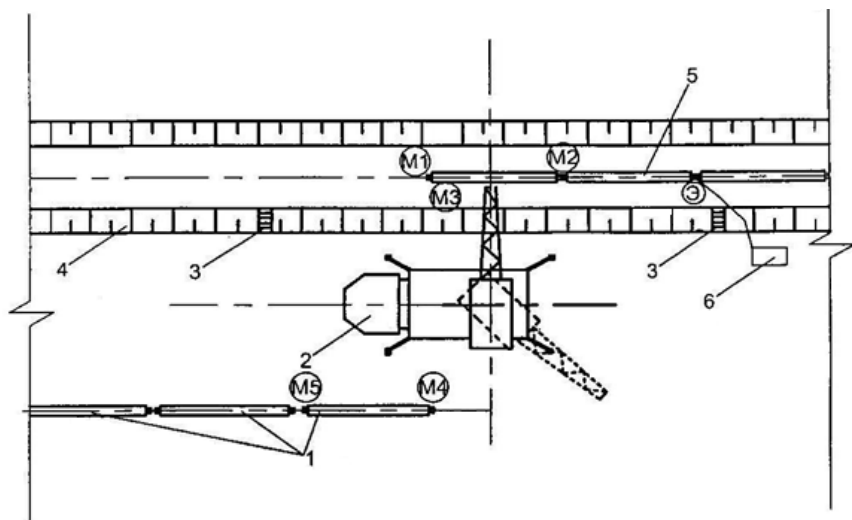
Во время опускания труб, фасонных частей, арматуры, элементов сборных конструкций в траншеи необходимо вывести из них рабочих.

При сушке или сварке неизолированных концов стальных труб торцы теплоизоляции следует защищать жестяными разъемными экранами толщиной 0,8–1,0 мм для предупреждения возгорания от пламени пропановой горелки или искр электродуговой сварки.

Отходы пенополиуретана и полиэтилена при резке изолированных труб или освобождении стальных труб от изоляции должны быть сразу после окончания рабочей операции собраны и складированы в специально отведенном на стройплощадке месте на расстоянии не менее 2 м от предварительно изолированных труб и деталей.

Меры по охране окружающей среды должны соответствовать требованиям СНиП 2.04.07-86 и СП 41-105-002, действующим в Республике Беларусь нормативным актам.

6. Схема организации рабочих мест при прокладке наружных сетей теплоснабжения из стальных ПИ труб представлена на рисунке П11.2.



1 – предварительно изолированные трубы; 2 – монтажный кран; 3 – лестница для спуска в траншею; 4 – траншея; 5 – смонтированный трубопровод; 6 – сварочный аппарат;

Ⓜ1)–Ⓜ5) – рабочие места рабочих-строителей (монтажников наружных трубопроводов);

Э) – рабочее место рабочего-строителя (электросварщика), выполняющего сварку трубопроводов

Рисунок П11.2 – Схема организации рабочих мест при прокладке наружных сетей теплоснабжения из стальных предварительно изолированных труб

П11.3. Технологическая карта на монтаж СКУ

1. Область применения. Технологическая карта разработана на монтаж сильфонного компенсационного устройства для стальных ПИ трубопроводов диаметром 250 мм звеном рабочих-строителей со средним разрядом 4, 9 и машинистов.

2. Техничко-экономические показатели. Из РСН [18] выбираем затраты труда на установку сильфонного компенсатора (применительно) диаметром 250 мм и данные заносим в таблицу П11.4.

Таблица П11.4 – Затраты труда на установку сильфонных компенсаторов

Код ресурса	Затраты труда, чел-ч	
	рабочих-строителей	машинистов
Е24-11-4	15,19	3,1

Единица измерения – компенсатор.

Состав работ:

- а) резка труб со снятием и зачисткой на концах фасок под сварку;
- б) установка компенсатора с опусканием в траншею (канал);
- в) приварка компенсатора к трубопроводу.

3. Организация и технология выполнения работ.

До начала работ по монтажу СКУ должны быть уложены в траншею на песчаное основание ПИ трубы и ПИ фасонные части сварены и проведены предварительные испытания трубопроводов на прочность и герметичность.

Монтаж СКУ должен осуществляться следующим образом:

из смонтированного теплопровода на месте, где должно быть установлено СКУ, вырезается участок («катушка»), длина которого равна $L_{\text{монтаж}}$, определенной в соответствии с рекомендациями завода-изготовителя;

концы труб зачищаются от брызг, наплывов металла и остатков изоляции; с патрубков СКУ и торцов изоляции удаляется временное ЛСП покрытие;

на место «катушки» устанавливается СКУ и приваривается к одному из концов теплопровода;

с помощью специальных монтажных приспособлений или натяжных монтажных устройств осуществляется растяжка СКУ и сварка со свободным концом трубы и последующим контролем сварных швов;

после проведения повторных гидравлических испытаний теплопровода и контрольного осмотра сварных швов СКУ с теплопроводом проводники-индикаторы СОДК, проложенные внутри СКУ, соединяют с проводниками-индикаторами СОДК, проложенными в пенополиуретановой изоляции труб;

на стык СКУ с теплопроводом наносится теплогидроизоляция с использованием термоусаживаемых муфт.

4. Материально-технические ресурсы.

Потребность в материалах, оборудовании, механизмах, машинах приведена в таблице П11.5.

Таблица П11.5 – Потребность в материально-технических ресурсах

№ п/п	Наименование	Тип, марка, завод-изготовитель	Назначение	Единица измерения	Кол-во на бригаду, шт. (компл.)
1	Кран на автомобильном ходу грузоподъемностью 6,3 т	КС-3562А	Погрузочно-разгрузочные работы	шт.	1
2	Стропы грузовые для строповки	ГОСТ 25573–82	Монтажные работы	шт.	1
3	Лестница	ГОСТ 26887–86	Монтажные работы	шт.	1
4	Сварочный агрегат передвижной с номинальным током 250–400 А		Сварочные работы	шт.	1
5	Комплект сварочного оборудования		Сварочные работы	шт.	1
6	Комплект газового оборудования		Резка труб	Компл.	1
7	Рулетка измерительная	ГОСТ 7502–98	Измерительные работы	шт.	1

5. Мероприятия по охране труда и технике безопасности.

При производстве погрузочно-разгрузочных и монтажных работ должны соблюдаться требования безопасности в соответствии с ТКП 45-1.03-40, ТУ 5-06 [11], инструкций по охране труда и других правовых актов.

6. **Графическая схема** строповки СКУ при выполнении монтажных работ приведена на рисунке П11.3.

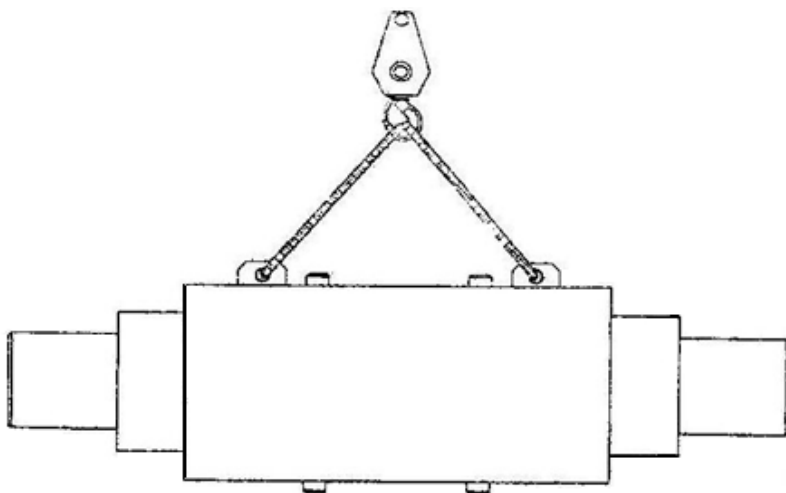


Рисунок П11.3 – Схема строповки компенсаторов (СКУ) при выполнении монтажных работ

П11.4. Технологическая карта на теплогидроизоляцию стыков ПИ трубопроводов с применением термоусаживаемых муфт

1. Область применения. Технологическая карта разработана на теплогидроизоляцию стыков ПИ трубопроводов из стальных труб диаметром 159/250 мм с применением термоусаживаемых муфт звеном рабочих-строителей и машинистов.

2. Техничко-экономические показатели. Из РСН 8.0.3.100-08-ДО1 [15] выбирают нормы затрат труда рабочих-строителей со средним разрядом 4,7 на теплогидроизоляцию одного стыка ПИ трубопроводов диаметром 159/250 мм и полученные данные заносят в таблицу П11.6.

Таблица П11.6 – Затраты труда на теплоизоляцию стыков

Код ресурса	Затраты труда, чел-ч	
	рабочих-строителей	машинистов
E24-133-10	8,91	—

Единица измерения – стык.

Состав работ:

- а) очистка и сушка стыка;
- б) удаление теплоизоляционного слоя на торцах труб;
- в) выпрямление и зачистка проводов системы ОДК;
- г) соединение проводов системы ОДК;
- д) установка на стальной трубе держателей и закрепление проводов;
- е) проведение контроля электрических параметров системы ОДК;
- ж) устройство заливочных отверстий в термоусаживаемой муфте;
- з) зачистка и обезжиривание поверхностей в зоне усадки термоусаживаемой муфты;
- и) сушка стальной трубы в зоне неизолированной поверхности сварного стыка;
- к) разогрев трубы в месте фиксации герметизационной ленты и ее закрепление на трубе;
- л) установка и усадка термоусаживаемой муфты;

- м) зачистка и обезжиривание места усадки запорных манжет;
- н) усадка запорных манжет из термоусаживаемой ленты;
- о) контроль электрических параметров системы ОДК;
- п) опрессовка воздухом внутренней полости смонтированной термоусаживаемой муфты;
- р) приготовление смеси пенополиуретана и заливка ее в полость муфты;
- с) заделка заливочного отверстия;
- т) контроль электрических параметров системы ОДК;
- у) монтаж термоусаживаемых окончаний труб.

3. Организация и технология монтажного процесса.

До начала работ по теплогидроизоляции стыков ПИ трубопровода подземной прокладки необходимо убедиться в том, что:

проведены испытания сварных стыков трубопровода и получено разрешение представителей технического надзора на теплогидроизоляционные работы (наличие акта о проведении испытаний);

муфта, предназначенная для гидроизоляции сварного стыка, установлена на трубопровод в месте, прилегающем к сварному стыку;

не снята защитная полиэтиленовая пленка с термоусаживаемой муфты;

провода системы контроля расположены по ходу подачи теплоносителя потребителю: транзитный – слева, сигнальный – справа.

Теплогидроизоляция стыков ПИ труб с применением термоусаживаемых муфт выполняется в следующей последовательности.

1. Механическая очистка стальной трубы от загрязнений в зоне, где планируется монтаж термоусаживаемой муфты.

2. Сушка поверхностей полиэтиленовой оболочки стальной трубы газовой горелкой.

3. Удаление с поверхности стальной трубы рыхлой пластовой ржавчины с помощью шлифмашинки и крупнозернистой наждачной бумаги. Обезжиривание защищенной поверхности растворителем на основе ацетона.

4. Удаление теплоизоляционного слоя на торцах ПИ труб на глубину 2–5 см.

5. Выпрямление и зачистка мелкозернистой наждачной бумагой скрученных проводов системы ОДК.

6. Измерение сопротивления сигнальной цепи и сопротивления изоляции.

7. Соединение сигнальных проводов системы ОДК методом пайки.

8. Установка на стальной трубе держателей и закрепление проводов.

9. Проведение контроля электрических параметров системы ОДК.

10. Разметка места расположения термоусаживаемой муфты. Снятие защитной полиэтиленовой плёнки с термоусаживаемой муфты. Зачистка шлифовальной бумагой полиэтиленовой трубы-оболочки и внутренней поверхности термоусаживаемой муфты. Обезжиривание полиэтиленовой трубы-оболочки и внутренней поверхности термоусаживаемой муфты растворителем на основе ацетона.

11. Сушка стальной трубы в зоне неизолированной поверхности сварного стыка и прогрев поверхности трубы-оболочки при помощи газовой горелки.

12. Закрепление на трубе-оболочке клеевой герметизационной ленты. Установка термоусаживаемой муфты на место стыка.

13. Термоусадка муфты при помощи газовой горелки.

14. Разметка и резка двух запорных манжет из термоусаживаемой ленты шириной 150 мм.

15. Подогрев клеевого слоя термоусаживаемой ленты газовой горелкой. Наклеивание термоусаживаемой ленты на муфту и полиэтиленовую оболочку с равномерным нахлестом, усадка термоусаживаемой ленты, прикатывание краёв специальным валиком.

16. Проведение контроля электрических параметров системы ОДК.

17. Опрессовка на герметичность внутренней полости теплогидроизолированного пространства стыка воздухом при помощи компрессора, приготовление и нанесение мыльного раствора для определения мест выпуска воздуха.

18. Заполнение теплогидроизолируемого пространства сварного стыка ПИ трубопровода приготовленной смесью (компонентами полиуретана). Установка и удержание полиэтиленовой пробки-воздушника до момента отверждения смолы.

19. Механическая очистка и обезжиривание участка полиэтиленовой оболочки вокруг заливочного отверстия.

20. Герметичное заваривание полиэтиленовой пробки с помощью специального инструмента для заваривания пробок и газовой горелки.

21. Проведение контроля электрических параметров системы ОДК.
22. Монтаж термоусаживаемых полиэтиленовых окончаний труб.

4. Материально-технические ресурсы.

Машины, механизмы, инструменты, оборудование и материалы, необходимые для выполнения работ по теплогидроизоляции стыков ПИ трубопроводов, выбираем из РСН 8.03.100-08-ДО1 (таблица 24-133), приложения 1 (таблицы П1.16 и П1.17) и приводим в таблице П11.7.

Таблица П11.7 – Потребность в материально-технических ресурсах

№ п/п	Наименование	Тип, ГОСТ, марка	Назначение	Единица измерения	Количество
1	2	3	4	5	6
1	Комплект заделки одного стыка (КЗС)		Теплогидроизоляция сварного стыка ПИ трубопровода	Комплект на одну бригаду	1
2	Шлифмашинка		Очистка трубы от загрязнений, сушка газовой горелкой	шт.	1
3	Генератор			шт.	1
4	Газовая горелка			шт.	2
5	Металлическая щетка			шт.	1
6	Нож			Удаление теплоизоляционного слоя на концах ПИ трубы	шт.	1
7	Скребок		шт.		1
8	Рулетка	ГОСТ 7502–98		шт.	1
9	Электродрель		Удаление защитной полиэтиленовой пленки с муфты	шт.	1
10	Компрессор		Опрессовка внутренней полости стыка воздухом	шт.	1

Окончание таблицы П11.7

1	2	3	4	5	6
11	Комплект инструментов для монтажа системы ОДК: клещи обжимные; пассатижи, кусачки, отвертки крестообразные, молоток, ключи гаечные, ключ гаечный с трещеткой, щетка металлическая, паяльник газовый, паяльник электрический, перфоратор, электрогенератор $U = 220 \text{ В}$, мегаамперметр, тестер монтажный, импульсный рефлектомер	ГОСТ 5547–93 ГОСТ 7219–83	Монтаж системы ОДК	Комплект	1

5. Техника безопасности, охрана труда и окружающей среды.

При производстве работ необходимо соблюдать требования СНиП III-4-80*.

К работам по устройству тепловых сетей из труб с теплоизоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, специальное обучение, вводный инструктаж и инструктаж на рабочем месте по технике безопасности.

При термоусадке полиэтиленовых муфт и манжет пламенем пропановой горелки необходимо следить за нагревом муфт, манжет и полиэтиленовых оболочек труб, не допуская пережога полиэтилена или его возгорания.

Отходы пенополиуретана и полиэтилена при резке изолированных труб и освобождении стальных труб от изоляции должны быть собраны сразу после окончания рабочей операции и складированы в специально отведенном месте на расстоянии не менее 2 м от предварительно изолированных труб и деталей.

Теплоизоляция труб и деталей (вспененный пенополиуретан и полиэтилен) не взрывоопасна, при обычных условиях не выделяет в окружающую среду токсичных веществ и при непосредственном контакте не оказывает вредного влияния на организм человека. Обращение с ней не требует особых мер предосторожности.

Все работы по выполнению пенополиуретановой изоляции стыков труб (приготовление смеси пенополиуретана, заливка смеси в стык) должны производиться с применением специальных средств защиты (костюм хлопчатобумажный, спецобувь, перчатки резиновые, рукавицы хлопчатобумажные, очки защитные).

При заливке пенополиуретаном стыков трубопроводов, прокладываемых в проходных каналах (тоннелях), необходимо пользоваться респиратором типа РУ-60М.

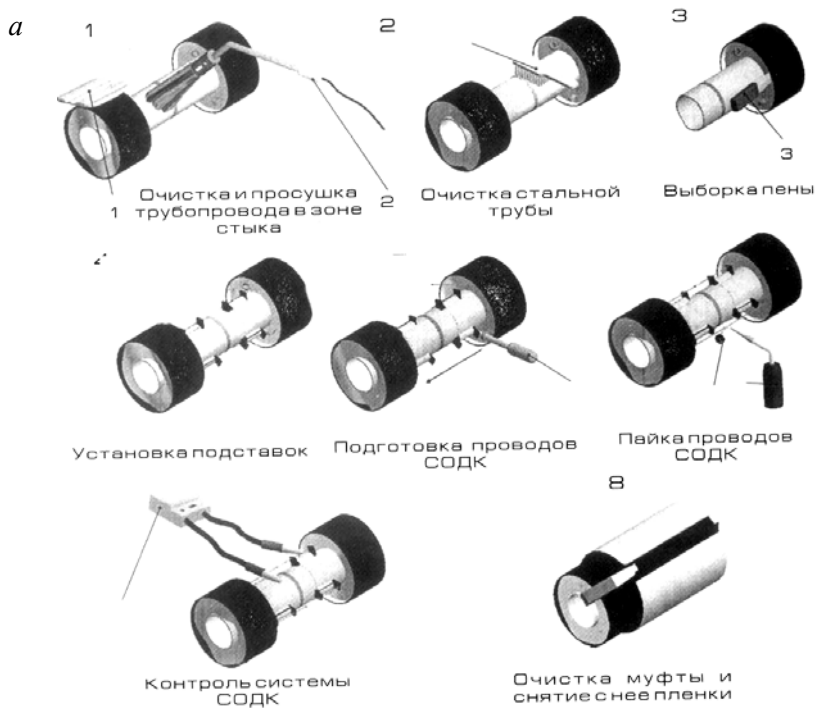
На месте заливки стыков пенополиуретаном должны находиться средства для дегазации применяемых веществ, а также аптечка с медикаментами.

При прокладке тепловых сетей должны соблюдаться требования СНиП 2.04.07–86 и СП 41-105–2002 [8, 9] по охране окружающей среды.

Территория после окончания работ по устройству тепловой сети должна быть очищена от отходов строительно-монтажных работ и восстановлена в соответствии с требованиями проекта.

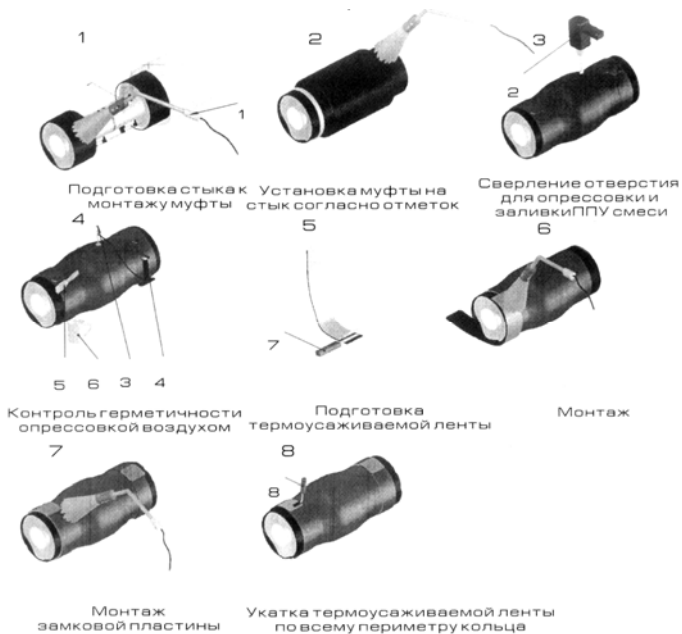
Отходы теплоизоляции из пенополиуретана и полиэтилена следует собрать для последующего их вывоза на завод для утилизации либо захоронения в разрешенных местах.

6. Технологическая схема теплогидроизоляции стыка ПИ трубопроводов с применением термоусаживаемой муфты представлена на рисунке П11.4, *а–в*.

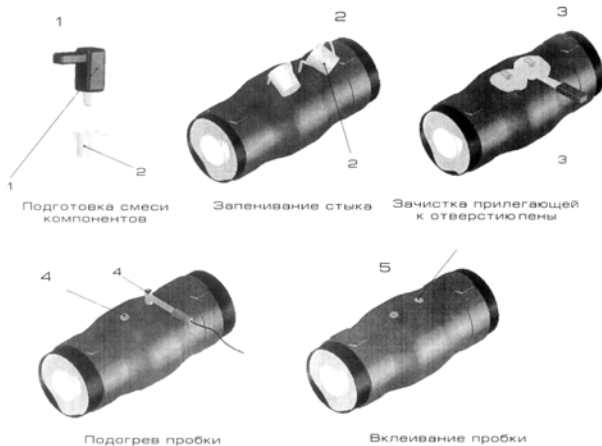


a – 1 – ветошь; 2 – лампа паяльная; 3 – нож; 4 – отвертка; 5 – горелка газовая;
б – припой; 7 – мегаомметр;
 Рисунок П11.4 – Технологическая схема термоизоляции стыка

б



в



б – 1 – лампа паяльная; 2 – дрель-шурупверт; 3 – манометр; 4 – насос; 5 – кисточка;
6 – емкость с мыльным раствором; 7 – нож; 8 – валик укаточный;
в – 1 – дрель-шурупверт; 2 – емкость для приготовления смеси ППУ; 3 – пробка;
4 – прибор для расплавления ПНД; 5 – пробка

Рисунок П11.4 – Окончание

П11.5. Технологическая карта на гидравлическое испытание ПИ трубопроводов

1. Область применения. Технологическая карта разработана на гидравлическое испытание трубопроводов теплоснабжения из стальных ПИ труб диаметром до 200 мм.

2. Техничко-экономические показатели. Из РСН 8.03.100-11-ДО1 [16] для соответствующего диаметра ПИ труб выбираем затраты труда в чел-ч рабочих-строителей со средним разрядом 3,8 и машинистов и приводим в виде таблицы П11.8.

Таблица П11.8 – Затраты труда на гидравлическое испытание

Код ресурса	Затраты труда, чел-ч	
	рабочих-строителей	машинистов
	Гидравлическое испытание трубопроводов теплоснабжения из стальных ПИ труб диаметром до 200 мм	
Е24-136-2	152,76	—

Единица измерения – 1000 м трубопровода.

Состав работ:

- а) монтаж и демонтаж заглушек, патрубков, манометров;
- б) предварительное и окончательное (приемочное) испытание трубопроводов.

3. Организация и технология выполнения работы.

Работы по гидравлическому испытанию трубопроводов теплоснабжения из ПИ труб следует выполнять в соответствии с проектной документацией, проектом производства работ, требованиями СНиП 2.04.07-86, ТКП 45-1.03-44 и других соответствующих ТНПА.

Гидравлическое испытание на прочность и герметичность ПИ трубопроводов осуществляют поэтапно. На первом этапе проводят предварительное испытание смонтированных участков трубопроводов в процессе производства строительно-монтажных работ, а затем после их завершения трубопроводы подвергают окончательному (приёмочному) испытанию.

Предварительное испытание на прочность и герметичность выполняется после засыпки пазух с подбивкой грунта на половину диаметра и присыпкой труб с оставлением открытыми для осмотра стыковыми соединениями, но до установки компенсаторов, запорной арматуры и теплоотключающих узлов (камер).

Перед выполнением предварительного гидравлического испытания следует:

произвести контроль качества сварных стыков трубопроводов и исправление обнаруженных дефектов в соответствии с требованиями СНиП 3.05.2003;

установить заглушки на концах испытываемых трубопроводов вместо сальниковых (сильфонных) компенсаторов и секционирующих задвижек;

на всем протяжении (участке) испытываемых трубопроводов обеспечить доступ для их внешнего осмотра и осмотра сварных швов на время проведения испытаний.

Одновременно предварительные испытания нескольких трубопроводов на прочность и герметичность допускается производить в случаях, обоснованных проектом производства работ.

Приемочное (окончательное) гидравлическое испытание на прочность и герметичность выполняется после полной засыпки трубопроводов и завершения строительно-монтажных работ, установки оборудования тепловых сетей (задвижек, компенсаторов и др.), предусмотренного проектом, засыпки траншей.

ПИ трубопроводы испытываются давлением, равным 1,25 рабочего, но не менее 1,6 МПа. При предварительных испытаниях трубопроводы теплоснабжения рекомендуется испытывать участками, не превышающими 500 м.

В состав гидравлических испытаний входят следующие технологические операции.

1. Подготовительные работы:

подготовка оборудования к работе;

подноска материалов;

очистка трубопроводов;

установка манометров, кранов, заглушек;

присоединение водопровода и пресса.

2. Предварительное гидравлическое испытание:

заполнение трубопроводов водой до давления, равного 1,25 рабочего;

снижение давления до рабочего значения;

осмотр трубопроводов, устранение обнаруженных дефектов;

повторное испытание при необходимости;

отсоединение трубопровода, слив воды;

снятие кранов, заглушек, манометров.

3. Окончательное гидравлическое испытание:

заполнение трубопроводов водой до заданного давления;

осмотр трубопроводов на предмет течи или запотевания в сварных швах, фланцевых соединениях, корпусах и сальниках, арматуре, компенсаторах и других элементах трубопроводов.

Результаты гидравлических испытаний на прочность и герметичность трубопроводов считаются удовлетворительными, если во время их проведения не произошло падения давления, не обнаружены признаки течи или заполнения в сварных швах, течи во фланцевых соединениях, арматуре, компенсаторах и др., отсутствуют признаки сдвига трубопроводов и неподвижных опор.

4. Материально-технические ресурсы.

Потребность в машинах, механизмах, оборудовании и средствах технологического обеспечения для проведения гидравлического испытания ПИ трубопроводов приведена в таблице П11.9.

Таблица П11.9 – Потребность в материально-технических ресурсах

№ п/п	Наименование	Тип ГОСТ, марка	Назначение	Единица измерения	Количество
1	2	3	4	5	6
1	Автокран г/п 10 т	По ППР	Для разгрузки и подачи материалов на рабочие места	По паспорту	1
2	Агрегат сварочный	По ППР	Для сварочных работ	— " —	1

Продолжение таблицы П11.9

1	2	3	4	5	6
3	Агрегат передвижной опрессовочный (мотогидропресс)	НГ50 или по ППР	Для обеспечения испытательного давления	Рабочее давление $P \geq 16$ МПа (16 кг/см ²)	1
4	Ручной гидравлический пресс	—	То же	$P_p \geq 16$ кг/см ²	1
5	Нивелир (в комплекте с рейками)	ГОСТ 10528–90	Для определения отметок трубопроводов	По паспорту	1
6	Оборудование для газовой резки (резак, баллоны, шланги и др.)	По ППР	Для определения труб и фасонного стального проката	По паспорту	1
7	Манометры пружинные	ГОСТ 2405–88	Для измерения давления при испытаниях	Диаметр корпуса $d \geq 160$ мм. Шкала с номинальным давлением 4/3 измеряемого	2
8	Рулетка измерительная металлическая	ГОСТ 7502–89	Для линейных измерений	l до 10 м	1
9	Лом стальной строительный	ГОСТ 1405–83	Для вспомогательных работ	—	2
10	Молоток	ГОСТ 2310–77	—" —	—	2
11	Зубило	ГОСТ 7211–86	—" —	—	1
12	Ключи трубные	Рычажные	Для сборки (разборки) испытательных узлов и деталей	По паспорту	Компл.
13	Ключи гаечные	ГОСТ 2338–80	—" —	По паспорту	Компл.
14	Электродержатель (в комплекте с кабелем)	Зажимной	Для сварки	По паспорту	1

Окончание таблицы П11.9

1	2	3	4	5	6
15	Шаблоны сварщика	ШС	Для контроля качества сварного шва	По паспорту	1
16	Маркер		Для отметки дефектов	—	1
17	Лопаты	ГОСТ 19596–87	Для земляных работ	—	2
18	Часы	—	Для измерений времени	—	1
19	Стропы грузовые канатные	ГОСТ 25573–82	Для разгрузки и подачи изделий	—	1
20	Щётки металлические	—	Для очистки металла	—	1
21	Щетки волосяные	ГОСТ 10597–87	Для очистки поверхностей	—	По ППР
22	Ограждения инвентарные	ГОСТ 234070–78	Для ограждения опасных зон		По ППР
23	Лестницы инвентарные (трапы)	ГОСТ 26887–86	Для спуска (подъема) рабочих в траншеи	l до 3 м	2

5. Техника безопасности, охрана труда и окружающей среды.

К производству работ по гидравлическому испытанию трубопроводов допускаются лица, достигшие 18 лет, имеющие соответствующую подготовку и квалификацию и прошедшие:

медицинский осмотр в сроки, установленные Министерством здравоохранения Республики Беларусь;

обучение безопасным методам и приёмам работ и получившие соответствующее удостоверение;

необходимый инструктаж по охране труда (вводный, на рабочем месте и др.).

При проведении гидравлического испытания следует соблюдать требования Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды, утвержденных МЧС Республики Беларусь 25.01.2007 г.

Перед испытанием необходимо:

руководителю работ ознакомить персонал, участвующий в испытаниях, с порядком проведения работ и мероприятиями по безопасному их выполнению;

предупредить работающих на смежных участках о времени проведения испытаний;

убедиться в исправности манометров, правильной и надежной постановке заглушек;

оградить по ГОСТ 12.4.059 и обозначить соответствующими знаками по ГОСТ 12.4.026 зону испытаний (опасную зону);

обозначить предупредительными знаками временные заглушки, люки и фланцевые соединения как места, опасные для пребывания вблизи них людей во время 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;

определить список лиц, ответственных за выполнение мероприятий по обеспечению безопасности, предусмотренных программой испытаний.

Оконные и дверные проемы зданий, находящихся при испытании трубопроводов в пределах опасной зоны, должны быть закрыты защитными ограждениями.

Начинать испытания разрешается только после своевременного предупреждения окружающих лиц и получения разрешения руководителя испытаний.

Осмотр трубопроводов при проведении испытаний разрешается производить после снижения испытательного давления до 0,3 МПа.

Обстукивание сварных швов непосредственно во время испытаний трубопроводов не допускается.

Дефекты трубопроводов следует устранять после снижения давления до атмосферного и отключения системы от источников питания.

Наполнительно-опрессовочные агрегаты и манометры, применяемые при испытании трубопроводов, следует располагать на расстоянии не менее 10 м от бровки траншеи; в этом случае со стороны траншеи они должны быть защищены ограждениями (щитами).

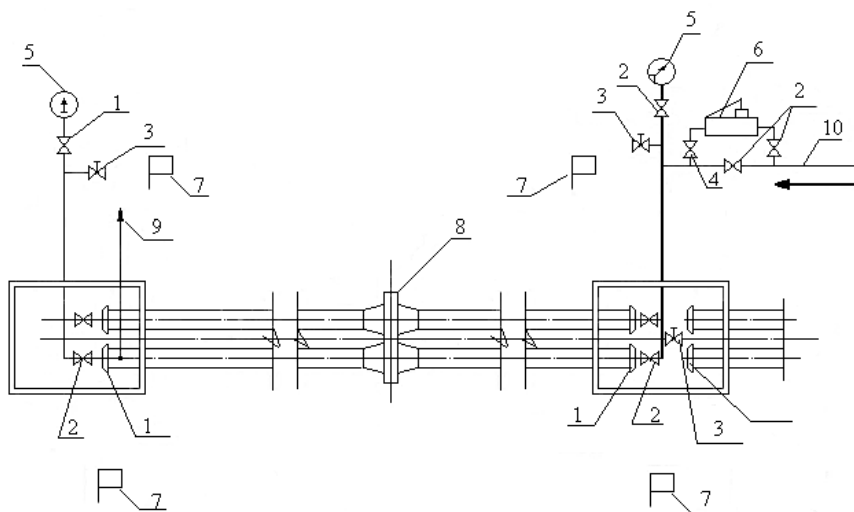
Машины, аппараты, приспособления и инструмент, применяемые при испытаниях, должны отвечать требованиям безопасности труда согласно ТКП 45-1.03-40, ГОСТ 12.3.033 и других соответствующих ТНПА. При производстве сварочных работ следует соблюдать требования ГОСТ 12.3.003.

Электробезопасность на участке работ и рабочих местах должна обеспечиваться соблюдением требований ТКП 45-1.03-40 и ГОСТ 12.1.013.

Противопожарную безопасность следует обеспечивать выполнением требований ППБ 2.09.

При производстве гидравлических испытаний трубопроводов должны соблюдаться требования по охране окружающей среды.

6. Технологическая схема проведения гидравлического испытания ПИ трубопроводов представлена на рисунке П11.5.



1 – заглушка; 2 – задвижка (вентиль); 3 – спускной кран; 4 – обратный клапан; 5 – манометр; 6 – гидравлический пресс; 7 – предупредительный знак опасной зоны; 8 – неподвижная опора; 9 – дренаж труб; 10 – временный трубопровод для подачи воды от действующего водопровода или теплотрасса

Рисунок П11.5 – Технологическая схема проведения гидравлического испытания ПИ трубопроводов

П11.6. Технологическая карта на ручную электродугую сварку неповоротных стыков системы теплоснабжения из стальных ПИ труб

1. Область применения. Технологическая карта разработана на ручную электродугую сварку неповоротных стыков трубопроводов из стальных предварительно изолированных труб диаметром 219/315 мм.

2. Техничко-кономические показатели. Ручная электродугая сварка стыков трубопроводов из стальных ПИ труб осуществляется в траншее при прокладке труб.

Для соответствующего диаметра труб из РСН 8.03.100-08-ДО1 [15] выписываем затраты труда рабочих-строителей со средним разрядом 4,1 и машинистов и представляем в виде таблицы П11.10.

Таблица П11.10 – Затраты труда на ручную электродугую сварку

Код ресурса	Затраты труда, чел-ч	
	рабочих-строителей	машинистов
Е24-131-11	474,24	61,41

Единица измерения – 1000 м.

Состав работ:

- а) укладка труб в траншею с подготовкой грунта;
- б) резка труб с очисткой от ППУ изоляции;
- в) прихватка и сварка труб в траншее.

3. Организация и технология выполнения работы.

До начала работ ПИ трубы с помощью монтажного крана должны быть опущены в траншею и уложены на песчаное основание. Рабочие-строители (монтажники наружных трубопроводов) снимают инвентарные заглушки, на свариваемой трубе проверяют наличие термоусаживаемой муфты, на стык устанавливают наружный центратор и поворотом винтового рычага закрепляют отцентрированный стык. Электросварщик универсальным шаблоном проверяет величину зазора между стыкуемыми трубами (1,5–2,5 мм) по всей

окружности стыка. В случае несоответствия величины зазора указанным размерам монтажники ослабляют центратор и затем окончательно центрируют стык. Электросварщик прихватывает стык в шести местах, располагая швы длиной 50–60 мм на равном расстоянии один от другого по окружности стыка, затем сваривает стык в два слоя. Первый слой наплавляют электродами диаметром 3 мм при силе тока 100–150 А, второй слой – электродами диаметром 4 мм при силе тока 140–180 А. Общая толщина сварного шва должна превышать толщину стенок труб на 1–3 мм. После наложения каждого слоя электросварщик стальной щёткой очищает его от окалины и шлака, монтажники стальными щётками до блеска зачищают концы следующего стыка труб на длине не менее 100 мм снаружи и внутри. По окончании сварки монтажники снимают центратор и устанавливают его на следующем стыке.

Все работы, связанные с монтажом и сваркой ПИ труб, производятся при наружной температуре воздуха не менее 10 °С. При работе с трубами в пределах от –5 до –10 °С предварительно очищенная от загрязнений труба прогревается газовой горелкой.

По окончании сварочных работ следует произвести контроль качества сварных стыков согласно СНиП 3.05.03–85 с составлением акта испытаний.

После сварки концов стальных труб и гидравлических испытаний трубопровода необходимо с помощью металлической щетки очистить наружную поверхность участка стыка от следов ржавчины и окалины.

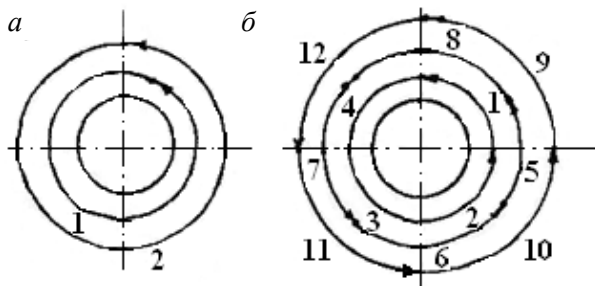
4. Материально-технические ресурсы.

Потребность в машинах, механизмах, оборудовании, инструментах и приспособлениях для выполнения ручной электродуговой сварки стыков ПИ труб приведена в таблице П11.11.

Таблица П11.11 – Потребность в материально-технических ресурсах

№ п/п	Наименование	Тип, ГОСТ, марка	Назначение	Единица измерения	Количество на звено, шт. (компл.)
1	Угловая электрическая шлифмашинка с абразивными и вулканитовыми насадками, мощность 1,5 кВт		Очистка стальных труб от ржавчины	шт.	1
2	Комплект сварочного оборудования, мощность 220 В		Сварка ПИ труб и фасонных частей	Комплект	1
3	Электродержатель	ГОСТ 14651	Сварочные работы	шт.	1
4	Агрегат сварочный передвижной с номинальным сварочным током 250–400 А с дизельным двигателем		Сварка ПИ труб и фасонных частей	шт.	1
5	Центратор			шт.	1
6	Кран на автомобильном ходу грузоподъемностью 6,3 т	3262-А	Погрузочно-разгрузочные и монтажные работы	шт.	1
7	Рулетка измерительная металлическая	ГОСТ 7502–89	Для линейных измерений	шт.	1
8	Щетка металлическая		Очистка поверхности труб от загрязнений	шт.	1
9	Шлифмашинка		—" —	шт.	1
10	Строп-полотенце	ГОСТ 25573	Строповка труб и фасонных частей	Комплект	1

5. Схема организации рабочего места электросварщика приведена на рисунке П11.2 в технологической карте на прокладку наружных сетей теплоснабжения из стальных ПИ труб. Порядок наложения слоев при сварке горизонтальных стыков ПИ труб электросварщиком приведен на рисунке П11.6.



1–12 – последовательность наложения участков слоев

Рисунок П11.6 – Порядок наложения слоев при сварке горизонтальных стыков труб одним сварщиком

П11.7. Технологическая карта на устройство круглого железобетонного колодца

1. Область применения. Технологическая карта разработана на устройство круглого железобетонного колодца звеном рабочих-строителей среднего разряда 3,7 и машинистов.

2. Техничко-экономические показатели. Из РСН [21] выбираем затраты труда на устройство круглого колодца из сборного железобетона в сухих грунтах и данные заносим в таблицу П11.12.

Таблица П11.12 – Затраты труда на устройство колодца

Код ресурса	Затраты труда, чел-ч	
	рабочих-строителей	машинистов
Е24-131-11	112,46	28,18

Единица измерения – 10 м³ конструкций колодца.

Состав работ:

- а) уплотнение грунта щебнем в сухих грунтах;
- б) монтаж сборных железобетонных конструкций;
- в) заделка труб с установкой стальных футляров;
- г) установка люка, ходовых скоб и металлических стремянок;
- д) устройство упоров и опор для установки арматуры.

3. Организация и технология выполнения работ.

До начала производства работ необходимо:

выполнить разработку котлована и устройство подготовки под основание колодца;

произвести разметку мест установки конструкций колодца;

организовать доставку необходимых механизмов, приспособлений, технологической оснастки и инструмента;

обеспечить доставку необходимых материалов и изделий.

Производство работ по монтажу конструкций колодца осуществляется в соответствии с проектной документацией и требованиями ТКП 45-5.03-130–2009 и ТКП 45-1.03-44–2006.

Основные технологические операции при монтаже конструкций колодца:

укладка плит днища;

установка железобетонных стеновых колец с заделкой швов и мест ввода дренажных труб в колодец;

укладка плит перекрытия колодца;
установка опорных колец и люков.

Укладку плит днища производят на выровненное и уплотненное песчаное основание. Нижнее стеновое кольцо устанавливают по разметке, обозначенной рабочими на плите днища, на слой раствора толщиной 2 см. После отцентровки кольца производят заделку шва. Аналогично устанавливают остальные стеновые кольца. Промежутки между стенками труб и кольца заделывают раствором в соответствии с проектом. Внутренние поверхности швов затирают после монтажа плит перекрытия с использованием инвентарной лестницы, установленной в колодце.

Опорные кольца устанавливают в проектное положение на растворе по намеченному контуру на плите перекрытия. Затем на растворе устанавливают стул люка и укладывают на него крышку люка.

4. Материально-технические ресурсы.

Потребность в машинах, механизмах, оборудовании, инструменте, инвентаре и приспособлениях при производстве работ приведена в таблице П11.13.

Таблица П11.13 – Потребность в материально-технических ресурсах

№ п/п	Наименование	Тип, ГОСТ, марка	Назначение	Единица измерения	Количество на звено, шт. (компл.)
1	2	3	4	5	6
1	Кран на автомобильном ходу грузоподъемностью 10–1,6 т	КС-3562-А	Монтажные работы	шт.	1
2	Строп двухветевой	ГОСТ 25573–82	Монтажные работы	шт.	1
3	Строп четырехветевой	ГОСТ 25573–82	Монтажа плит, подача раствора	шт.	1
4	Ящик для раствора $V = 0,3 \text{ м}^3$	ПО «СтройМаш»	Подачи раствора к месту монтажа	шт.	2
5	Лом стальной строительный	ГОСТ 1405–83	Монтаж конструкций	шт.	2

Окончание таблицы П11.13

1	2	3	4	5	6
6	Лопаты стальные	ГОСТ 19596–87	Подачи и рас- стиление рас- твора	шт.	3
7	Кувалда	ГОСТ 11042–83	Монтаж конст- рукций	шт.	1
8	Отвес строительный Р-0,4	СТБ 1111–98	Выверка конст- рукций по вер- тикали	кг	2
9	Кельма строительная	ГОСТ 9533–81	Заделка швов и разравнива- ние раствора	шт.	3
10	Щетка стальная	ТУ-494-01- 104–76	Очистка конст- рукций	шт.	2
11	Рулетка металлическая L = 10 м	ГОСТ 7502–98	Измерение	шт.	1
13	Нивелир	ГОСТ 10528–90	Вынос горизон- тальных отме- ток	шт.	1
14	Ограждения инвен- тарные строительные h = 1,2 м	ГОСТ 23407–78	Ограждение опасных зон	шт.	По ППР

5. Техника безопасности, охрана труда и окружающей среды.

При производстве работ по монтажу железобетонных колодцев следует соблюдать требования ТКП 45-1.03-40, ТКП 45-1.03-44, ГОСТ 12.3.03 и других государственных стандартов и ведомственных инструкций, регламентирующих безопасные методы труда.

К работе по монтажу колодцев допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, соответствующее обучение, инструктаж и проверку знаний.

При выполнении монтажных работ должны использоваться инвентарные средства подмащивания. Спуск рабочих в котлован должен осуществляться в местах, оборудованных трапами или лестницами с ограждениями.

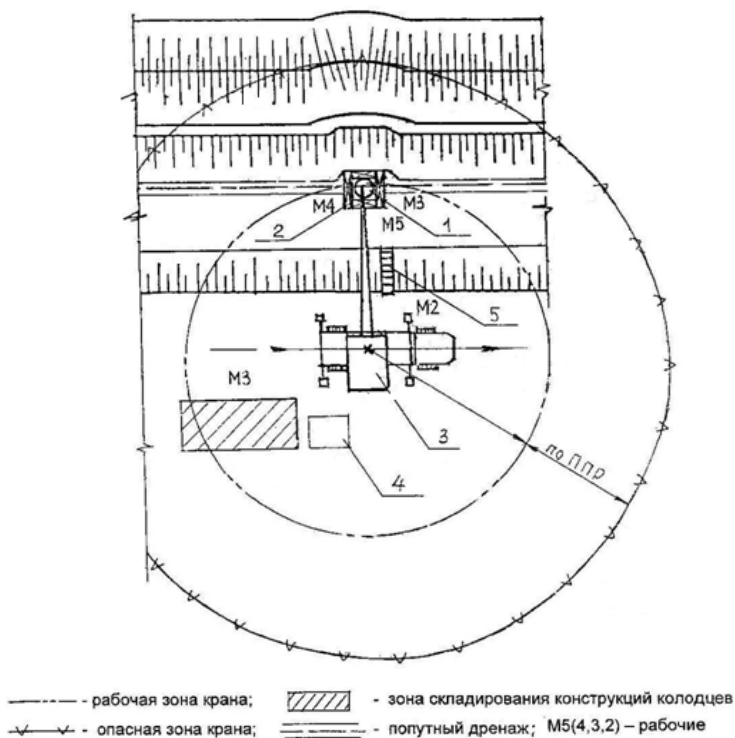
При перемещении конструкций монтажниками (рабочими-строителями) следует находиться вне контура монтажного элемента со стороны, противоположной подаче его краном. Расстояние между переме-

щаемым монтажным элементом и выступающими частями сооружения должно быть по горизонтали не менее 1 м, по вертикали – 0,5 м.

Прием и наведение монтажного элемента на место установки должны осуществляться при нахождении подаваемого краном элемента над опорной поверхностью ранее смонтированной конструкции на расстоянии не более 0,5 м по вертикали.

При производстве монтажных работ следует принимать меры по охране окружающей среды.

6. Схема организации работ при монтаже сборных конструкций колодца приведена на рисунке П11.7.



1 – монтируемый колодезь; 2 – средства подмащивания; 3 – автокран;

4 – место приема раствора; 5 – лестница для спуска в колован.

М5 (4,3–2) – рабочие-строители 5, 4, 3 и 2-го разряда соответственно;

М6 – машинист автокрана 6-го разряда

Рисунок П11.7 – Схема производства работ по монтажу конструкций колодцев

Оглавление

Введение.....	3
1. СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	4
1.1. Исходные данные для выполнения проекта	4
1.2. Содержание расчетно-пояснительной записки	4
1.3. Графическая часть.....	4
2. УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	5
2.1. Введение.....	5
2.2. Выбор и описание метода производства работ	5
2.3. Описание технологии производства монтажных работ.....	5
2.4. Составление спецификации основных и вспомогательных материалов.....	19
2.5. Подбор строительных машин, механизмов и инструментов, необходимых для выполнения монтажных работ	21
2.6. Составление ведомости объемов работ.....	21
2.7. Составление производственной калькуляции	27
2.8. Расчет затрат труда укрупненных монтажных процессов.....	28
2.9. Разработка календарного плана-графика производства работ.....	28
2.10. Построение графика движения рабочих кадров по объекту	31
2.11. Построение и расчет сетевого графика	32
2.12. Разработка технологической карты	41
ЛИТЕРАТУРА	43
ПРИЛОЖЕНИЯ	45
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	45
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	68
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	72
ПРИЛОЖЕНИЕ 4	76
ПРИЛОЖЕНИЕ 5	77
ПРИЛОЖЕНИЕ 6	78
ПРИЛОЖЕНИЕ 7	79
ПРИЛОЖЕНИЕ 8	84
ПРИЛОЖЕНИЕ 9	87
ПРИЛОЖЕНИЕ 10	89
ПРИЛОЖЕНИЕ 11	108

Учебное издание

СТАНЕЦКАЯ Ирина Ивановна
КАЛИНИЧЕНКО Екатерина Сергеевна
СИЗОВ Валерий Дмитриевич
СТАНЕЦКАЯ Юлия Анатольевна

**ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ МОНТАЖА
ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ИЗ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ИЗОЛИРОВАННЫХ
ПЕНОПОЛИУРЕТАНОМ СТАЛЬНЫХ ТРУБ
В ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ ОБОЛОЧКЕ**

Учебно-методическое пособие
по выполнению курсового проекта
для студентов специальности 1-70 04 02
«Теплогасоснабжение, вентиляция
и охрана воздушного бассейна»

Редактор *Т. Н. Микулик*
Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 10.10.2013. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 8,31. Уч.-изд. л. 6,50. Тираж 100. Заказ 642.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет. ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.