

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Инженерно-строительный

Кафедра «Инженерные системы зданий и сооружений»

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ Г.В. Сакаш

подпись            инициалы, фамилия

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

**БАКАЛАВСКАЯ РАБОТА**

08.03.01.00.06 «Водоснабжение и водоотведение»

Водоснабжение населённого пункта

Пояснительная записка

Руководитель

\_\_\_\_\_

подпись, дата

доцент, к.т.н.

должность, ученая степень

Л.В. Приймак

инициалы, фамилия

Выпускник

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Х.А. Хусенходжаев

инициалы, фамилия

Красноярск 2018

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему «Водоснабжение населённого пункта».

Объектом расчётов является посёлок с численностью населения 2500 человек. Удельное водопотребление исходя из степени благоустройства принято 210 л/сут на одного человека.

Цель работы: рассчитать водопроводные сети и на основании анализа качества воды в источнике разработать схему водоподготовки подземных вод, подобрать водоподъемное и насосное оборудование, произвести оценку воздействия проектируемой системы водоснабжения из подземного источника на окружающую природную среду.

Принят групповой водозабор скважинного типа. Запроектировано 7 рабочих скважин и 1 резервная.

Водозаборные скважины оборудуются погружными насосами марки GRUNDFOS SP 46-12. Удельный дебет скважины составляет 0,3 л/с/м.

Водозабор располагается на расстоянии 2 км в северо-западном направлении от посёлка.

Исходя из качества воды подземного источника (повышенное содержание железа, марганца и взвешенных веществ) предусмотрено фильтрование в сочетании с упрощенной аэрацией.

Для обеззараживания воды принято использование гипохлорита натрия, который относительно безопасен при хранении и использовании.

Вода подвергается очистке на станции водоподготовки и насосной станции II подъема.

Применение насосов с регулирующим приводом, что обеспечивает переменную подачу воды в зависимости от графика водопотребления.

В расчётах использовались учебные пособия и действующие нормативные документы.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
1. Водоснабжение населённого пункта .....	6
1.1 Выбор источника водоснабжения .....	6
1.2 Схема водоснабжения .....	6
1.3 Водопотребители и нормы водопотребления .....	7
1.4 Определение расчетных расходов системы водоснабжения .....	8
1.4.1 Хозяйственно-питьевое водоснабжение .....	9
1.4.2 Водопотребление сельскохозяйственных комплексов .....	10
1.4.3 Расход воды на поливку улиц и зеленых насаждений .....	12
1.4.4 Расход воды на пожаротушение .....	13
1.5 Трассировка водоводов и магистральных водопроводных сетей .....	14
1.6 Расчетная схема отбора воды из сети .....	15
1.7 Предварительное потокораспределение и определение диаметров труб участков сети и водоводов .....	17
1.8 Гидравлическая увязка водопроводной кольцевой сети .....	20
1.9 Гидравлический расчет тупиковой сети .....	23
1.9.1 Определение категории водозабора .....	26
1.9.2 Обоснование выбора типа водозаборного сооружения .....	26
1.9.3 Расчет скважины .....	26
1.9.4 Расчет фильтра скважин .....	31
1.9.5 Расчет водоводов .....	32
1.9.6 Определение необходимого напора насосов и подбор водоподъемного оборудования .....	33
1.10 Проектирование здания насосной станции .....	34
1.11 Станция обезжелезивания модульного типа «Амазон-М» .....	34
2 Технология и организация строительства трубопровода .....	37
2.1 Определение объёмов земляных работ при траншейной прокладке наружного трубопровода .....	37
2.2 Подбор комплекта машин для траншейной прокладки .....	43
2.2.1 Методика подбора экскаватора .....	43
2.2.2 Выбор марки средств для транспортирования избыточного грунта в отвал за пределы строительства .....	44
2.2.3 Определение технико-экономических показателей для окончательного выбора комплекта машин .....	47
2.3 Выбор кранового оборудования для монтажа трубопровода, колодцев и арматуры .....	50
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	52

## ВВЕДЕНИЕ

Современные системы водоснабжения населенных мест представляют собой сложные технические системы, обеспечивающие прием природной воды, ее очистку, хранение, и последующую подачу и распределение воды потребителям.

Наиболее распространены многофункциональные системы водоснабжения, предназначенные для хозяйственного-питьевого, производственного и противопожарного водоснабжения. Поэтому важной задачей при проектировании водоснабжения является правильное его проектирование.

Целью выпускной квалификационной работы является расчёт системы водоснабжения поселка.

Для достижения цели планируется решить следующие задачи:

- изучить исходные данные, принятые для расчёта водозаборов, водоводов, водопроводных сетей и станции водоподготовки;
- изучить существующие методы очистки воды, поступающей к потребителю;
- выполнить необходимые расчеты;
- предусмотреть правила безопасной эксплуатации систем водоснабжения.

Состав и свойства хозяйственно-питьевой воды при любом типе водисточника, способе обработки и конструктивных особенностях водопроводной сети должны обеспечивать безопасность в эпидемиологическом отношении, безвредность химического состава и благоприятные органолептические свойства.

Технические и гигиенические требования и нормы, предъявляемые к качеству хозяйственно-питьевой воды, регламентирует СанПиН 2.1.5.980-00.

Среднесуточное водопотребление является одним из основных данных для определения расчетного расхода воды, который необходим для удовлетворения потребностей населения в любое время года, месяца, недели, включая сутки наибольшего водопотребления.

Параметры водопроводных сооружений систем водоснабжения населенных мест рассчитываются на определенный расчетный период, который может включать несколько очередей строительства, учитывающих перспективу развития города и повышения уровня благоустройства потребителей воды.

Расход воды, на который рассчитываются элементы системы водоснабжения, изменяется в течение года, месяцев сезона, суток, часов и минут. Эти колебания водопотребления должны учитываться при проектировании системы водоснабжения с заданным уровнем благоустройства.

Параметры водопроводных сооружений системы рассчитываются таким образом, чтоб удовлетворить потребности населения в воде в период сезонных циклов. При подборе насосного оборудования и при расчете водоводов и водопроводных сетей учитываются кратковременность периодов максимального водопотребления.

Суточные и часовые колебания расходов воды являются результатом неравномерности потребления воды в городе.

Неравномерность потребления воды в дни недели обусловлена укладом жизни населённого пункта.

## **1 Водоснабжение населённого пункта**

### **1.1 Выбор источника водоснабжения**

Рост водопотребления в населённых пунктах требует повышения интенсивности использования существующих и строительства новых систем водоснабжения. С экономической точки зрения быстро и эффективно эта проблема решается за счет использования подземных источников. Подземные воды встречаются на различных глубинах и в зависимости от геологических условий залегания водоносного горизонта могут быть безнапорными (грунтовые и межпластовые воды) и напорными (артезианские воды).

Подземный источник водоснабжения выбран в зависимости от местных условий. Для решения основных задач (выбор типа, схемы, конструкции водозабора) необходимы данные инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий.

Для достаточного обеспечения водой предусматривается устройство эксплуатационных скважин (2 рабочих и 1 резервной). Дебиты каждой из скважин составляют 16,8 м<sup>3</sup>/ч. Водоносный горизонт, питающий скважины, залегает на глубине 153 м.

При этом источник водоснабжения удовлетворяет следующим требованиям:

- 1) минимальный дебит источника соответствует расходу воды на хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные нужды животноводческого комплекса;
- 2) качество воды в источнике соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.559-96;
- 3) территория, на которой расположен источник водоснабжения, достаточна для организации зон санитарной охраны;
- 4) источник не промерзает и не засоряется сточными водами.

### **1.2 Схема водоснабжения**

Система водоснабжения представляет собой комплекс взаимосвязанных сооружений, предназначенных для обеспечения потребителей в воде какого-либо объекта.

В задачи системы водоснабжения входят: получение воды из природного источника, транспортирование на территорию объекта и подача по всем точкам отбора.

В соответствии с перечисленными задачами системы водоснабжения в ее состав включаются следующие виды водопроводных сооружений:

- а) водозаборные сооружения;
- б) очистные сооружения;
- в) насосные станции;
- г) регулирующие и запасные емкости;

д) водоводы и водопроводные сети.

Выбор оптимальной схемы водоснабжения произведён с учётом требуемых расходов воды, обеспеченности ее подачи, эксплуатационных и санитарных условий и противопожарных мероприятий.

Для поселка принят вариант объединенного хозяйственно-питьевого водопровода с противопожарным водопроводом низкого давления. Вода из водозаборных скважин погружными насосами подаётся по водоводу в резервуар чистой воды, а из РЧВ хозяйственно-питьевым насосом насосной станции II-го подъёма в водопроводную сеть.

При пожаротушении включается противопожарный насос и выключается насос (группа насосов), используемых для подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды.

Водозаборные скважины и водопроводные сооружения находятся на одной площадке.

### **1.3 Водопотребители и нормы водопотребления**

Основными водопотребителями в населённом пункте являются: население численностью 2500 человек, животные, общественное животноводство, а также промышленный сектор.

Суточное потребление воды по каждой группе водопотребителей определяется по среднесуточным нормам.

Под нормой водопотребления понимается количество воды, предназначенное одному потребителю в единицу времени. При выборе норм водопотребления учитываются местные условия (степень благоустройства, этажность застройки, климат).

Норма водопотребления для населения с внутренней канализацией и горячим водоснабжением – 210 л/сут на одного жителя, а нормы водопотребления для объектов инфраструктуры приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Нормы водопотребления объектов поселка

Наименование объекта	Количество объекта	Количество потребителей	Норма водопотребления q, л/сут
1 Общеобразовательная школа	1	192	10
2 Детский сад	1	40	75
3 Поликлиника	1	100	15
4 Аптека	1	4	16
5 Административное здание	1	15	16
6 Администрация поселка	1	15	16
7 Библиотека	1	3	10
8 Дом культуры	1	150	10
9 Магазины	3	9	250
10 Столовая	1	200	12
11 Крытый рынок	1	30	250
12 Почта	1	15	15
13 Сберкасса	1	15	15
14 Банно-прачечный комплекс	1	10	75
15 Административно-бытовой комплекс	1	15	16
16 Гостиница	1	50	230
17 Парикмахерская	1	5	60
18 Ферма для свиней	1	162	25
19 Ферма для КРС	1	300	100
20 Производство молока	1	250	80
21 Птицеферма	4	3000	0,7

#### 1.4 Определение расчетных расходов системы водоснабжения

В большинстве случаев расход воды в сельских населённых пунктах состоит из 3-х видов:

а) расход воды на хозяйственно-питьевые нужды, то есть расход воды, связанный с бытовыми условиями жизни людей. К этому расходу относят так же расход воды на поение животных, находящихся в частной собственности;

б) расход воды на производственные нужды на предприятиях промышленности сельского хозяйства, в том числе на поение животных на фермах и на технические нужды по их обслуживанию;

в) расход воды на пожаротушение.

На хозяйственно-питьевые нужды населения:

Средний суточный расход воды определён согласно СП 31.13330.2012:

$$Q_{\text{ср.сут}} = \frac{K_n \cdot \sum q_{ж_i} \cdot N_{ж_i}}{1000}, \quad (1.1)$$



где  $K_n$  – коэффициент, учитывающий расход воды на нужды учреждений, организаций и предприятий социально-гарантированного обслуживания, а также неучтенные расходы;

$q_{ж}$  – удельное водопотребление, принимаемое согласно данным поселка, л/сут;

$N_{ж}$  – численность населения.

#### 1.4.1 Хозяйственно-питьевое водоснабжение

Средний суточный расход

$$Q_{сут.ср} = \frac{1,2 \cdot 210 \cdot 2500}{1000} = 630 \text{ м}^3/\text{сут},$$

Расчетные расходы в сутки наибольшего и наименьшего водопотребления:

$$Q_{сут.мах} = k_{сут.мах} \cdot Q_{сут.ср}, \quad (1.2)$$

$$Q_{сут.мах} = 1,3 \cdot 630 = 819 \text{ м}^3/\text{сут},$$

где  $k_{сут.мах}$  – коэффициент суточной неравномерности водопотребителя, учитывающий уклад жизни населения, степень благоустройства зданий и режим работы предприятий, равный 1,1-1,3.

Расчетный максимальный часовой расход воды:

$$q_{г.мах} = \frac{k_{ч.мах} \cdot Q_{сут.мах}}{24} = \frac{2,08 \cdot 819}{24} = 70,9 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (1.3)$$

$$k_{ч.мах} = \alpha_{мах} \cdot \beta_{мах} = 1,3 \cdot 1,6 = 2,08, \quad (1.4)$$

где  $k_{ч.мах}$  – коэффициент часовой неравномерности.

Расчеты расходов объектов поселка приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Расчетные расходы объектов поселка

Наименование	Кол-во	Количество водопотребителей	Норма водопотребления, л/сут	Расход воды $Q_{\text{ср. сут.}}, \text{ м}^3/\text{сут}$	Кч. max	$Q_{\text{сут. max}}, \text{ м}^3/\text{сут}$
1 Общеобразовательная школа	1	200	14	2,8	1,3	3,64
2 Детский сад	1	120	105	12,6	1,3	16,38
3 Поликлиника	1	100	15	1,5	1,3	1,95
4 Аптека	1	4	16	0,064	1,3	0,08
5 Административное здание	1	15	16	0,24	1,3	0,31
6 Администрация поселка	1	15	16	0,24	1,3	0,31
7 Библиотека	1	3	10	0,03	1,3	0,04
8 Дом культуры	1	150	10	1,5	1,3	1,95
9 Магазины	3	9	250	2,25	1,3	2,93
10 Столовая	10 блюд	200	12	0,12	1,3	0,16
11 Крытый рынок	1	30	250	7,5	1,3	9,75
12 Почта	1	15	15	0,225	1,3	0,29
13 Сберкасса	1	15	15	0,225	1,3	0,29
14 Банно-прачечный комплекс	1	10	75	0,75	1,3	0,98
15 Административно-бытовой комплекс	1	15	16	0,24	1,3	0,31
16 Гостиница	1	50	230	11,5	1,3	14,95
17 Парикмахерская	1	5	60	0,3	1,3	0,39
				42,08		54,71

#### 1.4.2 Водопотребление сельскохозяйственных комплексов

Системы водоснабжения животноводческих ферм и комплексов обеспечивают подачу воды в необходимом количестве и соответствующего качества всем потребителям, а также на противопожарные нужды.

Расчетные размеры водопотребления определяются в соответствии с нормами (табл. 1.2).

Ферма для свиней.

Средний суточный расход:

$$Q_{\text{сут. ср}} = \frac{25 \cdot 162}{1000} = 4,05 \text{ м}^3/\text{сут},$$

$Q_{\text{сут.мах}} = 1,3 \cdot 4,05 = 5,26 \text{ м}^3/\text{сут}$ ,  
Ферма для КРС (крупный рогатый скот)

Средний суточный расход:

$$Q_{\text{сут.ср}} = \frac{100 \cdot 300}{1000} = 30 \text{ м}^3/\text{сут},$$

$$Q_{\text{сут.мах}} = 1,3 \cdot 30 = 39 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Предприятие по производству молока.

Предприятие работает в две смены, количество работающих 180 человек. В первой смене с 6 до 12, а во второй смене с 12 до 18. Из всех работающих душем пользуются 20% от числа рабочих за смену. Производительность 70 т/сут. Норма расхода предприятия по переработке сырья 7,5-12 м<sup>3</sup>/сут.

Расходы на хозяйственно-питьевые нужды составляет в две смены на одного человека:

$$Q_{\text{х.п.}} = \frac{q \cdot N}{1000} = \frac{25 \cdot 180}{1000} = 4,5 \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (1.5)$$

Расход воды на технические нужды:

$$Q_{\text{тех.}} = \frac{N \cdot q}{t \cdot T} = \frac{25550 \cdot 12}{12 \cdot 365} = 70 \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (1.6)$$

где  $N$  – мощность предприятия, ед./год;

$q$  – расход воды на единицу продукции;

$t$  – количество рабочих часов в сутки;

$T$  – количество рабочих дней в году.

Расход воды на душевые нужды определяется из расчета 500л/час на одну сетку при использовании душом в течение 45 минут в час.

Расход воды на использовании душа

$$Q_{\text{душ.}} = \frac{0,375 \cdot N_{\text{душ}}}{a} = \frac{0,375 \cdot (90 \cdot 0,8)}{5} = 5,4 \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (1.7)$$

$$Q_{\text{ПП.}} = Q_{\text{х.п.}} + Q_{\text{тех.}} + Q_{\text{душ.}} = 4,5 + 70 + 10,8 = 85,3 \text{ м}^3/\text{сут},$$

Птицеферма.

Средний суточный расход:

$$Q_{\text{сут.ср}} = \frac{0,7 \cdot 30000}{1000} = 21 \text{ м}^3/\text{сут},$$

$$Q_{\text{сут.мах}} = 1,3 \cdot 21 = 27,3 \text{ м}^3/\text{сут}$$

### 1.4.3 Расход воды на поливку улиц и зеленых насаждений

Для определения поливочных расходов по СП 31.1330.2012 принята норма 50 л/сут на одного человека:

$$Q_{\text{пол.}} = \frac{N \cdot q_{\text{уд.}}}{1000} = \frac{2500 \cdot 50}{1000} = 125 \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (1.8)$$

Принято, что 60 % поливочного расхода осуществляется машинами в двух сменах по 6-8 часов в сутки:

I смена работает с 6<sup>00</sup> до 12<sup>00</sup> часов,

II смена работает с 18<sup>00</sup> до 24<sup>00</sup> часов.

40 % – дворники, работают по 3 часа в две смены:

I смена работает с 6<sup>00</sup> до 9<sup>00</sup> часов,

II смена работает с 18<sup>00</sup> до 21<sup>00</sup> часа.

При числе дней полива в году (от 120 до 150 дней).

$$Q_{\text{пол.}} = \frac{Q_{\text{пол.}} \cdot T_{\text{пол.}}}{365}, \quad (1.9)$$

$$Q_{\text{пол.}}^{\text{ср.год.}} = \frac{125 \cdot 150}{365} = 51,3 \text{ м}^3/\text{сут.},$$

$$Q_{\text{пол.мех.}}^{\text{ср.год.}} = 51,3 \cdot 0,6 = 30,8 \text{ м}^3/\text{сут.},$$

$$Q_{\text{пол.ручной}}^{\text{ср.год.}} = 51,3 \cdot 0,4 = 20,5 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Все полученные данные занесены в таблицу 1.3.

Таблица 1.3 – Суммарный расход воды по часам в поселке

Часы суток	Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды населения		Расходы на поливку, м <sup>3</sup> /ч		Предприятие по производству молока, м <sup>3</sup> /ч	Коммунально-бытовые расходы, м <sup>3</sup> /ч	Сельскохозяйственные комплексы, м <sup>3</sup> /ч	Всего	%
	% (K = 2,08)	Q, м <sup>3</sup> /ч	механизирoванным способом	ручным способом					
0-1	0,75	6,14						6,14	0,57
1-2	0,75	6,14						6,14	0,57
2-3	1	8,19						8,19	0,76
3-4	1	8,19						8,19	0,76
4-5	3	24,57						24,57	2,27
5-6	5,5	45,05						45,05	4,16
6-7	5,5	45,05	2,57	3,42	7,11	3,42	4,47	66,03	6,10
7-8	5,5	45,05	2,57	3,42	7,11	3,42	4,47	66,03	6,10
8-9	3,5	28,67	2,57	3,42	7,11	3,42	4,47	49,65	4,59
9-10	3,5	28,67	2,57		7,11	3,42	4,47	46,23	4,27
10-11	6	49,14	2,57		7,11	3,42	4,47	66,71	6,17
11-12	8,5	69,62	2,57		7,11	3,42	4,47	87,18	8,06
12-13	8,5	69,62			7,11	3,42	4,47	84,62	7,82
13-14	6	49,14			7,11	3,42	4,47	64,14	5,93
14-15	5	40,95			7,11	3,42	4,47	55,95	5,17
15-16	5	40,95			7,11	3,42	4,47	55,95	5,17
16-17	3,5	28,67			7,11	3,42	4,47	43,67	4,04
17-18	3,5	28,67			7,11	3,42	4,47	43,67	4,04
18-19	6	49,14	2,57	3,42		3,42	4,47	63,02	5,82
19-20	6	49,14	2,57	3,42		3,42	4,47	63,02	5,82
20-21	6	49,14	2,57	3,42		3,42	4,47	63,02	5,82
21-22	3	24,57	2,57			3,42	4,47	35,03	3,24
22-23	2	16,38	2,57					18,95	1,75
23-24	1	8,19	2,57					10,76	0,99
	100	819	30,8	20,5	85,30	54,71	71,56	1082	100,00

#### 1.4.4 Расход воды на пожаротушение

В соответствии со СП 8.13130.2009 принят 1 пожар продолжительностью 3 часа при расходе на тушение пожара 10 л/с. Принято, что пожар происходит в час максимального водопотребления.

Расход воды на пожаротушение:

$$Q_{\text{по.}} = 3600 \cdot q \cdot t \cdot n = 3600 \cdot 0,01 \cdot 3 \cdot 1 = 108 \text{ м}^3 / \text{ч}, \quad (1.10)$$

где  $q$  – норма воды на пожаротушение, м<sup>3</sup>/ч;

$t$  – время тушения, ч;

$n$  – число одновременных пожаров.

По расходу воды на пожаротушение, принят РЧВ «Спиролан», показанный на рисунке 1.1.

Объем  $100 \text{ м}^3$ , диаметр 2200 мм,  $l = 26600 \text{ мм}$ .

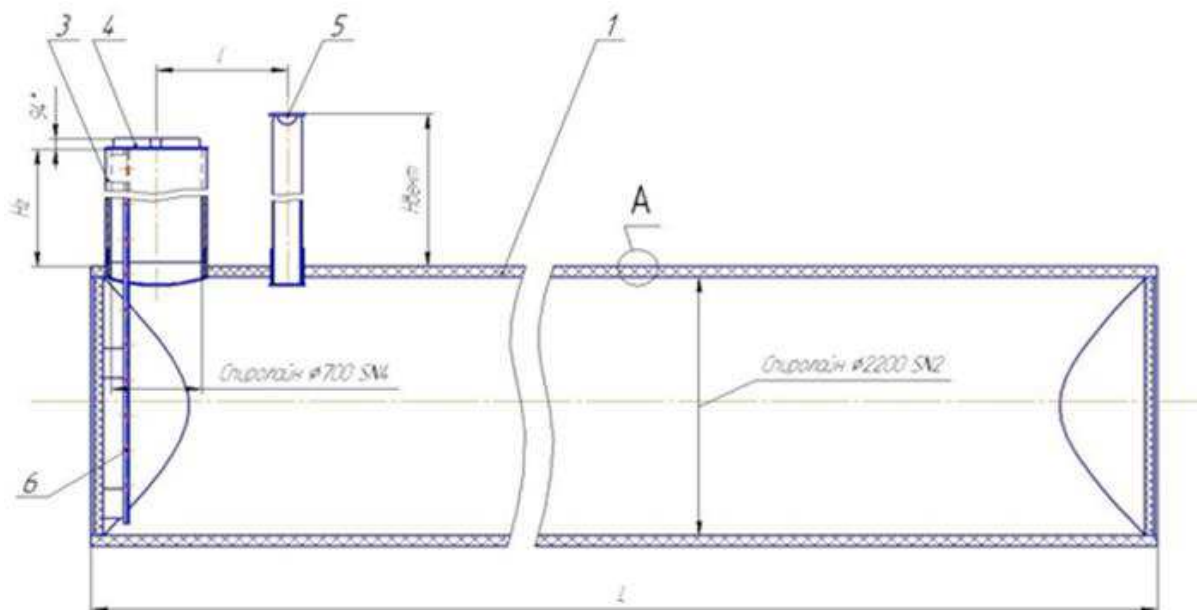


Рисунок 1.1 – Резервуар чистой воды

## 1.5 Трассировка водоводов и магистральных водопроводных сетей

При трассировке кольцевой магистральной водопроводной сети необходимо придерживаться следующих принципов:

а) сеть должна равномерно располагаться на территории населенного пункта с учетом возможности экономичного (кратчайшего) и надежного подключения к ней крупных потребителей воды (предприятий), а также присоединения напорно-регулирующих и запасных емкостей;

б) участки сети прокладывают по улицам с обеспечением двустороннего подключения к ним линий распределительной сети. Протяженность чисто транзитных участков магистралей (участков, проходящих через незастроенную и не подлежащую застройке территорию, а значит, и без попутных отборов воды) и участков с односторонним отбором (застройка только с одной стороны) должна быть минимальна;

в) прокладка магистралей вне улиц (по внешней черте города) допускается только в зонах перспективной застройки;

г) магистральные линии сети намечают вдоль основного направления движения воды по территории населенного пункта;

д) оптимальный уровень надежности сети обеспечивается путем устройства двух и более магистралей с перемычками между ними, образующими замкнутые контуры (кольца), вытянутые вдоль основного направления движения воды по объекту и имеющие размеры по длинной стороне 600-1000 м, по короткой – 350-800 м.

## 1.6 Расчетная схема отбора воды из сети

Для расчета магистральной водопроводной сети необходимо перейти от реальной схемы отбора воды к расчетной.

Удельный отбор – количество отбираемой воды, приходящееся на единицу длины участка – определяется по формуле

$$q_{уд.} = \frac{(Q - \sum Q_{сопр.})}{\sum L}, \text{ л/с на 1 м} \quad (1.11)$$

где  $Q$  – общий расход воды городом в расчетный час, л/с;

$\sum Q_{сопр.}$  – сумма сосредоточенных отборов воды (расходы воды промышленными предприятиями и на тушение пожаров);

$\sum L$  – суммарная длина участков сети, через которые осуществляется отбор воды.

В сумму длин  $\sum L$  не включаются участки сети, проходящие по незастроенной территории, из которых не отбирается вода. Не входит также в сумму  $\sum L$  половина длин участков с односторонним отбором воды (застройка с одной стороны).

Удельные отборы определяют дифференцированно по кварталам поселка в зависимости от плотности населения (этажности застройки) и степени санитарно-технического благоустройства зданий.

Зная удельный отбор  $q_{уд.}$  л/с на 1 м (для всего поселка или по кварталам), можно определить путевые отборы воды  $q_n$ , л/с, из каждого участка сети

$$q_{ni-k} = q_{уд.} \cdot l_{i-k}, \quad (1.12)$$

где  $l_{i-k}$  — длина участка  $i - k$ , м.

Для окончательного перехода к расчетной схеме делают второе допущение – предполагают, что отбор воды осуществляется из узлов сети.

При этом распределение общего путевого отбора воды из участка между узлами должно быть таким, чтобы потери напора оставались такими же, как и при путевом отборе.

Для узла кольцевой сети, к которому примыкают два (и более) участка, фиктивный узловый отбор равен полсуммы путевых отборов  $q_n$ , л/с, всех участков, примыкающих к данному узлу

$$q_{уз} = 0,5 \sum q, \text{ л/с} \quad (1.13)$$

Удельный отбор воды в период максимального водоразбора при одинаковой для всего города плотности застройки и степени благоустройства зданий

$$q_{уд.} = \frac{(Q - \sum Q_{сопр.})}{\sum L} = \frac{24,21 - 1,24 - 0,95 - 1,97}{1927,5} = 0,0104 \text{ л/с,}$$

Расчеты сети ведутся в начале с кольцевой части трубопровода с определением путевых расходов, приведенных в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Определение путевых отборов на кольцевой части трубопровода

№ участков	Расчетная длина участка, м	Путевые отборы воды, л/с, при максимальном	
		водоразборе	пожаре
1-2	418	4,35	4,35
2-3	188	1,96	1,96
3-4	316*	3,29	3,29
1-4	188	1,96	1,96
4-5	270,5*	2,81	2,81
5-6	209*	2,17	2,17
6-3	338	3,52	3,52
	1927,5	20,05	20,05

\* Фактическая длина уменьшена на половину части участка с односторонним отбором воды

При пожаре в час максимального водоразбора весь расход воды  $24,21 + 10 = 34,21$  л/с поступает в узел 1 от НС-2. Предполагается, что пожар происходит в узле 6 (самый удаленный и самых высоких по рельефу местности).

После путевых расход определяют узловые отборы, рассчитанные в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Определение узловых отборов

№ узла	Прилегающие участки	Узловые отборы, л/с	
		водоразборе	пожаре
1	1-2,1-4	3,15	3,15
2	1-2,2-3	3,15	3,15
3	2-3,3-4,3-6	4,38	4,38
4	1-4,4-3,4-5	4,03	4,03
5	5-6,4-5	2,49	2,49
6	5-6,6-3	2,84	2,84



## 1.7 Предварительное потокораспределение и определение диаметров труб участков сети и водоводов

При известной конфигурации сети, заданных значениях длин ее участков, мест и величин отборов воды из сети может быть намечено неограниченное число вариантов распределения расходов воды по ее участкам. В каждом из таких вариантов необходимо обеспечить заданные величины отборов воды и удовлетворить условия баланса расходов в узлах: сумма расходов, подходящих к узлу, равна сумме расходов, включая узловой отбор, отводимых от него:

$$\sum Q = 0, \quad (1.14)$$

Для уменьшения объема вычислительных работ необходимо выбрать такой вариант предварительного протокораспределения, который бы незначительно отличался от истинного потокораспределения, получаемого в результате увязки сети. Для этого желательно, чтобы в участках сети, попадающих в одно характерное сечение, расходы были приблизительно равными.

При наличии потребителей с большим сосредоточенным отбором воды этот расход направляется кратчайшим путем.

Начальное потокораспределение выполняют для каждого характерного случая работы сети и представляют в виде схем с указанием на них номеров узлов и колец, значений подач и отборов воды, расходов на участках с обозначением стрелками направления движения воды.

Экономически наиболее выгодные диаметры. При известном значении расхода воды  $q$  диаметр трубопровода, работающего полным сечением, может быть определен из уравнения неразрывности потока

$$d = \sqrt{q/(\pi \cdot v)}, \quad (1.15)$$

При постоянном значении расхода  $q = \text{const}$  увеличение скорости  $v$  приводит к уменьшению диаметра трубопровода и увеличению потерь напора в нем и, наоборот, уменьшение скорости – к увеличению диаметра и уменьшению потерь напора. То и другое оказывает влияние на экономичность трубопровода. Очевидно, что должна быть принята скорость, обеспечивающая наиболее экономичный диаметр трубопровода. Критерием экономичности являются приведенные затраты, включающие в себя как капитальные, так и эксплуатационные затраты.

Рассмотрим схемы на рисунках 1.2 и 1.3 с потокораспределением для каждого случая:

- 1) при максимальном водоразборе,
- 2) при максимальном водоразборе при пожаре.

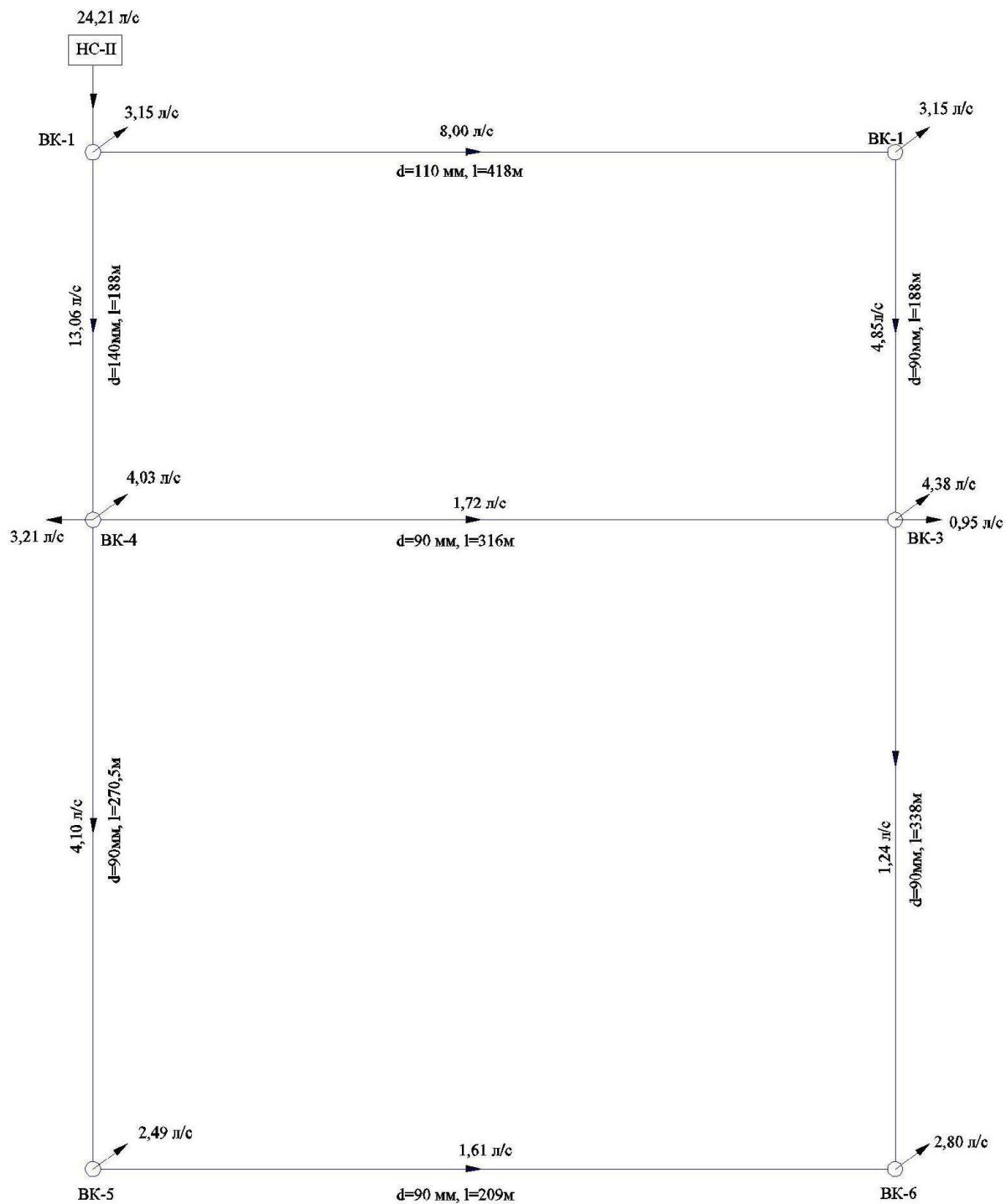


Рисунок 1.2 – Схема потокораспределения при максимальном водоразборе

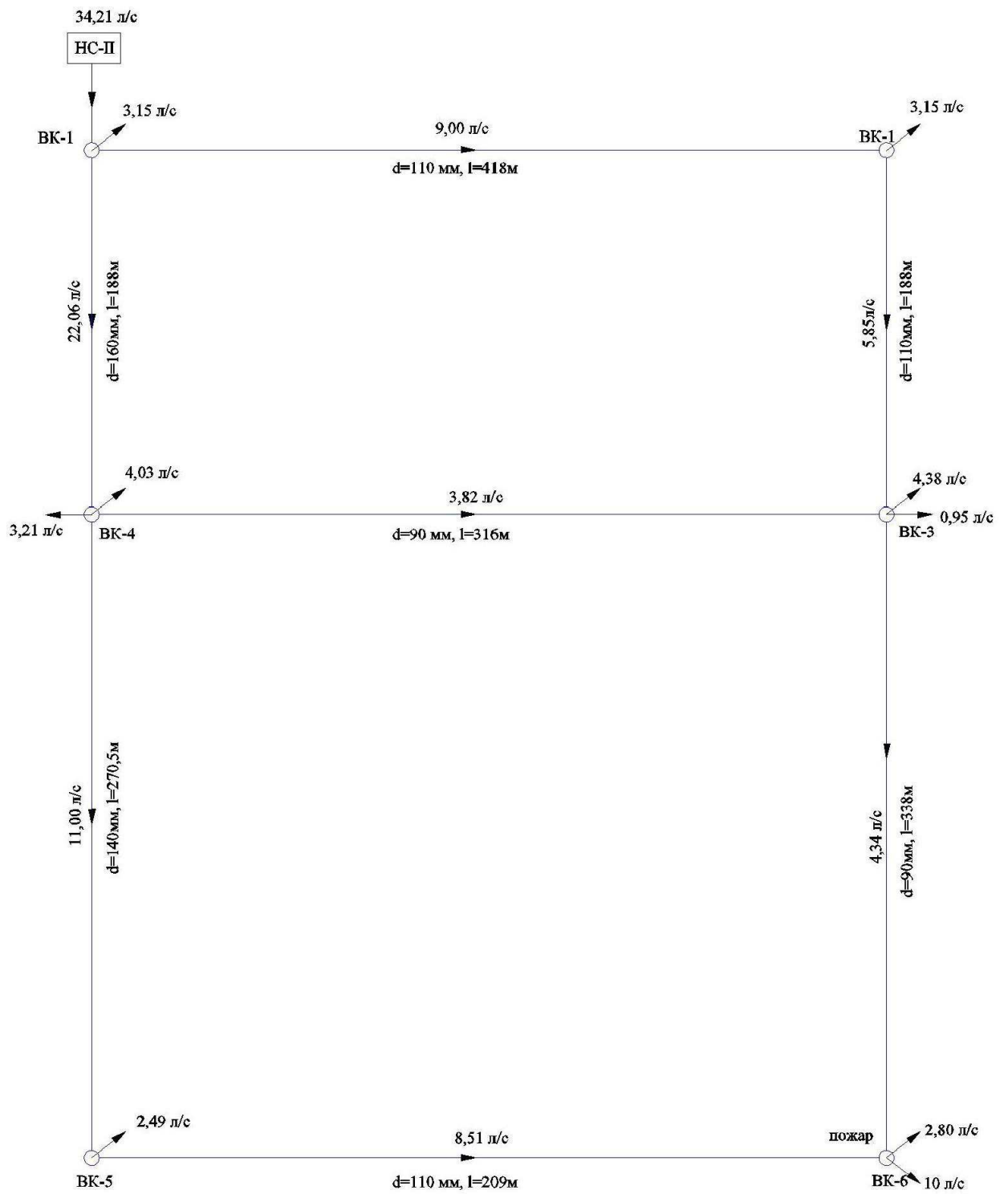


Рисунок 1.3 – Схема потокораспределения при максимальном водоразборе при пожаре

## 1.8 Гидравлическая увязка водопроводной кольцевой сети

Для выполнения внутренней увязки необходимо знать конфигурацию сети, места и фиксированные значения подач воды в сеть и отборов из нее, длины, диаметры и материал труб участков. Увязку сети выполняют итеративным способом путем последовательной корректировки начального потокораспределения при сохранении баланса расходов воды в узлах.

Формальным признаком увязанной сети является равенство нулю алгебраической суммы потерь напора во всех элементарных кольцах и по внешнему контуру. При ручном счете невязка в кольцах, как правило, не должна превышать  $\pm 0,5$  м, по внешнему контуру  $\pm 1,5$  м.

При расчете допустимую невязку в кольцах допускается принимать в пределах  $\pm 0,1$  м.

Существуют различные методы увязки кольцевых водопроводных сетей. Наиболее широкое распространение получил метод Лобачева-Кросса.

Сущность метода Лобачева -Кросса заключается в том, что поправочные расходы одновременно вносятся во все элементарные кольца на каждой ступени итерационного процесса, а их значения определяют в зависимости от величин невязок в кольцах:

$$\Delta q_i = -\frac{\Delta h_i}{2 \sum s \cdot q_i}, \quad (1.16)$$

где  $\Delta q_i$  – поправочный расход воды в  $i$ -ом элементарном кольце, л/с;

$\Delta h_i$  – алгебраическая (с учетом знаков) сумма потерь напора (невязка) в  $i$ -ом кольце, м;

$\sum s \cdot q_i$  – сумма произведений сопротивления  $s$  на расход  $q$  участков, образующих рассматриваемое элементарное кольцо.

Все расчеты занесены в таблицы 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10, 1.11.

Таблица 1.6 – Гидравлическая увязка сети на случай максимального водоразбора

№ кольца	№ участка	L, м	q, л/с	d, мм	v, м/с	$\delta$	$S_0$	$S=S_0 \cdot \gamma \cdot L$	Sq	h= Sq <sup>2</sup>	I исправление			
											$\Delta q$	q	S·q	h=S·q <sup>2</sup>
I	1-2	418	8	110	1,26	0,943	0,00032	0,1276729	1,021	8,171	-2,164	5,836	0,745	4,349
	2-3	188	4,85	90	1,15	0,96	0,00032	0,0584574	0,284	1,375	-2,164	2,686	0,157	0,422
	3-4	316	1,72	90	0,42	0,198	0,00032	0,0202657	0,035	-0,060	3,206	4,926	0,100	-0,492
	1-4	188	13,06	140	1,26	0,943	0,00009	0,0162427	0,212	-2,770	2,164	15,224	0,247	-3,764
								$\Delta q = -2,16$	1,552	$\Delta h = 6,716$		$\Delta q = -0,206$	1,249	$\Delta h = 0,515$
II	4-5	270,5	4,1	90	0,96	1	0,00032	0,0876149500	0,359	-1,473	1,042	5,142	0,450	-2,316
	5-6	209	1,61	90	0,38	1,268	0,0003239	0,0858373868	0,138	-0,222	1,042	2,652	0,228	-0,604
	3-6	338	1,24	90	0,41	1,198	0,0003239	0,1311548836	0,163	0,202	-1,042	0,198	0,026	0,005
	3-4	316	1,72	90	0,42	1,198	0,0003239	0,1226181752	0,211	-0,363	3,206	4,926	0,604	-2,975
								$\Delta q = -1,04$	0,871	$\Delta h = 1,815$		$\Delta q = 2,251$	1,308	$\Delta h = -5,890$

Таблица 1.7 – Гидравлическая увязка сети по 2 и 3 исправлениям

II исправление				III исправление			
$\Delta q$	q	S·q	h=S·q <sup>2</sup>	$\Delta q$	q	S·q	h=S·q <sup>2</sup>
-0,206	5,630	0,719	4,047	0,000	5,630	0,719	4,047
-0,206	2,480	0,145	0,360	0,000	2,480	0,145	0,360
-2,045	2,880	0,058	-0,168	-0,349	2,531	0,051	-0,130
0,206	15,430	0,251	-3,867	0,000	15,430	0,251	-3,867
	$\Delta q = -0,159$	1,173	$\Delta h = 0,372$		$\Delta q = -0,176$	1,166	$\Delta h = 0,410$
-2,251	2,891	0,253	-0,732	-0,507	2,383	0,209	-0,498
-2,251	0,401	0,034	-0,014	-0,507	-0,107	-0,009	-0,001
2,251	2,449	0,321	0,787	0,507	2,957	0,388	1,147
-2,045	2,880	0,353	-1,017	-0,349	2,531	0,310	-0,786
	$\Delta q = 0,507$	0,962	$\Delta h = -0,976$		$\Delta q = 0,077$	0,898	$\Delta h = -0,138$

Таблица 1.8 – Гидравлическая увязка сети на случай максимального водоразбора при пожаре

№ кольца	№ участка	L, м	q, л/с	d, мм	v, м/с	$\delta$	$S_0$	$S=S_0 \cdot \gamma \cdot L$	Sq	h=Sq <sup>2</sup>	I исправление			
											$\Delta q$	q	S·q	h=S·q <sup>2</sup>
I	1-2	418	9	110	1,41	0,926	0,0003239	0,1253713252	1,128	10,155	-1,672	7,328	0,919	6,732
	2-3	188	5,58	110	0,93	1,024	0,0003239	0,0623546368	0,348	1,941	-1,672	3,908	0,244	0,952
	3-4	316	3,82	90	0,92	1,024	0,0003239	0,1048088576	0,400	1,529	-1,766	2,054	0,215	-0,442
	1-4	188	22,06	160	1,64	0,887	0,00004591	0,0076557680	0,169	3,726	1,672	23,732	0,182	-4,312
								$\Delta q = -1,67$	2,046	6,842		$\Delta q = -0,940$	1,559	$\Delta h = 2,930$
II	4-5	270,5	11	140	1,07	0,986	0,00009162	0,0244362451	0,269	2,957	-3,439	7,561	0,185	-1,397
	5-6	209	8,51	110	1,34	0,926	0,0003239	0,0626856626	0,533	4,540	-3,439	5,071	0,318	-1,612
	3-6	338	4,34	90	1,03	1	0,00004591	0,0155175800	0,067	0,292	3,439	7,779	0,121	0,939
	3-4	316	3,82	90	0,92	1,024	0,0003239	0,1048088576	0,400	1,529	-1,766	2,054	0,215	-0,442
								$\Delta q = 3,44$	1,270	8,734		$\Delta q = 1,498$	0,839	$\Delta h = -2,513$

Таблица 1.9 – Гидравлическая увязка сети по 2 и 3 исправлениям

II исправление				III исправление			
$\Delta q$	q	S·q	h=S·q <sup>2</sup>	$\Delta q$	q	S·q	h=S·q <sup>2</sup>
-0,206	5,630	0,719	4,047	0,000	5,630	0,719	4,047
-0,206	2,480	0,145	0,360	0,000	2,480	0,145	0,360
-2,045	2,880	0,058	-0,168	-0,349	2,531	0,051	-0,130
0,206	15,430	0,251	-3,867	0,000	15,430	0,251	-3,867
	$\Delta q = -0,159$	1,173	$\Delta h = 0,372$		$\Delta q = -0,176$	1,166	$\Delta h = 0,372$
-2,251	2,891	0,253	-0,732	-0,507	2,383	0,209	-0,490
-2,251	0,401	0,034	-0,014	-0,507	-0,107	-0,009	-0,009
2,251	2,449	0,321	0,787	0,507	2,957	0,388	1,140
-2,045	2,880	0,353	-1,017	-0,349	2,531	0,310	-0,780
	$\Delta q = 0,507$	0,962	$\Delta h = -0,976$		$\Delta q = 0,077$	0,898	$\Delta h = -0,976$

Таблица 1.10 – Расчет водоводов при максимальном водоразборе

№ участка	L, м	Предварительное распределение воды							
		q, л/с	d, мм	v, м/с	$\delta$	$S_0$	$S=S_0 \cdot \gamma \cdot L$	$Sq \cdot 10^{-6}$	$h= Sq^2$
НС2-1	125	24,21	225	0,78	1,052	0,000007716	0,0010	0,024	0,59

Таблица 1.11 – Расчет водоводов при максимальном водоразборе при пожаре

№ участка	L, м	Предварительное распределение воды								I исправление			
		q, л/с	d, мм	v, м/с	$\gamma$	$S_0$	$S=S_0 \cdot \gamma \cdot L$	$Sq \cdot 10^{-6}$	$h= Sq^2$	$\Delta q$	q	$S \cdot q$	$h=S \cdot q^2$
НС2-1	125	34,2 1	225	1,1	0,98 1	0,0000077 16	0,0009	0,032	0,632 1	- 17, 1	17, 1	0,01 6	0,27

### 1.9 Гидравлический расчет тупиковой сети

Участок тупиковой сети от 4 узла до 14, указанный на рисунке 1.4 подводит хозяйственно-питьевую воду на предприятие по производству молочной продукции и сельскохозяйственные комплексы.

Гидравлические расчеты на каждом участке водопроводной сети приведены в таблице 1.12.

Таблица 1.12 – Расчет водоводов при максимальном водоразборе

№ участка	Длина участка L, м	Расчётный расход q, л/с	Диаметр d, мм	Скорость v, м/с
3-12	143	3,21	90	0,78
12-13	63	3,21	90	0,78
13-14	200	1,24	75	0,44

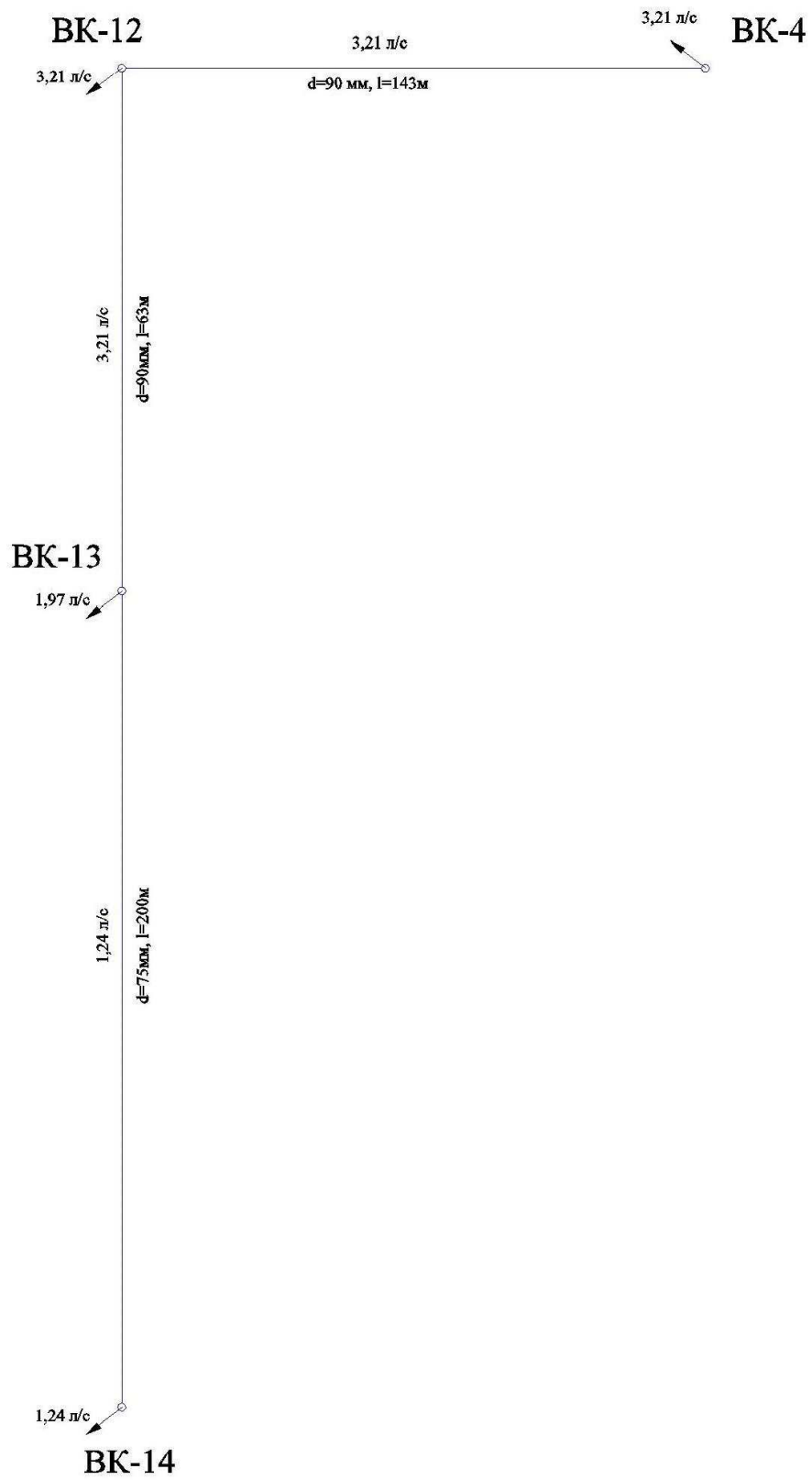


Рисунок 1.4 – Участок тупиковой сети узлов ВК4-ВК14



Участок тупиковой сети от узла 3 до 11, указанный на рисунке 1.5, подводит на административную, общественно-деловую, торговую и культурно-развлекательную застройку.

Расчеты по каждому участку приведены в таблице 1.13.

Таблица 1.13 – Расчет водоводов при максимальном водоразборе

№ участка	Длина участка L, м	Расчётный расход q, л/с	Диаметр d, мм	Скорость v, м/с
3-7	204,7	0,95	75	0,32
7-10	85,3	0,41	75	0,20
7-8	204	0,54	75	0,20
8-9	96	0,25	75	0,20
10-11	92	0,29	75	0,20

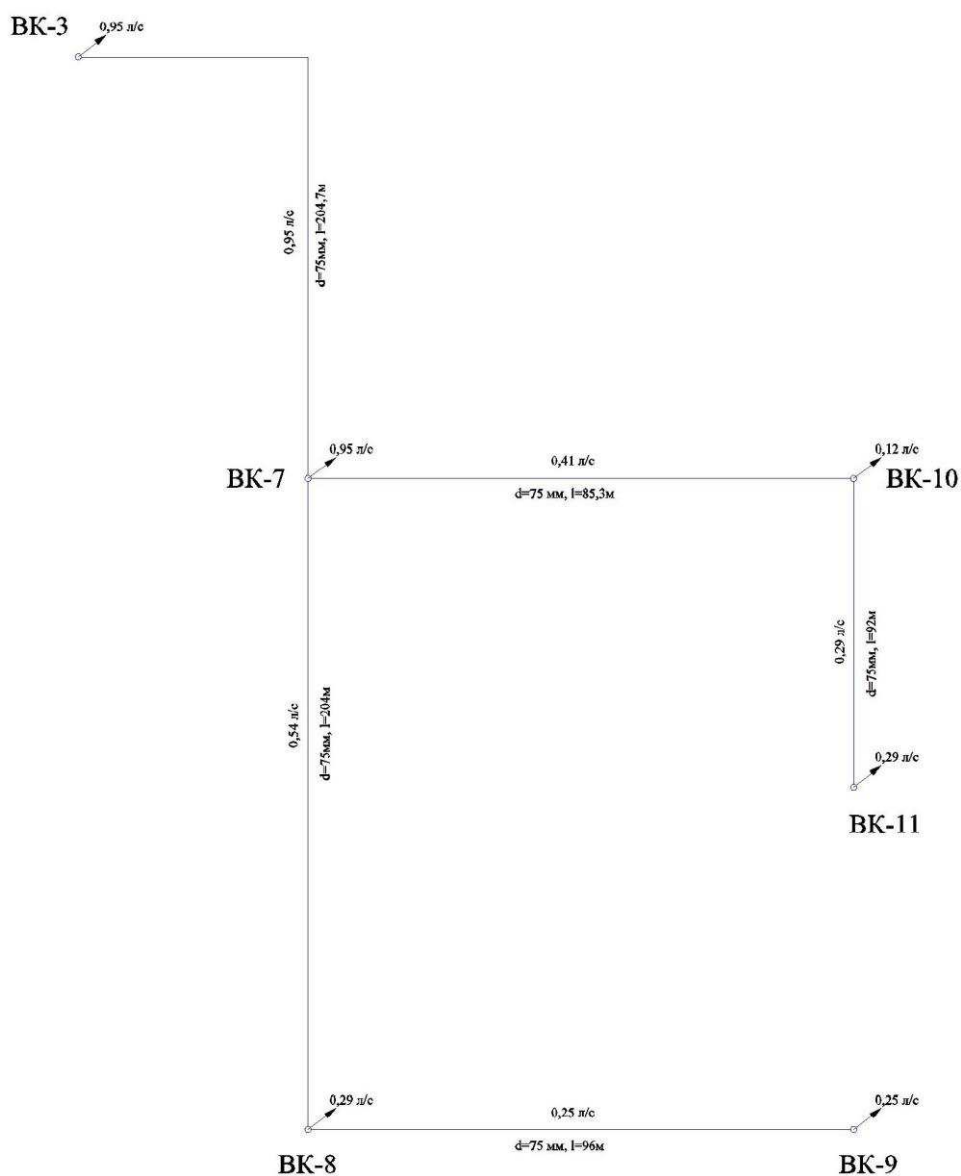


Рисунок 1.5 – Участок тупиковой сети узлов ВК3-ВК11

### 1.9.1 Определение категории водозабора

Категория надежности действия водозаборного сооружения определяется по численности населенного пункта. Данный водозабор относится ко 2 категории надежности.

Величина допускаемого снижения подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды не должна превышать 30%; длительность снижения подачи не должна превышать 10 суток.

Перерыв в подаче воды или снижение подачи ниже указанного предела допускается на время выключения поврежденных и включения резервных элементов или проведения ремонта, но не более чем на 6 часов.

Общий суточный расход воды составляет 1082 м<sup>3</sup>/сут.

### 1.9.2 Обоснование выбора типа водозаборного сооружения

Необходимо запроектировать групповой скважинный водозабор производительностью  $Q_b = 1082$  м<sup>3</sup>/сут. В качестве источника водоснабжения используется неограниченный напорный пласт с площадным питанием.

Важнейшие расчетные параметры пласта:

- мощность  $M = 18$  м;
- коэффициент фильтрации  $K = 17$  м/сут (0,0002 м/с);
- отметка поверхности земли  $z_3 = 197$  м;
- отметка статического уровня воды в пласте  $z_{ст} = 192$  м;
- отметка верхней части верхнего водоупора  $z_{в1} = 178$  м;
- отметка верхней части нижнего водоупора  $z_{в2} = 153$  м;

Водовмещающие породы пласта представлены крупнозернистыми песками с диаметром частиц  $d = 0,6-1,0$  мм, ( $d_{cp} = 0,75$  мм).

Способ бурения скважины канатно-вращательный, буровая установка УРБ 2А-2.

### 1.9.3 Расчет скважины

Определение производительности скважин производится методом последовательного приближения в следующей последовательности:

- 1) на основании материалов изысканий намечается для данного пласта предварительную производительность скважин  $Q_0^c$ , определяют требуемое количество скважин  $n^0$ , определяют для них тип фильтра и находят  $S^0$ ,  $l_c^0$ ,  $d_c^0$ ,  $l_\phi^0$
- 2) определяется расположение скважин, находят  $\Phi_c^0$ ,  $\xi_1^0$ ,  $\xi_2^0$
- 3) определяются  $Q_1^c$ ,  $n^1$ , пока  $Q_{n-1}^c \approx Q_n^c$

Предварительно задаем радиусом и радиусом влияния будущих скважин, в допустимых пределах для данного типа грунта (песок крупнозернистый),  $r_c = 0,1$  м  $R = 100$  м.

По этим параметрам считаем безразмерное фильтрационное сопротивление скважины:

$$\Phi_c^o = \ln \frac{R}{r_c} = \ln \frac{100}{0,1} = 6,9 \quad , \quad (1.17)$$

Для первого приближения принимается  $\xi_1^o = 0$ ,  $\xi_2^o = 0$  и определяется дебит скважины:

$$Q_0^c = \frac{2\pi \cdot K_{\phi} \cdot m \cdot S}{\Phi_c^o + \xi_1^o + \xi_2^o} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 17 \cdot 18 \cdot (0,09 \cdot 18)}{6,9} = 451,1 \text{ м}^3 / \text{сут} \quad , \quad (1.18)$$

где  $K_{\phi}$  – коэффициент фильтрации для данного типа грунтов;

$m$  – мощность водоносного пласта, м;

$S$  – допустимое понижение уровня воды в скважине, м;

$\xi_1^o$  – поправка на несовершенство скважины по степени вскрытия пласта;

$\xi_2^o$  – поправка на несовершенство скважины по характеру вскрытия пласта, характеризующая дополнительное фильтрационное давление.

Количество скважин:

$$n_{\text{раб}} = \frac{Q_{\text{ВЗ}}}{Q_0^c} = \frac{1082}{451,1} \approx 2 \text{ скв.} \quad , \quad (1.19)$$

где  $n_{\text{раб}}$  – количество рабочих скважин, шт.;

$Q_{\text{ВЗ}}$  – расход воды, забираемый водозабором, м<sup>3</sup>/сут;

$Q_0^c$  – расчетная производительность скважины, м<sup>3</sup>/сут.

Для водозаборного сооружения II-й категории надежности при числе рабочих скважин 1-4, принимается 1 резервная скважина.

Тогда общее количество скважин:

$$n^o = n_{\text{раб}} + n_{\text{рез}} = 2 + 1 = 3 \text{ скв.} \quad , \quad (1.20)$$

а) 1-е приближение:

Производится расчет параметров скважины при дебите  $Q_0^c = 451,1 \text{ м}^3 / \text{сут}$

Длина фильтра:

$$l_{\phi} = \frac{Q_0^c}{\pi \cdot d_c \cdot v_{\text{ф.доп.}}} = \frac{451,1}{3,14 \cdot 0,2 \cdot 167,1} = 4,29 \text{ м} \quad , \quad (1.21)$$

где  $v_{\text{ф.доп.}}$  – допустимая скорость фильтрации;

$d_c$  – диаметр скважины, м.

$$v_{\text{ф.доп.}} = 65 \cdot \sqrt[3]{K_{\text{ф}}} = 0,65 \cdot \sqrt[3]{17} = 167,1 \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (1.22)$$

Значения поправки  $\xi_1$  приведённые в справочной литературе принимаются в зависимости от степени вскрытия пласта  $e = l_{\text{ф}}/m$  и отношения  $\varepsilon = m/r_c$ .

С достаточной точностью можно определены  $\xi_1$

$$\xi_1 = (1 - e)^\alpha (\ln \varepsilon)^\beta, \quad (1.23)$$

$$e = \frac{l_{\text{ф}}}{m} = \frac{4,29}{18} = 0,23, \quad (1.24)$$

$$\varepsilon = \frac{m}{r_c} = \frac{18}{0,1} = 180, \quad (1.25)$$

$$\xi_1 = (1 - 0,23)^{2,5} (\ln 180)^{1,9} = 11,89,$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  – показатели степени соответственно, равные 2,5 и 1,9 при примыкании фильтра к нижнему водоупору.

Коэффициент безразмерного сопротивления фильтра скважины:

$$\xi_2 = 0,2A \frac{K^{0,5} m}{Q_0^c} \sqrt{s \cdot v_{\text{ф.доп.}}} = 0,2 \cdot 8 \frac{17^{0,5} \cdot 18}{451,1} \sqrt{1,62 \cdot 167,1} = 4,3, \quad (1.26)$$

где  $A$  – параметр фильтрационного сопротивления, приниматься в пределах 8-10 для каркасно-стержневых фильтров с проволоочной обмоткой и гравийной обсыпкой;

$m$  – мощность пласта в районе действия скважины.

Уточним радиус влияния скважины:

$$R = \sqrt{Q_0^c / (\pi \cdot q_0)} = \sqrt{451,1 / (3,14 \cdot 0,008)} = 134 \text{ м}, \quad (1.27)$$

где  $q_0$  – площадное питание пласта, равное  $0,008 \text{ м}^3/(\text{сут} \cdot \text{м}^2)$ .

Безразмерное фильтрационное сопротивление системы скважин определяется при различных расстояниях между скважинами  $l_c^c$ , равными 200 м, 250 м, 300 м:

$$\Phi_c^{200} = \ln \frac{l_1^c}{2\pi \cdot r_c} + \frac{\pi R}{l_1^c} = \ln \frac{200}{2\pi \cdot 0,1} + \frac{\pi 150}{200} = 8,1, \quad (1.28)$$

$$\Phi_c^{250} = \ln \frac{l_1^c}{2\pi \cdot r_c} + \frac{\pi R}{l_1^c} = \ln \frac{250}{2\pi \cdot 0,1} + \frac{\pi 150}{250} = 7,7, \quad (1.29)$$

$$\Phi_c^{300} = \ln \frac{l_1^c}{2\pi \cdot r_c} + \frac{\pi R}{l_1^c} = \ln \frac{300}{2\pi \cdot 0,1} + \frac{\pi 150}{300} = 7,6, \quad (1.30)$$

Производительность скважин и их количество определяется после первого приближения.

При  $\Phi_c^{200}$ :

$$Q_1^c = \frac{2\pi \cdot K_\phi \cdot m \cdot S}{\Phi_c^{200} + \xi_1^0 + \xi_2^0} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 17 \cdot 18 \cdot (0,09 \cdot 18)}{8,1} = 384,4 \text{ м}^3 / \text{сут} = 16 \text{ м}^3 / \text{ч}, \quad (1.31)$$

$$n_1^{200} = \frac{Q_{ВЗ}}{Q_0^c} = \frac{1082}{384,4} \approx 3 \text{ скв.}, \quad (1.32)$$

При  $\Phi_c^{250}$ :

$$Q_1^c = \frac{2\pi \cdot K_\phi \cdot m \cdot S}{\Phi_c^{250} + \xi_1^0 + \xi_2^0} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 17 \cdot 18 \cdot (0,09 \cdot 18)}{7,7} = 404,3 \text{ м}^3 / \text{сут} = 16,8 \text{ м}^3 / \text{ч}, \quad (1.33)$$

$$n_1^{250} = \frac{Q_{ВЗ}}{Q_0^c} = \frac{1082}{404,3} \approx 2 \text{ скв.}, \quad (1.34)$$

При  $\Phi_c^{300}$ :

$$Q_1^c = \frac{2\pi \cdot K_\phi \cdot m \cdot S}{\Phi_c^{300} + \xi_1^0 + \xi_2^0} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 17 \cdot 18 \cdot (0,09 \cdot 18)}{7,6} = 409,6 \text{ м}^3 / \text{сут} = 17,1 \text{ м}^3 / \text{ч}, \quad (1.35)$$

$$n_1^{300} = \frac{Q_{ВЗ}}{Q_0^c} = \frac{623}{409,6} \approx 2 \text{ скв.}, \quad (1.36)$$

Длина сборных водоводов и других коммуникаций между скважинами водозабора рассчитывается с учетом, что число рассматриваемых участков в водоводе на единицу меньше общего числа скважин в водозаборе, которое для сооружения II категории надежности на единицу больше числа рабочих скважин.

$$L_{200} = n_1^{200} \cdot l_1^c = 2 \cdot 200 = 400 \text{ м}, \quad (1.37)$$

$$L_{250} = n_1^{250} \cdot l_1^c = 2 \cdot 250 = 500 \text{ м}, \quad (1.38)$$

$$L_{300} = n_1^{300} \cdot l_1^c = 2 \cdot 300 = 600 \text{ м} \quad (1.39)$$

Из полученных данных следует, что при увеличении расстояния между скважинами 200-250 м, длина межскваженных коммуникаций увеличивается на 100 м.

В этом случае экономически выгодным вариантом строительства является расстояние, равное 250 м.

Для водозабора II категории при числе рабочих скважин 1-4, необходимо предусматривать 1 резервную.

Общее число скважин:

$$n^0 = n_{\text{раб}} + n_{\text{рез}} = 2 + 1 = 3 \text{ скв.},$$

б) 2-е приближение:

Производится перерасчет параметров скважины при новом дебите  $Q_1^c = 404,3 \text{ м}^3 / \text{сут}$ .

Длина фильтра:

$$l_{\phi} = \frac{Q_0^c}{\pi \cdot d_c \cdot v_{\phi, \text{доп}}} = \frac{404,3}{3,14 \cdot 0,2 \cdot 167,1} = 3,85 \text{ м}, \quad (1.40)$$

где  $v_{\phi, \text{доп}}$  – допустимая скорость фильтрации, м/с;

$d_c$  – диаметр скважины, м.

$$v_{\phi, \text{доп}} = 65 \cdot \sqrt[3]{K_{\phi}} = 0,65 \cdot \sqrt[3]{17} = 167,1 \text{ м}^3 / \text{сут}, \quad (1.41)$$

Значения поправки  $\xi_1$  приводятся в справочной литературе в зависимости от степени вскрытия пласта  $e = l_{\phi}/m$  и отношения  $\varepsilon = m/r_c$ .

С достаточной точностью определяется  $\xi_1$

$$\xi_1 = (1 - 0,21)^{2,5} (\ln 180)^{1,9} = 12,64, \quad (1.42)$$

Коэффициент безразмерного сопротивления фильтра скважины

$$\xi_2 = 0,2A \frac{K^{0,5} \cdot m}{Q_0^c} \sqrt{s \cdot v_{\phi, \text{доп}}} = 0,2 \cdot 8 \frac{17^{0,5} \cdot 18}{404,3} \sqrt{1,62 \cdot 167,1} = 4,8, \quad (1.43)$$

Уточнение радиуса влияния скважины:

$$R = \sqrt{Q_0^c / (\pi \cdot q_0)} = \sqrt{404,3 / (3,14 \cdot 0,008)} = 126 \text{ м}, \quad (1.44)$$

Безразмерное фильтрационное сопротивление системы скважин

$$\Phi_c^{250} = \ln \frac{l_1^c}{2\pi \cdot r_c} + \frac{\pi R}{l_1^c} = \ln \frac{250}{2\pi \cdot 0,1} + \frac{\pi 150}{250} = 7,7, \quad (1.45)$$

Производительность скважин и их количество после 2-го приближения.

При  $\Phi_c^{250}$ :

$$Q_1^c = \frac{2\pi \cdot K_\phi \cdot m \cdot S}{\Phi_c^{250} + \xi_1^0 + \xi_2^0} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 17 \cdot 18 \cdot (0,09 \cdot 18)}{7,7} = 404,3 \text{ м}^3 / \text{сут} = 16,8 \text{ м}^3 / \text{ч}, \quad (1.46)$$

$$n_1^{250} = \frac{Q_{\text{вз}}}{Q_0^c} = \frac{1082}{404,3} \approx 2 \text{ скв.}, \quad (1.47)$$

Значение дебита полученного во втором приближении отличается от дебита третьего приближения на 10%, поэтому окончательное значение дебита принимается по 1-му приближению и расчет по определению притока воды к водозабору считается законченным.

Принимается количество рабочих скважин – 2, резервных – 1. Общее число скважин 3.

Потери напора в фильтре:

$$h_\phi = \frac{Q_2^c \cdot \xi_2}{6,28 \cdot K_\phi \cdot m} = \frac{404,3}{6,28 \cdot 17 \cdot 18} = 0,22 \text{ м}, \quad (1.48)$$

#### 1.9.4 Расчет фильтра скважин

Конструкция фильтра зависит от водовмещающей породы, так как водовмещающая порода напорного водоносного пласта – песок крупнозернистый, в соответствии со стандартами и нормами принят каркасно-стержневой фильтр с проволоочной обмоткой и гравийной обсыпкой.

Фактическая скорость воды на входе в фильтр:

$$v_\phi = \frac{Q_0^c}{\pi \cdot d_\phi \cdot l_\phi} = \frac{404,3}{3,14 \cdot 0,2 \cdot 3,85} = 167 \text{ м/сут}, \quad (1.49)$$

Необходимая площадь фильтрующей части:

$$F_\phi = \frac{Q_{\text{с.}}}{v_{\text{ф.доп.}}} = \frac{404,3}{167,1} = 2,41 \text{ м}^2, \quad (1.50)$$

Диаметр фильтра:

$$D_{\phi} = \frac{F_{\phi}}{\pi \cdot l_{\phi}} = \frac{2,41}{3,14 \cdot 3,85} = 0,20 \text{ м} , \quad (1.51)$$

Требуемая глубина скважины:

$$H_{\phi} = z_3 - z_{B2} + 0,5 \cdot l_{от} = 197 - 153 + 0,5 \cdot 2 = 45 \text{ м} , \quad (1.52)$$

где  $l_{от}$  – длина отстойника скважины, равная 2 м.

Диаметр обсадных труб скважин принят из возможности опускания в них погружных насосов с подачей  $Q = 404,3 \text{ м}^3/\text{сут}$  и создания необходимых условий для забора воды из скважин.

Минимальный диаметр обсадных труб:

$$d_{обс} = d_{дв} + 2\delta, \quad (1.53)$$

$$d_{обс} = d_{дв} + 2\delta,$$

где  $d_{дв}$  – диаметр двигателя насоса;

$\delta$  – допустимый размер щели между обсадными трубами и двигателем насоса.

По итогам расчета принят погружаемый насос ЭЦВ 8-25-55.

Подача насоса –  $25 \text{ м}^3/\text{ч}$ , напор насоса – 55 м, вес агрегата – 67 кг, мощность – 5,5 кВт,  $d_{дв} = 145 \text{ мм}$ ,  $\delta = 25 \text{ мм}$

С учетом параметров насоса, минимальный диаметр обсадной трубы:

$$d_{обс} = d_{дв} + 2\delta = 145 + 2 \cdot 25 = 195 \text{ мм} , \quad (1.54)$$

### 1.9.5 Расчет водоводов

При принятой схеме размещения скважин длина каждого участка водовода – 250 м. Длина горизонтальных линий подключения скважин к сборному водоводу намечена в пределах 20 м. Диаметр трубопроводов линий подключения принимается равным 160 мм. Диаметр труб водоподъемной колонны в соответствии с намеченным типом насоса составляет 160 мм.

Для предотвращения сезонного промерзания применяется изоляцию Thermitproll.

Гидравлический расчет сборных водоводов выполняется по схеме расчета тупиковых водопроводных сетей с рассредоточенной подачей воды в точки питания. Узловые расходы равны производительности скважины – 16,8 л/с.

Результаты расчета сведены в таблицу 1.14.



Таблица 1.14 – Гидравлический расчет сборных водоводов

№ участка	Расчётный расход воды q, л/с	Диаметр d, мм	Скорость движения воды v, м/с	Потери напора 1000i	Длина участка l, мм	Потери напора по длине участка h=il
1-2 (4-3)	16,8	160	1,27	12,6	250	3,15
2-5 (3-5)	33,6	225	1,07	5,61	250	1,4
						Σh = 4,55

### 1.9.6 Определение необходимого напора насосов и подбор водоподъемного оборудования

Требуемый напор насосного оборудования скважин:

$$H_{\text{н}}^{\text{тp}} = H_{\text{г}} + \Sigma h + h_{\text{изл}}, \text{ м} \quad (1.55)$$

где  $H_{\text{г}}$  – геометрическая высота, м;

$$H_{\text{г}} = Z_{\text{труб. фильтра}} - Z_{\text{дин.}} = 198 - 174 = 24 \text{ м} \quad , \quad (1.56)$$

где  $Z_{\text{рчв}}$  – отметка воды в РЧВ, м;

$Z_{\text{дин}}$  – отметка динамического уровня воды в скважине:

$$Z_{\text{дин.}} = Z_{\text{ст}} - S = 192 - 18 = 174 \text{ м} \quad , \quad (1.57)$$

$\Sigma h$  – потери, которые включают в себя потери напора по длине в сборных водоводах и местные потери:

$$\Sigma h = h_{\text{сб.в.}} + h_{\text{м}} \quad , \quad (1.58)$$

Местные потери принимаются в процентах от потерь по длине:

$$h_{\text{м}} = 10\% h_{\text{дл}} \quad , \quad (1.59)$$

$$H_{\text{н}}^{\text{тp}} = 24 + (4,55 + 1,05) + 1 = 30,6 \text{ м} \quad ,$$

Исходя из расчетной подачи насоса 25 м<sup>3</sup>/ч и напора 30,6 м для скважин приняты насосы марки ЭЦВ 8-25-55.

Запорная арматура ТУ 26.23.028-94 диаметром 150 мм, обратный клапан EN-G-J1-15, манометр ТМ510Р.00(0-06Мра) G1/2.150.С.1,5.

## 1.10 Проектирование здания насосной станции

Над устьем водозаборной скважины устраивается павильон над поверхностью земли. Расположение павильона относительно поверхности земли зависит от типа насосов. Для насосов ЭЦВ, оборудованных погружным двигателем, принимается поверхностная схема расположения павильона.

Насосная станция второго подъема оборудована 2 насосами (1 резервный) KND 50-250:  $Q = 49 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $H = 19,1 \text{ м}$ ,  $n = 1450 \text{ м}^{-1}$  и пожарным насосом KND 50-150 KND 50-250:  $Q = 41 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $H = 5,4 \text{ м}$ ,  $n = 1450 \text{ м}^{-1}$ .

## 1.11 Станция обезжелезивания модульного типа «Амазон-М»

Станции обезжелезивания модульного типа представляют собой металлический утепленный контейнер с размещенным в нем водоподготовительным оборудованием.

В основу технологии обезжелезивания воды положен безреагентный аэрационный метод, основанный на автоматическом окислении двухвалентного растворенного железа а толще зернистой фильтрующей загрузки, размещенной внутри корпусов фильтров цилиндрической формы.

В качестве фильтрующего материала каталитическая загрузка для удаления железа типа «Сорбент АС».

Станция обезжелезивания приведена на рисунке 1.6.



Рисунок 1.6 – Станция обезжелезивания модульного типа

Технологическая схема, приведенная на рисунке 1.7, заключается в том, что вода из артезианской скважины или водопроводных сетей, подаваемая на очистку, с помощью компрессора насыщается воздухом, поступает в аэрационный смеситель и далее на фильтры обезжелезивания. При этом происходит естественное окисление железа, содержащегося в воде.

Управление работой компрессора осуществляется с помощью блока управления и датчика потока. После аэрации вода подается на напорные фильтры, работающие параллельно. Для удаления из системы избыточного воздуха на аэроколоннах установлены воздушные клапаны.

Управление работой фильтров осуществляется при помощи управляемых стейджером клапанов пневматических или блоков управления, установленных на горловину корпусов фильтров.

Работа станции автоматизирована. Восстановление работоспособности фильтров осуществляется путем промывания слоя фильтрующего материала обратным током исходной воды. Установка частоты и времени начала промывки производится с помощью блока управления. Сброс промывочной воды производится в канализацию. Промывка может производиться по сигналу встроенного таймера в удобное для потребителя время суток.

Блок-контейнеры подвергнуты антикоррозийной обработке и тепловой реабилитации, оборудованы системами освещения, электрического отопления, проточно-вытяжной вентиляции.

Параметры станции обезжелезивания:

- производительность – 50 м<sup>3</sup>/ч,
- габаритные размеры – 6×2,5×3 м,
- количество корпусов фильтра 6, шт.,
- диапазон рабочего давления – 6 мПа,
- объем фильтрующего материала – 3000 л,
- объем гравия – 948 кг,
- электропитание – 220 В,
- общая мощность 15 кВт,
- масса – 9200 кг.



Рисунок 1.7 – Схема обезжелезивания на станции «Амазон-М»

## 2 Технология и организация строительства трубопровода

### 2.1 Определение объёмов земляных работ при траншейной прокладке наружного трубопровода

Наименьшая глубина прокладки наружных водопроводных труб:

$$h_1 = H_{\text{тр}} + 0,5, \text{ м} \quad (2.1)$$

где  $h_1$  – наименьшая глубина прокладки трубопровода, м;

$H_{\text{тр}}$  – глубина сезонного промерзания, м.

$$h_1 = 2,6 + 0,5 = 3,1 \text{ м},$$

$$h_2 = h_1 + i \cdot L_{\text{тр}}, \quad (2.2)$$

где  $i$  – уклон трубопровода;

$L_{\text{тр}}$  – длина трубопровода, м.

$$h_2 = 3,1 + 0,002 \cdot 418 = 3,93 \text{ м},$$

$$h_{\text{ср}} = (h_1 + h_2)/2 = (3,1 + 3,93)/2 = 3,51 \text{ м}, \quad (2.3)$$

Объём выемки грунта:

$$V = \left( \frac{F_1 + F_2}{2} \right) \cdot L_{\text{тр}}, \quad (2.4)$$

где  $F_1, F_2$  – соответственно площади поперечного сечения в начале и конце траншеи,  $\text{м}^2$ .

При трапециевидальной форме поперечного сечения траншеи:

$$F_1 = \frac{h_1(B + E_1)}{2} = h_1(B + m \cdot h_1), \quad (2.5)$$

$$F_2 = \frac{h_2(B + E_2)}{2} = h_2(B + m \cdot h_2), \quad (2.6)$$

где  $B$  – ширина траншеи по дну, м;

$E_1, E_2$  – соответственно ширина траншеи поверху в начале и конце траншеи, м;

$m$  – коэффициент заложения откосов траншеи.

Значение коэффициента  $m$  для супеси при  $h_{cp} = 3,51$  м, принято равным 0,72.

В зависимости от материала труб и величины условного прохода принимаем полиэтиленовые трубы ГОСТ 18599-83, толщина стенки 6,3 мм, масса 1 трубы 2,09 кг, длина трубы 12 м, наружный диаметр труб 116,3 мм.

Ширина траншеи по дну определяется в зависимости от материала, типа трубы и ее наружного диаметра по справочнику:

$$B = 0,116 + 0,8 = 0,916 \text{ м}, \quad (2.7)$$

$$F_1 = 3,1 \cdot (0,916 + 0,72 \cdot 3,1) = 9,75 \text{ м}^2,$$

$$F_2 = 3,93 \cdot (0,916 + 0,72 \cdot 3,93) = 14,72 \text{ м}^2,$$

$$E_1 = B + 2m \cdot h_1, \quad (2.8)$$

$$E_2 = B + 2m \cdot h_2, \quad (2.9)$$

$$E_1 = 0,916 + 2 \cdot 0,72 \cdot 3,1 = 5,38 \text{ м},$$

$$E_2 = 0,916 + 2 \cdot 0,72 \cdot 3,93 = 6,57 \text{ м},$$

$$E_{cp} = \frac{E_1 + E_2}{2} = \frac{5,38 + 6,57}{2} = 5,97 \text{ м}, \quad (2.10)$$

$$V = \left( \frac{9,75 + 14,72}{2} \right) \cdot 418 = 5114,23 \text{ м}^3, \quad (2.11)$$

$$F_{cp} = \frac{F_1 + F_2}{2} = \frac{9,75 + 14,72}{2} = 12,23 \text{ м}^2, \quad (2.12)$$

Весь объём грунта подлежащий разработке:

$$V = V_m + V_p, \text{ м}^3 \quad (2.13)$$

где  $V_m$ ,  $V_p$  – соответственно объём грунта, разрабатываемый механическим способом и вручную,  $\text{м}^3$ .

$$V_m = V_m^1 + V_m^2, \text{ м}^3 \quad (2.14)$$

где  $V_m^1$ ,  $V_m^2$  – соответственно объём грунта, разрабатываемый экскаватором при отрывке траншеи и котлованов под колодцы,  $\text{м}^3$ .

$$V_M^1 = \left( F_{cp} + \frac{m[(h_1 - 0,2) + (h_2 - 0,2)]^2}{12} \right) \cdot l_1, \quad (2.15)$$

где  $l_1$  – длина трубопровода без суммарной длины котлованов под колодцы на всей трассе, м.

$$l_1 = L - a_1 \cdot N, \text{ м} \quad (2.16)$$

где  $a_1$  – длина котлована под колодец поверху;

$N$  – количество котлованов.

$$N = \frac{L}{100} + 1 = \frac{418}{100} + 1 = 5, \quad (2.17)$$

$$a_2 = a_1 + 2m \cdot h_{cp}, \quad (2.18)$$

где  $a_1$  – длина котлована под колодец понизу, м.

Подбор колодца.

Требуемый размер рабочей камеры колодца в плане:

$$T_{p.размер} = L_{зад} + 1 = 0,6 + 1 = 1,6 \text{ м}, \quad (2.19)$$

Фактический размер длины рабочей камеры в плане равен 2 м.

Требуемый размер высоты рабочей камеры колодца:

$$H_{тр} = H_{зад} + 0,7 \geq 1,8 \text{ м}, \quad (2.20)$$

Материал задвижки: чугун ГОСТ 8437-75,  $H_{зад}=0,485$  м,  $M_{зад} = 21,8$  кг.

$$H_{тр} = 0,485 + 0,7 = 1,185 \text{ м}, \quad (2.21)$$

Плита днища колодца: марка КЦД-15,  $d = 2$  м,  $\delta = 0,12$  м,  $m = 940$  кг.

Рабочая камера колодца состоит из 2<sup>x</sup> колец марки КЦ-15-6, характеристики кольца:  $d_{вн} = 1,5$  м,  $d_{нар} = 1,68$  м,  $H = 0,6$  м,  $\delta = 0,09$  м,  $m = 660$  кг.

Плита перекрытия марки КЦП 1-15,  $d_{вн.лаза} = 0,7$  м,  $d_{нар} = 1,68$  м,  $\delta = 0,15$  м, расстояние между осями плиты перекрытия и лаза – 0,40 м,  $m = 680$  кг.

Высота горловины:

$$H_{гор} = H_{cp} - (H_{p.к.к.}^{\phi} + 0,15 + 0,3), \text{ м} \quad (2.22)$$

$$H_{гор} = 3,51 - (1,185 + 0,15 + 0,3) = 1,87 \text{ м},$$

Горловина состоит из двух колец: КЦ 7-9,  $d_{\text{вн}} = 0,7\text{ м}$ ,  $d_{\text{нар}} = 0,84\text{ м}$ ,  $H = 0,89\text{ м}$ ,  $\delta = 0,07\text{ м}$ ,  $m = 380\text{ кг}$ .

При составлении спецификации по колодцам определяется общее количество сборных железобетонных элементов для колодцев.

Сверху для устойчивости кладется плита опорная марки КЦО-2:

$d_{\text{вн}} = 1\text{ м}$ ,  $\delta = 0,15\text{ м}$ ,  $l \times b = 1,7\text{ м} \times 1,7\text{ м}$ ,  $m = 800\text{ кг}$ .

Кольцо опорное марки КЦО-1:  $d_{\text{вн}} = 0,58\text{ м}$ ,  $d_{\text{нар}} = 0,84\text{ м}$ ,  $\delta = 0,07\text{ м}$ ,  $m = 50\text{ кг}$ .

Длина трубопровода без суммарной длины котлованов под колодцы на всей трассе:

$$l_1 = L - a_2 \cdot N, \quad (2.23)$$

$$a_2 = a_1 + 2m \cdot h_{\text{cp}} = 3,2 + 2 \cdot 0,72 \cdot 3,51 = 8,25\text{ м}, \quad (2.24)$$

$$a_1 = b_1 = 3,2\text{ м},$$

$$l_1 = 418 - 8,25 \cdot 5 = 376,75\text{ м},$$

$$V_{\text{м}}^1 = \left( 12,23 + \frac{0,72 \cdot [(3,1 - 0,2) + (3,93 - 0,2)]^2}{12} \right) \cdot 376,75 = 5601,3\text{ м}^3,$$

Объём грунта, извлекаемый экскаватором для устройства котлованов под колодцы:

$$V_{\text{м}}^2 = h_{\text{cp}} \cdot ([2a_1 + a_2] \cdot b_1 + [2a_2 + a_1] \cdot b_2) \cdot \frac{N}{6}, \quad (2.25)$$

$$V_{\text{м}}^2 = 3,51([2 \cdot 3,2 + 8,25] \cdot 3,2 + [2 \cdot 8,25 + 3,2] \cdot 8,25) \cdot \frac{5}{6} = 612,5\text{ м}^3,$$

$$V_{\text{м}} = V_{\text{м}}^1 + V_{\text{м}}^2 = 5601,3 + 612,5 = 6213,8\text{ м}^3, \quad (2.26)$$

Объём грунта, разрабатываемый вручную:

$$V_{\text{р}} = V_{\text{р}}^1 + V_{\text{р}}^2, \quad (2.27)$$

где  $V_{\text{р}}^1$  – объём грунта, разрабатываемый вручную при рытье недобора,  $\text{м}^3$ ;

$V_{\text{р}}^2$  – объём грунта, разрабатываемый вручную при рытье прямков,  $\text{м}^3$ .

$$V_{\text{р}}^1 = h_{\text{нед}} (B \cdot l_1^H + a_1 \cdot b_1 \cdot N), \text{ м}^3 \quad (2.28)$$

где  $h_{\text{нед}}$  – глубина недобора,  $0,2\text{ м}$ ;



$l_1^H$  – длина трубопровода без суммарной длины под колоды, считая понизу, м.

$$l_1^H = L - a_1 \cdot N, \quad (2.29)$$

$$l_1^H = 418 - 3,2 \cdot 5 = 402 \text{ м},$$

$$V_p^1 = 0,2 \cdot (0,916 \cdot 402 + 3,2 \cdot 3,2 \cdot 5) = 83,88 \text{ м}^3,$$

$$V_p^2 = V_{\text{пр}} \cdot N_{\text{пр}}, \text{ м}^3 \quad (2.30)$$

где  $N_{\text{пр}}$  – количество прямков, шт.;

$V_{\text{пр}}$  – объём одного прямка, м<sup>3</sup>.

$$N_{\text{пр}} = \frac{L - D_{\text{к.вн}} \cdot N}{l_{\text{пр}}}, \quad (2.31)$$

где  $D_{\text{к.вн}}$  – внутренний диаметр рабочей камеры колодца, м.

$$N_{\text{пр}} = \frac{418 - 1,5 \cdot 5}{12} = 34,$$

$$V_{\text{пр}} = a' \cdot b' \cdot c', \quad (2.32)$$

где  $a'$ ,  $b'$ ,  $c'$  – соответственно длина, ширина и глубина прямка, м.

$$a' = 0,6 \text{ м},$$

$$c' = 0,2 \text{ м},$$

$$b' = d_{\text{нпр}} + 0,5 = 0,116 + 0,5 = 0,616 \text{ м}, \quad (2.33)$$

$$V_{\text{пр}} = 0,6 \cdot 0,616 \cdot 0,2 \approx 0,1 \text{ м}^3,$$

$$V_p^2 = 0,1 \cdot 34 = 3,4 \text{ м}^3,$$

$$V_p = 83,88 + 3,4 = 87,28 \text{ м}^3,$$

$$V_M = V_M + V_p = 6213,8 + 87,28 = 6301 \text{ м}^3, \quad (2.34)$$

Основная часть грунта, извлекаемого при разработке траншеи и котлованов под колодцы понадобится для обратной засыпки после монтажа и предварительного испытания трубопровода.

Часть грунта окажется лишней, так как вытиснится смонтированным трубопроводом и колодцами.

Избыточный грунт подлежит вывозу в отвал за пределы строительства.

$$V_0^B = (V_{\text{тр}} + V_{\text{кол}}) \cdot K_{\text{пр}}, \quad (2.35)$$

где  $K_{\text{пр}}$  – коэффициент первоначального увеличения объема грунта при его рыхлении;

$V_{\text{тр}}$ ,  $V_{\text{кол}}$  – соответственно объем грунта вытесняемый трубопроводом и колодцами.

Коэффициент увеличения объема  $K_{\text{пр}}$  определяется в зависимости от типа грунта, для супеси 1,12-1,17, принят 1,15.

$$V_{\text{тр}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{нар}}^2}{4} \cdot l_1 \cdot K_p, \quad (2.36)$$

где  $l_1$  – длина трубопровода за вычетом суммарной длины диаметров колодцев, м;

$K_p$  – коэффициент, учитывающий объем земли, вытесняемый раструбами или муфтами, равный 1.

$$l_1 = L - D_{\text{кол.нар}} \cdot N, \quad (2.37)$$

$$l_1 = 418 - 1,68 \cdot 5 = 409,6 \text{ м},$$

$$V_{\text{тр}} = \frac{3,14 \cdot 0,116^2}{4} \cdot 409,6 \cdot 1 = 4,32 \text{ м}^3,$$

$$V_{\text{кол}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{кол.нар}}^2}{4} \cdot h_{\text{к}} \cdot N, \quad (2.38)$$

где  $h_{\text{кол}}$  – средняя глубина колодца, м.

$$h_{\text{кол}} = h_{\text{ср}} + 0,15 = 3,51 + 0,15 = 3,66 \text{ м}, \quad (2.39)$$

$$V_{\text{кол}} = \frac{3,14 \cdot 1,68^2}{4} \cdot 3,51 \cdot 5 = 38,88 \text{ м}^3,$$

$$V_0^B = (4,32 + 38,8) \cdot 1,15 = 49,58 \text{ м}^3,$$

Объемы земляных работ сведены в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Баланс объёмов земляных работ

Виды работ	Основные параметры выемки				Объём грунта в плотном теле	
	ширина, м		глубина, м	длина, м	обозначение	количество, м <sup>3</sup>
	поверху	понизу				
<b>Механизированные земляные работы</b>						
1 Разработка траншеи	$E_{cp}$ 5,97	$B$ 0,916	$h_{cp}$ 3,51	$L-a_1N$ 402	$V_M^1$	5601,3
2 Разработка котлованов под колодцы	$a_2$ 8,25	$a_1$ 3,2	$h_{cp}+0,2$ 3,71	$a_1N$ 16	$V_M^2$	612,5
3 Вывоз избыточного грунта за пределы строительства	4,97	4,97	0,2	4,97	$V_0^B$	49,58
<b>Ручные земляные работы</b>						
1 Рытье недобора	$B$ 0,916	$B$ 0,916	0,2	$L$ 418	$V_P^1$	83,88
2 Рытье приямков	$b'$ 0,61	$b'$ 0,61	$c'$ 0,2	$a'$ 0,6	$V_P^2$	3,4
3 Общий объём разработки	-	-	-	-	$V$	6437,86
механически	-	-	-	-	$V_M$	6301
ручной	-	-	-	-	$V_P$	87,28

## 2.2 Подбор комплекта машин для траншейной прокладки

Состав комплекта машин определяется видами работ, которые должны быть механизированы:

- 1) разработка грунта в траншеи и котлованов под колодцы,
- 2) вывоз избыточного грунта в отвал за пределы строительства,
- 3) обратная засыпка траншей и котлованов под колодцы,
- 4) планировка грунта в отвале за пределами строительства и на месте укладки трубопровода.

Ведущей машиной в комплекте является экскаватор.

### 2.2.1 Методика подбора экскаватора

Для отрывки траншеи котлована применяют одноковшовые экскаваторы, оборудованные обратной лопатой или экскаватор драглайн.

Оптимальной продолжительности строительства трубопровода по СН 440-75, в зависимости от назначения трубопровода (водопровод или канализация), материала труб, длины, диаметра трубопровода и сменности.

Рекомендуемый срок строительства заданного трубопровода по СН 440-75 равен 1,6 месяца при трехсменной работе.

Рекомендуемый объем ковша берется по справочнику в зависимости от месячного объема механизированных земляных работ:

$$V_M^{\text{мес}} = \frac{V_M}{\text{Рек.срок.стр - ва}} = \frac{6301}{0,9} = 7001,11 \text{ м}^3, \quad (2.40)$$

$$V_k = 0,65 \text{ м}^3,$$

Основываясь на рекомендуемом объеме ковша экскаватора, по справочнику выбирают марку, и выписывают основные параметры экскаватора с обратной лопатой и экскаватора драглайна, приведенные в таблице 4.2.

Таблица 2.2 – Параметры экскаватора и драглайна

Основные параметры экскаватора	Варианты	
	Обратная лопата	Драглайн
Марка экскаватора	ЭО-4121А	Э-652 Б
Объем ковша, м <sup>3</sup>	0,65	0,65
Наибольшая глубина копания, Н <sub>к</sub> , м	7,1	5,8
Наибольшая высота выгрузки, Н <sub>в</sub> , м	5,2	3,1
Наибольший радиус выгрузки, R <sub>в</sub> , м	10,2	7,8
Наибольший радиус резания, R <sub>р</sub> , м	10,2	7,8

После предварительного выбора двух марок экскаваторов оцениваем техническую возможность их применения, то есть сравниваем возможности экскаватора с требуемой глубиной копания:

$$H_k \geq h_2, \quad (2.41)$$

Вывод: по техническим возможностям подходят оба экскаватора.

### 2.2.2 Выбор марки средств для транспортирования избыточного грунта в отвал за пределы строительства

Наиболее оптимальным средством для транспортирования грунта на расстояние более чем на 0,5 км является автосамосвал. Выбор марки автосамосвала производится с учетом следующих требований:

1) высота борта кузова самосвала должна соответствовать марке экскаватора (быть не меньше, чем на 0,3 м меньше высоты выгрузки экскаватора), вместимость кузова самосвала должна быть не менее трех объемов ковшей экскаватора.

Методика выбора самосвала:

1) Определяется рекомендуемая грузоподъемность самосвала по справочнику в зависимости от расстояния транспортирования и объема ковша экскаватора.

Расстояние транспортирования грунта принято 3 км.

Рекомендуемая грузоподъёмность самосвала – 10 т.

2) По справочнику в зависимости от рекомендуемой грузоподъёмности самосвала выписывают марку самосвала.

КАМАЗ 5511, высота борта самосвала – 2,7 м.

$$H_B^{OL} \geq 2,7 + 0,3 = 3 \text{ м}, \quad (2.42)$$

$$H_B^{OL} = 5,2 \text{ м} > 3 \text{ м}, \quad (2.43)$$

$$H_B^{Др} \geq 2,7 + 0,3 = 3 \text{ м}, \quad (2.44)$$

$$H_B^{Др} = 3,51 \text{ м} > 3 \text{ м}, \quad (2.45)$$

Количество ковшей экскаватора необходимое для загрузки самосвала:

$$n = \frac{G}{\gamma \cdot V_k \cdot K_n}, \quad (2.46)$$

где  $G$  – грузоподъёмность самосвала, т;

$\gamma$  – плотность грунта, равный  $1,3 \text{ т/м}^3$ ;

$V_k$  – объём ковша,  $\text{м}^3$ ;

$K_n$  – коэффициент наполнения ковша, равный  $0,85$ .

$$n = \frac{10}{1,3 \cdot 0,65 \cdot 0,85} = 14 > 3 \text{ ковшей}, \quad (2.47)$$

Длительность погрузки одного самосвала:

$$t_{\text{пог}} = \frac{n}{n_{\text{ц}} \cdot K_{\text{т}}}, \quad (2.48)$$

где  $n_{\text{ц}}$  – число циклов эксплуатации в минуту, принято 1:

$K_{\text{т}}$  – коэффициент, учитывающий условия подачи самосвала в забой, равный  $0,85$ .

$$t_{\text{пог}} = \frac{14}{1 \cdot 0,85} = 17 \text{ мин},$$

Количество рейсов самосвала в смену:

$$\Pi_p = \frac{t_{cm} \cdot 60}{t_{пор} + 2l \cdot 60/V + t_p + t_m}, \quad (2.49)$$

где  $t_p$  – время разгрузки самосвала, равное 1 мин;  
 $t_m$  – длительность маневрирования машины, равное 3 мин;  
 $l$  – расстояние транспортирования грунта;  
 $t_{cm}$  – продолжительность смены, равная 8 ч;  
 $V$  – средняя скорость движения самосвала, равная 25 км/ч.

$$\Pi_p = \frac{8 \cdot 60}{17 + 2 \cdot 3 \cdot 60/25 + 1 + 3} = 37 \text{ рейсов,}$$

Производительность самосвала в смену

$$\Pi_{ac} = \frac{G}{\gamma} \cdot \Pi_p = \frac{10}{1,3} \cdot 37 = 284,6 \text{ м}^3/\text{смену}, \quad (2.50)$$

Для обратной засыпки трубопроводов используется грунт, находящийся в отвале. Для обратной засыпки используют бульдозер средней мощности ДЗ - 117, марка базового трактора Т - 130М - Г.1.

Продолжительность работы бульдозера:

$$T_6 = \frac{S \cdot H_{вр}}{1000 \cdot t_{cm}}, \quad (2.51)$$

где  $S$  – площадь планируемой поверхности,  $\text{м}^2$ ;  
 $H_{вр}$  – время на планировку  $1000 \text{ м}^2$ , равное 1,2 ч.

$$S = S_1 + S_2, \text{ м}^2 \quad (2.52)$$

где  $S_1$  – площадь планируемой поверхности на месте траншеи,  $\text{м}^2$ ;  
 $S_2$  – площадь планируемой поверхности на месте вывоза избыточного грунта,  $\text{м}^2$ .

$$S_1 = (E_{cp} + B + 2) \cdot L, \quad (2.53)$$

где  $B$  – ширина отвала понизу, м.

$$B = 2 \cdot H_0, \quad (2.54)$$

$$H_0 = \sqrt{F_0}, \quad (2.55)$$



$$F_0 = F_{cp} \cdot K_{np} \cdot K, \quad (2.56)$$

$$K = \frac{(V - V_0^B)}{V}, \quad (2.57)$$

$$K = \frac{(6437,86 - 49,58)}{6437,86} = 0,99,$$

где  $K$  – коэффициент, учитывающий уменьшение поперечного сечения отвала в случае вывозки избыточного грунта.

$$F_0 = 12,23 \cdot 1,15 \cdot 0,99 = 13,92 \text{ м}^3,$$

$$H_0 = \sqrt{13,92} = 3,73 \text{ м},$$

$$B = 2 \cdot 3,73 = 7,46 \text{ м},$$

$$S_1 = (5,97 + 7,46 + 2) \cdot 418 = 6449,74 \text{ м}^2,$$

$$S_2 = \frac{V_0^B}{0,2} = \frac{49,58}{0,2} = 247,9 \text{ м}^2,$$

$$S = 6449,74 + 247,9 = 6697,64 \text{ м}^2,$$

$$T_b = \frac{6697,64 \cdot 1,2}{1000 \cdot 8} = 1 \text{ см},$$

### **2.2.3 Определение технико-экономических показателей для окончательного выбора комплекта машин**

Продолжительность работы экскаватора:

$$T_3^{ол} = \frac{V_M}{\Pi_3^{ол}}, \quad (2.58)$$

$$T_3^{др} = \frac{V_M}{\Pi_3^{др}}, \quad (2.59)$$

где  $\Pi_3$  – нормативная производительность экскаватора в смену.



$$\Pi_3^{\text{ол}} = t_{\text{см}} \cdot 100 \left( \frac{1-P}{H_{\text{вр1}}^{\text{ол}}} + \frac{P}{H_{\text{вр2}}^{\text{ол}}} \right), \quad (2.60)$$

$$\Pi_3^{\text{др}} = t_{\text{см}} \cdot 100 \left( \frac{1-P}{H_{\text{вр1}}^{\text{др}}} + \frac{P}{H_{\text{вр2}}^{\text{др}}} \right), \quad (2.61)$$

где  $H_{\text{вр1}}$ ,  $H_{\text{вр2}}$  – нормы времени для механизированной разработки грунта экскаватором при работе в отвал и при погрузке в транспорт, по ЕНиР «Земляные работы» определяем для  $I_M$  группы грунта значения:

-для обратной лопаты  $H_{\text{вр1}} = 2,2$ ,  $H_{\text{вр2}} = 2,9$

-для драглайна  $H_{\text{вр1}} = 2,3$ ,  $H_{\text{вр2}} = 2,9$

$P$  – количество избыточного грунта, вывозимого за пределы строительства (за единицу принимают весь объём грунта, разрабатываемый экскаватором).

$$1 - V_M \quad P - V_o^B \Rightarrow \frac{1}{V_M} = \frac{P}{V_o^B} \Rightarrow P = \frac{V_o^B}{V_M} = \frac{49,58}{6301} = 0,007, \quad (2.62)$$

$$\Pi_3^{\text{ол}} = 8 \cdot 100 \cdot \left( \frac{1-0,007}{2,2} + \frac{0,007}{2,9} \right) = 121,9 \text{ м}^3/\text{смену},$$

$$T_3^{\text{ол}} = \frac{6301}{121,9} = 52 \text{ смены},$$

$$\Pi_3^{\text{др}} = 8 \cdot 100 \cdot \left( \frac{1-0,007}{2,3} + \frac{0,007}{2,9} \right) = 346 \text{ м}^3/\text{смену},$$

$$T_3^{\text{др}} = \frac{6301}{346} = 19 \text{ смены},$$

Себестоимость разработки грунта:

$$C_{\text{тр}}^{\text{ол/др}} = \frac{1,08(\sum C_{\text{маш-см}} \cdot T_i) + 1,5 \cdot \sum 3_p}{V}, \quad (2.63)$$

где  $C_{\text{маш-см}}$  – себестоимость машино-смен отдельных машин;

$T_i$  – продолжительность работы отдельных машин в сменах;

$3_p$  – расценка на разработку 1 м<sup>3</sup> грунта вручную;

$V$  – общий объём разработки, м<sup>3</sup>.

$$\sum 3_p = 3_p \cdot V_p, \quad (2.64)$$

$$3_p = 1,75 \text{ руб./м}^3,$$

$$C_{\text{тр}}^{\text{ол}} = \frac{1,08 \cdot (5,29 \cdot 8 \cdot T_3^{\text{ол}} + 4,6 \cdot 8 \cdot T_3^{\text{ол}} + 6,07 \cdot 8 \cdot T_6) + 1,5 \cdot \sum 3p}{V},$$

$$C_{\text{тр}}^{\text{ол}} = \frac{1,08 \cdot (5,29 \cdot 8 \cdot 52 + 4,6 \cdot 8 \cdot 52 + 6,07 \cdot 8 \cdot 1) + 1,5 \cdot (1,75 \cdot 87,28)}{6437,87} = 0,731 \frac{\text{руб}}{\text{м}^3},$$

Трудоемкость отрывки грунта:

$$M_{\text{тр}} = \frac{\sum M_{\text{м}} + \sum M_{\text{р}}}{V}, \quad (2.65)$$

где  $\sum M_{\text{м}}$  - затраты труда по управлению и обслуживанию машин;  
 $\sum M_{\text{р}}$  – затраты труда на ручные операции.

$$\sum M_{\text{р}} = V_{\text{р}} \cdot H_{\text{вр}}, \quad (2.66)$$

где  $H_{\text{вр}}$  – норма времени на разработку грунта вручную, равная 2,5 ч.

$$M_{\text{тр}}^{\text{ол}} = \frac{2,65 + 1,48 + 1,79 + (87,28 \cdot 2,5)}{6437,87} = 0,035 \text{ч/м}^3,$$

$$M_{\text{тр}}^{\text{др}} = \frac{2,62 + 1,48 + 1,79 + (87,28 \cdot 2,5)}{6437,87} = 0,035 \text{ч/м}^3,$$

Техно-экономические показатели машин приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Техничко-экономические показатели

№ п/п	Наименование показателей	Драглайн	Обратная лопата
1	Продолжительность работы, смен	19	52
2	Себестоимость, руб/м <sup>3</sup>	0,731	0,731
3	Трудоемкость отрывки, ч/м <sup>3</sup>	0,035	0,035

Рассмотрев технико-экономические показатели, выбираем экскаватор драглайн Э-652 Б .

Расстояние от бровки траншеи до основания отвала:

$$A = h_2 \cdot (1 - m), \quad (2.67)$$

$$a = 3,93 \cdot (1 - 0,28) = 2,82 \text{ м},$$

Общая ширина забоя:

$$A = E_{\text{ср}} + a + b = 5,97 + 2,82 + 7,46 = 16,25 \text{ м}, \quad (2.68)$$

Положение оси движения экскаватора может совпадать с осью траншеи или может быть смещена на некоторое расстояние в сторону отвала.

Выбирается первый случай, если выполняется условие:

$$R_B \geq A_1, \quad (2.69)$$

$$A_1 = \frac{E_{cp}}{2} + a + b = \frac{5,97}{2} + 2,82 + 7,46 = 13,26 \text{ м}, \quad (2.70)$$

$$R_B^{OL} = 10,2 \text{ м} < A_1 = 13,26 \text{ м}, \quad (2.71)$$

$$R_B^{Др} = 7,8 \text{ м} < A_1 = 13,26 \text{ м}, \quad (2.72)$$

Так как условие не выполняется, значит, ось движения экскаватора смещается от оси траншеи в сторону отвала на расстояние  $S$  равное:

$$S = A_1 - R_B = 13,26 - 10,2 = 3,06 \text{ м}, \quad (2.73)$$

При этом необходимо соблюдать условие:

$$R_p \geq \frac{E_2}{2} + S, \quad (2.74)$$

Для обратной лопаты:

$$10,2 \text{ м} > (6,57/2) + 3,06 = 6,34 \text{ м},$$

Для драглайна:

$$7,8 \text{ м} > (6,57/2) + 3,06 = 6,34 \text{ м},$$

Условие выполнено. Выбираем боковую проходку.

### **2.3 Выбор кранового оборудования для монтажа трубопровода, колодцев и арматуры**

Для укладки трубопровода, сборки железобетонных колодцев, установки арматуры в основном используются автомобильные или пневмоколесные краны.

При выборе кранового оборудования учитывают массы всех монтируемых элементов, выбирают самую большую и с учетом массы грузозахватных приспособлений определяют требуемую грузоподъемность крана.

Требуемая грузоподъемность крана:

$$G = M \cdot K_{гр}, \quad (2.75)$$

где  $M$  – масса самого тяжелого элемента, т;

$K_{гр}$  – коэффициент, учитывающий массу грузозахватных приспособлений, равный 1,1.

$$G = 1,47 \cdot 1,1 = 1,62 \text{ т},$$

Вторым условием подбора крана является определение требуемого вылета стрелы.

Перед определением требуемого вылета стрелы намечают рабочее положение крана по отношению к траншее и монтируемым элементам. Кран располагают на свободной от отвала стороне траншеи.

Требуемый вылет стрелы:

$$L_{ср} = \frac{B}{2} + 1,2 \cdot m \cdot h_2 + a_1' + \frac{B_{кр}}{2} + a_2', \quad (2.76)$$

где  $B_{кр}$  – база крана, ширина колеи крана, принимаем равной 2,5 м;

$a_1$  – ширина места занимаемого монтируемыми элементами, равная 2,5 м;

$a_2$  – расстояние от монтируемых элементов до крана, равное 1 м.

$$L_{ср} = \frac{0,916}{2} + 1,2 \cdot 0,72 \cdot 3,93 + 1 + \frac{2,5}{2} + 2,5 = 6,1 \text{ м},$$

Выбран кран марки КС 3573 А с максимальной грузоподъемностью 10 т, грузоподъемность при максимальном вылете стрелы 1,5 т,

Вылет крюка (стрелы) равен 4-14,6 м.

Марка базового автомобиля ЗИЛ-133/ТЛ.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе произведен расчет системы водоснабжения из подземного источника, которая обеспечивает населённый пункт – посёлок численностью 2500 человек водой хозяйственно-питьевого качества.

Качество хозяйственно-питьевой воды регламентировано нормативными требованиями ГОСТ Р 51232-98 «Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества» и СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

Основные технические решения, применяемые при разработке схемы водоподготовки, регламентирует СП 31.13330.2012 (раздел 9.)

Подземная вода очищается на модульно-блочной станции обезжелезивания «Амазон-М» со встроенным УФ-обеззараживанием, расход воды на пожаротушение отводится в РЧВ, а основной расход хозяйственно-питьевой воды распределяется к потребителям посредством НС-П.

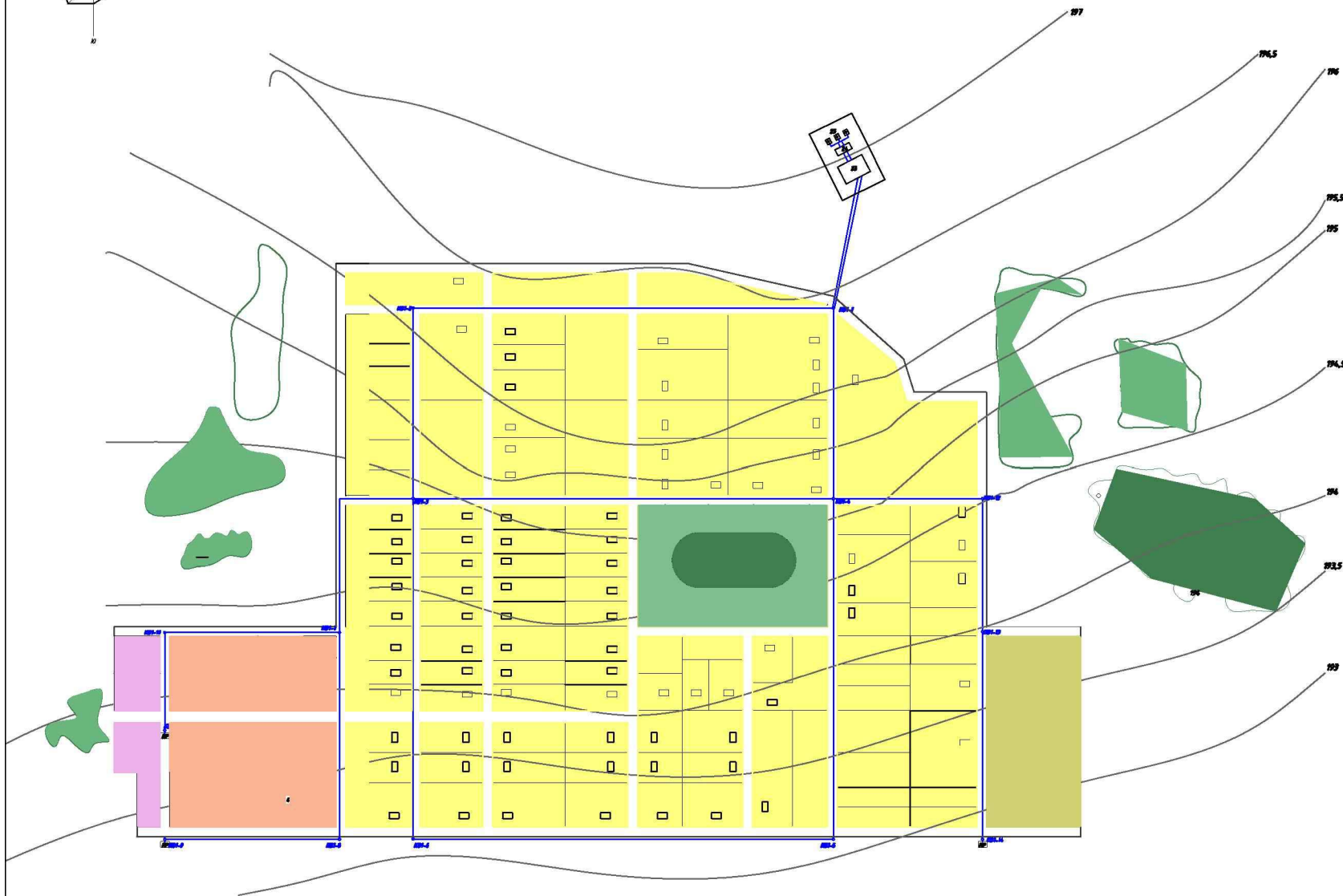
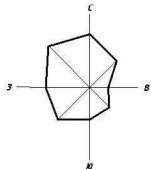
Применение насосов с регулирующим приводом, что обеспечивает переменную подачу воды в зависимости от графика водопотребления.

Согласно СП 31.13330.2012 (п. 9.2, 9.3) метод обработки воды, состав и расчетные параметры сооружений водоподготовки установлены в зависимости от качества воды в источнике водоснабжения, назначения водопровода, производительности станции и местных условий на основании данных технологических изысканий и опыта эксплуатации сооружений, работающих в аналогичных условиях.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р 51232-98 Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества.
2. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
3. ГОСТ 2761-84\* Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. – Москва: Минздрав СССР 1984.
4. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84\*.
5. СП 8.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности.
6. СП 10.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности.
7. Кожин В.Ф. Очистка питьевой и технической воды. Примеры и расчеты. Учеб. пособие для вузов. – 4-е изд., репринтное. – М.: БАСТЕТ, 2008. – 304 с.
8. Журба М. Г., Соколов Л. И., Говорова Ж. М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: издание второе, дополненное и переработанное. Учебное. пособие -М.: Издательство АСВ, 2004. – 256 с.
9. Шевелев Ф.Г, Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: Справ, пособие. – 6-е изд., доп. и перераб. – М.: Стройиздат, 1984 – 116 с.
10. СанПиН 2.1.5.980-00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод: Санитарные правила и нормы. М.: Минздрав России 2000 г.
11. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. М.: Минздрав России, 2003 (новая редакция от 27 сентября 2007 г).
12. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно - допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. – Введ. 28.04.1999: Приказ Госкомрыболовства РФ 1999 – 96 с.
13. Методические рекомендации. Радиационный контроль питьевой воды. Минздрав России. М: 2000 г.
14. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Минздрав России, 2007 г. (нов. редакция 1.03.08 введена) (6 октября 2.2.1/2.1.1.1200-03).
15. СанПиН 2.1.4.1110-02 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения Госкомсанэпиднадзор РФ, 2002 г.

# Генплан населённого пункта М 1:2000



## Экспликация зданий и сооружений

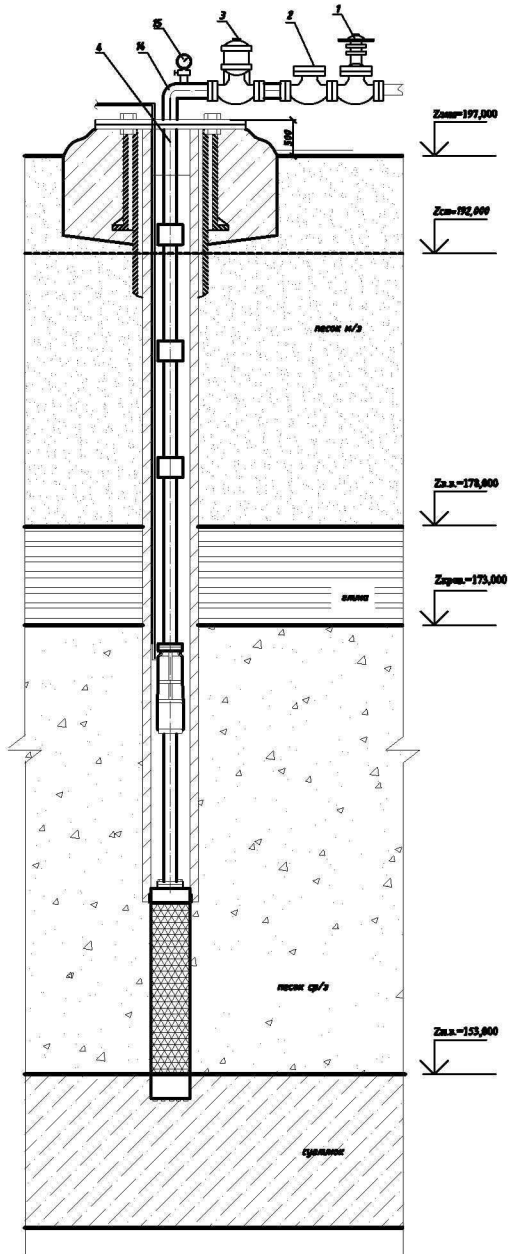
Поз.	Наименование
1	Общеобразовательная школа
2	Администрация поселка
3	Библиотека
4	Детский сад
5	Административное здание
6	Столовая
7	Почта
8	Сберкасса
9	Палаточника
10	Гостиница
11	Административно-бытовой комплекс
12	Парикмахерская
13	Аптека
14	Магазин
15	Банно-прачечный комплекс
16	Крытый рынок
17	Дом культуры
18	Стадион
19	Ферма для свиней
20	Ферма для КРС
21	Предприятие по производству молока
22	Птицеферма
23	НС II
24	Станция водоподготовки
25	Скважины

### Условные обозначения

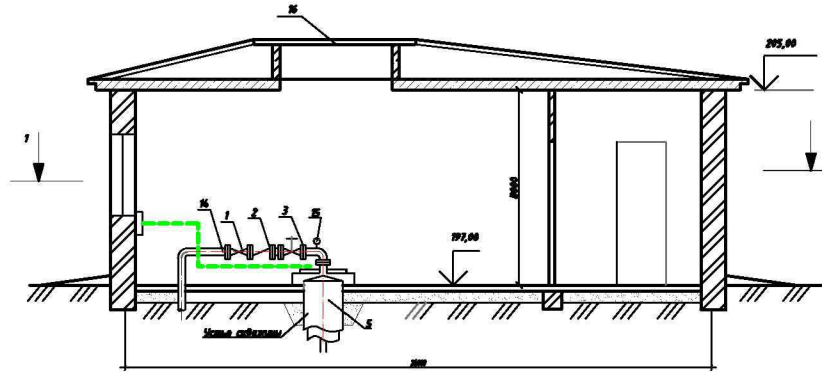
- индивидуальная застройка	- полевая растительность	- сельскохозяйственная зона
- торговая и культурно-развлекательная территория	- леса	- ЭСО, СЗЗ
- административная и общественно-деловая застройка	- кустарники	

БР 08.03.01.06 - 2018					
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный факультет					
Исполн.	Провер.	Инжен.	Инж. стр.	Инж. стр.	Инж. стр.
Исполн. И.И.И.	Провер. А.А.А.	Инжен. В.В.В.	Инж. стр. Г.Г.Г.	Инж. стр. Д.Д.Д.	Инж. стр. Е.Е.Е.
Водоснабжение населённого пункта				Шкала	Лист 5
Генплан поселка М 1:2000				У	Г 5
				Легенда ИСЭС	

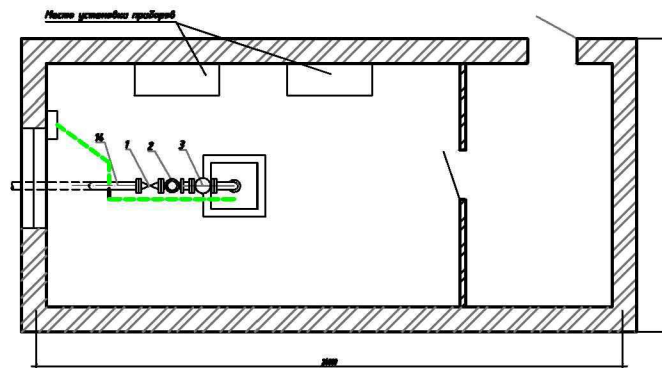
## Технический разрез скважины



## Павильон насосной станции 1-го подъема



Разрез 1-1



### Показатели качества подземной воды

Показатели	из источника	ВК
Железо	2,5	0,3
Нитраты	0,11	0,1
pH	7,4	6-9
Щелочность	4,8	-
Окисляемость	3,8	5
Среднейной	0,2	0,005
Свободная аммония	21	-

### Спецификация

Пор. обоз.	Наименование	Кол.	Примечание
1	Защитный кожух	1	
2	Обратный клапан	1	
3	Вентиль	1	
4	Изоляция колена Ø150 мм	1	
5	Защитная колпаковая труба	1	
6	Эксплуатационная колпаковая труба Ø100 мм	1	
7	Соединительная труба	1	
8	Температурный датчик	1	
9	Насос ЭВВ В-25-55	1	
10	Двигатель	1	
11	Фильтр Ø 700мм	1	
12	Вентиль	1	
13	Центрирование монтажного пространства	1	
14	Присоединительный трубопровод Ø150 мм	25м	
15	Манометр	1	
16	Монтажный ящик	1	

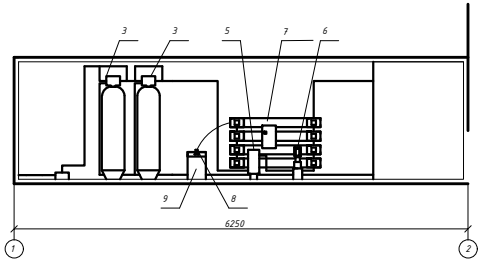
БР 08.03.01.06 - 2018

Сайтский Федеральный Муниципальный Исполнительный орган						
Муниципально-строительный отдел						
Лист	Листов	Листов	Листов	Листов	Листов	
№	№	№	№	№	№	
Технический раздел: Проект				01	02	03
Технический раздел: Расчеты				04	05	06
Технический раздел: Конструкции				07	08	09
Технический раздел: Спецификация				10	11	12

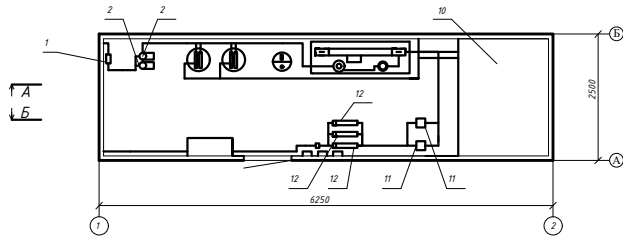


# Станция водоподготовки

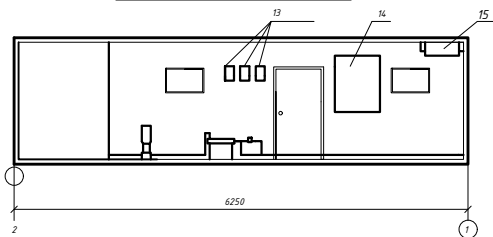
## Схема компоновки



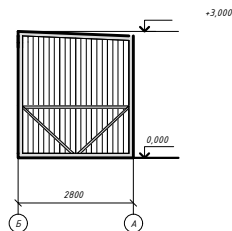
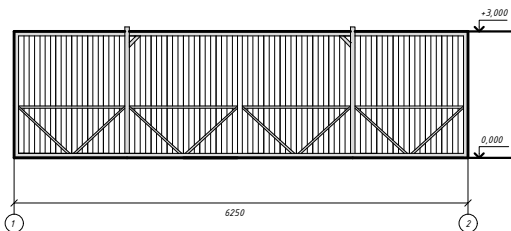
Разрез А М 1:50



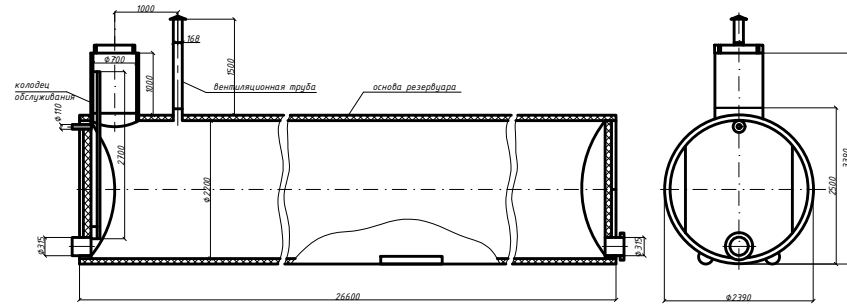
Разрез Б М 1:50



Габаритный чертеж М 1:50



## Пожарный резервуар М 1:50



### Обозначения

- |  |   |
|--|---|
| 1 - Грязевик                               | 4.8 - Расходная емкость антикальнта         |
| 2.1-2.2 - Насос подачи воды на фильтрацию  | 5 - Емкость чистой воды                     |
| 3.1-3.2 - Осветлительный фильтр            | 6.1-6.2 - Насос подачи воды потребителю     |
| 4 - Установка обратносмогонической очистки | 7.1-7.3 - УФ-установка                      |
| 4.1 - Фильтр тонкой механической очистки   | 8.1-8.3 - Щит питания УФ-установки          |
| 4.2 - Насос высокого давления              | 9 - Щит управления станции                  |
| 4.3-4.6 - Мембранный элемент               | 10 - Установка приточно-вытяжной вентиляции |
| 4.7 - Насос дозатор антикальнта            |   |

### Спецификация оборудования

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
1	Грязевик	1	
2	Насос для подачи воды на фильтрацию	2	
3	Осветлительный фильтр	2	
4	Установка обратносмогонической очистки	1	
5	Фильтр тонкой механической очистки	1	
6	Насос высокого давления	1	
7	Мембранный элемент	1	
8	Насос дозатор антикальнта	1	
9	Расходная емкость антикальнта	1	
10	Емкость чистой воды	1	
11	Насос подачи воды потребителю	1	
12	УФ-установка	3	
13	Щит питания УФ-установки	3	
14	Щит управления станции	1	
15	Установка приточно-вытяжной вентиляции	1	

				БР 08.03.01.06 - 2018			
				Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт			
Рисунг	Лист	Исполн.	Проф.	Дата	Листы	Лист	Всего
Экз.	Исполн. И.В.	Проф. И.В.			у	3	5
				Водоснабжение населенного пункта			
				Компьютерная станция водоподготовки, Габаритный чертеж станции М 1:50, Пожарный резервуар М 1:50			
				Кафедра ИСЭиС			

# Схема производства работ при прокладке полиэтиленового трубопровода $d=110\text{мм}$ , $l=418\text{м}$ М1:100

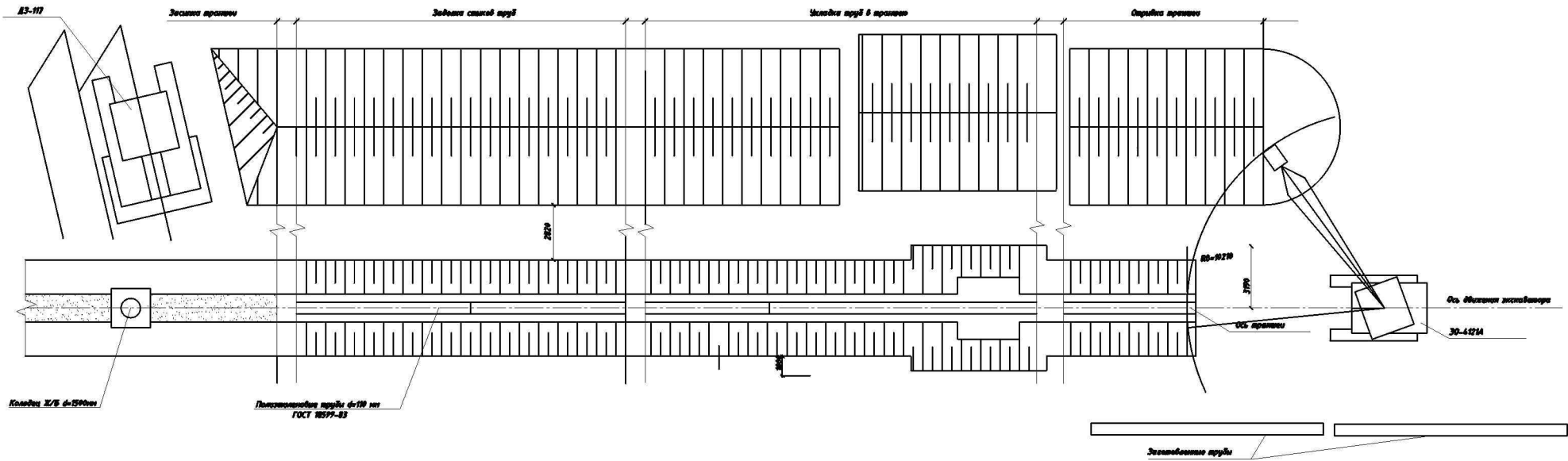


Схема разработки траншеи экскаватором с обратной лопатой М1:100

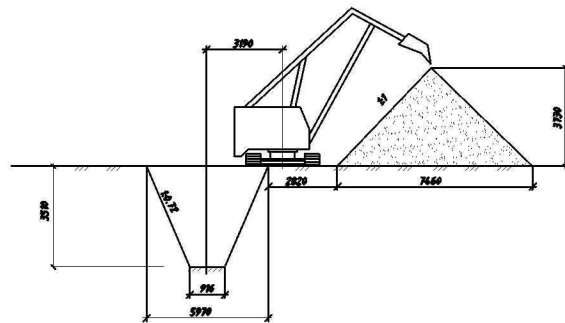
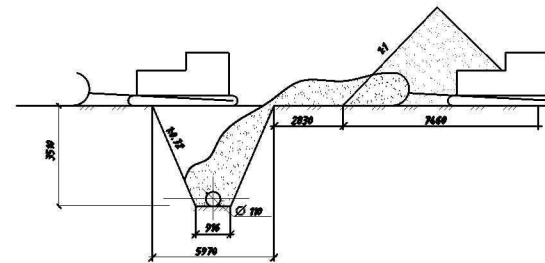


Схема засыпки траншеи бульдозером М1:100



БР 08.03.01.06 - 2018					
Изм.	Изм.	Изм.	Изм.	Изм.	Изм.
Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт					
Ведомственное наименование проекта				Листы	Лист
				4	5
Схема производства работ при прокладке полиэтиленового трубопровода $d=110$ , $l=418$ м					
				Информация ИСЭИС	

## Календарный план производства работ

№	Наименование работ	Объем работ		Норма времени, чел-час	Трудоемкость, чел-час	Наименование машинных комплексов	Продолжительность работ, смены	Кол-во смен	Классификация работ	Состав бригады	Июль											
		Единица	Кол-во								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Срез растительного слоя грунта бульдозером	100м²	0,53	0,66	0,35	ДЗ-117	1	1	1	Машинист 6 разряд	ИЮ											
2	Разработка траншеи экскаватором Фрэнклинс 8 м³	100м³	62,52	1,60	100,04	30-4121А	32	3	1	Машинист 6 разряд	ИЮ											
3	Разработка траншеи экскаватором 6 разряд	100м³	0,47	2,30	1,12	30-4121А	1	3	1	Машинист 6 разряд	ИЮ											
4	Водоотведение траншеи и разработка траншеи бурением	м³	87,28	0,90	78,55	Вручную	7	3	2 1	Землекоп 3 разряд Землекоп 1 разряд	ИЮ											
5	Водоотведение на 3 км КАНАЛ 5113, 0-10м	100м³	0,47	2,00	0,90	КАНАЛ 5113	1	3	1	Шofer 8-кл	ИЮ											
6	Укладка труб с помощью крана	м.к.	418	0,30	125,4	КС 3573А	2	3	12,34	Машинисты 4,4,3,2 разряды	ИЮ											
7	Работы краном на монтаже труб	монтаж смен	-	0,20	-	КС 3573А	2	3	1	Машинист 6 разряд	ИЮ											
8	Монтаж колодез с помощью крана	шт	2	0,50	1,00	КС 3573А	1	1	12,7	Машинисты монтажные буровые 5,3,2 разряды	ИЮ											
9	Защита арматурными сетками стенок траншеи с армированием	м²	25,23	2,50	63,07	Вручную	1	3	4 6	Землекоп 3 разряд Землекоп 1 разряд	ИЮ											
10	Предварительное гидробитие стенок траншеи	м.к.	4,48	130	62,4	-	3	2	11,7	Машинисты монтажные буровые 5,3,2 разряды	ИЮ											
11	Защита траншеи бульдозером	100м²	62,13	0,23	14,28	ДЗ-117	5	3	1	Машинист 6 разряд	ИЮ											
12	Прочистка гидробитие стенок траншеи	м.к.	4,48	130	62,4	-	3	2	11,7	Машинисты монтажные буровые 5,3,2 разряды	ИЮ											
13	Планировка площадки бульдозером	1000м²	0,66	0,20	0,13	ДЗ-117	1	3	1	Машинист 6 разряд	ИЮ											

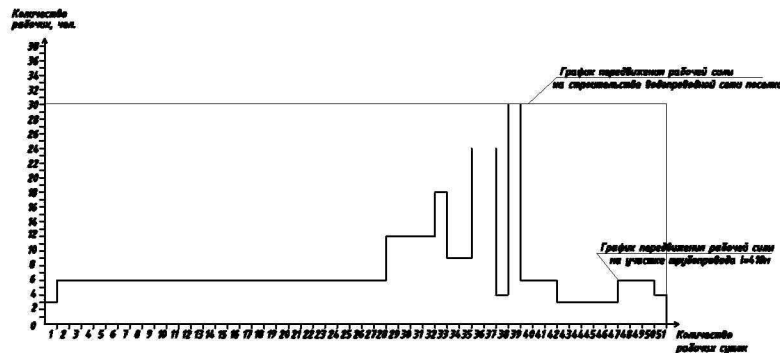
## Баланс объемов земляных масс

Вид работ	Основные параметры выемки				Объем грунта в погонном метре	
	Ширина, м	Глубина, м	Антен, м	Объемное	Колличесво	
<b>Механизированные земляные работы</b>						
Разработка траншеи	5,97	0,96	3,51	442	V <sub>м</sub>	5091,3
Разработка котлованов под колодез	0,25	3,20	3,71	16	V <sub>м</sub>	612,5
Водоотведение в траншеи за пределами строительства	4,97	4,97	0,20	4,97	V <sub>м</sub>	49,58
<b>Ручные земляные работы</b>						
Рытье колодез	0,96	0,96	0,20	418	V <sub>р</sub>	83,88
Рытье траншеи	4,61	4,61	0,20	0,60	V <sub>р</sub>	3,4
Общий объем разработки	-	-	-	-	V	6437,06
в том числе механизированный	-	-	-	-	V <sub>м</sub>	6301
в том числе ручной	-	-	-	-	V <sub>р</sub>	87,28

### Спецификация оборудования и материалов

№	Наименование	Норма, ГОСТ	Кол-во	Примечание
1	Труба полиэтиленовая Ø110	28579-83	35	длина 2,00м
2	Защитная сетка Ø110	8437-75	2	масса 210кг
3	Экскаватор Фрэнклинс	30-4121А	1	V=0,65м³
4	Автобетоновоз	КАНАЛ 5113	1	6-10м
5	Бульдозер	ДЗ-117	1	Т-200Н-Г-1
6	Кран	КС 3573А	1	6-10м
7	Землекопы колодез			
7.1	Лопата двучап	КЦМ-15	2	масса 260кг
7.2	Кельца скребковые	КЦСБ-6	4	масса 660кг
7.3	Кельца паровые	КЦП-15	2	масса 600кг
7.4	Кельца паровые	КЦП-1	2	масса 510кг
7.5	Кельца паровые	КЦП-2	2	масса 500кг
7.6	Кельца паровые	КЦП-9	4	масса 300кг

## График передвижения рабочей силы



БР 08.03.01.06 - 2018

Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт										
Ведомость механизированных работ					Смена	Лин	Лин	Лин	Лин	Лин
№ п/п	№ п/п	№ п/п	№ п/п	№ п/п	У	5	5	5	5	
Имя:	Фамилия И.О.	Имя:	Фамилия И.О.	Имя:	Фамилия И.О.	Имя:	Фамилия И.О.	Имя:	Фамилия И.О.	
Подпись:	Подпись И.О.	Подпись:	Подпись И.О.	Подпись:	Подпись И.О.	Подпись:	Подпись И.О.	Подпись:	Подпись И.О.	

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Инженерно-строительный

Кафедра «Инженерные системы зданий и сооружений»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИСИ



Г.В. Сакаш

подпись      инициалы, фамилия

« 14 » 06 2018 г.

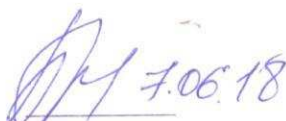
**БАКАЛАВСКАЯ РАБОТА**

08.03.01.00.06 «Водоснабжение и водоотведение»

Водоснабжение населённого пункта

Пояснительная записка

Руководитель



подпись, дата

доцент, к.т.н.

должность, ученая степень

Л.В. Приймак

инициалы, фамилия

Выпускник



подпись, дата

Х.А. Хусенходжаев

инициалы, фамилия

Красноярск 2018