

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Кафедра технологии строительного производства

# Методические указания

К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА И  
РАЗДЕЛА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

**«РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ НА ПРОИЗВОДСТВО  
ЗЕМЛЯНЫХ И МОНТАЖНЫХ РАБОТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ  
ЛИНЕЙНО-ПРОТЯЖЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НАРУЖНЫХ  
ТЕПЛОВЫХ, ГАЗОВЫХ СЕТЕЙ»**

ПО КУРСУ «Технология строительных и монтажных работ» для студентов  
специальности 1-70 04 02 «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана  
воздушного бассейна» дневной и заочной форм обучения

Брест 2012

Настоящие методические указания составлены в соответствии с требованиями, заложенными в рабочей программе курса «Технология строительных и монтажных работ» для студентов специальности 1-70 04 02. Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна дневной и заочной форм обучения.

В указаниях изложены вопросы разработки технологической карты на производство земляных и монтажных работ при строительстве линейно-протяженных объектов наружных тепловых, газовых сетей.

Составители: П.И. Ивасюк, доцент,

В.Г. Новосельцев, доцент, к.т.н.,

Г.Е. Ребров, старший преподаватель,

В.П. Чернюк, доцент, к.т.н.,

В.Н. Пчелин, доцент,

А.В. Боллап, ассистент/

## Введение

Строительство новых промышленных объектов, техническое перевооружение и реконструкция действующих предприятий, ввод в эксплуатацию жилых домов вызывают необходимость увеличения объемов работ по строительству сетей тепло-, газоснабжения.

С увеличением общей протяженности трубопроводов оборудование сетей становится емким и сложным. На строительстве инженерных сетей изменяется и количественное соотношение строительных и монтажных работ. Работа в стесненных условиях города требуют внедрения новых технологий и прогрессивных форм организации и стимулирования труда. При этом должны быть обеспечены строительство и ввод в действие сетей в нормативные сроки, снижение их стоимости и повышение качества работ, что гарантирует долговечность, экономичность и удобство эксплуатации трубопроводов.

Одним из важных факторов, повышающих эффективность строительномонтажных работ на стадии проектирования, является разработка технологических карт. Технологические карты являются составной частью организационно-технологической документации, регламентирующей правила выполнения технологических процессов, выбор средств технологического обеспечения (технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений), машин, механизмов и оборудования, необходимых материально-технических ресурсов, требования к качеству и приемке работ, охране труда и окружающей среды.

Технологическая карта должна содержать следующие разделы:

- область применения;
- нормативные ссылки;
- характеристики основных применяемых материалов и изделий;
- организация и технология производства работ;
- потребность в материально-технических ресурсах;
- контроль качества и приемка работ;
- техника безопасности, охрана труда;
- калькуляция и нормирование затрат труда.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Методические указания устанавливают методику выполнения курсового проекта по технологии строительных и монтажных работ, имеющего конечной целью закрепление, углубление и обобщение знаний, полученных студентами в лекционном курсе, и применение этих знаний для решения конкретных вопросов возведения линейно протяженных объектов наружной, тепловой и газовых сетей.

В процессе проектирования студенты должны решить следующие задачи:

- изучить типовые технологические карты;
- выбрать основные машины и механизмы, используемые при производстве земляных и монтажных работ, на основе вариативного проектирования;
- разработать технологическую карту на строительство наружных тепловых, газовых сетей.

## 2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И СОСТАВ ПРОЕКТА

Исходными данными для проектирования являются выдаваемые руководителем: схема трассы, назначение трубопровода, его диаметр и материал, вид грунта, условия производства работ, продолжительность работ.

Проект состоит из графического материала (один лист формата А1) или на нескольких листах формата А3 и расчетно-пояснительной записки, оформленных в соответствии со стандартом университета. Курсовой проект выполняется согласно выданному заданию по графику, прилагаемому к заданию.

**Расчетно-пояснительная записка** оформляется на одной стороне белой писчей бумаги формата А4 (210x297 мм) в соответствии со стандартом университета [1] и должна включать: задание; оглавление; реферат; введение; область применения технологической карты; нормативные ссылки; характеристики применяемых материалов и изделий; организацию и технологию производства работ (определение номенклатуры и объемов земляных работ, предварительный выбор технологии производства земляных работ при разработке котлованов и траншей, подбор ведущих машин и механизмов по рабочим параметрам, определение производительности ведущих машин при производстве земляных работ, подбор и расчет транспортных средств, подбор вспомогательных машин по рабочим параметрам, составление калькуляции нормирования затрат труда, технико-экономическое сравнение вариантов производства работ при разработке котлованов траншей, расчет экскаваторных забоев, разбивка фронта работ на захватки, разработка мероприятий при производстве земляных работ в зимний период; предварительный выбор технологии производства монтажных работ; выбор захватных и вспомогательных приспособлений для монтажа трубопроводов сборных конструкций, выбор кранов по техническим параметрам, разработку складирования конструкций, разработку технологических схем монтажа трубопроводов, определение производительности монтажных кранов, составление калькуляции нормирования затрат труда при производстве монтажных работ, разбивку трассы на захватки, определение ТЭП производства монтажных работ, описание технологии организации производства земляных, монтажных работ, заделки стыков монтажных работ, испытания трубопроводов, разработку календарного графика производства земляных, монтажных работ; определение ТЭП технологической карты, технику безопасности и охраны труда при производстве земляных монтажных работ, составление операционной карты, ведомости потребности в материалах и изделиях, перечень машин, механизмов, оборудования, технологической оснастки, инструмента, инвентаря, приспособлений, карты контроля технологических процессов; заключение; список использованных источников.

**Графическая часть.** Выполняется на одном листе формата А1 или на нескольких листах формата А3. Должна содержать: план трассы с разбивкой её на участки в технологической последовательности производства земляных, монтажных работ; технологические схемы производства земляных монтажных работ (в плане и разрезе); схемы строновки, заделки стыков; схемы организации труда, рабочего места при монтаже трубопровода; схему установки систем водопонижения (план, разрез); схемы производства земляных работ в зимний период; технические характеристики грузоподъемных механизмов (таблицы, графики); указания по производству работ техники безопасности; календарный график производства работ в виде циклограммы или линейного графика по указанию руководителя проекта; ТЭП.

### **3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ НА ПРОИЗВОДСТВО ЗЕМЛЯНЫХ И МОНТАЖНЫХ РАБОТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЛИНЕЙНО ПРОТЯЖЕННЫХ ТЕПЛОВЫХ, ГАЗОВЫХ СЕТЕЙ.**

#### **3.1. Область применения технологической карты**

Раздел “Область применения” должен содержать [2]: наименование технологического процесса, конструктивного элемента или части здания, сооружения; условия и особенности производства работ, в этом числе температурные, влажностные и другие, состав работ, режим труда, рекомендации по применению технологической карты.

В наименовании технологического процесса указываются виды работ, конструктивно-планировочные решения здания (сооружения) или его части, при строительстве которых эти работы выполняются, и технология их выполнения разработанная в технологической карте.

Условия и особенности производства работ должны отражать ограничения температурно-влажностного режима, района строительства, применяемых строительных материалов и изделий, машин и оборудования, вариантов технологии работ, стесненность строительной площадки и т.п.

Приводятся рассматриваемые виды строительных процессов и состав работ в каждом строительном процессе, устанавливается режим труда по сменам из условия оптимального темпа выполнения трудовых процессов, при рациональной организации рабочих мест, четкого распределения обязанностей между рабочими бригады с учетом разделения труда, применения усовершенствованного инструмента и инвентаря.

В рекомендациях по применению технологической карты указываются возможности использования разработанных технологических решений при изменении условий строительства (района строительства, каменных материалов, сборных конструкций, машин, оборудования и т.п.).

#### **3.2. Нормативные ссылки**

Раздел “Нормативные ссылки” должен содержать [2] обозначение и наименование нормативно-технической документации, на которую сделаны ссылки в технологической карте. Перечень нормативных документов (ЕНиР, СНиП, ТКП, НЗТ), которые используются при разработке настоящей технологической карты, приведен в списке литературы настоящих методических указаний.

Названные нормативные документы приводятся также в списке использованных источников в порядке ссылки в тексте пояснительной записки.

#### **3.3. Характеристики применяемых материалов и изделий**

Раздел должен содержать наименование и характеристики применяемых конструкций, материалов, изделий; наименование нормативно-технических документов, по которым они производятся; требования к их транспортированию, складированию и хранению.

### 3.4. Организация и технология производства работ

#### 3.4.1. Определение номенклатуры и объемов работ

Комплексно-механизированный процесс производства земляных и монтажных работ при строительстве линейно протяженных тепловых и газовых сетей включает в себя:

а) земляные работы:

- разработка котлованов траншей;
- подчистка дна траншеи;
- устройство крепления вертикальных стенок траншеи;
- устройство приямков;

б) монтажные работы (процессы связанные непосредственно с устройством тепловых и газовых сетей):

- монтаж сборных железобетонных каналов, шиш под компенсаторы;
- гидроизоляция каналов;
- сборка труб в звенья на бровке траншеи;
- сварка стыков трубопроводов;
- монтаж колодцев или теплофикационных камер;
- укладка труб на основания или опоры;
- антикоррозийная изоляция труб и стыков;
- тепловая изоляция (в каналах и бесканально);
- монтаж компенсаторов;
- монтаж запорно-регулирующей арматуры, конденсатосборников;
- монтаж системы оперативного дистанционного контроля (СОДК);
- испытание трубопроводов;
- обратная засыпка траншей и котлованов;
- рекультивация участка земли.

## 4.ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ РАБОТ

### 4.1. Составление спецификации сборных элементов

Осуществляем в форме таблицы 4.1.

Таблица 4.1 – Спецификация сборных элементов.

№	Наименование элемента	Марка элемента	Общее количество, шт.	Размеры, мм.			Масса, т.	
				l	b	h	Одного элемента	Всех элементов
1	2	3	4	5	6	7	8	9

При устройстве тепловых сетей для бесканальной прокладки не используются стальные трубы, предварительно термозолированные пенополиуретаном в полиэтиленовой оболочке, которые принимаем по каталогу [15].

Разработку траншей, котлованов для бесканальной прокладки предварительно изолированных трубопроводов необходимо выполнять механизированным способом с соблюдением требований СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения», «Основания и фундаменты» [9] и СНиП 3.05.03-85 «Тепловые сети» [7].





е) располагаем пикеты по трассе, которые совпадают с расположением колодцев (номера колодцев ставятся на профиле под осью трассы (рис.4.1), а номера пикетов – над осью). Дополнительные пикеты устанавливаем в местах излома рельефа и нумеруем по номеру левого (колодца) со штрихами. Кроме того, дополнительный пикет ставится на границе городской и загородной зоны;

ж) определяем черные отметки пикетов (отметки поверхности земли) интерполяцией, экстраполяцией двумя способами: графическим (рис.4.2) или графоаналитическим (рис.4.3).

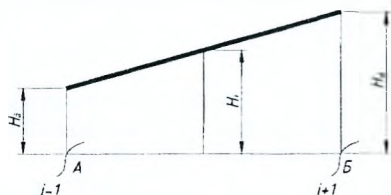


Рисунок 4.2. – Графический способ

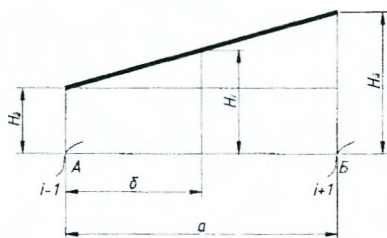


Рисунок 4.3. – Графо-аналитический способ определения черных отметок

$$H_i = (H_b - H_a)b/a + H_a \quad (2)$$

где  $H_a$  – отметка левой горизонтали, м;  $H_b$  – отметка правой горизонтали, м;  $a$  – расстояние между горизонталями, м;  $b$  – расстояние от левой горизонтали до точки, отметка которой находится, м;

з) определяем красные отметки (отметка дна траншеи) пикетов по выражению:

$$H_{кр} = H_{оп} + i \cdot l_i, \quad (3)$$

где  $H_{оп}$  – красная отметка определяющей точки (на рис.4.1 определяющей точкой является пикет 1, поэтому  $H_{оп} = H_1 - h_{мин}$ ), м;  $i$  – уклон трубопровода;  $l_i$  – расстояние от определяющей точки до пикета, отметка которого находится, м,

и) определяем рабочие отметки:

$$h_i = H_{кр} - H_i, \text{ м.} \quad (4)$$

Рабочие отметки записываем напротив пикетов над профилем (рис.4.1);

к) определяем ширину траншеи по дну:

– при разработке траншеи с откосами (как правило, в загородной зоне) по выражению (рис.4.4):

$$b_{\text{пр}} = n_T D_{\text{н}} + c(n_T - 1) + 2f, \text{ м.} \quad (5)$$

где  $n_T$  – количество параллельно укладываемых ниток трубопровода;  $c$  – расстояние в свету между нитками трубопровода, м;  $f$  – расстояние между стенкой трубы и подошвой откоса (принимается по  $2f = 0.5$  м при укладке отдельными трубами,  $2f = 0,3$  м при укладке плетью или секциями), м; причем величина  $f$  принимается по [7], п.4.2, п.4.3 или [8], п.8.51, табл.35;



– при разработке траншеи с вертикальными стенками (часто в городской черте) определяем (рис.4.5) по формуле:

$$b_{гр}^* = n_r \cdot D_n + c(n_r - 1) + 2 \cdot d + b_{кр}, \text{ м.} \quad (6)$$

где  $d$  – запас между стенкой траншеи (либо крепления) и трубой (принимаем по табл.4.2), м;  $b_{кр}$  – двойная толщина крепления (принимаем по табл.4.3).

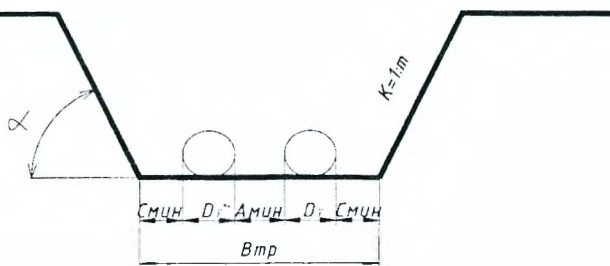


Рисунок 4.4 – Поперечное сечение траншеи с откосами

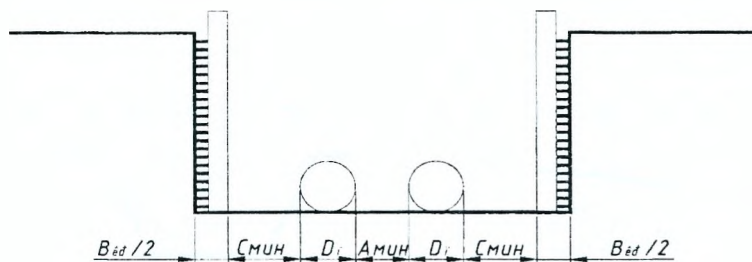


Рисунок 4.5 – Поперечное сечение траншеи с вертикальными стенками

Таблица 4.2. – Минимальные расстояния между трубами и размеры траншеи

$D_v$	$D_{об}$	$A_{мин}$	$B_{мин}$	$C_{мин}$
мм	мм	мм	мм	мм
150	90	150	930	300
150	110	150	970	300
150	110	150	970	300
150	125	150	1000	300
150	140	150	1030	300
150	160	150	1070	300
150	200	150	1150	300
250	225	250	1300	300
250	250	250	1350	300
250	315	250	1680	400
250	400	250	1850	400
250	450	250	1950	400
250	500	250	2050	400
250	560	250	2170	400

**Примечания:**

1. Ширина по дну траншеи для укладки трубопроводов свыше 3,5 м, а также на кривых участках трассы устанавливается проектом.

2. Ширина по дну траншеи, разрабатываемых с откосами в грунтах, расположенных выше уровня грунтовых вод, должна быть (независимо от диаметра труб)  $D+0,5$  при укладке трубопроводов из отдельных труб и  $D+0,3$  при укладке из плетей.

3. Ширина траншеи для трубопроводов в грунтах, расположенных ниже уровня грунтовых вод и разрабатываемых с открытым водоотливом, должна приниматься с учетом размещения водосборных и водоотливных устройств согласно указаниям проекта.

4. Ширина траншеи для прокладки тепловых сетей и магистральных трубопроводов устанавливается в соответствии с требованиями соответствующих глав части 3 СНиП 3.05.03-85:

л) определяем объёмы участков траншеи между пикетами для участков трассы, в пределах которых поверхность земли меняется по одному закону, а красная линия не имеет изломов:

– для участков траншеи с откосами (рис. 6) по формуле Мурзо:

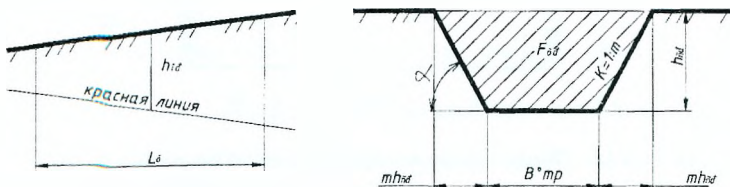
$$V_i = L_i \left( F_0 + \frac{m(h_i - h_j)^2}{12} \right) \cdot M^3, \quad (7)$$

где  $L_i$  – длина участков траншеи между пикетами  $i, j$ , м;  $h_i, h_j$  – рабочие отметки на границах участка  $i-j$ , м;  $F_0$  – площадь среднего сечения,  $M^2$ ,

$$F_0 = (b_{гр}^0 + m \cdot h_{ср}) \cdot h_{ср} \cdot M^2; \quad (8)$$

$$b_{ср} = (h_i + h_j) / 2, M, \quad (9)$$

где  $m$  – коэффициент откоса для временных выемок, принимаемый по табл. 4.4.



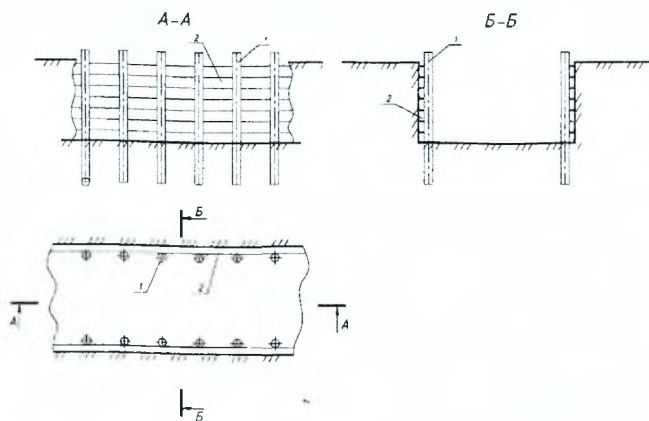
**Рисунок 4.6.** – Схемы к определению объёмов земляных работ для участка траншеи с откосами

– для участков траншеи с вертикальными стенками (рис. 4.7):

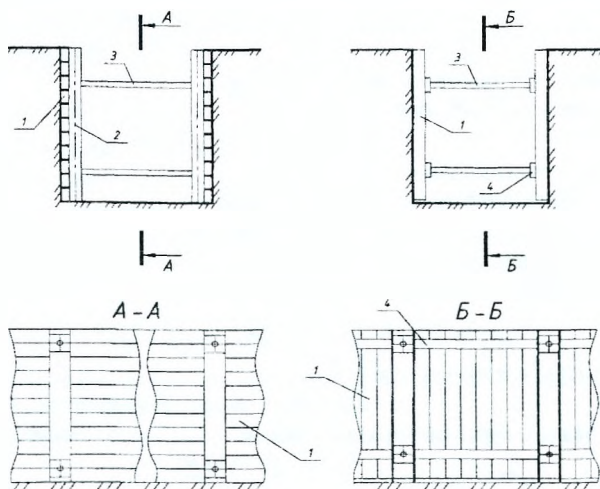
$$V_i^b = \frac{F_i + F_j}{2} \cdot L_i = \frac{h_i + h_j}{2} \cdot b_{ср}^b \cdot L_i, M^3. \quad (10)$$



**Рисунок 4.7.** – Схемы к определению объёмов земляных работ для участка траншеи с вертикальными стенками



1 – стальная труба (свая), 2 – забирка  
**Рисунок 4.8. – Консольное безраспорное трубчатое крепление**



1 – доски (брусья), 2 – стойки, 3 – распорки, 4 – прогоны  
**Рисунок 4.9. – Схемы крепление щитов: а – горизонтальное, б – вертикальное**

**Таблица 4.3. – Двойная толщина крепления**

№ п/п	Вид крепления	При глубине копания		
		2м	3м	4м
1	2	3	4	5
1	Горизонтальное и вертикальное сплошное или с прозорами	0,1	0,2	0,4
2	Шпунтовое	0,4	1	0,8

Таблица 4.4. – Крутизна откосов котлованов и траншей

Грунты	Крутизна откосов при глубине выемки, м, не более		
	1,5м	3м	5м
1	2	3	4
Насыпные. Песчаные и гравийные	1:0,6	1:1	1:1,25
Суглесь	1:0,5	1:1	1:1
Суглинок	1:0,25	1:0,67	
Глина	1:0	1:0,5	1:0,85 1:0,75 1:0,5
Лессы и лессовидные	1:0	1:0,25	
		1:0,5	1:0,5

2. При разработке котлованов под колодцы:

а) устанавливаем размеры котлована по низу:

– для котлованов с откосами:

$$b_k^\circ = b + 0,6; a_k^\circ = a + 0,6,$$

где  $b$  – ширина плиты днища (диаметр), м;

$a$  – длина плиты днища (диаметр), м;

$b_k^\circ$  – ширина котлована по низу, м;

$a_k^\circ$  – длина котлована по низу, м.

Для котлованов с вертикальными стенками длина  $a_k^\circ$  и ширина  $b_k^\circ$  определяются:

$$a_k^\circ = a + 1,4 + b_{\text{об}}, b_k^\circ = b + 1,4 + b_{\text{об}}; \quad (11)$$

б) определяем объёмы

выступающих за траншею частей котлована:

– для котлованов с откосами:

$$V_i^\circ = (a_k^\circ + m \cdot h_i)(b_k^\circ - b_{\text{об}}^\circ)h_i, \text{ м}^3, \quad (12)$$

где  $h_i$  – рабочая отметка в  $i$ -м колодце, м;

– для котлованов с вертикальными стенками:

$$V_i^b = (b_k^b - b_{\text{об}}^b) \cdot a_k^b \cdot h_i, \text{ м}^3; \quad (13)$$

в) определяем дополнительные объёмы крайних котлованов:

– для котлованов с откосами:

$$V_{2i}^\circ = \frac{h_i}{12} [a_k^\circ \cdot b_k^\circ + c \cdot d + (a_k^\circ + c)(b_k^\circ + d)], \text{ м}^3; \quad (14)$$

где  $c$  и  $d$  – размеры котлована поверху, м:

$$c = a_k^\circ + 2 \cdot m \cdot h_i; \quad d = b_k^\circ + 2 \cdot m \cdot h_i; \quad (15)$$

– для котлована с вертикальными стенками:

$$V_{2i}^b = a_k^b \cdot b_k^b \cdot h_i / 2, \text{ м}^3. \quad (16)$$

3. При подчистке дна траншеи.

Для участка траншеи с откосами:

$$V_n^\circ = (h_{\text{нед}} \cdot m + b_{\text{об}}^\circ) \cdot L_n \cdot h_{\text{нед}}, \text{ м}^3, \quad (17)$$

где  $h_{\text{нед}}$  – величина недобора, которую принимаем по табл.4.5, м;

$L_n$  – длина участка траншеи с откосами, м.

Для участка траншеи с вертикальными стенками:

$$V_n^b = b_{\text{об}}^b \cdot h_{\text{нед}} \cdot L_n, \text{ м}^3, \quad (18)$$

где  $L_n$  – длина участка траншеи с вертикальными стенками, м.

При разработке грунта экскаваторами с гидроприводом величина недобора должна быть сокращена на 30-40%.

Таблица 4.5. – Недоборы грунта при работе одноковшовых экскаваторов

Рабочее оборудование экскаватора	Допустимые недоборы грунта при работе одноковшовым экскаватором, см
Прямая лопата	10
обратная лопата	15
Драглайн	20

Размеры приямков под стыки трубопроводов в траншеи для теплогидроизоляции стыков труб при бесканальной прокладке трубопроводов необходимо принимать равной расстоянию между наружными боковыми гранями изоляции крайних трубопроводов с добавлением 0.6 м на каждую сторону, длину приямков 1.2 м и глубину от нижней грани изоляции трубопроводов. При укладке трубопровода по бетонному основанию минимальное расстояние от бетонной подушки до оболочек трубы должно быть не менее 200 мм. В тех местах, где глубина выемки грунта, грунтовые характеристики или стесненные условия прокладки не позволяют вырыть обычную траншею с откосами и приямками для работ на стыках ПИ трубопроводов, следует осуществлять вертикальное крепление траншей и приямков. На дне траншей следует устраивать песчаную подушку толщиной не менее 100-150 мм. Засыпной материал не должен содержать камней, щебня, гранул с размером зрен более 16 мм, остатков растений, мусора, глины.

Объем приямков равен:

$$V_{np} = l_{np} \cdot b_{np} \cdot h_{np} \cdot (N - Z), \quad (19)$$

где  $l_{np}$  – длина приямка, м;

$b_{np}$  – ширина приямка, м;

$h_{np}$  – глубина приямка, м;

$N$  – количество труб, шт.

4. Определеение общего объема разрабатываемого грунта:

$$V_o = \sum_{i=1}^n V_{ij}^o + \sum_{i=1}^n V_{ii}^o + \sum_{i=1}^n V_{ij}^b + \sum_{i=1}^n V_{ii}^o + V_{z1}^o / 2 + V_{z2}^b / 2 - V_n^o / 2 - V_n^b / 2 + V_{np}, \quad (20)$$

где  $p$  – последний номер пикета (колодца) в загородной зоне;

$n$  – последний номер колодца (пикета).

5. Определение объема отвозимого грунта.

Объем отвозимого грунта  $V_{отв}$ ,  $M^3$ , равен:

$$V_{отв} = V_o - V_{обр}, \quad (21)$$

где  $V_{обр}$  – объем обратной засыпки,  $M^3$ .

$$V_{обр} = (V_o - V_T - V_k) / (1 + K_{оп}), \quad (22)$$

где  $V_T$  – объем трубопровода,  $M^3$ ;

$V_k$  – объем колодцев,  $M^3$ ;

$K_{оп}$  – коэффициент остаточного разрыхления, в долях [10].

$$V_T = -\frac{\pi \cdot D_{кп}^2}{4} [L - (Z - 1) \cdot a_{кп}] \cdot K, \quad (23)$$

где  $a_{кп}$  – длина колодца (наружный диаметр), м;

$K$  – коэффициент, учитывающий увеличение объема за счет раструбов ( $K = 1.05$ ).

$$V_k = \sum_{i=1}^n F_k \cdot \min\{h_i; h_p + \delta_{ст} + \delta_{пл.дн}\} + \sum_{i=1}^n F_r [h_i - (h_c + \delta_{ст} + \delta_{пл.дн})] \quad (24)$$

где  $F_k$  – площадь колодца в плане по наружным обмерам, м<sup>2</sup>;  $h_p$  – высота рабочей камеры, м;  $\delta_{ст}$  – толщина плиты перекрытия, м,  $\delta_{пл.дн}$  – толщина плиты дна, м;  $h_i$  – рабочая отметка  $i$ -го колодца.

$$\text{Если в (24) } h_i - (h_p + b_{ст} + b_{пл.дн}) < 0, \quad (25)$$

то выражение (25) принимаем равным нулю. Площади колодца  $F_k$  и горловины  $F_r$  определяются по выражениям, зависящим от их формы в плане.

## 5. ВЫБОР МЕТОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

### 5.1. Предварительный выбор вариантов разработки траншей

Выбор возможных вариантов (не менее 2-х) разработки траншей производится исходя из конкретных условий производства работ: вида разрабатываемого грунта, объёма работ, размеров поперечного сечения траншеи, заданных сроков и времени года выполнения работ, гидрогеологических условий. Возможна разработка траншеи одноковшовыми экскаваторами со сменным оборудованием («обратная лопата», «драглайн») и с телескопическим рабочим оборудованием, а также многоковшовыми экскаваторами (применение ограничено видом грунта и размерами траншеи).

### 5.2. Выбор одноковшовых экскаваторов по техническим параметрам

Основным параметром одноковшовых экскаваторов является ёмкость ковша, которая устанавливается исходя из 3-х условий:

1. Выполнение работ в заданные сроки (по заданным темпам производства работ). Требуемая сменная производительность экскаватора определяется по формуле:

$$P_{с,эм}^{тр} = V_0^3 / (T_3 \cdot m \cdot K_c), \quad (26)$$

где  $V_0^3$  – общий объём грунта, разрабатываемого экскаватором, м<sup>3</sup>;

$T_3$  – заданный срок выполнения работ, дни;

$m$  – количество смен в дне (механизированные процессы рекомендуется выполнять в две смены,  $m = 2$ );

$K_c$  – коэффициент, учитывающий совмещение работ ( $K_c = 0,6$ ). Исходя из требуемой производительности (26), по табл.5.1 устанавливаем соответствующую ей ёмкость ковша экскаватора  $q$ , м<sup>3</sup>.

Таблица 5.1. – Зависимость производительности экскаваторов от ёмкости ковша  $q$

Производительность экскаватора, м <sup>3</sup> /см	Драглайн	–	156	205	328	456
	Обратная лопата	78	164	206	373	469
Ёмкость ковша экскаватора, м <sup>3</sup>		0,15	0,25	0,3...0,35	0,5	0,65..0,75

Примечание: данные приведены для II группы грунта, ковша с зубьями при работе навывет.



2. Набор ковша с "шапкой" за одно черпание.

Для экскаватора «обратная лопата» ёмкость ковша подбираем таким образом, чтобы  $h_{\min} \geq h_{\min}^3$ , где:  $h_{\min}$  – минимальная рабочая отметка по трассе, м;

$h_{\min}^3$  – наименьшая глубина забоя, обеспечивающая наполнение ковша за одно черпание (табл. 5.2).

Таблица 5.2. – Наименьшие параметры проходок экскаватора, с рабочим оборудованием обратной лопатой

Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Наименьшая глубина забоя, м при грунтах		Наименьшая ширина торцевого забоя, м
	сухих	мокрых	
0,25	1,0	1,5	1
0,4...0,5	1,2	1,8	1
0,65...0,8	1,5	2,0	1,3
1...1,25	1,7	2,3	1,5

Для экскаватора драглайн, чтобы  $l_{в \min} \geq l'_{вн}$ , где  $l_{в \min}$  – минимальная длина пути волочения ковша (соответствует минимальной рабочей отметке трассы), м;  $l'_{вн}$  – нормальная длина пути волочения ковша драглайна, обеспечивающая полное заполнение (таблица. 5.3).

Таблица 5.3. – Нормальная длина пути волочения ковша драглайна в забое, обеспечивающая полное заполнение, м

Вместимость ковша экскаватора, м <sup>3</sup>	Характер грунтов		
	легкий	средний	тяжелый
0,25	2	3	2,5
0,5-0,65	2,5	3,5	3
1	3	4	3,5
1,5-2	3,5	5	4

$$l_{в \min} = h_{\min} / \sin \alpha, \quad (27)$$

где  $\alpha$  – угол внутреннего откоса забоя (таблица.5.4).

Таблица 5.4. – Угол внутреннего откоса забоя

Вид грунта	песок	супесь	суглинок	глина
Угол внутреннего откоса забоя	40-45	40-45	30-35	20-30

3. Обеспечение заданной ширины траншеи по дну. Ёмкость ковша подбирается таким образом, чтобы:

$$b^0 \leq \min \{ b_{mp}^0; b_{mp}^b \}, \quad (28)$$

где  $b^0$  – ширина режущей кромки ковша экскаватора, м (табл.5.5).

Наиболее важным при выборе ёмкости ковша являются условия б) и в). На основании выбранной ёмкости устанавливаем марку экскаватора по [10], E2-1-7, табл. 1 (для драглайна) и E2-1-11, табл. 1,5 (для обратной лопаты) с обеспечением условия  $H_{р \max} > h_{i \max}$ , где  $H_{р \max}$  – максимальная глубина резания экскаватора, м;  $h_{i \max}$  – максимальная глубина траншеи, м.

Таблица 5.5. – Ширина режущей кромки ковша, м

Вид оборудования экскаватора	Объём ковша, м <sup>3</sup>	Средняя ширина режущей кромки ковша, м
1	2	3
Обратная лопата	0,15	0,7
	0,25...0,3	0,85
	0,35	0,95
	0,5	1,0
	0,65	1,15
	1,0	1,2
Драглайн	0,25...0,3,0,35	0,65
	0,5	0,95
	0,75	1,0
		1,25
	1,0	1,4

### 5.3. Определение эксплуатационной сменной производительности одноковшовых экскаваторов $P_{см}$

$$P_{см} = 60 \cdot q \cdot t_{см} \cdot K_0 \cdot K_E \cdot n, м^3 / см, \quad (29)$$

где  $q$  – ёмкость ковша экскаватора, м<sup>3</sup>;

$t_{см}$  – продолжительность смены в часах ( $t_{см}=8$  ч);

$n$  – количество циклов экскаватора, табл. IV.32 [29];

$K_E$  – коэффициент использования ёмкости ковша ( $K_E = K_{н}/K^P$ )(табл. 12);

$K_{н}$  – коэффициент наполнения ковша грунтом;

$K_p$  – коэффициент разрыхления грунта в ковше, (табл. 29);

$K_n$  – коэффициент использования экскаватора по времени ([10] приближение 3) или прил.5.

При разработке траншеи челночным способом производительность экскаватора повышается на 25-30 %.

Таблица 5.6. – Коэффициент использования емкости ковша одноковшовых экскаваторов

Наименование работы и вид оборудования	Ёмкость ковша, м <sup>3</sup>	группа грунта					
		I	II, I м	III, II м	IV	V, III м	
1	2	3	4	5	6	7	
Разработка грунта экскаватором драглайн а) ковш с зубьями	0.25-0.35	0.9	0.8	0.7	-	-	
	0.5-1.5	0.9	0.8	0.7	0.65	0.5	
	2	0.85	0.8	0.7	0.60	0.5	
б) ковш со сплошной режущей кромкой	0.4-1.1	0.9	0.8	0.7	-	-	
	Разработка грунта экскаватором обратная лопата а) ковш с зубьями	0.15	0.85	0.8	-	-	-
		0.25-0.3	0.85	0.8	0.65	-	-
0.5-1.25		0.85	0.8	0.7	0.6	0.5	
б) ковш со сплошной режущей кромкой	0.4	0.85	0.8	0.65	-	-	
	0.65-0.8	0.85	0.8	0.7	-	-	

#### 5.4. Подбор транспортных средств

Рекомендуемую грузоподъемность транспортных средств принимаем по табл. 13, 14 в зависимости от дальности транспортирования и емкости ковша экскаватора, на основании которой по табл. X.1, X.2 [29] устанавливаем марку транспортного средства (следует отдавать предпочтение самосвалам).

Количество ковшей, загруженных в транспортное средство, равно:

$$M = P / (q \cdot K_c \cdot \gamma), \quad (30)$$

где  $P$  – грузоподъемность транспортного средства, т;

$\gamma$  – объемный вес грунта (см. [10], раздел 1, ТЧ, табл.1), т/м<sup>3</sup>.

Полученное количество ковшей округляем до целого таким образом, чтобы перегрузка составляла не более 5%, а недогрузка – не более 10%, в противном случае необходимо менять грузоподъемность транспортного средства.

Таблица 5.7. – Рациональная грузоподъемность автосамосвалов

Дальность перемещения грунта, км	Объем ковша экскаватора, м					
	0,4	0,75	1	1,25	1,6	2,6
0,5	4,57	4,5	7,0	7,0	10	—
1	7,0	7,0	10	10	10	12
1,5	7,0	7,0	10	10	10	25
2	7,0	7,0	10	1?	25	25
3	7,0	10	12	12	25	25
4	10	10	12	18	25	25
5	10	10	12	18	25	25

Таблица 5.8. – Наименьшая грузоподъемность автосамосвалов

Объем ковша экскаватора, м <sup>3</sup>	0,4-0,65	1-1,6	2,5	4,6
Минимальная грузоподъемность автосамосвалов, т	4,5	7,0	12	18

Требуемое количество транспортных средств  $n_{тв}$  определяем по выражению:

$$n_{тв} = T / t_{ц}, \quad (31)$$

где  $T_{ц}$  – время одного цикла транспортного средства, мин;

$t_{н}$  – время загрузки транспортного средства, мин.

$$t_{н} = M \cdot t_{ц} / 60. \quad (32)$$

где  $t_{пр}$  и  $t_{п}$  – время движения груженого и порожнего транспорта соответственно, мин;

$t_{р}$  – время разгрузки, мин;

$t_{м}$  – время маневрирования, мин;

$t_{ц}$  – продолжительность рабочего цикла экскаватора (см. [29], т. IV.32);

$n = 60 / t_{ц}$  – количество циклов экскаватора в минуту при работе в транспорте.

$$t_{сп} = t_{р} = 60 \cdot L / V_{сп}, \quad (33)$$

где  $L$  – расстояние транспортирования грунта, км;

$V_{сп}$  – средняя скорость движения транспорта (см. [29] табл. X.3), км/ч.

$$t_{в} = t_{м} + t_{о} + t_{пр}, \quad (34)$$

где  $t_{м}$  – время установки транспорта под погрузку, мин;  $t_{вд}$  – то же, под разгрузку, мин;  $t_{о}$  – время на ожидание транспорт, мин;  $t_{пр}$  – время на пропуск встречного транспорта (учитываем при ширине дорог <3м), мин;  $t_{р}$ ,  $t_{н}$ ,  $t_{пр}$ ,  $t_{п}$  принимаем по [29] табл. X 4, X 5.

При параллельной работе экскаватора в транспорт и навывет необходимо учесть поправку

$$\delta = T_{тр} / (T_{тр} + T_{нав}), \quad (35)$$

где  $T_{тр}$  и  $T_{нав}$  – время разработки грунта при работе экскаватора в транспорт и навывет соответственно, см.

$$T_{тр} = V_{отв} / \Pi_{см}^{тр}; T_{нав} = V_{нав} / \Pi_{см}^{нав}, \quad (36)$$

где  $V_{отв}$  и  $V_{нав}$  – объёмы грунта, разрабатываемого экскаватором в транспорт и навывет соответственно,  $м^3$ ;  $\Pi_{см}^{тр}$  и  $\Pi_{см}^{нав}$  – производительность экскаватора при работе в транспорт и навывет,  $м^3 / см$ .

С учётом поправки  $N_{тр} = n_{тр} \cdot \delta$  (полученное количество транспортных средств округляется до целого).

Сменный пробег транспорта  $L_{см}$  в км равен:

$$L_{см} = 2 \cdot V_{отв} / (T_{тр} + T_{нав}) \cdot M \cdot q \cdot K_e \cdot N_{тр}. \quad (37)$$

График движения транспортных средств представлен на рис. 5.1, который составляется на одну смену (при большом количестве  $N_{тр}$  наполовину смены).

### 5.5. Выбор механизмов для рыхления плотных и мерзлых грунтов

Разработка траншей в мерзлых грунтах без предварительного рыхления допускается одноковшовыми экскаваторами  $q = 0,5 \dots 0,65 м^3$  – при глубине промерзания до 0,25 м,  $q = 1 \dots 2 м^3$  – до 0,4 м и на полную глубину роторными, многоковшовыми экскаваторами. Причём для повышения эффективности разработки мерзлого грунта применяется ковш с активными, виброударными зубьями ([18], с. 170-171).

При большой глубине промерзания необходимо предусматривать специальные мероприятия для рыхления или оттаивания (наиболее дорогой способ) грунта [18].

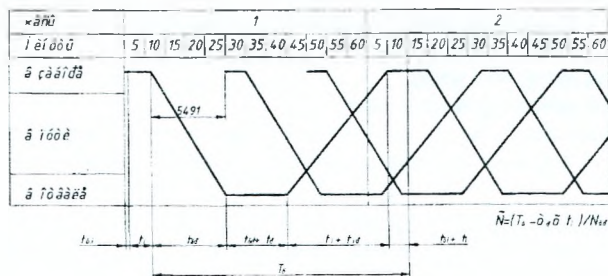


Рисунок 5.1. – График движения транспортных средств

Наиболее рациональным является:

– рыхление взрывным способом, при  $h_{пр} > 1...1.3$  м, применение которого в черте населенных пунктов связано с целым рядом трудностей [18], с. 6...10); – рыхление грунта навесными рыхлителями РМГ-3, Д-652 АС на базе трактора ДЭТ-250 с глубиной рыхления за несколько проходов до 1,3 м (при  $h_{пр}$  до 0,4 м,  $P_{зн} = 250...300$  м<sup>3</sup>/час, при  $h_{пр}$  до 1,3 м  $P_{зн} = 80... 100$  м<sup>3</sup>/см);

– разрушение грунта крупным сколом при помощи трехклинного рыхлителя ЦНИИОМТП, при глубине промерзания до 1,5 м (см. [18], с. 133.  $P_{зсм} = 150...180$ ) м<sup>3</sup>/см.

Рыхление плотных грунтов осуществляем аналогично рыхлению мерзлых грунтов.

### 5.6. Подбор машин для подчистки дна траншей

Разработку недоборов осуществляем в соответствии с [9]. Выбор машин производится по [29], табл. IX.52. – IX.64.

### 5.7. Выбор машин для обратной засыпки траншей

Засыпка траншей с уложенными трубопроводами должна производиться в два приёма: присыпка мягким грунтом и последующая засыпка, после испытания трубопроводов, любым грунтом (см. [9]).

Присыпка грунта может осуществляться одноковшовым экскаватором грейфер, краном с подачей грунта в бадьях или вручную. Последующая засыпка – бульдозером.

Бульдозер подбираем по [10] § 2-1-22, § 2-1-34 таким образом, что его производительность (исходя из нормы времени) была больше или равна требуемой производительности  $P_{зсм}^{тр}$  при обратной засыпке:

$$P_{зсм}^{з.пр} = V_{зпр} / (T_z \cdot m \cdot K_c) \quad (38)$$

При засыпке траншей бульдозером расстояние перемещения грунта  $L_b$  равно расстоянию между центрами тяжести кавальера и траншеи при средней рабочей отметке (рисунок 6.2).

### 5.8. Выбор технических средств для уплотнения грунта

Грунт присыпки уплотняется ручными и навесными электро- или пневмотрамбовками слоями по 0,1..0,5 м при 4м.у. Как правило, грунт последующей засыпки уплотняется только в пределах городской черты, где не допускается его осадка в процессе эксплуатации. Уплотнение связного грунта может осуществляться катками на пневматических шинах, кулачковыми катками, трамбующими машинами, несвязного катками на пневматических шинах, виброкатками, гладкими катками и трамбующими машинами, табл. IX.59-IX.65 [29]. При выборе механизмов для уплотнения грунта желательно обеспечение равенства их производительности и производительности машин для обратной засыпки.

## 6. РАСЧЕТ ЭКСКАВАТОРНОГО ЗАБОЯ

1. Устанавливаем размеры кавальеров.

Требуемая площадь кавальеров:

$$F_{ков}^{нп} = F_{нп}^{max} \cdot K_p \cdot (V_{обр} + V_{отв}) \cdot M^2, \quad (39)$$

где  $F_{нп}^{max}$  – максимальная площадь траншеи для участка траншеи с откосами, м<sup>2</sup>;

$K_p$  – коэффициент, учитывающий первоначальное разрыхление грунта [10], прил. 2;

$V_{обр}$  и  $V_{отв}$  – объемы обратной засыпки и отвозимого грунта соответственно, М<sup>3</sup>.

$F_{нп}^{max} = (h_{нп}^0 + m \cdot h_{нах}) \cdot h_{нах}$  – максимальная рабочая отметка на участке траншеи с откосами, м.

В случае треугольной формы кавальеров (рис. 6.1), высота кавальеров при условии односторонней отсыпки:

$$h_{ков}^{нп} = \sqrt{F_{ков}^{нп} / m}, \quad (40)$$

где  $m$  – коэффициент откоса для временных насыпей (таблица 6.1).

Таблица 6.1 – Коэффициенты откоса для временных насыпей (m)

Грунты	Высота насыпи в м	Коэффициент откоса
Гравелистые и крупнопесчаные	12	1,25
Глина, суглинок, песок естественной влажности	8	1,25
Мелкий камень	6	0,75
Крупный камень	5	0,5
Лес	3	1,5

Если  $h_{ков} < H_{в} \cdot 0,5$ , где  $H_{в}$  – высота выгрузки грунта при работе навывет в м, принимаем трапециевидную форму кавальера (рис. 6.2). В этом случае задавшись высотой кавальеров:  $h_{ков} = H_{в} \cdot 0,5$ , определяем требуемую высоту кавальеров:

$$h_{ков} = F_{ков} / (h_{ков} - m \cdot h_{ков}) \quad (41)$$

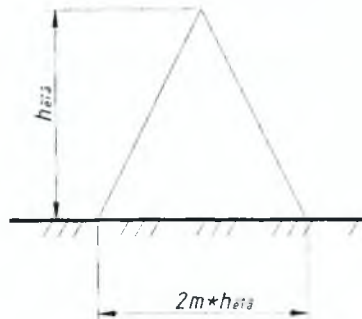


Рисунок 6.1. – Сечение треугольного кавальера



2. Устанавливаем длину передвижки  $l_n$  экскаватора:

– «обратная лопата» по табл. 6.2:

– «драглайн» из условий передвижки за один раз на длину, не превышающую 1/5 длины стрелы.

Таблица 6.2. – Рекомендуемая длина передвижки экскаватора «обратная лопата»

Емкость ковша экскаватора, м <sup>3</sup>	Длина передвижки экскаватора, м
0,15	1,1
0,25	1,5
0,4	1,4
0,65	1,55
1,0	1,75
1,6	2
2,5	2,3

3. Выбираем способ разработки грунта экскаватором.

При

$$\sqrt{R_v^2 - l_n^2} \geq h_{mp}^0 / 2 + m \cdot h + a + m \cdot h_{ком} + b_{ком} = A, \quad (42)$$

разработку ведем лобовыми (продольными) проходками (рис. 6.1), где  $a$  – ширина бермы ( $a \geq 0,5$  м, а в случае устройства водопонижительных установок  $a \geq 1,2$  м);  $R_v$  – радиус выгрузки экскаватора. В этом случае экскаватор движется вдоль оси траншеи [17].

При  $\sqrt{R_v^2 - l_n^2} < A$ , но

$$D = A + b_{mp}^0 / 2 + m \cdot h \leq \sqrt{R_v^2 - l_n^2} + \sqrt{R_p^2 - l_n^2} \quad (43)$$

(рис. 6.2), разработку ведем боковыми (поперечными) проходкам, где  $R_p$  – радиус резания (принимается в размере 0,8...0,9 максимального радиуса резания), м. При этом экскаватор движется вдоль траншеи между осью траншеи и кавальером [17].

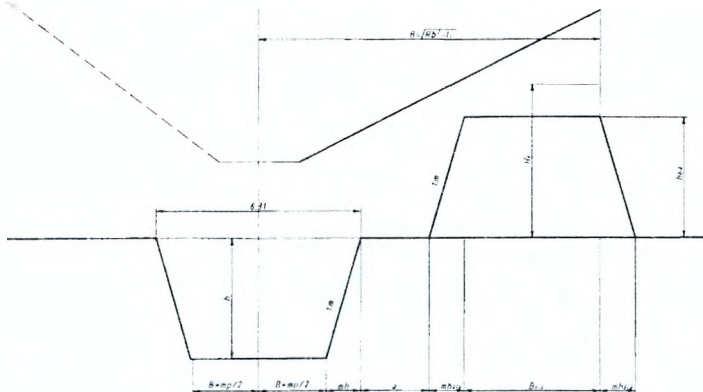


Рисунок 6.2. – Схема разработки траншеи при движении экскаватора по её оси

В случае, если

$$D > \sqrt{R_v^2 - l_n^2} + \sqrt{R_p^2 - l_n^2}, \quad (44)$$

применяется поперечный уширенный забой [17], с движением по зигзагу или комбинированный способ [17] за несколько проходов экскаватора.

Таблица 6.3. Углы естественного откоса и отношения высоты к заложению

Грунт	Значения углов естественного откоса и отношений высоты откоса к его заложению при различной влажности грунта					
	сухой		влажный		мокрый	
	угол в град	отношение высоты к заложению	угол в град	отношение высоты к заложению	угол в град	отношение высоты к заложению
Глина	45	1:1	35	1:1,5	15	1:3,75
Суглинок средний	50	1:0,75	40	1:1,25	30	1:1,75
легкий	40	1:1,25	30	1:1,75	20	1:1,75
Песок						
мелкозернистый	25	1:1,25	30	1:1,75	20	1:2,75
среднезернистый	28	1:2	35	1:1,5	25	1:2,25
крупнозернистый	30	1:1,75	32	1:1,6	27	1:2
Растительный грунт	35	1:1,5	45	1:1	27	1:2
Гравийный	40	1:1,25	40	1:1,75	35	1:1,5
Галька	35	1:1,5	45	1:1	25	1:2,25

Таблица 6.4. – Минимально допустимое расстояние от подошвы откоса выемки до ближайшей опоры машины Г.М

Глубина выемки, м	Грунт			
	песчаный	супесчаный	суглинистый	глинистый
1	2	3	4	5
1	1,5	1,25	1	1
2	3	2,4	2	1,5
3	4	3,6	3,25	1,75
4	5	4,4	4	3
5	6	5,3	4,75	3,5

Таблица 6.5. – Коэффициент разрыхления грунта в ковше одноковшовых экскаваторов

I группа грунта	Kp	Группа грунта	Kp
I	2	3	4
I	1,1	III	1,25
II	1,2	IV(мелкораздробленная порода)	1,35-1,4

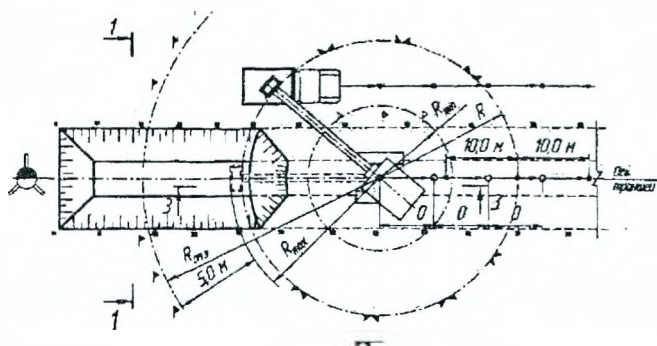
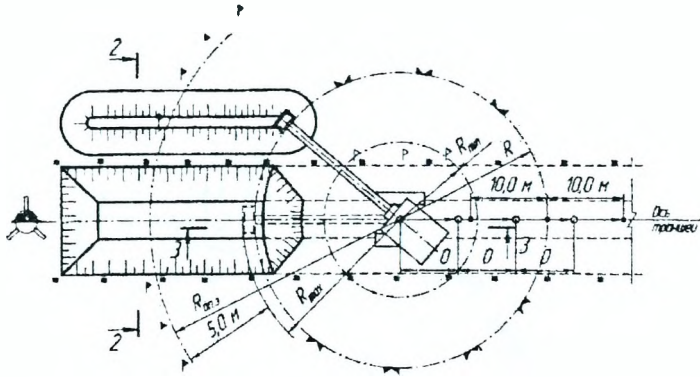
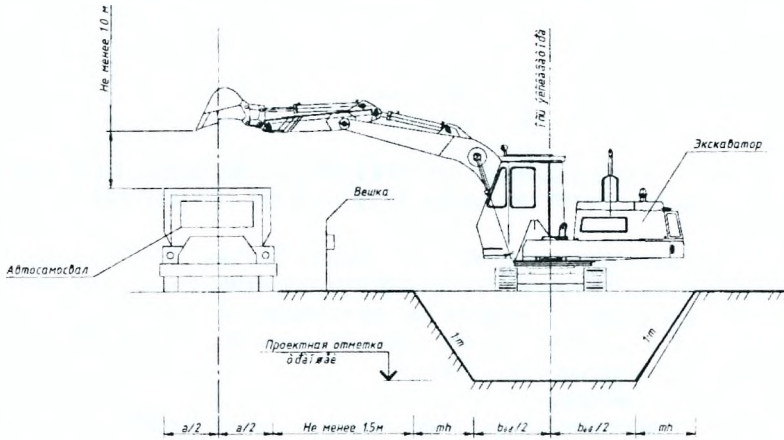


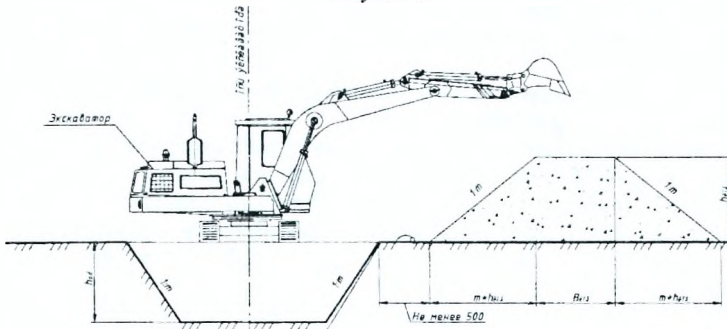
Рисунок 6.3. – Общая схема разработки траншеи экскаватором «обратная лопата» навывмет



**Рисунок 6.4.** - Общая схема разработки траншеи экскаватором «обратная лопата» в транспорт и навьмет



**Рисунок 6.5**



**Рисунок 6.6**

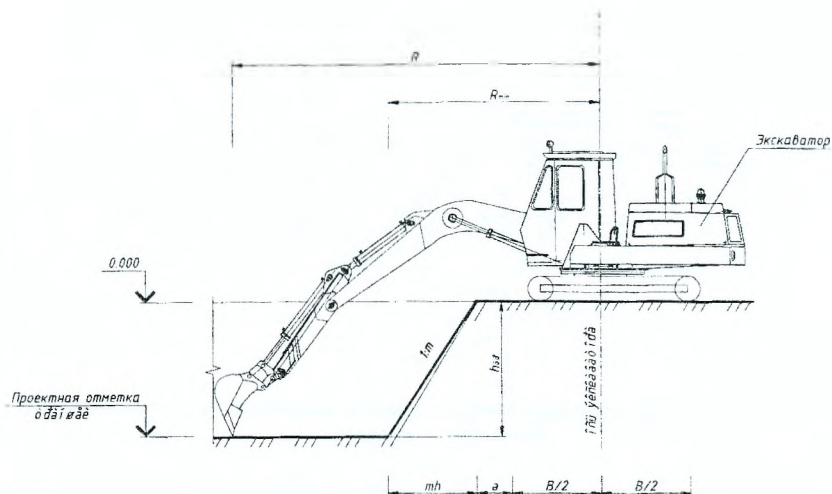


Рисунок 6.7

## 7. РАСЧЕТ ИСКУССТВЕННОГО ГЛУБИННОГО ВОДОПОНИЖЕНИЯ ПРИ ЗАЩИТЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ВЫЕМОК ОТ ГРУНТОВЫХ ВОД

Искусственное глубинное понижение уровня грунтовых вод является наиболее эффективным способом уменьшения водонасыщенности грунтов, при котором вода откачивается из скважин, расположенных вдоль или по контуру выемки. При этом в грунте образуется депрессионная воронка, размеры которой должны превышать размеры котлована.

Для глубинного водопонижения используем:

а) легкие иглофильтровые установки (ЛИУ) – при коэффициенте фильтрации грунта  $k = 1 \dots 50$  м/сутки, необходимо понижение уровня грунтовых вод в точках погружения иглофильтров  $h_n < 6,5$  м;

б) установки вакуумного водопонижения (УВВ) – при  $k = 0,05 \dots 2$  м/сут и  $h_n < 6 \dots 7$  м.

По глубине может использоваться одноярусная и многоярусная схемы установки водопонижительной системы.

В настоящее время промышленность серийно выпускает установку ЛИУ-6Б, в комплект которой входят: два насосных агрегата, всасывающий коллектор длиной 105 м, 100 иглофильтров и комплектующие детали. Оба насосных агрегата укомплектованы вакуум-насосами и могут работать совместно на одной станции или раздельно каждый с комплектом иглофильтров. Производительность насосных агрегатов – 140 - 65 м<sup>3</sup>/ч.

Всасывающий коллектор диаметром 150 мм и длиной 105 м собирается из 20 звеньев (длина каждого звена 5,25 м). У двух звеньев есть патрубки диаметром 150 мм для подключения насосов, 9 звеньев имеют через 0,75 м патрубки

для подключения иглофильтров и 9 звеньев не имеют патрубков. Максимальная длина коллектора на один насосный агрегат или на одну насосную станцию зависит от притока воды и не должна превышать 105 м.

Иглофильтр имеет общую длину до 8,5 м и состоит из фильтрового звена длиной 980 или 1260 мм и надфильтровой трубы, которая собирается из одного звена длиной 1,5 м и двух звеньев по 3 м.

Расчет ЛИУ заключается в определении требуемого числа насосных установок, шага иглофильтров и глубины их погружения. Значение этих параметров зависит от величины притока грунтовых вод к водопонижающей системе, который определяется для линейной системы по формуле:

$$\text{-----} \quad (45)$$

где  $Q$  – суммарный приток воды к системе, м<sup>3</sup>/сут;

$m$  – средняя толщина потока, равная  $\frac{H}{2}$ , при безнапорной фильтрации, м;

$K$  – коэффициент фильтрации, м/сут;

$H$  – напор грунтовых вод, м;

$U$  – напор в расчетной точке, м;

$R$  – радиус депрессии (влияния), м;

$S$  – требуемое понижение грунтовых вод, м;

$A$  – приведенный радиус водопонижительной системы, м;

$L$  – длина расчетного участка линейной системы, м.

$$\text{-----} \quad (46)$$

$$\text{-----} \quad (47)$$

где  $F$  – площадь, ограниченная иглофильтрами, м<sup>2</sup>.

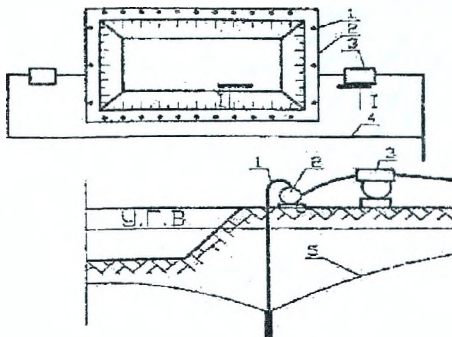
$$\text{-----} \quad (48)$$

$$\text{-----} \quad (49)$$

где  $H_0$  – глубина котлована от непониженного уровня грунтовых вод, м;

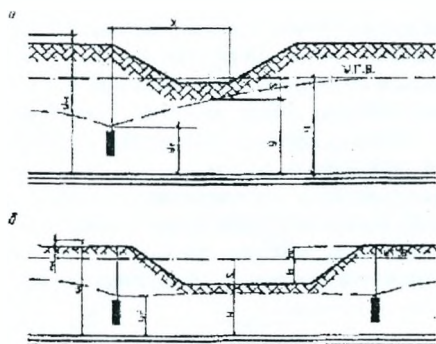
$e$  – высота капиллярного поднятия грунтовых вод, м.

$$\text{-----} \quad (50)$$



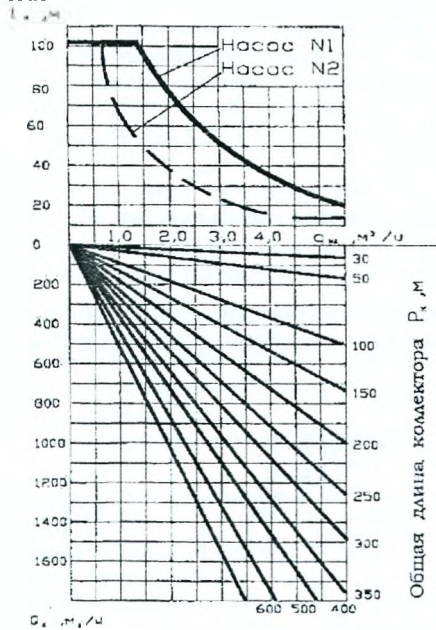
1 – иглофильтр; 2 – всасывающий коллектор; 3 – насосный агрегат;  
4 – сбросный трубопровод;  
5 – пониженный уровень грунтовых вод (депресссионная кривая)

**Рисунок 7.1 – Лёгкая иглофильтровая установка**



а – лиейной; б – контурной  
**Рисунок 7.2 – Расчетные схемы лёгких иглофильтровых установок:**

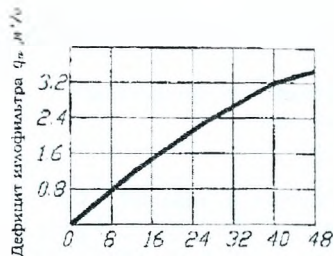
Зная общую длину коллектора системы и суммарный приток воды к системе, по графикам (рисунок 7.3) определяем предельную длину коллектора на один насосный агрегат



- суммарный приток воды к системе;
- предельная длина коллектора на один насосный агрегат;
- удельный приток воды на 1 м коллектора

**Рисунок 7.3 – Графики предельной длины всасывающего коллектора на один насосный агрегат установки ЛПУ-6**





Коэффициент фильтрации  $K$ , м/сут

Рисунок 7.4 – Предельно допустимый дебит одного иглофильтра в зависимости от коэффициента фильтрации грунта водоносного слоя

Тогда число установок в системе равно:

$$n = \frac{Q}{q_n} \quad (51)$$

При округлении числа установок в большую сторону проектируемая длина коллектора на каждую из установок будет равна (должна быть кратна 5,25 м):

$$L = n \cdot 5,25 \quad (52)$$

Приток воды к одной установке

$$q_n = \frac{Q}{n} \quad (53)$$

$$q_n = \frac{Q}{n} \quad (54)$$

Далее, принимая шаг иглофильтров кратным 0,75 м, для каждого случая определяют число иглофильтров в установке и приток воды к каждому из них по формулам:

$$m = \frac{L}{0,75} \quad (55)$$

$$q_{n1} = \frac{q_n}{m} \quad (56)$$

где  $n$  – число иглофильтров в установке, шт.;

$0,75$  – шаг иглофильтра, м;  $q_n$  – приток воды к одному иглофильтру, м<sup>3</sup>/час.

Максимально возможный шаг принимаем из условия, чтобы приток воды не превышал предельно допустимого дебита иглофильтра, определяемого по графику (рис. 18).

Для каждого значения  $h$  определяют высоту от водоупора до сниженного уровня грунтовых вод у иглофильтров. Расчет выполняют по двум уравнениям: первое уравнение характеризует условия движения воды в иглофильтровой системе, второе – условия фильтрации воды в грунте.

Первое уравнение имеет вид

$$h = \frac{H}{2} + \frac{H}{2} \left( 1 + \frac{2 \cdot L \cdot K}{H \cdot q_{n1}} \right) \quad (57)$$

где  $h$  – высота от водоупора до сниженного уровня воды у расчетного иглофильтра, м;

$H$  – высота расположения оси насоса над водоупором, м;  $L$  – расчетная вакуумметрическая высота всасывания насоса, м (для ЛИУ не более 6 м);

$K$  – величина, зависящая от срока службы установки на данном объекте, м<sup>3</sup> (при 1-6 месяцах равна 0,4);

— коэффициент фильтрации грунта в прифильтровой зоне или обсыпке.  
м/сут;

— коэффициент потерь напора во всасывающей системе, сут<sup>2</sup> / м<sup>5</sup>

Второе уравнение имеет вид для линейной системы:

$$\text{---} \quad (58)$$

где — коэффициент фильтрационного сопротивления, м<sup>-1</sup> (равный 1; 0,8;

0,7; 0,6 м<sup>-1</sup> при шаге иглофильтров соответственно 0,75; 1,5; 2,25; 3,0 м);

— толщина потока на линии иглофильтров, м (при напорном потоке  $m' = m$ , при безнапорном  $= y$ );

$2G$  — расстояние между иглофильтрами.

Значения определяют для всех значений  $n$  ( $2G$ ) и строят кривые.

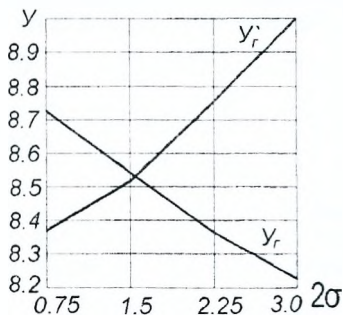


Рисунок 7.5 – Графическое изображение  $y$ , и  $y_r$  при различном шаге установки иглофильтров

Если кривые пересекутся в интервале построения между двумя значениями  $2G$ , то за расчетное следует принять меньшее из значений  $2G$  и соответствующее ему  $y_r$ .

Если кривые не пересекутся в интервале построения и значения  $y_r > y$ , то из этого следует, что насос установлен высоко и не может обеспечить понижение воды до требуемой отметки. В таком случае необходимо опустить насос, установить два яруса иглофильтров или применить другой способ водопонижения.

По величине  $y_r$  определяют глубину погружения иглофильтров в грунт:

$$(59)$$

где — глубина погружения иглофильтров в грунт от оси насоса, м;

— длина фильтрового звена с наконечником (принимаем 0,98 м).

При этом верх иглофильтров будет находиться на высоте 10-20 см над уровнем земли.

По оптимальной длине иглофильтров подбираем их истинную длину, которая определяется из выражения:

$$(60)$$

где  $n, n_1$  — количество надфильтровых звеньев длиной 1,5 и 3,0 м. Насосные установки устанавливаем в середине коллектора. Каждая установка должна состоять из рабочего и резервного насоса с подводом к ним электроэнергии от двух независимых источников.

При двух и более рабочих насосах количество резервных насосов должно быть не менее 50% ( $2 \times 0,5 = 1$  шт).

## 8. ВЫБОР МЕТОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ТРУБОУКЛАДОЧНЫХ РАБОТ.

### 8.1. Предварительный выбор вариантов укладки труб в траншею

Чугунные трубы диаметром до 200 мм, стальные диаметром до 100 мм (при укладке отдельными трубами) могут укладываться в траншею вручную на лямках или канатах, мягких тросах. В остальных случаях предусматривается только механизированная укладка труб при помощи талей, лебедок, самоходных стреловых кранов (автомобильных, пневмо- колесных, гусеничных) и кранов-трубоукладчиков.

Укладка труб в траншею может осуществляться:

а) отдельными трубами (стальные, чугунные, асбестоцементные, бетонные, железобетонные, керамические трубы);

б) секциями (стальные, асбестоцементные, керамические, пластмассовые трубы);

в) плетями (стальные, пластмассовые трубы)

Укладка плетей и секций из стальных труб в траншею разрешается при наличии не менее двух кранов. Сборные элементы колодцев монтируются кранами.

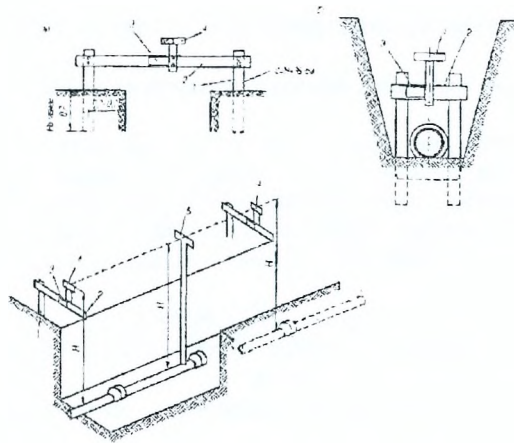
### 8.2. Подбор требуемых захватных и вспомогательных приспособлений

Захватные приспособления должны обеспечивать: необходимую грузоподъемность, прочность, надежное закрепление трубы и недопустимость ее повреждения. Кольцевой (универсальный) строп применяется при погрузочно-разгрузочных работах и при монтаже трубопроводов из чугунных, бетонных (малого диаметра), железобетонных и керамических труб. Асбестоцементные трубы укладываются посредством трубчатой траверсы, а при укладке секциями – траверсы для монтажа секций. Секция из керамических труб укладывается при помощи специальной траверсы. Монтажная скоба используется для монтажа бетонных, железобетонных труб (диаметры 1000 ..3500 мм) и керамических труб. Для укладки стальных и асбестоцементных труб применяется тросовый захват-полотенце (приложение 3)

Подбор вспомогательных приспособлений, необходимых для введения трубы в раструб ранее уложенной трубы, надвигки муфт и т.д., производим по прил.3 на основании табл.1 в форме табл.8.1.

Таблица 8.1 – Захватные и вспомогательные приспособления

№ пп	Наименование приспособления	Назначение	Эскиз	Грузоподъемность, т	qс, кг	h <sub>0</sub> , м
1	2	3	4	5	6	7



1 – столбы обноски; 2 – доска; 3 – полочка; 4 – неподвижная визирка;  
5 – подвижная визирка

а – при укладке в траншею с вертикальными стенками; б – при укладке труб в траншею с откосами; в – общий вид участка траншеи с установленными визирками

**Рисунок 8.1 – Укладка трубопровода при помощи неподвижных визирок**

### 8.3. Выбор кранов по техническим параметрам.

Монтажные краны подбираются по трём параметрам:

а) требуемая грузоподъемность

(61)

где  $q$  – вес монтируемого элемента (трубы), принимаемый по табл.1, т;  $q_c$  – вес захватного приспособления (табл. 19), т.

При работе двух кранов

(62)

б) требуемый вылет стрелы , м:

при раскладке труб между бровкой и краном (рис. 20)

(63)

где  $a$  – ширина крана (в случае укладки труб краном-трубоукладчиком принимаем ), принимаемая в предварительных расчетах 3 м;  $a_2$  – ширина места занимаемого трубами, м;  $a_3$  – расстояние от труб до крана (0,5...1 м), м;  $a_1$  – расстояние от бровки траншеи до трубы (1... 1,5 м), м;

– минимально допустимое расстояние от подошвы откоса выемки до ближайшей опоры машины (табл. 17), , с. м. h. причем рассматривается участок траншеи с максимальной рабочей отметкой;

– при раскладке труб впереди крана (рис. 21)

(64)

где  $a$  – расстояние от бровки до крана (1,5...2 м), м;

в) требуемая высота подъема крюка крана при укладке труб в траншею существенного значения не имеет.

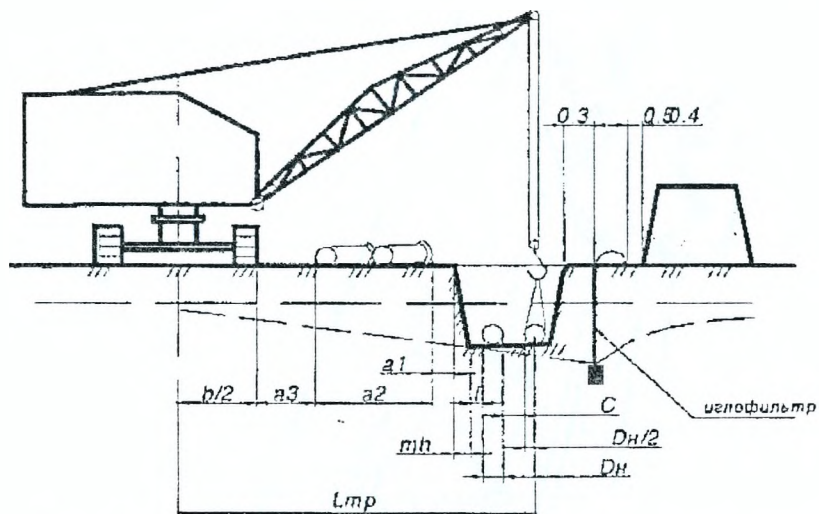


Рисунок 8.2. – Схема монтажа труб при расположении между бровкой и краном

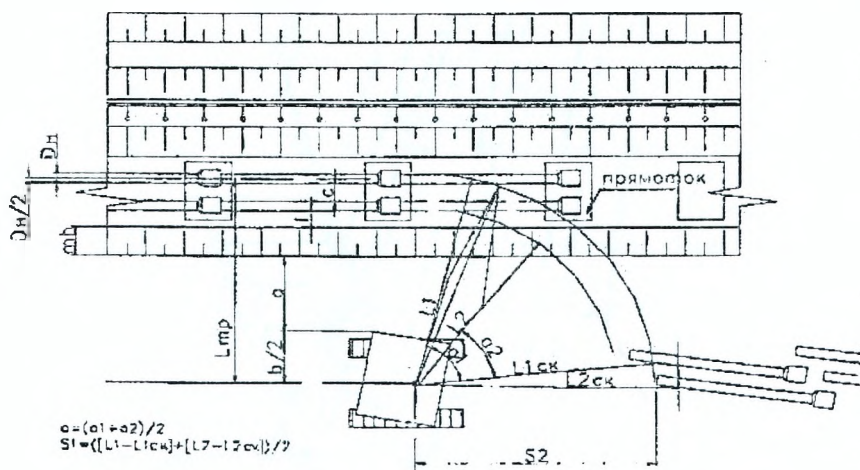


Рисунок 8.3. – Схема монтажа труб при расположении перед краном (план)



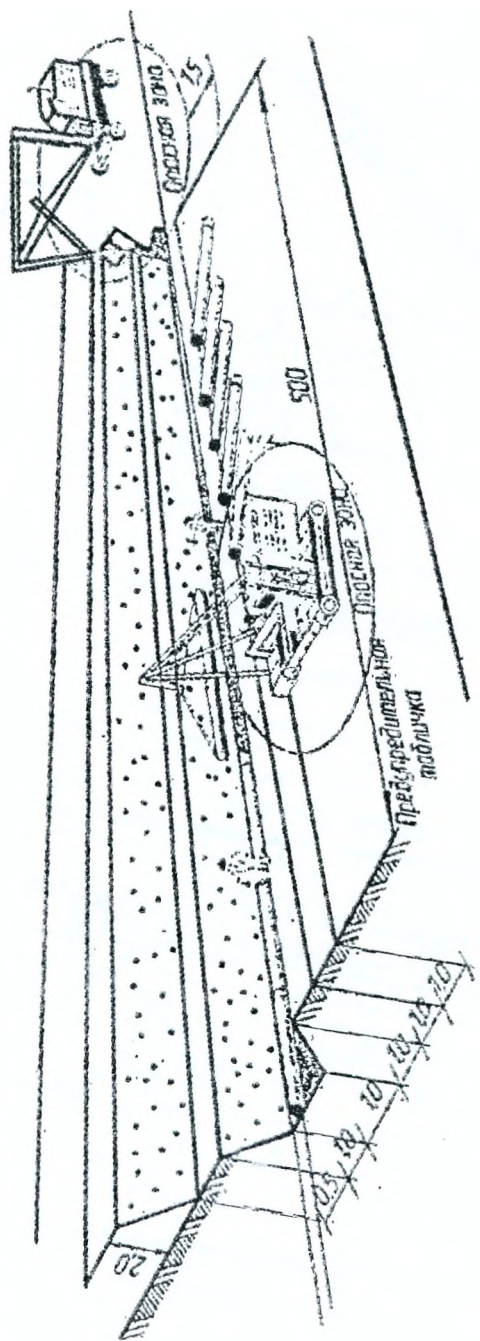


Рис 8.4. Организация строительной площадки при монтаже трубопровода



#### 8.4. Определение производительности монтажных кранов

$$П_{эсн} = 60 \cdot t_{сн} \cdot k_1 \cdot k_2 / T_n \quad (65)$$

где  $T_n$  – время одного монтажного цикла, мин;  $k_1$  – коэффициент использования кранов по времени (см. [25], с.7);  $k_2$  – коэффициент перехода от производственных норм к сметным ( $k_2 = 0,75$ ).

$$T_n = T_v + T_p, \quad (66)$$

где  $T_v$  – машинное время цикла, мин;  $T_p$  – ручное время цикла, включающее время, затрачиваемое на строповку, установку, вырезку, заделку стыков, расстроповку (определяется по [14]).

$$T_p = \frac{(0,6 \dots 0,7) \cdot H_{оп}^{мр} \cdot 60}{N_{мр}} \quad (67)$$

где  $N_{мр}$  – количество рабочих трубоукладчиков,  $H_{оп}^{мр}$  – норма времени чел-час, см. [14].

$$T_v = \frac{H_n}{V_1} + \frac{H_{оп}}{V_2} + \left( \frac{2\alpha}{360 \cdot n_{оп}} + \frac{S_1}{V_3} \right) k_c + \frac{S_4}{V_4}, \quad (68)$$

где  $H_n$  – высота подъема крюка, м;  $H_{оп}$  – высота опускания крюка, м;  $\alpha$  – угол поворота стрелы крана, град,  $S_1$  – расстояние перемещения крана, приходящееся на один монтируемый элемент (равно длине трубы или секции за вычетом глубины раструба), м;  $V_1$  – скорость подъема крюка, м/мин;  $V_2$  – скорость опускания крюка, м/мин,  $n$  – число оборотов крана в мин;  $V_3$  – скорость перемещения груза при изменении вылета стрелы (для автомобильных кранов 50-80; пневмоколесных 20-50; гусеничных 15-40), м/мин,  $V_4$  – скорость перемещения крана (для самоходных стреловых кранов 30-50), м/мин;  $k_c$  – коэффициент, учитывающий совмещение рабочих операций крана ( $k_c = 0,75$ ).

Рабочие скорости  $V_1, V_2, V_3$  принимаем по [25] или [23-24]. Параметры  $S_1, S_2, \alpha$  – определяются на основе разработанных схем монтажа труб (см. рисунк. 8.2-8.3).

$$H_n = H_{оп} = h + h_3 + h_{сг} \quad (69)$$

где  $h_3$  – высота запаса ( $h_3 \geq 0,5$  м), м;  $h_{сг}$  – величина сгравливания стропа для обеспечения строповки ( $h_{сг} \geq 0,5+1$  м), м

При монтаже секции труб или плети двумя кранами производительность, определяемая по уменьшается в 2 раза.

#### 9. Техничко-экономическое сравнение вариантов производства работ.

Из множества возможных вариантов производства земляных и трубоукладочных работ необходимо выбрать наиболее экономичные путем технико-экономического сравнения вариантов.

## 9.1. Определение технико-экономических показателей:

а) продолжительность выполнения работ, см.

Продолжительность производства земляных и монтажных работ принимается в соответствии с календарным графиком (циклограммой) производства работ;

б) трудоемкость единицы объема работ, чел-см/Е

$$\theta_e = \frac{\sum \theta_i}{P_o}, \quad (70)$$

где  $\sum \theta_i$  – затраты труда при выполнении  $i$ -ых процессов;

$P_o$  – общий объем работ в единицах измерения (для монтажных процессов объем работ определяется общей массой конструкций в тоннах, приведенной в табл. 4.1, а для земляных работ – объемом грунта в  $m^3$ ).

$$\sum \theta_i = \sum \theta_{pi} + \sum T_{mi} + \sum \theta_{ei}, \quad (71)$$

где  $\sum \theta_{pi}$  – затраты труда рабочих (монтажников, каменщиков, такелажников), занятых на выполнении монтажных работ, чел-см;

$\sum T_{mi}$  – затраты труда машинистов кранов и других машин при выполнении

$i$ -ых процессов, связанных с монтажом конструкций трубопровода производства земляных работ, чел-см (принимаются по таблице 10.1);

$\sum \theta_{ei}$  – вспомогательные затраты труда, связанные с обслуживанием строительных машин  $i$ -го вида, чел-см.

$$\theta_{pi} = T_{mi} \cdot N_{pi} = \frac{H_{вpi} \cdot P_i}{t_{см}}, \quad (72)$$

где  $T_{mi}$  – затраты машинного времени, маш-см;  $N_{pi}$  – количество рабочих в звене с учетом машиниста, чел (если процесс механизированный);  $H_{вpi}$  – норма времени, чел-час (берется с учетом машиниста из соответствующего ЕНиР, НЗТ и для процессов, не выполняемых машинами, производительность которых рассчитывалась, и для ручных процессов);  $P_i$  – объем работ по  $i$ -му процессу;  $t_{см}$  = 8 час – продолжительность смены.

$$T_{mi} = \frac{P_i}{H_{эсмi}} = \frac{\theta_i}{N_{pi}} = \frac{H_{мвpi} \cdot P_i}{t_{см}}, \quad (73)$$

где  $H_{эсмi}$  – эксплуатационная сменная производительность машин по выполнению  $i$ -го процесса, ед. изм./см;  $H_{мвpi}$  – норма машинного времени для выполняемого  $i$ -го процесса, маш-см (см. ЕНиР).

$\sum \theta_{pi}$  и  $\sum T_{mi}$  можно принимать по таблице 10.1, графа 10.

Вспомогательные затраты труда  $\sum \theta_e$  учитываются по указанию руководителя проекта и определяются по методике, приведенной в [34].

в) выработка на одну чел-см, Е/чел-см.

$$B = \frac{1}{\theta_e}, \quad \text{Е/чел-см.} \quad (74)$$

Таблица 9.1. Техничко-экономические показатели

№ п п	Наименование показателя	Единица измерения	Значения показателей	
			Монтажные работы	Каменные работы
1	2	3	4	5
1	Продолжительность работ	СМ		
2	Затрагы труда	$\frac{чел-см}{т(м^3)}$		
3	Выработка на 1 чел-см	$\frac{т(м^3)}{чел-см}$		

### 10. Составление калькуляции нормирования затрат труда

Осуществляем на основании [2], [10], [12], [14] в форме табл.10.1, в которую сводим все работы по принятому экономичному варианту.

Порядок составления:

- а) устанавливаем требуемый ЕНиР, НЗТ;
- б) устанавливаем § ЕНиР, НЗТ, соответствующий наименованию работ (графа 3);
- в) уточняем наименование работ (графа 3);
- г) устанавливаем по соответствующему § ЕНиР, НЗТ единицу измерения (графа 4), норму времени (графа 8), расценку (графа 9), состав звена (графа 6);
- д) записываем объем работ (графа 5) в единицах измерения;
- е) определяем затраты труда (графа 10) путем перемножения нормы времени на объем работ.

В случае применения новых эффективных машин, для которых отсутствуют нормы в НЗТ, норма времени определяются расчётом, при этом состав звена устанавливается ЕНиР, НЗТ для подобных машин.

$$H_{вр} = \frac{E \cdot t_{см} \cdot n_p}{n_{см}}; \quad (75)$$

$$P_{общ} = \frac{H_{вр}}{n_p} \sum U_k \cdot N_k, \quad (76)$$

где  $U_k$  – часовая тарифная ставка рабочего k-разряда (см. тарифную сетку), руб;  $N_k$  – количество рабочих k-разряда в звене;  $n_p$  – количество рабочих в звене.

Таблица 10.1. Калькуляция и нормирование затрат труда

№ пп	Обоснование	Наименование работ	Ед. измерения	Объем работ	Н <sub>вр</sub> , чел-ч (Н <sub>вр</sub> , маш-ч)	Состав звена			Затраты на весь объем: труда, чел-ч; (машинного времени, маш-ч)
						Профессия	Разряд	Количество	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									Σ

## 11. Построение циклограммы выполнения работ

Для обеспечения максимального совмещения работ, непрерывного и равномерного их выполнения, с целью организации потока трасса трубопровода разбивается на захватки длиной, обеспечивающей выполнение ведущих работ (отдельно частного потока) на захватке не менее чем за одну смену (обычно > 100 м). Желательно чтобы объёмы работ по захваткам были примерно равны, что трудно обеспечить для земляных работ. Построение циклограммы производится на основе ведомости расчётов к циклограмме (табл. 11.1), графы 1-10 которой заполняются на основе калькуляции (табл.10.1) с учётом разбивки на захватки.

Нормативная продолжительность выполнения работ определяется по формуле:

$$T = \theta_i / n_{pi} \cdot n_{zvi} \quad (77)$$

где  $\theta_i$  – затраты труда по i-му виду работ (графы 9-10), чел-см.

Нормативная продолжительность округляется до числа кратного одной смене (допускается 0,5 смены). При этом % выполнения норм не должен превышать 120%. Механизированные процессы должны выполняться в две смены. При построении циклограммы недопустимы пересечения графиков частных потоков. Шаг потока, как правило, назначается не менее одной смены. Приямки для труб диаметром до 300 мм отрывают непосредственно перед укладкой труб, для труб больших диаметров разрешается рыть приямки за 1-2 дня до укладки труб. Предварительное испытание составляет 60% от общих затрат труда на испытание. Как правило, укладка труб, заделка стыков труб, устройство колодцев выполняются одной комплексной бригадой. Обратная засыпка и уплотнение грунта должны выполняться послойно. Общая продолжительность производства работ не должна превышать заданного срока строительства трубопровода.

Таблица 11.1. Ведомость расчетов к циклограмме

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Объем работ по захваткам			Состав звена и их количество	Прим. машины и механ.	Затраты труда по захваткам, чел.-см.			Нормативная (числитель) и принятая (знаменат.) продолжит. выш. работ, см			% вып. норм
			1	2	м			1	2	м				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

## 12. Транспортирование сборных конструкций

### 12.1. Подбор транспортных средств и расчет их количества

Подбор транспортных средств для доставки сборных элементов на трассу трубопровода осуществляем на основании [30] и приложения 5 в форме таблицы 12.1.

Для перевозки сборных конструкций целесообразно применять специализированный транспорт. При выборе транспортного средства следует стремиться к

тому, чтобы коэффициент использования по грузоподъемности  $K_z$ , находился в пределах  $K_z = 0.9-1.05$ .

$$K_z = nq_3 / Q_T \quad (78)$$

где  $n$  – количество перевозимых элементов на одном транспортном средстве (грузоподъемность), шт;  $Q_T$  – грузоподъемность транспортного средства, т.

При монтаже сборных конструкций "со склада" (с предварительной раскладкой) требуемое количество транспортных средств определяется по выражению:

$$N_{mpi} = Q_i / (T_i \Pi_{mpi} m), \text{ шт.} \quad (79)$$

где  $Q_i$  – суммарный объем перевозимых конструкций  $i$ -го типа, т;  $T_i$  – продолжительность транспортирования  $i$ -го типа конструкций в днях (чаще принимается равным продолжительности монтажа  $i$ -го типа конструкций по циклограмме производства работ);  $m$  – количество смен в дне;  $\Pi_{mpi}$  – эксплуатационная сменная производительность транспортного средства, т/см.

$$\Pi_{mpi} = 60 t_{cm} n_i q_{3i} K_s / (T_{ци} \cdot K_z), \text{ т/см.} \quad (80)$$

где  $K_s$  – коэффициент использования транспорта по времени ( $K_s = 0,8-0,9$ );

$T_{ци}$  – время одного цикла транспортного средства, мин.

$$T_{ци} = t_n + t_{cp} + t_{nop} + t_p + t_M, \text{ мин.} \quad (81)$$

где  $t_n$  – время загрузки транспорта конструкциями, мин;  $t_{cp}$  – время движения груженого транспорта, мин;  $t_{nop}$  – время движения порожнего транспорта, мин;  $t_p$  – время разгрузки конструкций, мин;  $t_M$  – время маневрирования транспорта ( $t_M = 10-14$  мин).

$$t_n = 0.6 \cdot H_{мвр}^n \cdot n \cdot q_3, \text{ мин.} \quad (82)$$

где  $H_{мвр}^n$  – норма машинного времени на погрузку, которую следует принимать на 100 т [12], маш-час;  $n_n$  – число подъемов при загрузке транспорта ( $n_n = n$ ), шт.

$$t_{cp} = t_{nop} = 60L / V_{cp}, \text{ мин.} \quad (83)$$

где  $L$  – расстояние транспортирования конструкций, км;  $V_{cp}$  – средняя скорость движения транспортного средства (см. [30]), км/час.

$$t_p = 0.6 \cdot H_{мвр}^p \cdot n \cdot q_3, \text{ мин.} \quad (84)$$

где  $H_{мвр}^p$  – норма машинного времени на разгрузку конструкции, принимаемая на 100 т [35], маш-час.

Таблица 12.1. – Ведомость потребных транспортных средств

№ п/п	Наименование перевозимых элементов	q, т	Габаритные размеры, м			Наименование транспорта (марка)	Грузоподъемность, т	Число перевозимых элементов	Требуемое кол-во трансп. средств, шт
			l	b	h				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

### 13. Разработка указаний по производству работ

Указания по производству работ должны содержать:

- подробное описание технологии выполнения процессов;
- организации рабочих мест при монтаже трубопровода, колодцев, земляных работ;

- схемы организации рабочих мест и выполнения технологических операций;

- наименование технологических операций, их описание, последовательность выполнения с указанием применяемых средств технологического обеспечения (технологической оснастки, инструмента, инвентаря, приспособлений), машин, механизмов, оборудования и исполнителей.

Последовательности выполнения земляных, трубоукладочных работ должны быть взаимосвязаны. Описание технологических процессов должно сопровождаться поясняющими технологическими схемами, которые выводятся в графическую часть проекта.

При выполнении работ в зимнее время в указаниях по производству работ должны быть представлены специальные мероприятия по выполнению производственных процессов при отрицательных температурах.

Необходимые для производства работ инструменты, инвентарь, приспособления приводятся в форме табл. 13.1.

#### 13.1. Потребность в материально-технических ресурсах

В разделе приводится информация о потребности в ресурсах, необходимых для выполнения технологического процесса.

Раздел должен содержать:

- ведомости потребности в конструкциях (таблице 4.1), а также в материалах и изделиях (таблица 13.1), используемых при производстве работ;

- перечень средств технологического обеспечения (захватных и вспомогательных приспособлений, инструмента, инвентаря и приспособлений), машин, механизмов и оборудования.

Перечень захватных и вспомогательных приспособлений, используемых для монтажа трубопровода в таблице 8.1.

Необходимый перечень машин, механизмов, оборудования, инструмента, инвентаря и приспособлений отдельно для монтажных и земляных работ составляется в форме 13.2.

Таблица 13.1. - Ведомость потребности в материалах и изделиях

№ п/п	Наименование материала, изделия	Наименование и обозначение нормативно технического документа	Единица измерения	Количество
1	2	3	4	5



Таблица 13.2. – Перечень машин, механизмов, оборудования, технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений

№ п.п	Наименование	Тип, марка, завод изготовитель	Назначение	Основные технические характеристики	Количество на з/сво (бригаду), шт
1	2	3	4	5	6

Количество и номенклатура материалов, изделий и оборудования определяются по рабочим чертежам, спецификациям или по физическим объемам работ и нормам расхода материалов.

Количество и типы средств технологического обеспечения (технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений), машин, механизмов и оборудования определяются по принятой в карте схеме организации работ в соответствии с их объемами и сроками выполнения.

### 13.2. Контроль качества и приемки работ

Раздел должен содержать описание последовательности, методов и средств контроля при производстве и приемке строительно-монтажных работ.

В раздел включаются следующие подразделы:

- входной контроль поступающей продукции;
- операционный контроль на стадиях выполнения технологических операций;

- приемочный контроль выполненных работ.

Для всех видов контроля должны быть указаны:

- контролируемый показатель;
- место контроля;
- объем контроля;
- периодичность контроля;
- метод контроля и обозначение нормативно-технического документа;
- средства измерений и испытательное оборудование, марка (тип), технические характеристики (диапазон измерения, цена деления, класс точности и т.д.);
- исполнитель контроля (отдел, служба, специальность);
- документ, в котором регистрируется результат контроля (журналы работ, акты скрытых работ, протоколы испытаний и т.д.).

Оформление раздела выполняется в виде таблицы 13.3. Виды контроля и технологических операций, на выполнение которых составляется таблица могут быть заданы руководителем проекта. Предельное отклонение контролируемого параметра, объем, периодичность и метод контроля регламентируются нормативно-техническими документами (НТД), например (31-33). Разрабатываются также мероприятия по операционному контролю качества СМР при производстве отдельных видов работ в соответствии с [2], заключающиеся в составлении схем операционного контроля качества работ и замера допусков.

Таблица 13.3. – Контроль качества производства работ

Контролируемый параметр			Объем контроля	Периодичность контроля	Метод контроля (обозначение НТД)	Средства контроля, испытательное оборудование	Исполнитель	Оформление результатов контроля
Наименование	Номинальное значение	Предельные отклонения, мм						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Входной контроль								
Операционный контроль								
Приемочный контроль								

## 14. Составление операционной карты

Наименование технологических операций, их описание и последовательность выполнения оформляют в виде операционной карты, которая составляется в виде таблицы 14.1. В операционной карте приводится наименование технологических операций, их описание и последовательность выполнения с указанием применяемых средств технологического обеспечения (технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений), машин, механизмов, оборудования и исполнителей (специальность, разряд, состав звена).

### 14.1. Операционная карта

на \_\_\_\_\_  
(наименование работ)

Таблица 14.1

Наименование операции	Средства технологического обеспечения (технологическая оснастка, инструмент, инвентарь, приспособления), машины, механизмы, оборудование	Исполнитель	Описание операции
-----------------------	--	-------------	-------------------

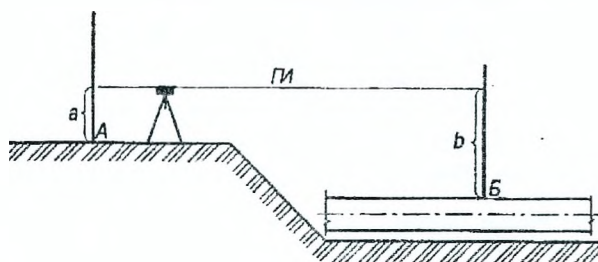


Рисунок 14.1. – Вынос проектной отметки для укладки трубопровода

### 14.2. Разработка мероприятий по безопасному производству работ

Разработку мероприятий по охране труда и технике безопасности производим в соответствии с требованиями [3].

Мероприятия по технике безопасности должны обеспечить безопасное ведение работ в конкретных условиях строительной площадки.

Раздел должен содержать описание безопасных методов выполнения технологических операций для всех рабочих мест, в том числе:

- решение по охране труда и технике безопасности;
- схемы безопасной организации рабочих мест с указанием ограждений опасных зон, предупреждающих надписей и знаков, способов освещения рабочих мест;
- правила безопасной эксплуатации средств технологического обеспечения, машин, механизмов и оборудования;
- применяемые средства индивидуальной защиты работающих и указания по их использованию;

- правила безопасного выполнения сварочных работ и работ, связанных с использованием открытого пламени;
- экологические требования к производству работ (условия сбора и удаления отходов, сохранения окружающей среды, ограничение уровня шума, пыли, вредных выбросов и др.);
- необходимые приспособления, обеспечивающие безопасность выполнения работ;
- способы обеспечения устойчивости земляных сооружений;
- технологическая последовательность безопасного выполнения процессов;
- мероприятия по обеспечению безопасности рабочих;
- обозначены границы опасных зон машин и механизмов;
- направление перемещения грунта, машин;
- мероприятия, обеспечивающие безопасную совместную работу машин и механизмов;
- ограждение площадки от посторонних.

### 14.3. ТЭП курсового проекта

1. Продолжительность выполнения работ, см (принимается по циклограмме).
2. Трудоемкость единицы объема работ чел.- см./м (общие трудозатраты по табл. 10.1, графа 10 делится на длину трубопровода).
3. Выработка на одну чел.- см. (величина обратная трудоемкости), м/чел.-см.

### 15. Список используемых источников

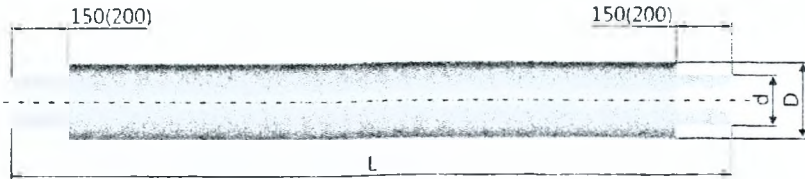
1. Стандарт университета. Оформление материалов курсовых и дипломных проектов, отчетов по практике. Общие требования и правила оформления: СТ БТУ 01-2008 / Г.И.Базенков [и др.]
2. Технологическая документация на производство строительно-монтажных работ. Состав, порядок разработки, согласования и утверждения технологических карт: ТКП 45-1.01-159-2009. – Минск, 2009.
3. Безопасность труда в строительстве строительно производство: ТКП 45-1.03-44-2006. – Минск, 2007.
4. Монтаж зданий. Правила механизации: ТКП 45-1.03-63-2007. – Минск, 2007.
5. Нормы продолжительности строительства предприятий зданий, сооружений. Основные положения: ТКП45-1.03-122-2008. – Минск, 2009.
6. Системы водоснабжения и канализации из полимерных труб. Правила проектирования и монтажа: ТКП 45-4.01-29-2006. – Минск, 2007.
7. Тепловые сети: СНиП 3.05.03-85 – М.: Гос-стройиздат, 1985. – 136 с.
8. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения: СНиП 2.04.02.84. – М.: Гос-стройиздат, 1985. – 136 с.
9. Земляные сооружения. Правила производства и приемки работ: СНиП 3.02.01.87. – М.: Стройиздат, 1987.
10. Земляные работы: ЕНиР, Е 2. Вып.1: Механизированные и ручные земляные работы. / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1988. – 224 с.
11. Нормы затрат труда на строительные и монтажные и ремонтно-строительные работы: НЗТ. – Минск, 2009.
12. Земляные работы: НЗТ № 2-1. Выпуск 1: Ручные земляные работы. – Минск, 2009.
13. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций: НЗТ № 4-1. Выпуск 1: Здания и промышленные сооружения. – Минск, 2009.

14. Сооружение системы теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации: ПЗТ № 9-2. Выпуск 2: Наружные сети и сооружения. – Минск, 2009.
15. Каталог предварительно термозолированных пенополиуретаном стальных труб, фасонных изделий, комплектующих. – ОАО «Модуль».
16. Марионков, К.С. Основы проектирования производства строительных работ. – М.: Стройиздат, 1980. – 231 с., ил.
17. Ясинецкий, В.Г. Организация и технология гидромелиоративных работ / В.Г. Ясинецкий, Н.К. Фенш. – М.: Агропромиздат, 1986.
18. Черкапин, В.А. Разработка мерзлых грунтов. – Л.: Стройиздат, 1977. – 215 с.
19. Бондарик, В.А. Производство земляных работ / В.А. Бондарик, С.В. Овчинников. – Минск: Высшая школа, 1979.
20. Литвинов, О.О. Технология строительного производства. / Литвинов О.О. [и др.] – Киев: Вища школа, 1985. – 475 с.
21. Салов, Ю.З. Инженерные сооружения и основы строительного производства / Ю.З. Салов, Г.В. Зямятин – Л.: Стройиздат, Ленинградское отделение, 1980. – 366 с.
22. Строительное производство: в 3 т. / Л.П. Аблязов, В.А. Анзичитов, К.И. Баштай [и др.]; под редакцией И.А. Онуфриева. – М.: Стройиздат, 1989. – Т.2: Организация и технология работ. – 527 с., ил.)
23. Машины для монтажных работ и вертикального транспорта / В.И. Поляков, А.И. Альперович, М.Д. Полосин, А.Т. Чистяков: под ред. С.П. Ешифанова [и др.] – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1981. – 531 с. ил. (Справочное пособие по строительным машинам.)
24. Зайцев, Л.В. Стреловые самоходные краны / Л.В. Зайцев, И.П. Улитенко. – М.: Стройиздат, 1984. – 232 с.
25. Хамзин, С.К. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование: уч. пособие для строит, спец. вузов. – М.: Высш. шк., 2012. – 216 с., ил.
26. Бариншолов, В.Ф. Строительство наружных трубопроводов: уч. для ИГГУ. – 3-е изд., перераб., доп. – М.: Высш. шк., 1991. – 208 с., ил.
27. Рейш, А.К. Основы технологии выполнения земляных работ одноковшовыми экскаваторами. – Киев: Вища школа, 1987. – 174 с.
28. Технология строительного производства в зимних условиях / под ред. В.А. Гвдокимова. – Л.: Стройиздат, 1984. – 264 с.
29. Рейш, А.К. Земляные работы. Справочник строителя / А.К. Кейш [и др.] – М.: Стройиздат, 1984. – 324 с., ил.
30. Руководство по перевозке автомобильным транспортом строительных конструкций. – М.: Стройиздат, 1980. – 114 с.
31. Схемы операционного контроля качества строительно-монтажных работ, – Минск: РТЦ, 1988. – 88 с.
32. Соколов, Г.К. Контроль качества выполнения строительно-монтажных работ: справ. пособие для студ. высш. учеб. заведений – М: Изд центр «Академия», 2008. – 384.
33. Справочник технических требований по обеспечению качества строительно-монтажных работ. – Мн: Минскстройархитектуры ОАО «Стройкомплекс», 2003.
34. Пчелин, В.Н. Методические указания по технико-экономическому сравнению вариантов технологии производства СМР при разработке технологических карт в составе курсового и дипломного проектов. – Брест: БПИ, 1998. – 27 с.
35. Внутрипостроечные транспортные работы: ПЗТ №1. – Минск, 2009.
36. Каталог предварительно изолированных труб и фасонных частей в металлической оболочке / ОАО «Сармат». – Минск, 2004.

## Приложение 1

Предварительно термозолированные пенополиуретаном стальные трубы, фасонные изделия.

### 1. ПИ-трубы



Пример условного обозначения:

Труба стальная —————, предварительно термозолированная жестким пенополиуретаном, в трубе-оболочке из ПЭ(ОС) наружным диаметром 200 мм:

ПИ-труба, ————— ПЭ(ОС) 200 СТВ 1295-2001.

Сокращенно: ПИ-труба 108х4-ПЭ(ОС) 200.

#### 1.1. ПИ-труба стальная в полиэтиленовой трубе-оболочке



#### 1.2. ПИ-труба стальная в трубе-оболочке из оцинкованной стали





Таблица 1.1

dy, мм	d, мм	Smin, мм	Труба оболочка			L, м	Масса 1 м изделия, кг	
			D, мм	Sнз, мм	Sос, мм		ИЭ	ОС
25	32	3,0	90	2,2	0,5	6,0	3,57	4,3
32	38	3,0	110	2,5	0,5	6,0	4,6	5,4
40	45	3,0	110	2,5	0,5	6,0	5,3	6,1
50	57	3,5	125	2,5	0,5	10,0	6,41	7,27
65	76	3,5	140	3,0	0,5	10,0	8,41	9,2
80	89	3,5	160	3,0	0,5	10,0	9,93	10,8
100	108	4,0	200	3,2	0,5	10,0	14,04	17,1
100	114	4,0	200	3,2	0,5	10,0	14,53	17,5
125	133	4,0	225	3,5	0,5	11,5	17,12	20,4
150	159	4,5	250	3,9	0,7	11,5	22,26	25,7
200	219	6,0	315	4,9	0,7	11,5	39,31	42,4
250	273	6,0	400	6,3	0,7	11,5	52,03	55,6
300	325	6,0	450	7,0	0,7	11,5	62,19	65,1
350	377	6,0	500	7,8	0,7	11,5	72,13	75,2
400	426	7,0	560	8,8	0,7	11,5	94,55	97,39
500	530	8,0	710	11,1	1,0	11,5	139,49	137,3
600	630	8,0	800	12,5	1,0	11,5	181,18	175,6
700	720	9,0	900	13,0	1,0	11,5	208,57	201,3

1.3. ПИ-труба стальная оцинкованная в полиэтиленовой трубе-оболочке



1.4. ПИ-труба стальная оцинкованная в трубе-оболочке из оцинкованной стали



Таблица 1.2

dy, мм	d, мм	Smin, мм	Труба-оболочка			L, мм	Масса 1м изделия.	
			D <sub>мм</sub>	S <sub>п</sub> , мм	S <sub>ос</sub> , мм		ПЭ	ОС
25	33,5	3,2	90	2,2	0,5	6,0	3,67	4,12
32	42,3	3,2	110	2,5	0,5	6,0	4,74	5,3
40	48,0	3,5	110	2,5	0,5	6,0	5,46	5,9
50	57	3,5	125	2,5	0,5	6,0	6,6	7,36
65	76	3,5	140	3,0	0,5	6,0	8,66	9,47
80	89	3,5	160	3,0	0,5	6,0	10,2	11,02
100	108	4,0	200	3,2	0,5	6,0	14,46	16,48
100	114	4,0	200	3,2	0,5	6,0	14,96	18,0
125	133	4,0	225	3,5	0,5	6,0	17,6	24,2
150	159	4,5	250	3,9	0,7	6,0	22,9	26,4

Пример условного обозначения:

Труба стальная оцинкованная —————, предварительно термоизолированная жестким пенополиуретаном, в трубе-оболочке из ПЭ(ОС) наружным диаметром 200 мм:

ПИ-труба ————— ПЭ(ОС) 200 СТВ 1295-2001.

Сокращенно: ПИ-труба Ю8х4оц-ПЭ(ОС) 200.

### 1.5. ПИ-труба стальная с усилениями полиэтиленовой трубы-оболочки

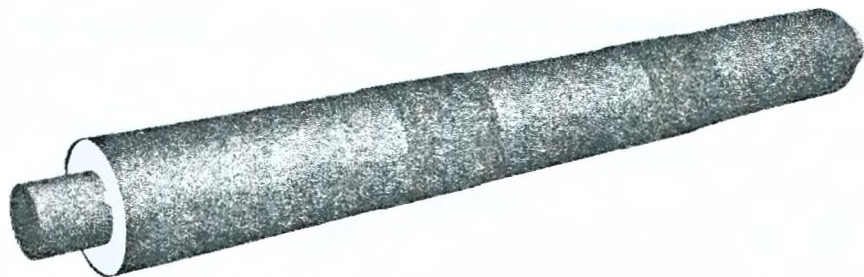
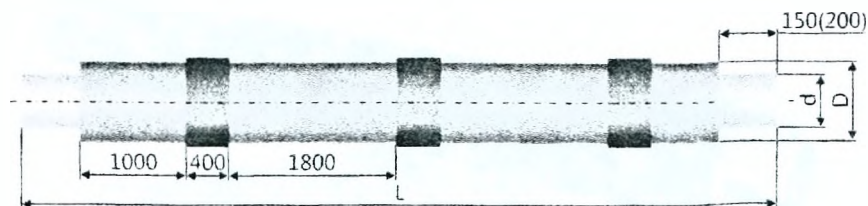


Таблица 1.3

d <sub>у</sub> , мм	d, мм	S <sub>min</sub> , мм	Труба-оболочка			L, м	Масса 1м изделия, кг
			D, мм	S <sub>п</sub> , мм	S, мм		
25	32	3,0	90	2,2	7,8	6,0	4,28
32	38	3,0	110	2,5	7,8	6,0	5,52
40	45	3,0	110	2,5	7,8	6,0	6,36
50	57	3,5	125	2,5	7,8	10,0	7,7
65	76	3,5	140	3,0	7,8	10,0	10,1
80	89	3,5	160	3,0	7,8	10,0	11,9
100	108	4,0	200	3,2	7,8	10,0	16,8
100	114	4,0	200	3,2	7,8	11,5	17,4
125	133	4,0	225	3,5	8,8	11,5	20,5
150	159	4,5	250	3,9	8,8	11,5	26,7
200	219	6,0	315	4,9	11,1	11,5	47,17
250	273	6,0	400	6,3	11,1	11,5	62,4
300	325	6,0	450	7,0	14,0	11,5	74,6
350	377	6,0	500	7,8	14,0	11,5	86,5
400	426	7,0	560	8,8	14,0	11,5	111,46
500	530	8,0	710	11,1	17,6	11,5	167,38
600	630	8,0	800	12,5	17,6	11,5	217,4
700	720	8,0	900	13,0	20,8	11,5	250,28

Пример условного обозначения:

Труба стальная ————— предварительно термоизолированная жестким пенополиуретаном с усилениями трубы-оболочки из ПЭ наружным диаметром 200 мм:

ПИ-труба с усилениями ————— ПЭ 200 СТБ 1295-2001.

Сокращенно: ПИ-труба с усилениями 108х4-ПЭ 200.

### 1.6. ПИ-труба стальная оцинкованная с усилениями полиэтиленовой трубы-оболочки



Таблица 1.4

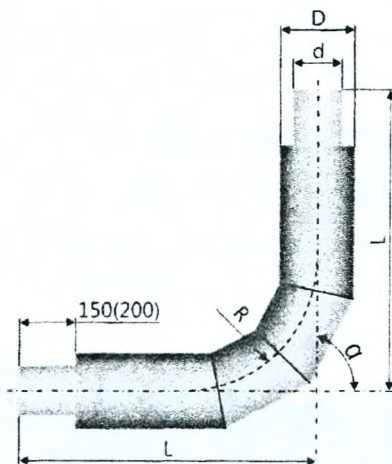
dy, мм	d, мм	S <sub>min</sub> , мм	Труба-оболочка			L, м	Масса 1м изделия, кг
			D, мм	S <sub>п</sub> , мм	S, мм		
25	33,5	3,2	90	2,2	7,8	6,0	4,4
32	42,3	3,2	110	2,5	7,8	6,0	5,68
40	48	3,5	110	2,5	7,8	6,0	6,55
50	57	3,5	125	2,5	7,8	6,0	7,9
65	76	3,5	140	3,0	7,8	6,0	10,4
80	89	3,5	160	3,0	7,8	6,0	12,26
100	108	4,0	200	3,2	7,8	6,0	17,3
100	114	4,0	200	3,2	7,8	6,0	17,9
125	133	4,0	225	3,5	8,8	6,0	21,1
150	159	4,5	250	3,9	8,8	6,0	27,5

Пример условного обозначения:

Труба стальная  $\frac{108 \times 4 \text{ оц} \times 6000 \text{ П ГОСТ } 10704-91}{B-20 \text{ ГОСТ } 10705-80}$  предварительно термоизолированная жестким пенополиуретаном с усилениями трубы-оболочки из ПЭ наружным диаметром 200 мм:

ПИ-труба с усилениями  $\frac{108 \times 4 \text{ оц} \times 6000 \text{ П ГОСТ } 10704-91}{B-20 \text{ ГОСТ } 10705-80}$  ПЭ 200 СТБ 1295-2001.

Сокращенно: ПИ-труба с усилениями 108x4оц-ПЭ 200.



Пример условного обозначения:

1. Предварительно термоизолированный пенополиуретаном ПИ-отвод с углом поворота 60° из стальной трубы  $\frac{108 \times 4 \text{ оц} \times 6000 \text{ П ГОСТ } 10704-91}{B-20 \text{ ГОСТ } 10705-80}$  со стальной фасонной деталью - отвод 60-108x4 ГОСТ 17375-2001 из стали марки 20, длиной плеч L=1000 мм, в трубе-оболочке из ПЭ(ОС) наружным диаметром

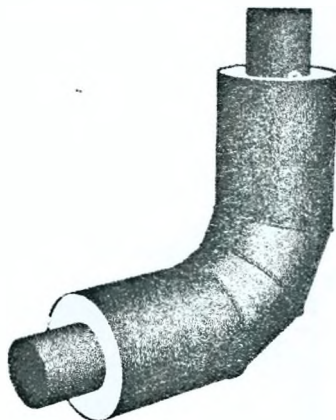
D=200 мм: \_\_\_\_\_ ПИ-отвод 60-труба отвод 60-108x4  
ГОСТ 17375-2001-1000-ПЭ (ОС) 200.

Сокращенно: ПИ-отвод 60-108x4-1000-ПЭ (ОС) 200.

1. Предварительно термоизолированный пенополиуретаном ПИ-отвод с углом поворота 60° из стальной оцинкованной трубы.

Сокращенно: ПИ-отвод 60-108x4оц-1000-ПЭ (ОС) 200.

#### 1.8. ПИ-отвод стальной в полиэтиленовой трубе-оболочке



#### 1.9. ПИ-отвод стальной в трубе-оболочке из оцинкованной стали



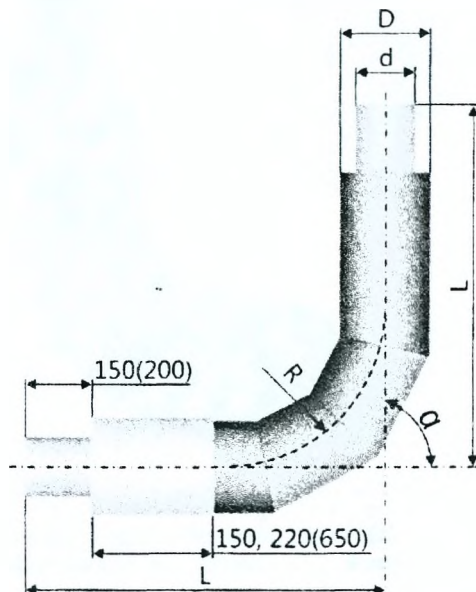
Таблица 1.5

d <sub>y</sub> мм	d мм	S <sub>min</sub> мм	Труба оболочка			90°			60°			45°			30°		
			D мм	S <sub>гд</sub> мм	S <sub>ос</sub> мм	L мм	Масса изделия, кг		L мм	Масса изделия, кг		L мм	Масса изделия, кг		L мм	Масса изделия, кг	
							ПЭ	ОС		ПЭ	ОС		ПЭ	ОС		ПЭ	ОС
25	32	3.0	90	2.2	0.5	1000	6.2	7.7	1000	6.2	7.7	1000	6.3	7.7	1000	6.3	7.7
32	38	3.0	110	2.5	0.5	1000	8.4	9.8	1000	8.4	9.8	1000	8.6	9.8	1000	8.6	9.8
40	45	3.0	110	2.5	0.5	1000	9.8	11.4	1000	9.8	11.4	1000	9.9	11.4	1000	9.9	11.4
50	57	3.5	125	2.5	0.5	1000	12.8	14.0	1000	12.0	14.0	1000	12.3	14.0	1000	12.3	14.0
65	76	3.5	140	3.0	0.5	1000	15.5	18.0	1000	15.5	18.0	1000	15.9	18.0	1000	15.9	18.6
80	89	3.5	160	3.0	0.5	1000	18.6	19.8	1000	18.6	19.8	1000	18.9	20.3	1000	18.9	20.3
100	108	4.0	200	3.2	0.5	1000	25.6	29.7	1000	25.8	29.9	1000	26.5	30.3	1000	26.7	30.6
100	114	4.0	200	3.2	0.5	1000	26.6	30.9	1000	26.9	31.3	1000	27.8	32.3	1000	27.9	32.8
125	133	4.0	225	3.5	0.5	1000	30.7	36.9	1000	30.9	37.6	1000	31.5	38.5	1000	31.8	39.1
150	159	4.5	250	3.9	0.7	1000	40.0	44.0	1000	42.0	45.0	1000	42.8	4.6	1000	43.1	45.6
200	219	6.0	315	4.9	0.7	1000	70.4	73.0	1000	74.4	74.0	1000	75.3	75.9	1000	75.8	76.8
250	273	6.0	400	6.3	0.7	1000	91.1	97.9	1000	94.6	98.1	1000	95.7	98.9	1000	96.8	99.8
300	325	6.0	450	7.0	0.7	1050	114.1	119.8	860	97.7	96.1	786	96.3	95.8	720	95.0	95.8
350	377	6.0	500	7.8	0.7	1100	155.2	162.6	860	120.0	116.3	786	119.0	115.5	720	117.4	115.5
400	426	7.0	560	8.8	0.7	1100	198.6	187.7	889	154.1	148.3	807	153.6	147.4	734	151.6	147.4
500	530	8.0	710	11.1	1.0	1200	269.4	247.8	946	230.6	216.1	848	229.1	214.9	761	221.6	214.9
600	630	8.0	800	12.5	1.0	1200	371.0	339.8	946	311.1	301.4	848	310.2	300.0	761	288.5	263.0
700	720	9.0	900	13.0	1.0	1370	450.6	428.3	1066	393.5	375.2	948	390.6	370.4	843	384.8	370.4



## ПИ-отводы с металлической заглушкой изоляции

### 1.10. ПИ-отводы с металлической заглушкой изоляции без вывода кабеля



Пример условного обозначения:

1. Предварительно термоизолированный пенополиуретаном ПИ-отвод с углом поворота  $90^\circ$  из стальной трубы  $\frac{108 \times 4 \text{ оц} \times 6000 // \text{ГОСТ } 10704-91}{\text{В-20 ГОСТ } 10705-80}$  со стальной фасонной деталью

отвод 90-108x4 ГОСТ 17375-2001 из стали марки 20, длиной плеч  $L=1000$  мм, в трубе-оболочке из ПЭ(ОС) наружным диаметром  $D=200$  мм с металлической заглушкой изоляции длиной 150 мм.

ПИ-отвод (МЗИ) 90 - труба  $\frac{108 \times 4 \text{ оц} \times 6000 // \text{ГОСТ } 10704-91}{\text{В-20 ГОСТ } 10705-80}$

отвод 90-108x4 ГОСТ 17375-2001-1000/150-ПЭ (ОС) 2000

Сокращенно: ПИ-отвод (МЗИ) 90-108x4-1000/150-ПЭ (ОС) 200.

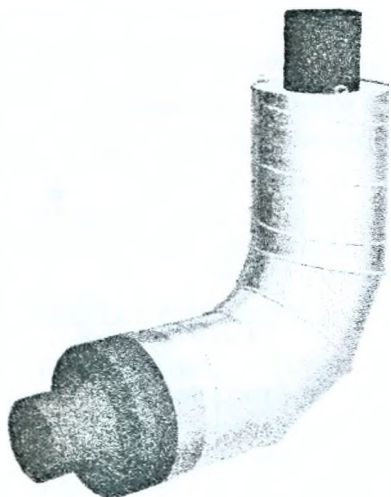
2. Предварительно термоизолированный пенополиуретаном ПИ-отвод с углом поворота  $90^\circ$  из стальной оцинкованной трубы.

сокращенно: ПИ-отвод (МЗИ) 90-108x4 оц-1000/150-ПЭ (ОС) 200.

1.11. ПИ-отвод стальной в полиэтиленовой трубе-оболочке с металлической заглушкой изоляции



1.12. ПИ-отвод стальной и в трубе-оболочке из оцинкованной стали с металлической заглушкой изоляции



Масса изделия равна сумме массы отвода, указанной в таблице 2.1 и массе металлической заглушки изоляции соответствующего типоразмера, указанной в табл.10.1.

### 1.13. ПИ-неподвижная стальная опора в трубе-оболочке из оцинкованной стали

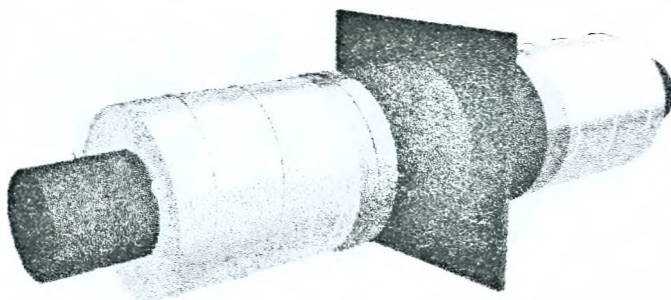


Таблица 1.6

dy, мм	d, мм	Smin, мм	Труба-оболочка			Ш, мм	н, мм	Масса изделия, кг	
			D,	Spэ,	Soc,			ПЭ	ОС
25	32	3,0	90	2,2	0,5	16	255	19,10	22,8
32	38	3,0	110	2,5	0,5	16	255	21,43	24,85
40	45	3,0	110	2,5	0,5	16	255	22,88	26,54
50	57	3,5	125	2,5	0,5	16	255	25,82	29,95
65	76	3,5	140	3,0	0,5	16	275	31,87	35,06
80	89	3,5	160	3,0	0,5	16	295	39,40	43,7
100	108	4,0	200	3,2	0,5	16	315	50,76	60,88
100	114	4,0	200	3,2	0,5	16	315	51,89	62,19
125	133	4,0	225	3,5	0,5	16	340	60,62	72,7
150	159	4,5	250	3,9	0,7	20	400	83,72	96,31
200	219	6,0	315	4,9	0,7	25	460	137,76	158,43
250	273	6,0	400	6,3	0,7	30	550	197,47	211,29
300	325	6,0	450	7,0	0,7	40	650	287,54	301,92
350	377	6,0	500	7,8	0,7	40	700	321,99	334,87
400	426	7,0	560	8,8	0,7	40	750	395,31	407,17
500	530	8,0	710	11,1	1,0	40	900	585,21	576,65
600	630	8,0	800	12,5	1,0	50	1000	684,4	655,9
700	720	9,0	900	13	1,0	50	1100	892,5	848,7

Пример условного обозначения.

Предварительно термоизолированный пенополиуретаном ПИ-неподвижная опора с максимальным расчетным усилием 190 кН, из стальной трубы

\_\_\_\_\_ длиной L=2000 мм,

в трубе-оболочке из ПЭ(ОС) наружным диаметром D=200 мм:

ПИ-НО 190-труба \_\_\_\_\_ - 2000 - ПЭ(ОС) 200 СТЬ 1295-2001.

Сокращенно: ПИ-НО 190 108х4 - 2000 - ПЭ(ОС) 200.

1.14. ПИ-неподвижная стальная оцинкованная опора в трубе-оболочке из оцинкованной стали

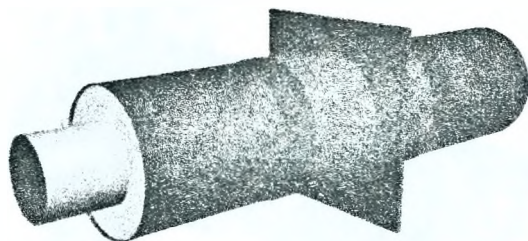


Таблица 1.7

dv, мм	d, мм	S <sub>min</sub> , мм	Труба-оболочка			S, мм	n, мм	Масса изделия, кг	
			D, мм	Spz, мм	Soc, мм			ПЭ	ОС
25	33,5	3,2	90	2,2	0,5	16	255	19,67	23,49
32	42,3	3,2	110	2,5	0,5	16	255	22,07	25,59
40	48,0	3,5	110	2,5	0,5	16	255	23,57	27,34
50	57	3,5	125	2,5	0,5	16	255	26,59	30,85
65	76	3,5	140	3,0	0,5	16	275	32,83	36,11
80	89	3,5	160	3,0	0,5	16	295	40,58	45,01
100	108	4,0	200	3,2	0,5	16	315	52,28	62,71
100	114	4,0	200	3,2	0,5	16	315	53,45	64,06
125	133	4,0	225	3,5	0,5	16	340	62,44	74,88
150	159	4,5	250	3,9	0,7	20	400	86,23	99,20

Пример условного обозначения.

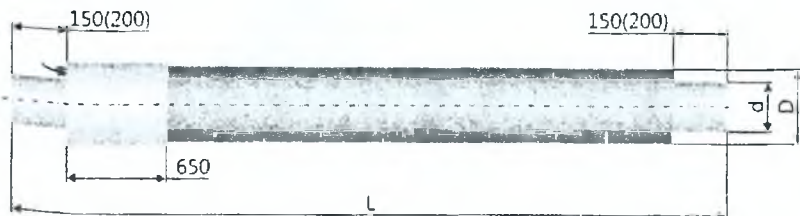
Предварительно термоизолированной жестким пенополиуретаном ПИ-неподвижная опора с максимальным расчетным усилием 190 кН, из стальной оцинкованной трубы — длиной  $L=2000$  мм.

в трубе-оболочке из ПЭ(ОС) наружным диаметром  $D=200$  мм:

ПИ-НО 190-труба — — — — — 2000-ПЭ(Ос) 200 СТБ 1295-2001.

Сокращенно: ПИ-НО 190 108 Х4оц-2000-ПЭ(Ос) 200.

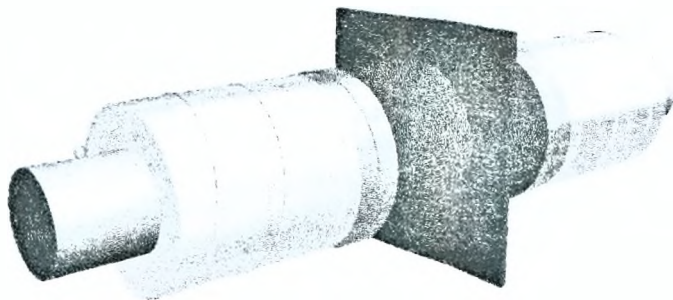
1.15. ПИ-концевые элементы. ПИ-концевой элемент с торцевым выводом кабеля (тип ТВК)



1.16. ПИ-концевой элемент стальной в полиэтиленовой трубе-оболочке с торцевым выводом кабеля (тип ТВК) и укороченной заглушкой изоляции



1.17. ПИ-концевой элемент стальной в трубе-оболочке из оцинкованной стали с торцевым выводом кабеля (тип ТВК) и укороченной заглушкой изоляции



### 1.18. Опора скользящая

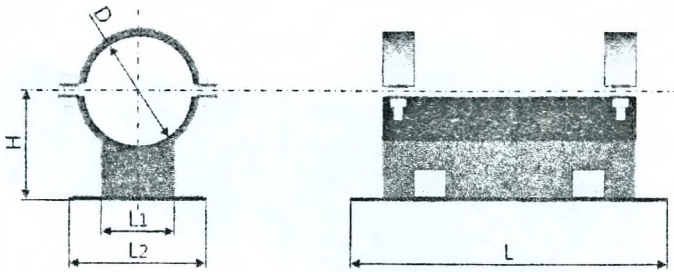


Таблица 1.8

D, мм	L, мм	L1, мм	L2, мм	H, мм	Масса, кг
90	450	120	210	160	10,2
110	450	120	210	160	10,4
125	450	120	210	160	10,8
140	450	120	210	160	11,4
160	450	120	210	195	11,6
200	450	200	280	195	14,0
225	450	200	280	195	14,4
250	450	240	300	195	14,7
315	600	300	380	250	32,5
400	600	380	480	295	39,6
450	800	380	480	295	56,5
500	800	460	550	345	68,1
560	800	460	550	345	66,1
710	800	460	550	435	81,0

Пример условного обозначения:  
опора скользящая 200.



## 14. Центраторы

Центраторы – это изделия для крепления и достижения жесткости конструкции трубной сборки при производстве предизолированных стальных труб, отводов, неподвижных опор, переходов, тройников, ответвлений и других фасонных элементов трубопровода в ППУ изоляции.

Основная задача центратора заключается в достижении правильной геометрии несущей трубы или элемента трубопровода с защитной гидроизоляционной оболочкой из полиэтилена или стали.

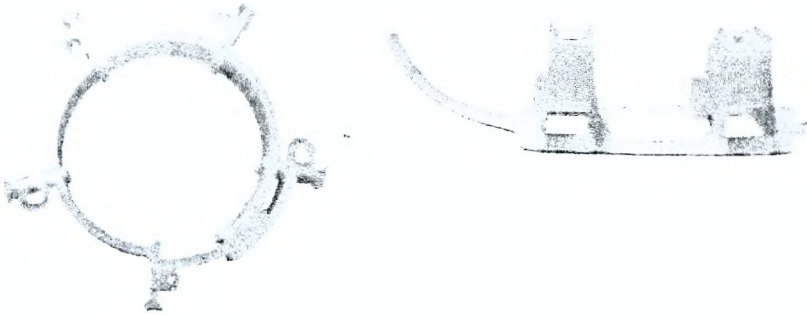


Таблица 1.9

Маркировка диаметра ПИ-трубы	Диаметр центрируемых труб,	Единица измерения	Масса, г
33,5/90	25	шт.	21,6
42,4/110	32	шт.	25,3
48/110	40	шт.	26,0
57/125	57	шт.	32,4
76/145	76	шт.	33,4
89/160	89	шт.	49,9
108/200	108	шт.	69,8
114/200	114	шт.	70,1
133/200	133	шт.	104,5
159/250	159	шт.	144,5
219/315	219	шт.	182,7
273/400	273	сегмент (4 шт.)	58,9
325/450	325	сегмент (5 шт.)	58,9
426/560	426	сегмент (6 шт.)	58,9
530/710	530	сегмент (7 шт.)	79,0

Пример условного обозначения:  
 центратор 89/160;  
 центратор для ПИ-трубы диаметра 89/160.

Таблица 1.10

Типоразмер	Комплект заделки муфты		Лента клеевая армированная (100x2), вес 1 мш = 0,176 кг/мш	Лента термоусаживаемая ЛТАС уд.вес=1,73 кг/м <sup>2</sup>	Держатель проводов	Муфта обжимная	Пробка монтажная	Пробка воздушника						
	Муфта	Комплект заделки муфты												
d мм	D, мм	Компонент А, кг	Компонент В, кг	L, м x 2	вес 2 шт, кг/1	Ширина, м	длина, м x 2	вес 2 шт, кг						
	шт	кг	кг	м x 2	кг/1	м	м x 2	кг						
25	90	1	0,153	0,245	0,313x2	0,112	0,15	0,43x2	0,228	4	шт	1	шт	1
32	110	1	0,194	0,31	0,376x2	0,134	0,15	0,49x2	0,260	4	шт	1	шт	1
40	110	1	0,184	0,296	0,376x2	0,134	0,15	0,49x2	0,260	4	шт	1	шт	1
57	125	1	0,214	0,347	0,423x2	0,152	0,15	0,54x2	0,286	4	шт	1	шт	1
76	140	1	0,224	0,357	0,470x2	0,168	0,15	0,59x2	0,313	4	шт	1	шт	1
89	160	1	0,275	0,439	0,533x2	0,192	0,15	0,71x2	0,376	4	шт	1	шт	1
108	200	1	0,469	0,755	0,658x2	0,236	0,15	0,83x2	0,439	4	шт	1	шт	1
114	200	1	0,439	0,704	0,658x2	0,236	0,15	0,83x2	0,439	4	шт	1	шт	1
133	225	1	0,51	0,82	0,737x2	0,264	0,15	0,91x2	0,482	4	шт	1	шт	1
159	250	1	0,561	0,898	0,815x2	0,292	0,15	0,98x2	0,519	4	шт	1	шт	1
219	315	1	0,755	1,2	1,020x2	0,366	0,15	1,19x2	0,630	4	шт	1	шт	1
273	400	1	1,25	2,01	1,287x2	0,462	0,15	1,46x2	0,773	4	шт	2	шт	2
325	450	1	1,38	2,20	1,444x2	0,518	0,225	1,61x2	1,279	4	шт	2	шт	2
377	500	1	1,53	2,45	1,57x2	0,553	0,225	1,76x2	1,44	4	шт	2	шт	2
426	560	1	1,88	2,96	1,789x2	0,642	0,225	1,96x2	1,556	4	шт	2	шт	2
530	710	1	3,16	5,06	2,230x2	0,816	0,225	2,48x2	1,969	4	шт	2	шт	2

Расход материалов для заделки стыков ПИ-труб с оцинкованной оболочкой

Таблица 1.11

d, мм	Типоразмер		Комплект заделки муфты		Лента клеевая армированная (100x2), вес=1мп - 0,176 кг/мп	Саморез 6x30	Держатель проводов	Муфта обжимная	Пробка воздушника
	Диаметр муфты D, мм	Лист оц, м <sup>2</sup>	Комплект А, кг	Комплект В, кг					
25	90	1	0,153	0,245	L, м x 2 0,313x2	14	шт 4	шт 2,2	шт 1
32	110	1	0,194	0,31	0,376x2	14	4	2,2	1
40	110	1	0,184	0,296	0,376x2	14	4	2,2	1
57	125	1	0,214	0,347	0,423x2	14	4	2,2	1
76	140	1	0,224	0,357	0,470x2	14	4	2,2	1
89	160	1	0,275	0,439	0,533x2	14	4	2,2	1
108	200	1	0,469	0,755	0,658x2	14	4	2,2	1
114	200	1	0,439	0,704	0,658x2	14	4	2,2	1
133	225	1	0,51	0,82	0,737x2	14	4	2,2	1
159	250	1	0,561	0,898	0,815x2	14	4	2,2	1
219	315	1	0,755	1,2	1,020x2	18	4	2,2	1
273	400	1	1,25	2,01	1,287x2	18	4	2,2	2
325	450	1	1,38	2,20	1,444x2	18	4	2,2	2
377	500	1	1,53	2,45	1,57x2	18	4	2,2	2
426	560	1	1,88	2,96	1,789x2	18	4	2,2	2
530	710	1	3,16	5,06	2,230x2	18	4	2,2	2

Таблица 1.12. Дополнительные комплектующие материалы




















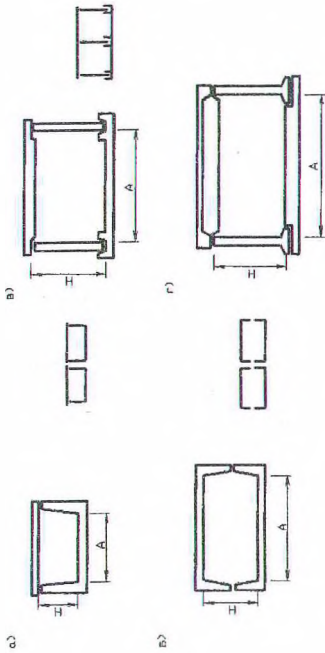
Наименование	Назначение
Пробка воздушника 	Для удаления воздуха при заделке стыка.
Пробка монтажная 	Для окончательной герметизации стыков.
Держатель проводов 	Для крепления сигнального провода вдоль металлической трубы.
Соединитель проводов 	Для соединения сигнальных проводов на стыковых соединениях и для соединения кабеля с проводами в контрольных точках.
Лента клеевая армированная 	Лента, предназначена для герметизации термоусаживаемых муфт при их установке на полимерные оболочки трубопроводов.
Лента сигнальная 	Для предупреждения о наличии на данном участке каких-либо коммуникаций, и, соответственно, о предотвращении возможных повреждений труб и кабелей при проведении земляных работ.
Лента на бумажной основе 	Для крепления держателя проводов.
Лента термоусаживаемая 	Для антикоррозионной защиты наружной поверхности трубопроводов.
КЗМ (Комплект заделки муфт) 	Для теплоизоляции стыка трубопровода.
Паста паяльная 	Для пайки отпрессованных обжимных втулок.

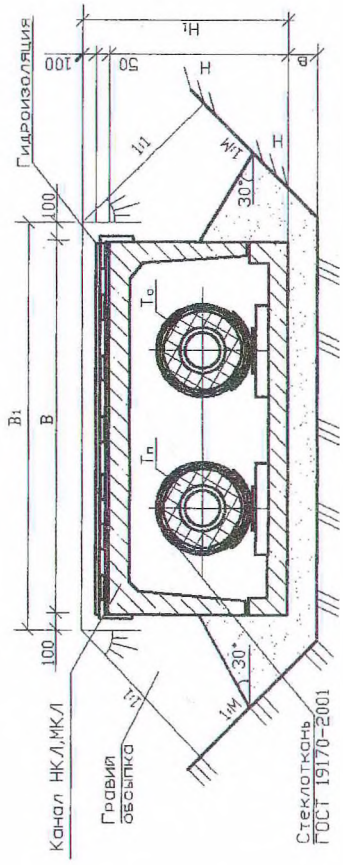
Таблица 1.12. Дополнительные комплектующие материалы (продолжение)

Наименование	Назначение
 Припой	Для пайки отпрессованных обжимных втулок.
 Паяльник газовый	Для пайки соединения проводников.
 Газовый баллон	Для паяльника газового.
ТЕРМИНАЛЫ	Терминалы, предназначены для подключения приборов контроля и коммутации сигнальных проводников.
 КТ-11	Для подключения к системе ОДК переносных детекторов повреждений. Для подключения к системе ОДК импульсных рефлектометров. Дополнительно терминал выполняет функцию терминала «КТ-13», т.е. закольцовывает сигнальные проводники. Закольцовка производится снаружи терминала.
 КТ-12	Для разъединения и соединения системы ОДК в промежуточных точках контроля. Для подключения импульсного рефлектометра.
 КТ-12 Ш	Для разъединения и соединения системы ОДК в промежуточных точках контроля. Для подключения переносного детектора повреждений и импульсного рефлектометра.
 КТ-13	Для закольцовки системы ОДК и подключения импульсных рефлектометров.
 КТ-14	ОДК, сходящихся с разных сторон в одну тепловую камеру или другой подобный объект или расходящихся в четыре разные стороны из одного объекта.
 КТ-15	Для подключения к системе ОДК стационарного двухканального детектора повреждений, импульсного рефлектометра. Для разъединения системы ОДК на независимые участки и соединения двух независимых систем ОДК из разных проектов. Для соединения двух разрозненных частей одной системы из одного проекта, подсоединения к системе контроля наращиваемого соединительного кабеля, закольцовки системы ОДК на концевых участках и для четырехтрубной системы.





**Рисунок 1.1 Сборные каналы для теплосетей: а – тип КД; б – тип КНЖМ и КД; в, г – тип КС; справа показана схема сборки парных каналов**



**Рисунок 1.2 Просладка теплопровода в непроходном канале**



Таблица 1.13. Типы непроходных каналов

Тип канала	Размеры, мм								Расход материалов	
	Д <sub>в</sub>	Д <sub>н</sub>	В	В <sub>1</sub>	Н	Н <sub>1</sub>	В	Гравийная обсыпка, м <sup>3</sup>	Стеклоткань, м <sup>2</sup>	
НКЛ-1	150	250	1090	1290	715	665	150	1,07	2,58	
	200	315					150	2,39	3,42	
НКЛ-2	250	400	1470	1670	865	1015	150	5,10	4,75	
	300	450					150	5,03	4,75	
НКЛ-4	400	560	2100	2300	1135	1285	200	4,91	7,17	
НКЛ-6	500	710	2620	2820	1355	1505	200	8,00	9,83	
	600	800					200	7,84	10,48	
МКЛ-8и	700	900	3100	-	1630	-	-	-	-	
МКЛ-8у	800	1000	-	-	-	-	-	-	-	
МКЛ-10и	900	1000	3570	-	1930	-	-	-	-	
	1100	1200					-	-	-	

Таблица 1.14. Основные типы сборных железобетонных каналов для тепловых сетей

Марка (обозначение) канала	Габариты канала, мм				Общий объем сборного железобетона на 1 м канала, м <sup>3</sup>	Масса стали на 1 м канала, кг	Количество типо-размеров сборных эле- ментов	Масса сборных элементов, т	Монтажная схема (рис.)
	внутренние номинальные		наружные						
	ширина	высота	ширина	высота					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
КЛ60-30	600	300	850	440	0,157	9,7	2	0,5—0,7	I
КЛ60-45	600	450	850	600	0,177	10,2	2	0,5—0,9	
КЛ90-45	900	450	1150	630	0,253	18,8	2	0,9—1,1	
КЛ60-60	600	600	850	750	0,203	13,4	2	0,5—1,1	
КЛ90-60	900	600	1150	780	0,260	19,3	2	0,9—1,3	
К Л1120-60	1200	600	1450	780	0,373	33,9	2	1,1—1,6	
К Л150-60	1500	600	1800	850	0,540	47,7	2	1,6—2,4	
КЛ210-60	2100	600	2400	890	0,854	80,0	2	2,9—3,5	
КНЖМ-0	500	300	950	430	0,176	9,5	2	0,1-0,7	
КЛ90-90	900	900	1060	1070	0,260	28,3	1	1,1	
КЛс 120-90	1200	900	1400	1070	0,413	46,5	1	1,6	
КЛс 150-90	1500	900	1740	1070	0,586	59,3	1	2,2	
КЛс 120-120	1200	1200	1400	1370	0,460	49,5	1	1,7	
КЛс 150-120	1500	1200	1740	1470	0,646	62,8	1	2,4	
КЛс 210-120	2100	1200	2380	1470	0,940	99,8	1	3,5	
КНЖМ-I	750	410	890	570	0,194	20,8	1	0,5	
КНЖМ-II	1000	510	1140	690	0,270	26,2	1	0,7	
КНЖМ-III	1250	650	1390	830	0,330	39,6	1	0,8	

Продолжение табл. 1.14

Марка (обозначение) канала	Габариты канала, мм				Общий объем сборного железобетона на 1 м канала, м <sup>3</sup>	Масса стали на 1 м канала, кг	Количество дисло- размеров сборных элементов	Масса сборных элементов, т	Монтажная схема (рис.)
	внутренние		наружные						
	ширина	высота	ширина	высота					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
КНЖМ-IV	1500	810	1640	990	0,400	44,8	1	1	II
КНЖМ-V	1600	910	1740	1090	0,430	64,1	1	1,1	
КНЖМ-VI	2100	1110	2260	1330	0,650	90,3	1	1,6	
КНЖМ-VII	2800	1250	3080	1570	1,200	160,0	1	2,2	
КС90-90	900	900	1380	1090	0,420	52,9	3	0,5—1,7	III
ДС120-90	1200	900	1680	1090	0,540	64,3	3	0,5—1,9	
КС 150-90	1500	900	1980	1110	0,643	76,0	3	0,5—2,2	
КС210-90	2100	900	2580	1180	0,946	107,0	3	0,5—3,2	
КС90-120	900	1200	1680	1390	0,574	69,7	3	0,9—1,7	
КС 120-120	1200	1200	1680	1390	0,633	81,2	3	0,9—1,9	
КС 150-120	1500	1200	1980	1410	0,736	92,7	3	0,9—2,2	
КС210-120	2100	1200	2580	1480	1,040	124,3	3	0,9—3,2	
КС300-150	3000	1500	3610	1950	1,670	218,0	3	1,4—2,5	
КС360-180	3600	1800	4300	2280	2,350	277,0	3	2,0—3,6	
КС420-210	4200	2100	4940	2640	2,900	358,0	3	2,4—4,5	
КС400-210	4000	2100	5000	2710	2,900	461,0	3	2,4—4,5	
КС440-210	4400	2100	5400	2710	3,200	500,0	3	2,4—5,0	

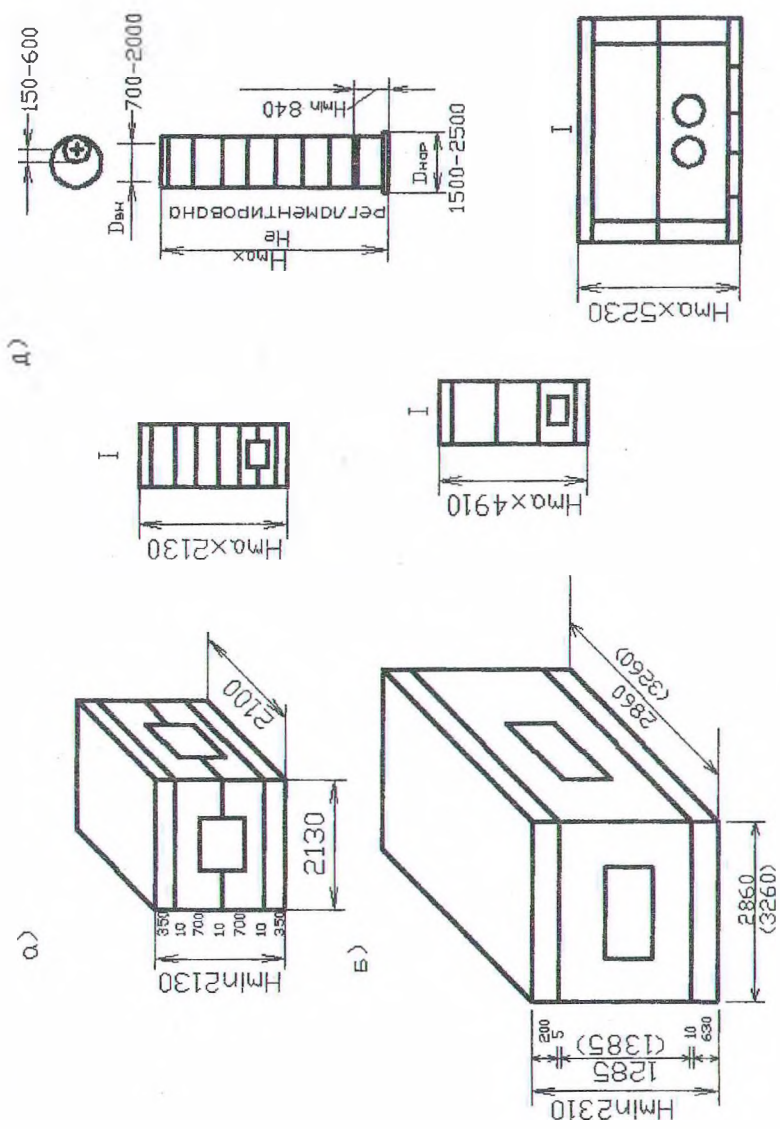


Рисунок 1.3 Сборные железобетонные камеры (а - в) в различном исполнении и круглые колоды (д);  
 I - варианты сборки по высоте; II-V - то же, в плане

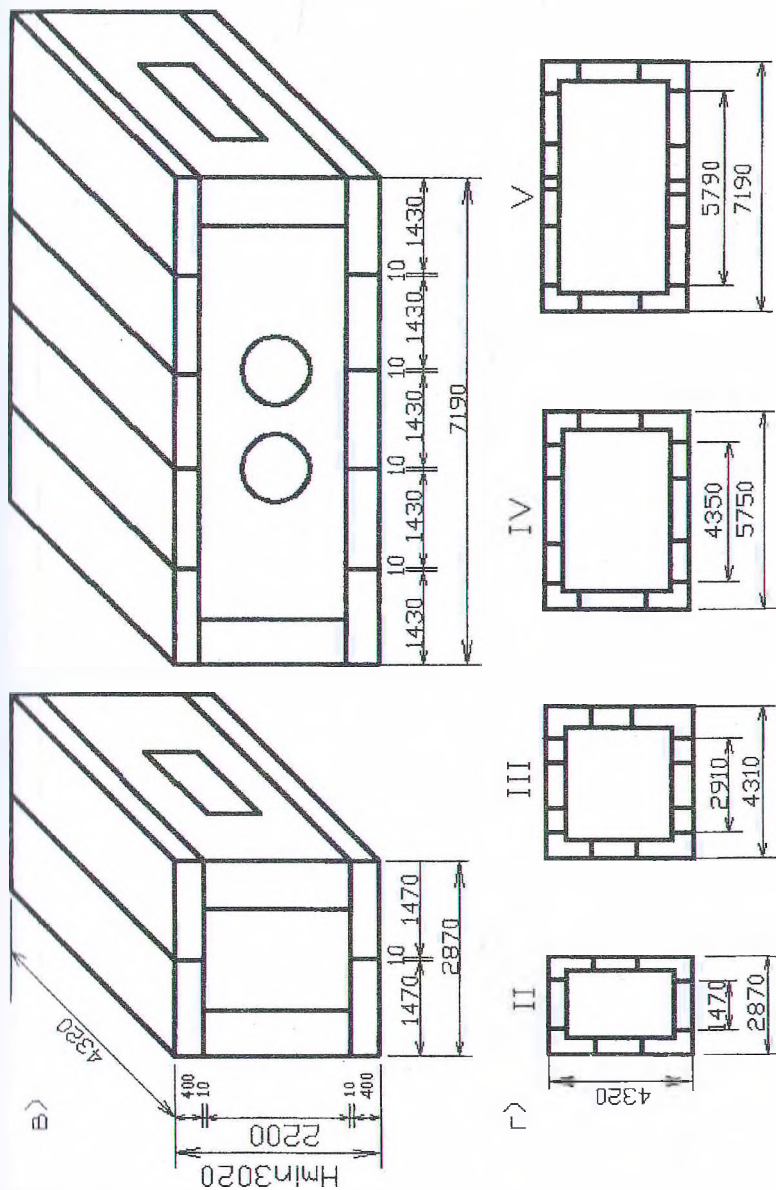


Рисунок 1.3 Продолжение



Таблица. 1.15. Номенклатура сборных камер (колодцев) для инженерных сетей

Размеры камер в плане		Высота камер		Количество сборных элементов		Объем сборного железобетона марки 300, м <sup>3</sup>	Масса арматурной стали, т	Минимальная и максимальная масса оштукатуренного элемента, т
внутренние, м	наружные, мм	внутренняя, м	наружная, мм	всего	типов			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Камеры для двухтрубных тепловых сетей по типовому проекту								
1,8X2,4	2040X2640		2340	2	1	2,72	0,96	3,4
2,4X3,0	2640X3240		2340	2	1	3,72	1,62	4,7
2,4X3,6	2680X3880		2380	2	1	4,68	1,77	5,2
3,0X3,0	3280X3280		2380	2	1	4,84	1,83	6,1
3,0X3,6	3400X4000	2,1 (тип I)	2500	4	1	9,00	2,53	5,6
3,6X3,6	4000X4000		2500	4	1	10,72	2,90	6,7
3,6X4,8	4000X5200		2500	4	1	12,68	3,35	7,9
4,8X4,8	5120X5120		2420	8	2	12,24	3,63	3,8
4,8X6,0	5160X6360		2460	8	2	16,40	5,05	5,1
6,0X6,0	6360X6360		2460	8	2	19,52	5,51	6,1
3,6X4,8	4000X5200	2,4 (тип II)	2800	4	1	12,00	3,39	7,5
4,8X4,8	5120X5120		2720	8	2	12,96	3,22	4,1
4,8X6,0	5160X6360		2760	8	2	17,60	4,80	5,5
4,8X7,2	5200X7600		2800	8	2	23,92	6,28	7,5
6,0X6,0	6360X6360		2760	8	2	19,36	5,26	6,1
6,0X7,2	6400X7600		2800	8	2	27,68	7,14	8,7
3,6X4,8	4000X5200	3,0 (тип III)	3400	4	1	13,64	3,67	8,5
4,8X6,0	5160X6360		3360	8	2	18,72	5,69	5,9
6,0X6,0	6360X6360		3360	8	2	22,32	6,76	7,0
6,0x7,2	6400X7600		3400	8	2	27,76	7,95	8,7
7,2X7,2	7600X7600		3400	8	2	33,04	10,74	10,3
7,2X8,4	7600X8800		3400	8	2	38,08	14,83	11,9

Продолжение табл.1.15

Камеры (колодцы) для инженерных сетей по типовому проекту								
1,8-X1,8	X	2,0	Конструкция перерабатывается					
2,6X2,6	X	2,0						
3,0X3,0	3260x3260	2,0	2340	3	3	6,37	1,36	4,8—5,9
		3,4	3730	4	4	8,62	1,61	4,8—5,9
2,5X4,0	2870X4320	2,0	2820	8	4	8,60	2,64	1,3—3,7
		4,0	4830	12	5	13,12	4,07	1,3—4,4
4,0X4,0	4320X4320	2,0	2820	10	5	12,24	3,38	2,6—3,7
		4,0	4830	14	6	17,80	4,98	2,6—4,4
4,0X5,5	4320X5750	2,0	2820	12	5	13,36	3,36	2,6—4,4
		4,0	4830	16	6	19,96	5,66	2,6—4,4
4, X7,0	432 X7390	2,0	2820	14	6	19,10	3,37	2,6—7,0
		4,0	4830	16	6	31,14	5,41	2,6—8,1
5,5X5,5	6020X5950	2,0	2920	10	5	24,40	5,35	4,8—9,0
5,5X7,0	6020X7390	4,0	4830	12	5	28,70	6,42	4,8—9,0



Таблица 1.16. Круглые железобетонные сборные колодцы (ГОСТ 8020—68)

Наименование элемента	Обозначение (марка)	Диаметр, мм		Высота, мм	Толщина стенки, мм	Объем железобетона, мм	Масса элемента, т
		Днар	Двн				
1	2	3	4	5	6	7	8
Плиты днища	ПД 10-1	1500	—	—	100	0,18	0,44
	ПД 15-1	2000	—	—	120	0,38	0,94
	ПД 20-1	2500	—	—	120	0,59	1,47
Кольца стеновые	КС 7-1	840	700	290	70	0,05	0,13
	КС 7-2	840	700	890	70	0,15	0,38
	КС 10-1	1160	1000	590	80	0,16	0,40
	КС 10-2	1160	1000	890	80	0,24	0,61
	КС 15-1	1680	1500	590	90	0,27	0,67
	КС 15-2	1680	1500	890	90	0,40	1,00
	КС 20-1	2200	2000	590	100	0,39	0,98
	КС 20-2	2200	2000	890	100	0,59	1,47
	КС 20-3	2200	2000	1100	100	0,79	1,97
Кольцо опорное	КО 7-1	840	580	—	70	0,02	0,05
Плиты перекрытия	ПП 10-1	1160	700/150	—	150	0,10	0,25
	ПП 15-1	1680	700/400	—	150	0,27	0,68
	ПП 15-2	1680	700/200	—	150	0,27	0,68
	ПП 20-1	2200	700/650	—	150	0,49	1,23
	ПП 20-3	2200	700/200	—	150	0,49	1,23

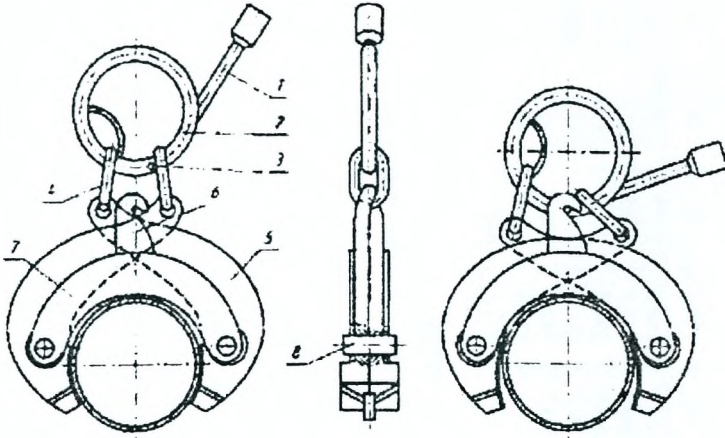
Таблица 1.17. Сортамент сварных стальных труб с продольным швом

Наружный диаметр в мм	Вес 1 пог. м в кг при толщине стенки в мм															
	4	4,5	5	5,5	6	7	8	9	10	11	12	14	16			
108	10,26	11,49	12,7	13,9												
114	10,85	12,15	13,44	14,72												
121	11,54	12,93	14,3	15,67												
127	12,13	13,59	15,04	16,48												
133	12,73	14,26	15,78	17,29												
140	13,42	15,04	16,65	18,24												
152	14,60	16,37	18,13	19,87												
159	15,29	17,15	18,99	20,82	22,64	26,24	29,79									
168	16,18	18,14	20,1	22,04	23,97	27,79	31,57									
180	17,36	19,47	21,59	23,67	25,75	—	—									
194	18,74	21,03	23,31	25,57	27,82	32,28	—									
203	19,63	22,03	24,41	26,79	29,14	33,83	—									
219	21,21	23,8	26,39	28,96	31,52	36,6	41,63	46,61								
245	23,77	26,69	29,59	32,48	35,36	41,09	46,76	—								
273	26,53	29,8	33,04	36,28	39,51	45,92	52,28	—								
299	29,10	32,68	36,25	39,81	43,35	50,4	57,41	—								
325	31,66	35,57	39,46	43,33	47,2	54,89	62,54	70,14								
351	34,23	38,45	42,66	46,86	51,05	59,38	67,67	75,91	84,1							
377	36,79	41,34	45,86	50,39	54,89	63,87	72,8	81,68	90,51							
402	39,26	44,11	48,95	53,78	58,59	68,18	77,73	87,21	96,57							
426	41,63	46,77	51,91	57,03	62,14	72,33	82,46	92,56	102,59	112,58						
480	46,95	52,77	58,57	64,36	70,13	81,65	93,12	104,52	115,9	127,22	139,49					
530	51,88	58,31	64,73	71,14	77,53	90,28	102,98	115,62	128,23	140,78	154,29					
630	61,75	69,41	77,06	84,7	92,33	107,54	122,71	137,87	152,89	167,91	182,88					
720	—	—	88,17	96,91	105,7	123,1	140,5	157,8	175,1	192,3	209,5					
820	—	—	100,5	110,47	120,5	140,3	160,2	180	199,8	219,5	239,1	278,3		317,3		
920	—	—	112,8	124,03	135,2	157,6	179,9	202,2	224,4	246,6	268,7	312,8		356,7		



## Приложение 2

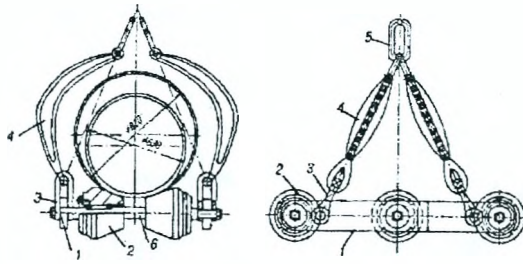
### Грузозахватные и монтажные приспособления



1 - ручка для открывания захвата; 2 - кольцо; 3 - штырь; 4 - звено;  
5 - рычаг; 6 - крюк; 7 - корпус; 8 - ось  
Рисунок 2.1. - Захват клещевой

Таблица 2.1 - Техническая характеристика клещевых захватов

Марка захвата	Диаметр поднимаемых труб в мм	Грузоподъемность максимальная в т	Вес захвата в кг
КЗ-1,5	158	1	10,8
КЗ-2	219	2	23
КЗ-3	325	3	38
КЗ-4	426	4	69,8
КЗ-5	529	3,7	108,3
КЗ-5А	529	3,7	91
КЗ-6А	630	5	120,2
КЗ-7	720	5	213,7
КЗ-7А	720	5	149
КЗ-8	820	6,5	312,4
КЗ-8А	820	6,5	233,4
КЗ-10	1020	12	487,5
КЗ-10А	1020	12	361,5
КЗ-111	89-114	0,7	7,4
КЗ-161	114-168	1	9,6
КЗ-1221	1220	15	547
КЗ-1421	1420	23	926

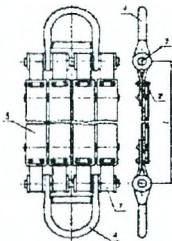


1 – щетка; 2 – каток; 3 – скоба; 5 – петля; 6 – ось

Рисунок 2.2. – Троллейная подвеска Т-20 (ТП-6)

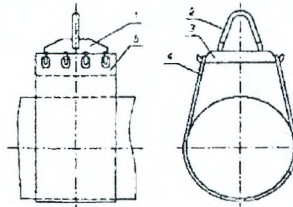
Таблица 2.2. Технические данные троллейных подвесок для труб

Показатели	Т-6; ТП-371С	Т-12А ТП-521С	Т-20 (ТП-6)	ТБ-20А	Т35; ТП-021С	Т-50А; ТП-222С	Отстой С1-
Грузоподъемность в т	6	12,5	20	20	35	50	50
Диаметр поднимаемых труб в мм	89-377	377-529	630-820	720-820	1020	1220	1420
Количество осей	2	3	3	2	4	4	4
Количество катков	-	6	6	4	8	8	8
Наибольший диаметр кат- 1 ка в мм	-	282	300	-	420	-	-
Габаритные размеры в мм:							
Длина по оси трубопровода	-	940	1194	-	1170	-	1960
Ширина	-	850	130	-	1580	-	2100
Высота	-	1140	1500	-	1950	-	2700
Вес в кг	82	212	543	650	742	1344	1500



1 – тросовая лента; 2 – зажимы; 3 – ось;  
4 – серьга; 5 – лента прорезиненная  
транспортная

Рисунок 2.3. Тросовый захват (полотенце)



1 – поперечина; 2 – серьга;  
3 – стальной лист;  
4 – лента; 5 – пластина

Рисунок 2.4. Мягкое полотенце ПМ



Таблица 2.3. Технические характеристики тросовых захватов

Показатели	ПМ-377	ПМ-529	ПМ-630	ПМ-820	ПМ-1020	ПМ-1420	ПМ-1221	ПМ-1422
Грузоподъемность в т	6	6	8	15	15	20	35	50
Диаметр опускаемых труб	89-377	529	630	720-820	1020	1220-1420	1020-1220	1420
Ширина полотенца в мм	260	480	-	600	600	800	800	800
Тросовая лента:								
Сечение в мм	78x12	78x12	78x12	78x12	78x12	-	-	-
Количество	2	3	3	4	4	-	1	1
Расстояние l между осями в мм	1600	2000	2500	2800	3600	5780	5780	5780
Вес в кг	58	96	120	140	170	280	199	299

Таблица 2.4. Техническая характеристика захвата клещевого полуавтоматического для труб

Грузоподъемность, т	3,2	5
Диаметр труб в мм:		
без колодки	500; 530; 560	820
с одной колодкой	450; 480	720
с двумя колодками	402; 426	630; 600
Наибольшая длина труб, мм	4000	4000
Габарит (в открытом положении) мм:		
Длина	860	1120
Ширина	275	275
Высота	2750	2900
Масса, кг	197	242,3

Таблица 2.5. Техническая характеристика троллейных подвесок для неизолированного тросопровода

Показатель	ТП371ХЛ	ТП521ХЛ	ТП822ХЛ	ТП1023Х	ТП1425ХЛ
Грузоподъемность, т	6,3	12,5	20	35	63
Диаметр поднимаемых тросопроводов, мм	89-377	377-530	377-820	1020	1220-1420
Число катков	4	6	6	8	12
Число рядов катков по образующей трубе	2	3	3	4	4
Число рядов катков по периметру трубы	2	2	2	2	3
Габаритные размеры, мм					
Длина	600	942	1194	1770	2106
Ширина	645	835	1280	1580	1034
Высота	870	1140	1500	1950	2630
Масса, кг	82	212	542	1342	1500



Таблица 2.6. Техническая характеристика троллейных подвесок для изолированного тросопровода

Показатель	ТПП1321	ТПП1021	ТПП1022	ТПП1421	ТПП1423
Грузоподъёмность, т	2	23	32	63	60
Диаметр поднимаемых тросопроводов, мм	80-325	1020	1020	1220-1420	1220-1420
Габаритные размеры, мм					
Длина	1480	2120	2180	2120	3500
Ширина	675	1700	1800	2034	2350
Высота	1130	2150	2575	2630	2985
Масса, кг	205	1155	1380	1400	1860

Таблица 2.7. Техническая характеристика полотенец мягких

Показатель	С металлическими пластинами					Без металлических пластин	
	8	16	25	40	63	32	60
Грузоподъёмность, т	8	16	25	40	63	32	60
Диаметр поднимаемых труб, мм	89-325	377-530	630-820	1020	1020-1420	1020	1220-1420
Ширина полотенца, мм	200	400	600	800	800	400	400
Размеры ленты, мм							
Толщина	10	10	10	10	10	10	10
Длина	2440	3010Ю	3350	5080	5080	5055	5055
Масса, кг	20,7	38	81	108	387	147	523

Таблица 2.8. Техническая характеристика захватов серии ЗТА

Показатель	ЗТА31	ЗТА101	ЗТАЮ2
Грузоподъёмность, т	3	10	10
Диаметр поднимаемых труб, мм	530-820	1020-1420	1020-1420
Длина поднимаемых труб, мм	9-12	9-12	9-12
Размеры, мм			
Длина	12400	12400	12400
Ширина	620	1160	1130
Высота	1260	1750	1750
Масса, кг	1225	2150	1960

Таблица 2.9. Техническая характеристика захватов серии ЗТ

Показатель	ЗТ822	ЗТ1422
Грузоподъёмность, т	6	9
Диаметр поднимаемых труб, мм	530-820	1020-1420 "1
Длина поднимаемых труб, мм	11-12	11-12
Число одновременно поднимаемых труб	1-2	1
Размеры, мм		
Длина	12400	12400
Ширина	620	1160
Высота	1260	1750
Масса, кг	1225	2150

Таблица 2.10. Техническая характеристика траверс

Показатель	ТРВ41	ТРВ61	ТРВ182
<i>Грузоподъёмность, т</i>	4	6	18
Диаметр поднимаемых труб,	273-355	377-820	1020-1420
Длина труб (в м), поднимаемых при помощи			
Строп	7-12	8-12	8-12
мягких полотенец	24	24	-
Размер, мм			
Высота	450	450	606
Масса, кг	897	945	1530

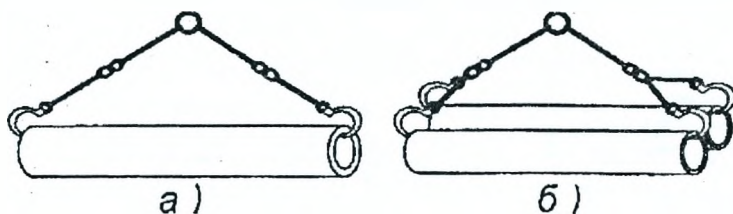
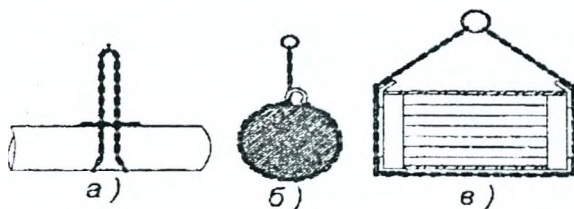


Рисунок 2.5. Грузозахватные устройства с двумя (а) и четырьмя (б) крюками



а – универсальным, б – облегченным с крюком на конце;  
в – с обхватом груза в двух местах

Рисунок 2.6. Схема строповки цепными стропами:

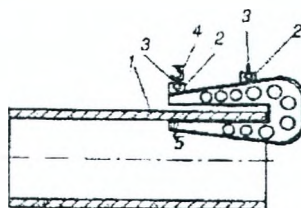
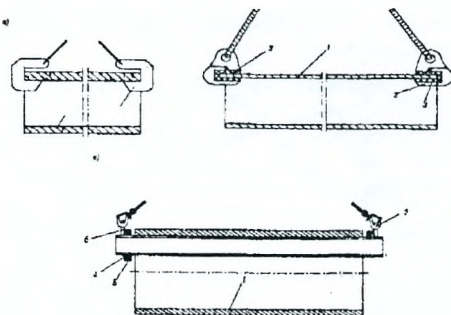


Рисунок 2.7. Скоба для опускания в траншею коротких труб



*a* – торцевой захват; *б* – торцевой захват с резиновыми прокладками; *в* – траверса;  
*1* – труба; *2* – крюки; *3* – резиновая прокладка; *4* – фланец; *5* – резиновая шайба;  
*6* – скоба для закрепления крюка

**Рисунок 2.8. Приспособления для опускания труб:**

**Таблица 2.11. Грузозахватные приспособления**

Наименование	Схема	Грузоподъемность, т	Длина, м	Масса, кг	Способ применения
Универсальный I облегченный строп УСК-1		36	3,2	10	Подъем конструкций и труб со строповкой в обхват
		5	3,8	11	
		63	4,5	12	
		10	5,5	15	
Универсальный петлевой строп УСК-2		50	8...10	25	Подъем конструкций и труб и оборудования со строповкой в обхват или "на удав"
		100	8...12	50	
		125	8...12	60	
		200	10...15	120	
Двухветвевой строп 2СК		20	2	15	Монтаж балок, ригелей, стеновых панелей, оборудования за монтажные петли
		50	2,5	25	
		80	3	40	
		125	5	75	
Четырехветвевой строп 4СК		2...5	2,5	30	Монтаж плит перекрытия, перекрытия, лестничных маршей, оборудования за монтажные петли
		40	2,5	40	
		6	3	80	
		3 10	3,5	110	

### ПРИЛОЖЕНИЕ 3

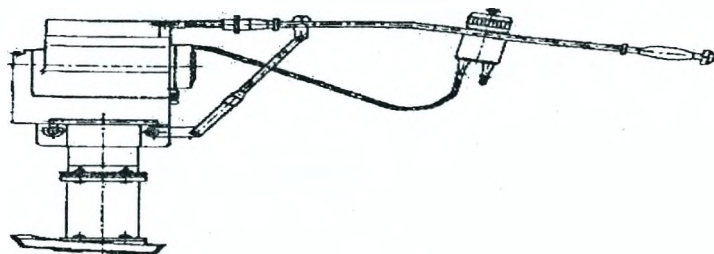


Рисунок 3.1. Электротрамбовка ИЭ-4503

Таблица 3.1. Технические требования к средствам механизации уплотнения грунта в стеснённых условиях

Показатели	Нанесные трамбовки		Подвесные трамбовки на кранах и экскаваторах	
	к малогабаритным тракторам и самоходным пассив	к одноковшовым экскаваторам с гидроприводом	с регулируемой энергией удара	вибрационные
Энергия удара, кгсм	50-250	250-700	700-3000	—
Площадь уплотняющей плиты, м <sup>2</sup>	0,1-0,25	0,25-0,8	0,8-2,2	0,6-3
Глубина уплотнения, м	0,3-0,5	0,5-0,9	0,9-1,5	0,6-2
Привод уплотняющего рабочего органа	Гидравлический	Механический и гидравлический	Электрический и от двигателя внутреннего сгорания	
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	50-100	50-200	50-200	60-300
Масса, т	0,1-0,3	0,3-1	1-5	2-10

Таблица 3.2. Значения толщины уплотнённого отсыпаемого слоя грунта при различных коэффициентах уплотнения

Вид грунта	Толщина уплотнённого слоя, см	Толщина отсыпаемого слоя, см, при коэффициенте уплотнения К			
		0,98-0,97	0,96-0,95	0,94-0,93	0,92-0,91
Песчаный	40	60	55	50	45
	60	80	75	70	65
Суглесь	40	60	55	50	45
	60	85	80	75	70
Суглинок (левоидный)	40	65	60	55	50
	60	100	95	90	85
Суглинок	40	60	55	50	45
	60	80	75	70	65
Глинистый	40	60	55	50	45
	60	85	80	75	70

Таблица 3.3. Характеристики и режимы работы машин и механизмов при уплотнении грунтов оптимальной влажности по числу проходов

Тип и марка уплотняемых машин	Вид уплотняемого грунта	Толщина уплотнённого слоя грунта, см	Число проходов (ударов) для достижения коэффициента уплотнения, К			
			0,98-0,97	0,96-0,95	0,94-0,93	0,92-0,91
Виброплиты самопередвигающиеся: SVP-12.5 SVP-25 SVP-31.5 GSD-22 »	Песчаный	20	4	3	2	1
		30	4	3	2	1
		40	4	3	2	1
		30	4	3	2	1
Электрограмбовки: ИЭ-4504 ИЭ-4502 ИЭ-4505 »	Песчаный	35	4	3	2	1
		25	4	3	2	1
	Глинистый То же	25				
		20				
»	»	10	4	3	2	1
		5				
Виброграмбовки самопередвигающиеся: ВУТ-5 ВУТ-4 ВУТ-3 СВТ-3МП »	Песчаный	20	4	3	2	1
		30	4	3	2	1
		40	4	3	2	1
		50	4	3	2	1

Таблица 3.4. Режим работы машин и механизмов при уплотнении грунтов оптимальной влажности по времени уплотнения одного следа

Тип и марка уплотняемых машин	Вид уплотняемого грунта	Толщина уплотнённого грунта, см	Время уплотнения одного следа, с, для достижения коэффициента уплотнения К			
			0,98-0,97	0,96-0,95	0,94-0,93	0,92-0,91
Гидромолоты (навесные на экскаваторы): ГМ-120 СП-62 СП-71	Песчаный	30				
		20	20	15	10	5
		80	20	15	10	5
		70	20	15	10	5
		60	20	15	10	5
Пневмомолоты (навесные на экскаватор): ПН-1300 ПН-1700 ПН-2400	Песчаный	30				
		20	20	15	10	5
		80	20	15	10	5
		70	20	15	10	5
		60	20	15	10	5
Виброплиты (подвесные к крану или экскаватору): ВПП-2 ВПП-3 ВПП-5 ВПП-6	Песчаный	80	30	25	20	15
		60	30	25	20	15
		60	30	25	20	15
		60	30	25	20	15
		50	30	25	20	15
Виброграмбовка (подвесная к крану или экскаватору)	Песчаный	80	30	25	20	15
		60				
	Глинистый					

## ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Таблица 4.1. Область применения экскаваторов в зависимости от объёмов работ

Объём работ в месяц, м <sup>3</sup>	Вместимость ковша, м <sup>3</sup>
До 1,5	0,15-0,40
1,5-20	0,50-0,80
20-50	1,0-1,5

Таблица 4.2. Техничко-экономические показатели самосвалов

Показатели	Марка					
	ГАЗ-53Б	ЗИЛ-ММЗ-555	МАЗ-503А	КрАЗ-256	МАЗ-525	БелАЗ-540
Грузоподъёмность, т	3,5	4,5	7,0	11,0	25	27
Вместимость кузова, м <sup>3</sup>	5,0	3,1	4,5	6,5	14,3	15,3
Погрузочная высота, м	1,99	1,9	2,15	2,64	3,3	3,3
Минимальный радиус поворота, м	8,0	7,8	7,0	11,2	13,8	13,8
Габаритные размеры, м:						
длина	6,38	5,55	5,92	8,19	8,3	7,18
ширина	2,45	2,39	2,6	2,65	3,2	3,43
Расчётная стоимость, руб	3960	3610	6420	9170	25360	26145
Эксплуатационные расходы на 1 машино-ч, руб.: не зависящие от пробега на 1 км пробега	1,19 0,103	1,16 0,11	1,53 0,149	1,9 0,219	1,89 0,694	2,81 0,511
Продолжительность работы в году, ч	2750	2750	2750	2750	2750	2750

Таблица 4.3. Скорость движения самосвалов по дорогам с разными видами покрытия, км/с

Вид покрытия	Дальность транспортировки, км				
	0,5	1,0	2,0	3,0	5,0
Асфальт, бетон, сборные плиты	20	25	35	35	35
Щебеночное	18	22	30	30	30
Булъжное	16	20	27	27	27
Грунтовое	15	17	25	25	25

Таблица 4.4. Справочные данные для определения технико-экономических показателей работы землеройно-транспортных и землеройных машин

Марка машины	Марка трактора	q, м <sup>3</sup>	C <sub>ит</sub> тыс. руб.	C <sub>смм</sub> руб.	Годовое число часов работы
1	2	3	4	5	6
Бульдозеры					
ДЗ-37	Беларусь	-	3,61	15,41	1800
ДЗ-29	Т-74	-	3,26	17,28	1800
ДЗ-42	Т-75	-	4,91	19,43	1800
ДЗ-8	Т-100	-	8,43	25,29	2580
ДЗ-19	Т-100	-	10,1	26,4	2580
ДЗ-17	Т-100	-	8,32	24,11	2580
ДЗ-18	Т-100	-	7,21	24,5	2580



Продолжение таблицы 4.4

Тракторы					
Т-75	-	-	3.74	16.35	1800
Т-80	-	-	4.76	16.83	1800
Т-100	-	-	7.53	19.29	2580
Т-140	-	-	19.75	30.57	2600
Т-180	-	-	21.95	32.1	2600
ДЭТ-250	-	-	41.63	46.08	2600
Одноковшовые экскаваторы					
Э-2621А	-	0.25	6.42	17.23	2050
ЭО-3322А	-	0.5	20.76	26.08	3075
ЭО-5015А	-	0.5	20.34	26.2	3075
ЭО-4111Б	-	0.65	17.14	28.3	3075
ЭО-4121А	-	0.65	23.47	31.08	3075
ЭО-4321	-	0.65	28.78	33.62	3075
ЭО5112А	-	1	25.04	33.4	3075
ЭО-5122	-	1.16	37.34	42.64	3075
ЭО-3311Г	-	0.4	12.3	18.31	2400
ЭО-3311Б	-	0.4	10.92	18.37	2400
ЭО-3211Б	-	0.4	12.2	18.16	2400
Э-504	-	0.5	16.64	25.34	3075
Э-505	-	0.5	16.4	23.78	3075
Э-3112Б	-	0.5	16.4	23.78	3075
Э-651	-	0.65	18.15	28.78	3075
Э-652	-	0.65	17.14	28.3	3075
Э-801	-	0.8	19.32	30.18	3075
Э-10011	-	1.1	21.96	35.80	3075
ЭО-6111Б	-	1.25	21.51	33.73	3075

Таблица 4.5. Справочные данные для определения технико-экономических показателей работы кранов

Модель (марка) крана	Максимальная грузоподъемность, т	Инвентарная расчётная стоимость, тыс. руб.	Данные для определения себестоимости 1 маш-ч, руб.			Трудоёмкость, чел.-ч		Количество человек в звене
			Единичные затраты $C_{ед}$	Годовые затраты $C_{г}$	Экспл. расходы на маш-ч, Э	Монт., де- монтажа крана $O_{мд}$	Доставка крана $Q_{д}$	
Гусеничные краны								
МКГ-16 м	16	30,7	30	4525	4,26	52	8	2
МКГ-25	25	31,1	36	4276	4,71	71	14	3
МКГ-25БР	25	36,6	36	5032	4,75	71	14	3
РДК-250	25	77,4	36	10642	4,75	78	14	3
ДЭК-251	25	28,2	36	3877	4,71	112	14	3
Шневомолёсные краны								
КО-4361А	16	27,8	37	3884	4,23	46	7	2
КС-4362	16	27	37	3772	4,4	44	7	2
МКП-25А	25	40,7	58	5193	4,6	76	7	3
КС-5363	25	40,7	58	5193	4,84	101	7	3

Продолжение таблицы 4.5

Автомобильные краны								
КС-1562	5	7,95	4,8	1232,2	14,14	4,2	3	3
КС-1562А	5	8,87	4,8	1245,5	14,14	4,2	3	3
КС-2561Д	6,3	7,84	4,8	1215,2	17,09	4,2	3	3
КС-2561Е	6,3	8,5	4,8	1317,5	17,09	4,2	3	3
КС-2561К	6,3	8,61	4,8	1334,4	17,09	4,2	3	3
МКА-6,3	6,3	12,95	4,8	2005	17,75	4,2	3	3
МКА-10М	10	19,79	4,84	3064,6	19,96	6,4	3	3
СМК-10	10	16,69	4,84	2584,2	19,46	6,4	4	3
КС-3562А	10	18,62	4,84	2784,3	20,22	5,9	4	3
КС-3562Б	10	20,01	4,84	3264,8	20,22	5,9	4	3
КС-3561	10	17,01	4,84	2633,4	19,96	5,9	4	3
КС-3561А	10	17,44	4,84	3701,2	19,96	5,9	4	3
К-162:	10	22,15	4,84	3418,8	20,55	7,1	4	3
КС-4561	16	21,5	4,96	3326,4	21,59	6,6	4	3
КС-4561А	16	24,9	4,96	3859,5	21,59	6,6	4	3
МКА-16	16	26,54	4,00	4171,8	21,35	6,9	4	3
КС-4571	16	28,99	4,96	4492,6	21,94	6	4	3

Примечание: число часов работы в году гусеничных кранов 3370, пневмоколёсных-3420, автомобильных-3350.

Таблица 4.6. Техническая характеристика плетевозов

Показатель	ПВ93	ПВ95	ПВ94	ПВ203	ПВ204	ПВ301	ПВ361
	Шасси "Урал-375Е"	Шасси "Урал-4320"	Шасси "ЗИЛ-131"	Шасси "КрАЗ-260"	Шасси "КрАЗ-255Б"	Шасси "МАЗ-7310"	Шасси "МАЗ-7310"
Грузоподъёмность т	9	12	3,5-6	25	19	30	36
Нагрузка, кН на тяговый автомобиль на роспуск	40	45	30	80	60	120	130
	50	75	50	170	130	180	230
Погрузочная высота, мм	1880	1880	1780	2000	2000	2100	2100
Колея, мм	2000	2000	1820	2160	2160	2375	2375
Размер шин автомобиля (роспуска), мм	370x 508 (14-20)	370x 508 (14-20)	320x 508 (12-20)	1300x 530 (533)	1300x 530 (533)	1550x 600 (633)	1550x 600 (633)
Размеры, мм: длина ширина высота	11440	11440	11300	20000	15000	16000	16540
	2500	2500	2500	2720	2685	3050	3050
	2870	2870	2180	3230	3135	3475	3500
Масса (вместе со снаряжением), кг	12400	12620	9700	20600	17350	30000	36410

Таблица 4.7. Техническая характеристика плетевоза ПТК252

Тягач	Трактор "Кировец К-701"
Грузоподъёмность, т	25
Погрузочная высота, мм	1825
Размер шин прицепа, мм	370-508 (14-20)
Размеры (без груза), мм: длина ширина высота	16550
	2500
	2270
Масса (вместе со снаряжением), кг	21000

Учебное издание

Составители:

*Пётр Петрович Ивасюк  
Владимир Геннадьевич Новосельцев  
Геннадий Егорович Ребров  
Владимир Петрович Чернюк  
Вячеслав Николаевич Пчелин  
Александр Витальевич Бондарь*

## **Методические указания**

К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА И  
РАЗДЕЛА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

**«РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ НА ПРОИЗВОДСТВО  
ЗЕМЛЯНЫХ И МОНТАЖНЫХ РАБОТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ  
ЛИНЕЙНО-ПРОТЯЖЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НАРУЖНЫХ  
ТЕПЛОВЫХ, ГАЗОВЫХ СЕТЕЙ»**

ПО КУРСУ «Технология строительных и монтажных работ» для студентов  
специальности 1-70 04 02 «Теплогасоснабжение, вентиляция и охрана  
воздушного бассейна» дневной и заочной форм обучения

Ответственный за выпуск: Ивасюк П.П.

Редактор: Боровикова Е.А.

Корректор: Щерба О.В.

Компьютерная вёрстка: Соколюк А.П.

---

Подписано к печати 20.05.2013 г. Формат 60x84/16. Бумага «Снегурочка».

Усл. п.л. 4,9. Уч. изд. л. 5,25. Заказ № 1328. Тираж 50 экз.

Отпечатано на ризографе Учреждения образования  
«Брестский государственный технический университет».

224017, г. Брест, ул. Московская, 267.