

# Серия внутривузовских методических указаний СибАДИ

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)»

Кафедра «Строительство и эксплуатация дорог»

## ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ И ОБОРУДОВАНИЕ

*Методические указания к практическим работам*

*Составитель В.Г. Степанец*

Омск ▪ 2018

УДК 625.74  
ББК 39.311  
И62

Согласно 436-ФЗ от 29.12.2010 «О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию» данная продукция маркировке не подлежит.

---

*Рецензент*

канд. техн. наук, доц. А.Г. Малофеев (СибАДИ)

Работа утверждена редакционно-издательским советом СибАДИ в качестве методических указаний.

**И62 Инженерные сети и оборудование** [Электронный ресурс] : методические указания к практическим работам / сост. В.Г. Степанец. – (Серия внутривузовских методических указаний СибАДИ). – Электрон. дан. – Омск : СибАДИ, 2018. – Режим доступа: <http://bek.sibadi.org/fulltext/esd697.pdf>, свободный после авторизации. – Загл. с экрана.

Приведены задания практических занятий, а также представлены последовательность и порядок выполнения работы.

Имеют интерактивное оглавление в виде закладок.

Рекомендованы для выполнения практических занятий и самостоятельной работы студентами всех форм обучения по направлению «Строительство», профилям дорожной отрасли и специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений», изучающих курс «Инженерные сети и оборудование».

Подготовлены на кафедре «Строительство и эксплуатация дорог».

Текстовое (символьное) издание (1,3 МБ)

Системные требования: Intel, 3,4 GHz; 150 Мб; Windows XP/Vista/7;  
DVD-ROM; 1 Гб свободного места на жестком диске; программа для чтения pdf-  
файлов: Adobe Acrobat Reader; Foxit Reader

Техническая подготовка Н.В. Кенжалинова

Издание первое. Дата подписания к использованию 27.09.2018  
Издательско-полиграфический комплекс СибАДИ. 644080, г. Омск, пр. Мира, 5  
РПО ИПК СибАДИ. 644080, г. Омск, ул. 2-я Поселковая, 1

## ВВЕДЕНИЕ

Целью выполнения практических работ является закрепление теоретических знаний и приобретение практических навыков в области строительства инженерных сетей. Основной упор при этом делается на строительство ливневой канализации и водопровода.

В ходе выполнения работы студенты решают вопросы по определению сроков строительства и объемов работ, по подбору составов механизированных отрядов, по строительству ливневой канализации и водопровода, составлению технологических карт, обеспечению охраны труда, техники безопасности и контролю качества.

В процессе выполнения самостоятельной работы студент должен научиться пользоваться справочной литературой, ГОСТами, СП, СНиПами, ЕНиРаами и другой нормативной литературой.

Методические указания рекомендованы для выполнения практических занятий и самостоятельной работы студентов всех форм обучения бакалавриата и магистратуры направления «Строительство», специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений».

При выполнении практических занятий должны быть решены основные вопросы организации и технологии строительства инженерных сетей. Предлагается следующий порядок проведения практических занятий:

- каждый студент получает индивидуальное задание на выполнение самостоятельной (контрольной) работы в рамках, которой проводятся практические занятия по выше перечисленным разделам дисциплины;
- в задании на самостоятельную работу указываются: район строительства, категория городской улицы или дороги, конструктивный поперечный профиль городской улицы, дальности транспортирования грунта, материалов, изделий и конструкций.
- на практических занятиях выполняется самостоятельная работа последовательно по всем разделам дисциплины и оформляется в виде пояснительной записки, в которой приводятся все расчеты, выполненные при проведении практических занятий.

## 1. ЗАДАНИЕ И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Таблица 1.1

№ варианта	Поперечный профиль улицы	Параметры городской дороги, Грунты,					Район строительства (город)	Срок строительства	Конструкция городской дор. одежды, см			Дальность возки материалов, км						Длина дороги, км	
		Ширина полосы движения	Грунт	Диаметр ливневой канализации, мм	Диаметр водопровода, мм	Ширина газона,			Подстилающий слой	Основание	Покрытие	Песок			Щебень				
												пгс	ж/д	а/т	Битум	МП	А/б смесь		Ц/б смесь
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Рис.1.1 (4)	3,75	Суглинок	800	500	6	Омск	1 год	П-0,40	ЩЗ-0,25	а/б-7,8	18	500	22	16	300	18	-	5,0
2	Рис.1.2 (6)	3,75	Суглинок	600	600	-	ТАРА	1 год	П-0.30	ЩЗ-0,15	а/б-5,7	19	300	21	600	200	16	-	6,5
3	Рис.1.2 (6)	3,5	Супесь	500	500	-	Новосибирск	1 год	ГПС-0,24	ЩЗ-0,16	а/б-6,8	12	600	18	300	350	12	-	7,0
4	Рис.1.3 (11)	3,5	Суглинок легкий	500	600	3	Новосибирск	1 год	ГПС-0.20	ЩЗ-0,15	а/б-5,6	16	550	19	100	250	14	-	9
5	Рис.1.3 (10)	3,75	Супесь	800	800	6	Томск	1 год	ГПС-0.20	ЗМС-0,15	а/б-7,8	20	600	18	500	300	17	-	5,5
6	Рис.1.2 (7)	3,5	Супесь легкая	600	600	3	Петропавловск	1 год	ЗМС-0.20	ЩЗ-024	а/б-6,8,10	22	450	16	400	350	16	-	6,0
7	Рис.1.3 (11)	3,5	Суглинок	800	800	5	Курган	1 год	ЗМС-0.25	ЩЗ-0,25	а/б-7,8	24	300	18	600	250	19	-	4,0
8	Рис. 1.3 (10)	3,5	Песок	800	500	3,5	Челябинск	1 год	ШЩ-0.30	ЩЗ-0,17	а/б-6,7	16	560	17	800	500	14	-	7,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
9	Рис.1.2. (7)	3,5	Супесь	500	500	4,15	Екатеринбург	1 год	П-0,20	ГПС-0,22	а/б-5,7	15	600	19	560	500	17	-	8,0
10	Рис.1.3 (9)	3,5	Глина	800	500	-	Красноярск	1 год	ПГС-0,30	ЩЗ-0,25	а/б-7,8	22	200	24	500	300	21	-	6,2
11	Рис.1.2. (4)	3,75	Гравий	1000	800	6	Иркутск	1 год	ПГС-0,30	ЩЗ-0,30	а/б-7,8	24	300	20	400	320	20	-	6,4
12	Рис.1.2 (5)	3,75	Песок	1000	800	-	Улан-Уде	1 год	П-0,30	Щс-0,25	а/б-5,6	23	340	18	300	300	18	-	5,6
13	Рис.1.3 (11)	3,5	Песок	500	600	-	Чита	1 год	ПГС-0,26	ЩС-5,0,25	а/б-5,6	18	360	17	200	140	14	-	4,6
14	Рис.1.1 (4)	3,5	Суглинок	800	600	3	Пермь	1 год	ПГС-0,25	ЩЗ-0,20	а/б-5,6	21	200	16	250	250	18	-	5,4
15	Рис.1.3 (10)	37,5	Супесь легкая	600	500	6	Оренбург	1 год	ЗЩС-0,29	ЧЩ-10	а/б-5,6	24	300	18	200	200	19	-	6,2
16	Рис.1.2 (7)	3,5	Суглинок легкий	500	600	5	Нефтеюганск	1 год	П-0,33	ЩС-20	а/б-7,8	25	240	16	260	280	22	-	6,8
17	Рис.1.2 (2)	3,5	Песок мелкий	500	500	3	Сургут	1 год	ПГС-0,33	ЩЗ-0,20	а/б-5,7	14	380	21	230	320	18	-	7,2
18	Рис.1.1 (4)	3,5	Суглинок легкий	600	800	3,5	Тюмень	1 год	ГПС-0,32	ТБ-18	а/б-5,7	18	220	22	250	300	16	-	4,8
19	Рис.1.3 (2)	3,5	Песок	800	600	4,15	Барнаул	1 год	ГПС-0,23	ЩС-5,0,20	а/б-5,6	23	360	21	200	200	19	-	6,6
20	Рис.1.3 (10)	3,5	Супесь легкая	800	500	-	Павлодар	1 год	П-0,30	ЩЗ-0,20	а/б-5,7	21	320	18	800	800	22	-	7,0
21	Рис.1.2 (7)	3,75	Глина	600	600	6	Астана	1 год	П-0,30	ЩС-0,20	а/б-5,8	17	660	16	800	800	22	-	4,2
22	Рис.1.2 (8)	3,75	Супесь легкая	600	500	-	Караганда	1 год	П-0,30	ЩЗ-0,19	а/б-7,8	16	600	24	780	780	24	-	4,4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
23	Рис.1.1 (4)	3,5	Песок мелкий	600	600	-	Байкальск	1 год	ГПС-0,30	ЩС-0,19	а/б-5,6	24	620	23	700	700	20	-	5,2
24	Рис.1.2 (7)	3,5	Песок мелкий	500	500	3	Байкальск	1 год	П-0,23	ЩС-0,20	а/б-5,6	25	580	16	590	590	21	-	5,8
25	Рис.1.3 (11)	375	Супесь	800	600	6	Ачинск	1 год	П-0,26	ЩЗ-0,20	а/б-6,8	19	500	20	520	520	18	-	6,0
26	Рис.1.3 (10)	3,5	Суглинок	800	500	5	Новосибирск	1 год	ПГС-0,27	ЩС-0,20	а/б-7,8	14	420	18	380	320	16	-	6,2
27	Рис.1.1 (4)	3,5	Супесь	600	500	3	Ханты-мансийск	1 год	ГПС-0,44	ТБ-18	ЦБ-24	19	480	14	440	440	17	-	6,6
28	Рис.1.1 (3)	3,5	Суглинок	800	600	3,5	Надым	1 год	П-0,38	ЗМС-28	ЦБ-24	20	450	17	480	480	19	-	7,0
29	Рис.1.2 (8)	3,5	Суглинок легкий	600	500	-	Ноябрьск	1 год	П-0,30	ЩЗ-0,20	а/б-7,8	18	670	21	690	690	21	-	7,2
30	Рис.1.3 (7)	3,5	Супесь легкая	800	600	-	Тобольск	1 год	ПГС-0,29	ЗМС-020	а/б-5,6	16	330	19	360	320+	20	-	7,6

Примечания к исходным данным:

1. Расчетные характеристики городских дорог – табл.1.
2. Поперечные профили городских улиц на рисунках **1.1** ( варианты 1,2,3,4); **1.2** ( варианты 5,6,7,8); **1.3** (варианты 9,10,11).
3. Графа 10 - П – песок.
4. Графа 11 - ПГС - песчано-гравийная смесь; ГПС – гравийно-песчаная смесь; ЩЗ – щебень заклиной; ЩС – щебеночная смесь; ТБ – тощий бетон; ЗМС – золо-минеральная смесь.
5. Графа 12 - а/б - 5,6 - асфальтобетонная смесь верхний слой- 5 см, нижний слой – 6 см

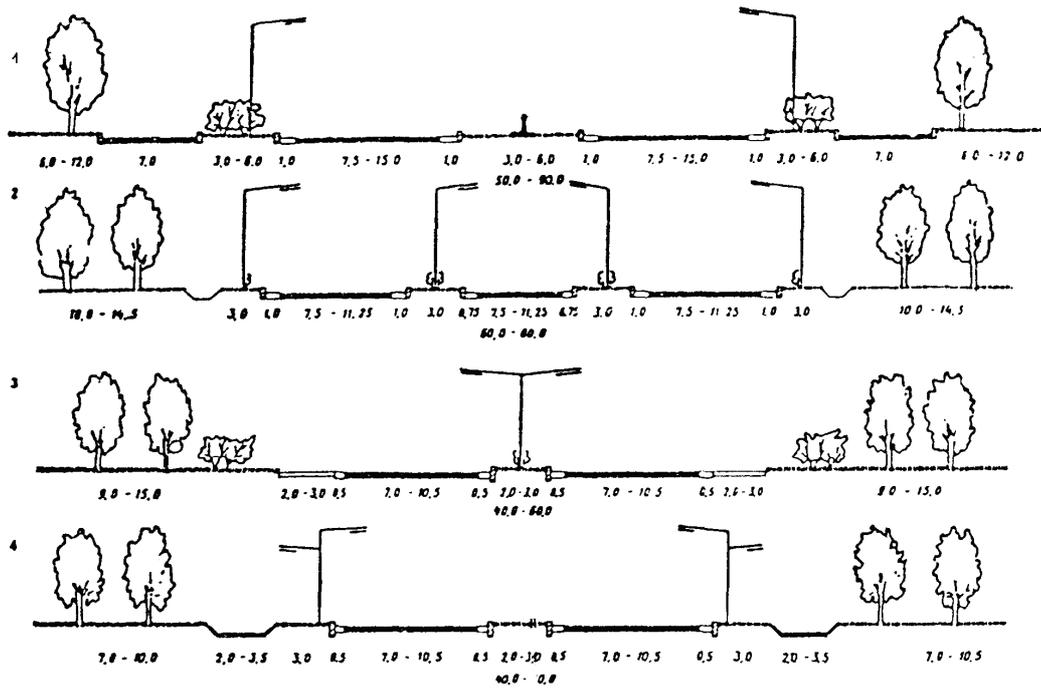


Рис. 1.1. Типовые поперечные профили магистральных дорог:  
1, 2 - дороги скоростного движения; 3, 4 - дороги регулируемого движения

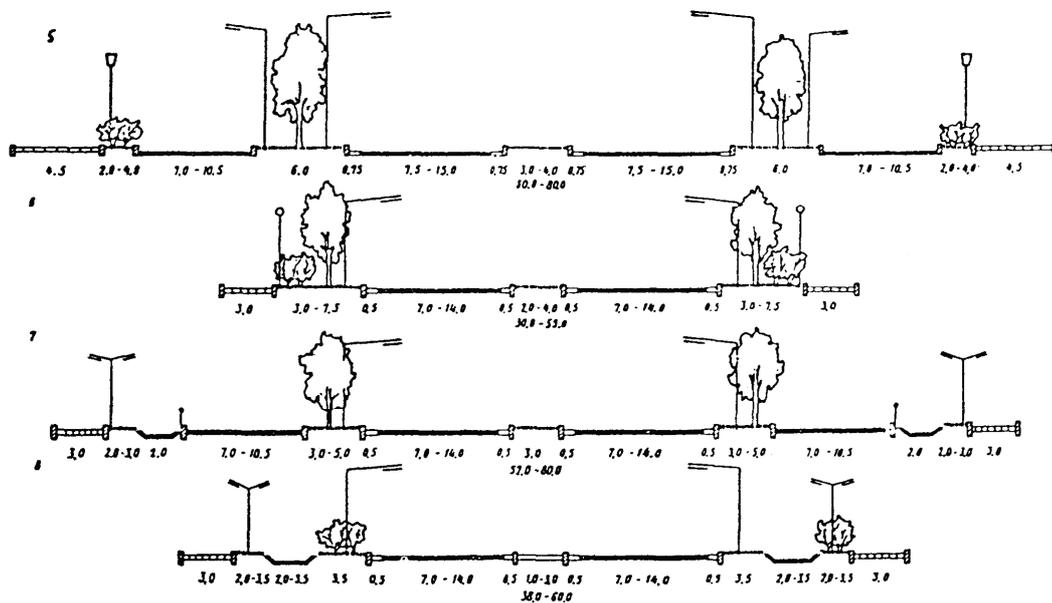


Рис.1.2. Типовые поперечные профили магистральных улиц  
общегородского значения:  
5, 6 - непрерывного движения; 7, 8 - регулируемого движения

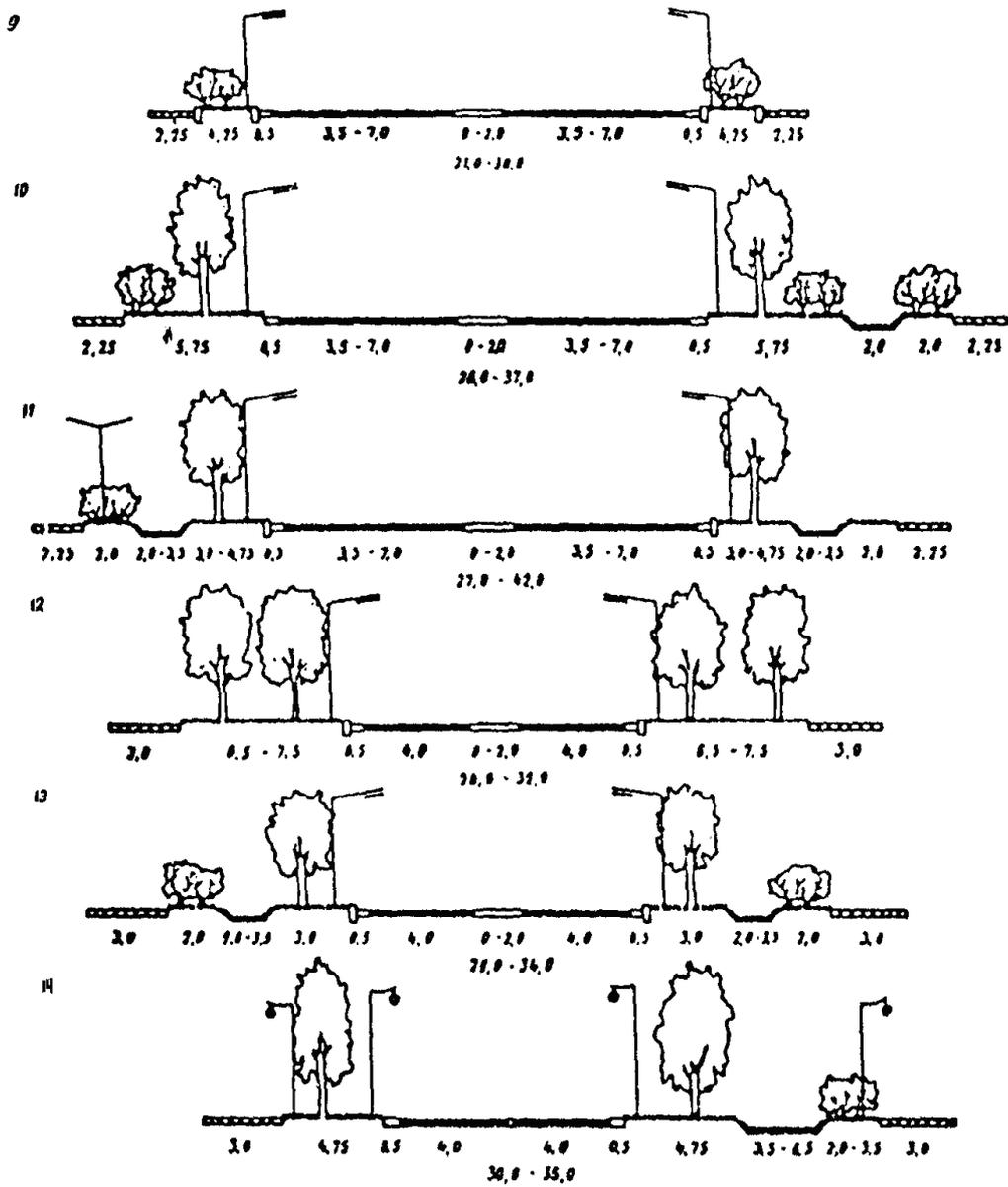


Рис.1. 3. Типовые и поперечные профили магистральных улиц районного значения:  
 9, 10, 11 - транспортно-пешеходные; 12, 13, 14 - пешеходно-транспортные

## 2. ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА

На основании задания и исходных данных, нормативной литературы, климатических характеристик в пояснительной записке производится описание района строительства: климат, рельеф, грунтово-гидрологические условия, растительность, население, промышленность, наличие местных дорожно-строительных материалов.

Результатом анализа данных этого параграфа служат построенные дорожно-климатического графика и розы ветров (рис.2.1, 2.2).

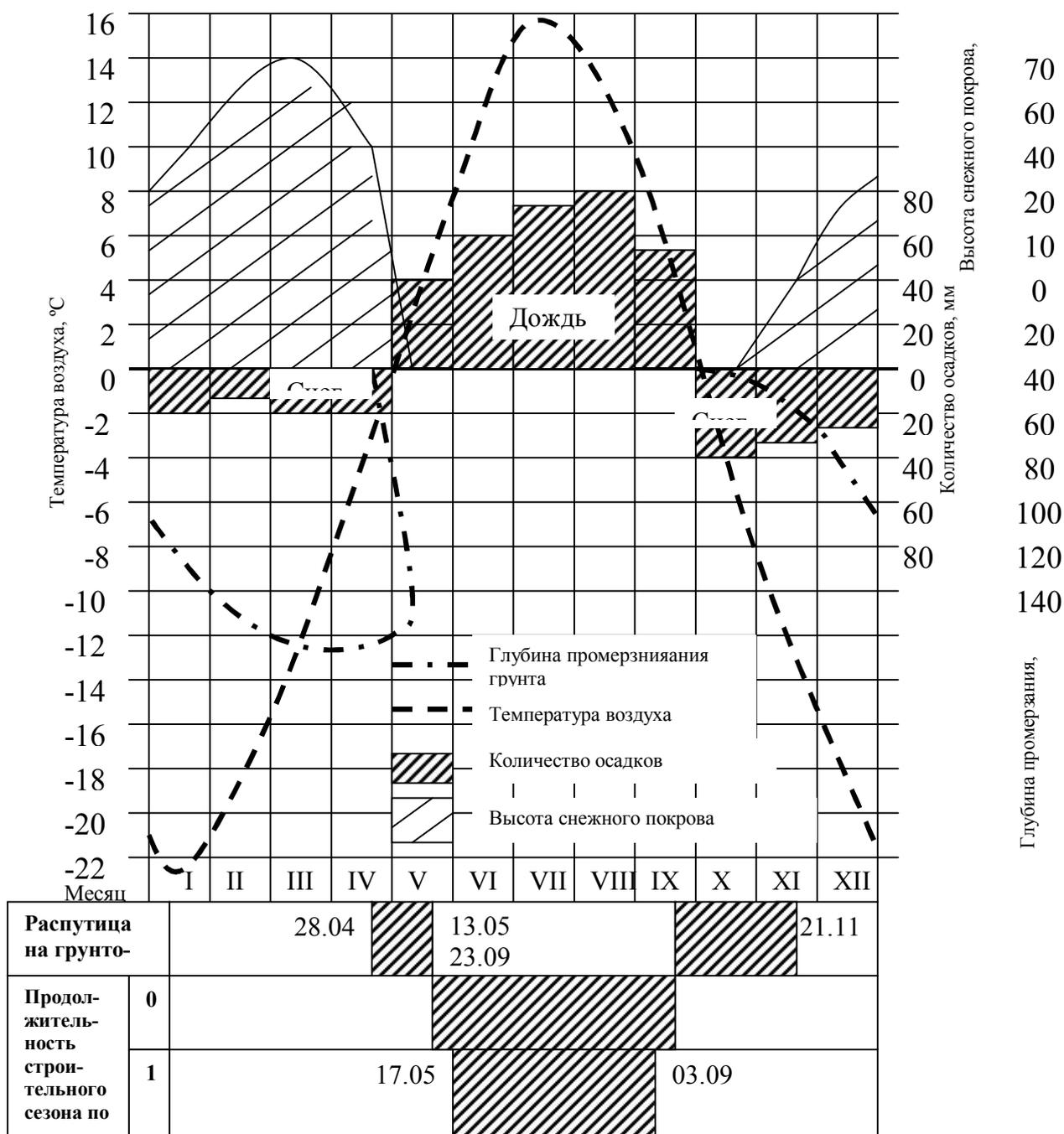
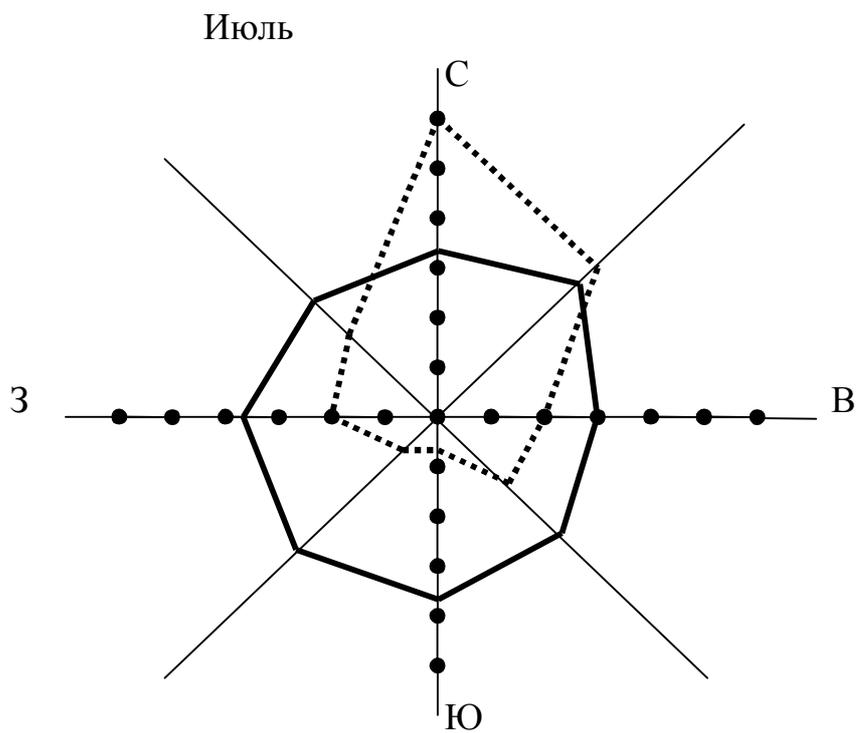
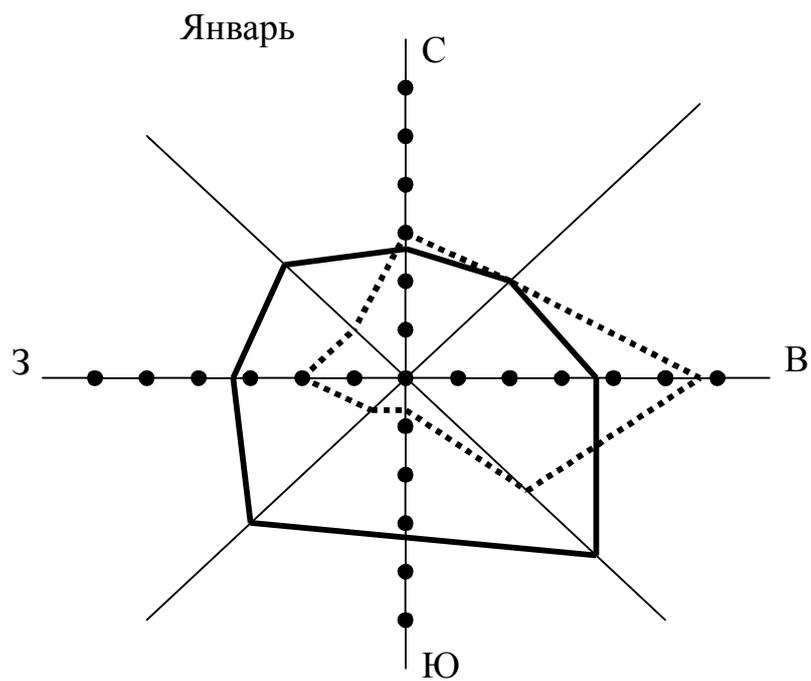


Рис.2.1. Дорожно-климатический график (пример)



Масштабы: ●—● 1 м/с — скорость ветра  
 ●...● 5 % — повторяемость ветра

Рис. 2.2. Розы ветров (пример)

### 3. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Исходными данными для контрольной работы по строительству инженерных подземных сетей являются: наименование города (района строительства); категория городской улицы и конструктивные поперечные профили городских дорог (рис.1.1; 1.2; 1.3), климатические характеристики, характеристики и свойства грунтов, толщина дорожной одежды.

Самостоятельную работу продолжают с анализа исходных данных. Классифицируют грунты по трудности разработки, выявляют их пригодность для обратной засыпки траншеи, проверяют возможность производства работ в различные периоды года.

### 4. РАЗМЕЩЕНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ ПОДЗЕМНЫХ СЕТЕЙ

#### 4.1 Размещение инженерных сетей в пределах улицы

1. Размещать подземные сети следует на специальных зеленых технических полосах или газонах [1,2,3,4,5,6,7], которые могут служить и разделительными полосами. Недопустимо их размещать под проезжей частью улиц, а под тротуарами – нежелательно (рис. 4.1, 4.2).

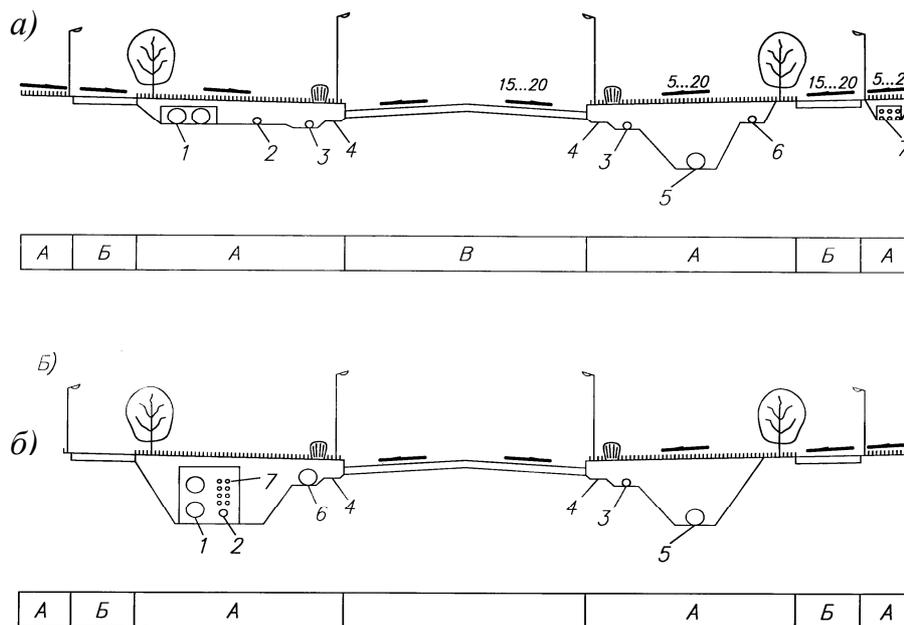


Рис. 4.1. Размещение инженерных подземных сетей на улице:

- а* – в совмещенных траншеях и специальных коллекторах (каналах);
- б* – в совмещенных траншеях и общем коллекторе; 1 – теплосеть;
- 2 – водопровод; 3 – дождевая канализация (водосток); 4 – кабель освещения; 5 – бытовая и производственная канализация;
- 6 – газопровод; 7 – телефонные кабели; *A* – разделительная полоса;
- Б* – тротуар; *В* – проезжая часть

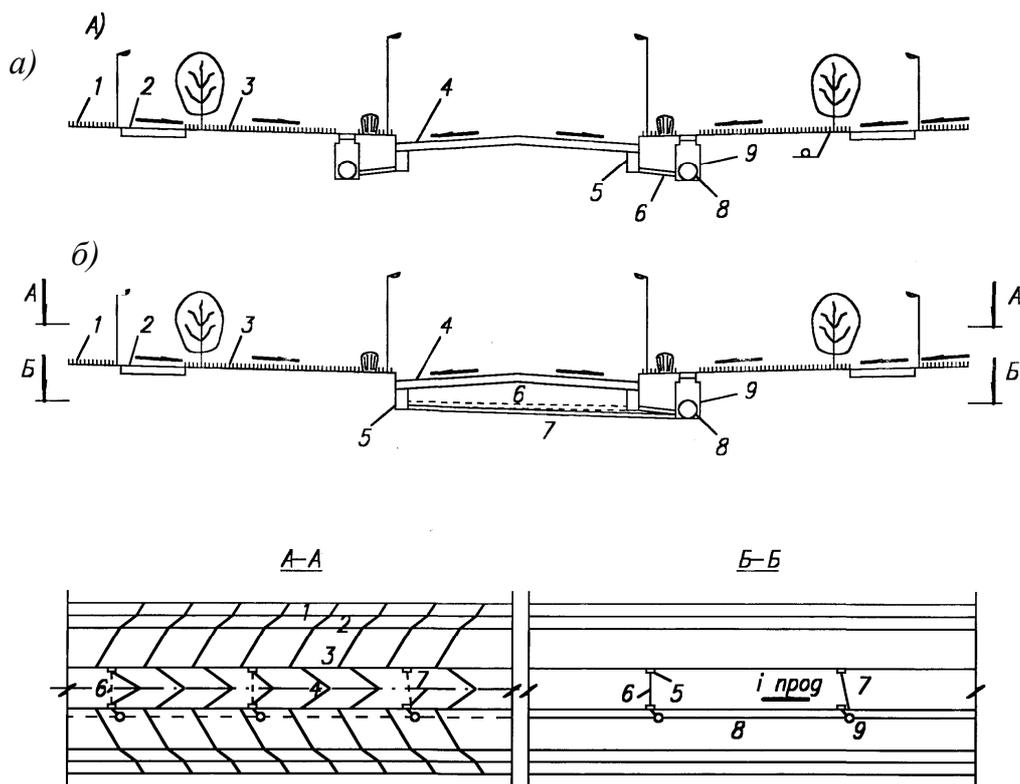


Рис. 4.2. Схема расположения ливневой канализации на улице:  
*а* – при двустороннем (дублированном) размещении; *б* – при одностороннем водостоке; 1, 3 – разделительные зеленые полосы; 2 – тротуар; 4 – проезжая часть; 5 – водоприемный колодец; 6 – водосточные ветки (последовательное присоединение водосточных веток); 7 – то же, параллельное; 8 – продольный водосток; 9 – смотровой колодец.

2. Для предотвращения просадок зданий и наземных сооружений [14] регламентируются минимальные расстояния от них до подземных коммуникаций. В зависимости от вида и глубины заложения сетей это расстояние составляет от 2 до 15 м.

3. Все подземные инженерные сети прокладывают прямолинейно и параллельно оси улицы или линии застройки.

4. Все пересечения и ответвления прокладывают, как правило, под прямым углом к линии застройки.

5. Расстояние по горизонтали (в свету) от ближайших подземных инженерных сетей до зданий и сооружений следует принимать – от 0,4 до 10,8 м.

6. В зависимости от функционального назначения сетей регламентируется минимальная глубина их заложения [7,8,14], которая определяется: а) глубиной промерзания грунта (для водопровода, водостока, канализации,

газопровода влажного газа); б) сохранностью сетей от воздействия внешних нагрузок.

Глубину заложения подземных сетей назначают с учетом их технологических особенностей, гидрогеологических условий и рельефа местности, а также способов производства работ (табл.4.1).

Максимальную глубину заложения имеют, как правило, подземные сети канализации (до 6-8 м), наименьшую глубину – теплопроводы и кабели, укладываемые в каналы

7. Приближение подземных инженерных сетей к зеленым насаждениям определяют с учетом предотвращения возможности повреждения зеленых насаждений – от 1,5 до 2 м.

8. При ширине улиц более 60 м и соответствующем технико-экономическом обосновании следует предусматривать дублирование подземных сетей, т.е. их прокладку по обеим сторонам улицы.

9. На новых и реконструируемых магистральных улицах подземные инженерные сети следует прокладывать в общих коллекторах, которые значительно улучшают условия эксплуатации сетей и увеличивают их долговечность.

Таблица 4.1

### Наименьшая глубина заложения инженерных сетей

Наименование инженерных подземных сетей	Наименьшая глубина заложения сетей от верха конструкции, м
1	2
Водопроводы	Лоток трубопровода ниже глубины промерзания грунта на 0,5 м. Верх трубы должен быть заглублен более чем на 0,5 м от поверхности земли
Канализация	Не менее 0,7 м от верха трубы. Глубина заложения лотка трубопровода должна приниматься для труб диаметром до 500 мм - 0,3 м; для труб диаметром >500 мм - 0,5 м менее глубины промерзания грунта

1	2
Газопроводы	При усовершенствованных покрытиях - 0,8 м; без покрытий - 0,9 м
Теплопроводы в каналах	Не менее 0,5 м до верха канала
Теплопроводы при бесканальной прокладке	Не менее 0,7 м до верха изоляции трубы
Кабели	Не менее 0,7 м
Кабели (при пересечении проезжих частей)	Не менее 1,0 м
Общие коллекторы	Не менее 0,5 м до верха коллектора

Исходя из вышеизложенного инженерные сети следует прокладывать преимущественно по улицам и дорогам, для чего необходимо в поперечных профилях улиц и дорог предусматривать места для укладки сетей: на полосе между красной линией и линией застройки – кабельные сети; под тротуарами – тепловые сети или проходные коллекторы; на разделительных полосах – водопровод, газопровод и хозяйственно-бытовую канализацию.

Под центральными проезжими частями скоростной дороги (СД), общегородской магистрали (ГМ) и магистрали районного значения (РМ) прокладка подземных сетей категорически запрещена. При соответствующем обосновании может быть разрешена прокладка сетей под местными проездами и под проезжими частями РМ и улицы и дороги местного движения (УДМД). В этих случаях можно устраивать самотечные подземные сети – водостоки, канализацию и дренажи.

Удаление подземных сетей от кромки проезжей части должно учитывать призму обрушения грунта в траншеях подземной прокладки.

При устройстве подземных сетей в зоне СД, ГМ, РМ, как правило, надо предусматривать дублирующие прокладки, чтобы избежать поперечных пересечений этих магистралей. В полосе отвода СД допускается прокладка сетей, обслуживающих непосредственно СД.

Прокладка подземных сетей в основном должна быть завершена до начала застройки района (в том числе и до постройки дорог). Необходимо стремиться к совмещенной прокладке сетей в одной траншее или коллекторе. Размещение отдельно прокладываемых сетей необходимо с учетом срока их службы и вероятностной частоты вскрытия.

Размещение подземных сетей по отношению к зданиям, сооружениям, зеленым насаждениям и их взаимное расположение должно исключать



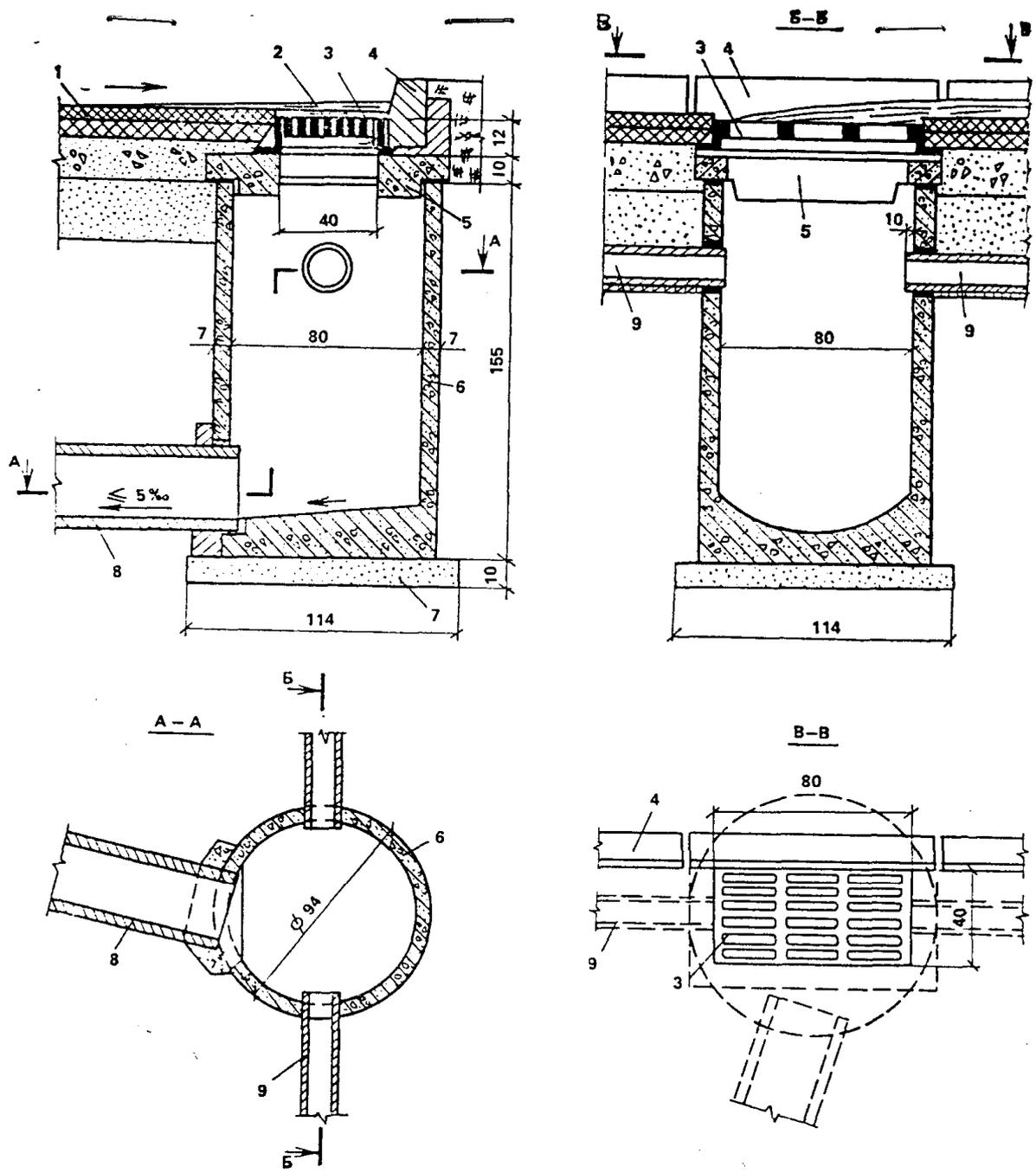


Рис. 4.4. Сборный железобетонный дождеприемный колодец: 1 – дорожная одежда; 2 – лоток проезжей части; 3 – водоприемная решетка с люком; 4 – бортовой камень; 5 – плита перекрытия; 6 – рабочая камера с дном и лотком; 7 – песчаное основание; 8 – водосточная ветка; 9 – дренажные трубы

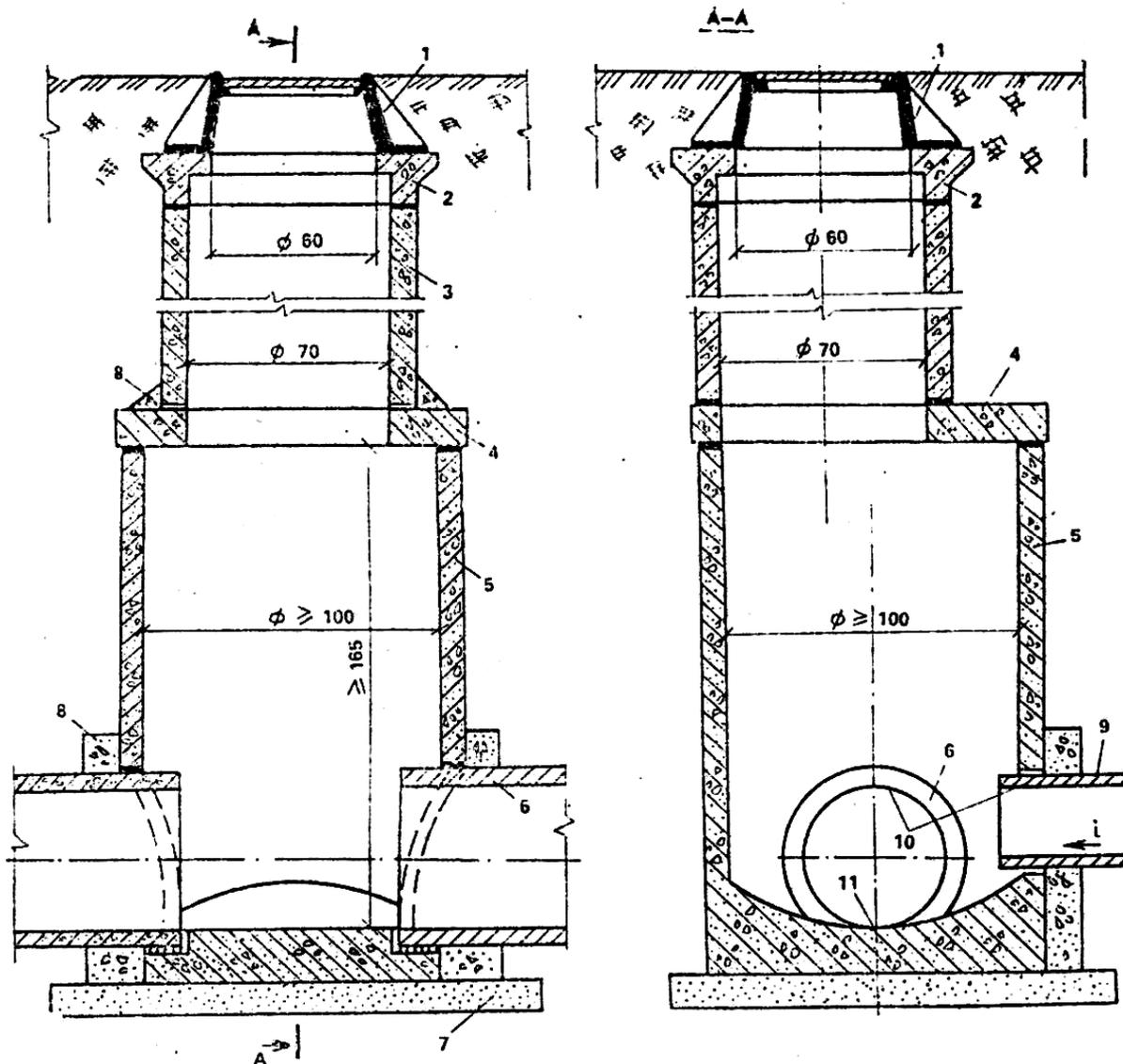


Рис.4.5. Сборный смотровой колодец:

1 – люк колодца; 2 – опорное кольцо; 3 – горловина колодца; 4 – плита перекрытия; 5 – рабочая камера; 6 – продольный водосток; 7 – песчаное основание; 8 – заделка бетоном В 15; 9 – водосточная ветка; 10 – щельга трубы; 11 – лоток трубы и колодца

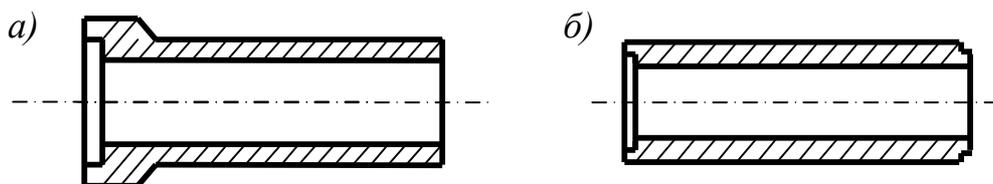


Рис. 4.6. Железобетонные трубы для водостоков: а – раструбные; б – фальцевые

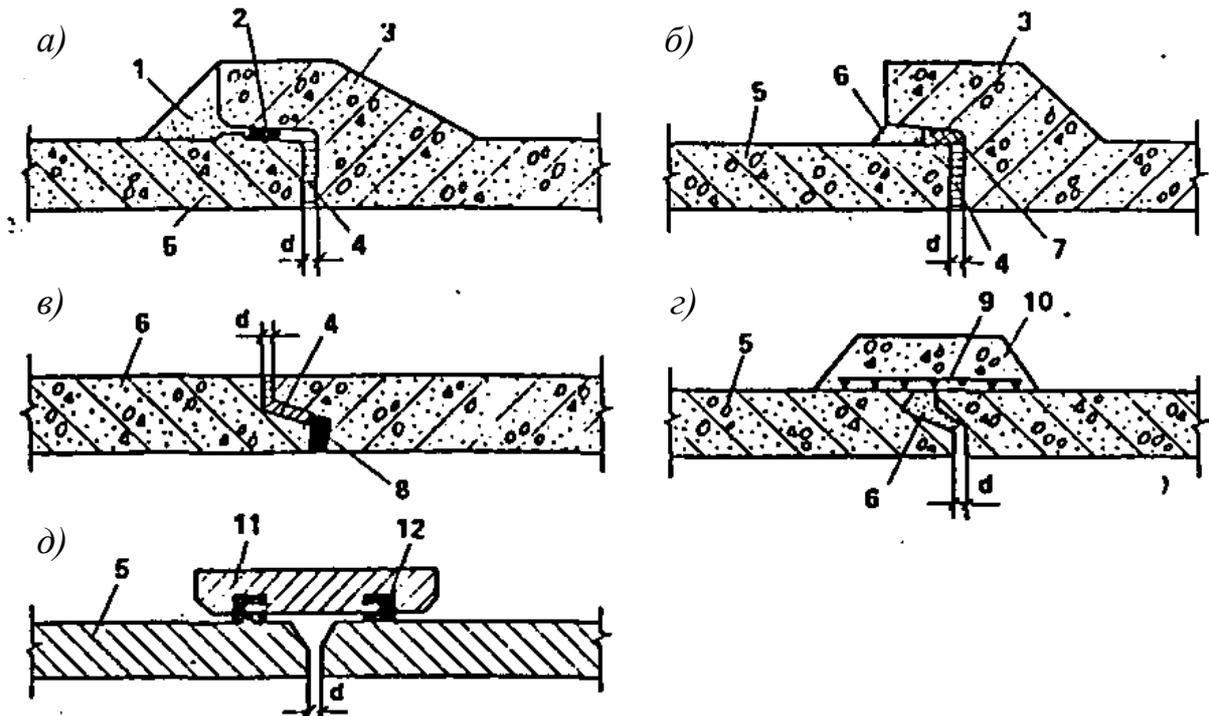


Рис 4.7. Стыковые соединения труб водостоков: *а, б* – соединения раструбных железобетонных труб; *в, г* – то же фальцевых; *д* – соединения асбоцементных труб на муфтах; 1 – замок из цементного раствора; 2 – резиновое кольцо; 3 – раструб; 4 – раствор на напрягающем цементе; 5 – труба; 6 – асбоцементный замок; 7 – смоляная прядь; 8 – герметик; 9 – арматурная сетка; 10 – бетонный пояс; 11 – асбоцементная муфта; 12 – резиновая манжета  $d = 10 \dots 20$  мм

## 5. РАЗРАБОТКА ОРГАНИЗАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ ИНЖЕНЕРНЫХ ПОДЗЕМНЫХ СЕТЕЙ

### 5.1. Определение продолжительности строительства

Продолжительность строительства инженерных подземных сетей в городских условиях определяется директивными сроками строительства (либо по заданию руководителя самостоятельной работы). Сроки строительства должны быть в пределах возможных сроков, определяемых климатическими условиями района строительства.

По дорожно-климатическому графику, определяем продолжительность строительства ( $T_p$ ).

$$T_p = T_k - (T_{кл} + T_{вых} + T_{рем}), \quad (5.1)$$

где  $T_k$  – директивные сроки строительства (в обычных условиях с момента оттаивания до момента замерзания грунта);  $T_{кл}$  – количество нерабочих дней по климатическим условиям (по данным климатического атласа или СНиП);  $T_{вых}$  – количество выходных и праздничных дней;  $T_{рем}$  – количество простоев вследствие ремонта машин.

В случае невозможности проведения работ в период строительного сезона (большие объемы работ и т.д.) их можно выполнить и в зимний период, но при этом необходимо предусмотреть специальные мероприятия либо предохраняющие грунты от промерзания, либо позволяющие выполнять работы с мерзлым грунтом в зимнее время.

## 5.2. Виды и объемы работ

### *Определение размеров траншеи*

Размеры траншеи (рис. 5.1) назначают с учетом вида подземной сети, диаметра трубы, вида грунта, глубины промерзания для данного района строительства с учетом допустимых расстояний до зданий, зеленых насаждений, бортового камня, головки рельса и т.д. Глубину траншеи назначают в зависимости от вида подземных инженерных сетей и глубины промерзания согласно табл. 4.1. Наименьшее расстояние от верха земной поверхности до верха трубы должно составлять не менее 0,7 м (см. рис. 5.1).

При расчете размеров траншеи учитывается вид грунта, диаметр трубы, глубина промерзания, вид основания под трубой.

Ширина траншеи по низу назначается согласно таблице 5.1.

Таблица 5.1

### Ширина траншей под трубопроводы, м

Способ укладки трубопроводов	Стыковое соединение		
	сварное	раструбное	фланцевое
Плетями или отдельными секциями при наружном диаметре труб $D$ , м:  до 0,7 включ.  св. 0,7	$D+0,3$ , но не менее 0,7  $1,5D$	–  –	–  –
Отдельными трубами при наружном диаметре труб $D$ , м, включ.: до 0,5 от 0,5 до 1,6 от 1,6 до 3,5	$D+0,5$ $D+0,8$ $D+1,4$	$D+0,6$ $D+1,0$ $D+1,4$	$D+0,8$ $D+1,2$ $D+1,4$

$$B_H = (D + 2c) + 2a, \quad (5.2)$$

где:  $D$  – диаметр трубы (внутренний);  $c$  – толщина стенки;  $a$  – расстояние от поверхности трубы до наружной кромки траншеи. Величина  $a$  назначается от 0,3 до 0,7 м в зависимости от диаметра труб и вида стыкового соединения. Толщина стенки ( $c$ ) для железобетонных раструбных труб равна: 60 мм при  $D=500 - 600$  мм; 80 мм при  $D=800$  мм; 100 мм при  $D=1000$  мм; 110 мм при  $D=1200$  мм.

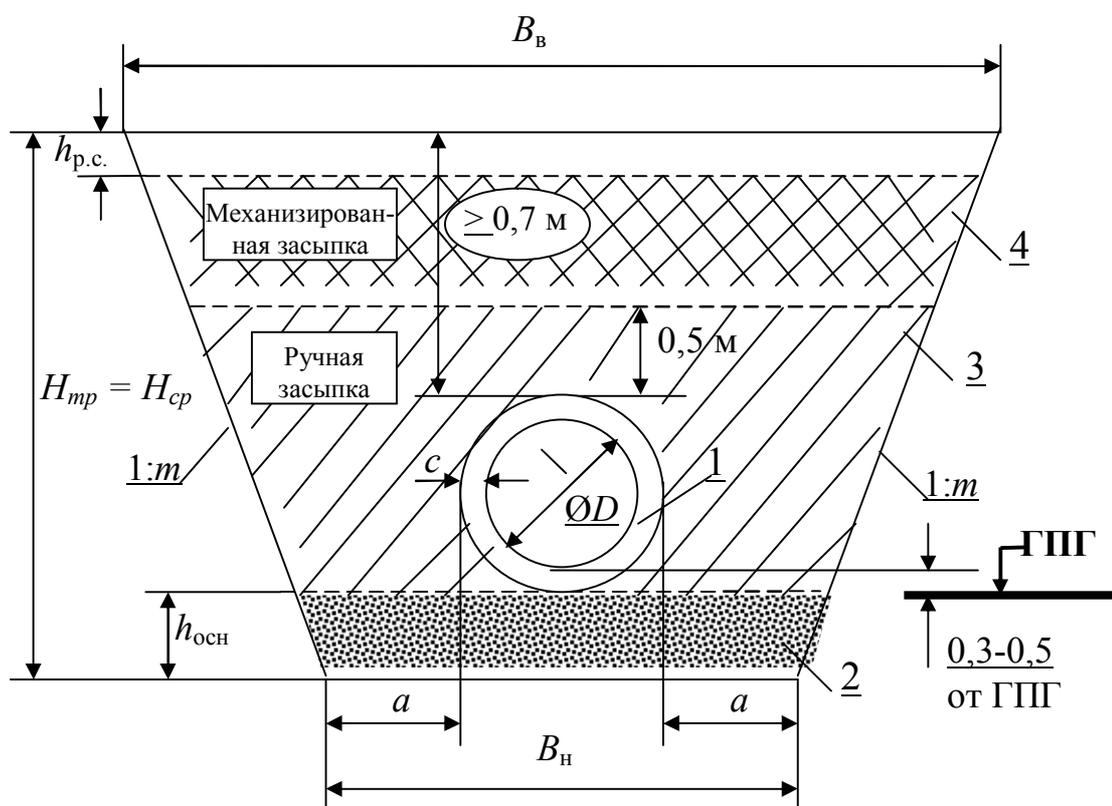


Рис.5.1. Размеры траншеи и размещение труб: 1 – труба; 2 – основание под трубой; 3 – объем грунта ручной засыпки траншеи; 4 – объем грунта механизированной засыпки траншеи; ГПГ – глубина промерзания грунта

Минимальная глубина траншеи назначается в зависимости от диаметра трубы, глубины промерзания грунта, наименования сети, толщины и вида основания согласно табл. 4.1.

Основание под трубой назначается в зависимости от свойств грунтов, их влажности и плотности, диаметра трубы и может быть устроено из песка, щебня или цементобетона.

При диаметре трубы менее 0,5 м - песок толщиной 0,10-0,15 м.

При диаметре трубы более 0,5 м - щебень толщиной 0,15-0,20 м.

При диаметре трубы более 1,2 м - бетон толщиной 0,20-0,25 м.

Минимальную глубину траншеи ( $H_{cp}$ ) ливневой канализации назначают исходя из опыта строительства в конкретном регионе. При отсутствии такого опыта минимальная глубина заложения лотка трубы должна быть выше глубины промерзания грунта для данного региона на 0,3-0,5 м.

При диаметре трубы до 500 мм на 0,3 м, при диаметре трубы более 500 мм на 0,5 м.

Максимальную глубину траншеи принимают ( $H_{max}$ ) равную 5-8 м (для расчета примем 5 м).

Средняя глубина траншеи составит:

$$H_{cp} = (H_{min} + H_{max}) / 2 . \quad (5.3)$$

Для дальнейших расчетов размеров траншеи и объемов работ на захватке принимают среднюю глубину траншеи -  $H_{cp}$ . Толщину растительного слоя ( $h_{p.c.}$ ) принимают от 0,15 до 0,30 м.

Размер траншеи поверху определяют по формуле:

$$B_b = B_n + 2H_{cp} \cdot m. \quad (5.4)$$

Крутизна откосов траншеи в грунтах естественной влажности и при отсутствии грунтовых вод в пределах траншеи назначается в соответствии с табл. 5.2.

Таблица 5.2

### Крутизна откосов траншей

Наименование грунта	Наибольшая допустимая крутизна откосов при глубине траншеи, м			
	в сухих грунтах			в водонасыщенных грунтах
	до 1,5	1,5 – 3,0	3,0 – 5,0	до 5
Насыпной	63° 1: 0,5	45° 1:1	38° 1:1,25	38° 1:1,25
Песчаный гравели- стый	63° 1: 0,5	45° 1:1	45° 1:1	38° 1:1,25
Супесь	76° 1:0,25	56° 1: 0,67	50° 1: 0,85	45° 1:1
Суглинок	90° 1: 0	63° 1: 0,5	53° 1: 0,75	45° 1: 1
Глина	90° 1: 0	76° 1: 0,25	63° 1: 0,5	45° 1:1

## *Расчет объемов работ ливневой канализации*

Рассчитывают следующие объемы работ:

1. Объем растительного слоя;
2. Объем траншеи;
3. Объем недобора грунта в траншее (объем ручной доработки);
4. Объем основания под тело трубы;
5. Количество труб ливневой канализации;
6. Количество стыков;
7. Количество смотровых колодцев;
8. Количество дождеприемных колодцев;
9. Количество труб веток присоединения ( водоотводных труб);
10. Объем ручной засыпки;
11. Объем механизированной засыпки;
12. Объем лишнего грунта;
13. Объемы на заделку стыков железобетонных безнапорных раструбных труб;
14. Объемы на заделку стыков асбоцементных труб ( веток присоединения)
15. Объемы для устройства смотровых колодцев;
16. Объемы для устройства дождеприемных колодцев.

В первую очередь для выбора рационального отряда дорожных машин при производстве земляных работ подсчитывают объем работ, включающий строительство временного водоотвода (если это необходимо), снятие растительного слоя, разработку траншеи для размещения подземных сетей. Толщину растительного слоя назначают от 0,15 до 0,30 см. При этом необходимо учитывать, что растительный грунт может быть частично использован при дальнейшем озеленении. При подсчете объемов земляных работ необходимо учитывать способ разработки траншеи, ширину дна траншеи, глубину заложения, диаметр трубы, а также минимальное расстояние между сетями (при совмещенной прокладке сетей).

При расчете количества грунта необходимо учитывать количество грунта на засыпку траншеи с учетом диаметра трубы и требуемого коэффициента уплотнения. В случае размещения траншеи под проезжей частью улицы местный грунт не пригоден для засыпки траншеи, его необходимо вывезти, а засыпку траншеи производить песком, с поливом его водой.

После определения объемов земляных работ (объем растительного слоя, объем грунта при разработке траншеи, объема грунта на засыпку траншеи и объема грунта на его вывозку) определяют объемы работ по устройству основания (песчаный, щебеночный или цементобетонный), количество труб для прокладки канализации, количество колец для устройства смотровых колодцев и количество труб для веток присоединения. Для

этого необходимо знать протяженность трубопровода, расстояние между дождеприемными и смотровыми колодцами [8], конструкции смотровых и дождеприемных колодцев (рис. 4.5, 4.4).

Далее определяют объемы работ по заделке стыков между трубами согласно сборнику № 21 [17]. Находя по справочнику [18] массу элементов трубопровода и коллектора, массу колец для смотровых и дождеприемных колодцев, рассчитывают следующие объемы работ:

1. Объем растительного слоя  $V_{p.c.}$

$$V_{p.c.} = L \cdot B_{\text{г}} \cdot h_{p.c.}, \quad (5.5)$$

$$V_{p.c.} = L \cdot B_{\text{г}}, \quad (5.6)$$

где  $L$  - длина дороги (длина ливневой канализации);  $B_{\text{г}}$  - ширина траншеи по верху;  $h_{p.c.}$  - толщина растительного слоя.

2. Объем траншеи  $V_{тр.}$

Для расчета объема траншеи определяют среднюю глубину траншеи, в связи с тем, что ливневая канализация является безнапорной и укладывается с уклоном. Ориентировочный уклон траншеи определяют:

$$i = 1/D \quad (5.7)$$

Средняя глубина траншеи равна:

$$H_{cp} = \frac{H_{\min} + H_{\max}}{2}, \quad (5.8)$$

где  $H_{\min}$  - минимальная глубина траншеи определенная из условий размещения ливневой канализации по глубине (табл. 5.3);  $H_{\max}$  - максимальная глубина траншеи, рассчитывается из экономических соображений.

Для самостоятельной работы  $H_{\max}$  принимаем равной 5 м. Объем траншеи будет равен:

$$V_{тр.} = V_{\text{геом.}} - V_{p.c.} - V_{\text{недоб.}}, \quad (5.9)$$

где  $V_{\text{геом.}}$  - геометрический объем траншеи;  $V_{p.c.}$  - объем растительного слоя;  $V_{\text{недоб.}}$  - объем недобора грунта при разработке траншеи экскаватором.

$$V_{\text{геом.}} = \frac{B_n + B_{\text{г}}}{2} \cdot H_{cp} \cdot L, \quad (5.10)$$

$$V_{недоб.} = \frac{B_n + B'_n}{2} \cdot h_{недоб.} \cdot L, \quad (5.11)$$

где  $B'_n$  - ширина по верху на границе верха недобора;  $h_{недоб.}$  - толщина слоя недобора грунта.

$$B'_n = B_n + 2m \cdot h_{недоб.} \cdot \quad (5.12)$$

3. Определяют объем основания под тело трубы:

$$V_{осн.} = \frac{B_n + B_{осн.}}{2} \cdot h_{осн.} \cdot L, \quad (5.13)$$

где  $B_{осн.}$  - ширина основания по верху;  $h_{осн.}$  - толщина основания.

4. Определяют количество труб ( $N_{тр.}$ ) ливневой канализации:

$$L_{тр.} = \frac{L}{L_{тр.}}; \quad (5.14)$$

где  $L_{тр.}$  - длина трубы (5 м).

5. Определяют объем ручной засыпки ( $V_{р.з.}$ ):

$$V_{р.з.} = \left( \frac{B_{осн.} + B''}{2} \cdot h_{р.з.} \cdot L - \pi r^2 \cdot L \right) \cdot K_{отн.упл.}, \quad (5.15)$$

где  $B''$  - ширина ручной засыпки по верху;  $h_{р.з.}$  - толщина ручной засыпки;  $h_{р.з.} = D + 2c + 0,5$  м  $r$  - внешний радиус трубы;  $K_{отн.упл.}$  - коэффициент относительного уплотнения.

6. Определяем объем механизированной засыпки ( $V_{м.з.}$ ):

$$V_{м.з.} = \frac{B'' + B_в}{2} \cdot h_{м.з.} \cdot L \cdot K_{отн.упл.}, \quad (5.16)$$

где  $h_{м.з.}$  - толщина слоя механизированной засыпки.

Коэффициент относительного уплотнения ( $K_{отн.упл.}$ ), назначается в зависимости от коэффициента уплотнения ( $K_{упл.}$ ) равного 0,95 и вида грунта,  $K_{отн.упл.}$  принимается по [12] в зависимости от  $K_{упл.}$  и вида грунта

7. Определяют объём лишнего грунта ( $V_{л.з.}$ ):

$$V_{л.з.} = V_{осн.} + V_{тр.}, \quad (5.17)$$

где  $V_{тр.}$  - объём занимаемый трубой.

$$V_{тр.} = nr^2 \cdot L \quad (5.18)$$

8. Определяют количество стыков труб ( $N_{стык}$ ):

$$N_{стык} = N_{тр.} - 1. \quad (5.19)$$

9. Определяют количество смотровых колодцев ( $N_{ск}$ ), как отношение длины ливневой канализации –  $L$ , к расстоянию между смотровыми колодцами –  $L_c$  ( $N_{ск} = L/L_c$ ).

Расстояние между смотровыми колодцами назначается по таблице 5.3.

Таблица 5.3

**Расстояние между смотровыми колодцами**

Диаметр трубопровода, мм	150	200-450	500-600	700-900	1000-1400	1500-2000	Свыше 2000
Расстояние между смотровыми колодцами $L_c$ , м	35	50	75	100	150	200	250

Диаметры круглых колодцев и ширину прямоугольных колодцев следует принимать в зависимости от диаметра трубопровода ливневой канализации по таблице 5.4 .

Таблица 5.4

**Диаметр смотрового колодца в зависимости от диаметра ливневой канализации**

Диаметр трубопровода, мм	До 600	700	800-1000	1200
Диаметр круглых колодцев, мм	1000	1250	1500	2000
Ширина прямоугольных колодцев, мм	1000	1200	1300-1500	1700

10. Определяют количество дождеприемных колодцев ( $N_{д.к.}$ )

$$N_{д.к.} = N_{с.к.} \cdot N, \quad (5.20)$$

где  $N$  - количество дождеприемных колодцев в одном поперечнике (см. рис. 1.1-1.3 для заданного варианта).

11. Определяют количество труб веток присоединения ( $N_{тр. в. пр.}$ )

Ветки присоединения устраиваются из асбоцементных труб длиной 3-4 м, диаметр которых устанавливается в зависимости от диаметра смотрового колодца:

- при диаметре смотрового колодца 1000 мм - диаметр трубы 100 мм;
- при диаметре смотрового колодца 1500 мм - диаметр труб 200-300 мм;
- при диаметре смотрового колодца 2000 мм - диаметр труб 400 мм.

Количество труб веток присоединения определяют согласно заданию в зависимости от представленного поперечного профиля городской улицы (по заданному варианту см. рис.1.1-1.3). Количество поперечников по длине улицы определяют в зависимости от диаметра ливневой канализации (табл.5.3), расстояния между дождеприемными колодцами по длине дороги, ширины дорожных покрытий и длины одной трубы.

*Пример* : Длина дороги - 5000 м, диаметр ливневой канализации-800 мм, в поперечном профиле две проезжие полосы, каждая по 15 м шириной, между проезжими полосами разделительная полоса – 6 м, длина ветки присоединения – 3 м.

1. Количество поперечников ( расстояние от колодца до колодца по длине дороги согласно таблицы 5.3 составляет-100 м) составит -50 шт.;
2. Количество дождеприемных колодцев в одном поперечнике – 4 шт., по два колодца на каждой полосе;
3. Длина веток присоединения в одном поперечнике составляет – 30 м;
4. Количество труб веток присоединения в одном поперечнике – 10 шт.;
5. Количество труб веток присоединения по всей длине дороги – 500 шт.;
6. Количество смотровых колодцев – 50 шт.

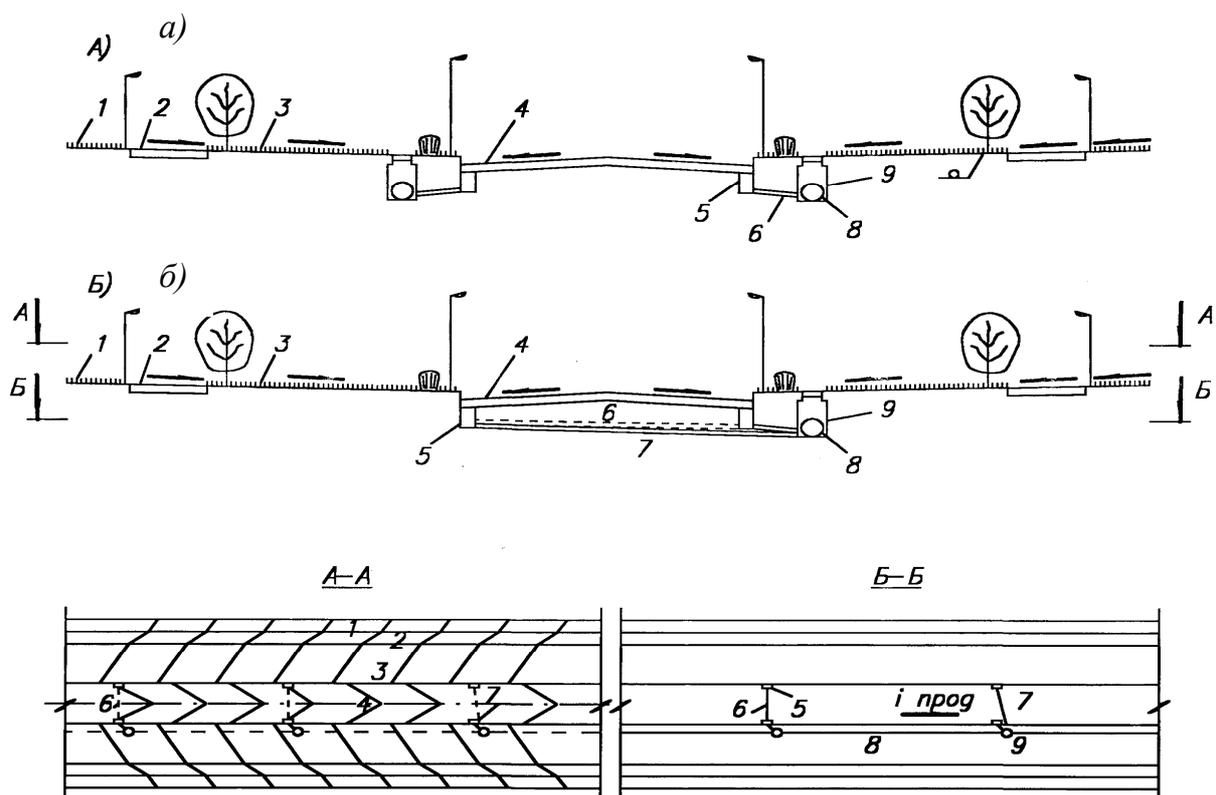


Рис. 5.2. Схема расположения ливневой канализации на улице:  
*а* – при двустороннем (дублированном) размещении; *б* – при одностороннем водостоке; 1, 3 – разделительные зеленые полосы; 2 – тротуар; 4 – проезжая часть; 5 – водоприемный колодец; 6 – ветки присоединения (водосточные ветки) (последовательное присоединение водосточных веток); 7 – то же, параллельное; 8 – продольный водосток; 9 – смотровой колодец

12. Определяют количество материалов, необходимых для заделки стыков железобетонных безнапорных раструбных труб ливневой канализации на весь объем и на захватку согласно сборнику № 21 [17].

13. Определяем количество материалов необходимых для заделки стыков асбоцементных труб (труб веток присоединения) ливневой канализации на весь объем и на захватку согласно сборнику № 21 [17]

14. Определяем количество материалов необходимых для строительства смотровых и дождеприемных колодцев на весь объем и на захватку согласно сборнику № 21 [17].

Все рассчитанные объемы работ сводят в таблицы. Затем определяют сменные объемы работ. Для сменных объемов рассчитывают потребности в машинах, оборудовании, рабочих по профессиям и разрядам.

### 5.3. Комплектование отрядов дорожных машин

Вначале определяют минимальную длину захватки, исходя из сроков строительства (количества рабочих смен) и длины строящегося участка улицы:

$$L_{\min} = L_{\kappa} / T_{\text{раб}} \cdot K_{\text{см}}, \quad (5.21)$$

где  $L_{\kappa}$  – длина строящегося участка дороги, м;  $K_{\text{см}}$  – коэффициент сменности;  $T_{\text{раб}}$  – продолжительность строительства (смены).  
Определяют сменный минимальный объем работ.

$$V_{\min} = V_{\text{об}} / T_{\text{раб}}. \quad (5.22)$$

Для данного вида работ ведущей машиной принимают экскаватор, отрывающий траншею. Загрузка ведущей машины в течение всей смены должна быть максимальной, т.е. коэффициент её использования должен быть равен единице.

Фактический сменный объем работ принимается равным производительности ведущей машины ( $V_{\phi}$ ).

$$V_{\phi} = \Pi_{\text{эк}}. \quad (5.23)$$

Тогда фактический срок строительства будет равен

$$T_{\phi} = V_{\text{см}} / \Pi_{\text{эк}}. \quad (5.24)$$

В городских условиях коэффициент сменности можно принимать равным- 1, т.к. практически городские дорожники работают в одну или удлиненную смену. При больших объемах работ и малой продолжительности строительства работы в летние и осенние месяцы производят в две смены

Максимальную фактическую длину захватки определяют по производительности ведущей машины (выполняющей основной вид работ или наибольший объем).

$$L_{\phi} = L_{\kappa} / T_{\phi} \quad (5.25)$$

Коэффициент использования вспомогательных машин отряда должен быть по возможности большим. Для этого длина захватки для отдельных операций может меняться так, чтобы это не нарушало выполнение работ в заданные сроки. К примеру работы по рытью траншеи могут опережать по темпам работы, связанные с монтажом труб. Но при этом нужно учитывать, что в городских условиях оставлять отрытую траншею большой про-

тяженности весьма нежелательно из-за вероятности обрушения её стенок и возможности затопления траншеи во время дождя.

Для определения рационального состава отряда дорожных машин по строительству инженерных подземных сетей назначают как минимум два отряда, способных в технологической последовательности выполнить все необходимые операции и процессы всего комплекса работ (удаление растительного слоя, устройство траншеи, монтаж трубопроводов, заделка стыков, монтаж смотровых и дождеприемных колодцев, веток присоединения, испытание трубопроводов, обратную засыпку траншеи и вывозке лишнего грунта).

Для каждого из вариантов отряда определяют сменные объемы работ по каждой технологической операции, количество дорожных машин и их коэффициенты использования, а также потребность рабочих по профессиям и разрядам, необходимое оборудование и средства контроля качества выполняемых работ. При этом производительность машин вычисляют по действующим ЕНиРам [9, 10, 11], при отсутствии каких-либо видов работ в ЕНиРах производительность машин находят по формулам, пользуясь справочниками по дорожным машинам.

Количество машин определяют по следующей формуле:

$$N = V_{\phi} / П, \quad (5.26)$$

где  $V_{\phi}$  – фактический сменный объем работ, равный длине сменной захватке и производительности ведущей машины или кратный ей;

$П$  – производительность машины, производительность звена рабочих (в  $\text{м}^3$ , п.м., штуках, тоннах или других единицах).

Коэффициент использования  $K_{\text{исп}}$  определяют отношением общего количества машино-смен к принятому количеству машин.

К примеру, количество машино-смен экскаватора получено:  $N_{\text{э}} = V_{\text{см}} / П_{\text{э}} = 846 / 470 = 1,8$  м.-см; принимаем 2 экскаватора, тогда  $K_{\text{исп}} = 1,8 / 2 = 0,9$ .

Производительность автомобилей самосвалов  $П_{\text{с}}$  (т) определяется по формуле:

$$П_{\text{с}} = \frac{T \cdot q \cdot K}{\frac{2 \cdot l}{V} + t}, \quad (5.27)$$

где  $T$  – продолжительность рабочей смены, ч;  $q$  – грузоподъемность автомобиля-самосвала, т;  $K = 0,85$  – коэффициент использования автомобиля-самосвала в течение смены;  $l$  – дальность возки, км;  $V$  – средняя скорость движения автомобиля, км/ч (принимается равной 30 км/ч);  $t$  – среднее время простоев автомобилей-самосвалов под погрузкой, разгрузкой

и маневрированием, ч (зависит от грузоподъемности автомобиля: 8 т – 0,25 ч; 10 т – 0,30 ч, 14 т – 0,35 ч).

Производительность поливомоечной машины  $П_{П}$  (т) определяется по формуле:

$$П_{П} = \frac{T \cdot K \cdot Q}{\frac{2 \cdot l}{V} + t_1 + t_2}, \quad (5.28)$$

где  $K = 0,85$  – коэффициент внутрисменного использования машины;  $Q$  – вместимость цистерны, для ПМ-130Б принимаем 6 т;  $t_1 = 0,16$  ч – время, затрачиваемое на заполнение цистерны водой из водоема насосом со скоростью 1800 л/мин (или 0,10 ч) с учетом времени, затрачиваемого на присоединение и отсоединение шланга (0,06 ч);  $t_2 = 0,5$  ч – время, затрачиваемое на слив (или розлив) воды.

Сравнение вариантов подобранных отрядов дорожных машин производят по технико-экономическим показателям:

1. Производительность отряда должна быть равна или кратна производительности ведущей машины  $(470 \times 2) = 940 \text{ м}^3$ .

2. Себестоимость разработки 1  $\text{м}^3$  грунта (1 руб./ $\text{м}^3$ , 1 руб./п.м) либо строительства 1 п.м трубопровода.

$$C = \frac{\sum C_{\text{м.-см}} \cdot N + \sum C_{\text{з.п}} \cdot N}{V_{\text{с.-см}}}, \quad (5.29)$$

где  $C_{\text{м.-см}}$  – стоимость машино-смены;  $N$  – количество машин в отряде;  $C_{\text{з.п}}$  – стоимость заработной платы.

3. Энерговооруженность, кВт/чел.,

$$\mathcal{E}1 = \sum M \cdot T / N_p, \quad (5.30)$$

где  $M$  – мощность машины, кВт;  $N_p$  – число рабочих в отряде,  $T$  – количество часов работы машины.

4. Энергоемкость, кВт./ $\text{м}^3$ ,

$$\mathcal{E}2 = \sum M \cdot T / V_{\text{см}}, \quad (5.31)$$

где  $M$  – мощность машины, кВт;  $V_{\text{см}}$  – сменный объем работ для данного отряда;  $T$  – количество часов работы машины.

5. Выработка на одного рабочего,  $\text{м}^3/\text{чел.}$ ,

$$B = V_{\text{см}} / N_p. \quad (5.32)$$

6. Коэффициенты использования машин в отряде.

Грузоподъемность автокрана для монтажа труб и колодцев следует выбирать по вылету стрелы с учетом массы труб и колец и условий техники безопасности.

Сравнивая отряды по технико-экономическим показателям, выбирают наиболее рациональный. При этом себестоимость должна быть минимальной, энерговооруженность максимальной, энергоемкость минимальной, а коэффициент использования дорожных машин в отряде по возможности наибольшим.

На основании сравнения отрядов составляют таблицу (пример таблицы) табл. 5.5.

Таблица 5.5

#### Технико-экономические показатели отрядов по вариантам

Технико-экономические показатели	Вариант	
	I	II
Производительность, п.м	99	92
Себестоимость, руб./п.м	4,58	4,98
Энерговооруженность, кВт/чел.	31,62	35,48
Энергоемкость, кВт/п.м	9,26	9,24
Выработка на одного рабочего, п.м/чел.	3,83	3,41

#### 5.4. Технологическая карта на строительство ливневой канализации

В состав технологической карты входят технологическая схема потока, калькуляция трудовых затрат, состав отряда, технико-экономические показатели, краткие указания по производству работ, контроль качества и техника безопасности.

В технологической схеме должны быть показаны в технологической последовательности схемы выполнения работ на захватках, длины захваток и потребности в трудовых и материально-технических ресурсах. В часовом графике увязывают работу всех дорожных машин. Длина специализированного потока представляет собой сумму длин захваток, технологических перерывов и организационных перерывов между ними. Захватка – это длина участка трубопровода, на котором выполняются работы в одну смену. Продолжительность смены – 8 часов.

Количество захваток и состав работ на захватках определяют из следующих правил:

- количество захваток должно быть минимальным, однако при этом машины, работающие на захватках, должны выполнять работы строго в технологической последовательности и не мешать работе друг друга.

- работы, выполняемые на последующих захватках, не должны опережать работы, выполняемые на предыдущих захватках.

### **5.5. Технология производства работ**

Все работы по строительству ливневой канализации выполняются в строгой технологической последовательности [1,2,3].

1. Подготовительные работы (включая все согласования с заинтересованными организациями в том числе и с ГИБДД) - снос строений, спиливание леса (деревьев), удаление пней, кустарника и др.;

2. Ограждение площадки и установку знаков;

3. Разбивка траншеи (с установкой кольшков по оси траншеи и внешним кромкам через 20 м);

4. Срезка растительного слоя с перемещением его за пределы площадки;

5. Разработка грунта в траншее экскаватором обратной лопата (емкость ковша экскаватора принимают в зависимости от сменного объема работ; при этом экскаватор не докапывает до дна траншеи на 0,1- 0,25 м в зависимости от емкости ковша (приложение 16 [5]);

6. Ручная доработка дна траншеи (работу выполняют землекопы 2 разряда);

7. Устройство основания под тело трубы (данная технологическая операция складывается из следующих видов работ: погрузки песка в карьере или на базе, вывозки песка автосамосвалами к месту производства работ, подачи песка на дно траншеи, разравнивания с поливкой водой и уплотнения);

8. Монтаж труб ливневой канализации автокраном (данная технологическая операция состоит из следующих видов работ: погрузки труб автокраном на базе, вывозке труб бортовыми машинами или спец. транспортом, монтаж труб автокраном). Монтаж труб производят с колес автокраном по направлению снизу в верх раструбом на встречу уклону;

9. Заделка стыков между трубами (стыки заделывают вначале смоляной прядью (каболкой), затем цементным раствором по периметру трубы);

10. Монтаж смотрового колодца (операции следующие: погрузка элементов смотрового колодца автокраном на базе, вывозка элементов бортовой машиной, монтаж смотрового колодца автокраном на подготовленное основание (основание - это плита-днище, уложенная на слой из щебеня толщиной 20-30 см и подстилающий слой из песка толщиной 30 см;

11. Отрывка траншеи под ветки присоединения и дождеприемные колодцы экскаватором;

12. Монтаж дождеприемных колодцев и веток присоединения (операции те же, что и при монтаже смотрового колодца); трубы веток присоединения стыкуются между собой с помощью муфт с резиновыми уплотнителями и цементным раствором по периметру труб; все стыки между колодцами и ветками присоединения заделывают цементным раствором);

13. Гидравлическое испытание ливневой канализации.

Гидравлическое испытание проводится в два этапа:

а) предварительное испытание;

б) окончательное испытание на утечку.

Предварительное испытание выполняют в следующей последовательности: в колодцах устанавливают заглушки, затем всю систему заполняют водой, 24 часа выдерживают и смотрят: не текут ли стыки, если стыки не текут, то предварительное испытание прошло успешно.

Окончательное испытание на утечку выполняют в следующей последовательности: в смотровом колодце устанавливают пьезометрическую трубку с делениями и затем из мерного сосуда доливают воду до уровня в течении 30 минут. Количество долитой воды составляет величину утечки

Полученную величину утечки сравнивают с допустимой по СНиП (допустимая величина утечки приводится для каждого диаметра трубы в кубометрах на один километр длины ливневой канализации в сутки.

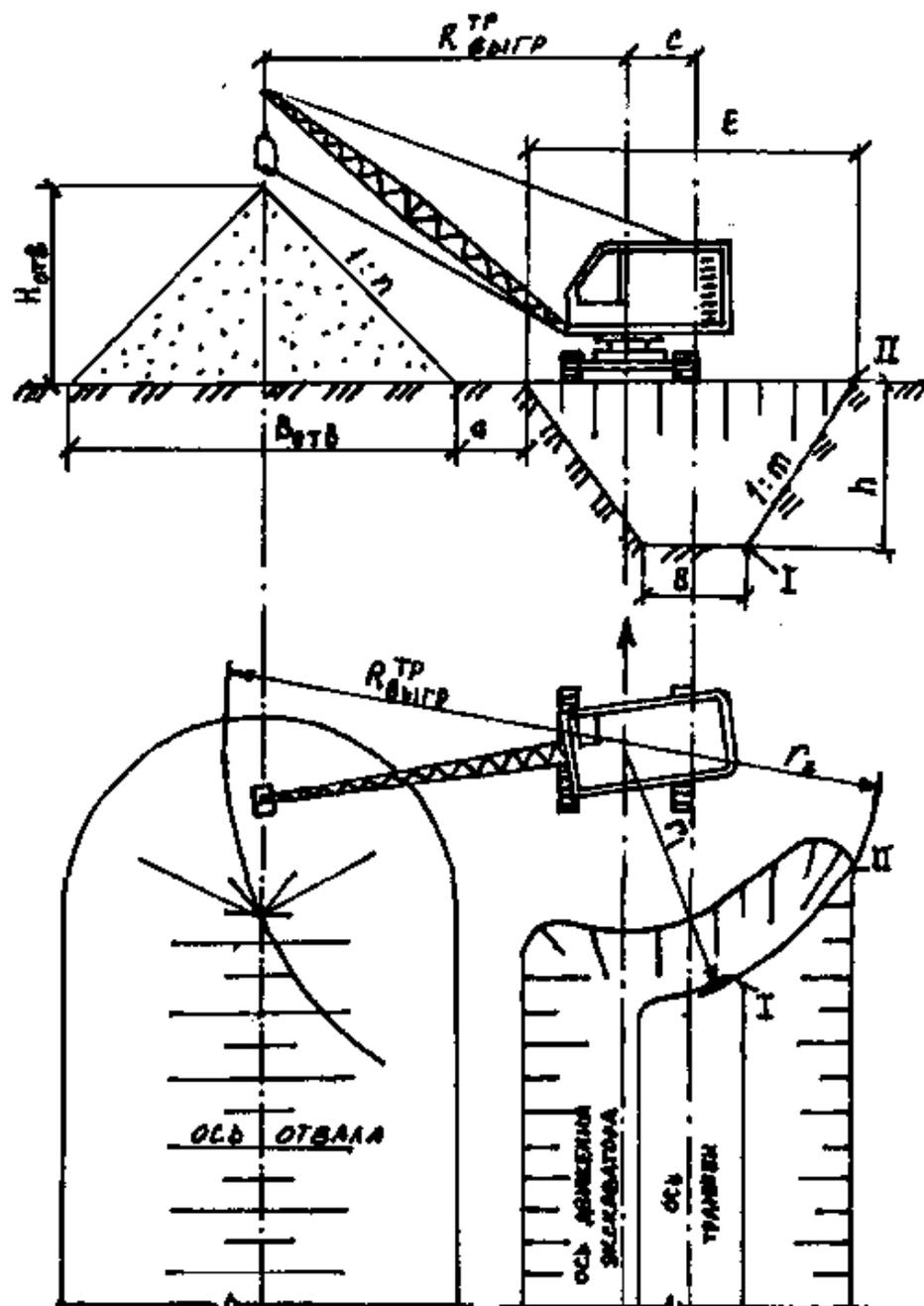


Рис. 5.3. Схема разработки траншеи экскаватором

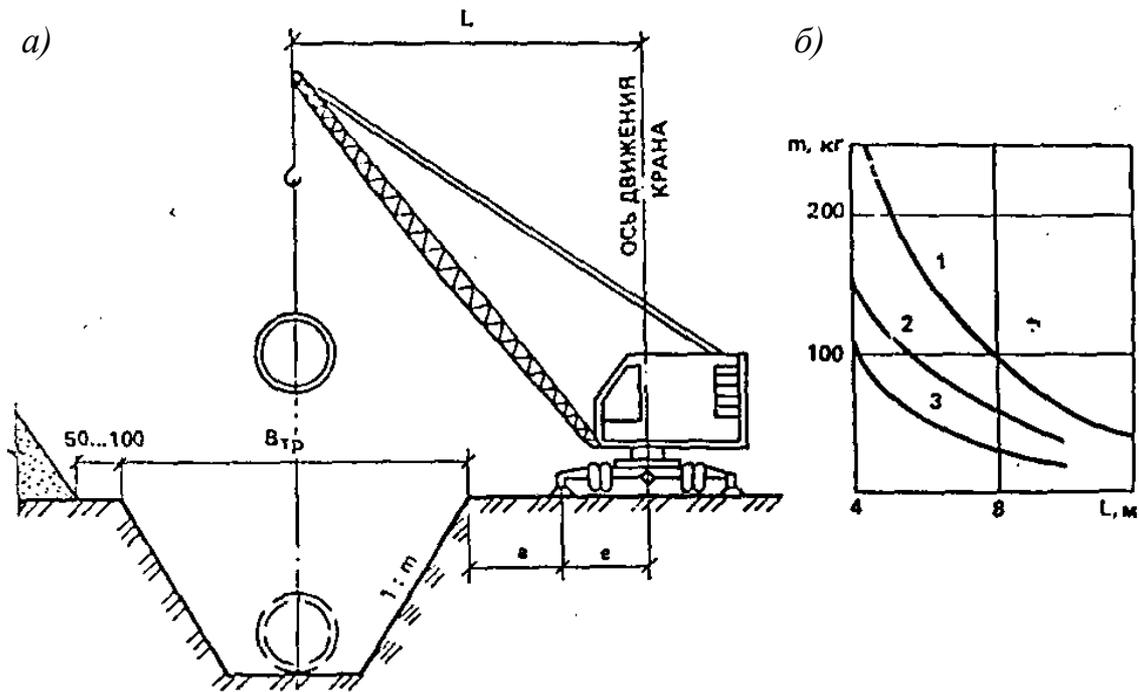


Рис. 5.4. Монтаж трубопроводов: *a* – схема монтажа; *б* – характеристика грузоподъемности кранов,  $m$  в зависимости от вылета крюка  $L$ ; 1 – КС-5363; 2 – КС 4361; 3 – КС 3561

При составлении плана потока необходимо показать схемы перемещения машин (схемы разработки грунта, схемы работы машин, число проходов, их последовательность, расстояние между машинами, схемы монтажа, радиусы поворотов крана, опасную зону при монтаже труб и колодцев [15,16], (например, схема разработки траншеи экскаватором (рис. 5.3) и монтаж трубопроводов (рис. 5.4). При разработке таких схем необходимо учитывать соблюдение техники безопасности при производстве работ. На почасовых графиках и в графе «Необходимые ресурсы» указывают марку машин, их количество и номер машины, в скобках – коэффициент использования машин на данной захватке.

Отдельные основные операции для наглядности можно отразить в технологических схемах в виде поперечных или продольных разрезов, схем или графиков.

Калькуляцию трудовых затрат при устройстве ливневой канализации составляют в технологической последовательности на основе производительности выбранных машин и рассчитанных сменных объемов работ, выполняемых на данной захватке (пример: калькуляции трудовых затрат (табл. 5.6). Пример состава отряда и состав звена представлены соответственно на табл. 5.7 и 5.8.

Таблица 5.6

**Калькуляция трудовых затрат на устройство подземных инженерных сетей  
(ливневая канализация, водопровод)**

Номер захватки	№ п/п	Источник обоснования норм времени	Наименование работ в технологической последовательности	Ед. изм.	Сменный объём	Норма времени Н <sub>вр</sub>	Производительность в смену	Количество машино-смен
1	2	3	4	5	6	7	9	10
	1		Разбивочные работы	пог.м	-	-	-	
	2	Е2-1-5 №1а	Снятие растительного слоя за 1-2 прохода по 1 следу бульдозером ДЗ-8	1000 м <sup>2</sup>	0,49	0,84	9,52	0,05
	3	Е2-1-13 табл.5 №3ж	Разработка грунта в траншее под устройство ливневой канализации экскаватором ЭО-4121	100 м <sup>3</sup>	3,81	2,1	3,81	1,00
	4	Е2-1-47 табл.2 №1д	Ручная доработка грунта в траншее землекопом 2 разряда	1 м <sup>3</sup>	17,82	0,85	9,41	1,89
	5	Е2-1-8 табл. 3 №1а	Погрузка песка в автосамосвал экскаватором ЭО-1621	100 м <sup>3</sup>	0,21	8,4	0,95	0,22
	6	Расчёт №1	Подвоз песка автосамосвалом КамАЗ 5511	т	30,86	-	46,94	0,66
	7	Е9-2-32 №1	Устройство основания из песка монтажниками наружных трубопроводов 3, 2 разрядов	1 м <sup>3</sup>	20,57	0,9	8,89	2,31
	8	Расчёт №2	Поливка песка поливомоечной машиной ПМ-130Б	т	1,23	-	19,49	0,06
	9	Е4-3-178 №1б	Погрузка труб ливневой канализации в бортовую машину краном КС-2561	1 зв.	11	0,31	25,81	0,43
	10	Расчёт №3	Перевозка труб ливневой канализации бортовой машиной Урал-4320	т	18,7	-	38,35	0,49
	11	Е4-3-178 №1б	Разгрузка труб ливневой канализации краном КС-2561	1 зв.	11	0,31	25,81	0,43

Продолжение таблицы 5.6

1	2	3	4	5	6	7	9	10
	12	Е4-3-178 №1б	Монтаж труб ливневой канализации краном КС-2561	1 зв.	11	0,31	25,81	0,43
	13	Е9-2-6 табл.5 №2б	Монтаж труб ливневой канализации монтажниками наружных трубопроводов 4, 3, 2 разрядов	1 м	55	0,34	23,53	2,34
		Е9-2-6 табл.5 №2в	В том числе на заделку стыков	1 м	55	0,1	80	0,69
	14	Е4-3-179 №1б	Установка труб смотрового колодца краном КС-2561	1 зв.	1	0,3	26,67	0,04
	15	Е9-2-29 №2а	Монтаж смотрового колодца монтажниками наружных трубопроводов 4, 3, 2 разрядов	1 к	1	7,6	1,05	0,95
	16	Е2-1-13 табл.5 №3ж	Отрывка траншеи под ветки присоединения экскаватором ЭО-4121	100 м <sup>3</sup>	0,69	2,1	3,81	0,18
	17	Е4-3-178 №1б	Погрузка асбестоцементных труб в бортовую машину краном КС-2561	1 зв.	38	0,31	25,81	1,47
	18	Расчёт №3	Перевозка асбестоцементных труб бортовой машиной Урал-4320	т	0,69	-	38,35	0,02
	19	Е4-3-178 №1б	Разгрузка асбестоцементных труб краном КС-2561	1 зв.	38	0,31	25,81	1,47
	20	Е9-2-4 табл.2 №1б	Монтаж асбестоцементных труб монтажниками наружных трубопроводов 4, 3, 2 разрядов	1 м	110	0,1	80	1,38
		Е9-2-4 табл. 2 №1в	В том числе на заделку стыков	1 м	110	0,09	88,89	1,24

Продолжение таблицы 5.6

1	2	3	4	5	6	7	9	10
	21	Е4-3-178 №1б	Разгрузка асбестоцементных труб кра- ном КС-2561	1 зв.	2	0,31	25,81	0,08
	22	Е9-2-29 №2а	Монтаж смотрового колодца монтаж- никами наружных трубопроводов 4, 3, 2 разрядов	1 к	2	7,6	1,05	1,90
	23	-	Гидравлическое испытание	-	-	-	-	-
	24	Е2-1-8 табл.2 №1а	Погрузка песка в автосамосвал экскава- тором ЭО-1621	100 м <sup>3</sup>	0,27	8,4	0,95	0,28
	25	Расчёт №1	Подвоз песка автосамосвалом КамАЗ 5511	т	40,04	-	46,94	0,85
	26	Е2-1-34 №2а	Засыпка траншеи под ветки присоеди- нения бульдозером ДЗ-8	100 м <sup>3</sup>	0,27	0,35	22,86	0,01
	27	Расчёт №2	Поливка песка поливомоечной машиной ПМ-130Б	т	1,60	-	19,49	0,08
	28	Е2-1-58 табл.2 №2а	Засыпка траншеи ливневой канализации землекопами 2, 1 разрядов	1 м <sup>3</sup>	136,29	0,79	10,13	13,45
	29	Е2-1-34 №2а	Механизированная засыпка траншеи бульдозером ДЗ-8	100 м <sup>3</sup>	2,08	0,35	22,86	0,09
	30	Е2-1-31 табл.2 №2а,4а	Уплотнение грунта самоходнымипнев- мокатками ДУ-31А	100 м <sup>3</sup>	2,08	0,49	16,33	0,13
	31	Е2-1-13 табл.5 №3ж	Разработка грунта в траншеи под уклад- ку водопровода экскаватором ЭО-4121	100 м <sup>3</sup>	5,62	2,1	3,81	1,48
	32	Е2-1-47 табл. 2 №1д	Ручная доработка грунта в траншее землекопом 2 разряда	1 м <sup>3</sup>	55,37	0,85	9,41	2,70
	33	Е2-1-8 табл.3 №1а	Погрузка песка в автосамосвал экскава- тором ЭО-1621	100 м <sup>3</sup>	0,20	8,4	0,95	0,21
	34	Расчёт №1	Подвоз песка автосамосвалом КамАЗ 5511	т	29,7	-	46,94	0,63

Продолжение таблицы 5.6

1	2	3	4	5	6	7	9	10
	35	Е9-2-32 №1	Устройство основания из песка монтажниками наружных трубопроводов 3, 2 разрядов	1 м <sup>3</sup>	19,8	0,9	8,89	2,23
	36	Расчёт №2	Поливка песка поливомоечной машиной ПМ-130Б	т	1,19	-	19,49	0,06
	37	Расчёт №4	Перевозка стальных труб автопоездом ЗИЛ-130 и прицеп-ропуск 1-ПР-5м	т	8	-	24,72	0,32
	38	Е4-3-178 №1б	Разгрузка стальных труб краном КС-2561	1 зв.	5	0,31	25,81	0,19
	39	Е9-2-1 табл.1 №8	Сборка стальных труб в звенья на бровке траншеи монтажниками наружных трубопроводов 5, 4, 3 разр.	1 м	55	0,16	50	1,1
		Е9-2-1 табл.2 №8в	При укладке труб в траншею монтажниками наружных трубопроводов 6, 4, 3 разрядов	1 м	55	0,33	24,24	2,27
	40	Е9-2-9 табл.2 №5б	Испытание трубопровода монтажниками наружных трубопроводов 5, 4, 3 разрядов	1 м	55	0,22	36,36	1,51
	41	Е9-2-12 № 6б	Антикоррозионная изоляция стыков изолировщиками термоизоляции 4, 3 разрядов	1 ст	4	1	8	0,5
	42	Е9-2-13 табл.2 №9а	Тепловая изоляция стыков изолировщиками термоизоляции 4, 2 разрядов	1 м	27,5	1,7	4,71	5,84
	43	Е2-1-58 табл.2 №2а	Засыпка траншеи ливневой канализации землекопами 2, 1 разрядов	1 м <sup>3</sup>	154,77	0,79	10,13	15,28
	44	Е2-1-34 №2а	Механизированная засыпка траншеи бульдозером ДЗ-8	100 м <sup>3</sup>	4,04	0,35	22,86	0,18

Окончание таблицы 5.6

1	2	3	4	5	6	7	9	10
	45	Е2-1-31 табл.2 №2а,4а	Уплотнение грунта самоходными пнев- мокатками ДУ-31А	100 м <sup>3</sup>	4,04	0,49	16,33	0,24
	46	Е2-1-8 табл.3 №1а	Погрузка песка в автосамосвал экскава- тором ЭО-1621	100 м <sup>3</sup>	0,70	8,4	0,95	0,72
	47	Расчёт №5	Вывозка лишнего грунта автосамосва- лом КамАЗ 5511	т	117,22	-	68,88	1,70
	48	Е2-1-22 табл.2 №2а+ПР-3	Надвижка растительного грунта бульдо- зером ДЗ-8	100 м <sup>3</sup>	0,73	0,55	17,11	0,04

Таблица 5.7

## Состав специализированного отряда

Наименование машин	Марка машин	Количество машин	Профессия и разряд	Коэффициент использования
Экскаватор	ЭО-4121	3	Машинист 6 разряда	1,0
Бульдозер	ДЗ-8	1	Машинист 6 разряда	0,37
Экскаватор	ЭО-1621	2	Машинист 4 разряда	0,72
Автосамосвал	КамАЗ 5511	4	Водитель категории С	0,96
Поливомоечная машина	ПМ-130Б	1	Водитель категории С	0,20
Кран	КС-2561	4	Машинист 6 разряда	0,92
Бортовая машина	Урал-4320	1	Водитель категории С	0,51
Каток	ДУ-31А	1	Машинист 6 разряда	0,37
Автопоезд	ЗИЛ-130 1-ПР-5М	1	Водитель категории С	0,32

Таблица 5.8

## Состав специализированного звена

Профессия	Разряд	Количество
Геодезист	Инженер	1
Дорожный рабочий	1	1
Машинист	6	9
	4	2
Землекоп	2	19
	1	14
Водитель	Категория С	7
Монтажники наружных трубопроводов	6	3
	5	4
	4	28
	3	48
	2	23
Изолировщики на термоизоляции	4	7
	3	2
	2	6

## Библиографический список

### Основной

1. Строительство улиц и городских дорог : учеб. для вузов : В 2 ч. – Ч. 1 : Сооружение земляного полотна : учебник / А. Я. Тулаев, А. А. Авсеенко, Л.С. Малицкий. – М. : Стройиздат, 1987. – 480 с.
2. Гольдин, Э. М. Технология строительства городских улиц : учеб. пособие для вузов / Э. М. Гольдин, Е. Н. Дубровин. – М. : Высшая школа, 1974. – 440 с.
3. Степанец, В. Г. Инженерные сети и оборудование : учебное пособие / В.Г. Степанец. – Омск : СибАДИ, 2005. – 116 с.
4. Изыскания и проектирование аэродромов : учеб. для вузов / ред. Г.И. Глушков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1992. – 463 с.

### Дополнительный

5. Федоров, Н. Ф. Городские подземные сети и коллектор : учеб. для вузов / Н. Ф. Федоров, С. Ф. Веселов. – М. : Стройиздат, 1972. – 304 с.
6. Маковский, Л. В. Городские подземные транспортные сооружения : учеб. пособие для вузов / Л. В. Маковский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1985. – 439 с.

### Нормативный

7. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84 [Электронный ресурс] : СП 31. 13330.2012. – Введ. 01.01.2013 // ИС «Техэксперт Интранет» / Консорциум «Кодекс». – Послед. обновление 28.04.2018.
8. Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85 [Электронный ресурс] : СП 32. 13330.2012. – Введ. 01.01.2013 // ИС «Техэксперт Интранет» / Консорциум «Кодекс». – Послед. обновление 28.04.2018.
9. ЕНиР . Сб. 9. Сооружение систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации. Вып. 2. Наружные сети и сооружения [Электронный ресурс] // ИС «Техэксперт Интранет» / Консорциум «Кодекс». – Послед. обновление 28.04.2018.
10. ЕНиР. Сб. Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций . Вып. 3. Мосты и трубы. – М. : Стройиздат, 1988. – 240 с.
11. ЕНиР. Сб. Е2. Вып. 1. Земляные работы . Вып. 1 : Механизированные и ручные земляные работы. – М. : Стройиздат, 1988. – 224 с.
12. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02.85 [Электронный ресурс] : СП 34. 13330.2012. – Введ. 07.11.2013 // ИС «Техэксперт Интранет» Консорциум «Кодекс». – Послед. обновление 28.04.2018.
13. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03–85 [Электронный ресурс] : СП 78. 13330.2012. – Введ. 01.07.2013 // ИС «Техэксперт Интранет» / Консорциум «Кодекс». – Послед. обновление 28.04.2018.

14. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01–89 [Электронный ресурс] : СП 42.13330.2016. – Введ. 01.07.2017 // ИС «Техэксперт Интранет» / Консорциум «Кодекс». – Послед. обновление 28.04.2018.

15. Безопасность труда в строительстве. Ч. 1. Общие требования [Электронный ресурс] : СНиП 12-03–2001 // ИС «Техэксперт Интранет» / Консорциум «Кодекс». – Послед. обновление 28.04.2018.

16. Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.2.01–87 [Электронный ресурс] : СП.45.13330. – Введ. 01.01.2013 // ИС «Техэксперт Интранет» / Консорциум «Кодекс». – Послед. обновление 28.04.2018.

17. Общие производственные нормы расхода материалов в строительстве / Минмонтажспецстрой СССР. – Сб. 22 : Теплоизоляционные работы. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1990. – 150 с.

18. Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации : справочник / под ред. А. К. Перешивкина. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1988. – 653 с.