

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

# **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**  
**«ПРОИЗВОДСТВО ЗЕМЛЯНЫХ И МОНТАЖНЫХ**  
**РАБОТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**  
**ВОДОПРОВОДНО-КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ»**  
**ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 1- 70 04 03**  
**«ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ И ОХРАНА ВОДНЫХ**  
**РЕСУРСОВ» ДНЕВНОЙ И ЗАОЧНОЙ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ**

Настоящие методические указания составлены в соответствии с требованиями, заложенными в рабочей программе курса «Технология и организация строительно-монтажных работ» для студентов специальности 1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов» дневной и заочной форм обучения.

В указаниях изложены вопросы разработки технологической карты на производство земляных и монтажных работ при строительстве водопроводно-канализационных трубопроводов в курсовом проектировании.

Составители: Т. В. Игнатюк, ст. преподаватель

С. М. Семенюк, доцент, к. т. н.

А. В. Бондарь, ст. преподаватель

П. П. Ивасюк, доцент

В. Н. Пчелин, доцент

Рецензент: директор филиала РУП «Институт БелНИИС» –  
«Научно-технический центр» г. Брест, В. Н. Деркач

## **ВВЕДЕНИЕ**

Монтаж строительных конструкций является ведущим технологическим процессом в строительстве. Этому способствуют наличие широко развитой сети предприятий, выпускающих сборные конструкции, применение эффективной комплексной механизации, поточной организации монтажа, конвейеризации и других организационных и технологических методов, обеспечивающих техническую, экономическую и энергетическую эффективность монтажных работ.

При производстве земляных работ все подготовительные, вспомогательные и основные процессы выполняют комплектами машин, каждая из которых предназначена для определенного рабочего процесса или операции (разработка, транспортирование, разравнивание и уплотнение грунта; планировка откосов и т. д.). В общем случае одна и та же работа может быть сделана с большей или меньшей эффективностью различными комплектами машин. Способ и комплект машин для конкретных производственных условий выбирают на основании технико-экономического анализа и обоснования различных вариантов.

При строительстве водопроводно-канализационных трубопроводов подбирают комплекс процессов и работ, которые выбираются с учетом исходных данных. Учитывая исходные данные, выполняются технологические расчеты, которые важны при выборе строительных процессов и последовательности их выполнения. Технологические расчеты необходимы для подбора машин и механизмов, их наиболее рационального использования при производстве работ на строительной площадке.

Организационные расчеты позволяют определить количество рабочих, необходимых при производстве работ, продолжительность выполнения и очередность задействования рабочих разных специальностей на различных этапах производства работ.

### **1. ЦЕЛЬ 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 строительства водопроводно-канализационных 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 вариантного проектирования;
- разработать технологическую карту на монтаж водопроводно-канализационного трубопровода.

### **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 несколько листов А3) и расчетно-пояснительной записки, оформленных в соответствии со Стандартом университета.

Курсовой проект выполняется согласно выданному заданию по графику, прилагаемому к заданию.

Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разборке вопросов): составление спецификации сборных элементов; построение профиля трассы; определение объемов земляных работ; выбор методов производства земляных работ; выбор одноковшовых экскаваторов по техническим параметрам; подбор транспортных средств; выбор вспомогательных машин; расчет экскаваторного забоя; расчет водопонижения; выбор методов трубоукладочных работ; подбор кранов по техническим параметрам; расчет производительности монтажных кранов; технико-экономическое сравнение вариантов производства работ; составление калькуляции трудовых и денежных затрат; построение календарного графика производства работ; указания по производству работ; указания по ТБ; ТЭП проекта.

Перечень графического материала: профиль трассы; схема экскаваторного забоя (план, разрез); схема монтажа труб и колодцев (план, разрез); поперечное сечение траншеи (с откосами и вертикальными стенками); схема обратной засыпки и уплотнения грунта; схема заделки стыков труб; календарного графика производства работ; ТЭП проекта.

### 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЁМОВ РАБОТ

#### 3.1. Составление спецификации сборных элементов

Осуществляем в форме таблицы 1.

**Таблица 1 – Спецификация сборных элементов**

№ п/п	Наименование элемента	Марка элемента	Кол-во, шт.	Размеры, м			Масса, т	
				ℓ	b	h	Одного элемента	Общая
1	2	3	4	5	6	7	8	9
			Σ					Σ

Трубы подбираем по [1], главы 1–7, причем длину труб назначаем по [2], «Вводная часть».

Для подбора конструкций сборных колодцев необходимо предварительно установить внутренние размеры колодца: для канализации по [3]; для водоснабжения по [4].

Высоту рабочей части колодца надлежит принимать: для канализации – 1,8 м [3] п. 7.2; для водоснабжения – 1,8 м [4] п. 11.56.

Конструкция колодцев и количество типоразмеров сборных элементов колодца принимаются по [1], глава 54.

Количество труб определяется по выражению

$$K = (L - Z \cdot C) / (l - a), \text{ шт.} \quad (1)$$

где  $L$  – длина трассы, м;  
 $Z$  – количество колодцев, шт.;  
 $C$  – величина зазора между трубами в колодце, м;  
 $l$  – длина трубы, м;  
 $a$  – глубина раструба.

Количество колодцев определяется после построения продольного профиля трассы (рис.1).

Круглые колодцы состоят из плиты днища, нижнего кольца рабочей камеры с отверстиями, колец рабочей камеры, плиты перекрытия, колец горловины, опорного кольца.

Прямоугольные колодцы состоят из плит днища, стеновых панелей, плит перекрытия, колец горловины, опорного кольца.

Где на рисунке 1  $l$  – длина элемента;  $b$  – ширина элемента (для трубы – наружный диаметр);  $h$  – высота элемента.

### 3.2. Определение объёмов земляных работ

1. При разработке траншеи

Порядок расчётов при определении объёмов следующий:

а) определяем минимальную глубину заложения трубопровода: для канализации по [3], п. 11.1.10

$$h_{min} = \max\{h_{пр} - m; 0,7 + D_n\}; \quad (2)$$

для водоснабжения по [4], п. 11.16

$$h_{min} = \max\{h_{пр} + 0,5; 0,5 + D_n\}, \quad (3)$$

где  $h_{пр}$  – глубина промерзания, м;

$D_n$  – наружный диаметр труб, м;

$m = 0,3$  при диаметре  $< 500$  мм,  $0,5$  при диаметре  $> 500$  мм;

б) Строим продольный профиль поверхности земли (рис. 1) по точкам пересечения горизонталей с осью трассы. Черная отметка данной точки равна отметке горизонтали;

в) устанавливаем минимальные уклоны трубопровода:

– для канализации по [3], п. 6.5: диаметром 150 мм – 0,008; 200 мм – 0,007;  $> 1250$  мм – 0,0005;

– для водоснабжения по [4], п. 11.15 равен 0,001; при плоском рельефе местности допускается снижать уклон до 0,0005;

г) размещаем колодцы по трассе в местах поворота трубопровода и на концах трассы, а также в местах подключений. Кроме того, колодцы располагаются:

– для канализации в соответствии с [3], п. 7. 2. 1;

– для водоснабжения в соответствии с [4], п. 11.55;

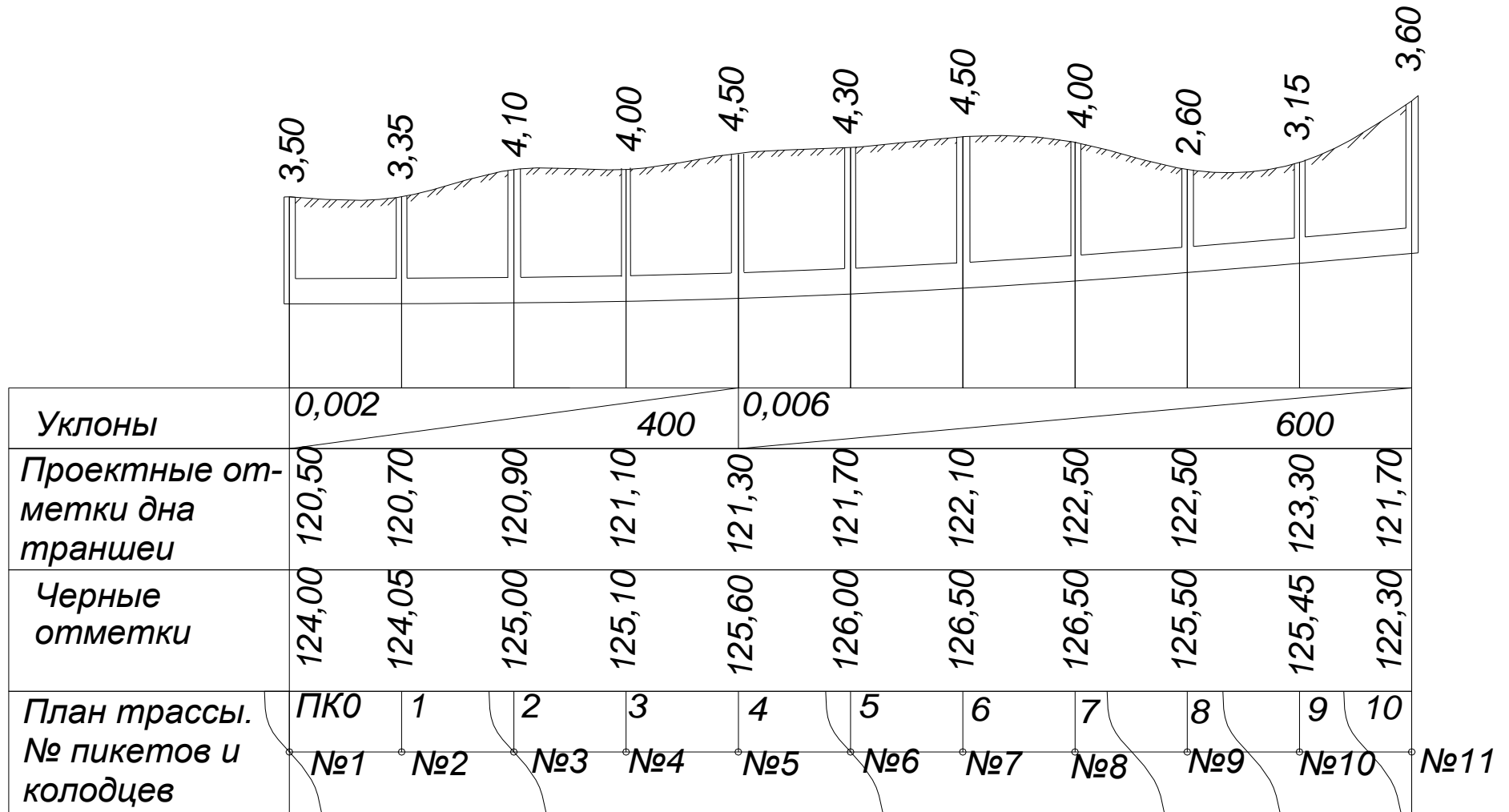
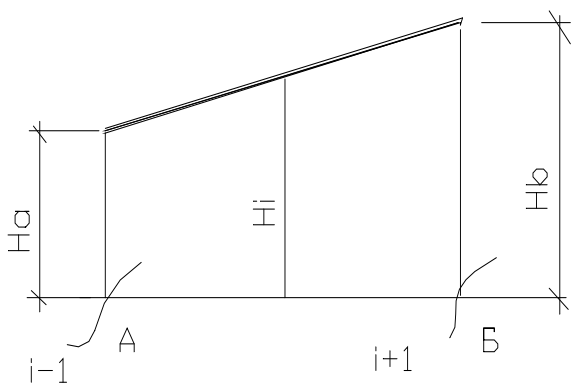


Рисунок 1 – Продольный профиль трассы

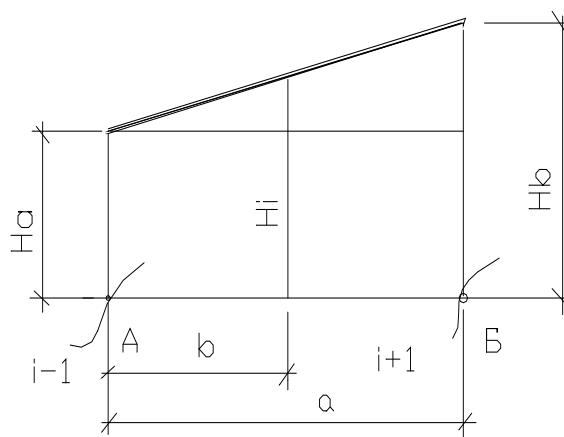
д) строим красную линию (устанавливающую проектное положение трубопровода) с соблюдением минимальной глубины заложения трубопровода, минимального уклона и обеспечением минимального объема земляных работ и количества колодцев (рис. 1);

е) располагаем пикеты по трассе, которые совпадают с расположением колодцев (номера колодцев ставятся на профиле под ось трассы (рис. 1), а номера пикетов – над осью). Дополнительные пикеты устанавливаем в местах излома рельефа и нумеруем по номеру левого пикета (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. 2) или графоаналитическим (рис. 3);



**Рисунок 2 – Графический способ определения черных отметок**



**Рисунок 3 – Графоаналитический способ определения черных отметок**

$$H_i = (H_b - H_a) \cdot b / a + H_a, \quad (4)$$

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:

$$H_{кpi} = H_{оп} + i \cdot l_i, \quad (5)$$

где  $H_{оп}$  – красная отметка определяющей точки (на рис.1 определяющей точкой является пикет 1, поэтому  $H_{оп} = H_1 - h_{min}$ ), м;

$i$  – уклон трубопровода ;

$l_i$  – расстояние от определяющей точки до пикета, отметка которого находится, м;

и) определяем рабочие отметки:

$$h_i = H_{кpi} - H_i, \text{ м.} \quad (6)$$

Рабочие отметки записываем напротив пикетов над профилем (рис. 1);  
 к) определяем ширину траншеи по дну:  
 – при разработке траншеи с откосами (как правило, в загородной зоне)  
 по выражению (рис. 4):

$$b_{mp}^0 = n_m \cdot D_n + c(n_m - 1) + 2f, \text{ м}, \quad (7)$$

где  $n_m$  – количество параллельно прокладываемых 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 [3] или [4];  
 – при разработке траншеи с вертикальными стенками (часто в городской черте) определяем (рис. 5) по формуле:

$$b_{mp}^b = n_m \cdot D_n + c(n_m - 1) + 2 \cdot d + b_{кр}, \text{ м}, \quad (8)$$

где  $d$  – запас между стенкой траншеи (либо крепления) и трубой (принимаем по таблице 2), м;  
 $b_{кр}$  – двойная толщина крепления (принимаем по таблице 3).

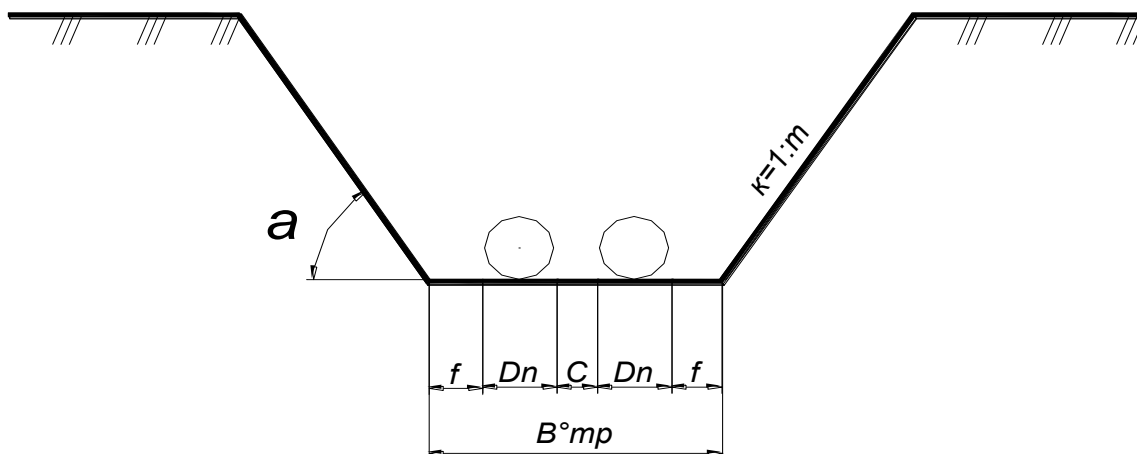


Рисунок 4 – Поперечное сечение траншеи с откосами

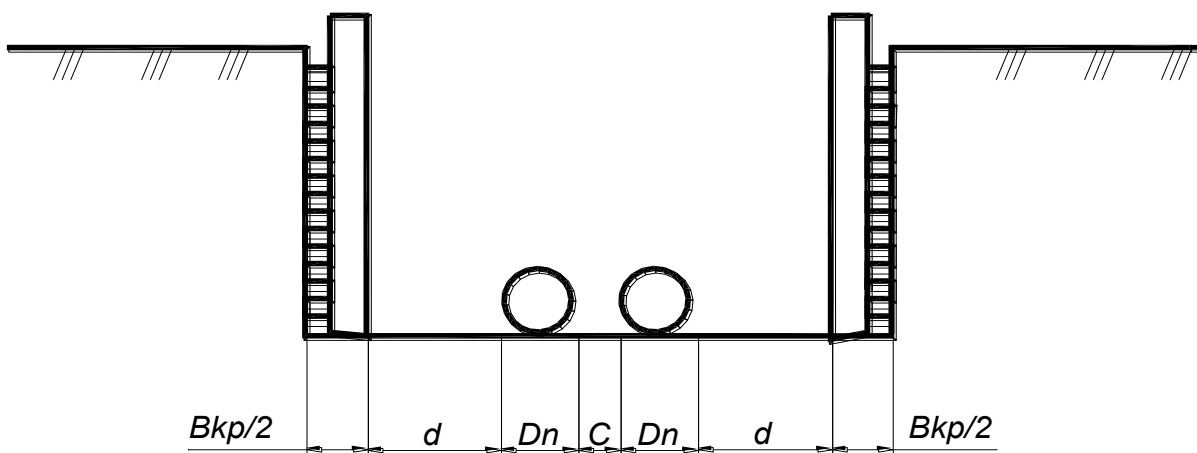


Рисунок 5 – Поперечное сечение траншеи с вертикальными стенками



**Таблица 2 – Наименьшая ширина траншеи по дну для укладки трубопроводов**

Способ укладки трубопроводов	Наименьшая ширина траншей с вертикальными стенками по дну, м, без учёта крепления		
	стальных и пластмассовых	раструбных чугунных, бетонных, железобетонных и асбестоцементных	бетонных, железобетонных на муфтах и фальцах и керамических
1.Плетями или отдельными секциями при наружном диаметре D труб, м: до 0,7 более 0,7	D+0,3, но не менее 0,7 1,5 D	– –	– –
2.Отдельными трубами при наружном диаметре D, м: до 0,5 от 0,5 до 1,6 от 1,6 до 3,5 (общих и водосточных коллекторов)	D + 0,5 D + 0,8  D + 1,4	D + 0,6 D + 1,0  D + 1,4	D + 0,8 D + 1,2  D + 1,4

*Примечания:* 1. Ширина по дну траншей для укладки трубопроводов диаметром свыше 3,5 м, а также на кривых участках трассы устанавливается проектом.

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

3. Ширина траншей 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;

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:

$$V_{ij} = L_{ij} \left[ F_0 + \frac{m(h_i - h_j)^2}{12} \right], \text{ м}^3 \quad (9)$$

где  $L_{ij}$  – 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,  $\text{м}^2$ .

$$F_0^0 = (b_{mp}^0 + m \cdot h_{cp}) \cdot h_{cp}, \text{ м}^2; \quad (10)$$

$$b_{cp} = (h_i + h_j) / 2, \text{ м}, \quad (11)$$

где  $m$  – коэффициент откоса для временных выемок, принимаемый по таблице 4;

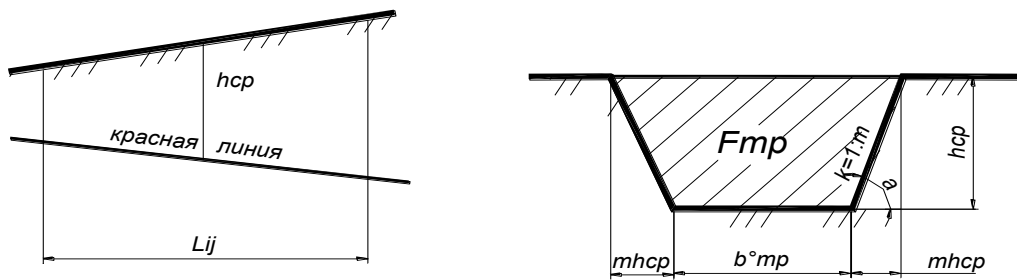


Рисунок 6 – Схемы к определению объёмов земляных работ для участка траншеи с откосами

– для участков траншеи с вертикальными стенками (рис. 7):

$$V_{ij}^b = \frac{F_i + F_j}{2} L_{ij} = \frac{h_i + h_j}{2} b_{mp}^b \cdot L_{ij}, M^3 \quad (12)$$

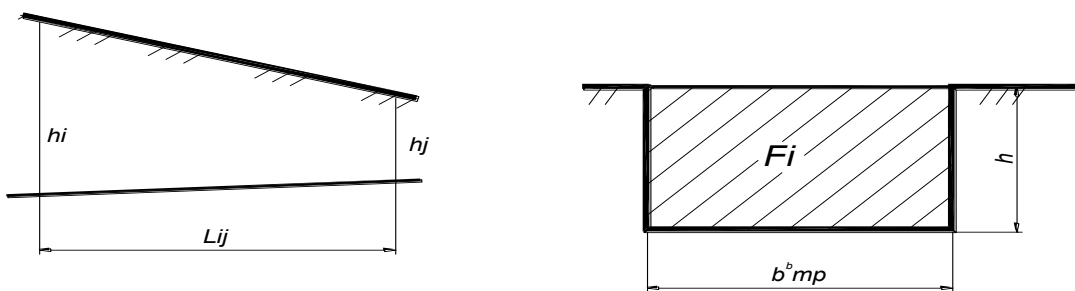
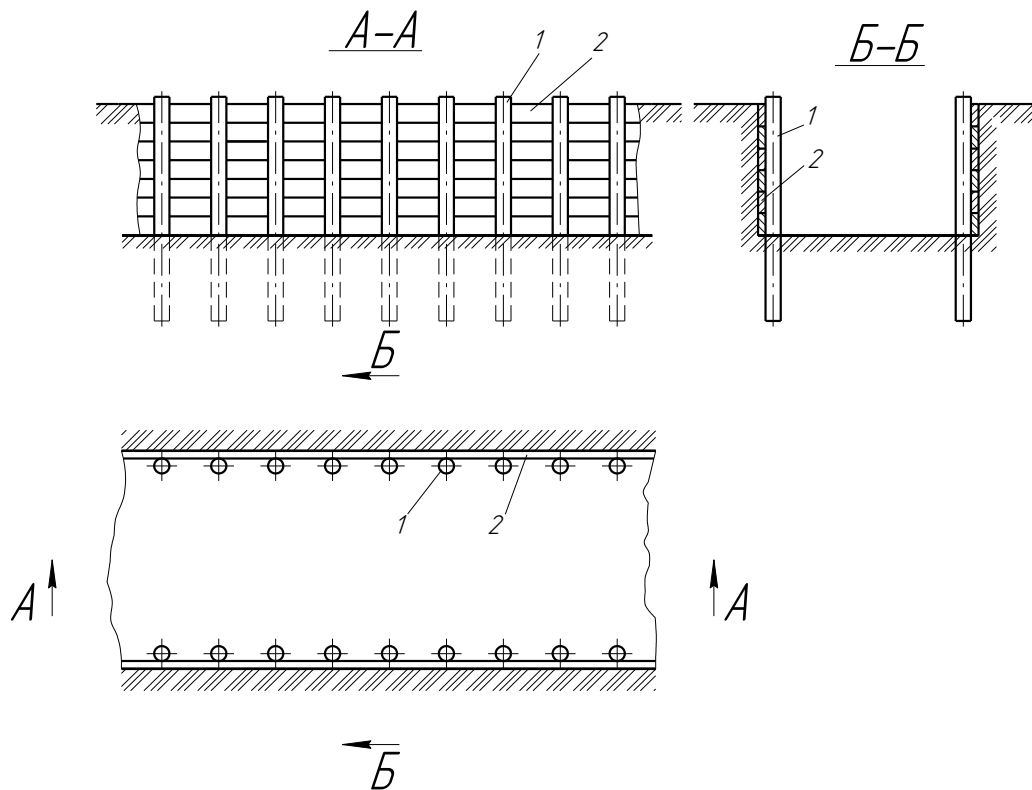


Рисунок 7 – Схемы к определению объёмов земляных работ для участка траншеи с вертикальными стенками

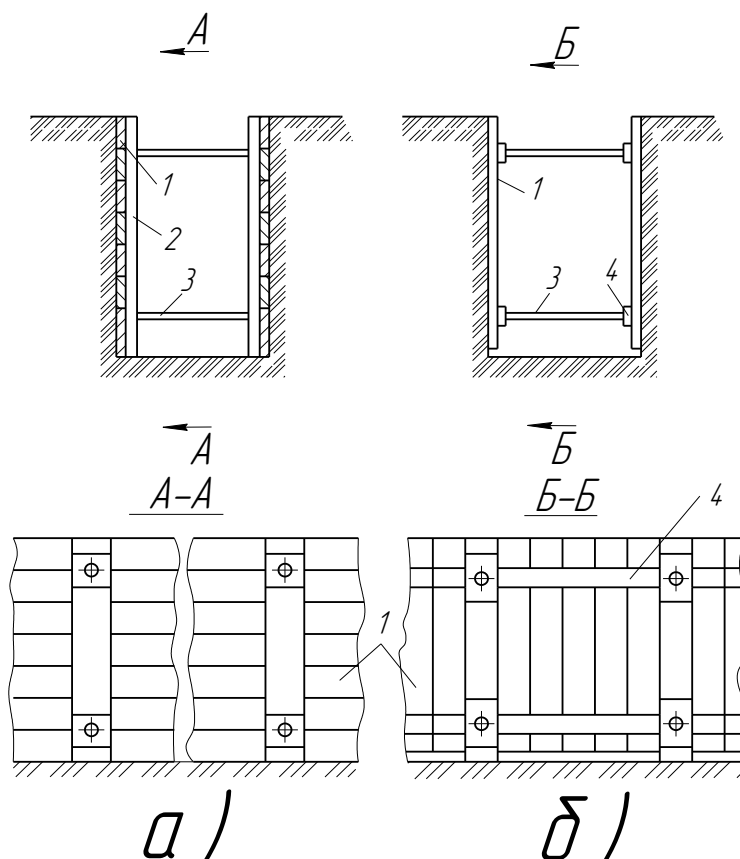


1 – стальная труба (свая), 2 – забирка

Рисунок 8 – Консольное безраспорное трубчатое крепление

**Таблица 3 – Двойная толщина крепления**

№ п/п	Вид крепления	При глубине копания		
		2 м	3 м	4 м
1	2	3	4	5
1	Горизонтальное и вертикальное сплошное или с прозорами	0,1	0,2	0,4
2	Шпунтовое	0,4	0,6	0,8



1 – доски (брусья), 2 – стойки, 3 – распорки, 4 – прогоны

**Рисунок 9 – Крепление щитов: а – горизонтальное, б – вертикальное**

**Таблица 4 – Крутизна откосов котлованов и траншей**

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

2. При разработке котлованов под колодцы:

а) устанавливаем размеры котлована понизу:

– для котлованов с откосами:

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

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

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

$b_k^0$  – ширина котлована по низу, м;

$a_k^0$  – длина котлована по низу, м.

Для котлованов с вертикальными стенками длина  $a_k^0$  и ширина  $b_k^0$  определяются следующим образом:

$$a_k^b = a + 1,4 + b_{кр}, b_k^b = b + 1,4 + b_{кр};$$

б) определяем объёмы выступающих за траншею частей котлована:

– для котлованов с откосами

$$v_{li}^0 = (a_k^0 + m \cdot h_i)(b_k^0 - b_{тр}^0)h_i, \text{ м}^3, \quad (13)$$

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

– для котлованов с вертикальными стенками:

$$v_{li}^b = (b_k^b - b_{тр}^b) \cdot a_k^b \cdot h_i, \text{ м}^3; \quad (14)$$

в) определяем дополнительные объёмы крайних котлованов:

– для котлованов с откосами:

$$V_{2i}^0 = \frac{h_i}{12} [a_k^0 \cdot b_k^0 + c \cdot d + (a_k^0 + c)(b_k^0 + d)], \text{ м}^3, \quad (15)$$

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

$$c = a_k^0 + 2 \cdot m \cdot h_i; d = b_k^0 + 2 \cdot m \cdot h_i;$$

– 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:

$$V_{\Pi}^0 = (h_{нед} \cdot m + b_{тр}^0) \cdot L_0 \cdot h_{нед}, \text{ м}^3, \quad (17)$$

где  $h_{нед}$  – величина недобора, которую принимаем по таблице 5, м;

$L_0$  – длина участка траншеи с откосами, м.

Для участка траншеи с вертикальными стенками:

$$V_{\Pi}^b = b_{тр}^b \cdot h_{нед} \cdot L_с, \text{ м}^3, \quad (18)$$

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

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

**Таблица 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

4. При разработке прямков под стыки трубопровода  
Размеры прямков назначаем по таблице 6.

**Таблица 6 – Размеры прямков**

Трубы	Тип соединения	Наружный диаметр трубопровода, м	Размеры прямков		
			Длина	Ширина	Глубина
Стальные	сварное	для всех диаметров	1	+1,2	0,7
Чугунные	раструбное	до 326	0,55	+0,5	0,3
Асбестоцементные	муфтовое	более 326	1,0	+0,7	0,4
		до 325	0,7	+0,5	0,2
		более 325	0,9	+0,7	0,3
Бетонные и ж/б	раструбное и муфтовое	до 640	1	+0,5	0,3
		более	1	+1,0	0,4
Пластмассовые	все виды стыковых соединений	для всех диаметров	0,6	+0,5	0,2
Керамические	раструбное	для всех диаметров	0,5	+0,6	0,3

Объём прямков равен:

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

где  $l_{пр}$  – длина прямка, м;  
 $b_{пр}$  – ширина прямка, м;  
 $h_{пр}$  – глубина прямка, м;  
 $N$  – количество труб, шт.

4. Определение общего объёма разрабатываемого грунта

$$V_0 = \sum_{i=1}^p V_{ij}^0 + \sum_{i=1}^p V_{li}^0 + \sum_p V_{ij}^b + \sum_{p+1}^n V_{li}^b + V_{2i}^0 / 2 + V_{2i}^b / 2 - V_{\pi}^0 / 2 - V_{\pi}^b / 2 + V_{пр}, \quad (20)$$

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

5. Определение объёма отвозимого грунта

Объём отвозимого грунта  $V_{отв}$ , м<sup>3</sup>, равен

$$V_{отв} = V_0 - V_{обр}, \quad (21)$$

где  $V_{обр}$  – объём обратной засыпки, м<sup>3</sup>.

$$V_{обр} = (V_0 - V_T - V_K) / (1 + K_{op}), \quad (22)$$

где  $V_m$  – объём трубопровода, м<sup>3</sup>;  
 $V_k$  – объём колодцев, м<sup>3</sup>;  
 $K_{op}$  – коэффициент остаточного разрыхления, в долях [19].

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

где  $a_{кол}$  – длина колодца (наружный диаметр), м;  
 $K$  – коэффициент, учитывающий увеличение объёма за счёт раструбов ( $K = 1,05$ ).

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

где  $F_k$  – площадь колодца в плане по наружным обмерам, м<sup>2</sup>;  
 $h_p$  – высота рабочей камеры, м;  
 $\delta_{пл}$  – толщина плиты перекрытия, м;  
 $\delta_{пл.дн}$  – толщина плиты днища, м;  
 $h_i$  – рабочая отметка  $i$ -го колодца.  
 Если в выражении (24)

$$h_i - (h_p + b_{пл} + b_{пл.дн}) < 0, \quad (25)$$

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

## 4. ВЫБОР МЕТОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

### 4.1. Предварительный выбор вариантов разработки траншеи

Выбор возможных вариантов (не менее двух) разработки траншеи 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).

### 4.2. Выбор одноковшовых экскаваторов по техническим параметрам

Основным параметром одноковшовых экскаваторов является ёмкость ковша, которая устанавливается исходя из трёх условий:

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

$$\Pi_{э.см}^{mp} = V_0^3 / (T_3 \cdot M \cdot K_c), \quad (26)$$

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 таблице 7 устанавливаем соответствующую ей ёмкость ковша экскаватора  $q$ , м<sup>3</sup>.

**Таблица 7 – Зависимость производительности экскаваторов от емкости 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  $h_{i\ min} \geq h^{\circ}_{\ min}$ , где  $h_{i\ min}$  – минимальная рабочая отметка по трассе, м;  $h^{\circ}_{\ min}$  – наименьшая глубина забоя, обеспечивающая наполнение ковша за одно черпание (таблица 8).

**Таблица 8 – Наименьшие параметры проходок экскаватора, оборудованного 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  $l_{e\ min} \geq P_{ен}$ , где  $l_{e\ min}$  – минимальная длина пути волочения ковша (соответствует минимальной рабочей отметке трассы), м;  $P_{ен}$  – нормальная длина пути волочения ковша драглайна в забое, обеспечивающая полное заполнение (таблица 9).

**Таблица 9 – Нормальная длина пути волочения ковша драглайна в забое, обеспечивающая полное заполнение, м.**

Вместимость ковша экскаватора, м <sup>3</sup>	Характер грунтов		
	лёгкий	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

$$l_{e \min} = h_{i \min} / \sin \alpha',$$

где  $\alpha'$  – угол внутреннего откоса забоя (таблица 10).

**Таблица 10 – 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. Емкость ковша подбирается таким образом, чтобы:

$$b^3 \leq \min\{b_{mp}^0; b_{mp}^b\},$$

где  $b^3$  – ширина режущей кромки ковша экскаватора, м (таблица 11)

Наиболее важным при выборе ёмкости ковша являются условия 2 и 3. На основании выбранной ёмкости устанавливаем марку экскаватора по [18], Е2-1-7, таблица 1 (для драглайна) и Е2-1-11, таблицы 1 и 5 (для обратной лопаты) с обеспечением условия  $H_p \max \geq h_i \max$ , где  $H_p \max$  – максимальная глубина резания экскаватора, м;  $h_i \max$  – максимальная глубина траншеи, м.

**Таблица 11 – 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	0,65
	0,35	0,95
	0,5	1,0
	0,75	1,25
	1,0	1,4

#### **4.3. Определение эксплуатационной сменной производительности одноковшовых экскаваторов $\Pi_{э см}$**

$$\Pi_{э см} = 60 \cdot q \cdot t_{см} \cdot n \cdot K_E \cdot K_B, \text{ м}^3 / \text{см} \quad (27)$$

где  $q$  – ёмкость ковша экскаватора, м<sup>3</sup>;  
 $t_{см}$  – продолжительность смены в часах ( $t_{см} = 8$  ч);  
 $n$  – количество циклов экскаватора;  
 $K_E$  – коэффициент использования ёмкости ковша ( $K_E = K_H / K_P$ ) (таблица 12);  
 $K_H$  – коэффициент наполнения ковша грунтом;



$K_P$  – коэффициент разрыхления грунта в ковше (таблица 18);

$K_B$  – коэффициент использования экскаватора по времени ([18] приложение 3 или 5).

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

**Таблица 12 – Коэффициент использования емкости ковша одноковшовых экскаваторов**

Наименование работы и вид оборудования	Емкость ковша, м <sup>3</sup>	Группа грунта					
		I	II, IМ	III, IIМ	IV	V, IIIМ	
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	
	б) ковш со сплошной режущей кромкой	2	0.85	0.8	0.7	0.60	0.5
		0.4–1.1	0.9	0.8	0.7	-	-
Разработка грунта экскаватором обратная лопата	0.15	0.85	0.8	-	-	-	
	0.25–0.3	0.85	0.8	0.65	-	-	
	а) ковш с зубьями	0.5–1.25	0.85	0.8	0.7	0.6	0.5
		0.4	0.85	0.8	0.65	-	-
	б) ковш со сплошной режущей кромкой	0.65–0.8	0.85	0.8	0.7	-	-

Найденные по формуле (27) производительности  $\Pi_{ЭСМ}$  необходимо сравнить с нормативной производительностью  $\Pi_{ЭСМ}^H$ , при этом разница между ними  $\Delta$  не должна превышать 10%.

$$\Delta = \frac{\Pi_{ЭСМ} - \Pi_{ЭСМ}^H}{\Pi_{ЭСМ}^H} \cdot 100\% \leq 10\%,$$

$$\Pi_{ЭСМ}^H = \frac{E \cdot t_{СМ}}{H_{МВР} \cdot K_1}, \text{ м}^3/\text{СМ}.$$

$H_{МВР}$  принимается по Е2-1-8 (прямая лопата), Е2-1-11 и Е2-1-13 (обратная лопата), Е2-1-10 (драглайн).

Повысить производительность одноковшовых экскаваторов можно посредством:

- использования ковшей с многоцелевой загрузкой (улучшается наполнение ковша);
- оборудования ковшей активными зубьями (в плотных и мёрзлых грунтах);
- устройства газо-воздушной смазки ковша (снижается сопротивление резанию грунта);
- уравнивания перемещающимися противовесами экскаватора, что позволяет существенно повысить развиваемое усилие резания;
- резания грунта наклонной стружкой, при этом увеличивается путь набора грунта, т. е. степень наполнения ковша.

#### 4.4. Подбор транспортных средств

Рекомендуемую грузоподъемность транспортных средств принимаем по таблицам 13, 14 в зависимости от дальности транспортирования и ёмкости ковша экскаватора, на основании которой устанавливаем марку транспортного средства (следует отдавать предпочтение самосвалам).

Количество ковшей, загруженных в транспортное средство, равно

$$M = P / (q \cdot K_e \cdot \gamma), \quad (28)$$

где  $P$  – грузоподъемность транспортного средства, т;

$\gamma$  – объёмный вес грунта, 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 13 – Рациональная грузоподъемность автосамосвалов**

Дальность перемещения грунта, км	Объём 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	12	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 14 – Наименьшая грузоподъемность автосамосвалов**

Объём 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  $n_{тр}$  определяем по выражению

$$n_{тр} = T_{ц} / t_{н}, \quad (29)$$

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

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

$$t_{н} = M \cdot t_{ц} / 60$$

$$T_{ц} = t_{н} + t_{зр} + t_{п} + t_{м}, \quad (30)$$

где  $t_{зр}$  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. [27]);

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

$$t_{эп} = t_n = 60 \cdot L / V_{ср}, \quad (31)$$

где  $L$  – расстояние транспортирования грунта, км;  
 $V_{ср}$  – средняя скорость движения транспорта (см. [27]), км/ч;

$$t_m = t_{yn} + t_0 + t_{пр},$$

где  $t_{yn}$  – время установки транспорта под погрузку, мин;  
 $t_{yp}$  – то же, под разгрузку, мин;  
 $t_0$  – время на ожидание транспорта, мин;  
 $t_{пр}$  – время на пропуск встречного транспорта (учитываем при ширине дорог  $\leq 3$  м), мин;  
 $t_p, t_{yp}, t_0, t_{пр}$  принимаем по [27].

При параллельной работе экскаватора в транспорт и навывет необходимо учесть поправку

$$\delta = T_{пр} / (T_{пр} + T_{нав}),$$

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

$$T_{пр} = V_{отв} / П_{эсм}^{пр}; T_{нав} = V_{нав} / П_{эсм}^{нав}, \quad (32)$$

где  $V_{отв}$  и  $V_{нав}$  – объёмы грунта, разрабатываемого экскаватором в транспорт и навывет соответственно, м<sup>3</sup>;  
 $П_{эсм}^{пр}$  и  $П_{эсм}^{нав}$  – производительность экскаватора при работе в транспорт и навывет, м<sup>3</sup>/см.

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

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

$$L_{см} = 2L \cdot V_{отв} / (T_{пр} + T_{нав}) \cdot M \cdot q \cdot K_e \cdot N_{пр}. \quad (33)$$

График движения транспортных средств представлен на рис. 10, который составляется на одну смену (при большом количестве  $N_{пр}$  на половину смены).

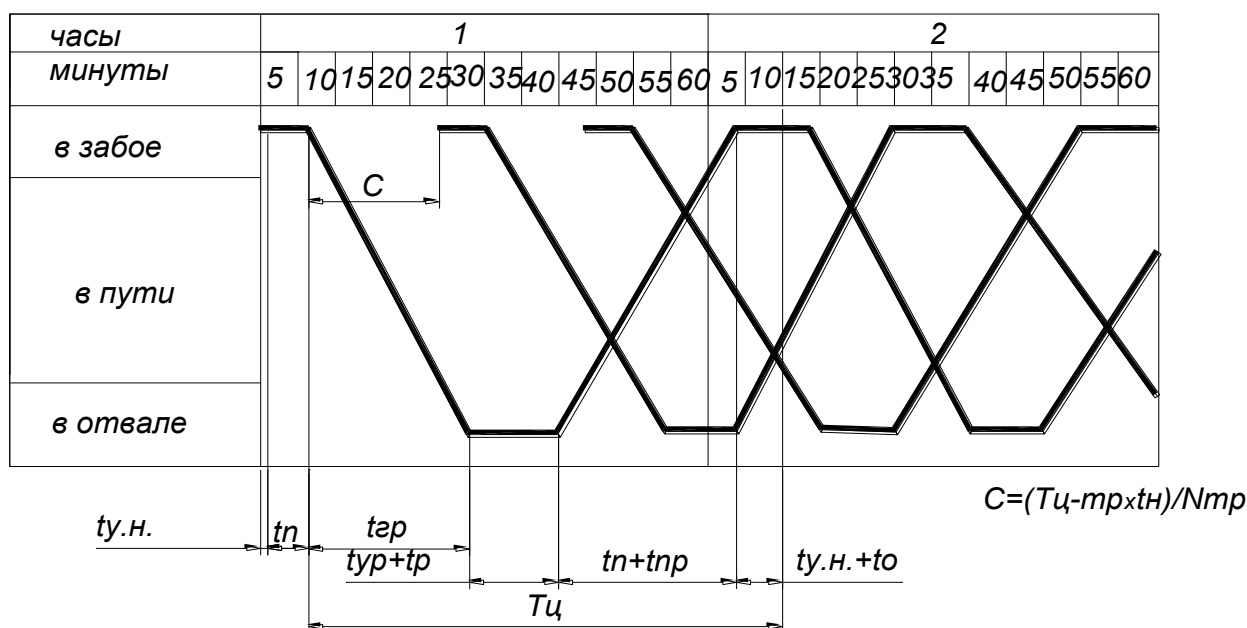
#### 4.5. Выбор механизмов для рыхления плотных и мерзлых грунтов

Разработка траншей в мерзлых грунтах без предварительного рыхления допускается одноковшовыми экскаваторами  $q = 0,5...0,65$  м<sup>3</sup> – при глубине промерзания до 0,25 м,  $q = 1...2$  м<sup>3</sup> – до 0,4 м и на полную глубину роторными, многоковшовыми экскаваторами. Причём для повышения эффективности разработки мёрзлого грунта применяется ковш с активными, виброударными зубьями [19].

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

Наиболее рациональным является:

– рыхление взрывным способом при  $h_{пр} > 1...1,3$  м, применение которого в черте населенных пунктов связано с целым рядом трудностей;



**Рисунок 10 – График движения транспортных средств**

– 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  $h_{гр}$  до 0,4 м  $\Pi_{эп} = 250...300 \text{ м}^3/\text{час}$ ; при  $h_{гр}$  до 1,3 м  $\Pi_{эп} = 80...100 \text{ м}^3/\text{см}$ );

– разрушение грунта крупным сколом при помощи трехклинного рыхлителя ЦНИИОМТП при глубине промерзания до 1,5 м.

Рыхление плотных грунтов осуществляем аналогично рыхлению мерзлых грунтов.

#### **4.6. Подбор машин для подчистки дна траншеи**

Разработку недоборов осуществляем в соответствии с [27].

#### **4.7. Выбор машин для обратной засыпки траншеи**

Засыпка траншей с уложенными трубопроводами должна производиться в два приёма: присыпка мягким грунтом и последующая засыпка, после испытания трубопроводов, любым грунтом (см. [10]).

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

Бульдозер подбираем по [18] § 2-1-22, § 2-1-34 таким образом, чтобы их производительность (исходя из нормы времени) была больше или равна требуемой производительности  $\Pi_{эсм}^{тр}$  при обратной засыпке

$$\Pi_{эсм}^{з.тр} = V_{обр} / (T_з \cdot m \cdot K_c). \quad (34)$$

При засыпке траншеи бульдозером расстояние перемещения грунта  $L_6$  равно расстоянию между центрами тяжести кавальера и траншеи при средней рабочей отметке (рис. 12).

#### 4.8. Выбор технических средств для уплотнения грунта

Грунт присыпки уплотняется ручными и навесными электро- или пневмотрамбовками слоями по 0,1...0,5 м (прил.4) и [27], [18]. 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, трамбуемыми машинами, несвязного – катками на пневматических шинах, виброкатками, гладкими катками и трамбуемыми машинами, Таблица IX.32-IX.58 [27]. При выборе механизмов для уплотнения грунта желательно обеспечение равенства их производительности и производительности машин для обратной засыпки.

### 5. РАСЧЕТ ЭКСКАВАТОРНОГО ЗАБОЯ

1 . Устанавливаем размеры кавальеров.

Требуемая площадь кавальеров:

$$F_{ков}^{mp} = F_{mp}^{max} \cdot K_p \cdot V_{обр} / (V_{обр} + V_{отв}), M^2, \quad (35)$$

где  $F_{mp}^{max}$  – максимальная площадь траншеи для участка траншеи с откосами, м<sup>2</sup>;  
 $K_p$  – коэффициент, учитывающий первоначальное разрыхление грунта [18], прил. 2;

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

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

В случае треугольной формы кавальеров (рис. 11) высота кавальеров при условии односторонней отсыпки:

$$h_{ков}^{mp} = \sqrt{F_{ков}^{mp} / m'} \quad (36)$$

где  $m'$  – коэффициент откоса для временных насыпей (таблица 16).

Если  $h_{ков} > H_e - 0,5$ , где  $H_e$  – высота выгрузки грунта при работе навывмет в м, принимаем трапециевидную форму кавальера (рис. 12). В этом случае, задавшись высотой кавальеров:  $h_{ков} = H_e - 0,5$  определяем требуемую высоту кавальеров

$$h_{ков} = F_{ков} / (h_{ков} - m' h_{ков}). \quad (37)$$

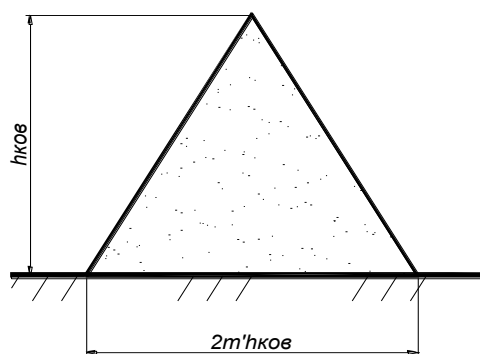


Рисунок 11 – Сечение треугольного кавальера

2. Устанавливаем длину передвижки  $l_n$  экскаватора:
- обратная лопата – по таблице 15;
  - драглайн из условий передвижки за один раз на длину, не превышающую 1/5 длины стрелы [27], п. 8.8.

**Таблица 15 – 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

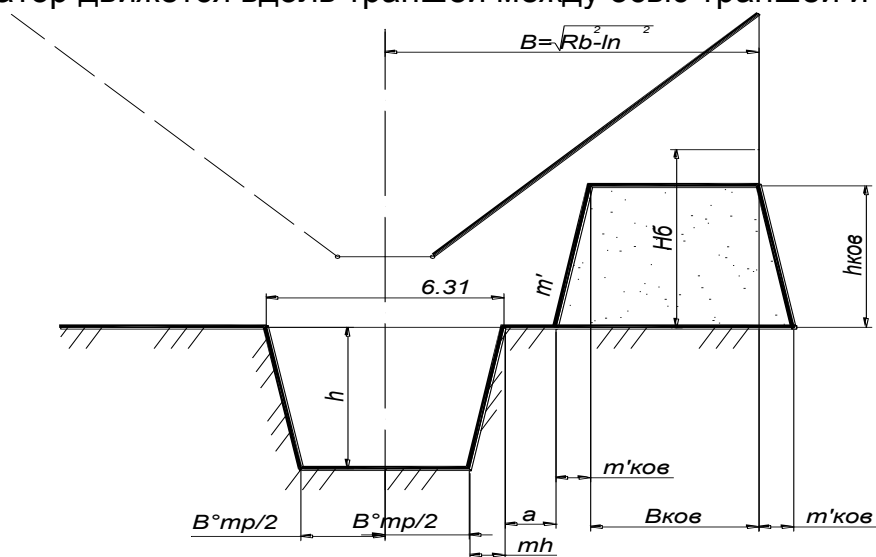
$$\sqrt{R_e^2 - l_n^2} \geq b_{mp}^0 / 2 + m \cdot h + a + m' h_{ков} + b_{ков} = A \quad (38)$$

разработку ведем лобовыми (продольными) проходками (рис. 12), где  $a$  – ширина бермы ( $a \geq 0,5$  м, а в случае устройства водопонизительных установок  $a \geq 1,2$  м);  $R_e$  – радиус выгрузки экскаватора. В этом случае экскаватор движется вдоль оси траншеи.

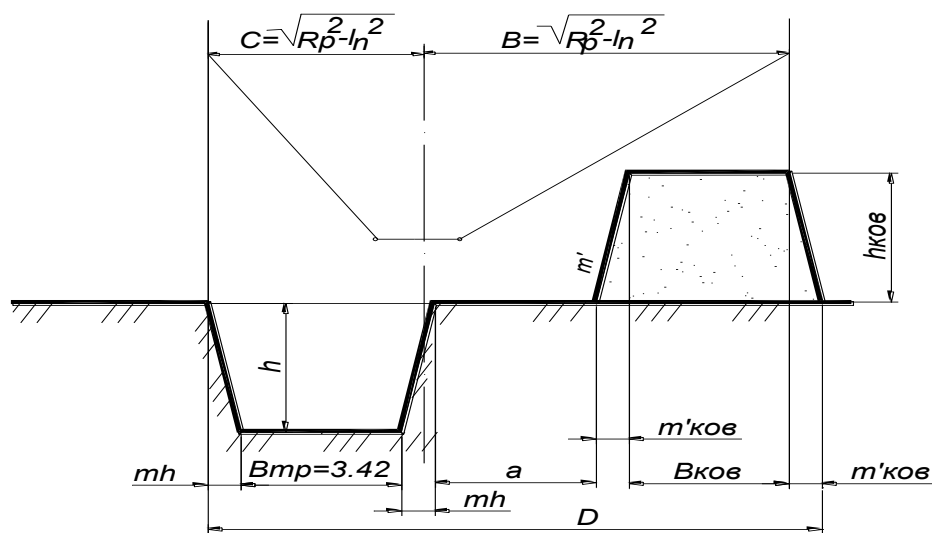
При  $\sqrt{R_e^2 - l_n^2} < A$ , но

$$D = A + b_{mp}^0 / 2 + m \cdot h \leq \sqrt{R_e^2 - l_n^2} + \sqrt{R_p^2 - l_e^2} \quad (39)$$

(рис. 13) 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.



**Рисунок 12 – Схема разработки траншеи при движении экскаватора по её оси**



**Рисунок 13 – Схема разработки траншеи при движении экскаватора со смещением относительно её оси**

В случае, если

$$D > \sqrt{R_e^2 - l_n^2} + \sqrt{R_p^2 - l_n^2}, \quad (40)$$

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

**Таблица 16 – Углы естественного откоса и отношения высоты к заложению**

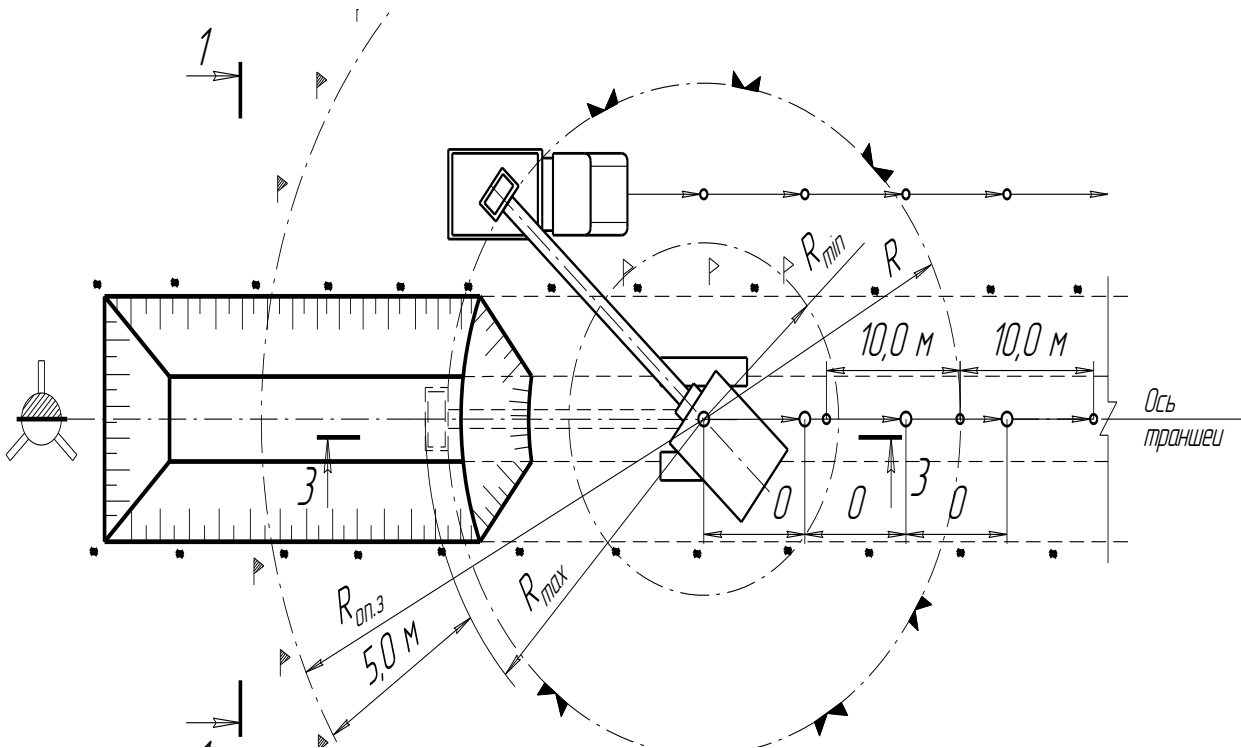
Грунт	Значения углов естественного откоса и отношений высоты откоса к его заложению при различной влажности грунта					
	сухой		влажный		мокрый	
	угол в град.	отношение высоты к заложению	угол в град.	отношение высоты к заложению	угол в град.	отношение высоты к заложению
Глина	45	1:1	35	1:1,5	15	1:3,75
Суглинок средний легкий	50	1:0,75	40	1:1,25	30	1:1,75
	40	1:1,25	30	1:1,75	20	1:1,75
Песок мелкозернистый среднезернистый крупнозернистый	25	1:1,25	30	1:1,75	20	1:2,75
	28	1:2	35	1:1,5	25	1:2,25
	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 17 – Минимально допустимое расстояние от подошвы откоса выемки до ближайшей опоры машины F, м**

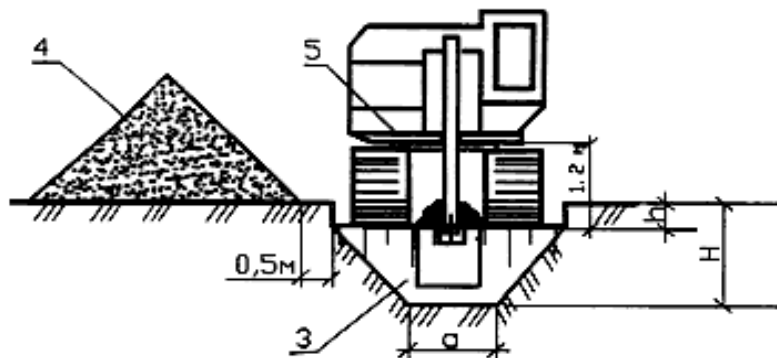
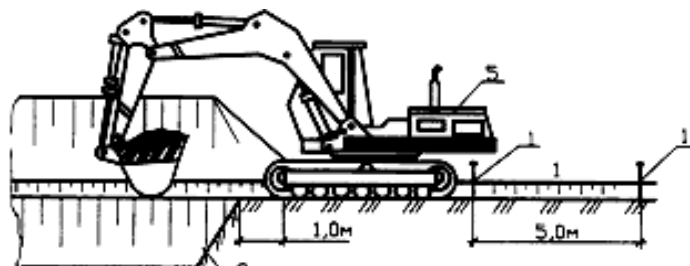
Глубина выемки, м	Грунт			
	песчаный	супесчаный	суглинистый	глинистый
1	2	3	4	5
1	1.5	1.25	1	1
2	3	2.4	2	1.5
3	4	3.6	3.25	1.75
4	5	4.4	4	3
5	6	5.3	4.75	3.5

**Таблица 18 – Коэффициент разрыхления грунта в ковше одноковшовых экскаваторов**

Группа грунта	$K_p$	Группа грунта	$K_p$
1	2	3	4
I	1.1	III	1.25
II	1.2	IV (мелкораздробленная порода)	1.35 – 1.4

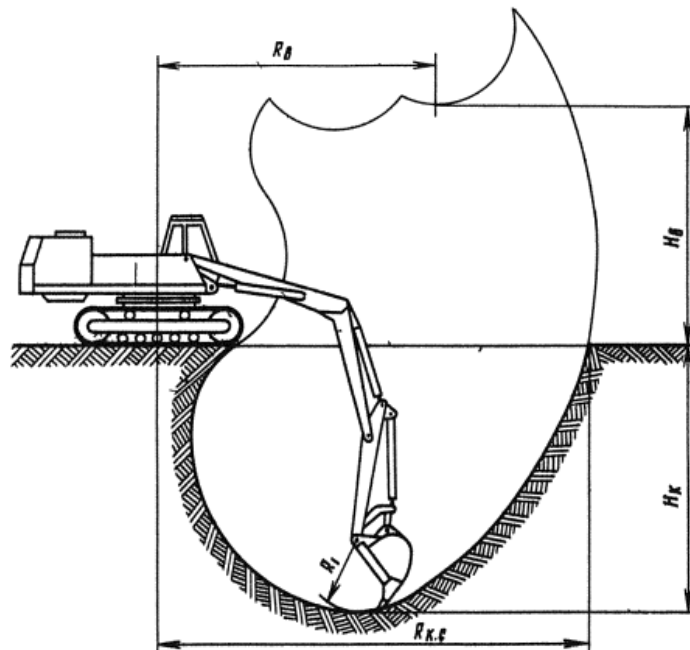


**Рисунок 14 – Общая схема разработки траншеи экскаватором обратная лопата в транспорт и навывмет**



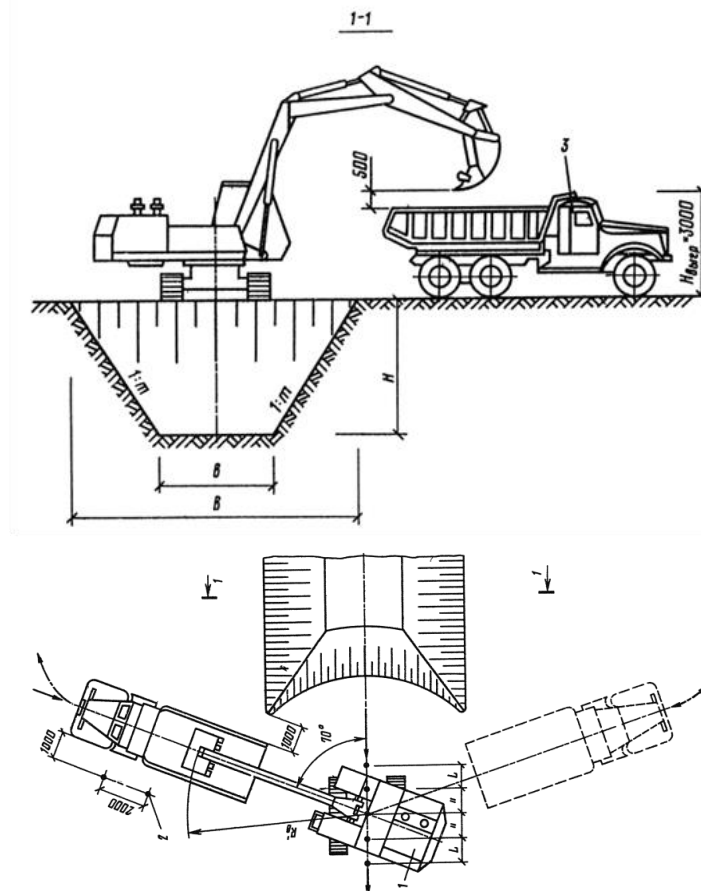
**Рисунок 14а – Схема разработки выемок торцовым забоем экскаватором ЭО-5124 с обратной лопатой навывмет**





$R_{кс}$  – радиус копания;  $R_{в}$  – радиус выгрузки;  $H_{к}$  – глубина копания;  
 $H_{в}$  – высота выгрузки

**Рисунок 14б – Профиль забоя экскаватора с оборудованием обратная лопата**



1 – экскаватор ЭО-5124; 2 – вешки; 3 – автомобиль-самосвал КрАЗ-6510

**Рисунок 14в – Схема разработки выемок торцовым забоем экскаватором ЭО-5124 с обратной лопатой и погрузка грунта в автомобили-самосвалы**

## 6. 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  $k = 1...50$  м/сут и необходимо понижение уровня грунтовых вод в точках погружения иглофильтров  $h_n < 6,5$  м;

б) установки вакуумного водопонижения (УВВ) – при  $k = 0.05...2$  м/сут и  $h_n < 6...7$  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 отдельно 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

$$Q_c = \frac{mk(H - Y)l}{R - x}, \quad (41)$$

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

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

$k$  – коэффициент фильтрации, м/сут;

$H$  – напор грунтовых вод, м;

$Y$  – 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.

$$R = A + 2 \cdot S \sqrt{kH}, \quad (42)$$

$$A = \sqrt{\frac{F_u}{\pi}}, \quad (43)$$

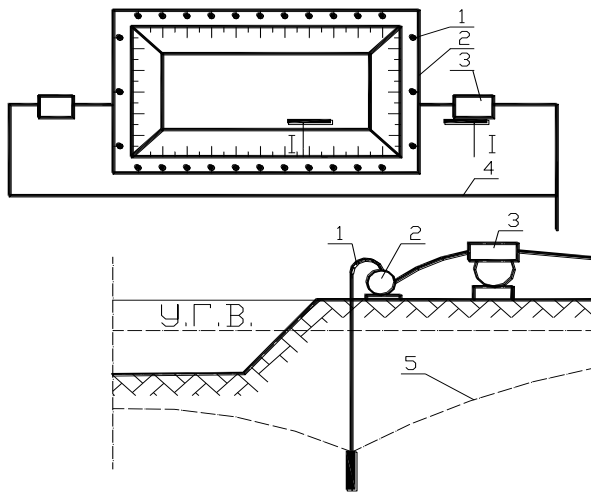
где  $F_u$  – площадь, ограниченная иглофильтрами,  $\text{м}^2$ .

$$S = h_{гв} + e + 0,5, \text{ м}; \quad (44)$$

$$Y = H - S, \text{ м}, \quad (45)$$

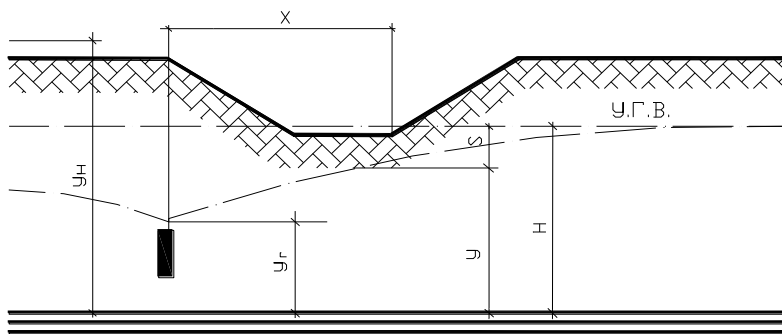
где  $h_{гв}$  – глубина котлована от непониженного уровня грунтовых вод, м;  
 $e$  – высота капиллярного поднятия грунтовых вод, м.

$$e = \sqrt{\frac{1}{k}} \quad (46)$$



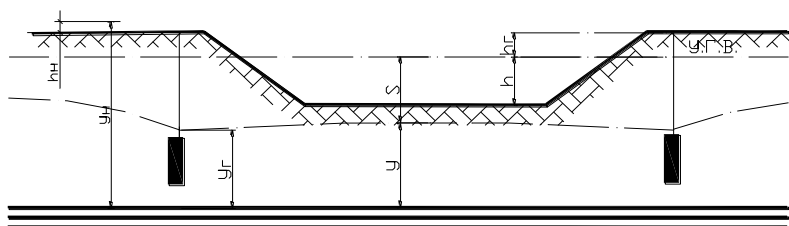
1 – иглофильтр; 2 – всасывающий коллектор; 3 – насосный агрегат; 4 – сбросный трубопровод; 5 – пониженный уровень грунтовых вод (депресссионная кривая)

**Рисунок 15 – Лёгкая иглофильтровая установка**



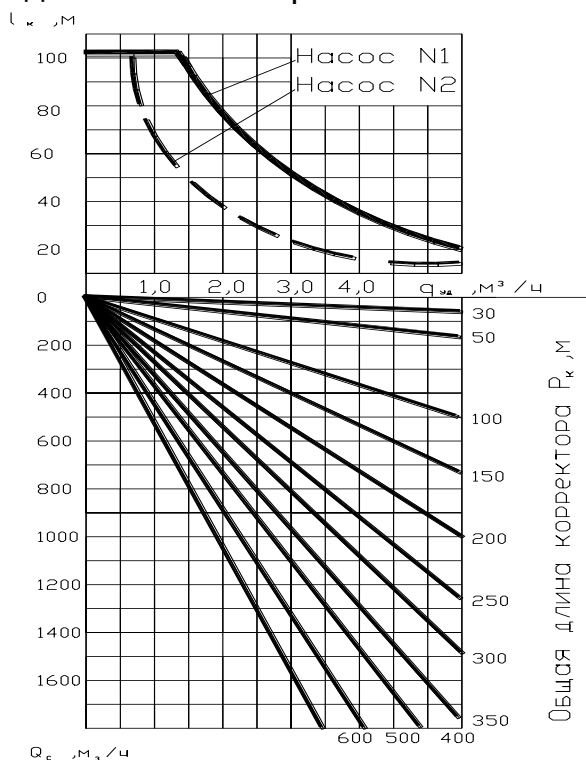
а – линейной;  
 б – контурной

б



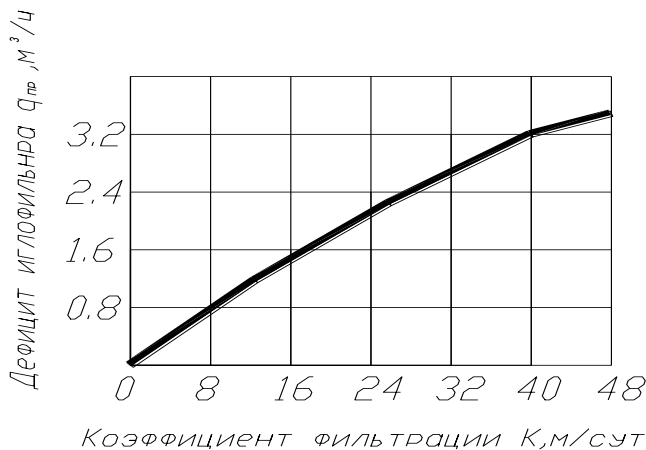
**Рисунок 16 – Расчетные схемы лёгких иглофильтровых установок**

Зная общую длину коллектора системы  $P_k$  и суммарный приток воды к системе  $Q_c$ , по графикам (рис. 17) определяем предельную длину коллектора на один насосный агрегат  $L_k$



$Q_c$  – суммарный приток воды к системе;  
 $L_k$  – предельная длина коллектора на один насосный агрегат;  
 $q_{уд}$  – удельный приток воды на 1м коллектора

**Рисунок 17 – Графики предельной длины всасывающего коллектора на один насосный агрегат установки ЛИУ-6**



**Рисунок 18 – Предельно допустимый дебит одного иглофильтра в зависимости от коэффициента фильтрации грунта водоносного слоя**

Тогда число установок в системе равно:

$$N = \frac{P_k}{L_k}, \quad (47)$$

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

$$L_k = P_k / N, \text{ м.} \quad (48)$$

Приток воды к одной установке

$$Q_y = \frac{Q_c}{N}, \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (49)$$

$$Q_y' = \frac{Q_y}{24}, \text{ м}^3/\text{час}, \quad (50)$$

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:

$$n = \frac{L_k}{2G}, \quad (51)$$

$$q = \frac{Q_y'}{n}, \text{ м}^3/\text{час}, \quad (52)$$

где  $n$  – число иглофильтров в установке, шт.;  
 $2G$  – шаг иглофильтра, м;  
 $q$  – 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  $n$  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:

$$y'_z = y_H - h_B + \xi \frac{Q_y}{k_0 n} + 1.34 \cdot 10^{-7} \xi_1 Q_y^2, \quad (53)$$

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

$y_H$  – высота расположения оси насоса над водоупором, м;

$h_B$  – расчетная вакуумметрическая высота всасывания насоса, м (для ЛИУ не более 6 м);

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

$k_0$  – коэффициент фильтрации грунта в прифильтровой зоне или обсыпке, м/сут;

$\xi_1$  – коэффициент потерь напора во всасывающей системе, сут<sup>2</sup>/м<sup>5</sup>.

Второе уравнение имеет вид для линейной системы:

$$y_z = H - S \frac{R + 2\sigma\Phi m'}{R - x}, \quad (54)$$

где  $\Phi$  – 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);

$m'$  – толщина потока на линии иглофильтров, м (при напорном потоке  $t' = t$ , при безнапорном  $t' = y$ );

$2G$  – расстояние между иглофильтрами.

Значения  $y'_z$  и  $y_z$  определяют для всех значений  $n$  ( $2G$ ) и строят кривые.

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  $y'_a > y_a$ , 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:

$$l_u \geq y_n - y_a + l_\phi + 0,5, \quad (55)$$

где  $l_u$  – глубина погружения иглофильтров в грунт от оси насоса, м;  
 $l_\phi$  – длина фильтрового звена с наконечником (принимается 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:

$$l_u = l_\phi + 1,5n + 3n_1, \quad (56)$$

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.).

## **7. ВЫБОР МЕТОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ТРУБОУКЛАДОЧНЫХ РАБОТ**

### **7.1. Предварительный выбор вариантов укладки труб в траншею**

Чугунные трубы диаметром до 200 м, стальные диаметром до 100 м (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, пневмоколесных, 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.

### **7.2. Подбор требуемых хватных и вспомогательных приспособлений**

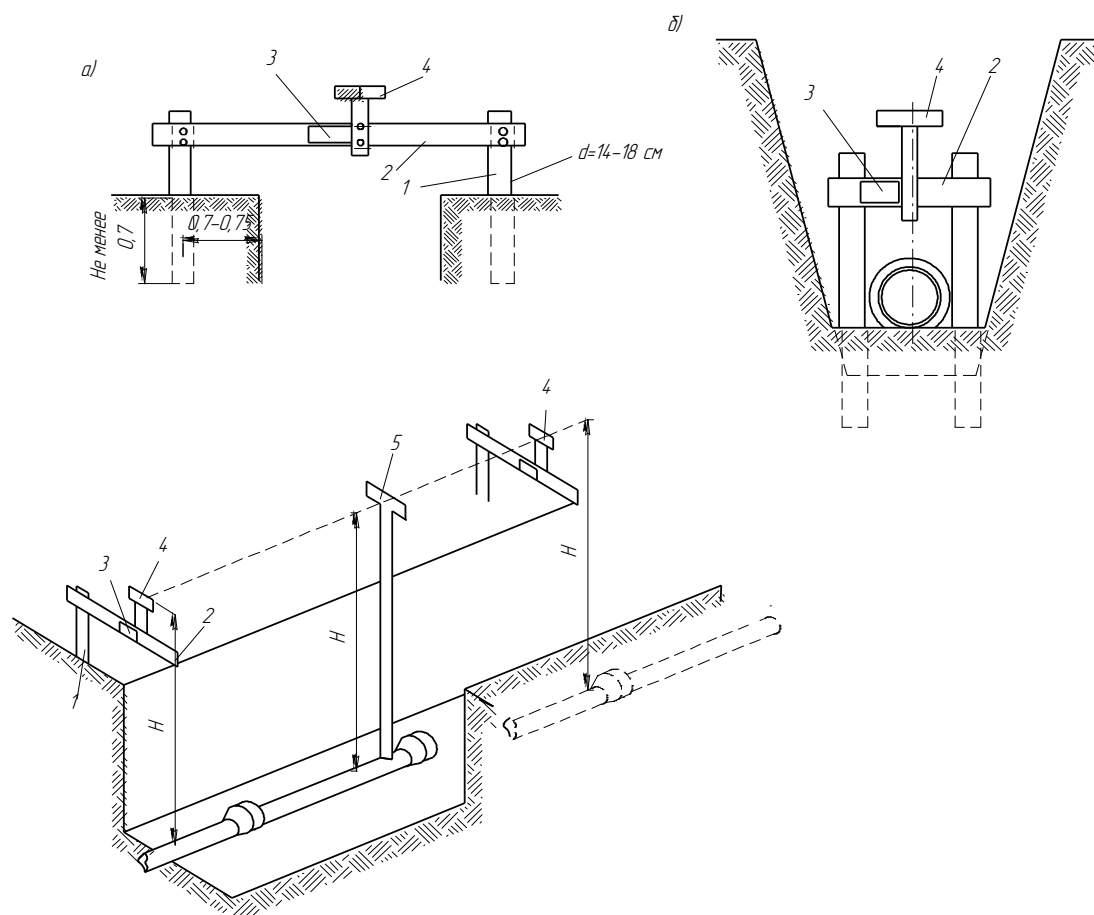
Захватные приспособления должны обеспечивать: необходимую грузоподъемность, прочность, надежное закрепление трубы и недопустимость ее повреждения. Кольцевой (универсальный) строп применяется при погрузочно-разгрузочных

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 таблицы 1 в форме таблицы 19.

**Таблица 19 – Захватные и вспомогательные приспособления**

№ пп	Наименование приспособления	Назначение	Эскиз	Грузоподъёмность, т	$q_c$ , кг	$h_c$ , м
1	2	3	4	5	6	7



а – при укладке в траншею с вертикальными стенками; б – при укладке труб в траншею с откосами; в – общий вид участка траншеи с установленными визирками;  
 1 – столбы обноски; 2 – доска; 3 – полочка; 4 – неподвижная визирка;  
 5 – подвижная визирка

**Рисунок 19 – Укладка трубопровода при помощи неподвижных визирок**

### 7.3. Выбор кранов по техническим параметрам

Монтажные краны подбираются по трём параметрам:

а) требуемая грузоподъемность

$$Q = q + q_c, \text{ т}, \quad (57)$$

где  $q$  – вес монтируемого элемента (трубы), принимаемый по таблице 1, т;  
 $q_c$  – вес захватного приспособления (таблица 19), т.  
 При работе двух кранов

$$Q = q/2 + q_c, \quad (58)$$

б) требуемый вылет стрелы  $L_{mp}$ , м:

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

$$L_{mp} = b/2 + a_3 + a_2 + a_1 + mh + f + (n_m - 0,5)D_H + (n_m - 1)l, \quad (59)$$

где  $b$  – ширина крана (в случае укладки труб краном-трубоукладчиком принимаем  $b = 0$ ), 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;

$f$  – минимально допустимое расстояние от подошвы откоса выемки до ближайшей опоры машины (таблица 17),  $n_m$ ,  $D_H$ ,  $c$ ,  $m$ ,  $h$ , причем рассматривается участок траншеи с максимальной рабочей отметкой;

– при раскладке труб впереди крана (рис. 21)

$$L_{mp} = b/2 + a + mh + f + (n_m - 0,5)D_H + (n_m - 1) \cdot c, \quad (60)$$

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

в) требуемая высота подъема крюка крана  $H_{пк}$  при укладке труб в траншею существенного значения не имеет.

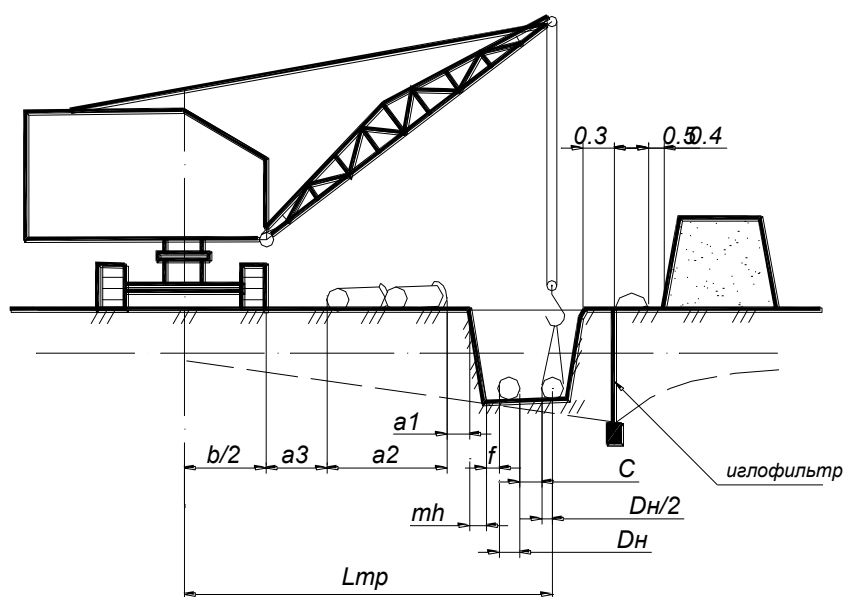
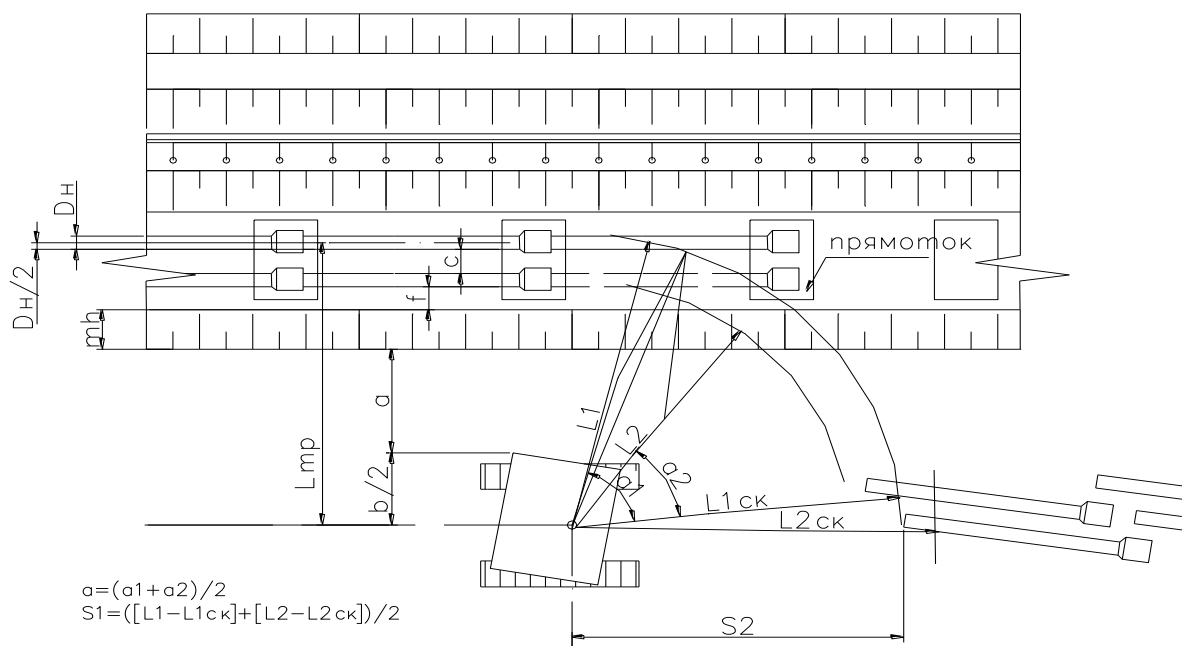


Рисунок 20 – Схема монтажа труб при расположении между бровкой и краном





**Рисунок 21 – Схема монтажа труб при расположении перед краном (план)**

#### **7.4. Определение производительности монтажных кранов $\Pi_{эсм}$ шт/см**

$$\Pi_{эсм} = 60 \cdot t_{см} \cdot K_1 \cdot K_2 / T_{ц}, \quad (61)$$

где  $T_{ц}$  – время одного монтажного цикла, мин;  
 $K_1$  – коэффициент использования кранов по времени;  
 $K_2$  – коэффициент перехода от производственных норм к сметным ( $K_2 = 0,75$ ).

$$T_{ц} = T_{м} + T_{р}, \quad (62)$$

где  $T_{м}$  – машинное время цикла, мин;  
 $T_{р}$  – ручное время цикла, включающее время, затрачиваемое на строповку, установку, вырезку, заделку стыков, расстроповку (определяется по [2]).

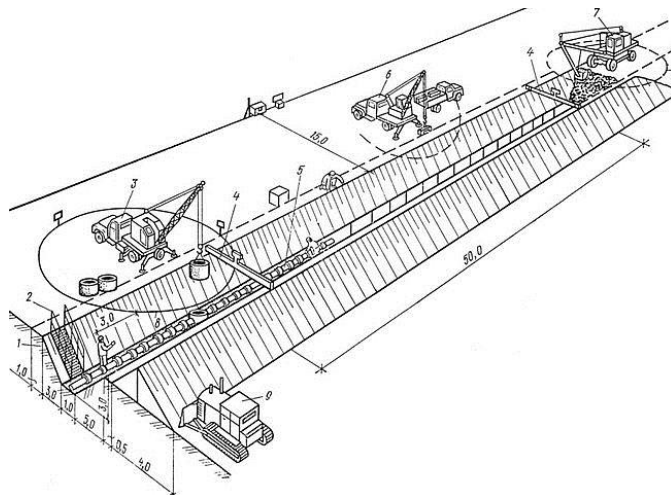
$$T_{р} = \frac{(0,6 \dots 0,7) \cdot H_{вр}^{мп} \cdot 60}{N_{мп}}, \quad (63)$$

где  $N_{мп}$  – количество рабочих трубоукладчиков;  
 $H_{вр}^{мп}$  – норма времени чел-час, см. [2].

$$T_{м} = \frac{H_{п}}{V_1} + \frac{H_{оп}}{V_2} + \left( \frac{2\alpha}{360 \cdot n_{ом}} + \frac{S_1}{V_3} \right) k_c + \frac{S_4}{V_4}, \quad (64)$$

где  $H_{п}$  – 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 ( $k_c = 0,75$ ).



1 – траншея; 2 – лестница для спуска в траншею; 3 – кран на монтаже смотрового колодца; 4 – переносные обноски; 5 – уложенный трубопровод; 6 – кран на разгрузке труб; 7 – экскаватор на отрывке траншеи; 8 – опасная зона; 9 – бульдозер на засыпке траншеи

**Рисунок 22 – Схема организации строительной площадки при монтаже трубопровода из керамических труб**

Рабочие скорости  $V_1, V_2, P_{от}$  принимаем по [1]. Параметры  $S_1, S_2, \alpha$  – определяются на основе разработанных схем монтажа труб (рис. 21).

$$H_n = H_{оп} = h + h_3 + h_{сл}, \quad (65)$$

где  $h_3$  – высота запаса ( $h_3 \geq 0,5$  м), м;  
 $h_{сл}$  – величина стравливания стропа для обеспечения строповки ( $h_{сл} \geq 0,5 + 1$  м), м.  
 При монтаже секции труб или плети двумя кранами производительность определяемая по уменьшается в 2 раза.

## 8. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

Из множества возможных вариантов производства земляных и трубоукладочных работ необходимо выбрать наиболее экономичные путем технико-экономического сравнения вариантов. Предварительно составляется ведомость сравнения вариантов в форме таблицы 20.

**Таблица 20 – Ведомость сравнения вариантов**

№	Наименование работ	Ед. изм.	Объем работ	$P_{эсм},$ Еи/см	Обоснование	$H_{ер},$ чел-ч	Расц $Z_{эв},$ руб	Состав звена, прим. маш.	$T_M,$ маш-см	Q, чел-см	$Z_p,$ руб	$C_{МСМ},$ руб	$C_{МСМ}^*$ $T_M,$ руб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Сравнение выполняем по следующим показателям:

1. Продолжительность выполнения работ  $T_j$  по  $j$ -му варианту, см

$$T_j = \frac{1}{c} (\sum T_i + \sum T_{ei}) , \quad (66)$$

где  $c$  – коэффициент совмещения работ;

$T_i$  – время выполнения  $i$ -го вида работ, см;

$T_{ei}$  – продолжительность выполнения вспомогательных работ (монтаж машин, их пробный пуск и т. д.), которые можно не учитывать в случае совмещения их по времени с основными работами, см.

Для механизированных процессов

$$T = \frac{P_i}{K_n} \cdot \Pi_{эсмi} \cdot n_{mi} , \quad (67)$$

где  $P_i$  – объем  $i$ -го вида работ, ед.;

$K_n$  – коэффициент выполнения норм ( $K_n = 1,0 \dots 1,3$ );

$n_{mi}$  – количество машин, выполняющих  $i$ -й вид работ;

$\Pi_{эсмi}$  – эксплуатационная сменная производительность машины, ед/маш-см.

Для транспортных средств  $T_i = T_{тр} + T_{нав}$ , где  $T_{тр}$  и  $T_{нав}$  см. формулу (28).

Для работ, выполняемых вручную

$$T_i = \frac{H_{эpi} \cdot P_i}{K_n \cdot n_{pi} \cdot n_{зэi} \cdot t_{ем}} , \quad (68)$$

где  $H_{эpi}$  – норма времени (принимается по соответствующему ЕНиРу, НЗТ) на  $i$ -й вид работ, чел-час;

$n_{pi}$  – количество рабочих в звене (берется из ЕНиР, НЗТ), чел-час;

$n_{зэi}$  – количество звеньев.

Количество машин  $n_{mi}$  и звеньев  $n_{зэi}$  принимается из условия обеспечения  $T_j \leq T_{зм}$ , причем время выполнения вспомогательных работ не должно быть больше времени выполнения основных работ.

Ввиду сложности нахождения  $c$ , как правило, определяют время выполнения каждого вида работ, после чего строят примерный график выполнения работ с их максимальным совмещением во времени.

2. Трудоемкость выполнения единицы объема работ  $\theta_{ej}$ , чел/см/ед

$$\theta_{ej} = \frac{1}{P_0} (\sum T_i \cdot n_{pi} \cdot n_{зэi} + \sum \theta_{ei}) , \quad (69)$$

где  $\theta_{ei}$  – трудоемкость выполнения вспомогательных работ (монтаж, демонтаж, пробный пуск машин, устройство временных дорог и т. д.);

$P_0$  – общий объем выполняемых работ, ед.

Для транспортных средств  $n_{зэi} = N_{тр}$ .

3. Прямые денежные затраты  $C_{npj}$ , руб/ед.

$$C_{npj} = \frac{1}{P_0} (\sum C_{мсми} \cdot T_{mi} \cdot K_3 + \sum Z_{pi} \cdot K_4) , \quad (70)$$

где  $C_{мсми}$  – стоимость машино-смены, руб.;

$T_{mi}$  – затраты машинного времени, маш-см;

$Z_{pi}$  – заработная плата на работы, выполняемые вручную, руб;  
 $K_3, K_4$  – коэффициенты, учитывающие изменения цен.

$$C_{МСМi} = \frac{E_i}{T_i} + \frac{T_i \cdot t_{CM}}{T_{годi}} + \mathcal{E}_i \cdot t_{CM}, \quad (71)$$

где  $E_i$  – единовременные затраты прил. 5, руб;  
 $T_i$  – годовые амортизационные отчисления по прил. 5, руб;  
 $T_{годi}$  – число часов работы машины в году;  
 $\mathcal{E}_i$  – эксплуатационные часовые затраты на содержание и обслуживание персонала, техническое обслуживание, текущий ремонт, сменную оснастку, материалы и т. д. по прил. 5, руб.

Стоимость машино-смены, по согласованию с руководителем проекта, может быть определена по прил. 5.

Для транспортных средств

$$C_{МСМi} = C_{1i} \cdot t_{CM} + C_{2i} \cdot L_{CM}, \quad (72)$$

где  $C_{1i}$  – затраты, не зависящие от пробега на машино-час (переброска машин, амортизационные отчисления, содержание водителя), руб. (таблица 20);

$C_{2i}$  – затраты, зависящие от пробега (капитальный ремонт, техническое обслуживание и ремонт, топливо и т. д.), на 1 км пробега (таблица 18), руб;

$L_{CM}$  – см. [27].

$$M_i = P_i / K_{\pi} \cdot \Pi_{эсмi}, \quad (73)$$

$$Z_{pi} = P_{асцi} \cdot P_i, \quad (74)$$

где  $P_{асцi}$  – расценка на выполнение i-го вида работ (ЕНиР, НЗТ), руб.

4. Полные денежные затраты  $C_{полнj}$ , руб/ед.

$$C_{полнj} = C_{прj} + H_{ej} - \mathcal{E}_m - \mathcal{E}_\theta, \quad (75)$$

где  $H_{ej}$  – накладные расходы, руб/ед;

$\mathcal{E}_m$  – экономия накладных расходов за счет сокращения продолжительности выполнения работ, руб/ед;

$\mathcal{E}_\theta$  – экономия накладных расходов за счет сокращения трудоемкости выполненных работ, руб/ед.

$$H_{ej} = (K_5 \cdot \sum C_{МСМi} \cdot T_{mi} + K_6 \cdot \sum Z_{pi}) / P_0, \quad (76)$$

$$\mathcal{E}_m = 0,5 H_{ез} \left( 1 - \frac{T_1}{T_2} \right), \quad (77)$$

где  $H_{ез}$  – накладные расходы варианта с большей продолжительностью, см;

$K_5$  – норматив накладных расходов на стоимость эксплуатации машин;

$K_6$  – норматив накладных расходов на заработную плату.

$$\mathcal{E}_\theta = 0,6(\theta_{e1} - \theta_{e2}), \quad (78)$$

$\mathcal{E}_m$  и  $\mathcal{E}_\theta$  учитываются только в одном из вариантов (только в варианте, по которому идет экономия).

5. Капитальные вложения на приобретение машин  $K_j$ , руб/ед.

$$K_j = \frac{1}{P_0} \sum \frac{C_{инв} \cdot t_{см} \cdot T_{mi}}{T_{годi}} \cdot K_7, \quad (79)$$

где  $C_{инв}$  – инвентарно-расчетная стоимость машины;  
 $K_7$  – коэффициент, учитывающий изменение цен.  
 Коэффициенты принимаются по данным организаций, осуществляющих строительство, или выдаются руководителем проекта.

6. Удельные приведенные затраты  $\Pi_{удj}$ , руб/ед.

$$\Pi_{удj} = C_{полнj} + E_n \cdot K_j, \quad (80)$$

где  $E_n$  – нормативный коэффициент эффективности применения машин в строительстве ( $E_n = 0,15$ ).

При окончательном выборе вариантов производства работ самым важным показателем являются удельные приведенные затраты, после нахождения которых определяется экономия денежных средств

$$\mathcal{E} = \Pi_1 - \Pi_2, \quad (81)$$

В случае, если экономия  $\mathcal{E}$  не превышает 5% (находится в пределах точности расчетов) от максимальных удельных приведенных затрат, то за основу можно принимать любой вариант, причем предпочтение следует отдавать вариантам с меньшей продолжительностью и трудоемкостью выполнения работ.

**Таблица 21 – Справочные данные для определения технико-экономических показателей работы автомобилей**

Характеристика и марка	Инвентарно-расчетная стоимость, руб.	Эксплуатационные расходы за час работы в руб.	Эксплуатационные расходы на 1 км пробега
<b>Самосвалы</b>			
ГАЗ-53 Б	1580	1,71	0,061
ЗИЛ-ММЗ-555	3610	2,71	0,11
МАЗ-503 А	6420	3,7п	0,144
КАМАЗ-5510	9009	5,07	0,23
<b>Бортовые автомобили</b>			
ЗИЛ-130	3320	1,99	0,105
МАЗ-500	6217	2,38	0,158
КрАЗ-257	9950	3,94	0,309
<b>Автомобиль</b>			
МАЗ-529 с прицепом	10935 – 1958	4,1 – 1,01	0,19-0,043
<b>Прицепы-тяжеловозы</b>			
ЧМЗАП-5208	6955	2,23	0,147
ЧМЗАП-5530	51900	10,41	0,473
ЧМЗАП-5521	11380	3,82	0,205

## 9. СОСТАВЛЕНИЕ КАЛЬКУЛЯЦИИ ТРУДОВЫХ И ДЕНЕЖНЫХ ЗАТРАТ

Осуществляем в форме таблицы 22, в которую сводим все работы по принятому экономичному варианту.

Порядок составления:

- а) устанавливаем требуемый ЕНиР, НЗТ;
- б) устанавливаем § ЕНиР, НЗТ соответствующий наименованию работ (графа 5);
- в) уточняем наименование работ (графа 2);
- г) устанавливаем по соответствующему § ЕНиР, НЗТ единицу измерения (графа 3), норму времени (графа 8), расценку (графа 9), состав звена (графа 6);
- д) записываем объем работ (графа 4) 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 ЕНиР, норма времени и расценка определяются расчётом, при этом состав звена устанавливается ЕНиР для подобных машин.

$$H_{ер} = \frac{E \cdot t_{см} \cdot n_p}{n_{эсм}} ; \quad (82)$$

$$P_{общ} = \frac{H_{ер}}{n_p} \sum C_k \cdot N_k , \quad (83)$$

где  $C_k$  – 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 22 – Калькуляция трудовых затрат**

№ п/п	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ, Р	Обоснование	Состав звена, их количество	Применяемые машины	Затраты труда и машинного времени, чел.-ч (маш.-ч)	
							на единицу измерения	общие
1	2	3	4	5	6	7	8	9
								Σ

## 10. ПОСТРОЕНИЕ ЦИКЛОГРАММЫ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

Для обеспечения максимального совмещения работ, непрерывного и равномерного их выполнения, с целью организации потока трасса трубопровода разбивается на захваты длиной, обеспечивающих выполнение ведущих работ (отдельно частного потока) на захватке не менее чем за одну смену (обычно  $\geq 100$  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 (таблица (23), графы 1–11 которой заполняются на основе калькуляции (таблица 22) с учётом разбивки на захваты.

Нормативная продолжительность выполнения работ определяется по формуле:

$$T_{mi} = \frac{\theta_i}{n_{pi} \cdot n_{звi}} , \quad (84)$$

где  $\theta_i$  – затраты труда по  $i$ -му виду работ (графы 9–11), 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 23 – 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.			% вып. норм
			1	2	м			1	2	м	1	2	м	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

## 11. ПОДБОР ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Подбор транспортных средств для доставки сборных элементов (таблица 1) на трассу трубопровода осуществляем на основании [25] и приложения 5 в форме таблицы 24.

**Таблица 24 – Ведомость потребных транспортных средств**

№п/п	Наименование перевозимых элементов	Q <sub>э</sub> , т	Герметичные размеры, м			Наименование транспорта (марка)	Грузо-подъемность, т	Число перевозимых элементов	Требуемое кол-во трансп. средств, шт
			l	b	h				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

## 12. РАЗРАБОТКА УКАЗАНИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ РАБОТ

Указания по производству работ должны содержать подробное описание технологии выполнения процессов, организации рабочих мест при монтаже трубопровода, колодцев и при производстве земляных работ.

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 таблицы 25.

**Таблица 25 – Ведомость потребного инструмента, инвентаря, приспособлений**

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

### 13. РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

Операционный контроль качества выполняемых работ при производстве земляных работ, монтаже трубопровода и сборных элементов колодцев назначаем в соответствии с требованиями [26]. Примерный перечень работ, подлежащих операционному контролю, приводится в таблице 26. Разрабатываются также мероприятия по операционному контролю качества СМР при производстве отдельных видов работ в соответствии с [26], заключающиеся в составлении схем операционного контроля качества работ и замера допусков.

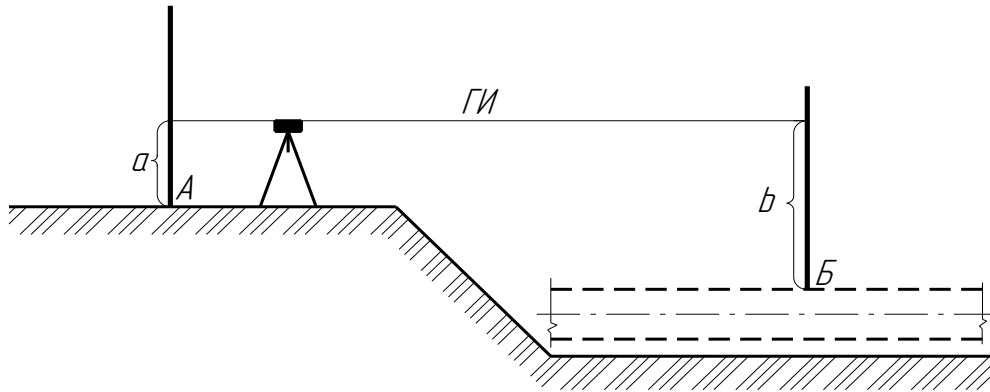


Рисунок 23 – Контроль укладки трубопровода на проектные отметки

Таблица 26 – Операционный контроль качества работ

Наименование операций, подлежащих контролю	Контроль качества выполняемых операций			
	состав контроля	способ контроля	время контроля	привлекаемые службы
1	2	3	4	5
подготовительные работы	правильность складирования материалов, наличие паспортов	визуально, стальным метром	до начала работ	
земляные работы	отметка дна траншеи	нивелир	до начала монтажа трубопровода	геодезическая
и. т. д.				

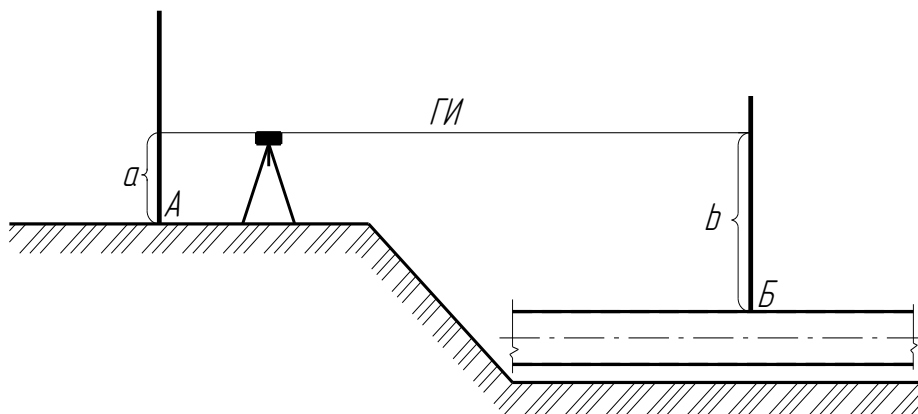


Рисунок 24 – Вынос проектной отметки для укладки трубопровода



## 14. ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

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

Раздел на основе анализа условий труда на стройплощадке должен содержать описание безопасных методов выполнения технологических операций для всех рабочих мест, в том числе:

- конкретные решения по безопасным методам производства работ;
- 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;
- 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.

## 15. ТЭП КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1. Продолжительность выполнения работ, см (принимается по циклограмме).
2. Трудоемкость единицы объема работ чел-см/м (общие трудозатраты по таблице 6, графа 10, делятся на длину трубопровода).
3. Выработка на одну чел-см (величина обратная трудоемкости), м/чел-см.
4. Полная плановая себестоимость, руб/м (см. раздел 8).
5. Полные денежные затраты, руб/м (см. раздел 8).
6. Удельные капитальные вложения, руб/м (см. раздел 8).
7. Удельные приведенные затраты, руб/м (см. раздел 8).

## 16. ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник строителя. Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации / Под ред. А. К. Перешивкина. – 4-е изд. – М.: Стройиздат, 1988. – 653 с., ил.
2. Сооружение систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации: НЗТ, сб. 9. – Минск, 2009. – 66 с.
3. Канализация. Наружные сети и сооружения. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-4.01-321-2018 (33020)\* – Минск, 2009. – 66 с.
4. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-4.01-320-2018 (33020) – Минск, 2018. – 75 с.
5. Пособие к строительным нормам Республики Беларусь. Земляные сооружения. Основания фундаментов. Производство работ: П16-03 к СНБ 5.01.01-99. – Минск: Минстройархитектуры РБ, 2004. – 52 с.
6. Стаценко, А. С. Технология и организация строительного производства / А. С. Стаценко, А. И. Тамкович – Минск: Высшая школа, 2000. – 367 с.

7. Чернюк, В. П. Технология строительства в особых условиях: курс лекций / В. П. Чернюк, В. Н. Пчелин, Н. А. Сташевская – Брест: БрГТУ, 2005.

8. Стандарт университета. Оформление материалов курсовых и дипломных проектов(работ), отчетов по практике. Общие требования и правила оформления: СТ БГТУ 01-2008 / Т. Н. Базенков, А. А. Кондратчик, И. И. Обухова. – Брест: БГТУ, 2008. – 46 с.

9. Леонович, С. Н. Технология строительного производства: учебное пособие. – Минск: БНТУ, 2015. – 505 с.

10. Правила по охране труда при выполнении строительных работ, утверждены постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 31 мая 2019 г. – № 24/33.

11. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций: НЗТ. Сборник 4. – М.: Минсктиппроект, 2009. – Вып. 1: Здания и промышленные сооружения. – 97 с.

12. Черноиван, В. Н. Монтаж строительных конструкций: учеб.- метод. пособие / В. Н. Черноиван, С. Н. Леонович. – Минск: Новое знание; М.: ИНФА-М, 2014. – 200 с.: ил. – (Высшее образование).

13. Строительство. Технологическая документация при производстве строительного-монтажных работ. Состав, порядок разработки, согласования и утверждения технологических карт: ТКП-45-1.01-159-2009(02250). – Минск: Минстройархитектуры РБ, 2009. – 14 с.

14. Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации. Правила монтажа: ТКП 45-4.01-272-2012.

15. Салов, Ю. З. Инженерные сооружения и основы строительного производства / Ю. З. Салов, Г. В. Замятин. – Л.: Стройиздат, Ленинградское отделение, 1980. – 366 с.

16. Строительные машины: Общие требования безопасности при эксплуатации: ССБТ 12.3.033 – 84.

17. Строительное производство: в 3 т. / Л. П. Аблязов, В. А. Анзичитов, К. И. Башлай [и др.]; под редакцией И. А. Онуфриева. – М: Стройиздат, 1989. – Т. 2. Организация и технология работ. – 527 с., ил.

18. ЕНиР, Е 2. Земляные работы. – М. Стройиздат, 1988. – Вып.1. Механизированные и ручные земляные работы. Госстрой СССР. – 224 с.

19. Строительные машины и оборудование: практикум / А. М. Щемелев, С. Н. Партнов, Л. И. Белоусов. – Минск, 2011. – С. 229.

20. Хамзин, С. К. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование: уч. пособие для строит. спец. Вузов / С. К. Хамзин, А. К. Карасев. – М.: Высш. шк., 1989. – 216 с., ил.

21. Баришполов, В. Ф. Строительство наружных трубопроводов: уч. для ПТУ / В. Ф. Баришполов – 3-е изд., перераб., 4 доп. – М: Высш. шк., 1991. – 208 с., ил.

22. Рейш, А. К. Основы технологии выполнения земляных работ одноковшовыми экскаваторами / А. К. Рейш – Киев: Вища школа, 1987. –174 с.

23. Янковский, В. К. Пособие по охране труда в вопросах и ответах / сост. В. К. Янковский. – Минск: Центр охраны труда и промышленной безопасности, 2017. – 278 с.

24. Рейш, А. К. Земляные работы. Справочник строителя / А. К. Рейш [и др.] – М.: Стройиздат, 1984. – 324 с., ил.

25. Белецкий, Б. Ф. Строительные машины и оборудование: справочное пособие для производителей-механизаторов, инженерно-технических работников строительных организаций, а также студентов строительных вузов, факультетов и техникумов / Б. Ф. Белецкий, И. Г. Булгакова – Изд. второе, переработ. и дополн. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2005. – 608 с.

26. Справочник технических требований по обеспечению качества строительного-монтажных работ. – Минск: Минстройархитектуры ОАО «Стройкомплекс», 2003.

27. Ивасюк, П. П. Методические указания к выполнению курсового и раздела дипломного проектов «Производство земляных и монтажных работ при строительстве водопроводно-канализационных трубопроводов» по курсу «Техника и технология строительного-монтажных работ» / П. П. Ивасюк, С. М. Семенюк, В. Н. Пчелин [и др.] – Брест: БГТУ, 2009 – 80 с.

## 1.1. ТРУБЫ АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫЕ

### **1.1.1. Трубы асбестоцементные для напорных трубопроводов**

Асбестоцементные напорные трубы (таблица 1.1), применяемые при устройстве наружных напорных водопроводов, изготавливаются по ГОСТ 539-80\* четырёх классов: ВТ6, ВТ9, ВТ12, ВТ15. Трубы каждого класса в зависимости от пропускной способности (внутреннего диаметра) и длины подразделяются на три типа: 1, 2 и 3. Для соединения труб применяются асбестоцементные муфты типа САМ по ГОСТ 539-80\* или чугунные муфты по ГОСТ 17584.

## 1.2. ТРУБЫ КЕРАМИЧЕСКИЕ

Керамические трубы применяются для прокладки бытовых и производственных канализационных сетей и водостоков в грунтах с агрессивными грунтовыми водами. По ГОСТ 286-86\* канализационные керамические трубы выпускают диаметром 150–600 мм (таблица 1.2).

## 1.3. ТРУБЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ

### **1.3.1. Трубы железобетонные безнапорные**

Безнапорные трубы применяются при устройстве подземных безнапорных трубопроводов, транспортирующих самотеком бытовые и атмосферные сточные воды. Изготавливаются по ГОСТ 6482.0-79\* и ГОСТ 6482.1-79\*. Трубы подразделяются на следующие типы:

РТ – раструбные цилиндрические со стыковыми соединениями, уплотняемыми герметиками (таблица 1.3);

РТБ – раструбные цилиндрические с упорным буртиком на стыковой поверхности втулочного конца трубы и стыковыми соединениями, уплотняемыми, уплотняемыми с помощью резиновых колец (таблица 1.5);

РТС – раструбные цилиндрические со ступенчатой стыковой поверхностью втулочного конца трубы, стыковые соединения которых уплотняются с помощью резиновых колец.

### **1.3.2. Трубы железобетонные напорные**

Железобетонные напорные трубы применяются при устройстве подземных напорных трубопроводов, транспортирующих жидкости, неагрессивные по отношению к бетону труб, арматуре и уплотняющим кольцам стыковых соединений. Эти трубы изготавливаются методами виброгидропрессования по ГОСТ 12586.0-83\* (таблица 1.6).

## 1.4. ТРУБЫ ЧУГУННЫЕ НАПОРНЫЕ

### **1.4.1. Трубы чугунные напорные, изготавливаемые методом центробежного и полунепрерывного литья**

Трубы этого типа изготавливают из серого чугуна с раструбными соединениями по ГОСТ 9583 классов ЛА, А, Б (таблицы 1.7, 1.8, 1.9, 1.10).

### **1.4.2. Трубы чугунные напорные со стыковыми соединениями на резиновых уплотнителях**

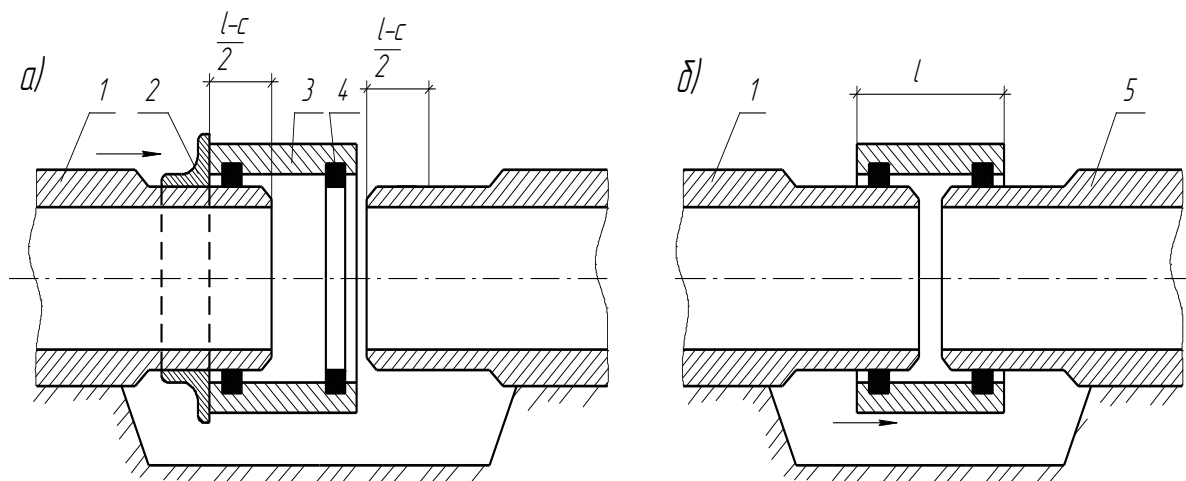
Эти трубы изготавливаются двух конструкций: раструбные с резиновой самоуплотняющейся манжетой и раструбно-винтовые с чугунной или пластмассовой запорной муфтой и резиновым уплотнительным кольцом.

## 1.5. ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ

По способу изготовления стальные трубы делятся на два вида: сварные и горячекатаные. Сортамент сварных труб по ГОСТ 10704, ГОСТ 8696, ГОСТ 8732 приведены в таблицах 1.11, 1.12, 1.13.

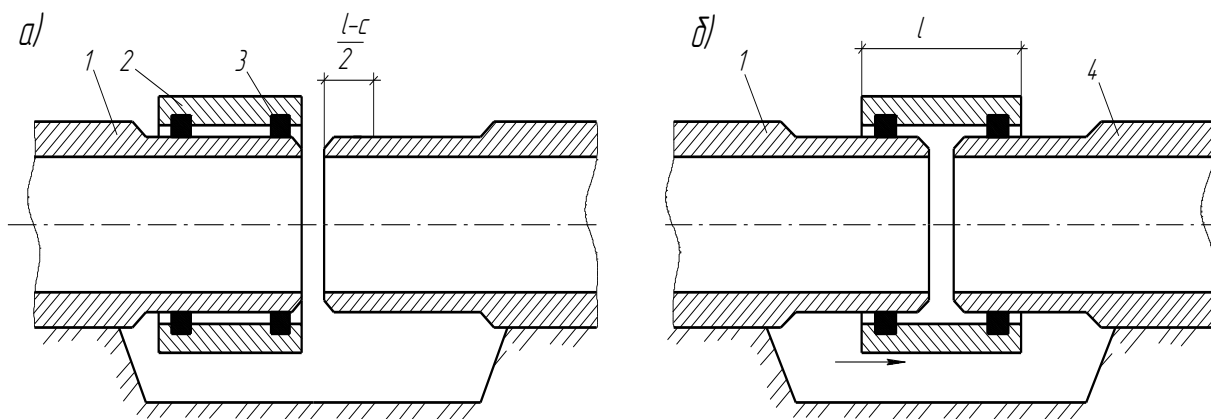
**Таблица 1.1 – Размеры (мм) и масса (кг) асбестоцементных труб по ГОСТ 539-80**

Условный проход	Внутренний диаметр труб классов				Наружный диаметр	Толщина стенок обточенных концов труб классов				Длина	Масса 1 м труб классов			
	ВТ6	ВТ9	ВТ12	ВТ15		ВТ6	ВТ9	ВТ12	ВТ15		ВТ6	ВТ9	ВТ12	ВТ15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>ТРУБЫ ПЕРВОГО ТИПА</b>														
100	104	100	96	-	122	9	11	13	-	2950	7.8	9.2	10.4	-
150	146	141	135	-	169	11	13.5	16.5	-	2950	12.9	15.2	17.9	-
200	196	189	181	-	221	14	17.5	21.5	-	3950	22.1	26.4	31.2	-
250	244	235	228	-	273	15	19.5	23	-	3950	28.4	35.9	41.1	-
300	289	279	270	-	325	17.5	22.5	27	-	3950	40.2	49.4	57.4	-
350	334	322	312	-	376	19.5	25.5	30.5	-	3950	50.9	63.7	74	-
400	381	368	356	-	428	23	29.5	35.5	-	3950	68.8	84.7	98.7	-
500	473	465	441	-	532	27.5	36	43.5	-	3950	101.6	127.3	149.2	-
<b>ТРУБЫ ВТОРОГО ТИПА</b>														
200	-	196	188	180	224	-	14	18	22	5000	-	24.5	30	35.3
250	-	242	234	226	274	-	16	20	24	5000	-	33.8	40.7	47.3
300	-	286	276	267	324	-	19	24	28.5	5000	-	47.7	57.9	66.7
350	-	329	317	307	373	-	22	28	33	5000	-	62.5	76.5	87.5
400	-	377	363	352	427	-	25	32	37.5	5000	-	81.8	100.6	114.8
500	-	466	450	436	528	-	31	39	46	5000	-	124.7	151.2	173.6
<b>ТРУБЫ ТРЕТЬЕГО ТИПА</b>														
200	-	198	192	174	224	-	13	16	25	5950	-	22.7	26.7	37.7
300	-	279	270	256	324	-	13.5	27	34	5950	-	49.4	57.4	69.4



а – центровка уложенной трубы с укладываемой трубой, на которую предварительно надета до упора (на требуемую глубину) и закреплена муфта, б – навдвижка закреплённой на трубе муфты на уложенную трубу и снятие упора;  
 1 – укладываемая труба, 2 – упорный хомут, 3 – муфта САМ, 4 – резиновое кольцо фигурного сечения (манжета САМ), 5 – уложенный трубопровод

**Рисунок 1.1 – Монтаж трубопровода из асбестоцементных труб на муфтах типа САМ (первый способ)**



а – центровка уложенной трубы с укладываемой, на которую предварительно полностью надета муфта, б – навдвижка муфты на уложенную трубу с контролем правильности перекрытия торцов стыкуемых труб;  
 1 – укладываемая труба, 2 – муфта САМ, 3 – резиновое кольцо фигурного сечения (манжета САМ), 4 – уложенная труба

**Рисунок 1.2 – Монтаж трубопровода из асбестоцементных труб на муфтах типа САМ (второй способ)**

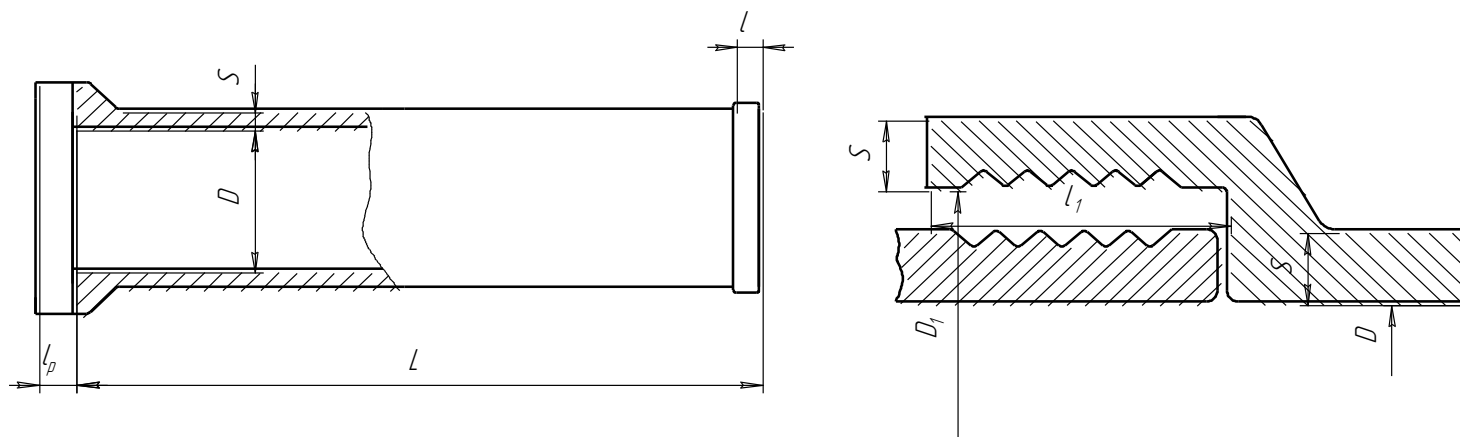


Рисунок 1.3 – Труба керамическая и стык труб

Таблица 1.2 – Размеры в мм керамических труб

диаметр внутренний, D	Размеры ствола		Толщина стенки ствола и раструба, S	Размеры раструба	
	длина			диаметр внутренний, D <sub>1</sub>	глубина, l <sub>1</sub>
	L	нарезки, l			
1	2	3	4	5	6
150±8	1000;1200	60	19±3	224	60
200±9	1000;1200	60	20±3	282	60
250±11	1000;1200	60	22±3	340	60
300±12	1000;1200	60	25±3	398	60
350±13	1000;1200	70	28±3	456	70
400±13	1000;1200	70	30±4	510	70
450±13	1000;1200	70	34±4	568	70
500±13	1000;1200	70	36±4	622	70
550±13	1000;1200	70	39±4	678	70
600±14	1000;1200	70	41±4	734	70

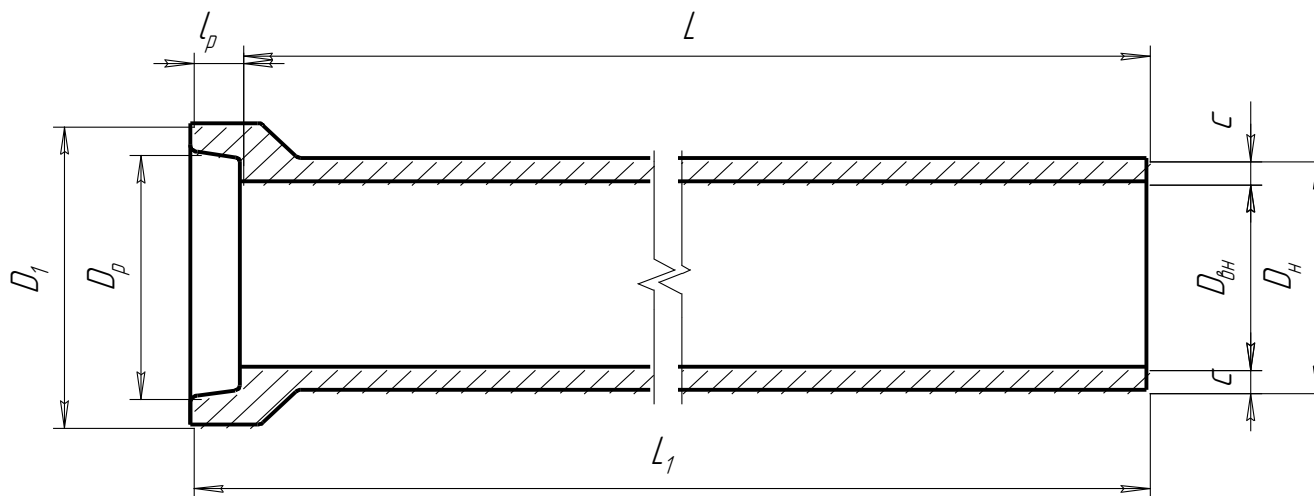


Рисунок 1.4 – Железобетонная труба типа РТ

Таблица 1.3 – Размеры, мм, и масса, т, железобетонных труб РТ

Условный проход	Типо-размер	$D_{вн}$	$D_{н}$	$D_p$	$D_1$	$c$	$l_p$	$L$	$L_1$	Масса
400	РТ4.50	400	500	530	650	50	100	5000	5100	0,35
500	РТ5.50	500	620	650	790	60				1,4
600	РТ6.50	600	720	750	890	80				1,7
800	РТ8.50	800	960	990	1170	110	110	5110	3	
1000	РТ10.50	1000	1200	1230	1450				4,6	
1200	РТ12.50	1200	1420	1450	1690				7	
1400	РТ14.50	1400	1620	1650	1890	120	130	4500	8,7	
1600	РТ16.50	1600	1840	1870	2130				130	10,6
2000	РТ20.45	2000	2260	2300	2580				150	140
2400	РТ24.39	2400	2700	2740	3060					



**Таблица 1.4 – Размеры, мм, и масса, т, железобетонных труб, изготавливаемых методом центрифугирования**

Марка трубы	Условный проход	Толщина стенки сердечника	Полезная длина трубы	Внутренний диаметр раструба	Наружный диаметр				Масса справочная
					раструба (без защитного слоя)	втулочного конца	буртика	сердечника	
ЦТН50-I ЦТН50-II ЦТН50-III	500	40	5000	636	750	610	630	580	1,43
ЦТН60-I ЦТН60-II ЦТН60-III	600	45	5000	756	880	730	750	690	1,95
ЦТН80-I ЦТН80-II ЦТН80-III	800	55	5000	957	1100	930	950	910	3
ЦТН100-I ЦТН100-II ЦТН100-III	1000	65	5000	1177	1340	1150	1170	1130	4,14
ЦТН120-I ЦТН120-II ЦТН120-III	1200	80	5000	1399	1590	1370	1392	1360	6,12
ЦТН140-I ЦТН140-II ЦТН140-III	1400	90	5000	1619	1830	1590	1612	1580	7,7
ЦТН160-I ЦТН160-II ЦТН160-III	1600	100	5000	1843	2070	1810	1836	1800	9,63

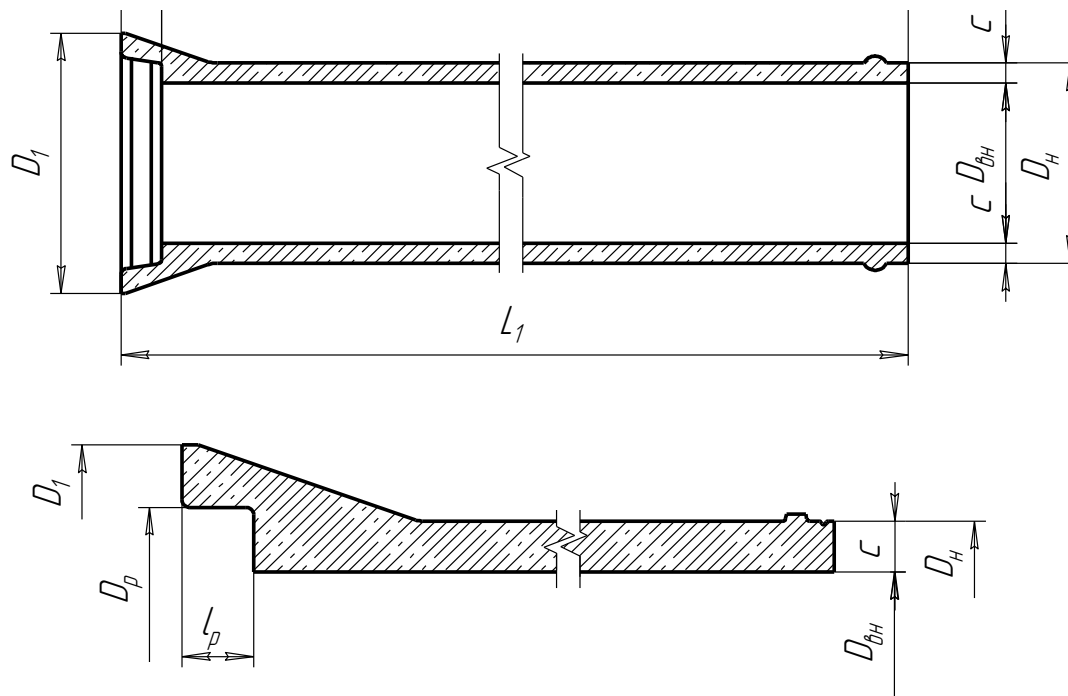


Рисунок 1.5 – Железобетонная труба типа РТБ

Таблица 1.5 – Размеры, мм, и масса, т, железобетонных труб типа РТБ

Условный проход	Типоразмер	$D_{вн}$	$D_{н}$	$D_p$	$D_1$	$c$	$L$	$L_1$	Масса (справочная)
400	РТБ4.50	400	500	520	684	50	5000	5145	0,95
500	РТБ5.50	500	620	650	834	60		5160	1,5
600	РТБ6.50	600	720	750	934				1,7
800	РТБ8.50	800	960	990	1210	80		3	
1000	РТБ10.50	1000	1200	1230	1498	110		5170	4,8
1200	РТБ12.50	1200	1420	1450	1710				6,3
1400	РТБ14.50	1400	1620	1656	1946				7,3
1600	РТБ16.50	1600	1840	1876	2170	120		5185	9

**Таблица 1.6 – Размеры, мм, и масса, т, железобетонных труб, изготавливаемых методом виброгидропрессования по ГОСТ 12586.0-83**

Условный проход	Марка трубы	Размеры трубы						Масса трубы
		3	4	5	6	7	8	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
500	ТН50-0 ТН50-I ТН50-II	500	610	634	790	628	5000	1.32
600	ТН60-0 ТН60-I ТН60-II	600	730	754	940	748	5000	1.89
800	ТН80-I ТН80-II ТН80-III	800	930	955	1152	948	5000	2.48
1000	ТН100-I ТН100-II ТН100-III	1000	1150	1175	1384	1168	5000	3.55
1200	ТН120-I ТН120-II ТН120-III	1200	1370	1397	1660	1390	5000	4.95
1400	ТН140-I ТН140-II ТН140-III	1400	1590	1617	1900	1610	5000	6.65
1600	ТН160-I ТН160-II ТН160-III	1600	1810	1841	2140	1834	5000	8.20

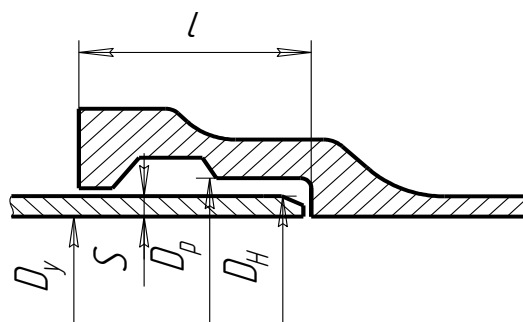


Рисунок 1.6 – Стыковое соединение чугунных труб

Таблица 1.7 – Размеры, мм, и масса, кг, труб чугунных напорных со стыковыми соединениями на резиновой самоуплотняющейся манжете

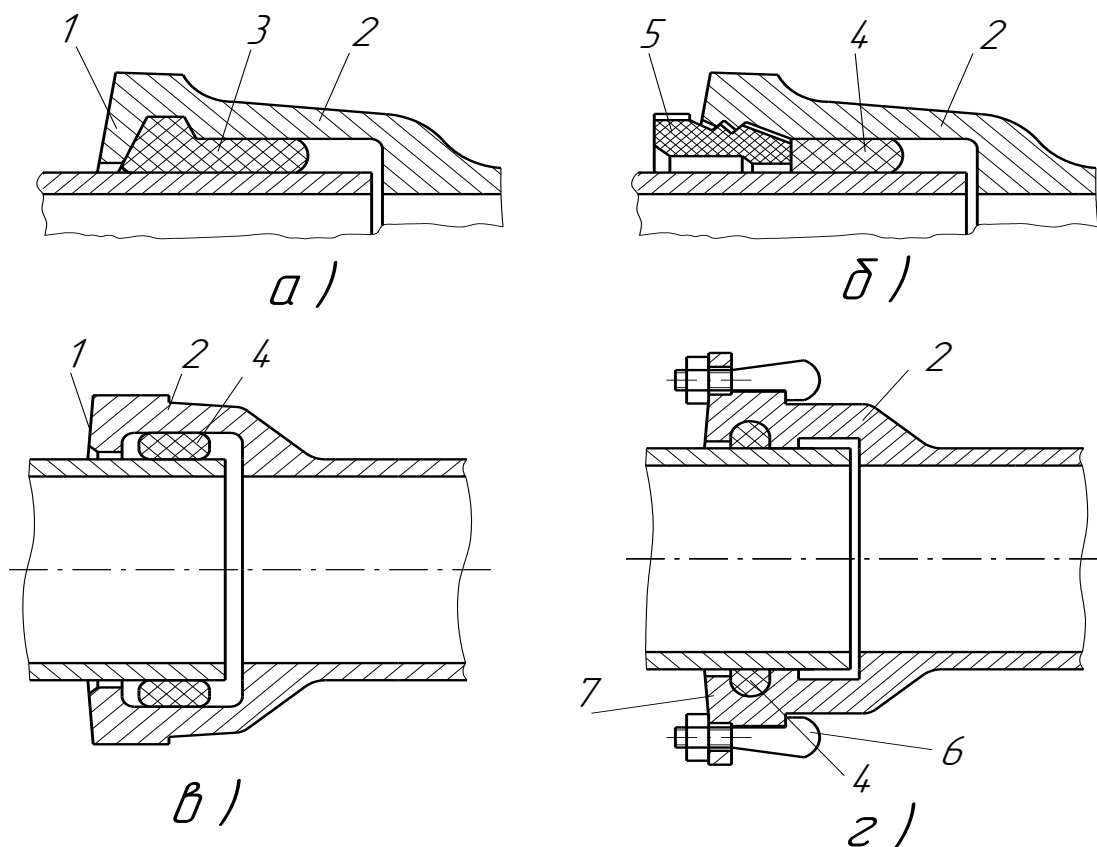
Условный проход, $D_y$	Наружный диаметр, $D_n$	Толщина стенки, $S$	Масса трубы при строительной длине, $L$ , м					Масса 1 м труб без раструба
			2	3	4	5	6	
Трубы класса ЛА								
65	81	6,7	26,8	38,1	-	-	-	11,3
80	98	7,2	-	49,7	-	-	-	14,9
100	118	7,5	-	62,9	81,8	101	-	18,9
150	170	8,3	-	101	132	162	193	30,5
200	222	9,2	-	-	192	236	281	44,6
250	274	10	-	-	259	319	379	60,1
300	326	10,8	-	-	334	412	489	77,6
Трубы класса А								
65	81	7,4	29	41,4	-	-	-	12,4
80	98	7,9	-	53,6	-	-	-	16,2
100	118	8,3	-	68,6	89,4	110	-	20,8
150	170	9,2	-	111	144	178	212	33,7
200	222	10,1	-	-	209	258	306	48,8
250	274	11	-	-	282	348	414	65,9
300	326	11,9	-	-	364	450	535	85,2
Трубы класса Б								
65	81	8,0	30,8	44,1	-	-	-	13,3
80	98	8,6	-	57,5	-	-	-	17,5
100	118	9	-	73,1	95,4	118	-	22,3
150	170	10	-	119	155	192	228	36,4
200	222	11	-	-	225	278	331	52,9
250	274	12	-	-	305	376	448	71,6
300	326	13	-	-	394	487	580	92,7

Таблица 1.8 – Размеры, мм, и масса, кг, раструбов

$D_y$	$D_n$	$D_1$	$D_2$	$D_p$	$l$	Масса
65	81	91	109	97	80	4,2
80	98	108	126	116	80	5,0
100	118	131	148	136	85	6,2
150	170	183	204	191	90	9,7
200	222	235	260	245	90	13,5
250	274	287	313	299	95	18,2
300	326	339	366	352	100	23,6

**Таблица 1.9 – Размеры, мм, и масса, кг, чугунных труб и раструбов**

Условный проход	Размеры цилиндрической части				Масса			
	наружный диаметр	толщина стенки			1 м трубы (без раструба) класса			раструба
		ЛА	А	Б	ЛА	А	Б	
65	81	6,7	7,4	8	11,3	12,4	13,3	4,1
80	98	7,2	7,9	8,6	14,9	16,2	17,5	4,9
100	118	7,5	8,3	9	18,9	20,8	22,3	6,3
125	144	7,9	8,7	9,5	24,5	26,8	29,1	7,8
150	170	8,3	9,2	10	30,5	33,7	36,4	10,2
200	222	9,2	10,1	11	44,6	48,8	52,9	14,6
250	274	10	11,	12	60,1	65,9	71,6	20
300	326	10,8	11,9	13	77,6	85,2	92,7	26
350	378	11,7	12,8	14	97,6	106,5	116,1	31,9
400	429	12,5	13,8	15	118,5	13,5	141,4	40,9
500	532	14,2	15,6	17	167,5	183,5	199,4	59,6
600	635	15,8	17,4	19	222,9	244,8	266,6	79,5
700	738	17,5	19,3	21	287,2	316	342,9	102
800	842	19,2	21,1	23	359,8	394,6	429	136
900	945	20,8	22,9	25	437,8	480,9	523,9	174
1000	1048	22,5	24,8	27	525,6	578	627,9	222



а – с резиновой уплотнительной манжетой, б...г – с резиновым уплотнительным кольцом; 1 – запорный зуб, 2 – раструб, 3 – манжета, 4 – кольцо, 5 – гайка (муфта), 6 – накидной болт, 7 – фланец

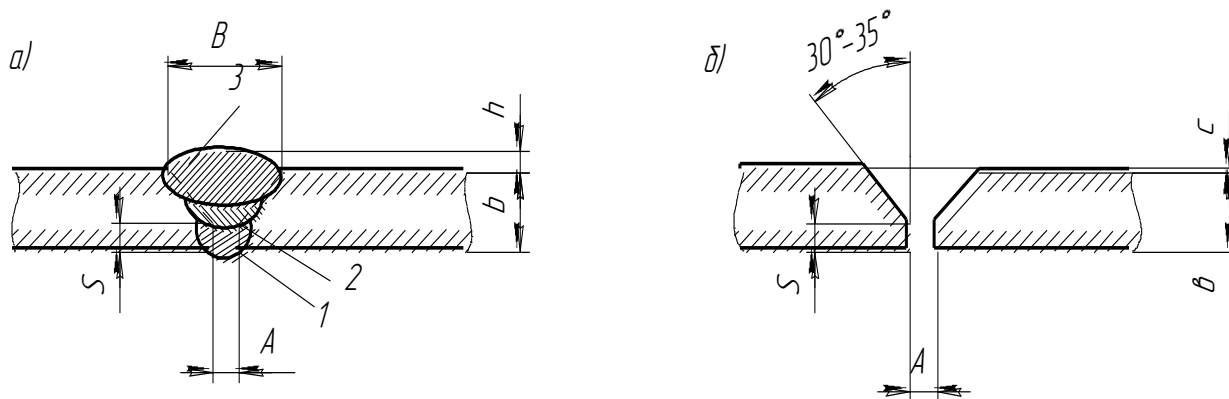
**Рисунок 1.7 – Раструбное стыковое соединение чугунных труб**

**Таблица 1.10 – Размеры и вес чугуновых труб стационарного литья**

Условный проход, $D_v$	Наружный диаметр $D_n$	Класс А					Класс Б				
		толщина стенки трубы	вес в кг трубы с раструбом при длине в м				толщина стенки трубы в мм	вес в кг трубы с раструбом при длине в м			
			3	4	5	6		3	4	5	6
	в мм										
125	144	8,7	89	116	143	170	9,5	96	125	154	184
150	170	9,2	112	145	179	213	10	120	156	193	229
200	222	10,1	–	210	259	307	11	–	226	279	332
250	274	11	–	284	350	416	12	–	307	378	450
300	326	11,9	–	368	453	538	13	–	398	490	583
350	378	12,8	–	460	566	673	14	–	498	614	730
400	429	13,8	–	564	694	825	15	–	608	749	890
450	480	14,7	–	678	835	992	16	–	726	895	1064
500	532	15,6	–	795	978	1162	17	–	859	1058	1257
600	635	17,4	–	1062	1307	1552	19	–	1149	1416	1683
700	738	19,3	–	1376	1692	2008	21	–	1484	1827	2170
800	842	21,1	–	1721	2116	2511	23	–	1859	2288	2717
900	945	22,9	–	2108	2589	3070	25	–	2280	2804	3328
1000	1048	24,8	–	2551	3129	3707	27	–	2750	3378	4006
1200	1256	28,4	–	3494	4288	5082	31	–	3778	4642	5506

**Таблица 1.11 – Сортамент стальных бесшовных горячекатаных труб**

Условный проход $D_y$	Наружный диаметр $D_n$	Толщина стенки	Вес 1 пог. м в кг
В мм			
150	159	4,5	17,15
150	159	7	26,24
175	194	5	23,31
175	194	8	36,7
200	219	7	36,6
200	219	8	41,63
250	273	7	45,92
250	273	9	58,60
300	325	9	70,14
300	325	10	77,68
350	377	9	81,68
350	377	10	90,51
400	426	10	102,59
400	426	11	112,58
450	480	9	104,52
450	480	12	139,49
500	530	9	115,62
500	530	14	178,44



а – наложение слоев при трехслойной сварке стыка; б – подготовка труб к сварке;  
 в – толщина стенок труб; с – смещение кромок стенок труб;  
 h – усиление шва; А – зазор между кромками труб; В – ширина сварного шва;  
 S – притупление кромок; 1, 2 и 3 – слои шва, наносимые при сварке

**Рисунок 1.8 – Сварной шов**

Таблица 1.12 – 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	122,52		
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

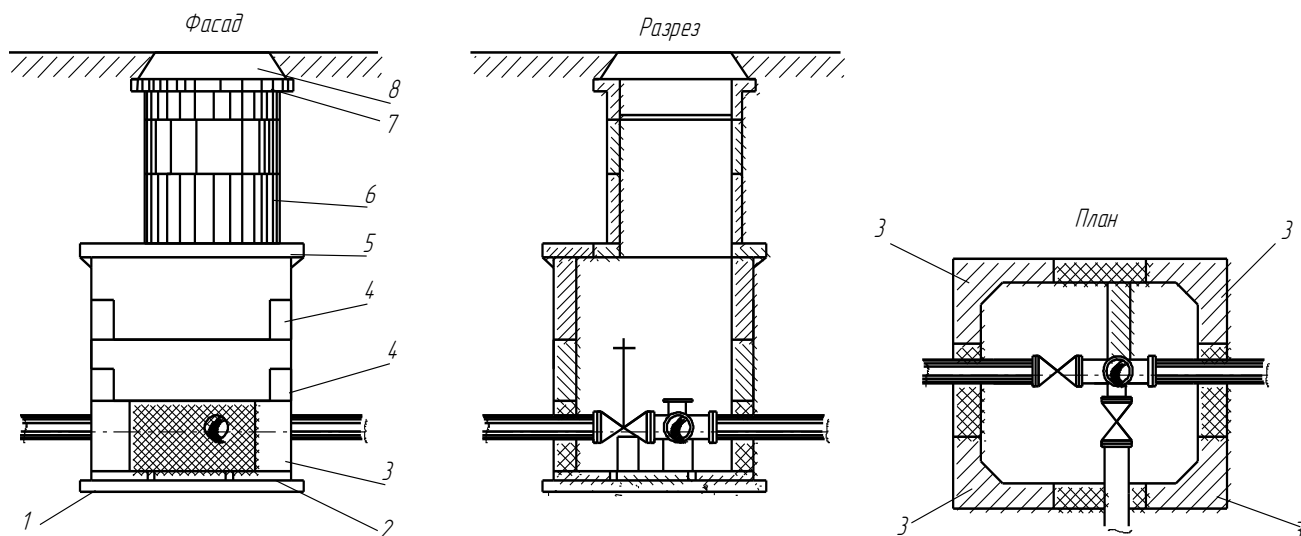


**Продолжение таблицы 1.12**

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
1020	–	–	125,2	137,6	150	174,9	199,7	224,4	249,1	273,7	298,3	347,3	396,2
1120	–	–	–	151,16	164,8	192,1	219,4	246,6	273,7	300,8	327,9	381,9	435,6
1220	–	–	–	164,72	179,6	209,4	239,1	268,8	298,4	328	357,5	416,4	475,1
1320	–	–	–	178,28	194,4	226,7	258,9	291	323	355,1	387,1	450,9	514,5
1420	–	–	–	191,85	209,2	243,9	278,6	313,2	347,7	382,2	416,7	485,4	554
1520	–	–	–	–	–	–	–	–	372,4	409,4	446,3	519,9	593,5
1620	–	–	–	–	–	–	–	–	397,1	436,5	475,9	554,5	632,5

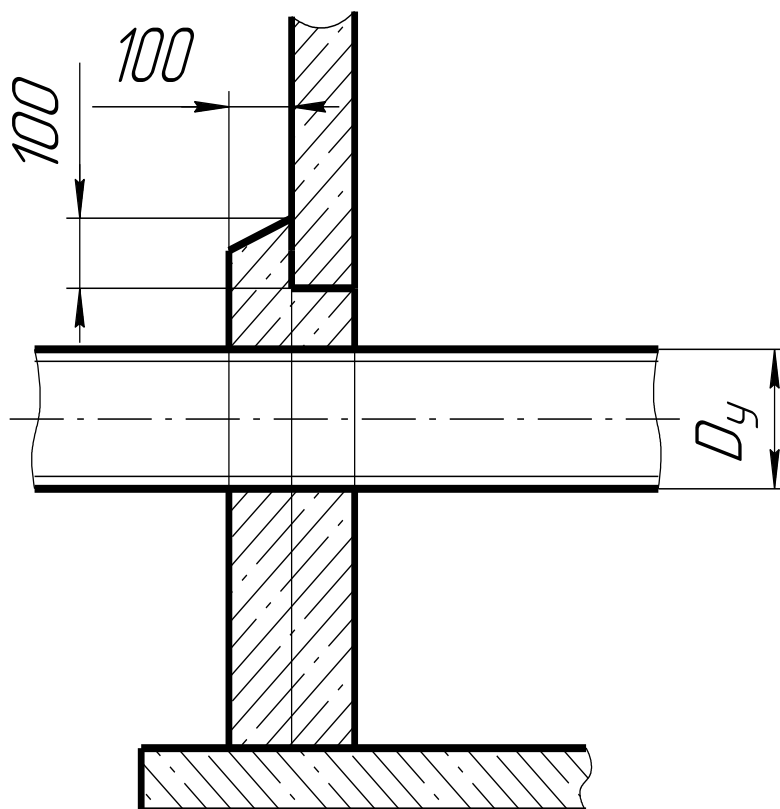
**Таблица 1.13 – Сортамент стальных электросварных труб со спиральным швом**

Условный проход D <sub>y</sub> в мм	Наружный диаметр D <sub>n</sub> в мм	Вес 1 пог. м в кг при толщине стенки в мм									
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	
400	426	42,25	52,7	63,1	73,4	83,7	–	–	–	–	
450	480	47,66	59,5	71,2	82,9	94,5	–	–	–	–	
500	530	52,66	65,7	78,7	91,6	104,5	117,4	–	–	–	
600	630	–	78,2	93,7	109,1	124,5	139,9	155,2	–	–	
700	720	–	89,5	107,2	124,9	142,6	160,2	177,7	195,2	212,6	
800	820	–	102	122,3	142,4	162,6	182,7	202,7	222,7	242,7	
900	920	–	–	–	–	182,6	205,2	227,8	250,3	272,7	
1000	1020	–	–	–	–	202,6	227,7	252,8	277,8	302,8	
1200	1220	–	–	–	–	–	–	–	332,9	362,8	

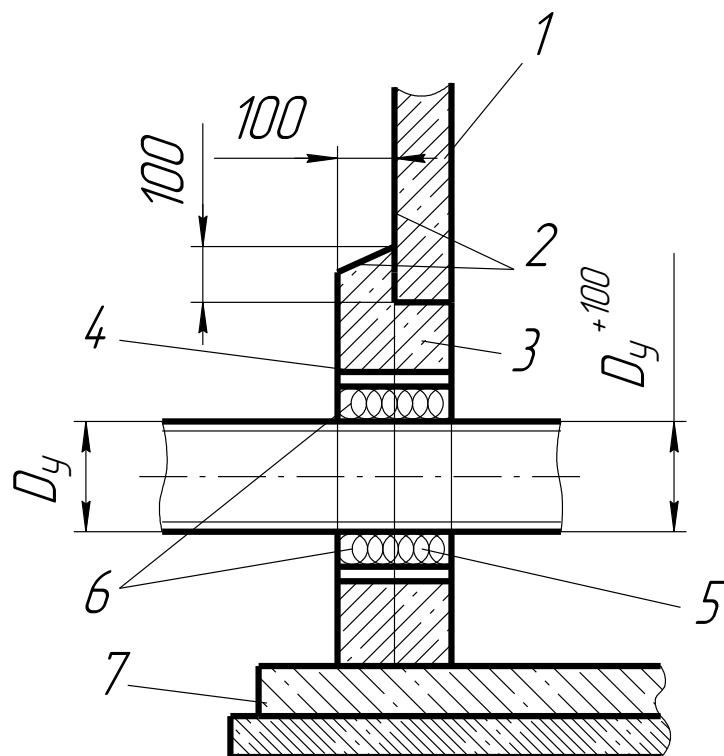


1 – бетонная подготовка; 2 – сборное железобетонное днище;  
 3 – фундаментальные блоки; 4 – стеновые блоки; 5 – блоки перекрытия;  
 6 – цилиндрическая горловина; 7 – опорное кольцо; 8 – люк

**Рисунок 2.1 – Водопроводный прямоугольный колодец из сборных элементов**

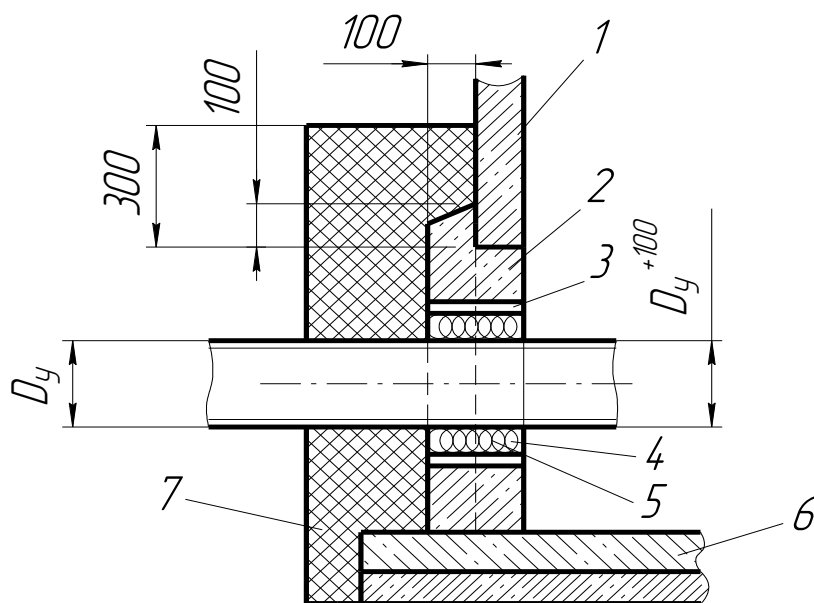


**Рисунок 2.2 – Деталь заделки труб в стенах колодцев, сооружаемых в сухих непросадочных грунтах**



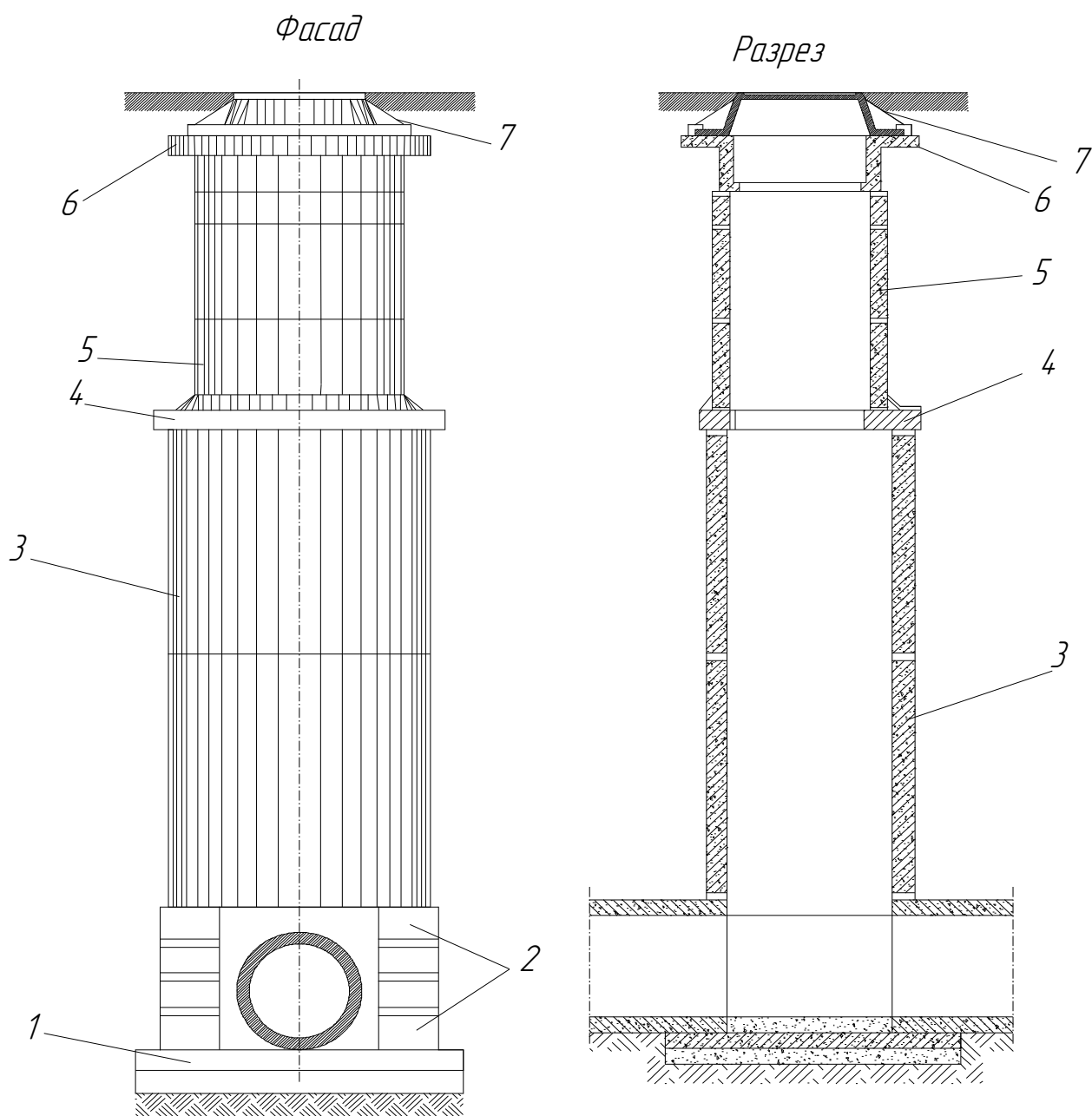
1 – стеновое кольцо, 2 – покрытие горячим битумом за два раза, 3 – бетон,  
4 – стальной патрубко-футляр, 5 – асбестоцементный раствор,  
6 – просмоленный канат, 7 – плита-днище

**Рисунок 2.3 – Деталь заделки труб в стенах колодцев, сооружаемых в мокрых грунтах**



1 – гидроизоляция внутренней поверхности стенок, 2 – бетон,  
3 – стальной патрубко-футляр, 4 – асбестоцементный раствор, 5 – просмоленный канат, 6 – плита-днище, 7 – водоупорный замок из мягкой глины

**Рисунок 2.4 – Деталь заделки труб в стенах колодцев, сооружаемых в просадочных грунтах**



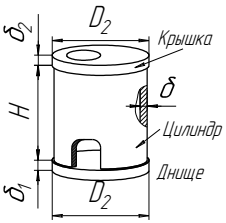
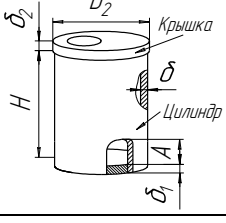
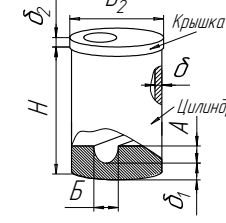
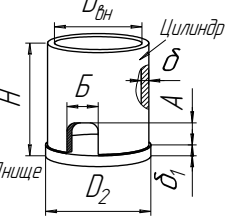
- 1 – плита днища; 2 – фундаментальные блоки; 3 – кольцо колодца;  
 4 – плита покрытия; 5 – кольцо цилиндрической горловины;  
 6 – опорные кольца; 7 – металлический люк

**Рисунок 2.5 – Канализационный цилиндрический колодец  
 из сборного железобетона**

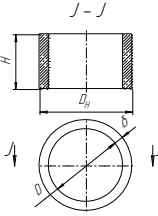
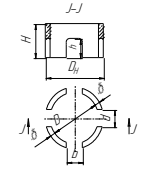
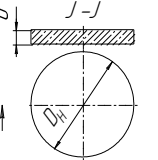
**Таблица 2.1 – Колодцы сборные железобетонные**

Наименование	Марка	Внутренний диаметр, мм	Высота, мм	Толщина стенки, мм	Расход бетона, м <sup>3</sup>	Масса, т	Расход металла	
							на 1 изделие, кг	на 1 м <sup>3</sup> бетона, кг
Рабочие камеры канализационных колодцев	ДК-10	1000	1270	80	0,52	1,3	19,67	37,83
	КЛ-10	1000	2410	80	0,92	2,3	28,55	31,03
	КЛ-12	1250	2630	80	1,4	3,5	36,97	26,4
	КЛ-15	1500	3870	90	1,6	4	43,5	27,1
	КЛ-20	2000	3110	100	3,2	8	76,4	23,9
То же, водосточных колодцев	ВД-8	800	1650	80	0,472	1,175	15,96	43,1
	ВС-10	1000	1800	80	0,56	1,4	21,15	37,8
	ВС-12	1250	1800	80	0,72	1,8	25,04	34,8
	ВС-15	1500	1980	90	1,006	2,65	28,2	26,6
То же, водопроводно-газовых колодцев	ВГ-12	1250	1980	80	0,71	1,78	33,8	47,5
	ВГ-15	1500	1980	90	0,99	2,48	44,32	44,77
	ВГ-20	2000	1980	100	1,44	3,6	65,95	45,8
	ВГ-25	2500	1980	100	2	5	105,12	52,56
Плиты перекрытий	ПК-10	1200	120	-	0,09	0,225	14,78	164,8
	ПК-12	1450	140	-	0,18	0,45	53,56	130,9
	ПК-15	1720	140	-	0,27	0,68	31,94	118,3
	ПК-20	2240	160	-	0,54	1,35	77,37	143,3
	ПК-25	2740	180	-	0,96	2,4	120,49	125,5
	ПВГ-15	1720	140	-	0,27	0,68	33,24	123,1
	ПВГ-20	2240	160	-	0,57	1,43	71,46	125,4
	ПВГ-25	2740	180	-	0,99	2,48	116,78	117,9
	ПК-15-10	1720	140	-	0,22	0,55	30,15	137,04
	ПК-20-10	2240	160	-	0,5	1,25	73,32	146,64
ПК-25-15	2740	180	-	0,74	1,85	111,44	150,59	
Плита оголовков	ППН	1750	220	-	0,85	2,12	100,05	117,7
Кольца горловины	К-1А	700	250	70	0,064	0,16	2,14	33,44
	К-7р-1	700	310	70	0,057	0,142	10,46	184
	К-7р-2	700	310	70	0,067	0,168	3,58	53,5
	К-7-1,5	700	145	70	0,025	0,063	0,89	35
	К-7-5	700	495	70	0,084	0,21	2,46	29,3
	К-7-10	700	990	70	0,168	0,42	4,37	26
	К-10-10	1000	990	80	0,27	0,68	6,71	24,9
	К-12-10	1250	990	80	0,33	0,83	7,92	24
	К-15-10	1500	990	90	0,44	1,1	10,38	23,6
	К-20-10	2000	990	100	0,66	1,65	16,76	25,4

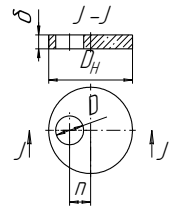
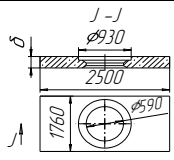
Таблица 2.2 – Смотровые унифицированные колодцы

Колодец	Марка	Эскиз изделия	Характеристика изделия										
			габариты, мм							масса, кг	объем, м <sup>3</sup>		
			Д <sub>вн</sub>	б	Н	Б	А	б1/б2	а		Д <sub>2</sub>	изде- лия	бе- тона
Канализационный	К-15-2р		1500	90	3260	1100	950	120/140	370	1720	4130	1,65	1,65
Водосточный	В-15-2 <sup>1</sup>		1500	90	2160	1100	950	120/140	370	1720	2980	1,19	1,19
Водопроводный и газовый	ВГ-15-2 <sup>1</sup>		1500	90	2160	1100	700	120/140	370	1720	3000	1,2	1,2
Канализационный	К-2-10-2 <sup>2</sup>		1000	80	2670	670	600	160/120	-	1200	2780	1,11	1,11
Водосточный	В-2-10-2 <sup>2</sup>		1000	80	1770	670	600	160/120	-	1200	1680	0,67	0,67
Водосточный	В-2-12-2 <sup>1</sup>		1200	80	1790	910	810	190/140	-	1400	2250	0,9	0,9
Канализационный	К-2-12 <sup>3</sup>		1200	80	2930	700	805	190/140	-	1400	3250	1,3	1,3
Дождеприёмный	ВД-8 <sup>4</sup>		800	80	1650	400	400	100 /-	-	1000	1120	0,448	0,448

**Таблица 2.3 – Технические данные сборных железобетонных изделий, применяемых при сооружении круглых камер и колодцев**

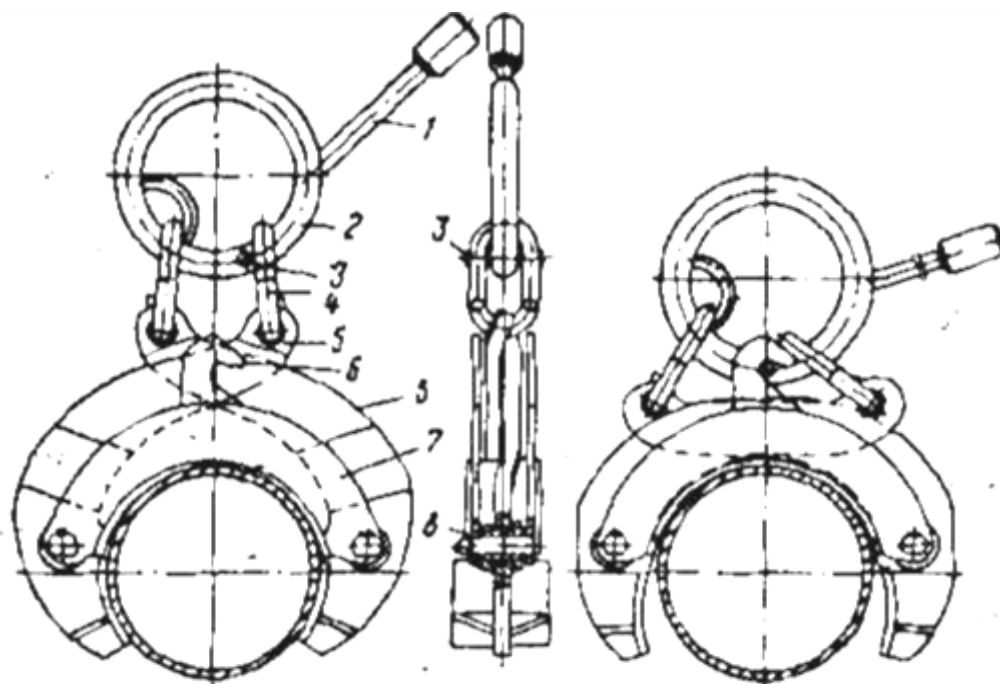
Изделие	Марка изделия	Внутренний диаметр колец и лазов D, мм	Наружный диаметр изделий Dн, мм	Высота стеновых колец Н, мм	Толщина изделий б, мм	Диаметр труб d, мм	Ширина отверстия b, мм	Высота отвестия h, мм	Справочная масса, кг	Объем бетона, м <sup>3</sup>	Расход стали, кг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	КС7-1 КС7-2	700	840	290 890	70	-	-	-	130 380	0,05 0,15	1,8 5,5	
	КС10-1 КС10-2	1000	1160	590 890	80	-	-	-	400 610	0,16 0,24	4,2 6,5	
	КС15-1 КС15-2	1500	1680	590 890	90	-	-	-	660 1000	0,265 0,4	8,1 13,2	
	КС20-1 КС20-2 КС20-3	2000	2200	590 890 1190	100	-	-	-	970 1470 1540	0,39 0,59 0,62	13,8 21 55,1	
		КС10-2-1А	1000	1160	890	80	200	450	400	570	0,23	14,2
		КС15-1-1А КС15-2-1А	1500	1680	590 890	90	400	600	350 500	600 770	0,2 0,31	20,6 31,9
КС20-1-1А КС20-2-1А КС20-3-1А		2000	2200	590 890 1190	100 100 100	600	900	350 500 600	740 1120 1540	0,29 0,45 0,62	31,7 43,6 55,1	
		ПД10-1-1 ПД15-1-1 ПД20-1-1	- - -	1500 2000 2500	- - -	100 120 120	- - -	- - -	- - -	440 940 1470	0,18 0,38 0,59	9,8 27,3 65,2
		КО7-1	580	840	-	70	-	-	-	50	0,02	0,9

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	ПП10-1-1	700	1160	-	150	-	-	-	450	0,1	10,8
	ПП15-1-1	700	1680	-	150	-	-	-	690	0,28	27,9
	ПП15-2-1	700	1680	-	150	-	-	-	690	0,28	27,4
	ПП20-1-1	700	2200	-	150	-	-	-	1280	0,51	46,4
	ПП20-2-1	700	2200	-	150	-	-	-	1280	0,51	47,8
	ПНЛ1-1	930(590)	-	-	220	-	-	-	2120	0,85	99,8
Камни регулировочные	КР	660	840	--	--	--	--	--	6	0,002	--
Плита дорожная с нишей для люка	ПД-1	---	---	---	---	---	---	---	2120	0,85	99,8



ГРУЗОЗАХВАТНЫЕ И МОНТАЖНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

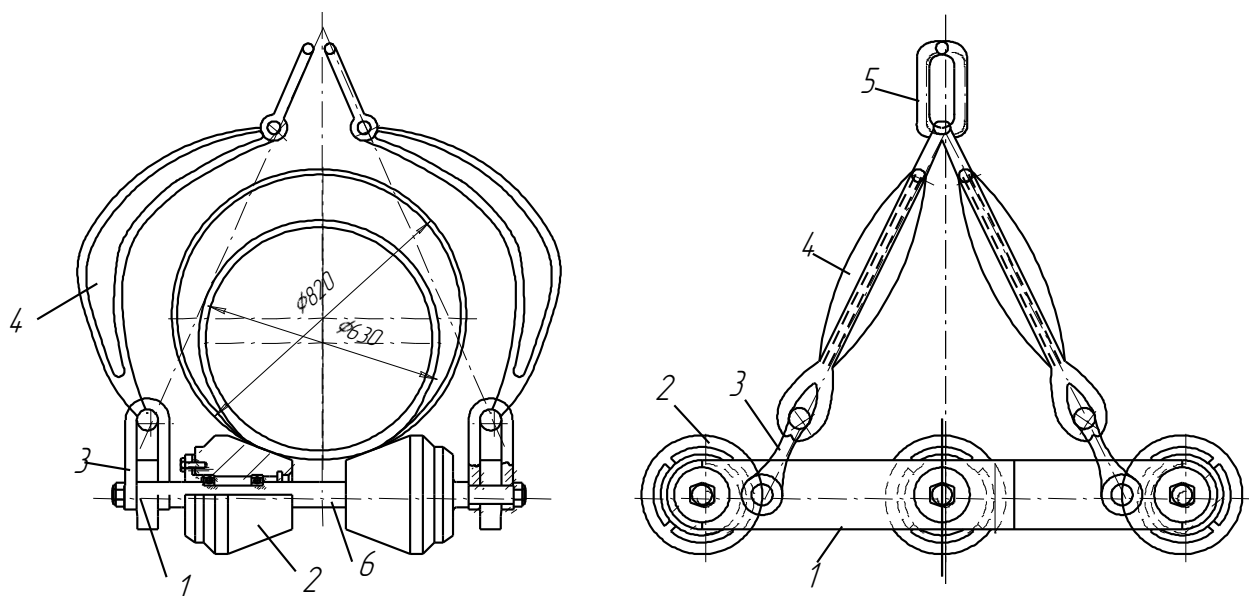


1 – ручка для открывания захвата; 2 – кольцо; 3 – штырь; 4 – звено;  
5 – рычаг; 6 – крюк; 7 – корпус; 8 – ось

**Рисунок 3.1 – Захват клещевой**

**Таблица 3.1 – Техническая характеристика клещевых захватов**

Марка захвата	Диаметр поднимаемых труб в мм	Грузоподъёмность 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



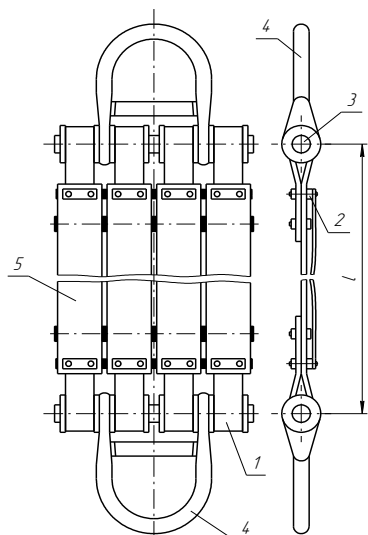
1 – щека; 2 – каток; 3 – скоба; 5 – петля; 6 – ось

**Рисунок 3.2 – Троллейная подвеска Т-20 (ТП-6)**

**Таблица 3.2 – Технические данные троллейных подвесок для труб**

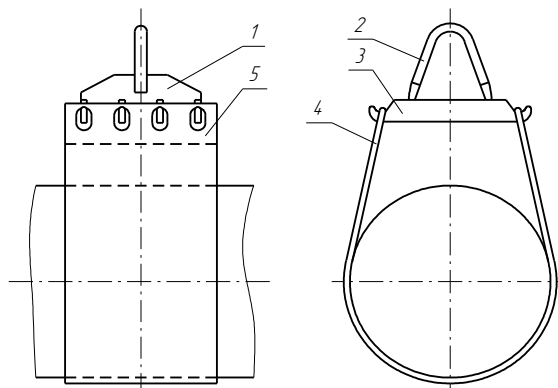
Показатели	Т-6; ТП-371С	Т-12А ТП-521С	Т-20 (ТП-6)	ТБ-20А	Т35; ТП-1021С	Т-50А; ТП-1222С	ТП-1423С
Грузоподъёмность в т	6	12,5	20	20	35	50	50
Диаметр поднимаемых труб в мм	89-377	377-529	630-820	720-820	1020	1220	1420
Количество осей	2	3	3	2	4	4	4
Количество катков	-	6	6	4	8	8	8
Наибольший диаметр катка 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

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПОЛОТЕНЕЦ ДЛЯ ОПУСКА ТРУБОПРОВОДОВ



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

**Рисунок 3.3 – Тросовый захват  
(полотенце)**



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

**Рисунок 3.4 – Мягкое полотенце  
ПМ**

**Таблица 3.3 – Технические характеристики тросовых захватов и полотенце**

Показатели	ПМ-	ТП-529	ТП-	ТП-	ТП-	ТП-	ПМ-	ПМ-
Грузоподъёмность 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 3.4 – Техническая характеристика захвата клещевого полуавтоматического для труб**

Грузоподъёмность, 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 3.5 – Техническая характеристика троллейных подвесок для неизолированного трубопровода**

Показатель	ТП371ХЛ	ТП521ХЛ	ТП822ХЛ	ТП1023Х	ТП1425ХЛ
Грузоподъёмность, т	6,3	12,5	20	35	63
Диаметр поднимаемых трубопроводов, мм	89-377	377-530	377-820	1020	1220-1420
Число катков	4	6	6	8	12
Число рядов катков по образующей трубы	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 3.6 – Техническая характеристика троллейных подвесок для изолированного трубопровода**

Показатель	ТПП321	ТПП1021	ТПП1022	ТПП1421	ТПП1423
Грузоподъёмность, т	2	23	32	63	60
Диаметр поднимаемых трубопроводов, 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 3.7 – Техническая характеристика полотенца 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	3010	3350	5080	5080	5055	5055
Масса, кг	20,7	38	81	108	387	147	523

**Таблица 3.8 – Техническая характеристика захватов серии ЗТА**

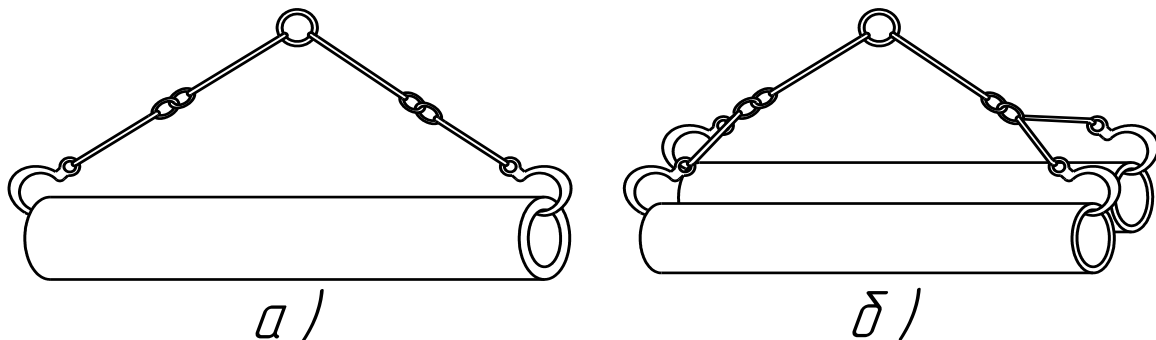
Показатель	ЗТА31	ЗТА101	ЗТА102
Грузоподъёмность, т	3	10	10
Диаметр поднимаемых труб, мм	530-820	1020-1420	1020-1420
Длина поднимаемых труб, мм	9-12	9-12	9-12
Размеры, мм:			
длина	12400	12400	12400
ширина	620	1160	1130
высота	1260	1750	1750
Масса, кг	1225	2150	1960

**Таблица 3.9 – Техническая характеристика захватов серии 3Т**

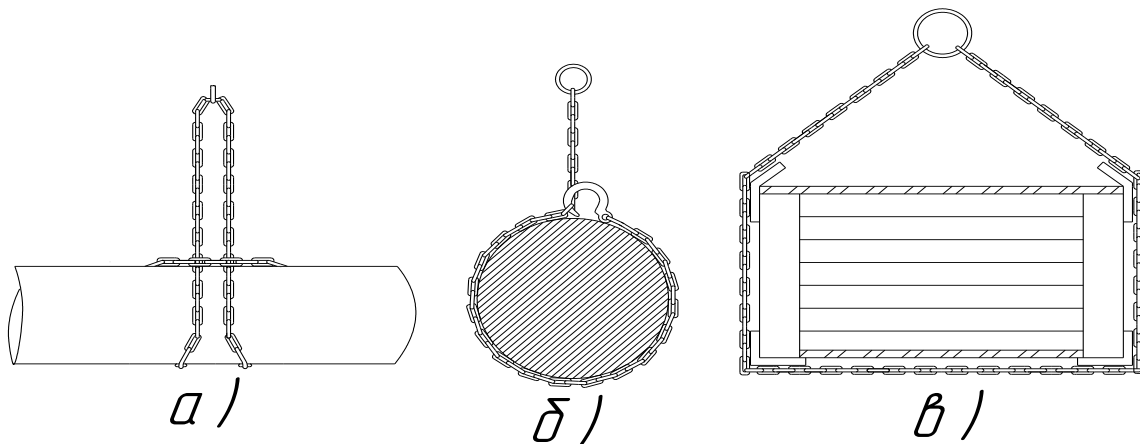
Показатель	3Т822	3Т1422
Грузоподъемность, т	6	9
Диаметр поднимаемых труб, мм	530-820	1020-1420
Длина поднимаемых труб, мм	11-12	11-12
Число одновременно поднимаемых труб	1-2	1
Размеры, мм:		
длина	12400	12400
ширина	620	1160
высота	1260	1750
Масса, кг	1225	2150

**Таблица 3.10 – Техническая характеристика траверс**

Показатель	ТРВ41	ТРВ61	ТРВ182
Грузоподъемность, т	4	6	18
Диаметр поднимаемых труб, мм	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

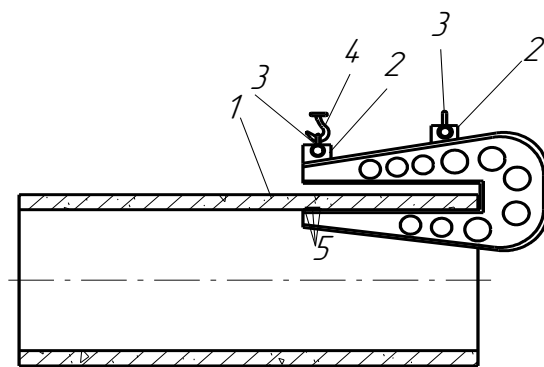


**Рисунок 3.5 – Грузозахватные устройства с двумя (а) и четырьмя (б) крюками**

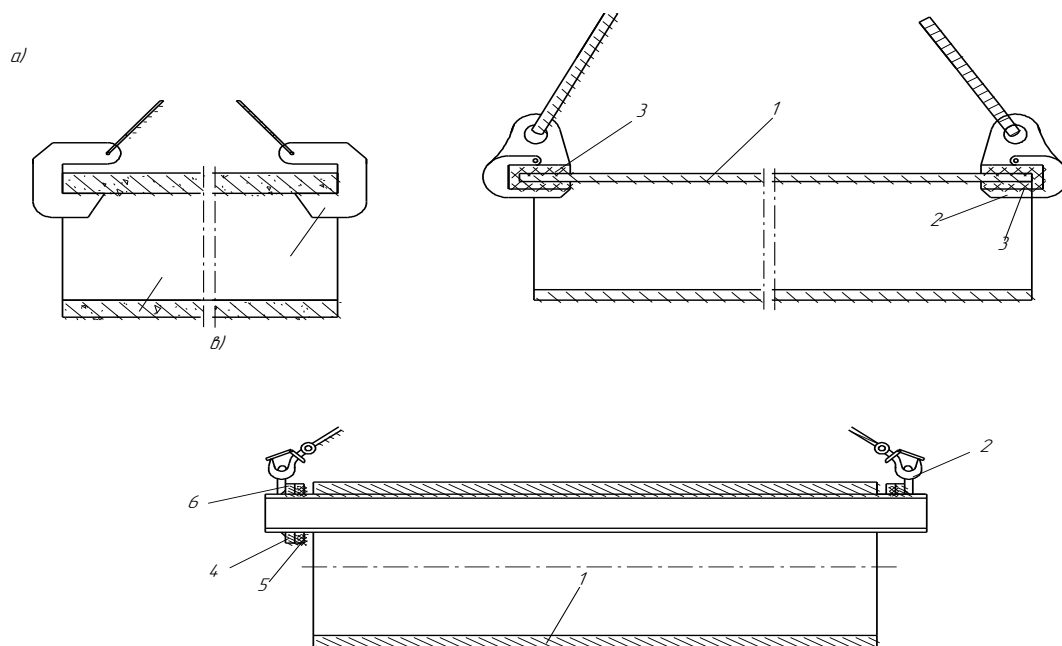


**а – универсальным, б – облегченным с крюком на конце, в – с обхватом груза в двух местах**

**Рисунок 3.6 – Схема строповки цепными стропами**

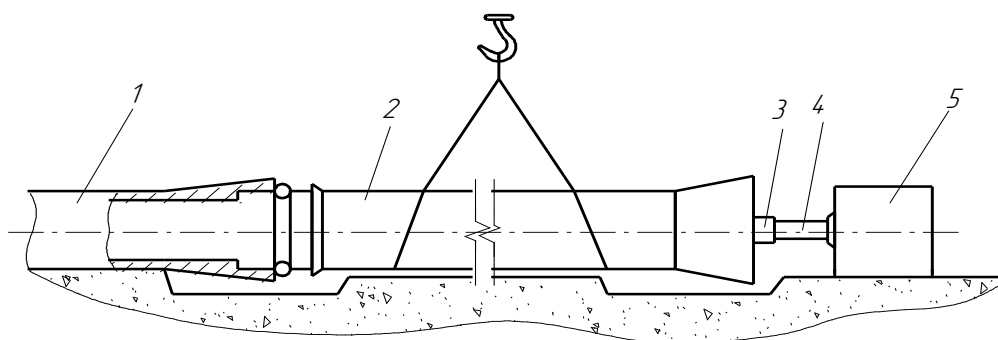


**Рисунок 3.7 – Скоба для опускания в траншею коротких труб**



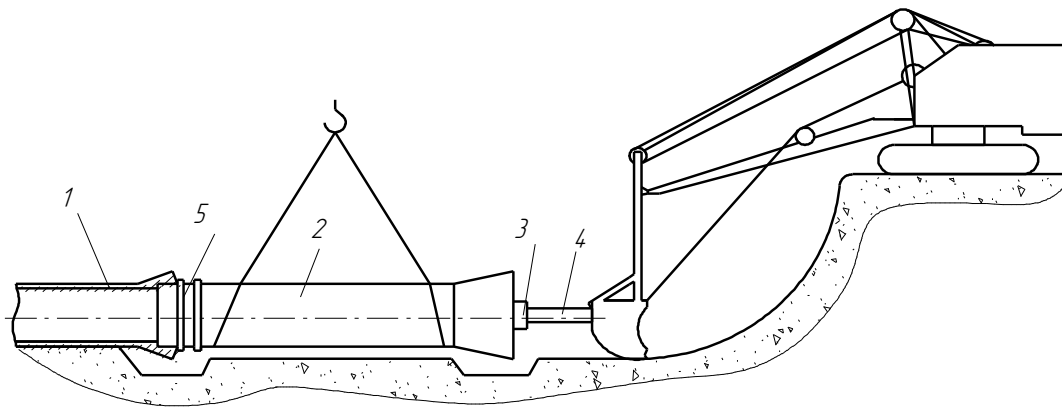
а – торцевой захват, б – торцевой захват с резиновыми прокладками, в – траверса; 1 – труба, 2 – крюки, 3 – резиновая прокладка, 4 – фланец, 5 – резиновая шайба, 6 – скоба для закрепления крюка

**Рисунок 3.8 – Приспособления для опускания труб**



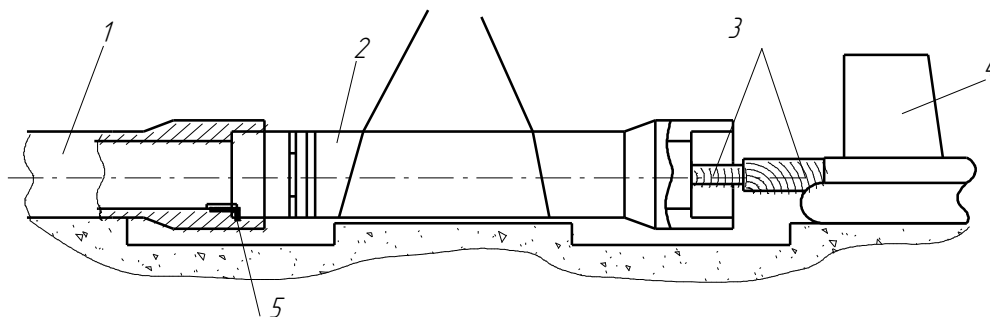
1 – уложенная труба; 2 – укладываемая труба; 3 – деревянный брус; 4 – речной домкрат; 5 – бетонный упор

**Рисунок 3.9 – Схема монтажа труб при помощи бетонного переносного упора**



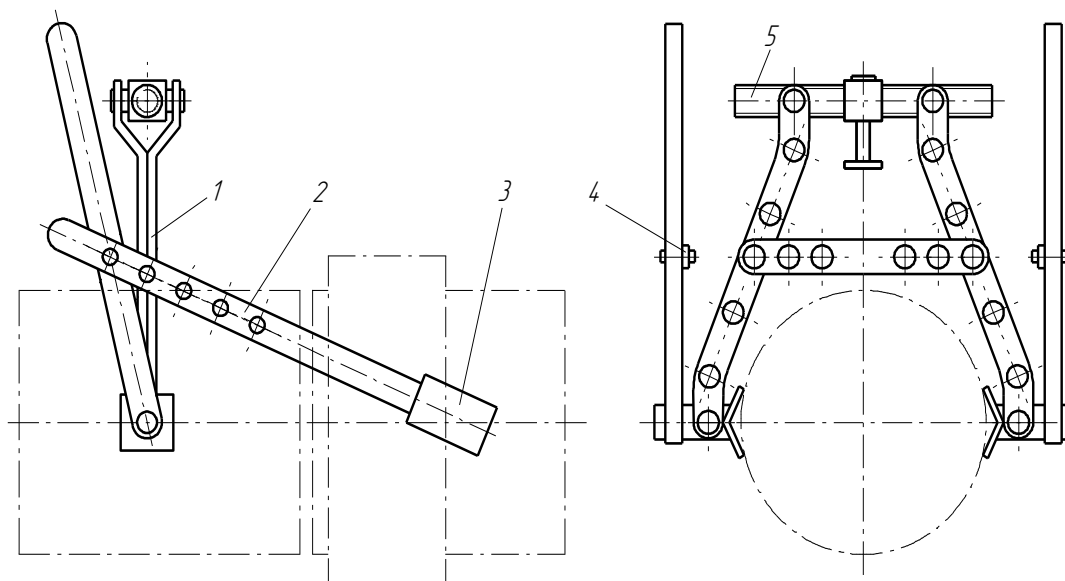
1 – уложенная труба; 2 – укладываемая труба; 3 – деревянный брус;  
4 – реечный домкрат; 5 – резиновое кольцо

**Рисунок 3.10 – Схема монтажа труб при помощи ковша экскаватора**



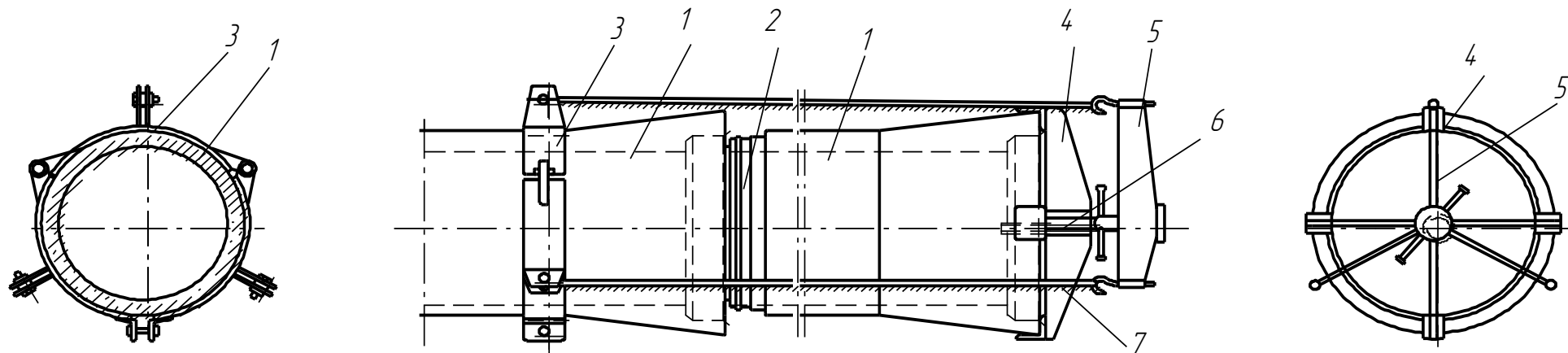
1 – уложенная труба; 2 – укладываемая труба; 3 – деревянные брусья; 4 – бульдозер или трактор; 5 – металлический вкладыш

**Рисунок 3.11 – Схема монтажа труб при помощи бульдозера или трактора**



1 – корпус; 2 – тяга; 3 – захват; 4 – рычаг; 5 – стяжной винт

**Рисунок 3.12 – Рычажный домкрат**



1 – железобетонная предварительно напряженная труба; 2 – резиновое кольцо; 3 – съемный хомут на шарнирах;  
4 – упорная крестовина; 5 – натяжная крестовина; 6 – упорный винт; 7 – натяжной трос

**Рисунок 3.13 – Натяжное приспособление для монтажа железобетонных напорных труб**



**Таблица 3.11 – Грузозахватные приспособления**

Наименование	Схема	Грузоподъемность, т	Длина, м	Масса, кг	Способ применения
Универсальный облегченный строп УСК-1		36 5 63 10	3.2 3.8 4.5 5.5	10 11 12 15	Подъем конструкций и труб со строповкой в обхват
Универсальный петлевой строп УСК-2		50 100 125 200	8...10 8...12 8...12 10...15	25 50 60 120	Подъем конструкций и труб и оборудования со строповкой в обхват или "на удав"
Двухветлевой строп 2СК		20 50 80 125	2 2.5 3 5	15 25 40 75	Монтаж балок, ригелей, стеновых панелей, оборудования за монтажные петли
Четырехветлевой строп 4СК		2...5 40 63 10	2.5 2.5 3 3.5	30 40 80 110	Монтаж плит покрытия, перекрытия, лестничных маршей, оборудования за монтажные петли

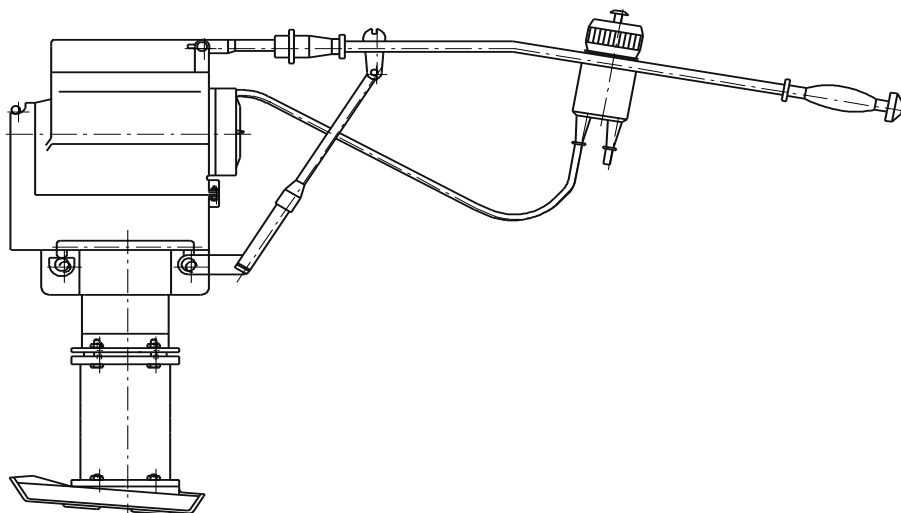


Рисунок 4.1 – Электротрамбовка ИЭ-4503

Таблица 4.1 – Технические требования к средствам механизации уплотнения грунта в стеснённых условиях

Показатели	Навесные трамбовки		Подвесные трамбовки на кранах и экскаваторах	
	к малогабаритным тракторам и самоходным шасси	к одноковшовым экскаваторам с гидроприводом	с регулируемой энергией удара	вибрационные
Энергия удара, кгс·м	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 4.2 – Значения толщины уплотнённого и отсыпаемого слоёв 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
Супесь	40	60	55	50	45
	60	85	80	75	70
Суглинок (лесовидный)	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 4.3 – 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
электротрамбовки: ИЭ-4504 ИЭ-4502 ИЭ-4505	<u>песчаный</u> глинистый То же	35	4	3	2	1
		25	4	3	2	1
	25					
	20	4	3	2	1	
	»	10				
		5				
Вибротрамбовки 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 4.4 – 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 слоя 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	<u>песчаный</u> глинистый То же	30	20	15	10	5
		20	20	15	10	5
	80					
	70	20	15	10	5	
	»	60				
		50				
Пневмомолоты (навесные на экскаватор): ПН-1300 ПН-1700 ПН-2400	<u>песчаный</u> глинистый »	30	20	15	10	5
		20	20	15	10	5
	80					
	70	20	15	10	5	
	»	60				
		50				
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
		50	30	25	20	15
Вибротрамбовка (подвесная к крану или экскаватору) ПВТ-3	<u>песчаный</u> глинистый	80				
		60	30	25	20	15

## ПРИЛОЖЕНИЕ 5

**Таблица 5.1 – 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 5.2 – 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	1,19	1,16	1,53	1,9	1,89	2,81
на 1км пробега	0,103	0,11	0,149	0,219	0,694	0,511
Продолжительность работы в году, ч	2750	2750	2750	2750	2750	2750

**Таблица 5.3 – 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
Щебёночное	18	22	30	30	30
Булыжное	16	20	27	27	27
Грунтовое	15	17	25	25	25

**Таблица 5.4 – Справочные данные для определения технико-экономических показателей работы землеройно-транспортных и землеройных машин**

Марка машины	Марка трактора	q, м <sup>3</sup>	C <sub>ин</sub> , тыс. руб.	C <sub>ссм</sub> , руб.	Годовое число часов работы
1	2	3	4	5	6
<b>Бульдозеры</b>					
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
<b>Тракторы</b>					
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

**Продолжение таблицы 5.4**

1	2	3	4	5	6
<b>Одноковшовые экскаваторы</b>					
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;1.6	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 5.5 – Справочные данные для определения технико-экономических показателей работы кранов**

Модель (марка) крана	Максимальная грузоподъёмность, т	Инвентарная расчётная стоимость, тыс. руб.	Данные для определения себестоимости 1 маш-ч, руб.			Трудоёмкость, чел.-ч		Количество человек в звене
			Единоновременные затраты $C_{ед}$	Годовые затраты $C_{г}$	Экспл. расходы на маш-ч, Э	Монт., демонтаж крана $Q_{м.д}$	Доставка крана $Q_{д}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Гусеничные краны</b>								
МКГ-16м	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
<b>Пневмоколёсные краны</b>								
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
<b>Автомобильные краны</b>								
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

**Продолжение таблицы 5.5**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
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 5.6 – Техническая характеристика плетевозов**

Показатель	ПВ93	ПВ95	ПВ94	ПВ203	ПВ204	ПВ301	ПВ361
База	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 50	45 75	30 50	80 170	60 130	120 180	130 230
Погрузочная высота, мм	1880	1880	1780	2000	2000	2100	2100
Колея, мм	2000	2000	1820	2160	2160	2375	2375
Размер шин автомобиля (роспуска), мм	370×508 (14-20)	370×508 (14-20)	320×508 (12-20)	1300×530 (533)	1300×530 (533)	1550×600 (633)	1550×600 (633)
Размеры, мм: длина ширина высота	11440 2500 2870	11440 2500 2870	11300 2500 2180	20000 2720 3230	15000 2685 3135	16000 3050 3475	16540 3050 3500
Масса (вместе со снаряжением), кг	12400	12620	9700	20600	17350	30000	36410

**Таблица 5.7 – Техническая характеристика плетевоза ПТК252**

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

**Таблица 5.8 – Допустимые расстояния между наружными поверхностями труб**

Материал труб	Диаметр, мм	Вид грунта					
		скальные		крупнообломочные породы, песок гравелистый, крупный, глины		песок средней крупн., мелкий, пылеватый, супеси, суглинки, грунты с примесью растительных остатков, торф	
		давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )					
		≤1 (10)	>1 (10)	≤1 (10)	>1 (10)	≤1 (10)	>1 (10)
Расстояния в плане между наружными поверхностями труб							
1	2	3	4	5	6	7	8
стальные	до 400	0.7	0.7	0.9	0.9	1.2	1.2
стальные	св.400 до 1000	1	1	1.2	1.5	1.5	2
стальные	св.1000	1.5	1.5	1.7	2	2	2.5
чугунные	до 400	1.5	2	2	2.5	3	4
чугунные	св.400	2	2.5	2.5	3	4	5
железобетонные	до 600	1	1	1.5	2	2	2.5
железобетонные	св.600	1.5	1.5	2	2.5	2.5	3
асбестоцементные	до 500	1.5	2	2.5	3	4	5
пластмассовые	до 600	1.2	1.2	1..4	1.7	1.7	2.2
пластмассовые	св. 600	1.6	-	1.8	-	2.2	-

**Примечания:**

1. При параллельной прокладке водоводов на разных уровнях указанные в таблице расстояния надлежит принимать исходя из разности отметок заложения труб
2. Для водоводов, различающихся по диаметру и материалу труб, расстояния следует принимать по тому виду труб, для которого они оказываются наибольшими.

## УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Составители:

**Игнатюк Татьяна Валерьевна**

**Семенюк Сергей Михайлович**

**Бондарь Александр Витальевич**

**Ивасюк Пётр Петрович**

**Пчелин Вячеслав Николаевич**

### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА  
**«ПРОИЗВОДСТВО ЗЕМЛЯНЫХ И МОНТАЖНЫХ  
РАБОТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ  
ВОДОПРОВОДНО-КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ»**  
ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 1- 70 04 03  
**«ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ И ОХРАНА ВОДНЫХ  
РЕСУРСОВ» ДНЕВНОЙ И ЗАОЧНОЙ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ**

Ответственный за выпуск: Игнатюк Т.В

Редактор: Боровикова Е. А.

Компьютерная вёрстка: Колб. К. С.

Корректор: Никитчик Е. В.

---

Подписано в печать 21.05.2020 г. Формат 60×84 1/16. Бумага Performer.

Усл.-п.л. 4,65. Усл.-изд.л. 5,0. Тираж 22 экз. Заказ №470.

Отпечатано на ризографе учреждение образования  
«Брестский государственный технический университет».  
224017, Брест, ул. Московская, 267.