

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный институт
институт
Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой


Г.В.Сакаш
подпись инициалы, фамилия

« 21 » 06 2017 г.

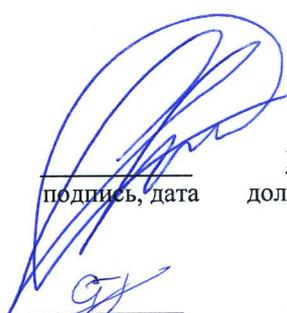
БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

20.03.02.06 «Инженерные системы сельскохозяйственного водоснабжения,
водоотведения, обводнения»
по направлению

20.03.02 «Природообустройство и водопользование»
по профилю

«Водоснабжение населенного пункта»
тема

Руководитель


подпись, дата

К.Т.Н., доцент
должность, ученая степень

Д. Б. Тугужаков
инициалы, фамилия

Выпускник


подпись, дата

В. С. Степанов
инициалы, фамилия

Красноярск 2017

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Водоснабжение населенного пункта» содержит 53 страниц текстового документа, 30 использованных источников, 6 листов графического материала.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ, РЕЖИМ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА, ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ, РАСЧЕТ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА, ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ПОТОКОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ, ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СЕТИ, ДЕТАЛИРОВКА СЕТИ, РАСЧЕТ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ ПРИ ПРОКЛАДКЕ ТРУБОПРОВОДА, БАЛАНС ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНЫХ МАСС, ВЫБОР КРАНОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ МОНТАЖА.

Объект ВКР – Населенный пункт, с численностью населения 300 человек. Также в поселке имеется свинокомплекс.

Свинокомплекс специализируется на производстве мяса, занимается растениеводством. На собственных посевных площадях выращиваются злаковые культуры для производства комбикормов.

Цель БР: проектирование наружной водопроводной сети поселка.

Задачами проекта являются определение расчетных расходов воды системы водоснабжения, определение режима работы насосной станции и объема водонапорной башни, трассировка, гидравлический расчет, увязка сетей, определение объема земляных работ, предварительный выбор комплекта машин, выбор оборудования для монтажа трубопроводов.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Исходные данные для проектирования.....	5
2 Определение расчетных расходов воды системы водоснабжения.....	6
3 Режим водопотребления населенного пункта.....	10
4 Определение режима работы насосной станции.....	12
5 Определение объема водонапорной башни.....	14
6 Расчет водопроводной сети населенного пункта.....	16
6.1 Трассировка водопроводов и магистральных водопроводных сетей.....	16
6.2 Расчет путевых и узловых отборов.....	17
7 Предварительное потокораспределение.....	20
8 Гидравлический расчет сети.....	21
9 Гидравлический расчет водопроводных линий, не вошедших в кольца.....	29
10 Детализация сети.....	30
11 Водопроводные колодцы и камеры.....	31
12 Определение пьезометрических линий.....	32
13 Исходные данные по тсп.....	33
14 Расчет объемов земляных работ при прокладке трубопровода.....	34
15 Объем грунта разрабатываемого вручную.....	38
16 Определение объема земли, подлежащей вывозу в отвал за пределы строительства.....	39
17 Баланс объемов земляных масс.....	40
18 Предварительный выбор комплекта машин.....	41
19 Продолжительность работы экскаваторов по отрывке траншеи.....	45
20 Определение размеров забоя.....	48
21 Выбор кранового оборудования для монтажа.....	50
22 ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	51
22 СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	52

ВВЕДЕНИЕ

Системой водоснабжения является комплекс инженерных сооружений для забора, очистки и подачи воды потребителям. Она включает источники воды, насосные станции, станции очистки, баки, резервуары и сети трубопроводов.

Актуальность выбранной темы дипломной работы обусловлена тем, что водоснабжение является важнейшей санитарно-технической системой, обеспечивающей нормальную жизнедеятельность населения и всех отраслей народного хозяйства страны.

Используя природные водные источники, эта система снабжает водой потребителей, а также обеспечивает очистку сточных вод, их отведение и возврат природе, защиту и охрану водоисточников от загрязнения и истощения.

Система водоснабжения представляет собой сложное инженерное сооружение, устройства и оборудования, в значительной степени определяющее уровень благоустройства зданий, объектов и населенных пунктов.

Для транспортирования воды от источника к объектам водоснабжения служат водопроводы, которые состоят из двух и более трубопроводов, расположенных параллельно друг другу. А для подачи воды к местам ее потребления предназначена водопроводная сеть. При трассировке линий водопроводной сети необходимо учитывать планировку объекта водоснабжения, размещение отдельных потребителей воды, рельеф местности. Водонапорную башню при проектировании устанавливают в самой высокой точке населенного пункта.

Объектом исследования является населенный пункт с численностью населения 300 человек и размещенным в поселке предприятием.

Цель данной дипломной работы – проектирование водопроводной сети поселка.

В дипломной работе широко используются такие методы исследования, как анализ и измерение.

Теоретическую основу дипломной работы составляют СП 31.13330-2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения», Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения. Справочник / Б. Н. Репин, С. С. Запорожец, Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации: Справочник строителя / А.К.Перешилкин, А.А.Александров.

Для достижения поставленной цели представляется целесообразным решить следующие задачи: определение расчетных расходов воды системы водоснабжения; определение режима работы насосной станции и объема водонапорной башни; трассировка, гидравлический расчет и увязка сетей; определение объема земляных работ и предварительный выбор комплекта машин; выбор оборудования для монтажа трубопроводов.

1 Исходные данные для проектирования

Поселок, состоящий из 60-и индивидуально-жилых строений, каждый площадью 0,01 - 0,02 га. На каждом участке имеется индивидуально-жилое строение преимущественно двухэтажное.

Общее число жителей – 300 человек.

На территории поселка находятся общественные объекты:

- дом культуры – 45 человек, часы работы 10:00-23:00;
- школа – 75 человек, часы работы 8:00-14:00;
- продуктовый магазин – 4 человека, часы работы 8:00-24:00;
- поликлиника – 18 человек, часы работы 8:00-19:00;
- свиноферма – 30 человек, часы работы 8:00-17:00.

2 Определение расчетных расходов воды системы водоснабжения

Водопотребители расходуют воду в течение суток неравномерно со значительными колебаниями в различные часы. Чтобы обеспечить требуемую пропускную способность распределительной сети труб и других сооружений системы водоснабжения необходимо знать максимальный требуемый расход.

При проектировании систем водоснабжения населенных пунктов удельное среднесуточное (за год) водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды населения должно приниматься по таблице 1.

Таблица 1 - Удельное среднесуточное (за год) водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды населения

Степень благоустройства районов жилой застройки	Удельное хозяйственно-питьевое водопотребление в населенных пунктах на одного жителя среднесуточное (за год), л/сут
Застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом и канализацией, без ванн	125 – 160
То же, с ванными и местными водонагревателями	160 – 230
То же, с централизованным горячим водоснабжением	220 – 280

Расчетный (средний за год) суточный расход воды $Q_{сут}$, м³/сут, на хозяйственно-питьевые нужды в населенном пункте следует определять по формуле

$$Q_{ж} = \frac{\sum q_{ж} \cdot N_{ж}}{1000}, \quad (1)$$

где $q_{ж}$ - удельное водопотребление, принимаемое по таблице 1 [9];
 $N_{ж}$ - расчетное число жителей в районах жилой застройки с различной степенью благоустройства.

$$Q_{ж} = \frac{200 \cdot 300}{1000} = 60 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расчетные расходы воды в сутки наибольшего и наименьшего водопотребления $Q_{сут}$, м³/сут, следует определять:

$$\begin{aligned} Q_{сут.макс} &= K_{сут.макс} \cdot Q_{сут}, \\ Q_{сут.мин} &= K_{сут.мин} \cdot Q_{сут}, \end{aligned} \quad (2)$$

где $K_{сут}$ - коэффициент суточной неравномерности водопотребления, учитывающий уклад жизни населения, режим работы предприятий, степень благоустройства зданий, изменения водопотребления по сезонам года и дням недели, принимать равным: $K_{сут.max} = 1,1 - 1,3$; $K_{сут.min} = 0,7 - 0,9$;

$Q_{сут}$ – расчетный суточный расход воды, определяем по формуле 1, м³/сут.

$$Q_{сут.max} = 1,3 \cdot 60 = 78 \text{ м}^3/\text{сут},$$

$$Q_{сут.min} = 0,7 \cdot 60 = 42 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расчетные часовые расходы воды $q_{ч}$, м³/ч, должны определяться по формулам

$$q_{ч.max} = \frac{K_{ч.max} \cdot Q_{сут.max}}{24},$$

$$q_{ч.min} = \frac{K_{ч.min} \cdot Q_{сут.min}}{24}, \quad (3)$$

где $Q_{сут.max}$ и $Q_{сут.min}$ – определяем по формуле 2; $K_{ч}$ - коэффициент часовой неравномерности водопотребления $K_{ч}$ следует определять из выражений:

$$\begin{aligned} K_{ч.max} &= \alpha_{max} \cdot \beta_{сут max}, \\ K_{ч.min} &= \alpha_{min} \cdot \beta_{min}. \end{aligned} \quad (4)$$

где α - коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия, принимаемые $\alpha_{max} = 1,2 - 1,4$; $\alpha_{min} = 0,4 - 0,6$;

β - коэффициент, учитывающий число жителей в населенном пункте, принимаемый по таблице 2.

$$K_{ч.max} = 1,2 \cdot 2 = 2,4,$$

$$K_{ч.min} = 0,5 \cdot 0,1 = 0,05$$

Таблица 2 - Значение коэффициента β в зависимости от численности жителей

Коэффициент	Численность жителей, тыс. чел.																
	До 0,1	0,15	0,2	0,3	0,5	0,75	1	1,5	2,5	4	6	10	20	50	100	300	1000 и более
β_{max}	4,5	4	3,5	3	2,5	2,2	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1,05	1
β_{min}	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,07	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,85	1

$$q_{\text{ч. max}} = \frac{2,4 \cdot 78}{24} = 7,8 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$q_{\text{ч. min}} = \frac{0,05 \cdot 42}{24} = 0,0875 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Расчетный (средний за год) суточный расход воды $Q_{\text{сут}}$, м³/сут, на хозяйственно-питьевые нужды в школе следует определять по формуле

$$Q_{\text{шк}} = \frac{\Sigma q_{\text{шк}} \cdot N_{\text{шк}}}{1000}, \quad (5)$$

где $q_{\text{шк}}$ - удельное водопотребление, принимаемое по приложению 3 [3];

$N_{\text{шк}}$ - расчетное число учащихся в школе.

$$Q_{\text{шк}} = \frac{17,2 \cdot 75}{1000} = 1,29 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расчетный (средний за год) суточный расход воды $Q_{\text{сут}}$, м³/сут, на хозяйственно-питьевые нужды в поликлинике следует определять по формуле

$$Q_{\text{поликл}} = \frac{\Sigma q_{\text{поликл}} \cdot N_{\text{поликл}}}{1000}, \quad (6)$$

где $q_{\text{поликл}}$ - удельное водопотребление, принимаемое по приложению 3 [3];

$N_{\text{поликл}}$ - расчетное число больных и работников в поликлинике.

$$Q_{\text{поликл}} = \frac{13 \cdot 18}{1000} = 0,234 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расчетный (средний за год) суточный расход воды $Q_{\text{сут}}$, м³/сут, на хозяйственно-питьевые нужды в доме культуры (ДК) следует определять по формуле

$$Q_{\text{дк}} = \frac{\Sigma q_{\text{ж}} \cdot N_{\text{ж}}}{1000}, \quad (7)$$

где $q_{\text{дк}}$ - удельное водопотребление, принимаемое по приложению 3 [3];

$N_{\text{дк}}$ - расчетное число посетителей дома культуры.

$$Q_{\text{дк}} = \frac{8,6 \cdot 45}{1000} = 0,387 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расчетный (средний за год) суточный расход воды $Q_{\text{сут}}$, м³/сут, на хозяйственно-питьевые нужды в магазине следует определять по формуле

$$Q_{\text{маг}} = \frac{\sum q_{\text{ж}} \cdot N_{\text{ж}}}{1000}, \quad (8)$$

где $q_{\text{маг}}$ - удельное водопотребление, принимаемое по приложению 3 [3];

$N_{\text{маг}}$ - расчетное число работников магазина.

$$Q_{\text{маг}} = \frac{250 \cdot 4}{1000} = 1 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расход воды на нужды местной промышленности принимается как 25% от расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды:

$$Q_{\text{мп}} = 0,25 \cdot Q_{\text{ж}}, \quad (9)$$

$$Q_{\text{мп}} = 0,25 \cdot 60 = 15 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расход воды на поливку, м³/сут, рассчитываем по формуле

$$Q_{\text{пол}} = \frac{N_{\text{ж}} \cdot q_{\text{уд}}}{1000}, \quad (10)$$

где $q_{\text{уд}}$ - удельный среднесуточный расход за поливочный сезон потребления воды на 1 человека. Принимается за 50 л/сут на 1 человека;

$N_{\text{ж}}$ - число жителей, чел.

$$Q_{\text{пол}} = \frac{50 \cdot 300}{1000} = 15 \text{ м}^3/\text{сут}$$

3 Режим водопотребления населенного пункта

При расчете систем водоснабжения необходимо учитывать не только изменения расходования воды потребителями по дням в течение года, но и изменения, происходящие в отдельные периоды суток.

Режим водопотребления населенного пункта приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Определение режима водопотребления населенного пункта

Часы суток	$K, \%$	$Q_{х-ть}, \text{м}^3/\text{ч}$	$Q_{\text{поликл}}, \text{м}^3/\text{ч}$	$Q_{\text{школа}}, \text{м}^3/\text{ч}$	$Q_{\text{магазин}}, \text{м}^3/\text{ч}$	$Q_{\text{ок}}, \text{м}^3/\text{ч}$	$Q_{\text{мп}}, \text{м}^3/\text{ч}$	$Q_{\text{полиэ}}, \text{м}^3/\text{ч}$	Всего по строке, $\text{м}^3/\text{ч}$	%
0 - 1	0,600	0,468					0,500	2,500	3,468	3,214
1 - 2	0,600	0,468					0,500	2,500	3,468	3,214
2 - 3	1,200	0,936					0,500	2,500	3,936	3,647
3 - 4	2,000	1,560					0,500		2,060	1,909
4 - 5	3,500	2,730					0,500		3,230	2,993
5 - 6	3,500	2,730					0,500		3,230	2,993
6 - 7	4,500	3,510					0,500		4,010	3,716
7 - 8	10,200	7,956					0,500		8,456	7,836
8 - 9	8,800	6,864	0,021	0,215	0,063		0,500		7,663	7,101
9 - 10	6,500	5,070	0,021	0,215	0,063		0,500		5,869	5,439
10 - 11	4,100	3,198	0,021	0,215	0,063	0,030	0,500		4,027	3,731
11 - 12	4,100	3,198	0,021	0,215	0,063	0,030	0,500		4,027	3,731
12 - 13	3,500	2,730	0,021	0,215	0,063	0,030	0,500		3,559	3,298
13 - 14	3,500	2,730	0,021	0,215	0,063	0,030	0,500		3,559	3,298
14 - 15	4,700	3,666	0,021		0,063	0,030	0,500		4,280	3,966
15 - 16	6,200	4,836	0,021		0,063	0,030	0,500		5,450	5,050
16 - 17	10,400	8,112	0,021		0,063	0,030	0,500		8,726	8,086
17 - 18	9,400	7,332	0,021		0,063	0,030	0,500		7,946	7,363
18 - 19	7,300	5,694	0,021		0,063	0,030	0,500		6,308	5,845
19 - 20	1,600	1,248			0,063	0,030	0,500		1,840	1,705
20 - 21	1,600	1,248			0,063	0,030	0,500		1,840	1,705
21 - 22	1,000	0,780			0,063	0,030	0,500	2,500	3,872	3,588
22 - 23	0,600	0,468			0,063	0,030	0,500	2,500	3,560	3,299
23 - 24	0,600	0,468			0,063		0,500	2,500	3,531	3,272
	100,000	78,000	0,234	1,290	1,000	0,387	12,000	15,000	107,911	100,000

4 Определение режима работы насосной станции

Таблица 4 - Определение режима работы насосной станции

Часы суток	$Q_{нс}, \%$	$Q, \%$	$Q_{в\ бак}, \%$	$Q_{из\ бака}, \%$	остаток, %
0 - 1	4,167	3,214	0,953		8,216
1 - 2	4,167	3,214	0,953		9,169
2 - 3	4,167	3,647	0,519		9,688
3 - 4	4,167	1,909	2,258		11,946
4 - 5	4,167	2,993	1,173		13,119
5 - 6	4,167	2,993	1,173		14,293
6 - 7	4,167	3,716	0,451		14,744
7 - 8	4,167	7,836		3,669	11,074
8 - 9	4,167	7,101		2,934	8,140
9 - 10	4,167	5,439		1,272	6,868
10 - 11	4,167	3,731	0,435		7,303
11 - 12	4,167	3,731	0,435		7,739
12 - 13	4,167	3,298	0,869		8,608
13 - 14	4,167	3,298	0,869		9,477
14 - 15	4,167	3,966	0,201		9,677
15 - 16	4,167	5,050		0,883	8,794
16 - 17	4,167	8,086		3,919	4,875
17 - 18	4,167	7,363		3,196	1,678
18 - 19	4,167	5,845		1,678	0,000
19 - 20	4,167	1,705	2,461		2,461
20 - 21	4,167	1,705	2,461		4,923
21 - 22	4,167	3,588	0,578		5,501
22 - 23	4,167	3,299	0,867		6,368
23 - 24	4,167	3,272	0,895		7,263
	100,000	100,000	17,553	17,553	

На основе данных таблицы 4, полученных в результате расчета водопотребления населенного пункта, строится совмещенный ступенчатый график водопотребления и график подачи воды насосной станцией второго подъема. График строится в % от суточного расхода воды. По этим графикам определяется регулирующий объем бака водонапорной башни.

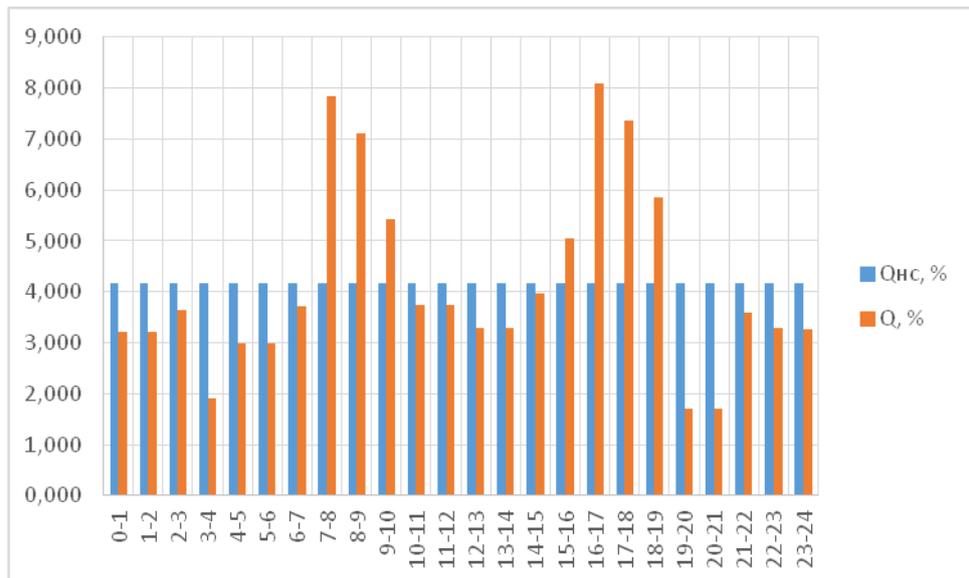


Рисунок 1 – Совмещенный ступенчатый график водопотребления и подачи воды насосной станцией второго подъема

5 Определение объемов водонапорной башни

Общая вместимость водонапорной башни $W_{\text{ВБ}}$ состоит из регулирующего запаса воды $W_{\text{рег}}$ и неприкосновенного пожарного запаса воды $W_{\text{пож}}$:

$$W_{\text{ВБ}} = W_{\text{рег}} + W_{\text{пож}}, \text{ м}^3 \quad (11)$$

Объем регулирующего бака водонапорной башни

$$W_{\text{рег}} = (W_{\text{р\%}} \cdot Q_{\text{сут}}) / 100, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (12)$$

где $W_{\text{р\%}}$ - сумма максимального и минимального остатка, %

$$W_{\text{р\%}} = P_{\text{max}} + P_{\text{min}} = 14,744 + 1,678 = 16,422\%,$$

$Q_{\text{сут}}$ – суммарное водопотребление поселка по часам, $\text{м}^3/\text{ч}$

$$W_{\text{рег}} = (16,422 \cdot 107,911) / 100 = 17,72 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Пожарный запас воды в поселке:

$$W_{\text{пож.}} = (3,6 \cdot n_n \cdot q_n) \cdot 3, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (13)$$

где q_n – расход воды на наружные пожаротушения в населенном пункте на 1 пожар;

n_n – расчетное число одновременных пожаров.

$$W_{\text{пож.}} = (3,6 \cdot 1 \cdot 5) \cdot 3 = 54 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$W_{\text{ВБ}} = 17,72 + 54 = 71,72 \text{ м}^3$$

Геометрические размеры бака

Высота бака, м:

$$H_{\text{Б}} = 1,2 \cdot \sqrt[3]{W_{\text{ВБ}}}; \quad (14)$$

Диаметр бака, м:

$$D_{\text{Б}} = 0,855 \cdot \sqrt[3]{W_{\text{ВБ}}}; \quad (15)$$

$$H_{\text{Б}} = 1,2 \cdot \sqrt[3]{71,72} = 4,99 \text{ м};$$

$$D_{\text{Б}} = 0,855 \cdot \sqrt[3]{71,72} = 3,55 \text{ м}.$$

Принимаем высоту бака $H_{\text{Б}} = 5$ м, диаметр бака $D_{\text{Б}} = 4$ м.

6 Расчет водопроводной сети населенного пункта

6.1 Трассировка водопроводов и магистральных водопроводных сетей

1) Водопроводная сеть на территории населенного пункта должна пролегать с учетом ее возможности более экономичного подключения к ней крупных потребителей и запасных емкостей.

2) Сеть прокладывают по улицам с обеспечением 2-х стороннего подключения линии распределительной сети. Протяженность транзитных участков должна быть минимальной.

3) Вне улиц прокладка трубопроводов допускается только в зонах перспективного строительства.

4) Вдоль основного движения воды намечают магистральные линии.

5) Замкнутые контуры вытянуты вдоль основного движения воды и имеют размеры.

6.2 Расчет путевых и узловых отборов

Режимы работы водопроводной сети

В период максимального водоразбора (16-17 ч) населенный пункт потребляет 8,726 м³/ч (2,424 л/с), из которых поликлиника отбирает 0,021 м³/ч (0,0058 л/с) из узла 1, магазин отбирает 0,0625 м³/ч (0,0175 л/с) из узла 1, ДК отбирает 0,0298 м³/ч (0,008 л/с) из узла 2. В это время НС-II подъема подает в населенный пункт 4,167 % (3,862 м³/ч = 1,249 л/с), а недостающий расход в количестве 1,175 л/с поступает из башни.

Удельный отбор находится по формуле

$$q_{уд} = \frac{Q_{max} - \sum Q_{соср}}{\sum L \cdot 3,6}, \quad (16)$$

где Q_{max} – расход, потребляемый населенным пунктом, м³/ч;

$Q_{соср}$ – расход, потребляемый всеми общественными зданиями населенного пункта, м³/ч;

$\sum L$ – сумма длин всех участков сети, м.

$$q_{уд} = \frac{8,726 - 0,021 - 0,063 - 0,03 - 0}{1200,95 \cdot 3,6} = 0,001992 \text{ л/с}$$

Затем вся водопроводная сеть разбивается на участки и находится для каждого свой путевой отбор воды:

$$q_i = q_{уд} \cdot l_i, \quad (17)$$

где l_i – длина данного участка, м.

Для нахождения узловых отборов суммируются путевые отборы прилегающих к выбранному узлу участков и делятся на 2:

$$q_{уз} = \frac{\sum q_n}{2}, \quad (18)$$

где $\sum q_n$ – сумма путевых отборов прилегающих участков, л/с.

В период максимального транзита в башню (19-20 ч) населенный пункт потребляет 1,840 м³/ч (0,51 л/с), из которых магазин отбирает 0,0625 м³/ч (0,0175 л/с) из узла 1, ДК отбирает 0,0298 м³/ч (0,008 л/с) из узла 2. В это время НС-II подъема подает в населенный пункт 4,167 % (3,862 м³/ч = 1,249 л/с), а избыток в количестве 0,739 л/с проходит транзитом через всю сеть и поступает в бак водонапорной башни.

Удельный отбор воды в период максимального транзита воды в башню равен

$$q_{уд} = \frac{1,84 - 0 - 0,063 - 0,03 - 0}{1200,95 \cdot 3,6} = 0,000404 \text{ л/с}$$

При пожаре в час максимального водоразбора весь расход воды: 1,175 + 1,249 + 5 = 7,424 л/с поступает в узел 1 от НС-II. Предполагается, что пожар происходит в узле 2 (самой удаленной и высокой точке). Удельные и сосредоточенные отборы воды общественными зданиями в данном расчетном случае такие же, как и в случае максимального водоразбора (Рисунок 4).

Путевые и узловые отборы воды для всех расчетных случаев представлены в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 – Определение путевых отборов

N узла	Расчетная длина L, м	Путевые отборы воды, $Q_{пут}$, л/с		
		При максимальном водоразборе	При максимальном транзите	При максимальном водоразборе при пожаре
1-2	0	0	0	0
2-3	19,77	0,039382	0,007987	0,039382
3-4	211,69	0,421686	0,085523	0,421686
4-5	31,91	0,063565	0,012892	0,063565
5-6	28,93	0,057629	0,011688	0,057629
6-7	72,96	0,145336	0,029476	0,145336
6-8	193,78	0,38601	0,078287	0,38601
3-8	50,12	0,099839	0,020248	0,099839
8-9	71,83	0,143085	0,029019	0,143085
7-9	102,68	0,204539	0,041483	0,204539
9-10	56,9	0,113345	0,022988	0,113345
10-11	42,3	0,084262	0,017089	0,084262
11-12	113,95	0,226988	0,046036	0,226988
9-12	81,45	0,162248	0,032906	0,162248
12-1	122,68	0,244379	0,049563	0,244379
	1200,95	2,392292	0,485184	2,392292

Таблица 6 – Определение узловых отборов

N узла	N участка, примыкающего к узлу	Узловые отборы воды, $Q_{уз}$, л/с		
		При максимальном водоразборе	При максимальном транзите	При максимальном водоразборе при пожаре
1	1-2,1-12	0,122189	0,024781	0,122189
2	2-1,2-3	0,019691	0,003994	0,019691
3	3-2,3-4,3-8	0,280454	0,056879	0,280454
4	4-3,4-5	0,242626	0,049207	0,242626

Окончание таблицы 6

5	5-4,5-6	0,060597	0,01229	0,060597
6	6-5,6-7,6-8	0,294487	0,059725	0,294487
7	7-6,7-9	0,174937	0,035479	0,174937
8	8-3,8-6,8-9	0,314467	0,063777	0,314467
9	9-7,9-8,9-10,9-12	0,311609	0,063198	0,311609
10	10-9,10-11	0,098803	0,020038	0,098803
11	11-10,11-12	0,155625	0,031563	0,155625
12	12-9,12-11,12-1	0,316808	0,064252	0,316808
		2,392292	0,485184	2,392292

7 Предварительное потокораспределение

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, т.е.

$$\sum Q_{\text{узла}} = 0 \quad (19)$$

Чтобы уменьшить объем вычислительных работ необходимо выбрать такой вариант предварительного потокораспределения, который бы не сильно отличался от истинного потокораспределения, получаемого в результате увязки сети. Для этого желательно, чтобы в участках сети, попадающих в одно характерное сечение, расходы были приблизительно равны. При наличии потребителей с большим сосредоточенным отбором воды большая часть этого расхода направляется кратчайшим путем.

Потокораспределение выполняют для случая работы сети и представляют в виде схемы с указанием на них номеров и колец, значений подач и отборов воды, расходов на участках с обозначением стрелками направления движения воды.

8 Гидравлический расчет сети

Выполняется способом последовательной корректировки начального потокораспределения при сохранении баланса расходов в узлах выполняется увязка сети.

Увязки кольцевых водопроводных сетей выполняется методом Лобачева-Кросса, сущность которого заключается в определении поправочных расходов, вносимых во все элементарные кольца на каждой ступени расчета.

Для расчета необходима схема предварительного потокораспределения, которая удовлетворяет условию отбора.

Для определения скорости и диаметра используются таблицы Шевелева.

Коэффициент δ – коэффициент, учитывающий область гидравлического режима работы трубопровода, приняты в зависимости от скорости движения воды для стальных труб.

S_0 – удельное гидравлическое сопротивление трубопровода, приняты в зависимости от материала и диаметра труб.

Невязка в кольцах определяется:

$$\Delta h_i = \Sigma h = \Sigma (s \cdot q^2) = \pm 0,5 \text{ м}, \quad (20)$$

где Δh_i – алгебраическая сумма потерь напора (невязка) в i -м кольце, м;
 $\Sigma (s \cdot q^2)$ – сумма произведений сопротивления s на квадрат расхода q участков, образующих рассматриваемое элементарное кольцо i .

Если это условие не выполняется, то вводим поправочный расход:

$$\Delta q_i = \frac{-h_i}{2 \cdot \Sigma (s \cdot q)}, \quad (21)$$

где Δq_i – поправочный расход воды в i -м элементарном кольце, л/с;
 Δh_i – алгебраическая сумма потерь напора (невязка) в i -м кольце, м;
 $\Sigma (s \cdot q)$ – сумма произведений сопротивления s на расход q участков, образующих рассматриваемое элементарное кольцо i .

Поправочный расход вводится в дальнейшие расчеты (исправления) с учетом знаков. Знак в поправочном расходе указывает направление внесения поправки в замкнутый контур.

Расчеты гидравлической увязки сети представлены в таблицах.

Для того, чтобы сделать гидравлический расчет сети в населенном пункте, вводим поправочный коэффициент – 100 (узловые расходы, представленные в таблице, умножаем на 100).

Случай максимального водоразбора

Таблица 7 – Гидравлическая увязка сети на случай максимального водоразбора

N _к	N _{уч}	l, м	Предварительные расходы воды							
			q, л/с	D, мм	v, м/с	δ	S ₀ , л/с	S	S·q	h, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I	1-2	72,51	55,18	250	1,05	0,993	0,0000017	0,0001	0,00657	0,36240
	2-3	39,54	52,38	250	1,00	1,000	0,0000017	0,0001	0,00342	0,17932
	3-8	67,75	12,17	125	0,88	1,011	0,0000539	0,0037	0,04491	0,54660
	8-9	71,83	42,2	200	1,25	0,979	0,0000017	0,0001	0,00491	-0,20701
	9-12	81,45	11,75	100	1,15	0,986	0,0001198	0,0096	0,11305	-1,32831
	12-1	179,39	55,18	250	1,05	0,993	0,0000017	0,0003	0,01625	-0,89657
								0,18911	-1,34357	
II	12-9	81,45	11,75	100	1,15	0,986	0,0001198	0,0096	0,11305	1,32831
	9-10	113,79	103,81	300	1,37	0,972	0,0000007	0,0001	0,00760	-0,78893
	10-11	84,59	113,69	350	1,10	0,993	0,0000003	0,0000	0,00282	-0,32007
	11-12	113,95	11,75	100	1,15	0,986	0,0001198	0,0135	0,15816	-1,85833
								0,28162	-1,63902	
III	8-6	193,78	22,92	175	1,01	1,000	0,0000151	0,0029	0,06702	1,53613
	6-7	72,96	24,7	175	1,10	0,993	0,0000151	0,0011	0,02700	-0,66699
	7-9	205,36	42,2	200	1,25	0,979	0,0000017	0,0003	0,01402	-0,59183
	9-8	71,83	42,2	200	1,25	0,979	0,0000017	0,0001	0,00491	0,20701
								0,11295	0,48432	
IV	3-4	211,69	12,17	125	0,88	1,011	0,0000539	0,0115	0,14034	1,70789
	4-5	63,82	12,11	125	0,88	1,011	0,0000539	0,0035	0,04210	-0,50983
	5-6	28,39	18,17	150	0,94	1,011	0,0000220	0,0006	0,01149	-0,20885
	6-8	193,78	22,92	175	1,01	1,000	0,0000151	0,0029	0,06702	-1,53613
	8-3	67,75	12,17	125	0,88	1,011	0,0000539	0,0037	0,04491	-0,54660
								0,30587	-1,09352	

Таблица 8 – Исправление 1

N _к	N _{уч}	Исправление 1			
		Δq, л/с	q, л/с	S·q	h, м
I	1-2	3,55	58,73	0,0070	0,41
	2-3	3,55	55,93	0,0037	0,20
	3-8	1,76	13,93	0,0514	0,72
	8-9	-3,55	38,65	0,0045	-0,17
	9-12	-0,64	11,11	0,1069	-1,19
	12-1	-3,55	51,63	0,0152	-0,78
				0,1886	-0,81
II	12-9	-0,64	11,11	0,1069	1,19
	9-10	-2,91	100,90	0,0074	-0,75
	10-11	-2,91	110,78	0,0027	-0,30
	11-12	-2,91	8,84	0,1190	-1,05
				0,2360	-0,91
III	8-6	-1,79	21,13	0,0618	1,31

Окончание таблицы 8

	6-7	0	24,70	0,0270	0,67
	7-9	0	42,20	0,0140	0,59
	9-8	-3,55	38,65	0,0045	0,17
IV	3-4	1,79	13,96	0,1609	2,25
	4-5	-1,79	10,32	0,0359	-0,37
	5-6	-1,79	16,38	0,0104	-0,17
	6-8	-1,79	21,13	0,0618	-1,31
	8-3	1,76	13,93	0,0514	-0,72
				0,3204	-0,32

Таблица 9 – Исправление 2

N _к	N _{уч}	Исправление 2			
		Δq , л/с	q, л/с	S·q	h, м
I	1-2	2,16	60,89	0,0072	0,44
	2-3	2,16	58,09	0,0038	0,22
	3-8	2,16	16,09	0,0594	0,96
	8-9	-2,16	36,49	0,0042	-0,15
	9-12	-2,16	8,95	0,0861	-0,77
	12-1	-2,16	49,47	0,0146	-0,72
				0,1754	-0,03
II	12-9	1,94	13,04	0,1255	1,64
	9-10	-1,94	98,96	0,0072	-0,72
	10-11	-1,94	108,84	0,0027	-0,29
	11-12	-1,94	6,90	0,0929	-0,64
				0,5791	-0,01
III	8-6	0	21,13	0,0618	1,31
	6-7	0	24,70	0,0270	0,67
	7-9	0	42,20	0,0140	0,59
	9-8	-2,16	36,49	0,0042	0,15
IV	3-4	0	13,96	0,1609	2,25
	4-5	0	10,32	0,0359	0,37
	5-6	0	16,38	0,0104	0,17
	6-8	0	21,13	0,0618	1,31
	8-3	2,16	16,09	0,0594	0,96

Случай максимального транзита

Таблица 10 – Гидравлическая увязка сети на случай максимального транзита

N _к	N _{уч}	l, м	Предварительные расходы воды							
			q, л/с	D, мм	v, м/с	δ	S ₀ , л/с	S	S·q	h, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I	1-2	72,51	60,39	250	1,15	0,986	0,000001653	0,00011818	0,00714	0,43100
	2-3	39,54	59,19	250	1,13	0,993	0,000001653	0,00006490	0,00384	0,22738
	3-8	67,75	26,75	175	1,19	0,986	0,00001509	0,00100803	0,02696	0,72131
	8-9	71,83	27,81	175	1,23	0,979	0,00001509	0,00106115	0,02951	0,82069
	9-12	81,45	26,98	175	1,19	0,986	0,00001509	0,00121187	0,03270	-0,88215
	12-1	179,39	60,39	250	1,15	0,986	0,000001653	0,00029238	0,01766	-1,06630
									0,11781	0,25194
II	12-9	81,45	26,98	175	1,19	0,986	0,00001509	0,00121187	0,03270	0,88215
	9-10	113,79	52,33	250	1,00	1	0,000001653	0,00018809	0,00984	0,51508
	10-11	84,59	50,33	250	0,96	1	0,000001653	0,00013983	0,00704	0,35420
	11-12	113,95	26,98	175	1,19	0,986	0,00001509	0,00169543	0,04574	-1,23414
									0,09532	0,51729
III	8-6	193,78	7,44	80	1,06	0,993	0,0003078	0,05922797	0,44066	-3,27848
	6-7	72,96	7,44	80	1,06	0,993	0,0003078	0,02229989	0,16591	1,23438
	7-9	205,36	3,87	60	1,01	1	0,001494	0,30680784	1,18735	4,59503
	9-8	71,83	27,81	175	1,23	0,979	0,00001509	0,00106115	0,02951	-0,82069
									1,82342	1,73024
IV	3-4	211,69	26,75	175	1,19	0,986	0,00001509	0,00314968	0,08425	2,25379
	4-5	63,82	21,83	175	0,97	1	0,00001509	0,00096304	0,02102	0,45894
	5-6	28,39	20,60	150	1,07	0,993	0,00002204	0,00062134	0,01280	0,26367
	6-8	193,78	7,44	80	1,06	0,993	0,0003078	0,05922797	0,44066	3,27848
	8-3	67,75	26,75	175	1,19	0,986	0,00001509	0,00100803	0,02696	-0,72131
									0,58570	5,53357

Таблица 11 – Исправление 1

N _к	N _{уч}	Исправление 1			
		Δq, л/с	q, л/с	S·q	h, м
I	1-2	0	60,39	0,0071	0,43
	2-3	0	59,19	0,0038	0,23
	3-8	4,72	31,47	0,0317	1,00
	8-9	0,47	28,28	0,0300	0,85
	9-12	-2,71	24,27	0,0294	0,71
	12-1	0	60,39	0,0177	1,07
II	12-9	-2,71	24,27	0,0294	0,71
	9-10	-2,71	49,62	0,0093	0,46
	10-11	-2,71	47,62	0,0067	0,32
	11-12	2,71	29,69	0,0503	-1,49
				0,0957	-0,001
III	8-6	-4,25	3,19	0,1890	-0,60
	6-7	-0,47	6,97	0,1553	1,08

Окончание таблицы 11

	7-9	-0,47	3,40	1,0418	3,54
	9-8	0,47	28,28	0,0300	-0,85
				1,4161	3,17
IV	3-4	-4,72	22,03	0,0694	1,53
	4-5	-4,72	17,11	0,0165	0,28
	5-6	-4,72	15,88	0,0099	0,16
	6-8	-4,25	3,19	0,1890	0,60
	8-3	4,72	31,47	0,0317	-1,00
				0,3164	1,57

Таблица 12 – Исправление 2

N _к	N _{уч}	Исправление 2			
		Δq , л/с	q, л/с	S·q	h, м
I	1-2	0	60,39	0,0071	0,43
	2-3	0	59,19	0,0038	0,23
	3-8	2,48	33,96	0,0342	1,16
	8-9	1,12	29,40	0,0312	0,92
	9-12	0	24,27	0,0294	0,71
	12-1	0	60,39	0,0177	1,07
II	12-9	0	24,27	0,0294	0,71
	9-10	0	49,62	0,0093	0,46
	10-11	0	47,62	0,0067	0,32
	11-12	0	29,69	0,0503	1,49
III	8-6	-1,36	1,83	0,1082	-0,20
	6-7	-1,12	5,85	0,1304	0,76
	7-9	-1,12	2,28	0,6986	1,59
	9-8	1,12	29,40	0,0312	-0,92
				0,9684	1,24
IV	3-4	-2,48	19,54	0,0616	1,20
	4-5	-2,48	14,62	0,0141	0,21
	5-6	-2,48	13,39	0,0083	0,11
	6-8	-1,36	1,83	0,1082	0,20
	8-3	2,48	33,96	0,0342	-1,16
				0,2264	0,56

Таблица 13 – Исправление 3

N _к	N _{уч}	Исправление 3			
		Δq , л/с	q, л/с	S·q	h, м
I	1-2	0	60,39	0,0071	0,43
	2-3	0	59,19	0,0038	0,23
	3-8	1,23	35,18	0,0355	1,25
	8-9	0,64	30,04	0,0319	0,96
	9-12	0	24,27	0,0294	0,71
	12-1	0	60,39	0,0177	1,07
II	12-9	0	24,27	0,0294	0,71
	9-10	0	49,62	0,0093	0,46

Окончание таблицы 13

	10-11	0	47,62	0,0067	0,32
	11-12	0	29,69	0,0503	1,49
III	8-6	-0,59	1,24	0,0733	-0,09
	6-7	-0,64	5,21	0,1161	0,60
	7-9	-0,64	1,64	0,5025	0,82
	9-8	0,64	30,04	0,0319	-0,96
				0,7239	0,38
IV	3-4	-1,23	18,32	0,0577	1,06
	4-5	-1,23	13,40	0,0129	0,17
	5-6	-1,23	12,17	0,0076	0,09
	6-8	-0,59	1,24	0,0733	0,09
	8-3	1,23	35,18	0,0355	-1,25
				0,1870	0,16

Случай максимального пожара

Таблица 14 – Гидравлическая увязка сети на случай максимального пожара

Nк	Nуч	l, м	Предварительные расходы воды							
			q, л/с	D, мм	v, м/с	δ	S0, л/с	S	S·q	h, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I	1-2	72,51	363,93	600	1,22	0,986	0,0000000186	0,00000133	0,000484	0,176126
	2-3	39,54	138,91	350	1,35	0,972	0,0000002948	0,00001133	0,001574	-0,218624
	3-8	67,75	151,83	400	1,13	0,993	0,0000001483	0,00000998	0,001515	-0,229993
	8-9	71,83	137,83	350	1,33	0,972	0,0000002948	0,00002058	0,002837	-0,391009
	9-12	81,45	166,12	400	1,24	0,979	0,0000001483	0,00001183	0,001964	-0,326331
	12-1	179,39	363,93	600	1,22	0,986	0,0000000186	0,00000329	0,001197	-0,435736
									0,009571	-1,425568
II	12-9	81,45	166,12	400	1,24	0,979	0,0000001483	0,00001183	0,001964	0,326331
	9-10	113,79	140,70	400	1,05	0,993	0,0000001483	0,00001676	0,002358	-0,331728
	10-11	84,59	150,58	400	1,13	0,993	0,0000001483	0,00001246	0,001876	-0,282452
	11-12	113,95	166,12	400	1,24	0,979	0,0000001483	0,00001654	0,002748	-0,456543
									0,008946	-0,744392
III	8-6	193,78	45,45	200	1,34	0,972	0,000005149	0,00096984	0,044079	-2,003392
	6-7	72,96	120,34	350	1,16	0,986	0,0000002948	0,00002121	0,002552	-0,307121
	7-9	205,36	137,83	350	1,33	0,972	0,0000002948	0,00005885	0,008111	-1,117885
	9-8	71,83	137,83	350	1,33	0,972	0,0000002948	0,00002058	0,002837	0,391009
									0,057579	-3,037388
IV	3-4	211,69	15,13	125	1,12	0,993	0,00005388	0,01132602	0,171363	-2,592717
	4-5	63,82	39,39	200	1,15	0,986	0,000005149	0,00032401	0,012763	-0,502723
	5-6	28,39	45,45	200	1,34	0,972	0,000005149	0,00014209	0,006458	-0,293510
	6-8	193,78	45,45	200	1,34	0,972	0,000005149	0,00096984	0,044079	2,003392
	8-3	67,75	151,83	400	1,13	0,993	0,0000001483	0,00000998	0,001515	0,229993
									0,24	-1,155564

Таблица 15 – Исправление 1

Nк	Nуч	Исправление 1			
		Δq , л/с	q, л/с	S·q	h, м
I	1-2	74,47	438,40	0,0006	0,26
	2-3	-74,47	64,44	0,0007	-0,05
	3-8	-72,02	79,81	0,0008	-0,06
	8-9	-48,09	89,74	0,0018	-0,17
	9-12	-32,87	133,25	0,0016	-0,21
	12-1	-74,47	289,46	0,0010	-0,28
				0,0065	-0,51
II	12-9	-32,87	133,25	0,0016	0,21
	9-10	-41,60	99,10	0,0017	-0,16
	10-11	-41,60	108,98	0,0014	-0,15
	11-12	-41,60	124,52	0,0021	-0,26
				0,0067	-0,36
III	8-6	-23,93	21,52	0,0209	-0,45
	6-7	-26,38	93,96	0,0020	-0,19
	7-9	-26,38	111,45	0,0066	-0,73
	9-8	-48,09	89,74	0,0018	0,17
				0,0313	-1,20
IV	3-4	-2,45	12,68	0,1437	-1,82
	4-5	-2,45	36,94	0,0120	-0,44
	5-6	-2,45	43,00	0,0061	-0,26
	6-8	-23,93	21,52	0,0209	0,45
	8-3	-72,02	79,81	0,0008	0,06
				0,1834	-2,01

Таблица 16 – Исправление 2

Nк	Nуч	Исправление 2			
		Δq , л/с	q, л/с	S·q	h, м
I	1-2	39,05	477,45	0,0006	0,30
	2-3	-39,05	25,39	0,0003	-0,01
	3-8	-33,56	46,25	0,0005	-0,02
	8-9	-19,84	69,90	0,0014	-0,10
	9-12	-39,05	94,20	0,0011	-0,10
	12-1	-39,05	250,41	0,0008	-0,21
				0,0048	-0,14
II	12-9	-39,05	94,20	0,0011	0,10
	9-10	0	99,10	0,0017	0,16
	10-11	0	108,98	0,0014	0,15
	11-12	0	124,52	0,0021	0,26
III	8-6	-13,72	7,80	0,0076	-0,06
	6-7	-19,21	74,75	0,0016	-0,12
	7-9	-19,21	92,24	0,0054	-0,50
	9-8	-19,84	69,90	0,0014	0,10
				0,0160	-0,58
IV	3-4	-5,49	7,19	0,0815	-0,59
	4-5	-5,49	31,45	0,0102	-0,32

Окончание таблицы 16

	5-6	-5,49	37,51	0,0053	-0,20
	6-8	-13,72	7,80	0,0076	0,06
	8-3	-33,56	46,25	0,0005	0,02
				0,1050	-1,03

Таблица 17 – Исправление 3

Nк	Nуч	Исправление 3			
		Δq , л/с	q, л/с	S·q	h, м
I	1-2	0	477,45	0,0006	0,30
	2-3	0	25,39	0,0003	0,01
	3-8	4,89	51,14	0,0005	0,03
	8-9	18,03	87,93	0,0018	0,16
	9-12	0	94,20	0,0011	0,10
	12-1	0	250,41	0,0008	0,21
II	12-9	0	94,20	0,0011	0,10
	9-10	0	99,10	0,0017	0,16
	10-11	0	108,98	0,0014	0,15
	11-12	0	124,52	0,0021	0,26
III	8-6	-13,14	-5,34	-0,0052	-0,03
	6-7	-18,03	56,72	0,0012	-0,07
	7-9	-18,03	74,21	0,0044	-0,32
	9-8	18,03	87,93	0,0018	0,16
				0,0022	-0,26
IV	3-4	-4,89	2,31	0,0261	-0,06
	4-5	-4,89	26,57	0,0086	-0,23
	5-6	-4,89	32,63	0,0046	-0,15
	6-8	-13,14	-5,34	-0,0052	0,03
	8-3	4,89	51,14	0,0005	0,03
				0,0347	-0,39

9 Гидравлический расчет водопроводных линий, не вошедших в кольца

Таблица 18 – В случае водоразбора

N _{уч}	l, м	Предварительные расходы воды							
		q, л/с	D, мм	v, м/с	δ	S ₀ , л/с	S	S·q	h, м
НС2-1	72,98	87,43	300	1,16	0,972	0,0000007	0,00005	0,00435	0,38
ВБ-11	21,95	82,25	300	1,09	0,972	0,0000007	0,00001	0,00116	0,10

Таблица 19 – В случае транзита

N _{уч}	l, м	Предварительные расходы воды							
		q, л/с	D, мм	v, м/с	δ	S ₀ , л/с	S	S·q	h, м
НС2-1	72,98	87,43	300	1,16	0,972	0,0000007	0,00005	0,00411	0,36
11-ВБ	21,95	51,8	250	0,98	0,986	0,000001653	0,00004	0,00185	0,10

Таблица 20 – В случае пожара

N _{уч}	l, м	Предварительные расходы воды							
		q, л/с	D, мм	v, м/с	δ	S ₀ , л/с	S	S·q	h, м
НС2-1	72,98	519,68	700	1,33	0,979	0,000000009119	0,000005	0,00241103	1,25

10 Детализация сети

Процесс проектирования водопроводной сети и водоводов завершается составлением монтажных схем, т.е. детализацией. Детализация дается в рабочих чертежах, где условными обозначениями показывают фасонные части и арматуру. Правильное конструирование узлов и рациональное использование существующего сортамента фасонных частей снижают стоимость устройства сети, уменьшают размеры колодцев.

На основании детализации составляют спецификацию фасонных частей арматуры, необходимых для устройства сети.

11 Водопроводные колодцы и камеры

Для обеспечения нормальной эксплуатации водоводов и водопроводных сетей в местах установки арматуры и фасонных частей с фланцевыми соединениями устраивают водопроводные колодцы и камеры. Водопроводные колодцы следует сооружать из сборного железобетона.

Для определения габаритов водопроводных колодцев необходимо знать диаметр труб, размеры фасонных частей, а также размеры задвижек и пожарных гидрантов.

Колодец состоит из основания, рабочей камеры и горловины, которая заканчивается чугунным люком с крышкой.

Высота рабочей части колодцев должна быть не менее 1,5 м. Для спуска в колодец на горловине и стенках колодца надлежит устанавливать рифленые стальные или чугунные скобы; допускается применение переносных металлических лестниц.

При прокладке значительных и сложных узлов трубопроводов больших диаметров для размещения коммуникаций устраивают камеру переключений. При размещении задвижек в камерах предусматривается возможность управления ими с поверхности земли через небольшие люки с помощью специальных устройств.

При использовании для водоводов железобетонных напорных труб с целью сокращения габаритов камер участки водовода, непосредственно примыкающие к камере, выполняют из стальных труб. При наличии подземных вод днище и стенки колодцев и камер гидроизолируют битумом или цементным раствором. Воду из камер удаляют с помощью насосов, используя для этого приемки.

Таблица 21 - Спецификация

№ позиции	Наименование	Единица измерения	Количество
1	Задвижка 30с999нж	мм	2
2	Задвижка 30с999нж	мм	2
3	Задвижка 30с999нж	мм	2
4	Тройник фланцевый ТФ-Ду 700	мм	2
5	Крест фланцевый КФ-Ду 700	мм	1
6	Выпуск фланцевый ВФ-Ду 600	мм	1
7	Переход фланцевый ХФ-Ду 600	мм	2
8	Переход фланцевый ХФ-Ду 50	мм	2
9	Фланец ру16 Ду 700	мм	8
10	Фланец ру16 Ду 600	мм	5
11	Фланец ру16 Ду 50	мм	7

12 Определение пьезометрических линий

Расчет пьезометрических линий выполняют с целью обеспечения требуемых напоров в системе подачи и распределения воды. По этим отметкам определяют необходимый напор насосов второго подъема и высоту водонапорной башни.

Расположение линий равных пьезометрических напоров позволяет судить о работе сети в различные расчетные периоды, выявить перегруженные участки, установить зоны влияния водопотребителей и водонапорной башни.

Путь построения пьезометрических линий должен охватывать больше характерных точек: НС-II, начало сети, водонапорная башня, самая высокая и самая низкая точки, самая удаленная точка схода потоков, диктующий узел, точки подключения крупных потребителей воды (предприятий) и др.

Свободный напор $H_{св}$, м, определяется по формуле

$$H_{св} = 10 + (n - 1) \cdot 4, \quad (22)$$

где n – количество этажей.

$$H_{св} = 10 + (2 - 1) \cdot 4 = 14 \text{ м.}$$

13 Исходные данные для проектирования

1. Назначение трубопровода - В1 (хозяйственно – питьевой
холодный водопровод)
2. Материал труб - полиэтиленовые
3. Величина условного прохода - 400 мм
4. Грунт - глина
5. Сезон строительства - лето
6. Глубина сезонного промерзания - 2,6 м
7. Длина трубопровода - 122,68 м
8. Глубина залегания грунтовых вод - 4м
9. Район строительства - поселок
10. Уклон трубопровода - 0,002м.

14 Расчет объемов земляных работ при прокладке трубопроводов.

Для подсчета объема земляных работ, по разработке траншей определяют площади поперечного сечения траншеи, а также в точках перелома профиля или поворота оси траншеи (если таковые имеются). Объем выемки между 2 смежными поперечниками определяют по формуле:

$$V = \frac{F_1 + F_2}{2} * L$$

где L – длина траншеи;

F₁ и F₂ – площади смежных поперечников.

При трапециевидальной форме сечения траншеи площадь сечения поперечника F_{ср}. Определяют по формуле:

$$F_{ср} = \frac{h_{ср}(B + E_{ср})}{2} = h_{ср} * (B + m * h_{ср})$$

где h_{ср} - средняя глубина траншеи:

$$h_{ср} = \frac{h_1 + h_2}{2}$$

B – ширина траншеи по дну;

E_{ср} – средняя ширина траншеи по верху:

$$E_{ср} = B + 2 m h_{ср}$$

m – коэффициент заложения откоса, принимаемый в зависимости от грунта и глубины траншеи. m=0,37 – для глины.

h₁ – минимально допустимая глубина прокладки трубопровода.

0,5 м - d ≤ 800 мм;

0,3 м - d > 800 мм .

$$h_1 = H_{нр} + 0,5 м = 2,8 + 0,5 = 3,3 м$$

$$h_2 = h_1 + i * L = 3,3 + 0,001 * 1100 = 4,4 м$$

$$h_{ср} = (4,4 + 3,3) / 2 = 3,85 м$$

$$B = 0,73 + 1 = 1,73 м$$

Труба полиэтиленовая (напорная):

ГОСТ 18599 – 2001

Наружный диаметр 710мм
 Длина трубы 5м
 Масса трубы 375,545кг
 Марка трубы ПЭ80 SDR 21/17* (0,63/0,8* МПа)

$$E_{cp} = 1,73 + 2 * 0,37 * 3,85 = 4,58 \text{ м}$$

$$F_{cp} = 3,85 * (1,73 + 0,37 * 3,85) = 12,1 \text{ м}$$

Разработка грунта в траншеях осуществляется одноковшовыми экскаваторами оборудованных обратной лопатой и драглайном. Разработка ведется без нарушения естественной структуры грунта в основании траншеи, для чего оставляется недобор 0,2 м, 0,2 м разрабатывается в ручную. Весь объем грунта подлежащий разработке определяется по формуле:

$$V = V_m + V_p$$

где V_m – объем грунта разрабатываемый механизировано;
 V_p – объем грунта разрабатываемый в ручную.

$$V_m = V_{m1} + V_{m2}$$

где V_{m1} – объем грунта извлекаемый экскаватором при отрывке траншеи;
 V_{m2} – объем грунта разработанный экскаватором в котлованах под колодцы.

$$V_{m1} = F_{cp} + \frac{m[(h_1 - 0.2) + (h_2 - 0.2)]^2}{12} * l_1$$

где l_1 – длина трубопровода без суммарной длины котлованов под колодцы (длина 1 котлована принимается по верху).

$$l_1 = L - a_2 * N$$

где a_2 – длина котлована под колодец по верху;
 N – количество котлованов под колодцы.

$$N = \frac{L}{100} + 1 = \frac{1100}{100} + 1 = 12$$

$$a_2 = a_1 + 2 * m h_{cp}$$

a_1 – длина котлована по низу

Определение размеров колодца в плане в зависимости от d трубопровода.

Строительная длина задвижки 800 мм длина строительная требуемая – d колодца:

$$d_k = l_{\text{строит.}} + 1 \text{ м} = 0,8 + 1 = 1,8 \text{ м}$$

$d_{\text{колодец}} = 2\text{м}$ (внутренний диаметр колодца)

По высоте (в) колодец не может быть менее 1,8м

$H_{\text{раб. камеры}} = H_{\text{задв.}} + 0,7\text{м}$

Задвижка (электрофицированная):

ГОСТ 12673 - 71

$H_{\text{задвижки}} = 2830\text{мм}$

$m_{\text{задвижки}} = 928\text{ кг}$

материал чугуна

$H_{\text{раб. камеры}} = 2,83 + 0,7 = 2,53 \approx 3,6\text{м}$

Кольца рабочей камеры:

Кольцо стеновое КЦ 20 – 12 (3 штуки)

Плита днища КЦД 20:

Наружный диаметр 2,5м

Толщина плиты 12см

Масса плиты 1470кг

Плита перекрытия КЦП 1 – 20:

Внутренний диаметр 700мм

Наружный диаметр 2200мм

Толщина плиты 15см

Расстояние между осями плиты и лаза 650 мм

Масса плиты 1280кг

Горловина:

Кольцо стеновое КЦ – 7 – 3 1 кольцо

Внутренний диаметр 700мм

Наружный диаметр 840мм

Высота 30см

Масса 130кг

$H_{\text{горлов.}} = h_{\text{ср.}} - H_{\text{раб. камеры факт.}} - 0,15$, где

0,15 – толщина перекрытия

$H_{\text{горлов.}} = 3,85 - 3,6 - 0,15 = 0,3\text{м}$

Плита опорная:

Марка КЦО – 2

Внутренний диаметр лаза 1000мм

Толщина 15см

Размеры в плане 1,7*1,7м

Масса 800кг

Кольцо опорное:

Марка КЦО – 1

Внутренний диаметр 580мм
 Наружный диаметр 840мм
 Толщина 7см
 Масса 50кг

При $h_{cp}=3,85$ $a_1 = b_1 = 3,7$ м
 $b_2 = a_2 = a_1 + 2 \cdot mh_{cp}$
 $b_2 = a_2 = 3,7 + 2 \cdot 0,37 \cdot 3,85 = 6,55$ м
 $l_1 = L - a_2 \cdot N$
 $l_1 = 1100 - 6,55 \cdot 12 = 1021,4$ м

$$V_{m1} = 12,14 + \frac{0,37[(3,3 - 0,2) + (4,4 - 0,2)]^2}{12} * 1021,4 = 14078,1 \text{ м}^3$$

$$V_{m2} = \frac{h_{cp} * [(2 * a_1 + a_2) * b_1 + (2 * a_2 + a_1) * b_2] * N}{6}$$

$$V_{m2} = \frac{3,85 * [(2 * 3,7 + 6,55) * 3,7 + (2 * 6,55 + 3,7) * 6,55] * 12}{6} = 1244,8 \text{ м}^3$$

$$V_m = 14078,1 + 1244,8 = 15322,9 \text{ м}^3$$

15 Объем грунта, разрабатываемого вручную.

$$V_p = V_{p1} + V_{p2}$$

где V_{p1} – объем грунта разрабатываемый в ручную при разработке недобора.

V_{p2} – объем грунта разрабатываемый в ручную при рытье приямков.

$$V_{p1} = h_{\text{нед.}} (B * l_1^n + a_1 * b_1 * N)$$

где $h_{\text{нед.}} = 0,2\text{м}$

l_1^n – длина трубопровода без суммарной длины котлов под колодец, считая по низу.

$$l_1^n = L - a_1 * N$$

$$l_1^n = 1100 - 3,7 * 12 = 1055,6\text{м}$$

$$V_{p1} = 0,2 * (1,73 * 1055,6 + 3,7 * 3,7 * 12) = 398,1\text{м}^3$$

$$V_{p2} = V_{\text{пр}} * N_1$$

где $V_{\text{пр}}$ = ширина* длину* глубину.

Размеры приямка:

Глубина 0,4м

Ширина = наружному диаметру + 1м = 0,73+1=1,73м

Длина 1м

$$V_{\text{пр}} = 1 * 0,4 * 1,73 = 0,69\text{м}^3$$

$$N_1 = \frac{L - h_{\text{стр}} * N}{l_{\text{ТР}}} + 1$$

где $h_{\text{стр}}$ – строительная длина задвижки.

$$N_1 = \frac{1100 - 0,8 * 12}{5} + 1 = 219$$

$$V_{p2} = 219 * 0,69 = 151\text{м}^3$$

$$V_p = 398,1 + 151 = 549,1\text{м}^3$$

Весь объем грунта подлежащий разработке:

$$V = 15322,9 + 549,1 = 15872\text{м}^3$$

16 Определение объема земли подлежащей вывозу в отвал за пределы строительства.

Основная часть грунта, извлекаемая при разработке траншеи, понадобится для обратной засыпки после монтажа и предварительном испытании трубопровода. Часть грунта при этом окажется лишней, так как вытиснится трубопроводом и колодцами.

Этот избыточный объем грунта подлежит вывозу в отвал за пределы строительства.

Объем грунта подлежащий вывозу в отвал за пределы строительства определяется по формуле:

$$V_o^B = (V_{тр} + V_{кол}) * K_{пр}$$

где $V_{тр}$ – объем земли вытиснутый трубопроводом; $V_{кол}$ – объем земли вытиснутый колодцами; $K_{пр}$ – коэффициент первоначального разрыхления грунта.

Для грунта: глины $K_{пр} = 1,24 - 1,32$; принимаем $K_{пр} = 1,3$

$$V_{тр} = \frac{\pi * d_{н.тр.}^2}{4} * l_1' * K_p$$

где l_1' - длина трубопровода за вычетом суммарной длины всех колодцев; K_p – коэффициент, учитывающий объем земли, вытисняемый раструбами и муфтами, $K_p = 1,05$ – для железо – бетонных труб.

$$l_1' = L - d_{н.кол.} * N$$
$$l_1' = 1100 - 2,2 * 12 = 1073,6 \text{ м}$$

$$V_{тр} = \frac{3,14 * 0,73^2}{4} * 1073,6 * 1,05 = 471,6 \text{ м}^3$$

$$V_{кол} = \frac{\pi * d_{нк}^2}{4} * h_{ср} * N$$

$$V_{кол} = \frac{3,14 * 2,2^2}{4} * 3,85 * 12 = 175,5 \text{ м}^3$$

$$V_o^B = (471,6 + 175,5) * 1,3 = 841,2 \text{ м}^3$$

17 Таблица баланса объема земляных масс.

Вид работы	Основные параметры выемки				Объем грунта в плот. теле	
	Ширина по верху, м	Ширина по низу, м	Глубина, м	Длина, м	Обозначение	Кол, м ³
Механизированные земляные работы						
Разработка траншеи	4,58	1,73	3,85	1055,6	V _{m1}	14078,1
Разработка котлованов под колодцы	6,55	3,7	3,85	3,7	V _{m2}	1244,8
Вывоз грунта в отвал за пределы строительства	64,85	64,85	0,2	64,85	V _o ^B	841,2
Ручные земляные работы						
Разработка недобора	1,73	1,73	0,2	1100	V _{p1}	398,1
Рытье приямков	1,73	1,73	0,4	1,0	V _{p2}	151
Общий объем разработки	-	-	-	-	V	15872
В том числе механизированные	-	-	-	-	V _m	15322,9
В том числе ручные	-	-	-	-	V _p	549,1

18 Предварительный выбор комплекта машин.

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

Разработка грунта в траншее и котловане под колодцы, вывоз избыточного грунта в отвал за пределы строительства, планировка(разравнивание) грунта в отвале за пределами строительства, монтаж трубопроводных колодцев, арматуры; обратная засыпка траншеи и котлованов под колодцы; планирование траншеи и отвала. Ведущей машиной в комплекте является экскаватор, марки и типы остальных машин подбирается в зависимости от производительности экскаватора.

Для отрывки траншеи и котлованов принимают одноковшовый экскаватор, оборудованный обратной лопатой экскаватором драглайном. Определение марки экскаватора начинают с определения объема ковша экскаватора. Объем ковша определяется в зависимости от месячного объема механизированных земляных работ, месячный объем механизированных работ определяют, как рекомендуемый срок строительства трубопровода, а он определяется в соответствии со СН 440 – 72 , в зависимости от назначения трубопровода, его диаметра и длины.

Принимаем рекомендуемый срок строительства 3,2 месяца, планируем 2 сменную работу. Месячный объем механизированных земляных работ:

$$V_{\text{мес.}} = \frac{15322,9}{1,6} = 9576,8 \text{ м}^3$$

Основываясь на рекомендациях объема ковша по справочнику, подбирают и выписывают основные параметры экскаватора с обратной лопатой и экскаватора драглайна.

Таблица – Технические характеристики экскаваторов

Наименование показателей	Марка экскаватора	
	Обратная лопата	Драглайн
Марка экскаватора	ЭО – 4121 А	Э – 652 Б
Объем ковша, м ³	0,65	0,65
Наибольшая глубина копания, м	7,1	7,3
Наибольшая высота выгрузки, м	5,2	3,5
Наибольший радиус выгрузки, м	10,2	10
Наибольший радиус резания, м	10,2	11,1

После выбора 2 марок экскаватора оценивается техническая возможность их применения, для этого выполняют проверку, которая

заключается в сравнении наибольшей глубины копания экскаваторов с наибольшей глубиной траншеи:

$$H_k \geq h_2$$

$$h_2 = 4,4 \text{ м}; H_k = 7,1$$

$$h_2 = 4,4 \text{ м}; H_k = 7,3$$

$7,1 > 4,4$ и $7,3 > 4,4$ - следовательно, глубина копания возможна для 2 марок экскаваторов, окончательный выбор проводим согласно технико-экономического сравнения.

Выбор марки средств для транспортировки избыточного грунта за пределы строительства

Наиболее приемлемым средством для транспортирования грунта на расстояние более 0,5 км являются самосвалы.

Выбор марки самосвала производится с учетом следующих требований:

1. технологические данные автомобиля (высота борта кузова, его размеры) должны соответствовать марке экскаватора;
2. вместимость кузова должна обеспечивать погрузку не менее 3 ковшей экскаватора.

Грузоподъемность самосвала принимается в зависимости от расстояния транспортирования грунта и объема ковша экскаватора.

Расстояние транспортировки принимаем 2 км.

$$V_{\text{ков}} = 0,65 \text{ м}^3$$

Грузоподъемность самосвала 10 т:

Марка самосвала КАМАЗ – 5511

Грузоподъемность 10 т

Высота 2700мм = 2,7м

Высота борта кузова самосвала должна быть не менее, чем 0,3м ниже наибольшей выгрузке экскаватора.

Количество ковшей экскаватора необходимое для загрузки самосвала:

$$n = \frac{G}{\gamma * E * K_n}, \text{ где}$$

G – грузоподъемность самосвала, т

γ – плотность грунта, т/м³; $\gamma = 1,5 \text{ т/м}^3$ – для глины

E – вместимость ковша, м³

K_n – коэффициент наполнения ковша, $K_n = 0,85$

$$n = \frac{10}{1,5 * 0,65 * 0,85} = 12 \text{ шт.}$$

Принимаем 12 штук.

Длительность погрузки 1 самосвала составит:

$$t_{noz} = \frac{n}{n_y * K_m}, \text{ где}$$

n – количество ковшей, шт.;

n_y – число циклов экскавации в минуту, $n_y = 1$;

K_T – коэффициент, учитывающий условия подачи самосвала в забой,

$K_T = 0,85$.

$$t_{noz} = \frac{12}{1 * 0,85} = 15 \text{ мин.}$$

Количество рейсов самосвалов в смену:

$$P_p = \frac{t_{смен} * 60}{t_{noz} * 2l / V * 60 + t_p + t_m}, \text{ где}$$

$t_{смены}$ – продолжительность смены, 8 часов;

l – дальность перевозки, км;

V – средняя скорость движения, $V = 25$ км/час;

t_p – длительность разгрузки в минутах, $t_p = 1$ минута;

t_m – длительность маневрирования машин, $t_m = 3$ минуты.

$$P_p = \frac{8 * 60}{15 + 2 * 2 / 25 * 60 + 1 + 3} = 27 \text{ рейсов/смен}$$

Производительность автосамосвалов в смену:

$$P_{a.c.} = \frac{G}{\gamma} * P_p$$

$$P_{a.c.} = \frac{10}{1,5} * 27 = 180 \text{ м}^3/\text{смен}$$

Выбор механизмов для обратной засыпки траншеи и ее планировки.

Для обратной засыпки используется грунт находящийся в отвале. После засыпки траншеи производят планировку ее поверхности. Для механизации работ по засыпке применяют бульдозеры. Для планировки траншеи и места свалки избыточного грунта применяют так же бульдозеры.

Методика подбора бульдозера:

Марка бульдозера подбирается по справочнику строителя. Для этих работ рекомендуется применять средние по мощности бульдозеры

Марка бульдозера ДЗ – 117

Трактор Т – 130 М – Г.1

Продолжительность работ по обратной засыпке траншеи, планировке траншеи и свалки избыточного грунта, определяется по формуле:

$$T_6 = \frac{S \cdot H_{ep}}{1000 \cdot t_c}, \text{ где}$$

S – площадь планируемой поверхности, $S = S_1 + S_2$;

$H_{вр.}$ – норма времени на планировку 1000 м², $H_{вр.} = 1,2$ часа;

t_c – продолжительность смены, $t_c = 8$ часов.

S_1 – площадь поверхности на месте траншеи и отвала грунта;

S_2 – площадь планируемой поверхности на месте свалки избыточного грунта.

$$S_1 = (E_{cp.} + 1m + b) \cdot l$$

$$H_{отв.} = \sqrt{F_{от}}$$

$$F_{от} = F_{cp.} \cdot K_{пр.} \cdot K, \text{ где}$$

$K_{пр.} = 1,3$; $F_{cp.} = 12,14 \text{ м}^2$ - из расчетов;

$$K = \frac{V - V_o^e}{V} = \frac{15872 - 841,2}{15872} = 0,95$$

$$b = 2 \cdot H_{отв.}$$

$$F_{от} = 12,14 \cdot 1,3 \cdot 0,95 = 14,94 \text{ м}^2,$$

$$H_{отв.} = \sqrt{14,94} = 3,86 \text{ м},$$

$$b = 2 \cdot 3,86 = 7,72 \text{ м},$$

$$S_1 = (4,579 + 1 + 7,72) \cdot 1100 = 14628,9 \text{ м}^2,$$

$$S_2 = \frac{V_o^e}{0,2} = \frac{841,2}{0,2} = 4206 \text{ м}^2,$$

$$S = 4206 + 14628,9 = 18834,9 \text{ м}^2$$

$$T_6 = \frac{18835 \cdot 1,2}{1000 \cdot 8} = 2,8 \approx 3 \text{ см}$$

Определение технико-экономических показателей для окончательного выбора комплекта машин.

Окончательный выбор комплекта машин проводится на основе сравнения 3 технико-экономических показателей:

1. Продолжительность земляных работ;
2. Себестоимость разработки 1 м³ грунта:

Трудоемкость разработки 1 м³ грунта рассчитанная для двух типов экскаваторов.

19 Продолжительность работы экскаваторов по отрывки траншеи

$$T_3^{\text{др}} = \frac{V_m}{\Pi_3^{\text{др}}}, \text{ см} \qquad T_3^{\text{обл}} = \frac{V_m}{\Pi_3^{\text{обл}}}, \text{ см}$$

Π_3 – нормативная производительность экскаватора в смену.

$$\Pi_3^{\text{обл}} = t_{\text{см}} * 100 * \left(\frac{1-P}{H_{\text{вр}}^{\text{обл}} 1} + \frac{P}{H_{\text{вр}}^{\text{обл}} 2} \right), \text{ м}^3/\text{см}$$

$$\Pi_3^{\text{др}} = t_{\text{см}} * 100 * \left(\frac{1-P}{H_{\text{вр}}^{\text{др}} 1} + \frac{P}{H_{\text{вр}}^{\text{др}} 2} \right), \text{ м}^3/\text{см}$$

P – количество избыточного грунта, погружаемого в транспорт в долях единицы (за единицу принят весь объем грунта, разрабатываем экскаватором);

$H_{\text{вр}}^1$ и $H_{\text{вр}}^2$ – соответственно норма времени на разработку грунта экскаватором при работе в отвал и при погрузке в транспорт, принимаем по ЕНиРу;

100 – единица измерения объема грунта, разрабатываемого экскаватором;

$t_{\text{смены}}$ – продолжительность смены, 8 часов;

$H_{\text{вр}}^{\text{обл}} 1 = 2,4$ часа; $H_{\text{вр}}^{\text{обл}} 2 = 3,1$ часа.

$H_{\text{вр}}^{\text{др}} 1 = 2,5$ часа; $H_{\text{вр}}^{\text{др}} 2 = 3,2$ часа.

$$P = \frac{V_o}{V_m}$$

$$P = \frac{841,2}{15322,9} = 0,055$$

$$\Pi_3^{\text{обл}} = 8 * 100 * \left(\frac{1-0,055}{2,4} + \frac{0,055}{3,1} \right) = 329,2 \text{ м}^3/\text{см}$$

$$\Pi_3^{\text{др}} = 8 * 100 * \left(\frac{1-0,055}{2,5} + \frac{0,055}{3,2} \right) = 316,2 \text{ м}^3/\text{см}$$

$$T_3^{\text{др}} = \frac{15322,9}{316,2} = 48,5$$

$$= 49 \text{ см}$$

$$T_3^{\text{обл}} = \frac{15322,9}{329,2} = 47$$

$$\text{ см}$$

Себестоимость отрывки 1 м³ грунта траншеи экскаватором определяется по формуле:

$$C_{\text{тр}}^{\text{обл}} = \frac{1,08 * (5,33 * 8 * T_{\text{с}}^{\text{обл}} + 6,07 * 8 * T_{\text{б}} + 4,6 * 8 * T_{\text{с}}^{\text{обл}}) + 1,5 * \sum Z_p}{V}, \text{ где}$$

$$C_{\text{тр}}^{\text{др}} = \frac{1,08 * (5,19 * 8 * T_{\text{с}}^{\text{др}} + 6,07 * 8 * T_{\text{б}} + 4,6 * 8 * T_{\text{с}}^{\text{др}}) + 1,5 * \sum Z_p}{V}, \text{ где}$$

Z_p – расценка за разработку 1 м³ грунта, принимаем по ЕниР, для 2 группы (глина) $Z_p = 2,5 \text{руб./м}^3$

V_p – объем ручных работ, м³;

$\sum Z_p$ – заработная плата рабочих, выполняющих ручные работы.

$$\sum Z_p = Z_p * V_p$$

$$\sum Z_p = 2,5 * 549 = 1372,5 \text{руб.}$$

$$C_{\text{тр}}^{\text{обл}} = \frac{1,08 * (5,33 * 8 * 47 + 6,07 * 8 * 3 + 4,6 * 8 * 47) + 1,5 * 1372,5}{15872} = 0,39 \text{руб./м}^3$$

$$C_{\text{тр}}^{\text{др}} = \frac{1,08 * (5,19 * 8 * 49 + 6,07 * 8 * 3 + 4,6 * 8 * 49) + 1,5 * 1372,5}{15872} = 0,4 \text{руб./м}^3$$

Трудоемкость отрывки 1 м³ грунта определяем по формуле:

$$M_{\text{тр}}^{\text{обл}} = \frac{\sum M_m + \sum M_p}{V}, \text{ где}$$

$\sum M_m$ – затраты труда по управлению и обслуживанию машин в одной машинной части;

$\sum M_p$ – затраты труда на ручные операции.

$$\sum M_m = 2,65 + 1,48 + 1,79 = 5,92 \text{час/м}^3;$$

$$\sum M_p = N_{\text{вр}} * V_p, \text{ где}$$

$N_{\text{вр}}$ – норма времени на ручную разработку 1 м³ грунта, принимаем в зависимости от типа грунта и сезона строительства, $N_{\text{вр}} = 3,2 \text{часа/ м}^3$ – для 2 группы;

V_p – объем ручных работ, м³;

V – весь объем грунта подлежащий разработке, м³

$$M_{\text{тр}}^{\text{обл}} = \frac{5,92 + 3,2 * 549}{15872} = 0,11 \text{ час/ м}^3$$

$$M_{\text{тр}}^{\text{др}} = \frac{2,62 + 1,48 + 1,79 + 3,2 * 549}{15872} = 0,11 \text{ час/ м}^3$$

Таблица - Техничко-экономические показатели

Наименование	Комплект с обратной лопатой	Комплект с драглайном
Продолжительность отрывки траншеи, смены	47	49
Себестоимость отрывки 1 м ³ , руб./ м ³	0,39	0,4
Трудоемкость разработки 1 м ³ , чел-час/Маш-час/ м ³	0,11	0,11

Вывод: принимаем окончательный комплект машин, основываясь на технико-экономических показателях:

1. Экскаватор с обратной лопатой марки ЭО – 4121А
2. Бульдозер марки ДЗ – 117
3. Автосамосвал марки КАМАЗ – 5511.

20 Определение размеров забоя.

Расчетные параметры забоя определяются, исходя из рабочих параметров экскаватора и размеров траншеи. При этом определяют место положения оси движения экскаватора относительно оси траншеи, площадь поперечного сечения отвала и его размеры, место положения отвала относительно бровки траншеи, ширину забоя.

Площадь поперечного сечения отвала:

$$F_{от} = 12,14 * 1,3 * 0,95 = 14,94 \text{ м}^2,$$

$$H_{отв.} = \sqrt{14,94} = 3,86 \text{ м},$$

$$b = 2 * 3,86 = 7,72 \text{ м},$$

расстояние от бровки траншеи до основания отвала определяется по формуле:

$$a = h_2 (1 - m), \text{ где}$$

m – коэффициент заложения откоса, $m=0,37$;

$$a = 4,4 * (1 - 0,37) = 2,8 \text{ м}$$

Общая ширина забоя, включая отвал, определяется по формуле:

$$A = E_{ср} + a + b$$

$$A = 4,579 + 2,8 + 7,72 = 15,1 \text{ м}$$

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

Проверяем следующее условие:

$$R_b \geq A_1, \text{ где}$$

R_b – наибольший радиус выгрузки экскаватора, определяем по справочнику,

$$R_b = 10,2;$$

A_1 – расстояние, определяем по формуле:

$$A_1 = \frac{E_2}{2} + a + b$$

$$E_2 = B + 2 * h_2 * m$$

$$E_2 = 1,73 + 2 * 0,37 * 4,4 = 4,99 \text{ м}$$

$$A_1 = \frac{4,99}{2} + 2,8 + 7,72 = 13 \text{ м}$$

$10,2 \text{ м} < 13 \text{ м}$, условие не выполняется, значит, ось экскаватора не совпадает с осью траншеи.

Определяем, насколько смещена ось экскаватора от оси траншеи в сторону отвала:

$$S = A_1 - R_b$$

$$S = 13 - 10,2 = 2,8 \text{ м}$$

При этом необходимо соблюдать условие:

$$R_p \geq (E_2 / 2) + S$$

$$R_p = R_{p(ср)} - 0,5 \text{ м}, \text{ где}$$

R_p – наибольший радиус резания экскаватора;

$$R_p = 10,2 - 0,5 = 9,7 \text{ м}$$

$$4,99/2 + 2,8 = 5,3$$

Получим $9,7 \geq 5,3$ – условие выполняется, ось движения экскаватора смещена от оси траншеи в сторону отвала на расстояние 2,8 м.

21 Выбор кранового оборудования для монтажа трубопровода, колодцев и арматуры

Для монтажа трубопровода в городских условиях используется пневмоколесные и автомобильные краны.

Требуемую грузоподъемность крана определяют исходя из максимальной массы груза, который должен поднять кран при требуемом вылете стрелы. Этот груз определяется с учетом массы грузозахватных приспособлений по формуле:

$$G_{кр} = Q_{max} * K_{гр}, \text{ где}$$

Q_{max} – масса самого тяжелого элемента (трубы, арматуры, элементы колодцев),

Q_{max} – в данном случае масса трубы, $Q_{max} = 1,89\text{т}$;

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

$$G_{кр} = 1,89 * 1,1 = 2,08 = 2,1\text{т}.$$

Перед определением требуемого вылета стрелы намечают рабочее положение стрелы по отношению к траншее.

Кран располагают на свободной от отвала стороне траншеи. На этой же стороне располагают заготовки из труб, арматуры и элементов колодцев.

У бровки траншеи располагают все элементы (заготовки труб, арматуру и элементы колодцев), а кран за ними.

Требуемый вылет стрелы определяем по формуле:

$$L_c = \frac{B}{2} + 1,2 * m * h_2 + a_1 + \frac{B_{кр}}{2} + a_2, \text{ где}$$

$B_{кр}$ – ширина калии крана, $B_{кр} = 2,6\text{м}$;

a_1 – ширина места, занимаемая трубой, элементами колодца;

a_2 – расстояние от трубы или элемента колодца до крана, $a_2 = 1\text{м}$

$$L_c = \frac{1,73}{2} + 1,2 * 0,37 * 4,4 + 2,5 + \frac{2,6}{2} + 1 = 7,6 \text{ м}$$

По справочнику подбираем кран:

Марка крана КС – 3562Б

Максимальная грузоподъемность 10т

Грузоподъемность при максимальном вылете стрелы 1,2т

Вылет крюка 4-10т

Марка базового автомобиля МАЗ – 5334

Завод изготовитель: «Ивановский автомобильных кранов».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения дипломной работы по водоснабжению населенного пункта, была запроектирована наружная сеть поселка и входящим в него предприятия (свинокомплекс), согласно СП 31.13330-2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».

В дипломной работе были выполнены следующие расчеты: определение расчетных расходов воды системы водоснабжения, режим водопотребления населенного пункта, определение режима работы насосной станции, определение объемов водонапорной башни, трассировка водопроводов и магистральных водопроводных сетей, расчет путевых и узловых отборов, предварительное потокораспределение, гидравлический расчет сети, расчет объемов земляных работ при прокладке трубопроводов, определение объема земли подлежащей вывозу в отвал за пределы строительства, определение размеров забоя, определение технико-экономических показателей для окончательного выбора комплекта машин.

В результате гидравлического расчета наружной сети водоснабжения были приняты трубы из полиэтилена диаметром 710 мм. Был подобран комплекс машин для прокладки трубопроводов : экскаватор с обратной лопатой марки ЭО – 4121А, бульдозер марки ДЗ – 117, автосамосвал марки КАМАЗ – 5511, кран марки КС – 3562Б. В период максимального водоразбора (16-17 ч) населенный пункт потребляет $8,726 \text{ м}^3/\text{ч}$ ($2,424 \text{ л/с}$), из которых поликлиника отбирает $0,021 \text{ м}^3/\text{ч}$ ($0,0058 \text{ л/с}$) из узла 1, магазин отбирает $0,0625 \text{ м}^3/\text{ч}$ ($0,0175 \text{ л/с}$) из узла 1, ДК отбирает $0,0298 \text{ м}^3/\text{ч}$ ($0,008 \text{ л/с}$) из узла 2. В это время НС-II подъема подает в населенный пункт $4,167 \%$ ($3,862 \text{ м}^3/\text{ч} = 1,249 \text{ л/с}$), а недостающий расход в количестве $1,175 \text{ л/с}$ поступает из башни. Все расчеты произведены согласно нормам, которые установлены в СП 31.13330-2012.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Водный кодекс Российской Федерации (редакция, действующая с 31 октября 2016 года) № 74-ФЗ.

2 О внесении изменений в Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" (с изменениями на 13 июля 2015 года).

3 Приказ Минприроды России от 13 апреля 2009 г. N 87 "Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства".

4 Федеральный закон от 22 июня 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

5 Федеральный закон от 9 декабря 2016 года «О федеральном бюджете на 2017 год и на плановый период 2018 и 2019 годов».

6 ВНТП-Н-97 «Нормы расходов воды потребителей систем сельскохозяйственного водоснабжения».

7 ГН 2.1.5.1315–03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». – Москва : Минздрав России, 2003.

8 СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения».

9 СанПиН 2.1.4.1110 – 02 «Зоны санитарной охраны источника водоснабжения и водопроводов питьевого назначения».

10 СП 30.13330.2012 «Внутренний водопровод и канализация зданий».

11 СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*».

12 СП 131.13330.2012 «Строительная климатология». Актуализированная версия СНиП 23-01-99*.

13 Абрамов Н.Н. Водоснабжение / Н.Н. Абрамов. – Москва: Стройиздат, 1974. – 480 с.

14 Александров А.А. Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации: справочник монтажника / А.А. Александров. – Москва: Стройиздат, 1998. – 576 с.

15 Басс Г.М. Водоснабжение. Техничко-экономические расчеты / Г.М. Басс.– Киев.: Издательское объединение «Высшая школа», 1977. – 152 с.

16 Беликов С.Е. Водоподготовка: справочник/ Под. ред. д.т.н., действительного члена Академии промышленной экологии С.Е.Беликова. - М.: Аква-Терм, 2007. - 240с.

17 Журба М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: В 3-х т. – Т 1. Системы водоснабжения. Водозаборные сооружения / М.Г. Журба. - Москва: ВоГТУ, 2001. - 209 с.

- 18 Журба М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: В 3-х т. – Т 2. Очистка и кондиционирование природных вод / М.Г. Журба. - Москва: ВоГТУ, 2001. – 324 с.
- 19 Кедров В.С., Е.Н. Ловцов. Санитарно-техническое оборудование зданий. – Москва: Стройиздат, 1989.
- 20 Кожин В.Ф. Очистка питьевой и технической воды / В.Ф. Кожин. – Москва: Стройиздат, 1971. - 304 с.
- 21 Курганов А.М. Водозаборные сооружения систем коммунального водоснабжения: учебное пособие / А.М. Курганов. - Москва: Издательство «АСВ», 1998. - 246 с.
- 22 Матюшенко А.И. Водозаборы подземных вод / А.И. Матюшенко. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2005. – 248 с.
- 23 Москвитина А.С. Оборудование водопроводно-канализационных сооружений / А.С. Москвитина. – Москва: Стройиздат, 1979. – 430 с.
- 24 Репин Б.Н. Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения: справочник / Б.Н. Репин. – Москва: Высш. Шк., 1995. – 431 с.
- 25 Сомов М.А. Водопроводные системы и сооружения. – М.: Стройиздат, 1988. - 399 с.
- 26 Плотников Н.А., Алексеев В.С. Проектирование и эксплуатация водозаборов подземных вод. – М.: Стройиздат, 1990. – 256 с.
- 27 Фрог Б.Н., Левченко А.П. Водоподготовка: учебное пособие для вузов. - М.: Издательство МГУ, 1996. - 680 с.
- 28 Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб.
- 29 Шифрин С.М. Справочник по эксплуатации систем водоснабжения, канализации, газоснабжения / С.М. Шифрин. – Л.: Стройиздат, 1976. – 385 с.
- 30 Распределение воды. [Электронный ресурс] // Водоснабжение, насосы для воды. – Режим доступа: <http://ru.grundfos.com/>.

Генеральный план населенного пункта

М 1:1000

СОЗДАНО УЧЕБНОЙ ВЕРСИЕЙ ПРОДУКТА AUTODESK

СОЗДАНО УЧЕБНОЙ ВЕРСИЕЙ ПРОДУКТА AUTODESK



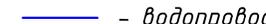
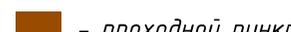
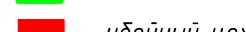
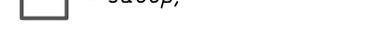
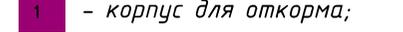
- Условные обозначения:
- водопровод — —
 - индивидуально-жилое строение —
 - магазин — М
 - поликлиника — П
 - зеленая зона —
 - насосная станция — НС
 - водонапорная башня — ВБ
 - школа — СОШ
 - дом культуры — ДК

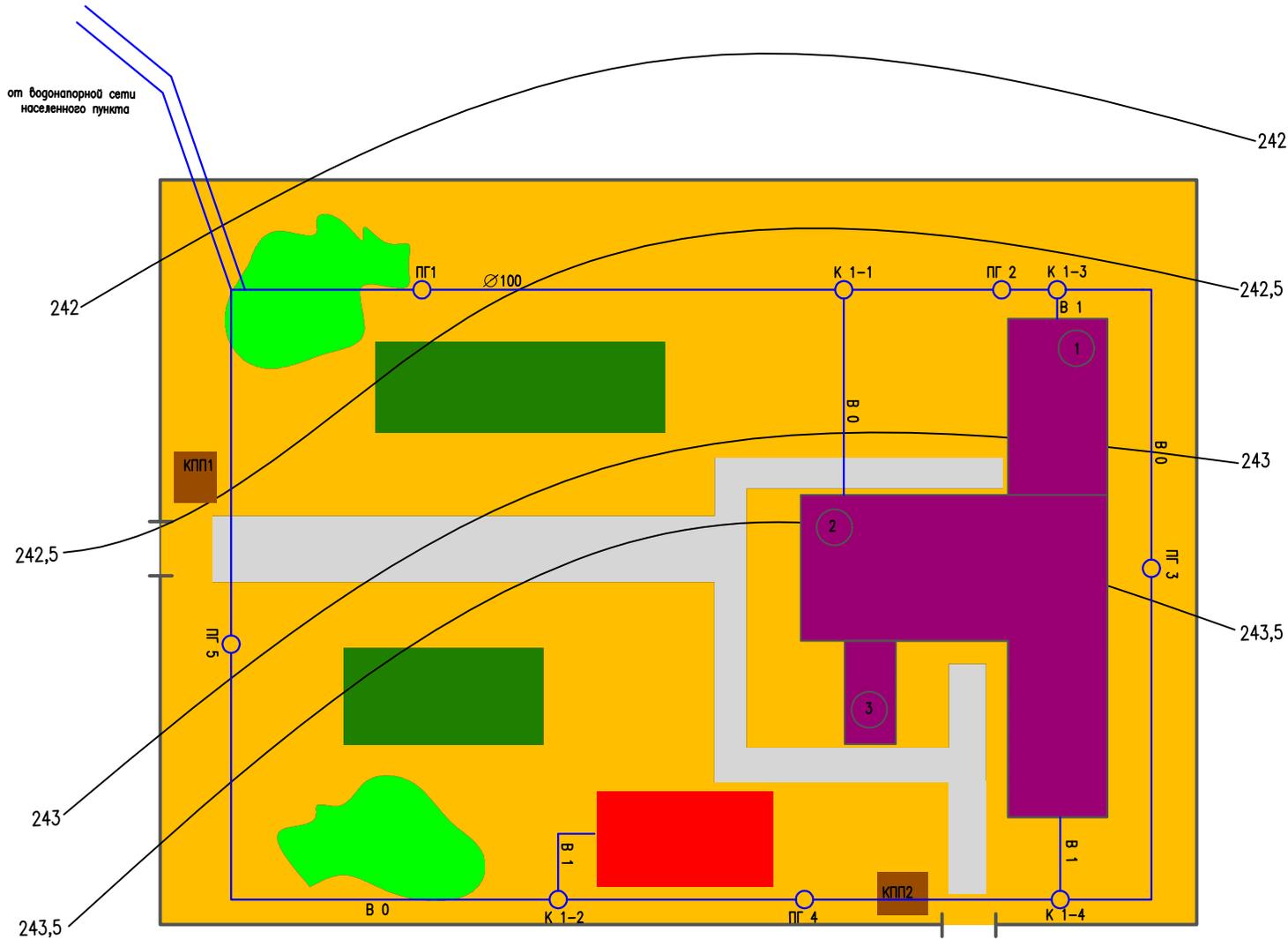
				БР 20.03.02.06 – 2017			
				Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт			
Имя	Фамилия	Имя	Фамилия	Имя	Фамилия	Имя	Фамилия
Разработчик	Исполнитель	Проверка	Дата	Страницы	Листы	Колонт.	Листов
				1	6		
				Генеральный план населенного пункта			
				Кафедра ИСЭиГ			

Генеральный план свинокомплекса

М 1:1000

Условные обозначения:

-  - водопровод;
-  - газон;
-  - проходной пункт;
-  - зеленая зона;
-  - убойный цех;
-  - асфальтовые покрытия;
-  - забор;
-  - грунтовая поверхность;
-  1 - корпус для откорма;
-  2 - производственный корпус;
-  3 - административно-бытовой корпус;



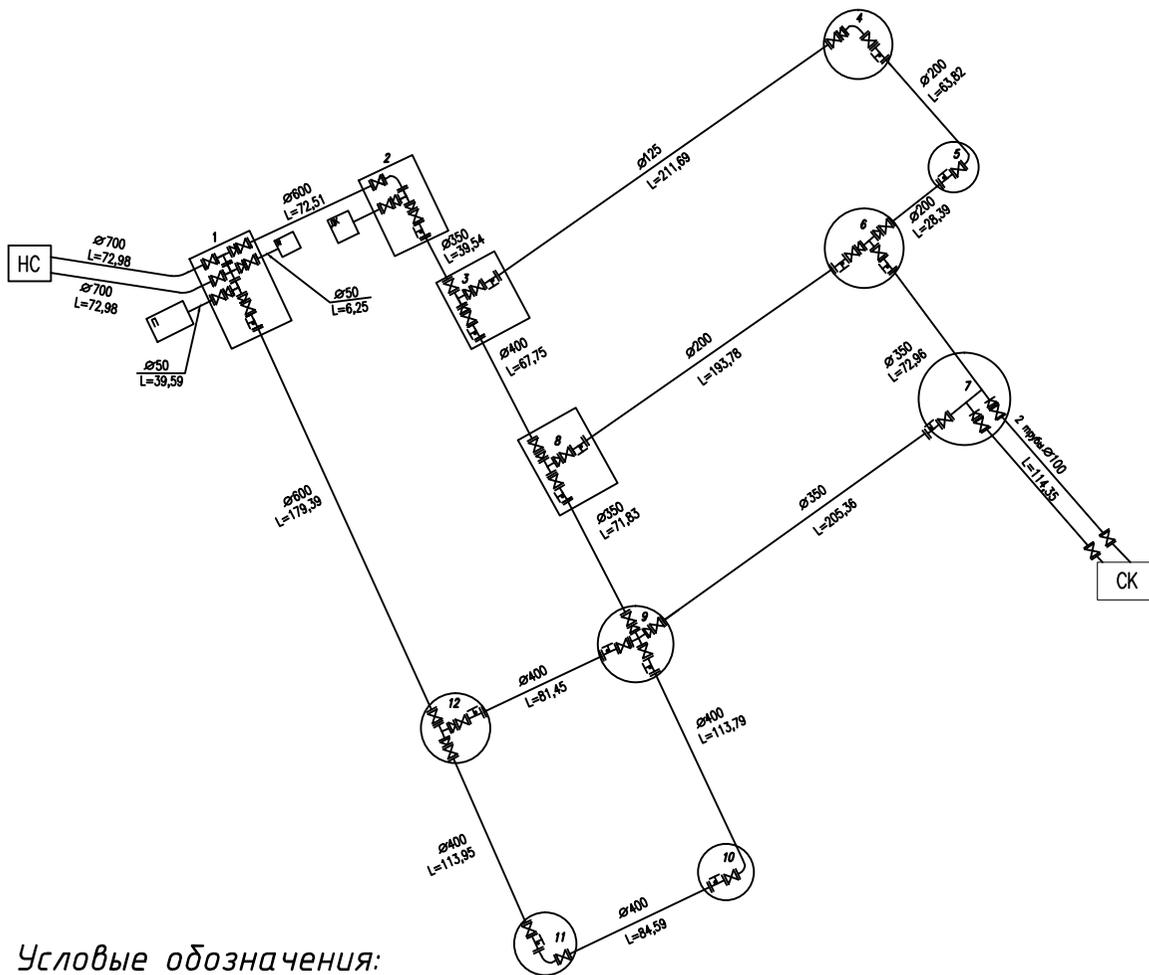
СОЗДАНО УЧЕБНОЙ ВЕРСИЕЙ ПРОДУКТА AUTODESK

СОЗДАНО УЧЕБНОЙ ВЕРСИЕЙ ПРОДУКТА AUTODESK

						БР 20.03.02.06 - 2017		
						Сибирский федеральный Университет		
						Инженерно-строительный институт		
Исполн.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				
Разраб.	Сметный				Страниц	Лист	Листов	
Утвердил	Технический				Водоснабжение населенного пункта	2	6	
						Генеральный план свинокомплекса		
						Кафедра ИСЭиС		
И. катип	Удученый							
Зав. кафе	Секри							

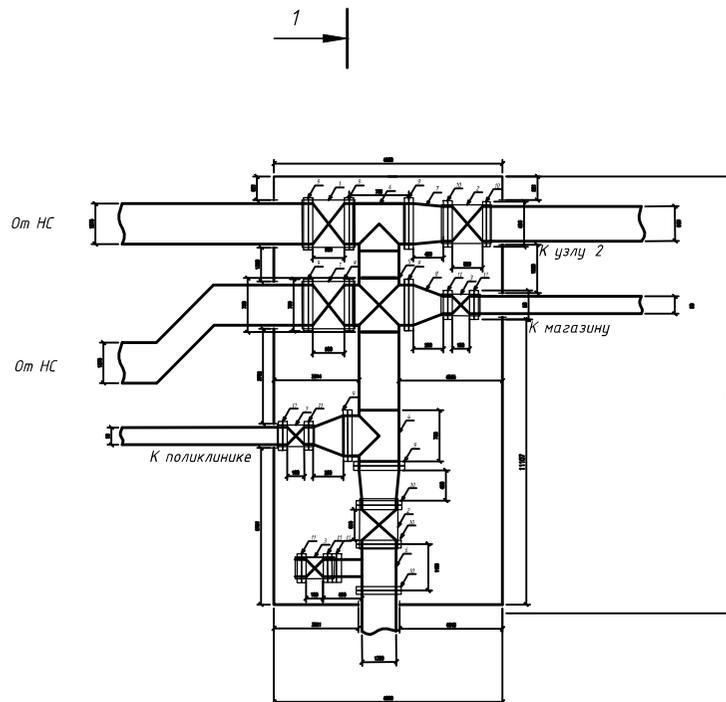
Детализровка сети

М 1:10



Водопроводная камера узла 1

М 1:50



Условные обозначения:

- задвижка;
- переход;
- водослив;
- камера;
- колодец;
- свинокомплекс.

СОЗДАНО УЧЕБНОЙ ВЕРСИЕЙ ПРОДУКТА AUTODESK

СОЗДАНО УЧЕБНОЙ ВЕРСИЕЙ ПРОДУКТА AUTODESK

				БР 20.03.02.06 - 2017	
				Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт	
Исполн.	Провер.	М.Док.	Подпись	Дата	
Разраб.	Сметчик	Проектиров.	Студия	Лист	Всего
Руководит.	Специалист			3	6
				Детализровка сети. Водопроводная камера узла 1	
И.контр.	Инженер			Кафедра ИСЗиС	
Зав.каф.	Инженер				

СОЗДАНО УЧЕБНОЙ ВЕРСИЕЙ ПРОДУКТА AUTODESK

Пьезометрические отметки

270
265
260
255
250
245
240

— Отметки земли
— Водоразбор
— Транзит
— Пожар

Мг 1:2000
Мв 1:1000

N узлов	НС	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	ВБ
Длина участка, l, м		72,98	72,51	39,54	211,69	63,82	28,39	72,96	205,36	113,79	84,59	22,84
Отметки земли	240,00	240,41	240,36	241,45	241,38	242,05	242,5	242,21	243,57	243,75	244,73	245
Водоразбор	258,67	258,29	257,85	257,63	255,38	255,75	255,92	256,59	257,18	257,90	258,19	258,29
Транзит	267,92	267,56	267,13	266,90	265,84	265,67	265,58	264,98	264,16	263,70	263,38	263,28
Пожар	257,43	256,18	255,88	255,87	255,81	255,58	255,43	255,36	255,04	254,88	254,73	258,29

		БР 20.03.02.06 – 2017	
		Сибирский федеральный университет	
		Инженерно-строительный институт	
Исполн.	Лист	Исполн.	Лист
Разраб.	Лист	Разраб.	Лист
Учебный	Лист	Учебный	Лист
		Водоснабжение населенного пункта	
		Страниц	Лист
		4	6
		Пьезометрические отметки	
		Кафедра ИСЭиГ	

СОЗДАНО УЧЕБНОЙ ВЕРСИЕЙ ПРОДУКТА AUTODESK

СОЗДАНО УЧЕБНОЙ ВЕРСИЕЙ ПРОДУКТА AUTODESK

СОЗДАНО УЧЕБНОЙ ВЕРСИЕЙ ПРОДУКТА AUTODESK

*
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный институт
Кафедра «Инженерные системы зданий и сооружений»

«Водоснабжение населенного пункта»

Руководитель

к.т.н., доцент

Д.Б. Тугужаков

Выпускник

В.С. Степанов

Красноярск 2017

Актуальность выбранной темы дипломной работы обусловлена тем, что водоснабжение является важнейшей санитарно-технической системой, обеспечивающей нормальную жизнедеятельность населения и всех отраслей народного хозяйства страны.

Объектом исследования является населенный пункт с размещенным в поселке свинокомплексе. Технология строительства прокладки водопроводных труб.

В моем проекте рассмотрены следующие технологические вопросы:

- 1) Определение расчетных расходов воды системы водоснабжения;
- 2) Определение режима работы насосной станции и объема водонапорной башни;
- 3) Трассировка, гидравлический расчет и увязка сетей;
- 4) Определение объема земляных работ и предварительный выбор комплекта машин;
- 5) Выбор оборудования для монтажа трубопроводов.

СОЗДАНО УЧЕБНОЙ ВЕРСИЕЙ ПРОДУКТА AUTODESK

Генеральный план населенного пункта

М 1:1000

СОЗДАНО УЧЕБНОЙ ВЕРСИЕЙ ПРОДУКТА AUTODESK

СОЗДАНО УЧЕБНОЙ ВЕРСИЕЙ ПРОДУКТА AUTODESK

Условные обозначения:

- водопровод — —
- индивидуально-жилое строение — □
- магазин — М
- поликлиника — П
- зеленая зона — ■
- насосная станция — НС
- водонапорная башня — ВБ
- школа — Ш
- дом культуры — ДК



ЕР 20.02.02.06 - 2017	
Соборный Федеральный Университет	
Инженерно-технический факультет	
Инженерно-технический факультет	Инженерно-технический факультет
Инженерно-технический факультет	Инженерно-технический факультет
Инженерно-технический факультет	Инженерно-технический факультет

СОЗДАНО УЧЕБНОЙ ВЕРСИЕЙ ПРОДУКТА AUTODESK

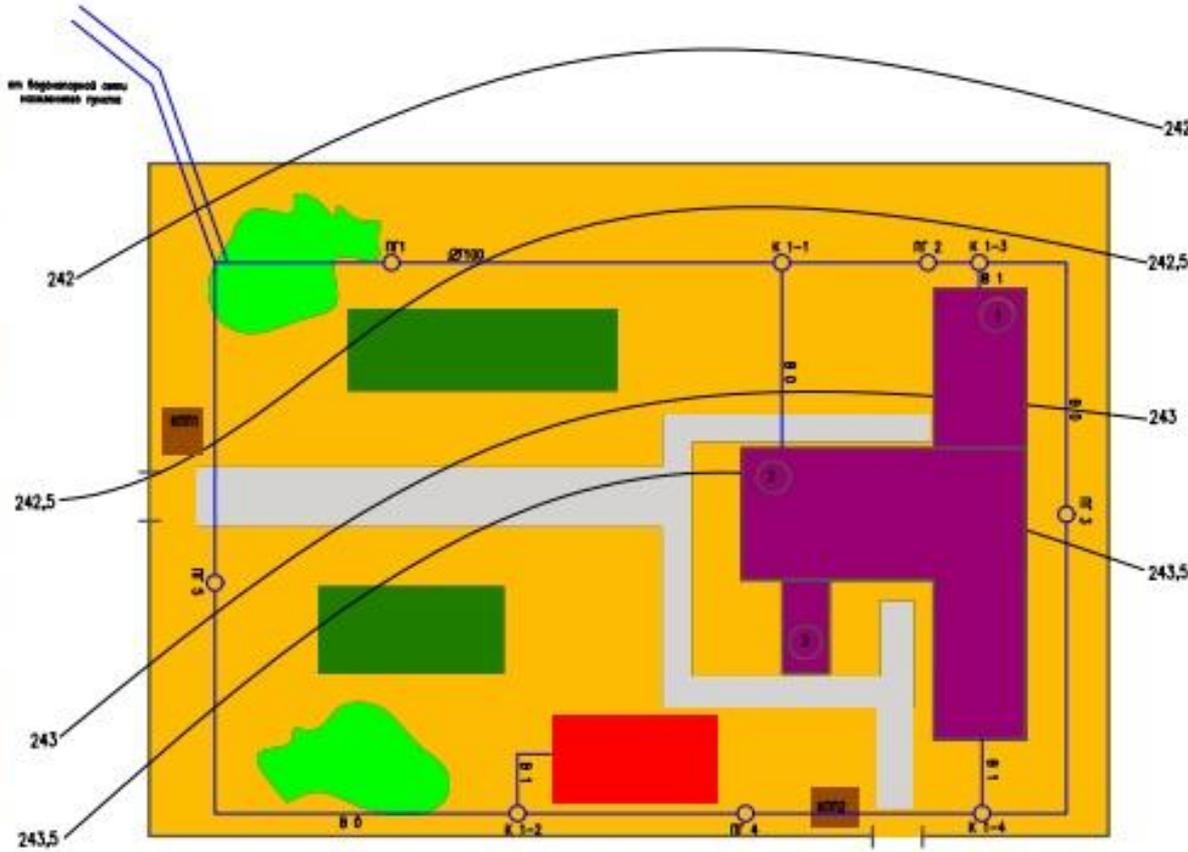
СОЗДАНО УЧЕБНОЙ ВЕРСИЕЙ ПРОДУКТА AUTODESK

Генеральный план свинокомплекса

М 1:1000

Условные обозначения:

-  - водопровод;
-  - газон;
-  - проходной пункт;
-  - зеленая зона;
-  - убойный цех;
-  - асфальтовые покрытия;
-  - забор;
-  - грунтовая поверхность;
-  - корпус для откарма;
-  - производственный корпус;
-  - административно-бытовой корпус;



СОЗДАНО УЧЕБНОЙ ВЕРСИЕЙ ПРОДУКТА AUTODESK

СОЗДАНО УЧЕБНОЙ ВЕРСИЕЙ ПРОДУКТА AUTODESK

СОЗДАНО УЧЕБНОЙ ВЕРСИЕЙ ПРОДУКТА AUTODESK

БР 20.03.02.06 - 2017	
Губернский Федеральный Институт Академия стратегической мысли	
Автоматизированный проект:	2 4
Проектировщик:	Александр

Спасибо за внимание!