

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

Инженерно-строительный  
институт  
«Инженерные системы зданий и сооружений»  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ Матюшенко А.И.  
подпись      инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

08.03.01.06«Строительство»  
код – наименование направления

Обеспечение надежности работы системы водоснабжения пос. Байкит  
тема

Пояснительная записка

Руководитель	_____ <u>доцент, к.т.н.</u> подпись, дата      должность, ученая степень	<u>Ю.В. Гаврилова</u> инициалы, фамилия
Выпускник	_____ подпись, дата	<u>А.А. Динер</u> инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____ подпись, дата	<u>Ю.В. Гаврилова</u> инициалы, фамилия

Красноярск 2019

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Обеспечение надежности работы системы водоснабжения пос. Байкит» содержит страниц текстового документа – 71, использованных источников – 36, листов графического материала – 6.

ПОСЕЛОК БАЙКИТ, ПРОФИЛЬ ГРУНТА, ВОДОСНАБЖЕНИЕ, НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ, СТАНЦИЯ ВОДООЧИСТКИ, ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА.

Объект исследования – поселок Байкит.

Цель работы:

- определение необходимых расходов воды;
- подбор метода очистки исходной воды;
- подбор оборудования для системы очистки.

В результате выполненной работы были выбраны современные материалы труб и подобраны оптимальные диаметры в системах холодного водоснабжения. Проведен гидравлический расчет сети поселка. Рассчитана водоочистная станция. Подобрана функциональная система очистки воды. Подобрано следующее оборудование для осуществления очистки: каркасно-щелевой фильтр на водозабор, осветлительные и скорые фильтры, резервуар чистой воды, резервуар промывной воды, расходные и растворные баки, контактная камера, кавитационная обеззараживающая установка. Разработана технология строительного процесса. Рассчитан календарный план производства работ и график движения рабочего персонала. Подобраны строительные машины и конструкции.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Общие сведения .....	6
1.1 Современное водоснабжение поселка .....	6
1.2 Определение расчётных расходов воды .....	6
2 Расчет водозаборных сооружений.....	12
2.1 Тип водозаборного сооружения подземных вод.....	12
2.2 Обоснование выбора типа водозаборного сооружения .....	14
2.3 Подбор фильтра.....	14
2.4 Расчет депрессионного влияния .....	15
2.5 Устройство устья подземного источника .....	16
2.6 Защита от заиливания.....	17
2.7 Расчет выбросов пыли при сооружении скважин .....	18
3 Расчет и проектирование насосных станций .....	19
3.1 Насосное оборудование.....	19
3.2 Расчёт регулирующей ёмкости. ....	20
3.3 Насосная станция II подъема .....	21
3.4 Определение уровней воды в РЧВ.....	21
3.5 Расчет диаметров всасывающих и напорных трубопроводов .....	23
3.6 Определение требуемого напора насосов .....	24
3.7 Подбор насосов.....	26
3.8 Определение высоты павильона .....	26
4 Водозаборные очистные сооружения.....	28
4.1 Качество воды водоисточника .....	28
4.2 Производительность очистных сооружений .....	29
4.3 Состав сооружений для очистки воды.....	29
4.4 Подбор теплообменного аппарата .....	30
4.5 Подбор эжектора (и компрессора).....	30
4.6 Расчет реагентного хозяйства .....	31
4.7 Расчет контактной камеры .....	36
4.8 Расчет осветлительных фильтров .....	37
4.9 Резервуар промывной воды.....	39
4.10 Расчет сорбционных фильтров для очистки многокомпонентной воды.....	39
4.11 Подбор кавитатора .....	41
5 Трассировка водоводов и магистральных водопроводных сетей .....	44
5.1 Расчет сети во время максимального водоразбора .....	44

5.2 Гидравлическая увязка водопроводной сети.....	49
6 Технология и организация строительного производства .....	53
6.1 Исходные данные .....	53
6.2 Определение объемов земляных работ.....	53
6.3 Подбор колодца .....	58
6.4 Предварительный выбор комплекта машин.....	60
6.4.1 Выбор экскаватора.....	60
6.4.2 Выбор средств для транспортирования избыточного грунта за пределы строительства.....	61
6.4.3 Выбор механизмов для обратной засыпки и планировки траншеи .....	62
6.4.4 Определение технико–экономических показателей для окончательного выбора комплекта машин.....	64
6.5 Определение размеров забоя.....	66
6.6 Выбор кранового оборудования для монтажа трубопровода .....	67
Заключение .....	68
Список использованных источников .....	69

## ВВЕДЕНИЕ

Поселок Байкит расположен в Эвенкийском муниципальном районе. Байкит расположен на правом берегу реки Подкаменная Тунгуска, в месте впадения в нее реки Байкитик.

Южная граница поселения, протяженностью 2843 метра, проходит по правому берегу реки Подкаменная Тунгуска.

Общая площадь с. Байкит составляет 12,53 кв. км , из них сельскохозяйственного назначения 0,19 кв.км, прочие земли 12,34 кв.км.

Основной водный объект – река Подкаменная Тунгуска, правый приток Енисея.

Подкаменная Тунгуска пересекает среднетаежное трапповое плато в средней его части с востока на запад. На большем своем протяжении она течет по дну узкой долины в порожистом русле, что затрудняет судоходство вне периода половодья.

Выше по течению в 7 км относительно села Байкит в р. П.Тунгуску впадает р.Чуня. На территории села в реку впадают ручьи и малые реки: Малый и Большой Байкитик, руч. Тепличный, безымянные ручьи.

Актуальность проблемы водоснабжения поселков в районах крайнего севера обусловлена необходимостью разработки эффективной технологии очистки подземных вод, содержащих нефтепродукты. Сложность удаления нефтепродуктов при водоподготовке заключается в том, что стандартные методы очистки не позволяют получить воду требуемого качества.

## **1 Общие сведения**

### **1.1 Современное водоснабжение поселка**

На данный момент в пос. Байкит действует зонированная система водоснабжения, которая обеспечивает водоснабжением производственные предприятия и отопительные котельные. Водопроводные сети и сооружения, по данным эксплуатирующей организации, характеризуются высокой степенью износа.

Общественно-деловая и жилая застройка обеспечивается привозной водой.

Система водоснабжения в составе:

- локальные сети водоснабжения;
- водозаборные скважины

Сети водоснабжения проложены подземно, частично в каналах, совместно с сетями теплоснабжения. Глубина залегания водопроводов 2,7-3м. Материал трубопроводов сталь.

### **1.2 Определение расчётных расходов воды**

Водопотребителями поселка Байкит являются:

- население;
- объекты соцкультбыта;
- предприятия местной промышленности.

Вместе с этим предусматривается расход воды на полив зеленых насаждений, улучшенных покрытий дорог и на нужды пожаротушения.

Население с. Байкит составляет на расчетный период 5,200 тысяч человек.

Застройка с. Байкит предусматривается одно- и двухэтажными зданиями.

Нормы расхода воды приняты по СНиП 2.04.02-84 и составляют для благоустроенной застройки – 300 л/сут на 1 человека, для неблагоустроенной застройки – 50 л/сут на 1 человека.

Водопотребители используют 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. Для его определения необходимо просуммировать часовые расходы воды каждым потребителем и составить график водопотребления в течение суток.

Расчетный (средний за год) суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды в населенном пункте определяем по формуле

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

где  $q_{\text{ж}}$  – норма водопотребления, л/сут на 1 чел. [1];

$N$  – расчетное число жителей в населенном пункте, чел.  $N_1 = 1664$  чел – для благоустроенной застройки (квартиры),  $N_2 = 3536$  чел – для неблагоустроенной застройки (усадыбы).

$$Q_{\text{ср.сут}(1)} = \frac{1664 \cdot 300}{1000} = 499,2 \text{ м}^3/\text{сут} = 20,8 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,006 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$Q_{\text{ср.сут}(2)} = \frac{3536 \cdot 50}{1000} = 176,8 \text{ м}^3/\text{сут} = 7,36 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,002 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$Q_{\text{ср.сут}} = 499,2 + 176,8 = 676 \text{ м}^3/\text{сут} = 28,16 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,008 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Расчетные расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды в сутки максимального и минимального водопотребления определяем по формулам

$$Q_{\text{сут макс}} = k_{\text{сут макс}} \cdot Q_{\text{ср.сут}} \quad (1.2)$$

$$Q_{\text{сут мин}} = k_{\text{сут мин}} \cdot Q_{\text{ср.сут}} \quad (1.3)$$

где  $k_{\text{сут макс}}$  и  $k_{\text{сут мин}}$  – соответственно максимальный и минимальный коэффициенты суточной неравномерности водопотребления, учитывающие уклад жизни населения, режим работы промышленных предприятий, степень благоустройства зданий и изменение водопотребления по сезонам года и дням (принимаются  $k_{\text{сут.макс}} = 1,1-1,3$ ;  $k_{\text{сут.мин}} = 0,7-0,9$ ).

Если в населенном пункте имеются зоны с различным санитарно-техническим оборудованием зданий, то среднесуточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды населения определяем по суточному расходу воды для каждой зоны, а затем находим их сумму.

Для населенных пунктов часовые расходы воды определяют с учетом коэффициентов часовой неравномерности водопотребления – максимального  $k_{\text{ч.макс}}$  и минимального  $k_{\text{ч.мин}}$ , которые вычисляем по формулам

$$k_{\text{ч.макс}} = \alpha_{\text{макс}} \cdot \beta_{\text{макс}} \quad (1.4)$$

$$k_{\text{ч.мин}} = \alpha_{\text{мин}} \cdot \beta_{\text{мин}} \quad (1.5)$$

где  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия ( $\alpha_{\text{макс}} = 1,2-1,4$ ;  $\alpha_{\text{мин}} = 0,4-0,6$ )

$\beta$  – коэффициент, принимаемый по [1], учитывающий количество жителей в населенном пункте ( $\beta_{\text{макс}} = 1,4$ ;  $\beta_{\text{мин}} = 0,25$ )

$$k_{\text{ч.макс}} = 1,2 \cdot 1,4 = 1,68;$$

$$k_{ч.мин} = 0,4 \cdot 0,25 = 0,1;$$

$$Q_{сут\ max} = 1,2 \cdot 676 = 811,2 \text{ м}^3/\text{сут};$$

$$Q_{сут\ min} = 0,8 \cdot 676 = 540,8 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Максимальные и минимальные часовые расходы воды населением из водопроводной сети,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , определяем по формулам

$$Q_{ч.маx} = \frac{k_{ч.маx} \cdot Q_{сут\ max}}{24}, \quad (1.6)$$

$$Q_{ч.мин} = \frac{k_{ч.мин} \cdot Q_{сут\ min}}{24}. \quad (1.7)$$

$$Q_{ч.маx} = \frac{1,68 \cdot 811,2}{24} = 56,8 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q_{ч.мин} = \frac{0,1 \cdot 540,8}{24} = 2,25 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для поливочных расходов по СНиП 2.04.02-84\* принимаем 50 л/сут на одного человека (квартиры) и 90 л/сут на одного человека(усадыбы):

$$Q_{полив} = \frac{N \cdot q_{полив}}{1000}, \quad (1.8)$$

$$Q_{полив\ (1)} = \frac{1\ 664 \cdot 50}{1000} = 83,2 \text{ м}^3/\text{сут} = 3,47 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,001 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$Q_{полив\ (2)} = \frac{90 \cdot 3536}{1000} = 318,2 \text{ м}^3/\text{сут} = 13,26 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,004 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$Q_{полив} = 83,2 + 318,2 = 401,4 \text{ м}^3/\text{сут} = 16,7 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,005 \text{ м}^3/\text{с}. \quad (1.9)$$

Расходы воды на нужды местной промышленности принимаем как 10% от максимального суточного расхода на хозяйственно-питьевые нужды:

$$Q_{МП} = 0,1 \cdot Q_{сут\ max}, \quad (1.10)$$

$$Q_{МП} = 0,1 \cdot 811,2 = 81,12 \text{ м}^3/\text{сут} = 3,38 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,001 \text{ м}^3/\text{с}.$$

На собственные нужды принимаем 10% от максимального суточного расхода на хозяйственно-питьевые нужды:

$$Q_{СН} = 0,1 \cdot Q_{сут\ max}, \quad (1.11)$$

$$Q_{СН} = 0,1 \cdot 811,2 = 81,12 \text{ м}^3/\text{сут} = 3,38 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,001 \text{ м}^3/\text{с}.$$



Так же по [1] принимаем один пожар, на наружное тушение которого потребуется 15 л/с. На период пополнения пожарного запаса воды допускается снижение подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды до 70% расчетного расхода, а подача воды на производственные нужды производится по аварийному графику.

Время пополнения пожарных запасов – 24 часа, продолжительность тушения пожара – 3 часа. Тушение пожара предусматривается из пожарных гидрантов и пожарных кранов.

$$Q_{\text{пож}} = \frac{q_{\text{пож}} \cdot n_{\text{пож}}}{1000}, \quad (1.12)$$

где  $q_{\text{пож}} = 10$  л/сут – расход воды на наружное пожаротушение в населенном пункте на один пожар;

$n_{\text{пож}} = 1$  – расчетное количество одновременных пожаров.

$$Q_{\text{пож}} = \frac{15 \cdot 1}{1000} = 0,015 \text{ м}^3/\text{с} = 54,00 \text{ м}^3/\text{ч} = 162,0 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Расход воды на нужды нефтедобывающей промышленности ООО «НК «Роснефть»-НТЦ» согласно технологическому регламенту ЗАО «Ванкорнефть» по эксплуатации установки подготовки воды (УПВ – Север) Ванкорского месторождения принимаем  $Q_{\text{ПП}} = 54\,088,7 \text{ м}^3/\text{сут} = 2\,253,7 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,626 \text{ м}^3/\text{с}$ .

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{сут max}} + Q_{\text{полив}} + Q_{\text{ПП}} + Q_{\text{СН}} + Q_{\text{пож}} + Q_{\text{ПП}}. \quad (1.13)$$

$$Q_{\text{общ}} = 811,2 + 401,4 + 81,12 + 81,12 + 162,0 + 54\,088,7 = \\ = 55\,625,5 \text{ м}^3/\text{сут} = 2\,317,7 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,64 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Объем водопотребления пос. Байкит сведен в таблице №1.4

Расчет объема водопотребления на хозяйственно-бытовые нужды, полив, пожаротушения указан в таблицах №1.1-1.3.

Категория надежности подачи воды потребителям вторая по п.4.4 [1] до 50 тыс. жителей. Допускается снижение подачи воды потребителям на 30 % в течении 10 суток. Перерыв в подачи воды не более чем на 6 часов.

Таблица 1.1 – Расчет водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды

Потребители и степень благоустройства	Норма л/сут на человека	Население, чел	Расход воды		
			м <sup>3</sup> /сут	м <sup>3</sup> /ч	м <sup>3</sup> /с
Застройка зданиями, оборудованными внутренними водопроводами, канализацией и системой централизованного горячего водоснабжения	300	1664	499,2	20,8	0,006
Застройка зданиями с водопользованием из водоразборных колонок	50	3536	176,8	7,36	0,002
Итого			676	28,16	0,008
С учетом неравномерности водопотребления			811,2	33,8	0,009
Неучтенные расходы на нужды местной промышленности			81,12	3,38	0,001
Всего			757,12	31,54	0,009

Таблица 1.2 – Расход воды на полив зеленых насаждений и дорог

Потребители и степень благоустройства	Норма л/сут на человека	Население, чел	Расход воды		
			м <sup>3</sup> /сут	м <sup>3</sup> /ч	м <sup>3</sup> /с
Полив зеленых насаждений и покрытий улиц и дорог	50	1664	83,2	3,47	0,001
	90	3536	318,2	13,26	0,004
Всего			401,4	16,7	0,005

Таблица 1.3 – Расчетные расходы на пожаротушение

Объекты пожаротушения	Население, чел	Кол-во пожаров	Расход воды на 1 пожар, л/с	Общий расход воды		
				м <sup>3</sup> /сут	м <sup>3</sup> /ч	м <sup>3</sup> /с.
Жилая застройка	5200	1	15	162,0	54,00	0,015

Таблица 1.4 – Объем водопотребления с.Байкит.

Наименование расходов	Расход воды		
	м <sup>3</sup> /сут.	м <sup>3</sup> /ч	м <sup>3</sup> /с
Хозяйственно-питьевые расходы по жилой застройке и местной промышленности с учетом нужд «УПВ-Север» ЗАО «Ванкорнефть»	54 852,0	2285,5	0,634
Расход воды на полив зеленых насаждений, дорог и улиц	401,4	16,7	0,005
Расход воды на пожаротушение	162,0	54,00	0,015
Всего	55 415,4	2317,7	0,654

График водопотребления в населенном пункте по часам суток представлен в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Водопотребление по часам суток

Часы суток	Хозяйственно-питьевые нужды населения		Q <sub>полив</sub> , м <sup>3</sup> /ч		Q <sub>ПП</sub> , м <sup>3</sup> /ч	Q <sub>УПВ</sub> , м <sup>3</sup> /ч	Всего	%
	K = 2,1%	Q <sub>час</sub> , м <sup>3</sup> /ч	ручная	механизованная				
0-1	0,90	7,30		16,70	3,38	2 253,70	2281,08	4,12
1-2	0,90	7,30		16,70	3,38	2 253,70	2281,08	4,12
2-3	0,90	7,30			3,38	2 253,70	2264,38	4,09
3-4	1,00	8,11			3,38	2 253,70	2265,19	4,09
4-5	2,35	19,06			3,38	2 253,70	2276,14	4,11
5-6	3,85	31,23		16,70	3,38	2 253,70	2305,01	4,17
6-7	5,20	42,18		16,70	3,38	2 253,70	2315,96	4,19
7-8	6,20	50,29	16,70		3,38	2 253,70	2324,07	4,20
8-9	5,50	44,62	16,70		3,38	2 253,70	2318,40	4,19
9-10	4,85	<b>39,34</b>	16,70		3,38	2 253,70	2313,12	4,18
10-11	5,00	40,56	16,70		3,38	2 253,70	2314,34	4,18
11-12	6,50	52,73	16,70		3,38	2 253,70	2326,51	4,20
<b>12-13</b>	<b>7,50</b>	60,84	<b>16,70</b>		<b>3,38</b>	<b>2 253,70</b>	<b>2334,62</b>	<b>4,22</b>
13-14	6,70	54,35	16,70		3,38	2 253,70	2328,13	4,21
14-15	5,35	43,40	16,70		3,38	2 253,70	2317,18	4,19
15-16	4,65	37,72	16,70		3,38	2 253,70	2311,50	4,18
16-17	4,50	36,50	16,70		3,38	2 253,70	2310,28	4,18
17-18	5,50	44,62	16,70		3,38	2 253,70	2318,40	4,19
18-19	6,30	51,11	16,70		3,38	2 253,70	2324,89	4,20
19-20	5,35	43,40	16,70		3,38	2 253,70	2317,18	4,19
20-21	5,00	40,56	16,70		3,38	2 253,70	2314,34	4,18
21-22	3,00	24,34	16,70		3,38	2 253,70	2298,12	4,15
22-23	2,00	16,22	16,70		3,38	2 253,70	2290,00	4,14
23-24	1,00	8,11	16,70		3,38	2 253,70	2281,89	4,12
<b>Итого</b>	<b>100</b>	<b>811,20</b>	<b>283,90</b>	<b>66,80</b>	<b>81,12</b>	<b>54 088,80</b>	<b>55331,82</b>	<b>100,0</b>

## 2 Расчет водозаборных сооружений

### 2.1 Тип водозаборного сооружения подземных вод

Подземные воды добывают специальными устройствами – водозаборами различных типов с учетом условий залегания подземных вод, свойств грунтов, их формирования и обеспечения потребного расхода в течение расчетного срока, а в ряде случаев и в перспективе.

Хозяйственно-питьевое водоснабжение имеет первоначальный приоритет перед другими потребителями подземных вод. Это обусловлено высоким качеством пресных подземных вод и их лучшей защищенностью от загрязнения.

Устройства водозаборных узлов и состав их сооружений определяются условиями залегания, мощностью, водообильностью, глубиной и геологическим строением водоносных горизонтов, гидравлическими характеристиками подземного потока (напором, скоростью и направлением движения, связью с другими водоносными массивами, пластами и поверхностными водами), санитарно-техническим состоянием территории, общей производительностью и технико-экономическими показателями.

Понижение уровня воды  $S$  рассчитываем по формуле

$$S = 0,2 \cdot m, \quad (2.1)$$

где  $m$  – мощность водоносного пласта,  $m = 35$  м,

0,2 – безразмерный коэффициент, принимаемый из опытных данных.

$$S = 0,2 \cdot 35 = 7 \text{ м.}$$

Радиус влияния скважины принимаем, согласно [2], для суглинков  $R = 400$  м.

По формуле Дюпюи определяем приток воды к скважине (дебит)

$$Q_{\text{скв}} = \frac{2,73 \cdot k_{\phi} \cdot m \cdot S}{\lg \frac{R}{r}}, \quad (2.2)$$

где  $k_{\phi}$  – коэффициент фильтрации водоносного пласта,  $k_{\phi} = 12$  м/с для суглинков;

$m$  – мощность пласта, м;

$S$  – понижение уровня воды в скважине при откачке, м;

$R$  – радиус влияния депрессионной воронки, м;

$r$  – радиус скважины, м. Принимаем  $r = D_{\text{н}}/2 + 0,5 = 0,218/2 + 0,5 = 0,609$  м.

$$Q_{\text{скв}} = \frac{2,73 \cdot 12 \cdot 35 \cdot 7}{\lg \frac{400}{0,609}} = 2\,839,3 \text{ м}^3/\text{сут} = 118,3 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,03 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Подсчитаем количество скважин по формуле

$$n = \frac{Q_{\text{общ}}}{Q_{\text{СКВ}}}, \quad (2.3)$$

где  $Q_{\text{общ}}$  – общий расход, м<sup>3</sup>/сут.

$$n = \frac{55\,331}{2\,839,3} = 19,5 \approx 20 \text{ скважин.}$$

По п. 5.13 [1] мы определяем количество резервных скважин: 10 % от общего расхода. Получаем:

$$n_{\text{рез}} = \frac{0,1 \cdot Q_{\text{общ}}}{Q_{\text{СКВ}}} \quad (2.4)$$

$$n_{\text{рез}} = \frac{0,1 \cdot 55\,331,82}{2\,839,3} = 1,9 \approx 2 \text{ скважины.}$$

Диаметр фильтра, м, определяют по формуле

$$D_{\text{ф}} = \frac{Q_{\text{max}}}{\pi \cdot l_{\text{ф}} \cdot V_{\text{ф}}}, \quad (2.5)$$

где  $Q_{\text{max}}$  – подача насоса, м<sup>3</sup>/сут;

$l_{\text{ф}}$  – длина рабочей водоприемной части фильтра, м, принимается в пластах с мощностью менее 10 м – на 1 – 2 м меньше мощности пласта, в пластах с мощностью более 10 м – определяется по формуле

$$l_{\text{ф}} = (0,5 - 0,8) \cdot m. \quad (2.6)$$

$$l_{\text{ф}} = 0,6 \cdot 35 = 21 \text{ м.}$$

$V_{\text{ф}}$  – скорость фильтрации, м<sup>3</sup>/сут. Для дырчатых, щелевых, проволочных и сетчатых фильтров  $V_{\text{ф}}$  определяется по формуле

$$V_{\text{ф}} = 65 \sqrt[3]{k_{\text{ф}}} \quad (2.7)$$

$$V_{\text{ф}} = 65 \sqrt[3]{12} = 148,8 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

$$D_{\text{ф}} = \frac{207,0}{3,14 \cdot 21 \cdot 148,8} = 0,021 \text{ м} = 210 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр фильтра 219 мм.

Диаметр эксплуатационной колонны, мм, обсадных труб определяется по формуле

$$D_3 = D_\phi + 50 \quad (2.8)$$

$$D_3 = 219 + 50 = 269 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр эксплуатационной колонны 273 мм.  
Внутренний диаметр направляющей трубы, мм, равен

$$D_H = D_3 + 100 \quad (2.9)$$

$$D_H = 273 + 100 = 373 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр направляющей трубы 377 мм.  
Диаметр забоя определяется по формуле

$$D_3 = \frac{D_\phi}{3} \quad (2.10)$$

$$D_3 = \frac{219}{3} = 73 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр забоя 100 мм.

## 2.2 Обоснование выбора типа водозаборного сооружения

На основании технического задания и гидрогеологических данных выбран подземный водоисточник – артезианские воды, тип водозаборного сооружения – скважина.

## 2.3 Подбор фильтра

Выбираем тип: фильтр-каркас гравитационно-щелевого типа.

Материал продукции: кольцевые элементы из пластмасс (стеклопластика, волокнита, древесной пресс-крошки с аминопластом, декорозита, полиэтилена), стержни, стяжные болты диаметром 10...18 мм из простой стали.

Особенности конструкции: скважность каркасов фильтра по наружному диаметру 50-70%, по внутреннему диаметру – 15-25%. Размер отверстий регулируется специальными вкладышами, установленными между кольцевыми элементами.

## 2.4 Расчет депрессионного влияния

Для водозабора из подземных источников большого объема воды применяют группированные водозаборы из нескольких скважин. Когда скважины таких водозаборов забирают воду одновременно из одного и того же водоносного пласта и расположены друг от друга на расстоянии, меньшем суммы их радиусов влияния, производительность каждой из них снижается. Если расстояние между ними превышает сумму их радиусов влияния, они рассчитываются как независимые одиночные скважины.

Величина изменения расходов или динамических уровней при взаимном влиянии работающих скважин зависит от многих причин, в том числе от количества забираемой воды, расстояния между скважинами, мощности пласта, водообильности и условий питания водоносного пласта, взаимного расположения скважин и местности и т. п.

При понижении в первой скважине уровня воды, во второй скважине происходит срезка уровня. Аналогично, при понижении уровня воды во второй скважине. Расход воды в скважине при понижении уровня воды на  $S$  определяется по формуле

$$Q'_1 = Q_c \left(1 - t_{1,2}/S_1\right); \quad (2.11)$$

$$Q'_2 = Q_c \left(1 - t_{2,3}/S_2\right); \quad (2.12)$$

$$Q'_3 = Q_c \left(1 - t_{3,4}/S_3\right); \quad (2.13)$$

$$Q'_4 = Q_c \left(1 - t_{4,1}/S_4\right). \quad (2.14)$$

где  $t_{i,j}$  срезка в  $i$ -ой скважине от воздействия  $j$ -ой скважины, м.

$$t_{i,j} = S_j - S_i, \quad (2.15)$$

где  $S$  – понижение уровня воды в скважине.

$$S_1 = S; \quad (2.16)$$

$$S_2 = 1,1 \cdot S_1; \quad (2.17)$$

$$S_3 = 1,15 \cdot S_1; \quad (2.18)$$

$$S_4 = 1,35 \cdot S_1; \quad (2.19)$$

$$S_2 = 1,1 \cdot 7 = 7,7 \text{ м};$$

$$S_3 = 1,15 \cdot 7 = 8,05 \text{ м};$$

$$S_4 = 1,35 \cdot 9,45 \text{ м}.$$

$$t_{1,2} = 7,7 - 7,0 = 0,7 \text{ м};$$

$$t_{2,3} = 8,05 - 7,7 = 0,35 \text{ м};$$

$$t_{3,4} = 9,45 - 8,05 = 1,4 \text{ м};$$

$$t_{4,1} = 9,45 - 7,0 = 2,45 \text{ м};$$

$$Q'_1 = 118,3 \cdot \left(1 - \frac{0,7}{7,0}\right) = 106,5 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q'_2 = 118,3 \cdot \left(1 - \frac{0,35}{7,7}\right) = 112,9 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q'_3 = 118,3 \cdot \left(1 - \frac{1,4}{8,05}\right) = 97,7 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q'_4 = 118,3 \cdot \left(1 - \frac{2,45}{9,45}\right) = 87,6 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

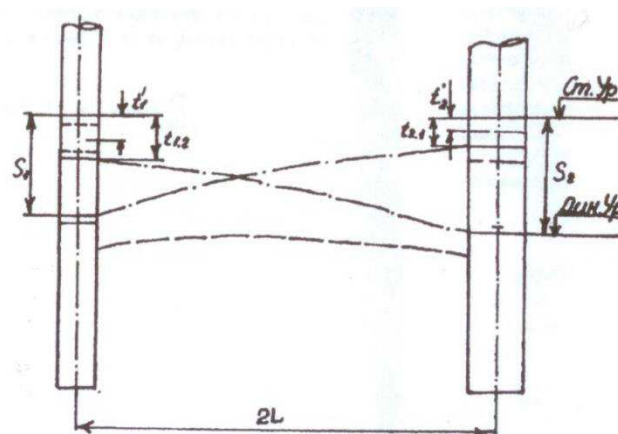


Рисунок 2.1 Взаимное влияние скважин

## 2.5 Устройство устья подземного источника

Так как скважина будет эксплуатироваться круглогодично, в целях предотвращения промерзания устья скважины предусматриваем кессонное оборудование (утеплительный футляр). Кессон устраивается от выступающей части устья и до глубины промерзания грунта. Делается глиняный замок для защиты от ливневых вод с радиусом 1,5 м, под уклоном 0,1 проводим прямую до кессона. Железобетонное укрепление – отмокту,



делаем поверх глиняного замка для защиты от микробного проникновения с радиусом 3,5 м.

Проектируем кессон пластиковый с утеплителем, диаметром 700 мм (рисунок 2.2) на производственной базе ЖИЛКОМСНАБ, по ТУ 2291-001-86917423-2010, сертификат соответствия ГОСТ-Р №0260760 от 21.10.2010 г.

Над устьем каждой четвертой скважины устраиваем павильон ниже поверхности земли – заглубленная камера для погружного насоса

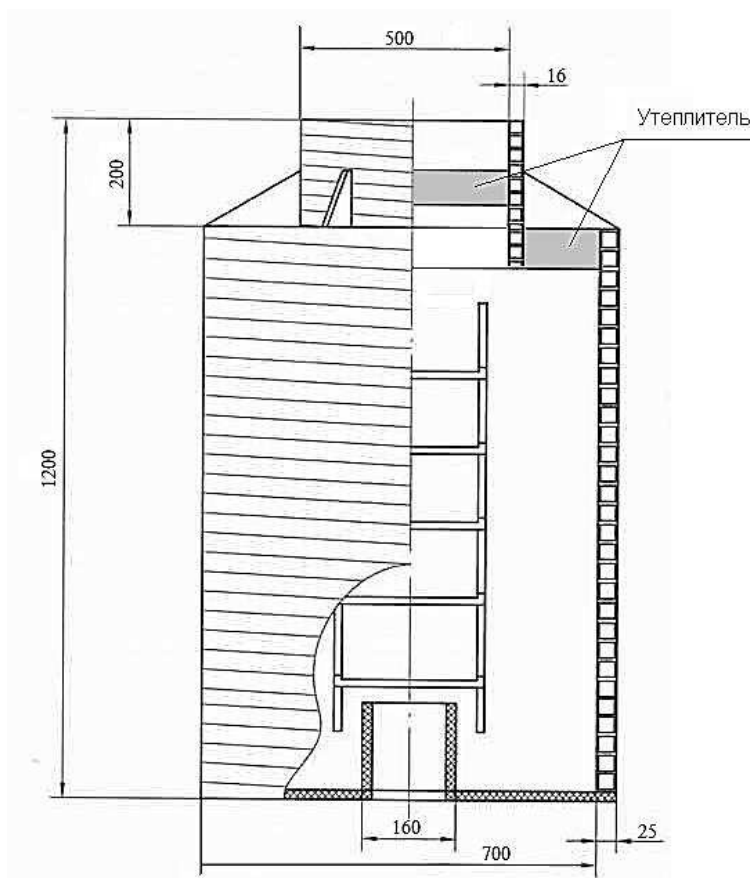


Рисунок 2.2 – Кессон с утеплительным кожухом

## 2.6 Защита от заиливания

В мерзлых грунтах заиливание скважин происходит крайне медленно, мелкими частицами. В качестве защиты принимаем очистку фильтра вручную.

## 2.7 Расчет выбросов пыли при сооружении скважин

При расчете загрязнений атмосферы пылевыми выбросами при бурении скважин исходят из того, что практически все буровые станки производятся промышленностью со средствами пылеочистки.

Расчет максимальных разовых выбросов определяют по формуле

$$Q_3 = \frac{n \cdot z \cdot (1 - \eta)}{3600}, \quad (2.20)$$

где  $n$  – количество одновременно работающих буровых станков при использовании бурового станка БСШ-1, величина  $n = 3$ ;

$z$  – количество пыли, выделяемое при бурении одним станком, г/ч;

$\eta$  – эффективность системы пылеочистки в долях (для рукавного фильтра 0,95%).

$$Q_3 = \frac{3 \cdot 396 \cdot (1 - 0.95)}{3600} = 0,016 \text{ г/с.}$$

В качестве мероприятий по снижению выбросов пыли при сооружении скважин предлагаем применить пневматический бурильный молоток для бурения мокрым способом. количество пыли, выделяемое при бурении одним станком  $z = 360$  г/ч:

$$Q_3 = \frac{3 \cdot 360 \cdot (1 - 0.95)}{3600} = 0,015 \text{ г/с.} \quad (2.21)$$

Количество снижения пыли определяется как разница между традиционным бурением и предлагаемым

$$Q = Q_{\text{трад}} - Q_{\text{предл}} = 0,016 - 0,015 = 0,001 \text{ г/с.} \quad (2.22)$$

Выброс пыли от предлагаемого оборудования незначительно ниже выброса от традиционного. В условиях севера рекомендуем использовать буровой станок.

### 3 Расчет и проектирование насосных станций

#### 3.1 Насосное оборудование

Для подъема воды из водозаборных скважин, как правило, применяются погружные насосы. Работу насосов следует принимать в повторно-кратковременном режиме, совместно с регулирующей емкостью. Производительность насосов при этом должна составлять не менее максимального часового расхода воды, для которого проектируется автономная система водоснабжения. Полный напор насосной установки  $H_p$ , м определяют по формуле

$$H_p = H_{\text{geom}} + \Sigma H_{\text{totl}} + H_f, \quad (3.1)$$

где  $H_{\text{geom}}$  – геометрическая высота подъема воды от динамического уровня воды в водозаборном сооружении до расчетной точки (наиболее высоко расположенного прибора), м;

$\Sigma H_{\text{totl}}$  – потери напора при движении воды до расчетной точки, м, находим: к отметке поверхности земли прибавляем высоту отмотки без глиняного замка и отнимаем геометрическую высоту подъема воды, т.е.

$H_f$  – необходимый свободный напор в расчетной точке, м, принимаем 4 м для скважин глубиной заложения до 105 м.

$$H_{\text{geom}} = Z_{\text{дин}} - (Z_{\text{ст}} - Z_{\text{верх. в/у}}); \quad (3.2)$$

где  $Z_{\text{дин}}$  – отметка динамического уровня воды в скважине, м;

$Z_{\text{ст}}$  – отметка статического уровня воды в скважине, м;

$Z_{\text{верх. в/у}}$  – отметка верхнего водоупора, м.

$$H_{\text{geom}} = 173,0 - (180,0 - 186,3) = 179,3 \text{ м};$$

$$\Sigma H_{\text{totl}} = Z_{\text{земли}} + 0,5 - H_{\text{geom}}; \quad (3.3)$$

где  $Z_{\text{земли}}$  – абсолютная отметка поверхности земли, м;

$$\Sigma H_{\text{totl}} = 187,0 + 0,5 - 179,3 = 8,2 \text{ м.}$$

$$H_p = 179,3 + 8,2 + 4 = 191,5 \text{ м.}$$

В качестве насоса принимаем скважинный насос Grundfos SP 125-9.

Отметка оси насоса, м:

$$Z_{\text{ОН}} = Z_{\text{земли}} - L_{\text{РК}} \cdot 0,5, \quad (3.4)$$

где  $L_{\text{РК}}$  – длина рабочей камеры, м:

$$Z_{OH} = 187,0 - 37,5 \cdot 0,5 = 168,2 \text{ м.}$$

Таблица 3.1 – Основные технические данные скважинного электронасосного агрегата для воды (погружного насоса)

Подача, м <sup>3</sup> /ч	Напор, м	Мощность электродвигателя, кВт	КПД агрегата, %	Масса, кг	Габариты насоса ВхН, мм	Внутренний диаметр скважины, мм
120	192	90	78	409	218x3729	373

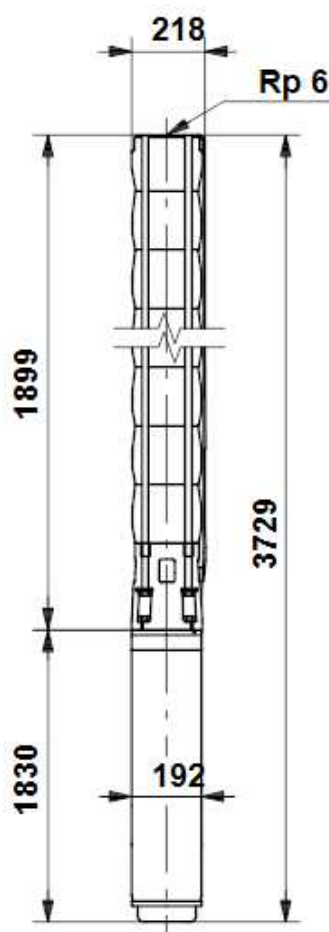


Рисунок 3.1 - Конструкция погружного насоса Grundfos типа SP

### 3.2 Расчёт регулирующей ёмкости.

Объем регулирующей ёмкости  $W_{рег}$ , определяем на суточный расход 4 скважин:

$$W_{рег} = (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4) \cdot 24, \quad (3.5)$$

$$W_{рег} = (106,5 + 112,9 + 97,7 + 87,6) \cdot 24 = 9712,8 \text{ м}^3/\text{сут},$$

Полную вместимость емкостей  $V, \text{м}^3$ , определяем по формуле для безнапорного бака:

$$V = B \cdot W_{\text{рег}}, \quad (3.6)$$

где  $B$  – коэффициент запаса вместимости бака, принимаемый 1,2.

$$V = 1,2 \cdot 9712,8 = 11\,655,36 \text{ м}^3.$$

Принимаем 6 железобетонных резервуаров прямоугольных в плане, объемом  $12\,000 \text{ м}^3$ ,  $A \times B \times H = 54 \times 48 \times 4,8$ .

### 3.3 Насосная станция II подъема

Насосами II станции подается очищенная вода из резервуаров чистой воды (РЧВ) непосредственно к потребителю. Поэтому подачу насосной станции II подъема определяют в зависимости от режима водопотребления населенного пункта.

Напор насосов станции II подъема определяют после полного расчета сети. Напор на станции должен быть достаточным для обеспечения требуемого свободного напора в сети населенного пункта с учетом потерь напора в сети и рельефа местности.

### 3.4 Определение уровней воды в РЧВ

Полный объем резервуаров чистой воды,  $W_{\text{РЧВ}}, \text{ м}^3$  определяется по формуле

$$W_{\text{РЧВ}} = W_{\text{рег}} + W_{\text{пож}} + W_{\text{СН}}, \quad (3.7)$$

где  $W_{\text{рег}}$  – регулирующий объем воды в резервуаре;

$W_{\text{пож}}$  – неприкосновенный запас воды на тушение пожара;

$W_{\text{соб.н}}$  – объем воды на собственные нужды станции.

Неприкосновенный противопожарный объем  $W_{\text{пож}}$  рассчитывается из условия тушения расчетного количества одновременных пожаров  $n$  в течение всего нормативного времени тушения пожара  $T_{\text{пож}}$  и определяется по формуле

$$W_{\text{пож}} = T_{\text{пож}} \cdot 3,6 \cdot (n_{\text{н.п.}} \cdot q_{\text{н.п.}} + n_{\text{п.п.}} \cdot q_{\text{п.п.}}), \text{ м}^3, \quad (3.8)$$

где  $n$  – расчетное количество пожаров соответственно в населенном пункте и на промышленном предприятии, принимается по СНиП 2.04.02 – 84\*;

$q$  – расход воды на тушение одного пожара, соответственно в населенном пункте и на промышленном предприятии л/с;

$T_{\text{пож}}$  – нормативное время тушения одного пожара, принимается 3 ч.

$$W_{\text{пож}} = 3 \cdot 3,6 \cdot (1 \cdot 10) = 108,0 \text{ м}^3;$$

Объем регулирующей емкости резервуара на собственные нужды станции составляет 8% от максимального суточного расхода

$$W_{\text{СН}} = 0,08 \cdot Q_{\text{сут max}}, \quad (3.9)$$

$$W_{\text{СН}} = 0,08 \cdot 811,20 = 64,9 \text{ м}^3.$$

Полный объем резервуаров чистой воды:

$$W_{\text{РЧВ}} = 9712,8 + 108,0 + 64,9 = 9885,7 \text{ м}^3.$$

Принимаю 1 резервуар объемом 10 000 м<sup>3</sup>. Размеры типового резервуара – 60×36×4,8 м.

Максимальная высота слоя воды в резервуаре и слоя противопожарного запаса воды составит:

$$h_{\text{max}} = \frac{W_{\text{РЧВ}}}{F_p}, \quad (3.10)$$

$$h_{\text{пож}} = \frac{W_{\text{пож}}}{F_p}, \quad (3.11)$$

где  $F_p$  – площадь сечения одного РЧВ, м<sup>2</sup>;

$$h_{\text{max}} = \frac{9885,7}{60 \cdot 36} = 4,6 \text{ м}^3;$$

$$h_{\text{пож}} = \frac{108,0}{60 \cdot 36} = 0,5 \text{ м}^3.$$

Заглубление резервуара задается из условия минимальной выемки грунта котлована под сооружение, равное половине высоты резервуара  $H_p = 4,8$  м:

$$Z_d = Z_{\text{земли}} - 0,5 \cdot H_p, \quad (3.12)$$

$$Z_d = 187,0 - 0,5 \cdot 4,8 = 184,6 \text{ м}.$$

По вычисленному значению высоты определяется отметка слоя пожарного запаса воды в резервуаре:

$$Z_{\text{пож}} = Z_d + h_{\text{пож}}, \quad (3.13)$$

где  $Z_{\text{д}}$  – отметка дна РЧВ, м.

$$Z_{\text{пож}} = 184,6 + 0,5 = 185,1 \text{ м.}$$

Максимальный уровень воды в резервуаре:

$$Z_{\text{р.макс}} = Z_{\text{д}} + h_{\text{макс}}, \quad (3.14)$$

$$Z_{\text{р.макс}} = 184,6 + 4,6 = 189,2 \text{ м.}$$

Найденные отметки представлены на рисунке 3.2.

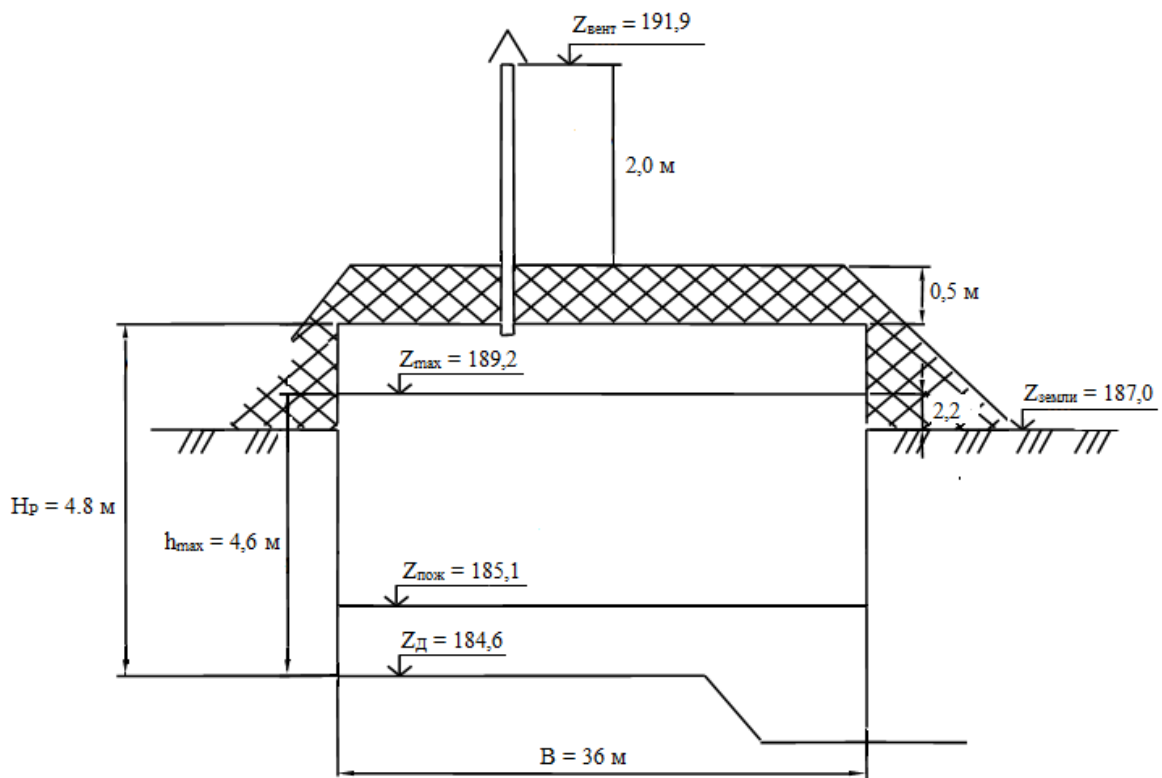


Рисунок 3.2 – Схема РЧВ

### 3.5 Расчет диаметров всасывающих и напорных трубопроводов

Диаметр всасывающих и напорных труб определяют по расчетному расходу при нормальном режиме работы водозабора и скорости движения воды в трубах:

$$D = \sqrt{\frac{Q_1}{0,785 \cdot V_T}} \quad (3.15)$$

где  $Q_1$  – расчетный расход одного насоса, м<sup>3</sup>/с;

$V_T$  – допустимая расчетная скорость в трубопроводе, для трубопроводов насосных станций  $V_T^{bc} = 1,0$  м/с и  $V_T^{нап} = 2,0$  м/с.

Количество всасывающих линий на насосных станциях 1 и 2 категории, независимо от количества групп насосов, включая, пожарные, должно быть не менее двух. При установке крупных насосных агрегатов число всасывающих труб принимается равным числу насосов.

Диаметр всасывающих трубопроводов насосной станции:

$$D^{bc} = \sqrt{\frac{0,03}{0,785 \cdot 1,0}} = 0,195 \text{ м,}$$

$$D^{нап} = \sqrt{\frac{0,03}{0,785 \cdot 2,0}} = 0,138 \text{ м,}$$

Принимаем диаметр всасывающих трубопроводов  $D^{bc} = 219$  мм, диаметр напорных трубопроводов  $D^{нап} = 140$  мм.

### 3.6 Определение требуемого напора насосов

Высота подъема насосов определяется по формуле

$$H_H = H_T + h_{w.вс.л} + h_{w.н.л}, \quad (3.16)$$

где  $H_T$  – геометрическая высота подъема воды, м

$h_{w.вс.л}$  – потери напора во всасывающем трубопроводе, м;

$h_{w.н.л}$  – потери напора в напорных коммуникациях и в водоводе от НСП.

Геометрическая высота подъема воды, м, определяется по формуле

$$H_T = H_Z = Z_{д.т.} - Z_{пож}, \quad (3.17)$$

где  $H_Z$  – разность отметок поверхности земли у диктующей точки  $Z_{д.т.}$  и расчетного (пожарного) уровня в резервуаре чистой воды  $Z_{пож}$ :

$$H_T = H_Z = 225,0 - 185,1 = 39,9 \text{ м;}$$

$$h_{w.вс.л} = S_{0 \text{ вс}} \cdot L_{вс} \cdot Q_{вс}^2 + h_{к.вс}, \quad (3.18)$$

где  $S_{0 \text{ вс}}$  – удельное сопротивление труб, принимаются по таблицам Ф. А. Шевелева;

$L_{вс}$  – длина всасывающего трубопровода, м, его значение принимается по генплану;

$Q_{вс}$  – расчетные расходы всасывающих линий, м<sup>3</sup>/с;

$h_{к.вс}$  – потери напора в коммуникациях внутри насосной станции, на всасывающей линии, м; принимаются равными  $h_{к.вс} = 1,5$  м.



$$h_{w.вс.л} = 6,595 \cdot 10^{-6} \cdot 30,0 \cdot 0,03^2 + 1,5 \approx 1,5 \text{ м};$$

$$h_{w.н.л} = h_{w.уч} + h_{к.н}, \quad (3.19)$$

где  $h_{к.н}$  – потери напора в коммуникациях внутри насосной станции, на напорной линии; принимаются равными 2,0 м;

$h_{w.уч}$  – потери напора на участках до диктующей точки, м:

$$h_{w.уч} = h_{пут} + h_{геом} + h_{узл}, \quad (3.20)$$

где  $h_{пут}$  – потери напора по длине трубопровода, м;

$h_{геом}$  – потери напора

$h_{узл}$  – потери напора в узлах, м. Принимаются при повороте  $90^\circ$  – 0,5 м, при повороте  $45^\circ$  – 0,3 м, при повороте менее  $45^\circ$  – 0,1 м.

$$h_{пут} = \sum i \cdot L, \text{ м} \quad (3.21)$$

где  $i$  – уклон сети, принимается по таблицам Ф. А. Шевелева.

Таблица 3.2 – Определение путевых потерь напора

№ участка	Длина участка, м	Уклон	Путевые отборы, м
НС-14	139,85	0,00159	0,22
14-15	454,20	0,0027	1,23
15-16	131,10	0,0027	0,35
16-17	225,30	0,0027	0,61
17-18	344,00	0,0027	0,93
24-18	503,10	0,0027	1,36
24-25	632,50	0,00256	1,62
25-26	361,50	0,00157	0,57
26-27	239,70	0,00199	0,48
27-28	345,3	0,0065	2,24
28-30	240,8	0,0147	3,54
Сумма			13,15

$$h_{геом} = Z_{д.т.} - Z_{нс}, \quad (3.22)$$

$$h_{геом} = 225,0 - 187,0 = 38,0 \text{ м.}$$

$$h_{w.н.л} = 13,2 + 38,0 + 2,8 = 54,0 \text{ м};$$

$$H_H = 39,9 + 1,5 + 54,0 = 95,4 \text{ м.}$$

Полная высота подъема насосов определяется по формуле

$$H_{\Pi} = H_{Н} + H_{св}, \quad (3.23)$$

где  $H_{св}$  – требуемый свободный напор над поверхностью земли в диктующей точке, определяется по формуле

$$H_{св} = 4 \cdot (n - 1) + 10, \quad (3.24)$$

где  $n$  – это количество этажей самого высокого здания.

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

Полная высота подъема насосов:

$$H_{\Pi} = 95,4 + 14 = 109,4 \text{ м}.$$

### 3.7 Подбор насосов

Насосы в насосной станции II подъема работают совместно, в параллельном режиме подачи воды в водовод, т.е. несколько насосов подают воду в одну систему. Подбор марки насосов производится по требуемым подаче  $Q_{Н} = 118,3 \text{ м}^3/\text{ч}$  и напору  $H_{Н} = 109,4 \text{ м}$ . По сводному графику рабочих зон насосов предварительно намечается марка насосов. Окончательный выбор производится по рабочим характеристикам насосов:

Принимаем 6 рабочих и 3 резервных насоса Grundfos HS 350-250-630.

Рабочие характеристики приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Характеристики насосов НС-II

Подача, $\text{м}^3/\text{ч}$	Напор, м	Мощность электродвигателя, кВт	Масса, кг	Габариты насоса АхВхН, мм
190,0	120,0	5,4	155	795x400x565

### 3.8 Определение высоты павильона

Высота павильона берегового колодца рассчитывается по формуле

$$H_{\Pi} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6, \quad (3.25)$$

где  $h_1$  – высота монорельса;

$h_2$  – минимальная высота тали от крюка;

$h_3$  – высота строповки, 0,5м;

$h_4$  – высота груза;

$h_5$  – высота от груза (насоса) до пола, 0,5 м;

$h_6$  – высота фундамента под насос.

$$H_{\Pi} = 1,16 + 1,49 + 0,5 + 1,4 + 0,5 + 3 = 8,05 \text{ м}$$

С учетом строительного шага (0,3 м) запроектирован павильон высотой 8,1 м.

## 4 Водозаборные очистные сооружения

Для нефтесодержащих подземных вод специалистами фирмы «Национальные водные ресурсы» разработана технологическая схема очистки. Данная схема имеет ряд минусов, но после модернизации может эффективно применяться.

Технологическая схема включает следующие операции:

- подогрев;
- аэрация (отдувка сероводорода и повышение окислительно-восстановительного потенциала воды);
- дозирование окислителя (перманганата калия или гипохлорида натрия);
- дозирование гидроксида натрия (при низком рН и малом щелочном резерве);
- дозирование коагулянта;
- осветлительное фильтрование;
- сорбционное фильтрование через активированный уголь;
  - обеззараживание ультрафиолетовым облучением

Суммарная эффективность удаления нефтепродуктов из природной воды на данной технологической установке составляет не более 35%, а значит не достигается требуемое качество питьевой воды (0,1 мг/м<sup>3</sup>). Следовательно требуется разработка новой более эффективной и компактной схемы водоподготовки для вахтовых поселков при разработке нефтяных скважин.

### 4.1 Качество воды водоисточника

Качество воды в источнике не соответствует требованиям СанПиН, по следующим показателям: цветность, жесткость, рН, общая минерализация превышено содержание железа, калия и нефтепродуктов.

Полный состав забираемой воды представлен в таблице 4.1

Таблица 4.1 – Состав воды водоисточника

Показатель	Единицы измерения	Значение
Температура	°С	4,0
Водородный показатель		6,1
Цветность, град	град	235,0
Окисляемость	мг О <sub>2</sub> /л	10,0
Железо общее	мг/л	16,0
Нефтепродукты	мг/л	0,8

#### Окончание таблицы 4.1

Показатель	Единицы измерения	Концентрации загрязнений
Плотный остаток	мг/л	768,8
Жесткость общая	град	25,2
Жесткость устранимая	град	22,4
Жесткость карбонатная	град	25,2
Нитриты	мг/л	0,002
Нитраты	мг/л	23,8
Натрий	мг/л	61,1
Калий	мг/л	119,5
Хлор-ион	мг/дм <sup>3</sup>	6510,0
Карбонаты	мг/дм <sup>3</sup>	30,0
Гидрокарбонаты	мг/дм <sup>3</sup>	630,3
Кальций	мг/дм <sup>3</sup>	145,0
Магний	мг/дм <sup>3</sup>	46,4
Общая минерализация	мг/дм <sup>3</sup>	11 150,0

#### 4.2 Производительность очистных сооружений

Расчетная производительность очистных сооружений определена с учетом максимального водопотребления в городе, расхода воды на собственные нужды станции водоподготовки и дополнительного противопожарного расхода воды. Результаты сведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Расчетная производительность водозаборных очистных сооружений

$Q_{сут}, м^3/сут$	$Q_{час}, м^3/ч$	$Q_c, м^3/с$
55331,82	2317,7	0,640

#### 4.3 Состав сооружений для очистки воды

Водозаборные очистные сооружения являются одним из основных элементов системы водоснабжения.

Выбор состава сооружений определяется с учетом показателей качества воды, требований к качеству питьевой воды, производительности очистных сооружений, технико-экономического обоснования.



Рисунок 4.1 – Технологическая схема водоподготовки  
 1 – теплообменник, 2 – эжектор. 3, 7, 9 – насосная станция, 4 – контактная камера; 5 - осветлительные фильтры, 6 – сорбционные фильтры, 8 - резервуар чистой воды, 10 – кавитатор

#### 4.4 Подбор теплообменного аппарата

Температура воды в источнике составляет 0,1-4°С, что затрудняет ее очистку. Для нагрева воды на 2°С используем проточный теплообменник типа «труба в трубе» производства «МеталлЭкспортПром», рабочая среда – пар. Источником пара служат теплогенерирующая установка поселка. Теплообменник исполнения ТТМ - многопоточный разборный. Применяется там, где есть большие расходы рабочих сред (от 10 до 300 тонн в час). На теплообменниках такого типа организованы процессы теплообмена типа: жидкость-жидкость, газ-газ, жидкость-газ. Можно очищать и внутреннюю и наружную поверхность теплообменных труб.

Таблица 4.3 – Технические характеристики теплообменного аппарата

Наименование параметров	Значения параметров для теплообменников типа
Поверхность теплообмена гладких труб, м <sup>2</sup>	3,9-93,0
Наружный диаметр теплообменных труб, мм	38; 48; 57
Наружный диаметр кожуховых труб, мм	89; 108.
Условное давление, МПа, не более	1,6; 4,0
Температура рабочей среды, С	От минус 30 до 400
Длина теплообменных труб, мм	3000; 4500; 6000; 9000.

#### 4.5 Подбор эжектора (и компрессора)

Для отдувки сероводорода и метана, как сопутствующих газов нефтесодержащих вод устанавливаем резервуар с эжектором. Для нагнетания воздуха применяем безмасляный компрессор низкого давления производства «Отечественный производитель», тип и модель: ВС 75-2,0.

Таблица 4.4 – Технические характеристики компрессора

Показатели	Давление, бар	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Мощность, кВт	Вес, кг
Значения	2,0	989,0	55,0	1160,0

Принимаем 2 эжектора погружных производства Tsurumi, модель 150TRN440.

Таблица 4.5 – Технические характеристики эжектора

Показатели	Давление, бар	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Мощность, кВт	Вес, кг	Максимальная глубина установки, м
Значения	2,0	630,0	40,0	635,0	6,0

Принимаем железобетонный резервуар прямоугольный в плане на часовой расход  $Q_{\text{ч}} = 2317,7 \text{ м}^3$  размерами  $A \times B \times C = 24 \times 18 \times 4,8 \text{ м}$ , объемом  $2500 \text{ м}^3$ .

Для перекачки воды в контактный резервуар принимаем 3 насоса горизонтальный DAB KDNE 125-250/230.

#### 4.6 Расчет реагентного хозяйства

В качестве коагулянта принят «Аква-Аурат 30» (полиоксиалюминий хлорид). Коагулянт поставляется в виде порошка. Массовая доля оксида алюминия  $\text{Al}_2\text{O}_3 - 30,0 \%$ . Доза коагулянта принимается из расчета 2-4 мг/л по  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Для изготовления раствора коагулянта на очистных станциях применяют различные устройства: растворные баки, расходные баки, насосы - дозаторы и т.д. Для растворения сухого коагулянта используют растворные баки, в которых готовят раствор коагулянта с концентрацией 9 %. Для интенсификации процесса растворения под колосниковой решеткой по системе дырчатых труб подается сжатый воздух воздуходувкой. Полученный раствор по перепускному рукаву поступает в растворные баки, где доводится до требуемой концентрации (5 %). Затем раствор коагулянта насосом - дозатором подается в смеситель.

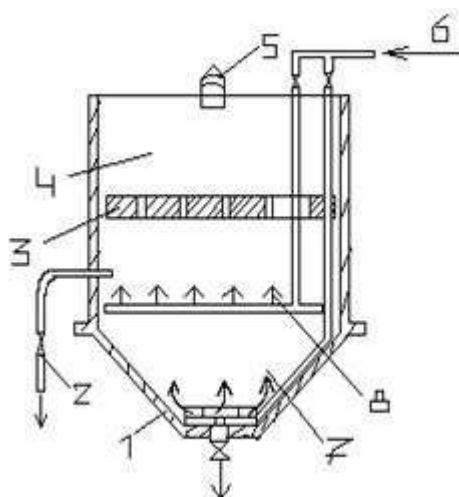


Рисунок 4.2 – Бак для растворения коагулянта с подводом сжатого воздуха:  
 1 – ж/б резервуар; 2 - отвод раствора коагулянта; 3 - колосниковая решетка;  
 4 - куски коагулянта; 5 - подача воды; 6 - подача воздуха; 7 - верхняя и нижняя  
 воздухораспределительная система

Емкость растворного бака, м<sup>3</sup>:

$$W_p = \frac{q_{\text{ч}} n D_k}{10\,000 \cdot B_p \gamma} \quad (4.1)$$

где  $n$  – время, за которое изготавливают раствор коагулянта,  $n=6-12$  ч;

$D_k$  – доза коагулянта,  $D_k = 300$  мг/л;

$B_p$  – концентрация раствора коагулянта,  $B_p = 9\%$ ;

$\gamma_k$  – объемный вес коагулянта,  $\gamma_k = 1,163$  т/м<sup>3</sup>.

$$W_p = \frac{2305,5 \cdot 6 \cdot 300}{10\,000 \cdot 9 \cdot 1,163} = 39,6 \text{ м}^3.$$

Емкость расходного бака, м<sup>3</sup>:

$$W = \frac{W_p B_p}{B} \quad (4.2)$$

где  $B$  – концентрация раствора коагулянта в расходном баке,  $B = 5\%$ .

$$W = \frac{39,6 \cdot 9,0}{5} = 71,3 \text{ м}^3.$$

Принимаем размеры бака – железобетонный резервуар круглый в плане диаметром 3,4 м и высотой 2 м. Принимаем 1 растворный бак, 2 расходных 1 резервный.

Определяем общий расход воздуха, л/с:

$$Q_B = F_1 \omega_1 + F_2 \omega_2 \quad (4.3)$$

где  $F_1$  и  $F_2$  – площади растворных и расходных баков, м<sup>2</sup>;

$\omega_1, \omega_2$  – интенсивности подачи воздуха в растворный и расходный баки. Принимаем  $\omega_1 = 3 \div 10\%$  л/с·м<sup>2</sup>,  $\omega_2 = 3 \div 5\%$  л/с·м<sup>2</sup>.

$$F_1 = F_2 = \frac{\pi d^2}{4} \quad (4.4)$$

где  $d$  – диаметр бака, м

$$F_1 = F_2 = \frac{3,14 \cdot 3,4^2}{4} = 9 \text{ м}^2,$$

$$Q_B = 9 \cdot 7 + 2 \cdot 9 \cdot 5 = 153 \text{ л/с.}$$

По полученному результату подбираем компрессор Fiberpool НРЕ-5026, производительность 318 м<sup>3</sup>/час = 88,3 м<sup>3</sup>/мин, мощность электродвигателя 2,2 кВт, давление 1,2 мПа. Предусматриваем, кроме того, резервный компрессор.



Находим диаметр трубопровода, м:

$$V = \frac{W}{60 \cdot (p+1) \cdot 0,785d^2} \quad (4.5)$$

где  $W$  – производительность воздуходувки, м<sup>3</sup>/мин;  
 $p$  – давление в трубопроводе, равное 1,5 кг/см<sup>2</sup>.

$$V = \frac{88,3}{60 \cdot (1,5+1) \cdot 0,785 \cdot 0,03^2} = 833,2 \text{ м}^3.$$

Определяем вес воздуха, проходящего через трубопровод, кг/ч:

$$G = W \cdot 60 \cdot \gamma, \quad (4.6)$$

где  $\gamma$  – удельный вес воздуха, равный 1,9 кг/м<sup>3</sup>.

$$G = 88,3 \cdot 60 \cdot 1,9 = 10066,2 \text{ кг/ч.}$$

Определяем потери давления воздуха, м:

$$P_1 = \frac{12,5\beta G^2 l}{\gamma d^5}. \quad (4.7)$$

где  $\beta$  – коэффициент сопротивления,  $\beta=1,2$ ;  
 $l$  – длина трубопровода,  $l=20$  м.

$$P_1 = \frac{12,5 \cdot 1,2 \cdot 10066,2^2 \cdot 20,0}{1,9 \cdot 30^5} = 6,6 \text{ м.}$$

Потери напора в фасонных частях, мм.вод.ст.:

$$P_2 = 0,063V^2 \cdot \sum \xi, \quad (4.8)$$

где  $V$  – скорость движения воздуха в трубопроводе;  
 $\sum \xi$  – сумма коэффициентов местных сопротивлений:

$$\sum \xi = 1,5n, \quad (4.9)$$

где  $n$  – число колен, равное числу растворных и расходных баков.

$$\sum \xi = 1,5n = 1,5 \cdot 3 = 4,5.$$

$$P_2 = 0,063 \cdot 0,9^2 \cdot 4,5 = 0,23 \text{ мм. вод. ст.}$$

Суженный участок для ввода реагента

Определяем диаметр одного подводящего водовода, м:

$$D = \sqrt{\frac{4q}{\pi V_1}}, \quad (4.10)$$

где  $q$  – расход воды в водоводе,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$V_1$  – скорость движения воды в подводящем водоводе,  $V_1 = 1 \div 1,2 \text{ м/с}$ .

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,018}{3,14 \cdot 1,1}} = 0,144 \text{ м.}$$

Принимаем диаметр одного подводящего водовода 146 мм.

Диаметр суженного участка, м:

$$d = \frac{D}{2}, \quad (4.11)$$

$$d = \frac{146}{2} = 73 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр суженного участка 76 мм.

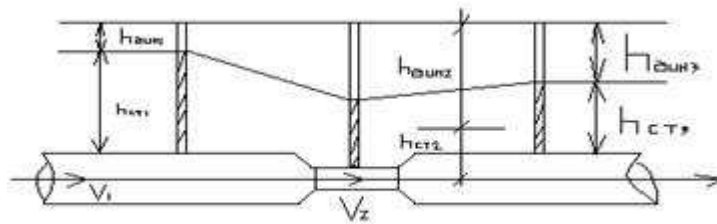


Рисунок 4.2 – Трубопровод подачи реагента

Динамическое давление воды в водоводе, м:

$$h_{\text{дин1}} = \frac{V_1^2}{2g}, \quad (4.12)$$

$$h_{\text{дин1}} = \frac{1,1^2}{2 \cdot 9,81} = 0,06 \text{ м.}$$

Динамическое давление воды в суженном участке, м:

$$h_{\text{дин2}} = \frac{V_2^2}{2g}, \quad (4.13)$$

$$h_{\text{дин2}} = \frac{3,0^2}{2 \cdot 9,81} = 0,46 \text{ м.}$$

Потери напора в суженном участке, м:

$$h_c = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g}, \quad (4.14)$$

где  $V_2$  и  $V_1$  - скорости движения воды соответственно в трубе нормального сечения и в суженной части трубопровода,  $V_1=1,2$  м/с,  $V_2=3$  м/с.

$$h_c \frac{3,0^2 - 1,1^2}{2 \cdot 9,81} = 0,39 \text{ м.}$$

Что удовлетворяет условию  $h_c = 0,3 \div 0,4$  м.

Площадь поперечного сечения водовода, м<sup>2</sup>:

$$f_1 = \frac{\pi D^2}{4}, \quad (4.15)$$

$$f_1 = \frac{3,14 \cdot 0,146^2}{4} = 0,017 \text{ м}^2.$$

Площадь поперечного сечения суженного участка, м<sup>2</sup>:

$$f_2 = \frac{\pi d^2}{4}, \quad (4.16)$$

$$f_2 = \frac{3,14 \cdot 0,076^2}{4} = 0,004 \text{ м}^2.$$

Отношение площадей сечений:

$$m_1 = \frac{f_1}{f_2}, \quad (4.17)$$

$$m_1 = \frac{0,017}{0,004} = 4,25.$$

Разность отметок уровней воды в пьезометрах, м:

$$\sqrt{h} = \frac{q_c \cdot \sqrt{m_1^2 - 1}}{\mu f_1 \sqrt{2g}}, \quad (4.18)$$

где  $\mu$  - коэффициент расхода,  $\mu=0,98$ .

$$\sqrt{h} = \frac{0,663 \cdot \sqrt{4,25^2 - 1}}{0,98 \cdot 0,017 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81}} = 37,0.$$

Для хранения коагулянта и извести необходимо устройство склада, рассчитанного на 15-30 суточную наибольшую потребность в реагентах.

Площадь склада коагулянтов, м<sup>2</sup>:

$$F_{\text{скл}}^{\text{к}} = \frac{Q_{\text{ос}} D_{\text{к}} T \alpha}{1000 P_{\text{с}}^{\text{к}} h_{\text{к}} G_0^{\text{к}}}, \quad (4.19)$$

где  $D_{\text{к}}$  - доза коагулянта,  $D_{\text{к}}=3$  мг/л;

$T$  - продолжительность хранения коагулянта на складе,  $T=60$  сут;

$\alpha$  - коэффициент учета дополнительной площадки проходов,  $\alpha=1,15$ ;

$P_{\text{с}}^{\text{к}}$  - содержание безводного продукта в коагулянте,  $P_{\text{с}}^{\text{к}} = 33,5$ ;

$h_{\text{к}}$  - высота слоя коагулянта,  $h_{\text{к}}=2$  м;

$G_0^{\text{к}}$  - объемный вес коагулянта при загрузке склада навалом,  
 $G_0^{\text{к}} = 1,1$  т/м<sup>3</sup>.

$$F_{\text{скл}}^{\text{к}} = \frac{2305,5 \cdot 3 \cdot 60 \cdot 1,15}{33,5 \cdot 10000 \cdot 2 \cdot 1,1} = 6,5 \text{ м}^2.$$

#### 4.7 Расчет контактной камеры

Необходимая площадь поперечного сечения контактной камеры в плане

$$F_{\text{к}} = \frac{Q_{\text{час}} T}{nH}, \quad (4.20)$$

где  $T$  – продолжительность контакта коагулянта с водой; принимается в пределах 5 мин.

$n$  – количество контактных камер;

$H$  – глубина слоя воды в контактной камере в м; принимается 5 м.

При  $Q_{\text{час}} = 2317,7$  м<sup>3</sup>/ч,  $T = 0,1$ ч,  $n = 2$  и  $H = 5$ м

$$F_{\text{к}} = \frac{2317,7 \cdot 0,1}{2 \cdot 5} = 23,1 \text{ м}^2.$$

Принимаем контактную камеру размерами  $A \times B \times C = 6 \times 6 \times 3,6$

Для равномерного распределения раствора коагулянта у дна контактной камеры разместим перфорированные трубы. Принимаем керамические пористые трубы.

Каркасом служит труба из нержавеющей стали (наружный диаметр 57 мм) с отверстиями диаметром 4-6 мм. На нее надевается фильтровая труба – керамический блок длиной  $l = 500$  мм, внутренним диаметром 64 мм и наружным 92мм.

Активная поверхность блока т.е. площадь всех пор размером по 100 мк на керамической трубе, занимает 25% внутренней поверхности трубы, тогда:

$$f_{\text{п}} = 0,25 \pi D_{\text{н}} l, \quad (4.21)$$

$$f_{\text{п}} = 0,25 \cdot 3,14 \cdot 0,064 \cdot 1 = 0,05 \text{ м}^2.$$

Площадь поперечного сечения магистральной(каркасной) распределительной трубы внутренним диаметром  $d = 49$  мм равна:  $f_{тр} = 0,002$  м<sup>2</sup> = 20 см<sup>2</sup>.

Принимаем в каждой контактной камере по четыре магистральных распределительных трубы, уложенных на взаимных расстояниях(между осями) по 0,9 м. Каждая труба состоит из восьми керамических блоков. При таком размещении труб принимаем размеры контактной камеры в плане 3,7 х 5,4м.

#### 4.8 Расчет осветлительных фильтров

В качестве осветлительных фильтров применяем типовые напорные однопоточные фильтры, с загрузкой из дробленного антрацита и кварцевого песка.

Расчет фильтров производят исходя из производительности с учетом расхода осветленной воды на собственные нужды всех установленных фильтров. Общая площадь фильтрования  $F$ , м<sup>2</sup>, определяется по формуле

$$F = \frac{Q_{ч}}{V_{\phi}}, \quad (4.22)$$

где  $V_{\phi}$  – скорость фильтрования при нормальном режиме работы фильтров, м/ч.  $V_{\phi} = 10$  м/ч.

$$F = \frac{2317,7}{10} = 231,7 \text{ м}^2.$$

Площадь фильтрования каждого фильтра определяется путем подбора по формуле

$$f' = \frac{F}{a}, \quad (4.23)$$

где  $a$  – число фильтров.

$$f' = \frac{231,7}{9} = 25,6 \text{ м}^2.$$

Принимаем 9 фильтров трехкамерных,  $d = 3,4$  м, площадью  $f = 25,6$  м.  
Скорость фильтрования при нормальном режиме:

$$V_{н} = \frac{Q_{ч}}{fa}. \quad (4.24)$$

$$V_{н} = \frac{231,7}{25,6 \cdot 9} = 9,4 \text{ м/ч}.$$

Соответствует нормативному значению 5-10 м/ч.  
Среднечасовой расход воды на промывку фильтров:

$$q = \frac{dra}{24}, \quad (4.25)$$

где  $r$  – число промывок каждого фильтра в сутки, принимается 1-2;  
 $d$  – расход воды на одну промывку фильтра:

$$d = \frac{i60tf}{1000}, \quad (4.26)$$

где  $i$  – интенсивность взрыхления, л/(с·м<sup>2</sup>), принимаем для фильтров с загрузкой антрацитом  $i = 12$  л/(с·м<sup>2</sup>);

$t$  – продолжительность взрыхляющей промывки, принимается 20 мин (0,33 часа).

$$d = \frac{12 \cdot 60 \cdot 0,33 \cdot 27,2}{1000} = 6,5 \text{ м}^3;$$

$$q = \frac{6,5 \cdot 2 \cdot 9}{24} = 4,8 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Скорость фильтрации при форсированном режиме:

$$V_{\phi} = \frac{Q_{\phi}}{f(a-1)}. \quad (4.27)$$

$$V_{\phi} = \frac{2317,7}{25,6 \cdot (9-1)} = 10,6 \text{ м/ч}.$$

Расчетная скорость фильтрации при форсированном режиме сходит в диапазон допустимых скоростей до 7,5-12 м/ч.

Таблица 4.6 – Состав воды после очистки на осветлительных фильтрах

Показатель	Единицы измерения	Состав исходной воды	Эффективность, д. е.	Состав на выходе
Температура	°С	4,0		4,0
Водородный показатель		6,1		6,1
Цветность, град	град	235,0	0,75	58,8
Окисляемость	мг О <sub>2</sub> /л	10,0	0,75	2,5
Железо общее	мг/л	16,0		16,0
Нефтепродукты	мг/л	0,8	0,1	0,7
Плотный остаток	мг/л	768,8	0,6	307,5
Жесткость общая	град	25,2	0,6	10,1
Жесткость устранимая	град	22,4	0,6	9,0
Жесткость карбонатная	град	25,2	0,6	10,1

#### Окончание таблицы 4.6

Показатель	Единицы измерения	Состав исходной воды	Эффективность, д. е.	Состав на выходе
Нитриты	мг/л	0,002	0,6	0,0008
Нитраты	мг/л	23,8	0,6	9,5
Натрий	мг/л	61,1	0,6	24,4
Калий	мг/л	119,5	0,6	47,8
Хлор-ион	мг/дм <sup>3</sup>	6510,0	-	6510,0
Карбонаты	мг/дм <sup>3</sup>	30,0	0,6	12,0
Гидрокарбонаты	мг/дм <sup>3</sup>	630,3	0,6	252,1
Кальций	мг/дм <sup>3</sup>	145,0	0,6	58,0
Магний	мг/дм <sup>3</sup>	46,4	0,6	18,6
Общая минерализация	мг/дм <sup>3</sup>	11 150,0	0,6	4460,0

#### 4.9 Резервуар промывной воды

$$W_{\text{пром}} = \frac{2it3600fa}{1000}, \text{ м}^3 \quad (4.28)$$

$$W_{\text{пром}} = \frac{2 \cdot 12,0 \cdot 0,33 \cdot 3600 \cdot 27,2 \cdot 9}{1000} = 6976,7 \text{ м}^3.$$

Принимаем железобетонный резервуар на 7000 м<sup>3</sup> размерами в плане АхВхС = 43х36х4,8 м.

#### 4.10 Расчет сорбционных фильтров для очистки многокомпонентной воды

В качестве загрузки фильтров используем бонны с адсорбентом «Унисорб-Био» в верхней и нижней части фильтра, колонну фильтра загружаем порошковым адсорбентом той же марки.

Заявленные характеристики сорбента: сорбционная емкость 30-60 г загрязнений на 1 г сорбента; эффективность очистки 98,0-99,5 %.

Экспериментальные данные (при охлаждении до 0,1-4,0°С): сорбционная емкость  $a_{\text{sb}}^{\text{max}} = \text{мг/л}$ ; эффективность очистки 72 %.

Находим общую площадь одновременно и параллельно работающих адсорбентов:

$$F_c = \frac{Q_v}{V}, \quad (4.29)$$

где V – скорость фильтрации воды через сорбент, принимаем V = 12 м/с.

$$F_c = \frac{2317,7}{12} = 192,1 \text{ м}^2.$$

Количество параллельно и одновременно работающих линий адсорбентов при  $D_{\text{abs}} = 3,4 \text{ м}$ :

$$N_{\text{abs}}^b = \frac{F_{\text{abs}}}{f_{\text{abs}}}, \quad (4.30)$$

где  $f_{\text{abs}}$  – площадь сечения одного фильтра,  $\text{м}^2$ :

$$f_{\text{abs}} = \frac{\pi D_{\text{abs}}^2}{4}, \quad (4.31)$$

Для трехкамерного фильтра:

$$f_{\text{abs}} = 3 \cdot \frac{3,14 \cdot 3,5^2}{4} = 27,2 \text{ м}^2;$$

$$N_{\text{abs}}^b = \frac{192,1}{27,2} = 7,1 \text{ шт.}$$

Принимаем к работе 8 параллельно и одновременно работающих линий адсорбентов при скорости фильтрации 12 м/ч.

Максимальная доза сорбента:

$$D_{\text{sb}}^{\text{max}} = \frac{C_{\text{H}} - C_{\text{K}}}{a_{\text{sb}}^{\text{max}}}, \quad (4.32)$$

где  $C_{\text{H}}$ ,  $C_{\text{K}}$  – концентрация нефтепродуктов в исходной и фильтрованной воде, мг/л.  $C_{\text{H}} = 0,8 \text{ мг/л}$ ,  $C_{\text{K}} = 0,22 \text{ мг/л}$ ;

$a_{\text{sb}}^{\text{max}}$  – максимальная сорбционная емкость сорбента, мг/л:

$$a_{\text{sb}}^{\text{max}} = 253 \sqrt{C_{\text{H}}}, \quad (4.33)$$

$$a_{\text{sb}}^{\text{max}} = 253 \sqrt{0,8} = 226,3 \text{ мг/л};$$

$$D_{\text{sb}}^{\text{max}} = \frac{0,8 - 0,22}{226,3} = 0,003 \text{ мг/л.}$$

Ориентировочная высота загрузки, равная высоте адсорбера:

$$H = \frac{D_{\text{sb}}^{\text{max}} t_{\text{ads}}^{\text{op}}}{k_{\text{ads}} a_{\text{sb}}^{\text{max}}}, \quad (4.34)$$

где  $t_{\text{ads}}^{\text{op}}$  – ориентировочная продолжительность работы установки до проскока;



$k_{ads}$  - заданная степень исчерпания емкости сорбента. Согласно экспериментальным данным  $k_{ads} = 0,5$ .

$$H = \frac{0,003 \cdot 298,4 \cdot 24}{0,5 \cdot 226,3} = 0,5 \text{ м.}$$

Для перекачки воды в РЧВ принимаем 3 насоса горизонтальный ДАВ KDNE 125-250/230.

Таблица 4.7 – Состав воды после очистки на сорбционных фильтрах

Показатель	Единицы измерения	Состав исходной воды	Эффективность, д. е.	Состав на выходе
Температура	°С	4,0		4,0
Водородный показатель		6,1	-	6,7
Цветность, град	град	235,0	0,5	29,4
Окисляемость	мг О <sub>2</sub> /л	10,0	0,3	1,8
Железо общее	мг/л	16,0	0,72	4,5
Нефтепродукты	мг/л	0,8	0,42	0,4
Плотный остаток	мг/л	768,8	0,72	86,1
Жесткость общая	град	25,2	0,72	2,8
Жесткость устранимая	град	22,4	0,72	2,5
Жесткость карбонатная	град	25,2	0,72	2,8
Нитриты	мг/л	0,002	0,72	0,0002
Нитраты	мг/л	23,8	0,72	2,7
Натрий	мг/л	61,1	0,72	6,8
Калий	мг/л	119,5	0,72	13,4
Хлор-ион	мг/дм <sup>3</sup>	6510,0	0,6	2604,0
Карбонаты	мг/дм <sup>3</sup>	30,0	0,72	3,4
Гидрокарбонаты	мг/дм <sup>3</sup>	630,3	0,72	70,6
Кальций	мг/дм <sup>3</sup>	145,0	0,72	16,2
Магний	мг/дм <sup>3</sup>	46,4	0,72	5,2
Общая минерализация	мг/дм <sup>3</sup>	11 150,0	0,72	1248,8

#### 4.11 Подбор кавитатора

Для дальнейшей очистки и обеззараживания воды применяем кавитационную установку с УФ излучением «Лазурь М-500».

Кавитатор представляет собой цилиндр с вращающимися крыльчатками определенного профиля и гидротормоз. Кавитация возникает за счет разрежения потока за лопастью.

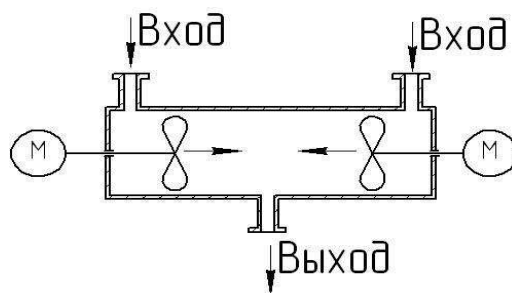


Рисунок 4.3 – Схема кавитационной установки  
«Лазурь М-500»

Кавитация — это образование в жидкости разрывов в виде пузырьков, заполненных газом, паром или их смесью, которые возникают в зонах локального понижения давления.

В фазе сжатия под действием повышенного давления и сил поверхностного натяжения полость захлопывается, а пар конденсируется на границе раздела фаз. В момент схлопывания, давление и температура газа достигают значительных величин 100 МПа и 10 000 С. Выделяющейся в процессе схлопывания пузырька энергии достаточно для возбуждения ионизации и диссоциации молекул воды и газов внутри кавитационной полости.

Если давление снижается вследствие возрастания местных скоростей потока капельной жидкости, то кавитация называется гидродинамической, если снижение давления вызвано прохождением акустических волн, то кавитация называется акустической.

Критическое давление, при котором происходит разрыв жидкости, зависит от многих факторов: от чистоты жидкости, содержания воздуха, состояния поверхности, на которой возникает кавитация.

Кавитация может возникать в потоке жидкости, имеющем переменное поле давления, а также вблизи и на поверхности тел различной формы – в местах наибольшего разрежения. Переменное поле давления создается различным образом: в результате изменения скорости потока (движения тела), влияния формы тела, вследствие механических воздействий на жидкость.

Различают две этапа кавитации: начальную и развитую.

Начальная стадия появляется при больших разрежениях, приводящих к разрыву жидкости. Существуют различные формы начальной стадии кавитации: пузырьчатая, пленочная, в виде вихревых шнуров.

Теоретически жидкость начинает кипеть, когда давление в некоторых участках потока снижается до давления насыщенных паров. В действительности давление, при котором начинается кавитация, существенно зависит от физического состояния жидкости. Если жидкость содержит большое количество растворенного воздуха, то уменьшение давления приводит к выделению воздуха из жидкости и образованию газовых полостей (каверн), в которых давление выше, чем давление насыщенных паров жидкости. При наличии в жидкости микроскопических, не видимых глазом

пузырьков кавитация может возникать при давлениях, превышающих давление насыщенного пара. Каждый кавитационный пузырек, формируясь из ядра, растёт до конечных размеров, после чего схлопывается. Весь процесс происходит в течение нескольких миллисекунд. Пузырьки могут появляться друг за другом настолько быстро, что кажутся одной каверной.

В текущей жидкости в точках наибольшей скорости, где давления наименьшие, возникают кавитационные полости (каверны), которые затем, попадая в области потока с низкими скоростями и высокими давлениями, схлопываются и разрушаются. Таким образом, происходит непрерывный процесс образования и схлопывания пузырьков, в результате чего увеличиваются размеры каверны, которая наблюдателю представляется стационарной. Каверна образуется тогда, когда давление равно или близко к давлению насыщенных паров жидкости.

Благодаря управляемому процессу кавитации в жидких средах, их широкое применение в области очистки промышленных и бытовых сточных вод является инновационным и высококорентабельным.

Таблица 4.8 – Состав воды после очистки на кавитационных установках

Показатель	Единицы измерения	Состав исходной воды	Эффективность, д. е.	Состав на выходе	ПДК в воде питьевого назначения
Температура	°С	4,0		4,0	4,5
Водородный показатель		6,1		7,0	6-9
Цветность, град	град	235,0	0,97	0,9	20,0
Окисляемость	мг О <sub>2</sub> /л	10,0	0,98	0,04	-
Железо общее	мг/л	16,0	0,97	0,1	0,3
Нефтепродукты	мг/л	0,8	0,995	0,002	0,0
Плотный остаток	мг/л	768,8	0,98	1,7	-
Жесткость общая	град	25,2	0,98	0,1	7,0
Жесткость устранимая	град	22,4	0,98	0,1	-
Жесткость карбонатная	град	25,2	0,98	0,1	-
Нитриты	мг/л	0,002	0,98	0,00004	3,0
Нитраты	мг/л	23,8	0,98	0,1	45,0
Натрий	мг/л	61,1	0,98	0,1	200,0
Калий	мг/л	119,5	0,98	0,3	12,0
Хлор-ион	мг/дм <sup>3</sup>	6510,0	0,98	52,1	350,0
Карбонаты	мг/дм <sup>3</sup>	30,0	0,98	0,1	-
Гидрокарбонаты	мг/дм <sup>3</sup>	630,3	0,98	1,4	-
Кальций	мг/дм <sup>3</sup>	145,0	0,98	0,3	100,0
Магний	мг/дм <sup>3</sup>	46,4	0,98	0,1	50,0
Общая минерализация	мг/дм <sup>3</sup>	11 150,0	0,98	25,0	1000

Состав воды на выходе из кавитационной установки соответствует всем требованиям СанПиН к питьевой воде.

## **5 Трассировка водоводов и магистральных водопроводных сетей**

При трассировке магистральной водопроводной сети следует придерживаться следующих принципов:

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

- участки водопроводной сети прокладываются по улицам с возможностью двустороннего подключения к ним линий распределительной сети. Протяженность транзитных участков сети должна быть минимальна. Участки с односторонним отбором воды могут располагаться в районах перспективной застройки.

- магистральные линии намечают вдоль основного направления движения воды по территории города с соединением этих линий перемычками. Таким образом водоводы будут образовывать замкнутые контуры (кольца), вытянутые вдоль основного направления движения воды.

Гидравлический расчет необходим для определения диаметра труб, потерь напора вследствие гидравлических сопротивлений и скорости движения воды. Для расчета кольцевой сети следует знать распределение воды по ее участкам.

1) На генплане нанесем кольцевую сеть так, чтобы можно было подключить к ней все кварталы и предприятия;

2) Пронумеруем узловыe точки и определим длину каждого участка сети;

3) Пронумеруем кольца;

4) Определим удельное водопотребление;

5) Определим путевой расход по каждому участку;

6) Найдем значение узловых расходов

7) После определения узловых расходов вычертим схему водоводов и сети, на которой укажем стрелками предварительное направление и распределение расходов по линиям сети, соблюдая баланс расходов в узлах;

8) Проверим баланс расходов.

### **5.1 Расчет сети во время максимального водоразбора**

При определении расходов воды в трубопроводах водопроводной сети примем два допущения:

1) Отбор воды по длине участка магистрали идет равномерно по всей длине. Исходя из этого определяется удельный расход воды л/с на 1м трубопровода:

$$q_{уд} = \left( \frac{Q - Q_{соср}}{\Sigma L} \right) \quad (5.1)$$

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

$Q_{соср}$  – сумма сосредоточенных отборов воды (промышленные предприятия и противопожарные нужды);

$\Sigma L$  – суммарная длина трубопроводов (участки сети с односторонним отбором входят на половину, а транзитные участки исключаются).

2) Отбор воды осуществляется в узлах сети т. е. половина расчетного отбора участка между двумя узлами отбирается в одном узле, а другая половина – в другом.

Расчет системы производится для двух случаев: максимального водопотребления ( $q_{уд\ max}$ , приходится на 11-12 часов) и при пожаре ( $q_{уд\ пож}$ ). Определим удельные расходы для всех случаев:

$$q_{уд\ max} = \frac{10,89}{4\ 570,9} = 0,002\ л/с;$$

$$q_{уд\ max} = \frac{2317,7 - 2271,04}{7\ 191,8} = 0,01\ л/с.$$

Далее определим путевые отборы для первой системы колец (таблица 5.1) и для второй (таблица 5.2).

Таблица 5.1 – Определение путевых отборов в системе 1

Участок	Длина	Путевые отборы, л/с	
		максимальный водоразбор	максимальный водоразбор +пожар
1-2	280,4	0,67	0,00
2-3	138,6	0,33	0,00
3-4	323,0	0,77	0,00
4-5	298,4	0,71	0,00
5-6	430,4	1,03	0,00
6-7	427,9	1,02	0,00
7-8	363,1	0,86	0,00
8-1	101,6	0,24	0,00
1-9	153,1	0,36	0,00
9-10	363,0	0,86	0,00
10-11	502,2	1,20	0,00
11-12	176,9	0,42	0,00
12-13	741,2	1,77	0,00
13-7	271,1	0,65	0,00
Всего	4 570,9	10,89	0,00

Таблица 5.2 – Определение путевых отборов в системе 2

Участок	Длина	Путевые отборы, л/с	
		максимальный водоразбор	максимальный водоразбор +пожар
14-15	454,2	0,36	0,00
15-16	131,1	0,10	0,00
16-17	225,3	0,18	0,00
17-18	344,0	0,27	0,00
18-19	451,0	0,36	0,00
19-20	592,3	0,47	0,00
20-21	503,0	0,40	0,00
21-14	588,2	0,46	0,00
19-22	413,2	0,33	0,00
22-23	424,2	0,33	0,00
23-24	218,7	0,17	0,00
24-18	503,1	0,40	0,00
24-25	632,5	0,50	0,00
25-26	361,5	0,28	0,00
26-27	239,7	0,19	0,00
27-28	396,2	0,31	0,00
28-23	713,6	0,56	0,00
Всего	7 191,8	5,67	0,00

Далее определим узловые отборы для первой системы колец (таблица 5.3) и для второй (таблица 5.4).

Таблица 5.3 – Определение узловых отборов в системе 1

Узел	Участки	Отборы в узлах, л/с
1	1-2, 1-8, 1-9	0,64
2	1-2, 2-3	0,50
3	2-3, 3-4	0,55
4	3-4,4-5	0,74
5	4-5, 5-6	0,87
6	5-6, 6-7	1,02
7	6-7, 7-8, 13-7	1,26
8	7-8, 8-1	0,55
9	1-9, 9-10	0,61
10	9-10, 10-11	1,03
11	10-11, 11-12	0,81
12	11-12, 12-13	1,09
13	12-13, 13-7	1,21
Сумма		10,89

Таблица 5.4 – Определение узловых отборов в системе 2

Узел	Участки	Отборы в узлах, л/с
14	14-15, 14-21	0,41
15	14-15, 15-16	0,23
16	15-16, 16-17	0,14
17	17-18, 18-19	0,22
18	17-18, 18-19, 18-24	0,51
19	18-19, 19-20, 19-22	0,57
20	19-20, 20-21	0,43
21	20-21, 14-21	0,43
22	19-22, 22-23	0,33
23	22-23, 23-24, 23-28	0,53
24	18-24, 23-24, 24-25	0,53
25	24-25, 25-26	0,39
26	25-26, 26-27	0,24
27	26-27, 27-28	0,25
28	27-28, 23-28	0,44
Всего		5,67

Схемы предварительного потокораспределения приведены ниже на рисунках 5.1-5.4

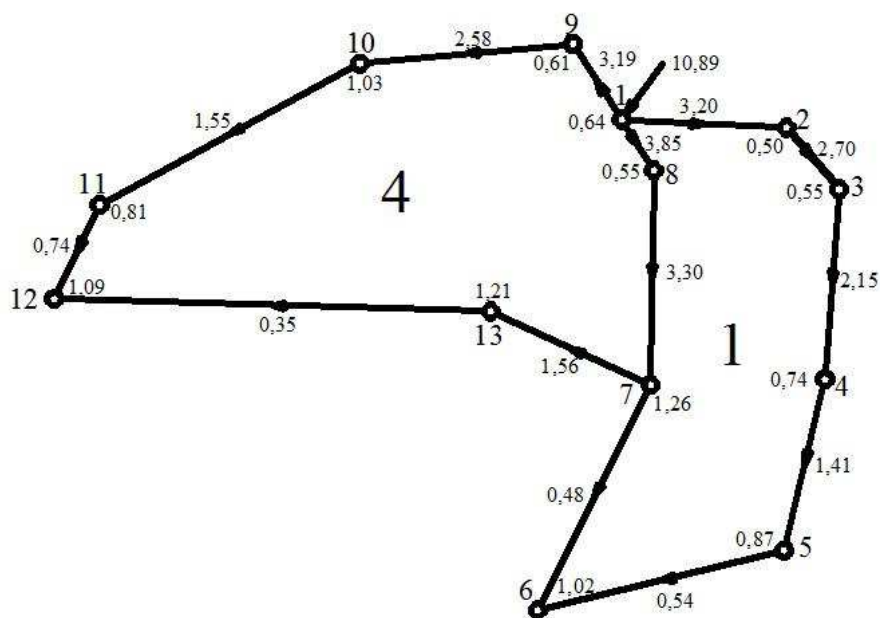


Рисунок 5.1 – Предварительное потокораспределение первой системы колец при максимальном водопотреблении

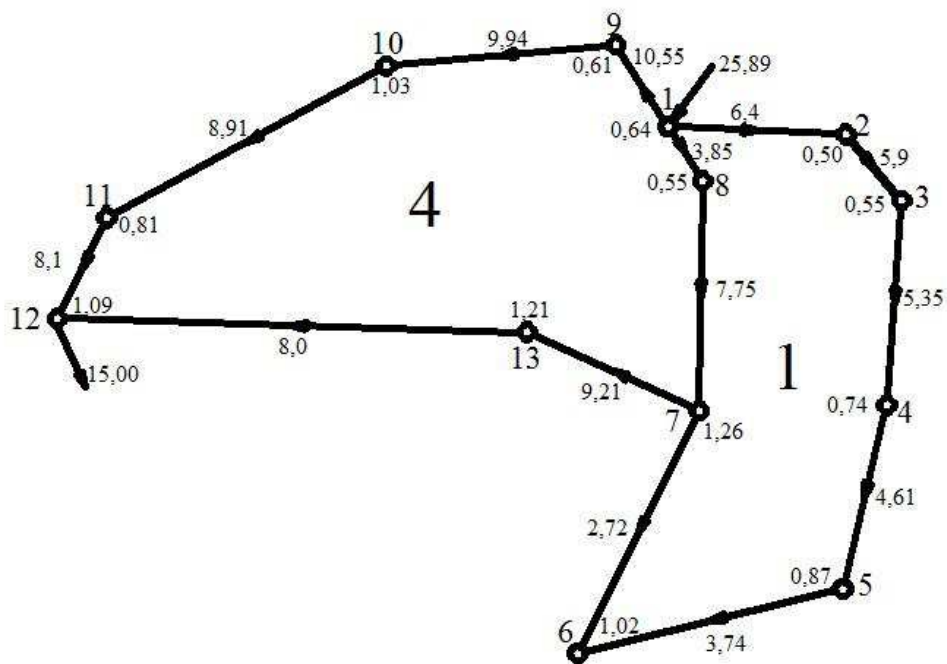


Рисунок 5.2 – Предварительное потокораспределение первой системы колец при максимальном водопотреблении и пожаре

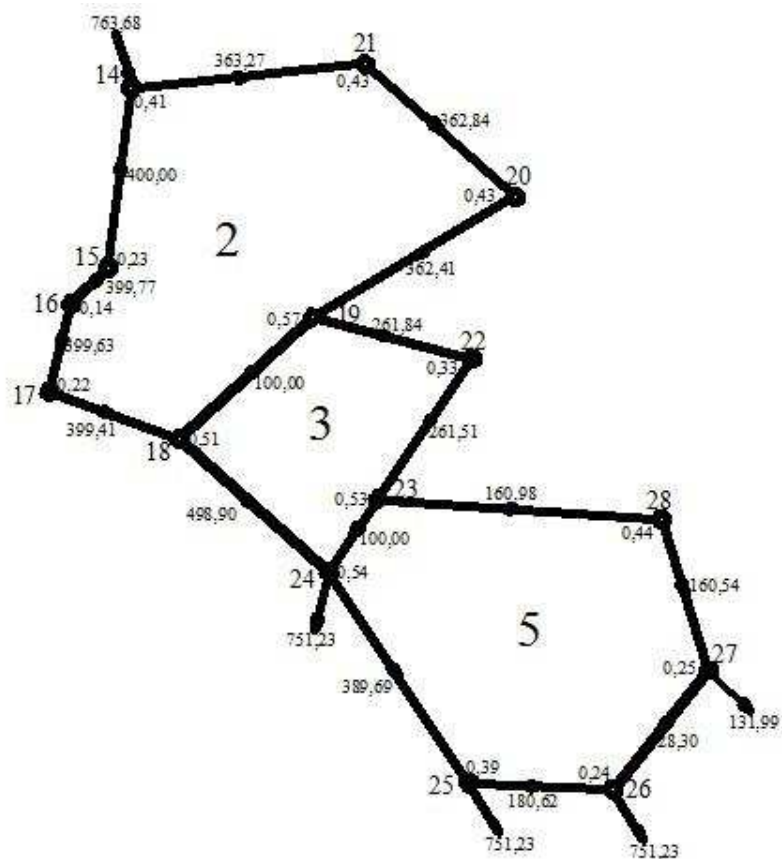


Рисунок 5.3 – Предварительное потокораспределение второй системы колец при максимальном водопотреблении



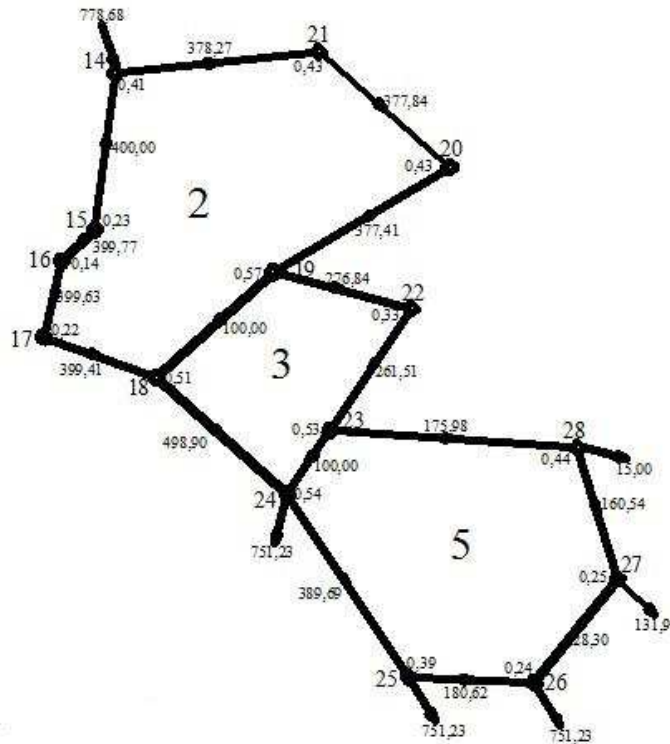


Рисунок 5.4 – Предварительное потокораспределение второй системы колец при максимальном водопотреблении и пожаре

## 5.2 Гидравлическая увязка водопроводной сети

Потокораспределение воды в трубопроводах основано на балансе расходов в узлах сети: сумма расходов, подходящих к узлу, равна сумме расходов, включая узловой отбор, отводимых от него.

Также для упрощения расчетов при гидравлической увязке рекомендуется, чтобы значения расходов в трубопроводах попадающих в одно характерное сечение сети были примерно равными. Гидравлическая увязка сети представлена в таблицах 5.5 – 5.8.

Таблица 5.5 – Гидравлическая увязка сети (система 1) при максимальном водоразборе

№ кольца	№ участка	l, м	q, л /с	d, мм	v, м / с	$\sigma$	$S_0$	$S = S_0 \delta l$	$Sq$	$h = Sq^2, м$
1	1-2	280,4	3,20	80	0,56	1,13	0,00017	0,055	0,175	0,561
	2-3	138,6	2,70	80	0,87	1,04	0,00017	0,025	0,067	0,182
	3-4	323,0	2,15	80	0,35	1,24	0,00017	0,069	0,149	0,320
	4-5	298,4	1,41	80	0,28	1,28	0,00017	0,066	0,093	0,131
	5-6	430,4	0,54	80	0,28	1,28	0,00017	0,095	0,051	0,028
	6-7	427,9	0,48	80	0,28	1,28	0,00017	0,095	0,045	-0,022
	7-8	363,1	3,30	80	0,56	1,13	0,00017	0,071	0,234	-0,773

Окончание таблицы 5.5

№ кольца	№ участка	l, м	q,	d,	v,	$\sigma$	$S_0$	$S = S_0 \delta l$	Sq	$h = Sq^2, \text{м}$
1	8-1	101,6	3,85	80	0,56	1,13	0,00017	0,020	0,076	-0,294
									0,892	0,133
4	7-8	363,1	3,30	80	0,56	1,13	0,00017	0,071	0,234	0,773
	8-1	101,6	3,85	80	0,56	1,13	0,00017	0,020	0,076	0,294
	1-9	153,1	3,19	80	0,56	1,13	0,00017	0,030	0,095	-0,304
	9-10	363,0	2,58	80	0,87	1,04	0,00017	0,065	0,168	-0,434
	10-11	502,2	1,55	80	0,28	1,28	0,00017	0,111	0,172	-0,267
	11-12	176,9	0,74	80	0,28	1,28	0,00017	0,039	0,029	-0,021
	12-13	741,2	0,35	80	0,28	1,28	0,00017	0,164	0,057	0,020
	13-7	271,1	1,56	80	0,28	1,28	0,00017	0,060	0,094	0,146
									0,927	0,206

Таблица 5.6 – Гидравлическая увязка сети (система 1) при максимальном водоразборе и пожаре

№ кольца	№ участка	l, м	q, л/с	d, мм	v, м/с	$\sigma$	$S_0$	$S = S_0 \delta l$	Sq	$h = Sq^2, \text{м}$
1	1-2	280,4	6,40	100	0,59	1,115	0,00017	0,054	0,346	2,214
	2-3	138,6	5,90	80	0,85	1,05	0,00117	0,170	1,003	5,917
	3-4	323,0	5,35	100	0,71	1,085	0,00017	0,061	0,324	1,734
	4-5	298,4	4,61	100	0,49	1,15	0,00017	0,059	0,274	1,261
	5-6	430,4	3,74	100	0,39	1,2	0,00017	0,089	0,334	1,249
	6-7	427,9	2,72	100	0,29	1,24	0,00017	0,092	0,250	0,679
	7-8	363,1	7,75	100	0,78	1,06	0,00017	0,067	0,516	-3,597
	8-1	101,6	8,30	80	1,13	1,015	0,00117	0,120	1,000	-8,298
									4,046	0,360
4	7-8	363,1	7,75	100	0,78	1,060	0,00017	0,067	0,516	3,997
	8-1	101,6	9,00	80	1,13	1,02	0,00117	0,120	1,084	9,756
	1-9	153,1	10,55	125	0,79	1,06	0,00008	0,012	0,131	-1,379
	9-10	363,0	9,94	125	0,72	1,07	0,00008	0,030	0,295	-2,530
	10-11	502,2	8,91	100	0,88	1,04	0,00017	0,090	0,805	-7,169
	11-12	176,9	8,10	80	1,13	1,015	0,00117	0,210	1,699	-13,76
	12-13	741,2	8,00	100	0,78	1,06	0,00017	0,136	1,087	8,894
	13-7	271,1	9,21	125	0,65	1,1	0,00008	0,023	0,210	1,932
									5,825	-0,260

Таблица 5.7 – Гидравлическая увязка сети (система 1) при максимальном водоразборе

№ кольца	№ участка	l, м	q, л/с	d, мм	v, м/с	$\sigma$	$S_0$	$S = S_0 \delta l$	Sq	$h = Sq^2, м$
2	14-15	454,20	400,00	500	1,91	1,00	5,78E-08	2,63E-05	0,01	-4,20
	15-16	131,10	399,77	600	1,34	1,00	2,26E-08	2,97E-06	0,00	-0,47
	16-17	225,30	399,63	600	1,34	1,00	2,26E-08	5,10E-06	0,00	-0,81
	17-18	344,00	399,41	600	1,34	1,00	2,26E-08	7,78E-06	0,00	-1,24
	18-19	451,00	100,00	350	0,97	1,03	3,73E-07	1,73E-04	0,02	1,73
	19-20	592,30	362,41	600	1,23	1,00	2,26E-08	1,34E-05	0,00	1,76
	20-21	503,00	362,84	600	1,23	1,00	2,26E-08	1,14E-05	0,00	1,50
	21-14	588,20	363,27	600	1,23	1,00	2,26E-08	1,33E-05	0,00	1,76
									0,05	0,01
3	18-19	451,00	100,00	350	0,97	1,03	3,73E-07	1,73E-04	0,02	-1,73
	19-22	413,20	261,84	600	0,90	1,04	2,26E-08	9,72E-06	0,00	0,67
	22-23	424,20	261,51	600	0,90	1,04	2,26E-08	9,98E-06	0,00	0,68
	23-24	218,70	100,00	350	0,97	1,03	3,73E-07	8,40E-05	0,01	0,84
	24-18	503,10	498,90	800	0,98	1,03	1,10E-08	5,51E-09	0,00	0,00
									0,03	0,45
5	23-24	218,70	100,00	350	0,97	1,03	3,73E-07	8,40E-05	0,01	-0,84
	24-25	632,50	398,69	600	1,34	1,00	2,26E-08	1,43E-05	0,01	-2,27
	25-26	361,50	180,62	400	1,37	1,00	1,91E-07	6,89E-05	0,01	-2,25
	26-27	239,70	28,30	200	0,82	1,06	6,96E-06	1,77E-03	0,05	1,42
	27-28	396,20	160,54	500	0,88	1,04	1,91E-07	5,78E-08	0,00	0,00
	28-23	713,60	160,98	400	1,25	1,00	1,91E-07	1,36E-04	0,02	3,53
									0,10	-0,42

Таблица 5.8 – Гидравлическая увязка сети (система 2) при максимальном водоразборе и пожаре

№ кольца	№ участка	l, м	q, л/с	d, мм	v, м/с	$\sigma$	$S_0$	$S = S_0 \delta l$	Sq	$h = Sq^2, м$
2	14-15	454,2	400,00	500,00	1,91	1,00	5,78E-08	2,63E-05	0,01	-4,20
	15-16	131,1	399,77	600,00	1,34	1,00	2,26E-08	2,97E-06	0,00	-0,47
	16-17	225,3	399,63	600,00	1,34	1,00	2,26E-08	5,10E-06	0,00	-0,81
	17-18	344,0	399,41	600,00	1,34	1,00	2,26E-08	7,78E-06	0,00	-1,24
	18-19	451,0	100,00	350,00	0,97	1,03	3,73E-07	1,73E-04	0,02	1,73
	19-20	592,3	377,41	600,00	1,28	1,00	2,26E-08	1,34E-05	0,01	1,91
	20-21	503,0	377,84	600,00	1,28	1,00	2,26E-08	1,14E-05	0,00	1,62
	21-14	588,2	378,27	600,00	1,28	1,00	2,26E-08	1,33E-05	0,01	1,90
									0,05	0,44
3	18-19	451,0	100,00	350,00	0,97	1,03	3,73E-07	1,73E-04	0,02	-1,73
	19-22	413,2	276,84	600,00	0,94	1,03	5,78E-08	2,46E-05	0,01	1,89
	22-23	424,2	276,51	600,00	0,94	1,03	2,26E-08	9,88E-06	0,00	0,76
	23-24	218,7	100,00	350,00	0,97	1,03	3,73E-07	8,40E-05	0,01	0,84
	24-18	503,1	498,90	700,00	1,28	1,00	1,10E-08	5,52E-06	0,00	-1,37

Окончание таблицы 5.8

№ кольца	№ участка	l, м	q,	d,	v,	$\sigma$	$S_0$	$S = S_0 \delta l$	Sq	$h = Sq^2, м$
									0,04	0,37
5	23-24	218,7	100,00	350,00	0,97	1,03	3,73E-07	8,40E-05	0,01	-0,84
	24-25	632,5	398,69	600,00	1,34	1,00	2,26E-08	1,43E-05	0,01	-2,27
	25-26	361,5	180,62	400,00	1,37	1,00	1,91E-07	6,89E-05	0,01	-2,25
	26-27	239,7	28,30	200,00	0,82	1,06	6,96E-06	1,77E-03	0,05	1,42
	27-28	396,2	160,54	500,00	0,88	1,04	1,91E-07	5,78E-08	0,00	0,00
	28-23	713,6	175,98	400,00	1,31	1,00	1,91E-07	1,36E-04	0,02	4,21
									0,10	0,27

## 6 Технология и организация строительного производства

### 6.1 Исходные данные

- 1) Время строительства – лето;
- 2) Материал труб – сталь;
- 3) Длина трассы – 254 м;
- 4) Грунты по трассе – суглинки;
- 5) Длина трубы – 12 м;
- 6) Диаметр трубы – 250 мм;
- 7) Глубина промерзания – 2,5 м.

### 6.2 Определение объемов земляных работ

Рассчитываем объемы земляных работ на участке от НС-II до А. Участок запроектирован из стальных электросварных прямошовных труб по ГОСТ 10704-2006  $d_y = 200$  мм, с уклоном к  $i=0,002$ . Трубы прокладываются в лотке совместно с двумя трубами горячего водоснабжения диаметром 100 мм.

Для подсчета объемов земляных работ по разработке траншей определяем площади поперечного сечения траншеи на пикетах. При трапецеидальной форме сечения траншеи площадь сечения поперечника определяется по формуле

$$F = \frac{h(B+E)}{2} = h_{cp}(B + mh_{cp}), \quad (6.1)$$

где  $h_{cp}$  – средняя глубина траншеи;

$B$  – ширина траншеи по дну;

$m$  – коэффициент откоса. Для суглинка  $m = 0,73$ .

$$h_{cp} = \frac{h_1+h_2}{2}, \quad (6.2)$$

где  $h_1$  – глубина заложения трубопровода в начале участка, м, по формуле (7.3);

$h_2$  – глубина заложения трубопровода в конце участка, м. по формуле (7.4).

$$h_1 = h_{пр} + 0,5, \quad (6.3)$$

где  $h_{пр}=2,5$  м – глубина промерзания грунта.

$$h_1 = 2,5 + 0,5 = 3,0 \text{ м.}$$

Глубина заложения в конце участка:

$$h_2 = h_1 + iL, \quad (6.4)$$

где  $L$  – длина трасы, м.

$$h_2 = 3,0 + 0,002 \cdot 254 = 3,8 \text{ м.}$$

$$h_{\text{ср}} = \frac{3,0+3,8}{2} = 3,4 \text{ м.}$$

Ширина траншеи по дну  $B$  определяется шириной лотка  $B_{\text{л}}$ , которая определяется по формуле

$$B = B_{\text{л}} = 2 \cdot D_{\text{нар}} + 2 \cdot d_{\text{нар}} + 4 \cdot 0,3, \quad (6.5)$$

где  $D_{\text{нар}}$  – наружный диаметр трубопровода холодной воды,  $D_{\text{нар}} = 0,219$  м;  
 $d_{\text{нар}}$  – наружный диаметр трубопровода горячей воды,  $d_{\text{нар}} = 0,102$  м.

$$B = B_{\text{л}} = 2 \cdot 0,219 + 2 \cdot 0,102 + 4 \cdot 0,3 = 1,842 \text{ м.}$$

Принимаем лоток железобетонный ГОСТ 13015-03 размерами  $L \times B \times H = 2980 \times 2380 \times 1040$  мм. Ширина траншей – 2,4 м. Принимаем плиту перекрытия ГОСТ 9561-91 размерами  $L \times B \times H = 2980 \times 2400 \times 220$  мм.

Площадь поперечного сечения траншеи равна

$$F = 3,4 \cdot (2,4 + 0,73 \cdot 3,4) = 16,6 \text{ м}^2.$$

Ширина траншеи по верху равна

$$E = B + 2mh, \quad (6.6)$$

$$E_1 = 2,4 + 2 \cdot 0,73 \cdot 3,0 = 6,8 \text{ м;}$$

$$E_2 = 2,4 + 2 \cdot 0,73 \cdot 3,8 = 7,9 \text{ м.}$$

$$E_{\text{ср}} = \frac{E_1 + E_2}{2}, \quad (6.7)$$

$$E_{\text{ср}} = \frac{6,8+7,9}{2} = 7,3 \text{ м.}$$

Объем разрабатываемого грунта,  $\text{м}^3$ :

$$V_{\text{общ}} = F_{\text{ср}}L, \quad (6.8)$$

$$V_{\text{общ}} = 16,6 \cdot 400 = 6640,0 \text{ м}^3.$$

$$V = V_{\text{м}} + V_{\text{р}}, \quad (6.9)$$

где  $V_M$  – объем грунта, разрабатываемый механическим способом, м;  
 $V_P$  - объем грунта, разрабатываемый вручную, м.

$$V_M = V_{M1} + V_{M2}, \quad (6.10)$$

где  $V_{M1}$  – объем грунта, разрабатываемый при отрывке траншеи экскаватором по формуле (6.11);

$V_{M2}$  - объем грунта, разрабатываемый при отрывке котлованов под колодцы экскаватором по формуле (7.15).

$$V_{M1} = L_1 \cdot \left\{ F_{cp} + \frac{m \cdot [(h_1 - 0,2) + (h_2 + 0,2)]^2}{12} \right\}. \quad (6.11)$$

где  $L_1$  – длина трубопровода за вычетом суммарного диаметра всех колодцев, м, определяется по формуле

$$L_1 = L - a_2 N_{кол}, \quad (6.12)$$

где  $a_2 = b_2$  – длина котлована под колодец понизу по формуле (6.13), м;

$N_{кол}$  – количество котлованов под колодцы на участке по формуле (6.15):

$$L_1 = 254 - 8,2 \cdot 4 = 221,2 \text{ м};$$

$$V_{M1} = 221,2 \cdot \left\{ 16,6 + \frac{0,73 \cdot [(3,0 - 0,2) + (3,8 + 0,2)]^2}{12} \right\} = 2 \text{ 588,5 м}^3.$$

$$N_{кол} = \frac{L}{100} + 1, \quad (6.13)$$

$$N_{кол} = \frac{254}{100} + 1 = 4.$$

$$a_2 = b_2 = a_1 + 2mh_{cp}, \quad (6.14)$$

где  $a_1 = b_1 = 3,2$  м – соответственно длина и ширина котлована под колодец понизу.

$$a_2 = b_2 = 3,2 + 2 \cdot 0,73 \cdot 3,4 = 8,2 \text{ м}.$$

$$V_{M2} = \frac{N_{кол} h_{cp} \cdot [(2a_1 + a_2)b_1 + (2a_2 + a_1)b_2]}{6}, \quad (6.15)$$

$$V_{M2} = \frac{4 \cdot 3,4 \cdot [(2 \cdot 3,2 + 8,2) \cdot 3,2 + (2 \cdot 8,2 + 3,2) \cdot 8,2]}{6} = 487,7 \text{ м}^3.$$

$$V_M = 2 \text{ 588,5} + 487,7 = 3 \text{ 076,2 м}^3.$$

Объем грунта, разрабатываемый вручную:

$$V_p = V_{p1} + V_{p2}, \quad (6.16)$$

где  $V_{p1}$  – объем грунта, разрабатываемый при разработке недобора, определяется по формуле (7.17);

$V_{p2}$  – объем грунта, разрабатываемый при рытье приемков вручную, определяется по формуле (7.18).

$$V_{p1} = h_{\text{нед}} \cdot (BL_1 + a_1 b_1 N_{\text{кол}}), \quad (6.17)$$

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

$$V_{p1} = 0,2 \cdot (2,4 \cdot 221,2 + 3,2 \cdot 3,2 \cdot 4) = 114,4 \text{ м}^3.$$

$$V_{p2} = V_{\text{пр}} N_{\text{пр}}, \quad (6.18)$$

где  $V_{\text{пр}}$  – объем приемка,  $\text{м}^3$ ;

$N_{\text{пр}}$  – количество приемков.

$$V_{\text{пр}} = a' b' c', \quad (6.19)$$

где  $a'$ ,  $b'$ ,  $c'$  – длина, ширина, глубина приемка, м:  $a' = 0,6$  м;  $b' = 0,719$  м;  $c' = 0,2$  м.

$$V_{\text{пр}} = 0,6 \cdot 0,719 \cdot 0,2 = 0,09 \text{ м}^3.$$

$$N_{\text{пр}} = \frac{L - D_{\text{р.к.}}^{\text{внутр}} \cdot N_{\text{кол}}}{l_{\text{тр}}}, \quad (6.20)$$

где  $D_{\text{р.к.}}^{\text{внутр}}$  – внутренний диаметр рабочей камеры колодца, м.  $D_{\text{р.к.}}^{\text{внутр}} = 2,0$  м;

$l_{\text{тр}}$  – длина одной трубы, м.  $l_{\text{тр}} = 12$  м.

$$N_{\text{пр}} = \frac{400 - 2,0 \cdot 4}{12,0} = 32,7 \approx 33;$$

$$V_{p2} = 0,09 \cdot 33 = 3,0 \text{ м}^3;$$

$$V_p = 114,4 + 3,0 = 117,4 \text{ м}^3.$$

Суммарный объем разработки

$$V = 3\,076,2 + 117,4 = 3\,193,6 \text{ м}^3.$$

Объема грунта, вывозимого за пределы строительства:

$$V_{\text{отв}} = (V_{\text{тр}} + V_{\text{кол}}) k_{\text{пр}}, \quad (6.21)$$



где  $V_{\text{тр}}$ ,  $V_{\text{кол}}$  – объем грунта, вытесняемый лотком и колодцами,  $\text{м}^3$ ;

$k_{\text{пр}}$  – коэффициент первоначального увеличения объема грунта при рыхлении. Для суглинка  $k_{\text{пр}} = 1,25$ .

Объем грунта, вытесняемый лотком  $V_{\text{тр}}$ ,  $\text{м}^3$ , определяется по формуле с учетом объема плиты перекрытия

$$V_{\text{тр}} = (B_{\text{л}}H_{\text{л}} + B_{\text{п}}H_{\text{п}})L_1, \quad (6.22)$$

где  $B_{\text{л}}$ ,  $B_{\text{п}}$  – ширина лотка и плиты перекрытия соответственно, м;

$H_{\text{л}}$ ,  $H_{\text{п}}$  – высота лотка и плиты перекрытия соответственно, м

$$V_{\text{тр}} = (2,38 \cdot 1,04 + 2,4 \cdot 0,22) \cdot 221,2 = 664,3 \text{ м}^3.$$

$$V_{\text{кол}} = \frac{\pi D_{\text{р.к.нар}}^2 h_{\text{кол}} N_{\text{кол}}}{4}, \quad (6.23)$$

где  $D_{\text{р.к. нар}}$  – наружный диаметр рабочей камеры колодца, м.  $D_{\text{р.к нар}} = 2,2$ .

$h_{\text{кол}}$  – высота колодца, м:

$$h_{\text{кол}} = h_{\text{ср}} + 0,25, \quad (6.24)$$

$$h_{\text{кол}} = 3,4 + 0,25 = 3,65 \text{ м};$$

$$V_{\text{кол}} = \frac{3,14 \cdot 2,2^2 \cdot 3,65 \cdot 4}{4} = 40,4 \text{ м}^3.$$

$$V_{\text{отв}} = (664,3 + 40,4) \cdot 1,25 = 880,9 \text{ м}^3.$$

Результаты расчета объемов земляных работ приведены в таблице 6.1.

Основная часть грунта, извлекаемого при разработке траншеи, понадобится для обратной засыпки после монтажа и предварительного испытания трубопровода. Вместе с тем часть грунта окажется лишней, так как вытиснится трубопроводом и колодцами. Этот объем земли подлежит вывозу в отвал за пределы строительства.

После окончания земляных работ по разработке траншеи осуществляют монтаж трубопровода. После этого производят частичную засыпку траншеи грунтом и проводят предварительные испытания трубопровода. Стыки труб при этом оставляют не засыпанными от верха труб на 0,1 м. При частичной засыпке труб сначала производится подбивка пазух слоями по 0,1 м с уплотнением грунта одновременно с двух сторон трубопровода. После частичной засыпки трубопровод подвергается предварительному испытанию.

После проведения предварительных испытаний успешно выдержавший их трубопровод окончательно засыпается грунтом. Засыпка осуществляется

бульдозером, для чего используется грунт, полученный при разработке траншеи и находящийся в отвале.

Таблица 6.1 – Бланк объемов земляных масс

Вид работы	Основные параметры выемки			Объем грунта		
	Ширина, м		Глубина, м	Длина, м	Обозначение	Количество, м <sup>3</sup>
	Поверху,	Понизу,				
<b>Механизированные земляные работы</b>						
Разработка траншеи	16,65	2,4	3,4	221,2	V <sub>м1</sub>	2588,5
Разработка котлованов под колодцы	6,7	3,2	3,4	16	V <sub>м2</sub>	487,7
Вывоз грунта в отвал за пределы строительства	84,4	84,4	0,2	400	V <sub>отв</sub>	880,9
<b>Ручные земляные работы</b>						
Разработка недобора грунта	2,4	2,4	0,20	400	V <sub>р</sub> <sup>1</sup>	114,4
Рытье прямков	0,6	0,6	0,71	0,2	V <sub>р</sub> <sup>2</sup>	3,0
Общий объем разработки:					V	3193,6
в т. ч. механизированный;					V <sub>м</sub>	3076,2
в т. ч. ручной					V <sub>р</sub>	117,4

### 6.3 Подбор колодца

Характеристика задвижки:

Материал: сталь, ГОСТ 9698-86

Высота задвижки: h = 1,22 м.

Масса задвижки: m = 0,140 т.

Длина задвижки: l = 0,33 м.

Размеры колодца в плане:

Требуемый размер: строительная длина задвижки + 1 м = 1,33 м.

Принимаем размер колодца в плане 2,0 м;

Высота рабочей камеры: высота задвижки + 0,7 м = 1,92 м. Принимаем два кольца высотой 0,6 м и одно 0,9 м. Суммарная высота рабочей камеры 2,1 м.

Принимаю кольца для сбора рабочей камеры:

Марка колец КЦ-2,0-0,6 (4 шт.)	
Внутренний диаметр, м	2,0
Наружный диаметр, м	2,2
Высота, м	0,6
Масса колец, кг	1000

Плита днища КЦД-20 (круглая в плане):

Диаметр плиты	2,5 м,
Толщина плиты	0,12 м,
Масса плиты	940 кг.

Плита перекрытия КЦП-20:

Диаметр лаза	0,7 м,
Диаметр наружный	2,2 м.

Высота горловины:

$$H_{\text{горл}} = h_{\text{ср}} - (H_{\text{р.к.факт}} + 0,15 + 0,3), \quad (6.25)$$

где  $H_{\text{р.к.факт}}$  – фактическая высота рабочей камеры, м.  $H_{\text{р.к.факт}} = 2,4$  м.

$$H_{\text{горл}} = 3,4 - (2,4 + 0,15 + 0,3) = 0,55 \text{ м.}$$

Следовательно, горловина необходима, принимаем кольца стеновые для горловины:

Марка колец КЦ-7-3 (2 шт.)	
Внутренний диаметр	0,7 м;
Наружный диаметр	0,84 м;
Высота	0,29 м;
Толщина стенки	0,7 м;
Масса колец	130 кг.

На плиту перекрытия опирается плита опорная:

Марка плиты КЦО-2	
Внутренний диаметр	1 м,
Толщина плиты составляет	0,15 м,
Длина и ширина	1,7 м,
Масса	800 кг.

Кольцо опорное вставляется внутрь:

Марка кольца КЦО-1	
Внутренний диаметр	0,58м,
Наружный	0,84м,
Толщина	0,07м,

Масса

50 кг.

## 6.4 Предварительный выбор комплекта машин

Состав комплекта машин определяется видами работ, которые должны быть механизированы. К ним относятся: разработка грунта в траншее; вывоз избыточного грунта в отвал за пределы строительства; разравнивание грунта в отвале; обратная засыпка траншеи; планировка траншеи.

### 6.4.1 Выбор экскаватора

Ведущей машиной в данном комплекте является экскаватор. Марки и тип остальных машин подбираются по [26] в зависимости от производительности экскаватора. Подбор экскаватора начинаем с определения объема его ковша.

При месячном объеме механизированных работ более 20 тыс. м<sup>3</sup> грунта принимается объем ковша экскаватора 1,0 – 1,25 м<sup>3</sup>.

Принимаем по одноковшовый экскаватор типа обратная лопата, марки ЭО-4121А. Основные характеристики:

Вместимость ковша	$V_k = 1,0 \text{ м}^3$ ;
Наибольшая глубина копания	$H_k = 7,1 \text{ м}$ ;
Наибольшая глубина выгрузки	$H_b = 5,2 \text{ м}$ ;
Наибольший радиус выгрузки	$R_b = 10,2 \text{ м}$ ;
Наибольший радиус резания	$R_p = 10,2 \text{ м}$ .

Марка драглайна ЭО-625 Б. Основные характеристики:

Вместимость ковша	$V_k = 1,0 \text{ м}^3$ ;
Наибольшая глубина копания	$H_k = 7,3 \text{ м}$ ;
Наибольшая глубина выгрузки	$H_b = 5,5 \text{ м}$ ;
Наибольший радиус выгрузки	$R_b = 14,5 \text{ м}$ ;
Наибольший радиус резания	$R_p = 12,4 \text{ м}$ .

Сравним наибольшую глубину копания экскаватора  $H_k$  и наибольшую глубину траншеи  $h_2$ :

$$H_k \geq h_2. \quad (6.26)$$

$$H_k^{\text{ЭО}} = 7,1 \text{ м} > h_2 = 3,8 \text{ м};$$

$$H_k^{\text{ЭО}} = 7,3 \text{ м} > h_2 = 3,8 \text{ м}.$$

Условие выполняется для обоих экскаваторов. Окончательный выбор марки экскаватора производится на основании технико-экономического расчета.

#### 6.4.2 Выбор средств для транспортирования избыточного грунта за пределы строительства

Наиболее приемлемым средством для транспортирования грунта на расстояние более 0,5 км являются автосамосвалы. Грузоподъемность самосвала подбирается по [26] в зависимости от расстояния транспортирования и объема ковша экскаватора.

При транспортировании грунта на расстояние 2 км и объеме ковша 1,0 м<sup>3</sup> грузоподъемность самосвала должна быть равна 10 т. На основании этого подбираем автосамосвал:

Марка: КАМАЗ-5511

Высота борта кузова  $H_б = 2,5$  м;

Количество ковшей экскаватора, необходимое для загрузки самосвала, равно

$$n = \frac{G}{\gamma \varepsilon k_n}, \quad (6.27)$$

где  $G$  – грузоподъемность самосвала, т.  $G = 10$  т;

$\gamma$  – плотность грунта, т/м<sup>3</sup>.  $\gamma = 1,6$  т/м<sup>3</sup>;

$\varepsilon$  – емкость ковша экскаватора, м<sup>3</sup>.  $\varepsilon = 1,0$  м<sup>3</sup>;

$k_n$  – коэффициент наполнения ковша.  $k_n = 0,85$ .

$$n = \frac{10}{1,6 \cdot 1,0 \cdot 0,85} = 7,35 \approx 8.$$

Длительность погрузки одного самосвала равна

$$t_{\text{пог}} = \frac{n}{n_y k_T}, \quad (6.28)$$

где  $n_y$  – число циклов экскавации в минуту.  $= 1$ ;

$k_T$  – коэффициент, учитывающий условия подачи самосвала в забой.  $k_T = 0,85$ .

$$t_{\text{пог}} = \frac{8}{1 \cdot 0,85} = 9,4 \text{ мин.}$$

Количество рейсов самосвалов в смену равно:

$$P_p = \frac{60t_{см}}{t_{погр} + \frac{2L \cdot 60}{V} + t_p + t_m}, \quad (6.29)$$

где  $L$  – дальность перевозки грунта, км;

$V$  – средняя скорость движения, км/ч;

$t_p$  – длительность разгрузки, ч;

$t_m$  – длительность маневрирования машины, ч;

$t_{см}$  – продолжительность смены, ч.

$$P_p = \frac{60 \cdot 8}{17,6 + \frac{2 \cdot 2,0 \cdot 60}{20} + 1 + 3} = 14,3 \approx 14.$$

Производительность самосвала в смену, выраженная в  $m^3$  грунта в плотном теле

$$P_{a.c.} = \frac{G}{\gamma} P_p, \quad (6.30)$$

$$P_{a.c.} = \frac{10}{1,6} \cdot 14 = 87,5 \text{ м}^3.$$

Продолжительность работы самосвалов принимаем равной:  $T_a = 1$  смена. Тогда количество смен, необходимых для вывоза избыточного грунта одним самосвалом

$$T_{a.c.} = \frac{V_{отв}}{P_{a.c.}}, \quad (6.31)$$

$$T_{a.c.} = \frac{880,9}{87,5} = 10,0 \text{ см.}$$

Для перевозки избыточного грунта принимаем 3 самосвала, вывоз грунта будет осуществляться за шесть смен.

### 6.4.3 Выбор механизмов для обратной засыпки и планировки траншей

Обратная засыпка траншеи производится после проведения успешных предварительных испытаний трубопровода.

Для обратной засыпки используют грунт, находящийся в отвале. После засыпки траншеи производят планировку ее поверхности. Для обратной засыпки целесообразно использовать бульдозер. Принимаем по [26] бульдозер ДЗ-117. Продолжительность работ по обратной засыпке траншеи и планировке траншеи и отвала равна

$$T_6 = \frac{S_{общ} H_{вр}}{1000 T_{см}}, \quad (6.32)$$

где  $S_{\text{общ}}$  – площадь планируемой поверхности,  $\text{м}^2$ , определяется по формуле (7.33);

$N_{\text{вр}}$  – норма времени на планировку единицы поверхности (маш.ч.). 1,2 ч на  $1000 \text{ м}^2$ ;

1000 – единица измерения площади планируемой поверхности;

$T_{\text{см}}$  – продолжительность одной смены.

$$S_{\text{общ}} = S_1 + S_2, \quad (6.33)$$

где  $S_1$  – площадь планируемой поверхности на месте траншеи,  $\text{м}^2$ , по формуле (6.34);

$S_2$  – площадь планируемой поверхности на месте вывоза избыточного грунта,  $\text{м}^2$ , по формуле (6.37).

$$S_1 = (E_{\text{ср}} + b + 1)L, \quad (6.34)$$

где  $b$  – ширина отвала, м:

$$b = 2H_{\text{отв}}, \quad (6.35)$$

где  $H_{\text{отв}}$  – высота отвала, м:

$$H_{\text{отв}} = \sqrt{F_{\text{ср}} k_{\text{пр}} k}, \quad (6.36)$$

$$H_{\text{отв}} = \sqrt{16,6 \cdot 1,125 \cdot 0,96} = 4,2 \text{ м};$$

$$b = 2 \cdot 4,2 = 8,4 \text{ м};$$

$$S_1 = (7,3 + 8,4 + 1) \cdot 400 = 6680,0 \text{ м}^2.$$

Площадь планируемой поверхности на месте свалки избыточного грунта равна

$$S_2 = \frac{V_{\text{отв}}}{h_{\text{отс}}}, \quad (6.37)$$

где  $h_{\text{отс}}$  – высота слоя отсыпки, м.  $h_{\text{отс}} = 0,2 \text{ м}$ .

$$S_2 = \frac{880,9}{0,2} = 4404,5 \text{ м}^2;$$

$$S_{\text{общ}} = 6680,0 + 4404,5 = 11084,5 \text{ м}^2.$$

$$T_6 = \frac{11084,5 \cdot 1,2}{1000 \cdot 8} = 1,6 \text{ см}.$$

Для планировки площадки принимаем 1 бульдозер, планировка будет осуществляться за 2 смены.

#### 6.4.4 Определение технико-экономических показателей для окончательного выбора комплекта машин

Окончательный выбор комплекта машин проводится на основе трех технико-экономических показателей: продолжительности земляных работ, себестоимости разработки 1 м<sup>3</sup> грунта и трудоемкости разработки 1 м<sup>3</sup> грунта.

1) Продолжительность работы экскаватора по отрывке траншеи  $T_э$  определяется по формуле

$$T_э = \frac{V_м}{\Pi_э}, \quad (6.38)$$

где  $\Pi_э$  – нормативная производительность экскаватора, м<sup>3</sup>/смена:

$$\Pi_э^{о.л.} = 100t_{см} \left[ \frac{1-P}{H_{вр1}^{о.л.}} + \frac{P}{H_{вр2}^{о.л.}} \right]; \quad (6.39)$$

$$\Pi_э^{др} = 100t_{см} \left[ \frac{1-P}{H_{вр1}^{др}} + \frac{P}{H_{вр2}^{др}} \right], \quad (6.40)$$

где  $P$  – количество избыточного грунта, погружаемого в транспорт в долях ед. по формуле (7.41);

$H_{вр1}^{о.л.}$ ,  $H_{вр1}^{др}$  – соответственно норма времени на разработку экскаватором драглайн и обратная лопата при работе в отвал.  $H_{вр1}^{о.л.}=1,8$  ч,  $H_{вр1}^{др}=1,9$  ч;

$H_{вр2}^{о.л.}$ ,  $H_{вр2}^{др}$  – соответственно норма времени на разработку экскаватором драглайн и обратная лопата при погрузке в транспорт.  $H_{вр2}^{о.л.}=2,4$  ч,  $H_{вр2}^{др}=2,5$  ч;

$$P = \frac{V_{отв}}{V_м}, \quad (6.41)$$

$$P = \frac{880,9}{3076,2} = 0,29 \text{ д. е.};$$

$$\Pi_э^{о.л.} = 100 \cdot 8 \cdot \left[ \frac{1-0,29}{1,8} + \frac{0,29}{2,4} \right] = 408,0 \text{ м}^3/\text{смену};$$

$$\Pi_э^{др} = 100 \cdot 8 \cdot \left[ \frac{1-0,29}{1,9} + \frac{0,29}{2,5} \right] = 392,0 \text{ м}^3/\text{смену}.$$

$$T_э^{о.л.} = \frac{3076,2}{408,0} = 7,5 \approx 8 \text{ смен};$$



$$T_9^{др} = \frac{3076,2}{392,0} = 8,8 \approx 9 \text{ смен.}$$

2) Себестоимость отрывки 1 м<sup>3</sup> грунта траншеи

$$C_{тр} = \frac{1,08 \cdot (42,64T_9 + 48,56T_6 + 36,80T_9) + 1,5 \Sigma Z_p}{V}, \quad (6.42)$$

где  $T_9$ ,  $T_6$  – продолжительность работы на стройке в сменах экскаватора и бульдозера соответственно.  $T_9^{о.л.} = 11$  смен,  $T_9^{др} = 12$  смен,  $T_{др} = 1$  смена.

$\Sigma Z_p$  – заработная плата рабочих, выполняющих ручные работы, руб:

$$\Sigma Z_p = Z_p V_p, \quad (6.43)$$

где  $Z_p$  – расценка на разработку грунта, руб/м<sup>3</sup>.  $Z_p = 0,544$  руб/м<sup>3</sup>.

$$\Sigma Z_p = 0,544 \cdot 117,4 = 98,9 \text{ руб.}$$

$$C_{тр}^{о.л.} = \frac{1,08 \cdot (42,64 \cdot 8 + 48,56 \cdot 2 + 36,80 \cdot 8) + 1,5 \cdot 98,9}{3193,6} = 0,24 \text{ руб;}$$

$$C_{тр}^{др} = \frac{1,08 \cdot (42,64 \cdot 9 + 48,56 \cdot 2 + 36,80 \cdot 9) + 1,5 \cdot 98,9}{3193,6} = 0,25 \text{ руб.}$$

Трудоёмкость отрывки 1 м<sup>3</sup> грунта

$$M_{тр} = \frac{\Sigma M_M + \Sigma M_p}{V}, \quad (6.44)$$

где  $\Sigma M_M$  – затраты труда по управлению и обслуживанию машин, чел-ч/маш-ч;

$\Sigma M_p$  – затраты труда на ручные операции, чел-ч.

$$\Sigma M_p = N_{вр} V_p, \text{ чел-ч} \quad (6.45)$$

$$\Sigma M_M = M_9 + M_6 + M_{а.с.} = \frac{2,65T_9 t_{см} + 1,48T_6 t_{см} + 1,79T_9 t_{см}}{V}, \text{ чел-ч/маш-ч} \quad (6.46)$$

где  $M_9$ ,  $M_6$ ,  $M_{а.с.}$  – производительность экскаватора, бульдозера и автосамосвала соответственно, чел-ч/маш-ч.

$$\Sigma M_{отр}^{о.л.} = \frac{2,65 \cdot 8 \cdot 8 + 1,48 \cdot 2 \cdot 8 + 1,79 \cdot 8 \cdot 8 + 0,9 \cdot 155,5}{3193,6} = 0,12 \text{ чел-ч/маш-ч;}$$

$$\Sigma M_{отр}^{др.} = \frac{2,65 \cdot 9 \cdot 8 + 1,48 \cdot 2 \cdot 8 + 1,79 \cdot 9 \cdot 8 + 0,9 \cdot 155,5}{3193,6} = 0,13 \text{ чел-ч/маш-ч.}$$

Сравнение технико-экономических показателей экскаваторов приведены в таблице 6.2

Таблица 6.2 – Техничко-экономические показатели

Техничко-экономические показатели	Единицы измерения	Экскаватор	
		с обратной лопатой	драглайн
Продолжительность работы, Т	смена	8	9
Себестоимость разработки, 1 м <sup>3</sup> грунта, С <sub>отр</sub>	руб./м <sup>3</sup>	0,24	0,25
Трудоемкость разработки 1 м <sup>3</sup> грунта, М <sub>отр</sub>	чел.- ч/м <sup>3</sup>	0,12	0,13

Как видно из таблицы 6.2 наиболее экономичным по всем показателям является вариант с экскаватором обратная лопата.

### 6.5 Определение размеров забоя

Расчетные размеры забоя определяют исходя из рабочих параметров экскаватора и размеров траншеи.

Расстояние от бровки траншеи до основания отвала

$$a = h_2(1 - m), \quad (6.47)$$

$$a = 3,8 \cdot (1 - 0,73) = 1,03 \text{ м.}$$

Общая ширина забоя, включая отвал, равна

$$A = E_{\text{ср}} + a + b, \quad (6.48)$$

$$A = 7,3 + 1,6 + 8,4 = 17,3 \text{ м.}$$

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

Первый случай выбирается, если выполняется условие:

$$R_B \geq A_1, \quad (6.49)$$

где  $A_1$  – нормативное расстояние, м, определяется по формуле:

$$A_1 = \frac{E_{\text{ср}} + b}{2}, \quad (6.50)$$

$$A_1 = \frac{7,3 + 8,4}{2} = 7,8 \text{ м.}$$

$$R_B = 10,2 \text{ м} > A_1 = 7,8 \text{ м.}$$

Условие выполняется, ось экскаватора совпадает с осью траншеи.

## 6.6 Выбор кранового оборудования для монтажа трубопровода

Для укладки труб, монтажа элементов колодцев и арматуры, размещаемой в колодцах, используют автомобильные или пневмоколесные краны.

При выборе кранового оборудования учитываем массу самого тяжелого элемента и требуемый вылет стрелы крана.

Самым тяжелым элементом железобетонный лоток массой  $m = 3860$  кг.

Требуемая грузоподъемность крана определяется по формуле

$$G = Qk_{гр}, \quad (6.51)$$

где  $Q$  – масса самого тяжелого элемента при монтаже трубопровода, 3860 кг;

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

$$G = 3860 \cdot 1,1 = 4246 \text{ кг.}$$

Кран располагаем на свободной от отвала стороне траншеи. Заготовки труб и других элементов размещены у бровки траншеи, а кран за ними. Ось движения крана параллельна от траншеи. Требуемый вылет стрелы крана равен

$$L_c = \frac{B}{2} + 1,2mh_2 + \frac{B_{кр}}{2}, \text{ м} \quad (6.52)$$

$$L_c = \frac{2,4}{2} + 1,2 \cdot 0,73 \cdot 3,8 + \frac{2,5}{2} = 5,7 \text{ м.}$$

где  $B_{кр}$  – ширина базы крана (ширина колеи), м;

Основываясь на требуемой грузоподъемности и вылете стрелы крана, подбираем марку монтажного крана.

Принимаем автомобильный стреловой кран по [26] КС–5363Б на базе МАЗ–5334, грузоподъемностью при максимальном вылете стрелы – 4,2 т, длина основной стрелы – 15,9 м, грузоподъемность 30 т.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В выпускной квалификационной работе рассмотрено обеспечение надежности работы системы водоснабжения пос. Байкит. В результате работы выполнены расчеты расходов водопотребления в поселке, расчет подземного водозаборного сооружения с подбором фильтра и насоса. Также произведен расчет водозаборных очистных сооружений, включая подбор и расчет оборудования (осветлительные (1 ст.) и скорые (2 ст.) фильтры, расходные и растворные баки, подобраны реагенты и контактная камера, также резервуары чистой и промывной воды, кавитационная установка для обеззараживания «Лазурь-М500»).

Произведен гидравлический расчет сети, с подбором схемы водоснабжения и необходимых диаметров трубопроводов. Подобраны материалы труб.

Разработана технология и организация строительства наружного водопровода (определение объёмов земляных работ, определение размера рабочей камеры колодца, определение баланса объёмов земляных работ, подбор комплекта машин для траншейной прокладки, определение размеров траншеи).

Технические решения, принятые в работе соответствуют действующим на территории Российской Федерации нормативным, правовым документам в области строительства и проектирования.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1) СНиП 2.04.02-84\*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения/Министерство строительства РФ. – М.: Стройиздат, 1985. – 136 с.
- 2) СНиП 2.04.01-85\*. Внутренний водопровод и канализация зданий/ Государственный строительный комитет СССР, М. 1985.
- 3) Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения. Справочник/Б.Н. Репин. – М.: Высш. шк., 1995. – 431 с.
- 4) Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб/Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев. – М.: Стройиздат, 1984. – 116 с.
- 5) Водозаборные сооружения для водоснабжения из поверхностных источников/Под ред. К.А. Михайлова, А.С. Образовского. – М.: Стройиздат, 1976. – 368 с.
- 6) Водоснабжение/Н.Н. Абрамов. – М.: Стройиздат, 1974. – 480 с.
- 7) Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: В 3-х т. – Т 1. Системы водоснабжения. Водозаборные сооружения / Научно-методическое руководство и общая редакция докт. техн. наук, проф. Журбы М.Г. Вологда – Москва: ВоГТУ, 2001. – 209 с.
- 8) Проектирование и расчет очистных сооружений водопроводов / Л.А. Кульский, М.Н. Булава, И.Т. Гороновский, П.И. Смирнов. – Киев, Будвельник, 1972. – 424 с.
- 9) .Оборудование водопроводно-канализационных сооружений/Под ред. А.С. Москвитина. – М.: Стройиздат, 1979. – 430 с.
- 10) Кожинов В.Ф. Очистка питьевой и технической воды. М., Стройиздат, 1971. 304 с.
- 11) Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: В 3-х т. – Т 2. Очистка и кондиционирование природных вод / Научно-методическое руководство и общая редакция докт. техн. наук, проф. Журбы М.Г. Вологда – Москва: ВоГТУ, 2001. – 324 с.
- 12) Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: В 3-х т. – Т 1. Системы распределения и подачи воды / Научно-методическое руководство и общая редакция докт. техн. наук, проф. Журбы М.Г. Вологда – Москва: ВоГТУ, 2001. – 188 с.
- 13) СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод», Минздрав России 2000 г.
- 14) 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.
- 15) ГОСТ 2761-84\* Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения.
- 16) СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. контроль качества.

17) Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий, ОНД-86. ГОСКОМГИДРОМЕТ.

18) Техника, технология и организация траншейной прокладки трубопроводов: методические указания к курсовому проекту для студентов 4 курса специальности 270112 «Водоснабжение и водоотведение». – Красноярск: Сибирский федеральный ун-т; Ин-т архитектуры и стр-ва, 2007. – 37 с.

19) Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации. Справочник монтажника/А.А. Александров и др. – М.: Стройиздат, 1988. – 576 с.

20) Справочник по эксплуатации систем водоснабжения, канализации газоснабжения /Под ред. С.М. Шифрина. – Л.: Стройиздат, 1976. – 385 с.

21) Охрана труда при эксплуатации систем водоснабжения и канализации/В.И. Брежнев, В.М. Трескунов. – М.: Стройиздат, - 1976.

22) Карзухин Н.Н., Трескунов В.М. «Охрана в водопроводно-канализационном хозяйстве». Учебное пособие для техникумов. – М.: Стройиздат, 1983. – с., ил.

23) Укрупненные показатели стоимости строительства (УПСС). Здания и сооружения внеплощадочных систем водоснабжения и канализации промышленных предприятий / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1991. – 144 с.

24) Укрупненные показатели стоимости строительства (УПСС). Здания и сооружения внеплощадочных систем водоснабжения и канализации промышленных предприятий / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1995. – 144 с.

25) СНиП IV-7-84. Сборник сметных норм дополнительных затрат при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время /Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1995.

26) Экономические расчеты в курсовых и дипломных проектах: Учеб. пособие для строит. вузов / Под ред. Ю.П. Панибратова. – М.: Высшая школа, 1984. – 175 с.

27) Водоснабжение. Техничко-экономические расчеты./ Под ред. Г.М. Басса. – Киев.: Издательское объединение «Высшая школа», 1977. – 152 с.

28) Системы оборотного водоснабжения промышленных предприятий./ П.П. Марков / М., ЦИНИС Госстроя СССР, 1976. 45с.

29) Стандарты качества и степень очистки сточных вод при сбросе их в водоёмы и повторном использовании а промышленности, сельском хозяйстве./П.П. Марков / М., ЦИМИС ГОССТРОЯ СССР, 1976. 43с.

30) Качественный анализ/И.М.Гольтгоф, Е.Б. Сендэл. /М.-Л., Госхимиздат,1948.668с.

31) Структура кавитационных течений. Л: Судостроение/Ю.Л. Левковский/ 1978.244с.

32) Термодинамические эффекты при развитой кавитации./Холл И., Биллет М., Вейр Д./ Мир, 1975. №4 С. 226-234.

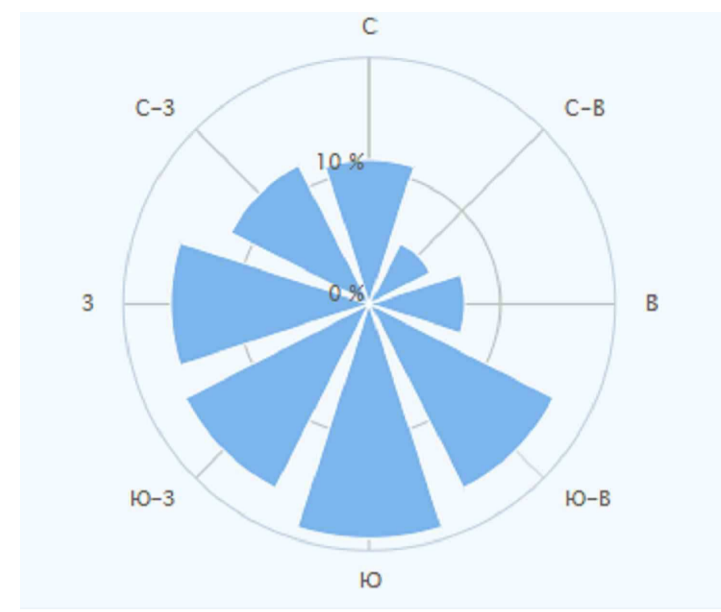
33) Немчин А.Ф./ Исследование гидродинамических характеристик суперкавитирующих насосов: Автореф. Дис. ... канд. Техн. Наук. Киев, 1979. 24 с.

34) Кулагин В.А. Биологические аспекты гидродинамической кавитации// Тез. Докл. Всесоюз. Науч. Шк. «Гидродинамика больших скоростей». Чебоксары, 1989. С.49.

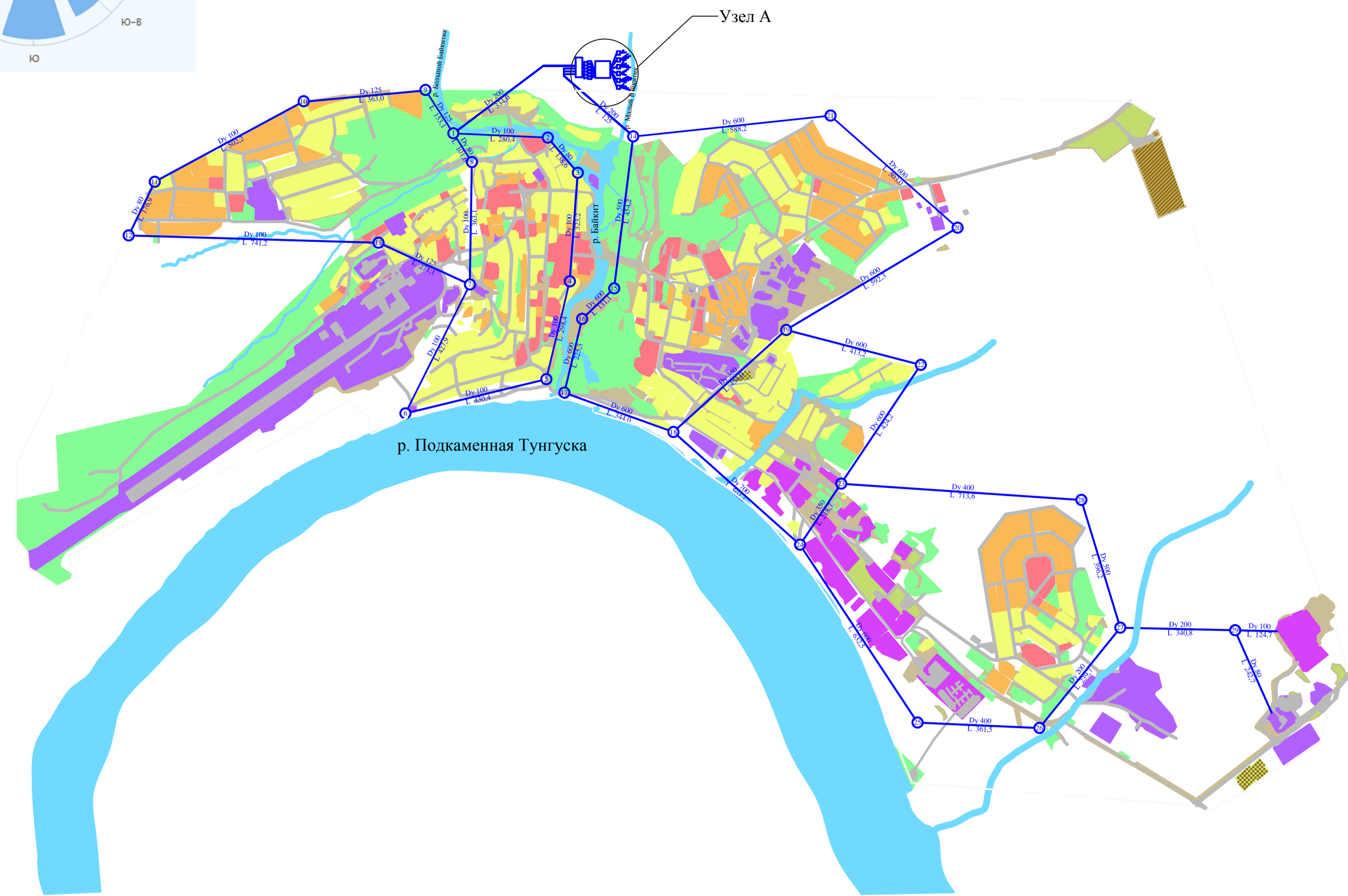
35) Воинов О. В., Воинов В. В. О схеме захлопывания кавитационного пузырька около стенки и образования кумулятивной струйки// ДАН СССР. 1976. Т. 227. №1 С. 63-66.

36) Ивченко В.М., Немчин А.Ф. Применение суперкавитирующих насосов для обработки полуфабрикатов//Прикладная гидромеханика и теплофизика/ КрПИ.Красноярск, 1975. Вып. 5.С. 39-50.

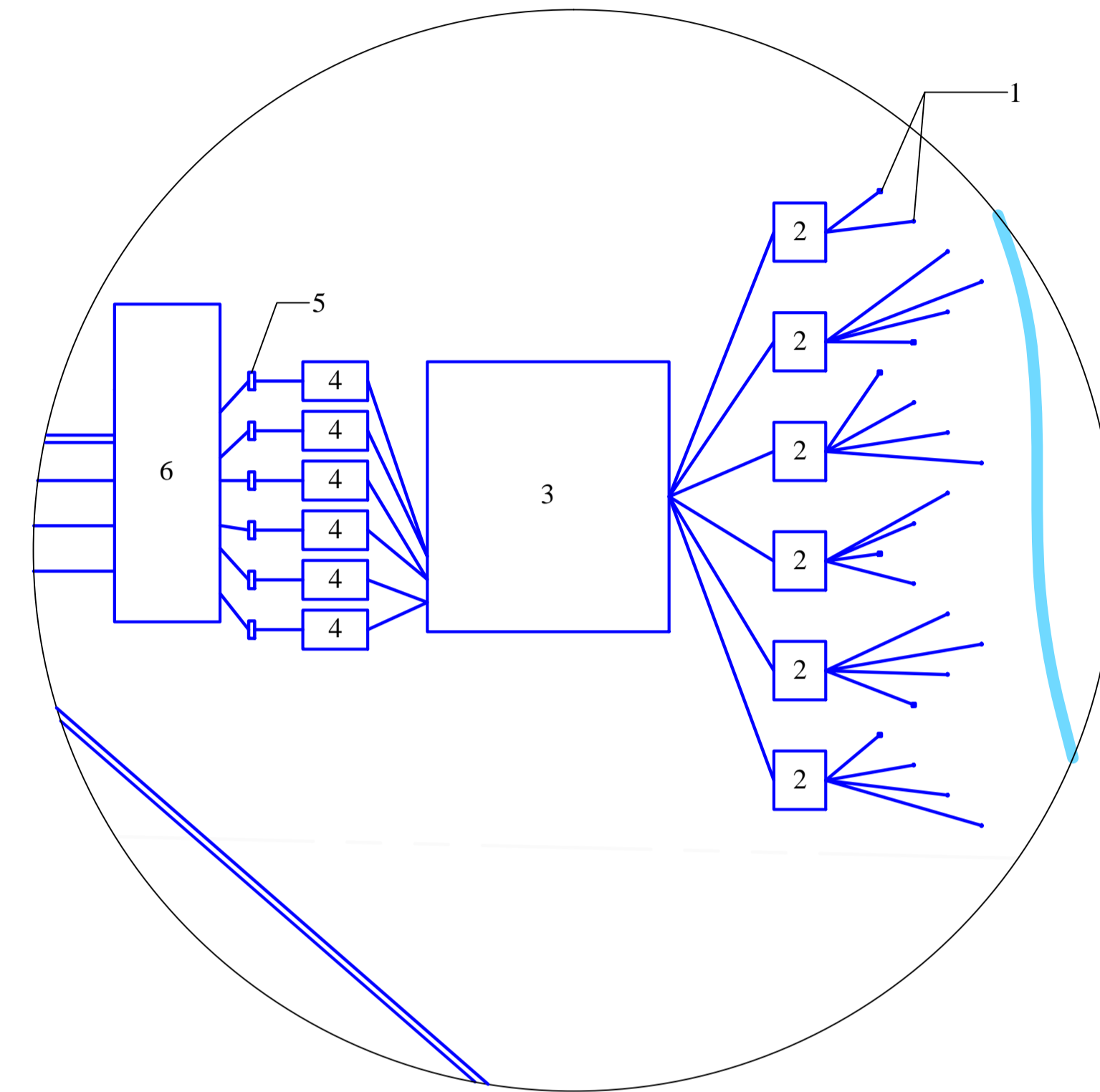
В.М. Ивченко., В. А. Кулагин., А.Ф. Немчин., Кавитационная технология/ Издательство Красноярского Университета, 1990.



## Генеральный план пос. Байкит М 1:5000



## Узел А М 1:500



## Условные обозначения

- 1 - водозаборная скважина;
- 2 - регулирующий резервуар;
- 3 - водозаборные очистные сооружения;
- 4 - резервуар чистой воды;
- 5 - кавитационная установка;
- 6 - насосная станция второго подъема

## Условные обозначения

- - жилая малоэтажная и усадебная застройка;
- - общественно-деловая застройка;
- - жилая многоэтажная застройка;
- - сельское хозяйство и озеленение общего пользования;
- - производственно-коммунальные территории;
- - предприятия ООО "НК "Роснефть"-НТЦ"

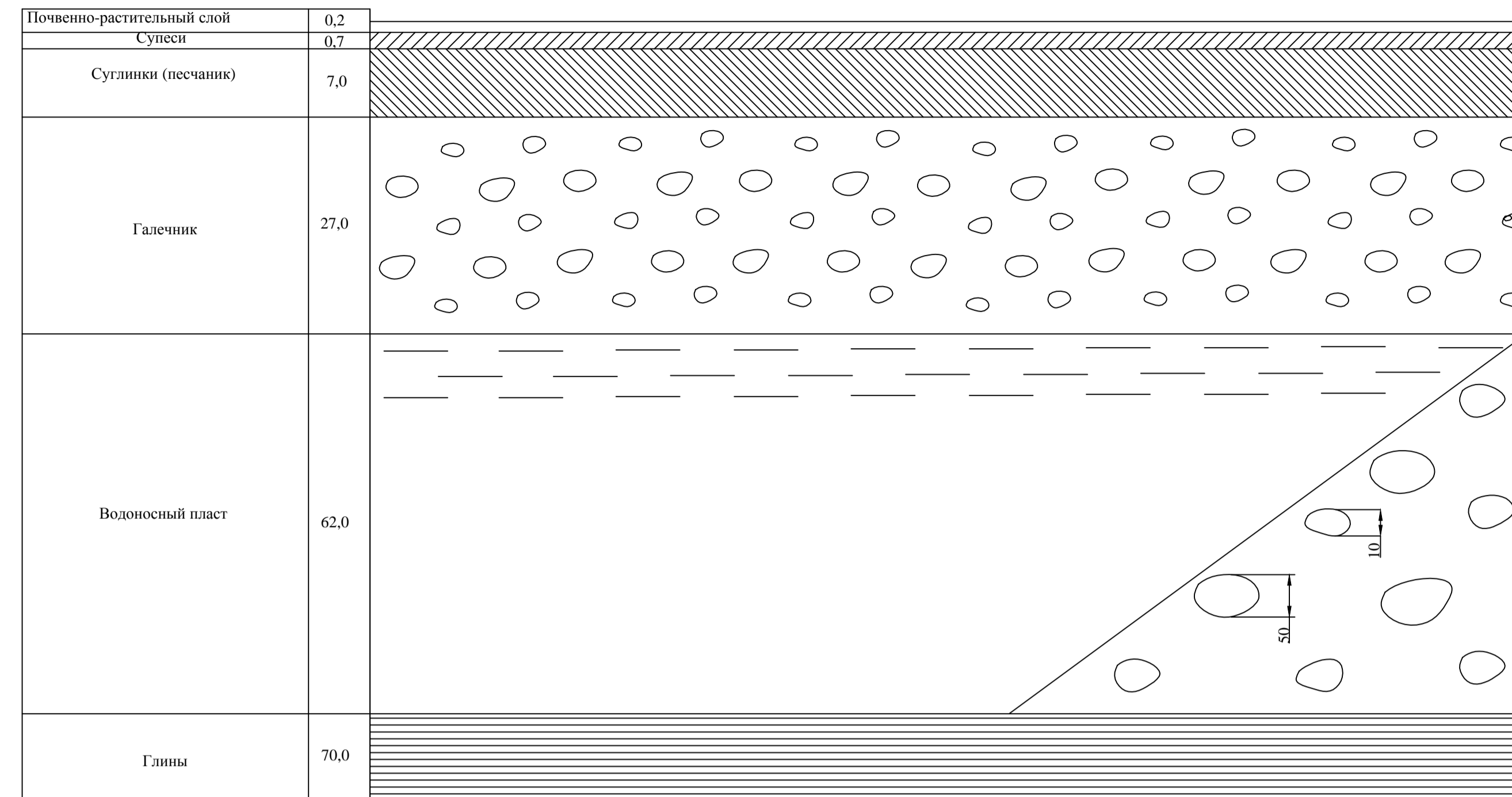
## Объем водопотребления пос. Байкит

Потребитель	Расход			Доля от суммарного расхода, %
	м³/с	м³/ч	м³/сут	
Население	0,009	31,54	757,12	1,25
Местная промышленность	0,001	3,15	75,7	0,13
Полив зеленых насаждений, дорог и улиц	0,005	16,7	401,4	0,57
Пожаротушение	0,015	54	162,0	0,29
Собственные нужды	0,001	3,15	75,7	0,13
Всего	0,037	133,68	1311,1	2,37
ООО "НК "Роснефть"-НТЦ"	0,634	2285,5	54852	97,63
Итого	0,640	2317,7	55 331,82	

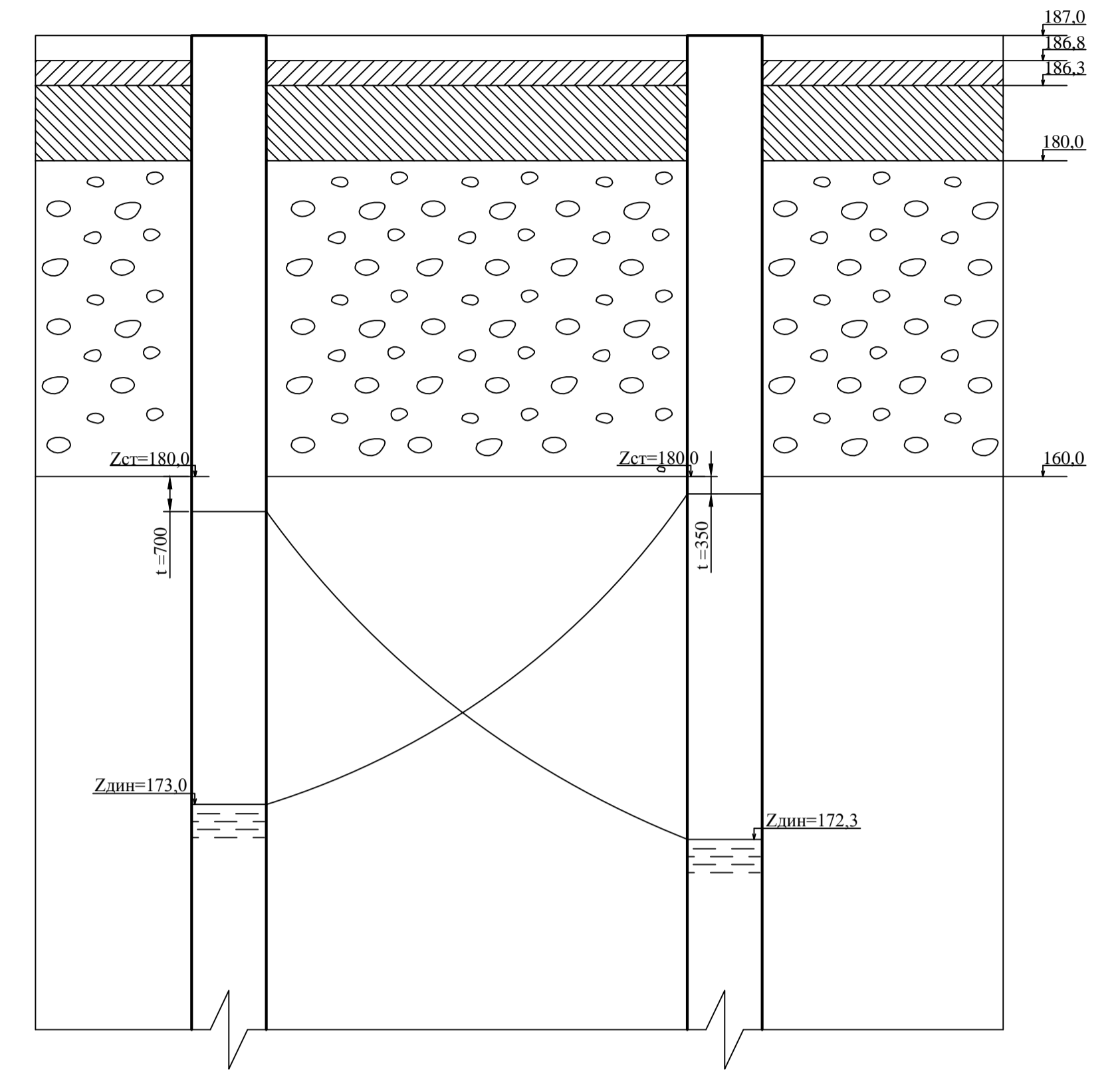
					ВКР-08.03.01.06-2019				
					Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол. у.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Обеспечение надежности работы системы водоснабжения пос. Байкит	Стадия	Лист	Листов
								1	6
Разработал	Динер А.А.								
Руководит.	Гаврилова Ю.В.								
Консульт.	Гаврилова Ю.В.								
Н. контр.	Гаврилова Ю.В.					Генплан пос. Байкит М 1:5000. Узел А М1:500. Объем водопотребления пос. Байкит	Кафедра ИСЗиС		
Зав. каф.	Матюшенко А.И.								



Профиль грунта М 1:400



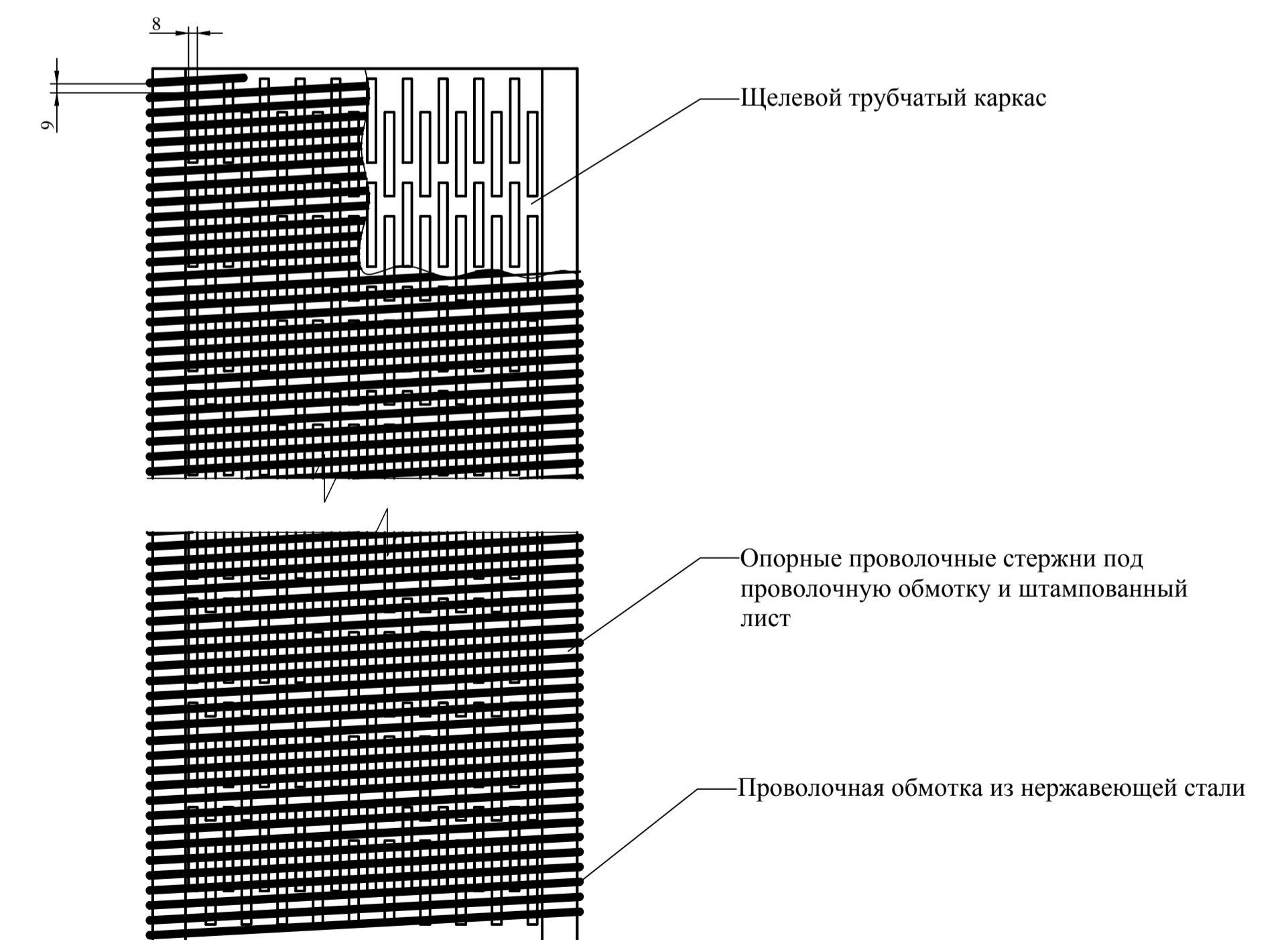
Влияние группового расположения скважин Мв 1:100 Мг 1:400



Геолого-технический разрез скважин М 1:400

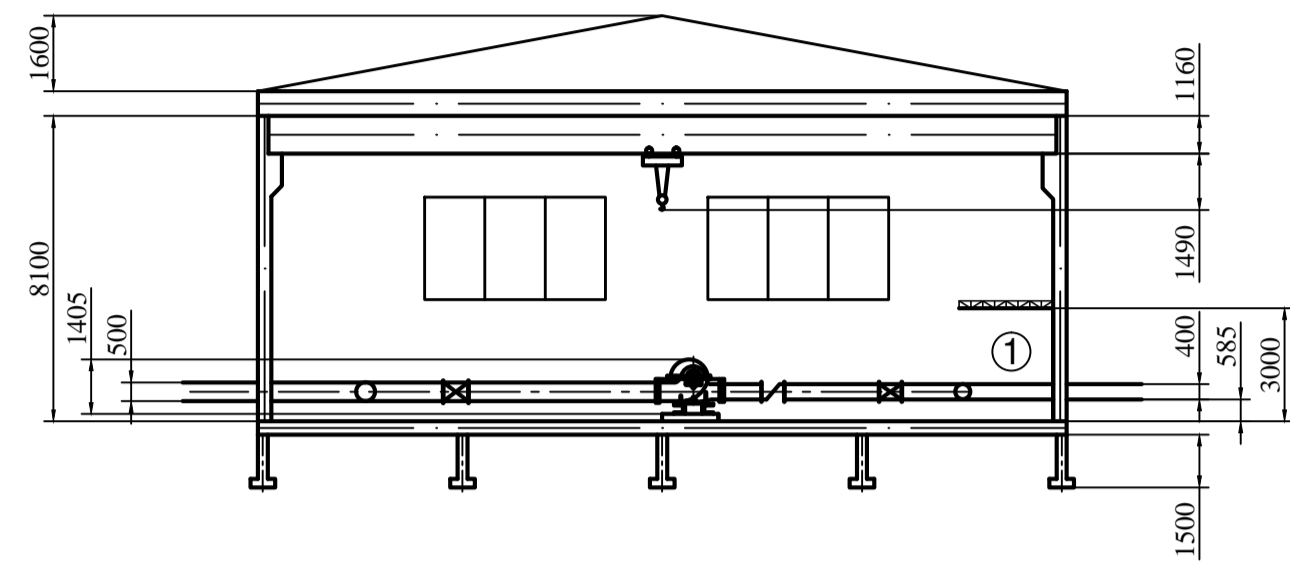
Номер слоя	Порода	Геологический разрез			Диаметр, мм Глубина, м обсадных труб	Геологический разрез			Диаметр, мм Глубина, м обсадных труб	
		Абсолютная отметка	Мощность слоя, м	Глубина подошвы, м		Абсолютная отметка	Мощность слоя, м	Глубина подошвы, м		
1	Почвенно-растительный слой	187,0	0,2	186,8	373 37,5	187,0	0,2	186,8	373 37,5	
2	Супеси	186,3	0,5	186,3		186,3	0,5	186,3		
3	Суглинки (песчаник)	180,0	6,3	180,0		180,0	6,3	180,0		
4	Галечник	168,2	20,0	160,0		172,3	20,0	160,0		
5	Водоносный пласт	125,0	35,0	125,0		21,0	35,0	62,0		269 21,0
6	Глины	117,0	8,0	117,0		8,0	8,0	70,0		100 8,0

Фильтр каркасно-щелевой с проволоочной обмоткой М 1:50



					ВКР-08.03.01.06-2019				
					Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол. у.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Обеспечение надежности работы системы водоснабжения по Байбегит	Стadia	Лист	Листов
								2	6
Н. контр.							Профиль грунта М 1:400. Влияние группового расположения скважин Мв 1:100 Мг 1:400. Геолого-технический разрез скважин М 1:400. Фильтр каркасно-щелевой с проволоочной обмоткой М 1:50	Кафедра ИСЗиС	
Зав. каф.									

Продольный профиль насосной станции  
М 1:500. Разрез А-А



План насосной станции второго подъема  
М1:500

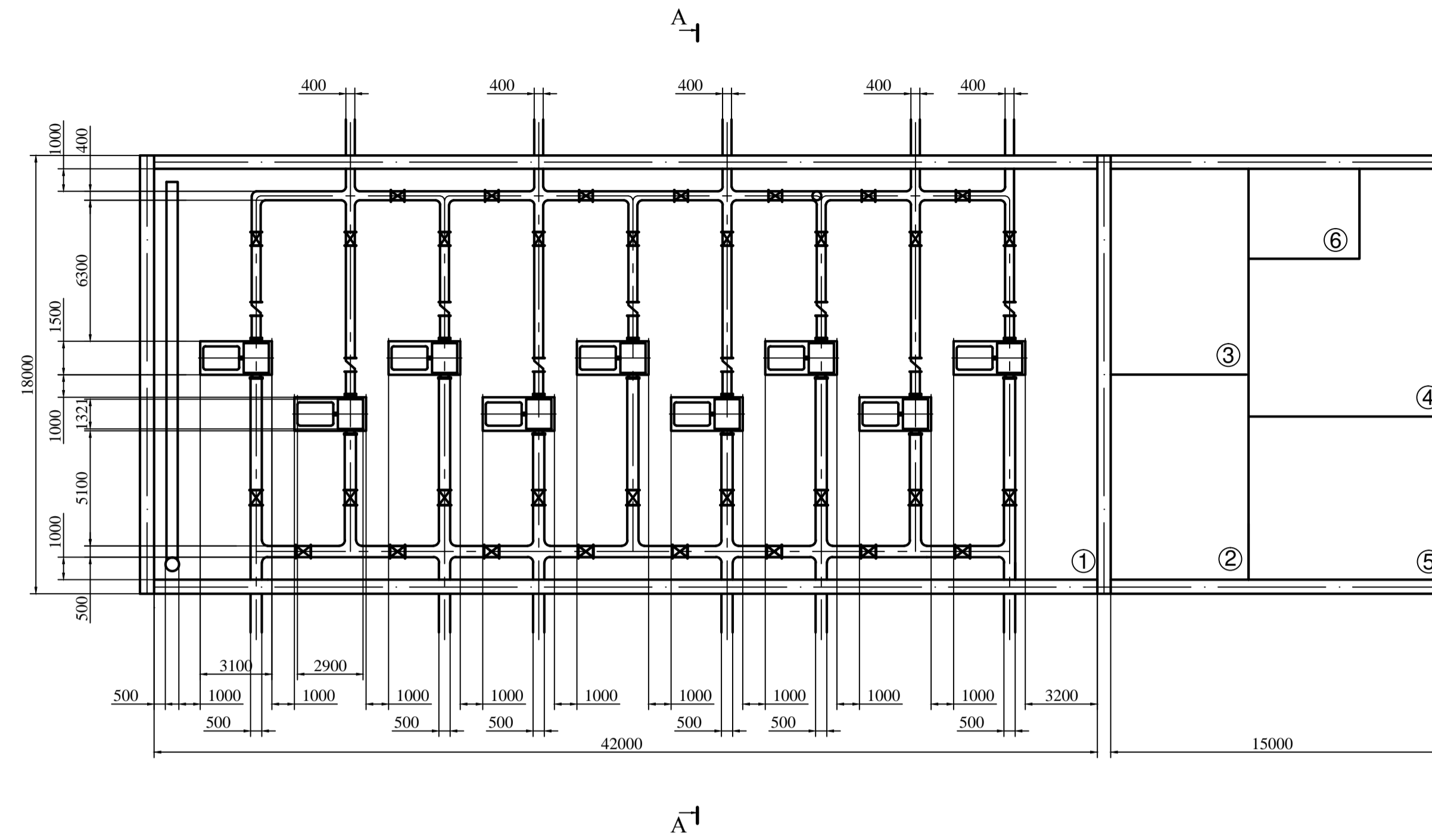
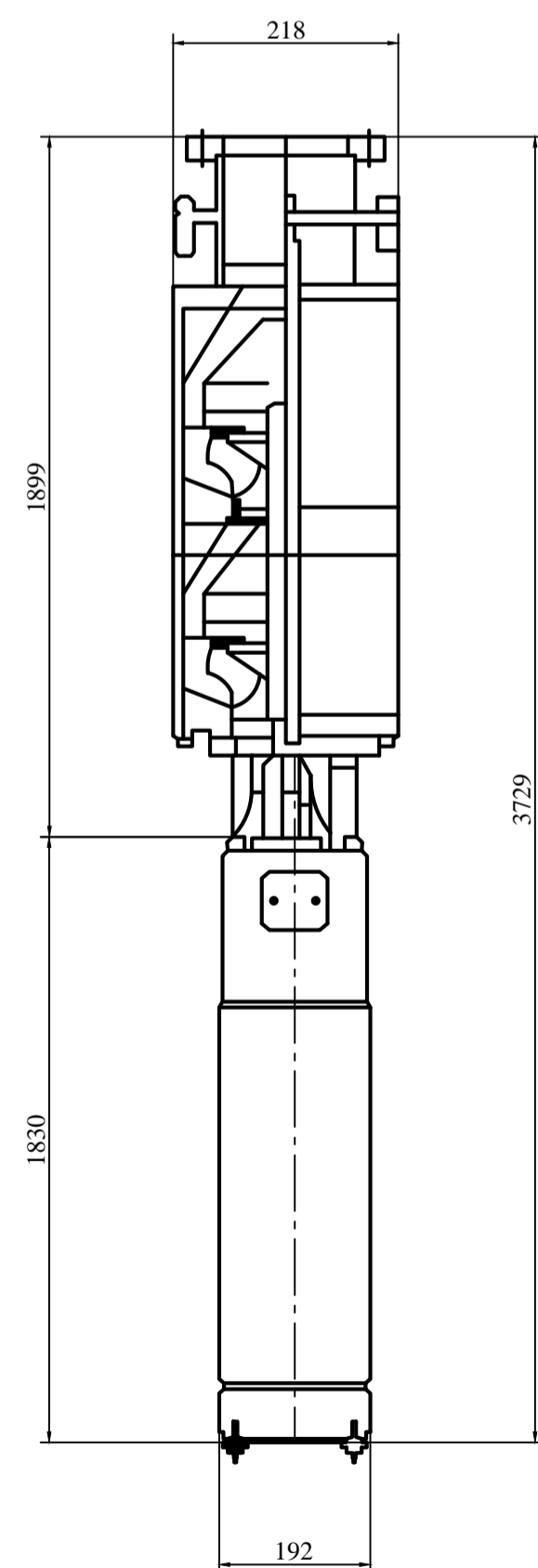
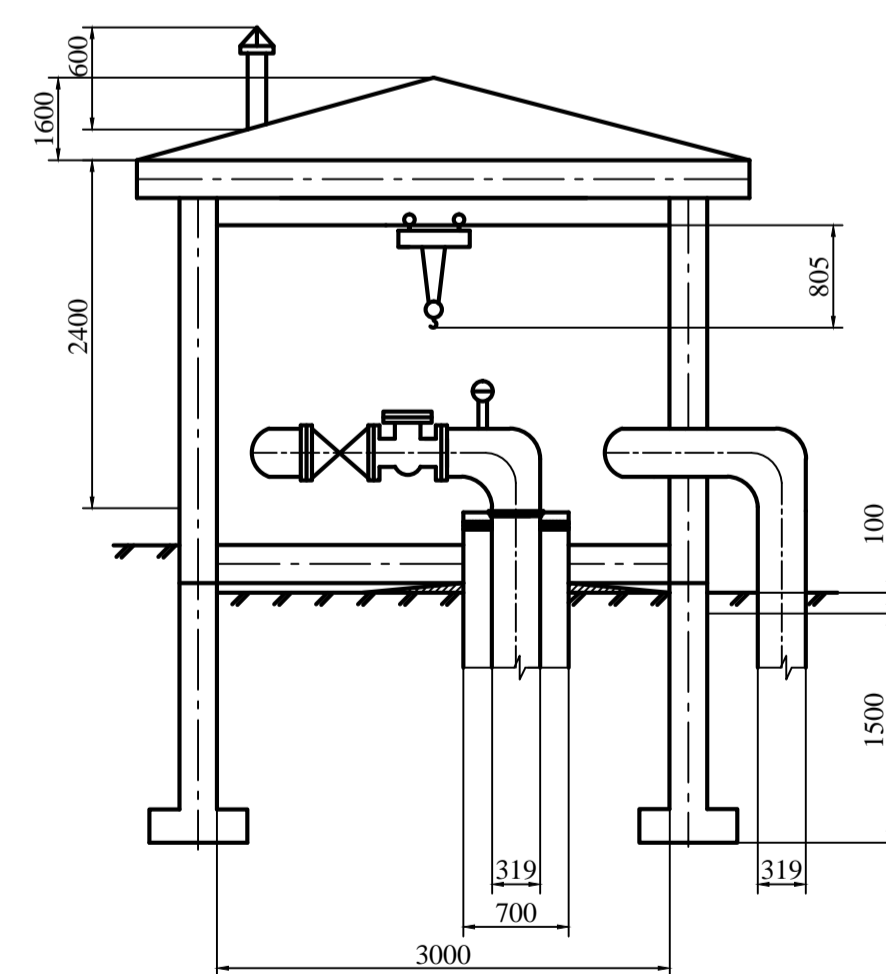


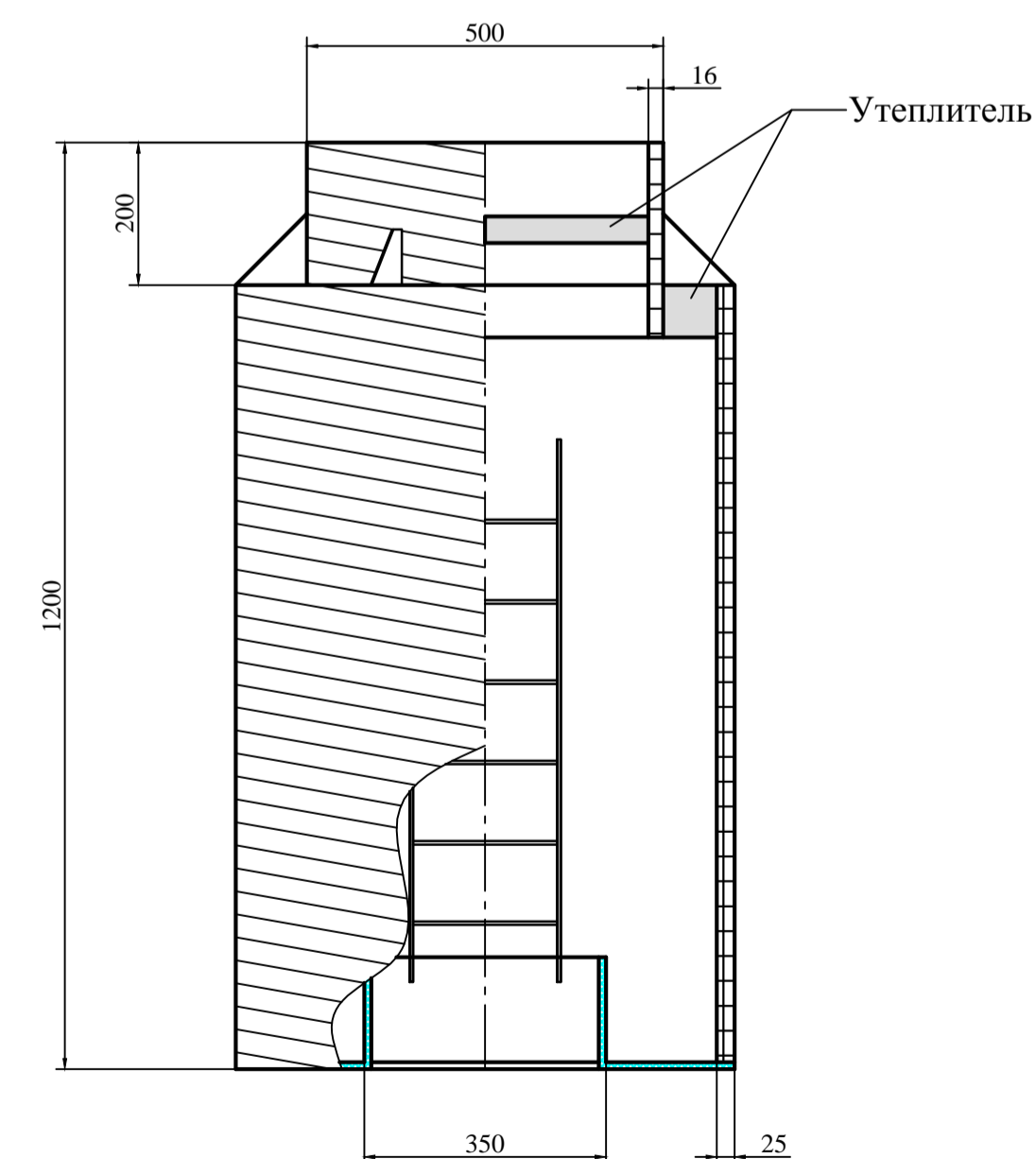
Схема погружного насоса  
Grundfos SP 125-9  
М 1:5



Конструкция павильона водозаборной  
скважины М 1:200



Конструкция кессона для скважины  
М 1:10

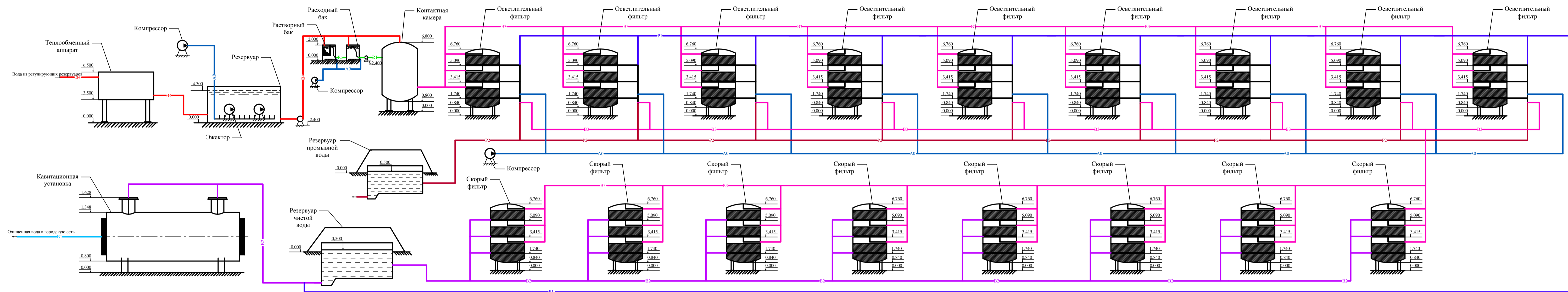


Экспликация помещений

Обозначение	Наименование
1	Машинный зал
2	Монтажная площадка
3	Диспетчерская
4	Трансформаторная
5	Складские помещения
6	Комната персонала

					ВКР-08.03.01.06-2019			
					Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол. у.	Лист	Редок	Подпись	Дата	Стadia	Лист	Листов
							3	6
					Обеспечение надежности работы системы водоснабжения пос. Байкал			
					Продольный профиль насосной станции М 1:500. Разрез А-А. План насосной станции второго подъема М1:500. Схема погружного насоса Grundfos SP 125-9 М 1:5. Конструкция павильона водозаборной скважины М 1:200. Конструкция кессона для скважины М 1:10. Экспликация помещений			
					Кафедра ИСЗиС			

# Принципиальная аппаратурно-технологическая схема станции водоочистки в пос. Байкит (Q = 2317,7 м³/ч)



## Изменение состава воды при движении по водозаборным очистным сооружениям

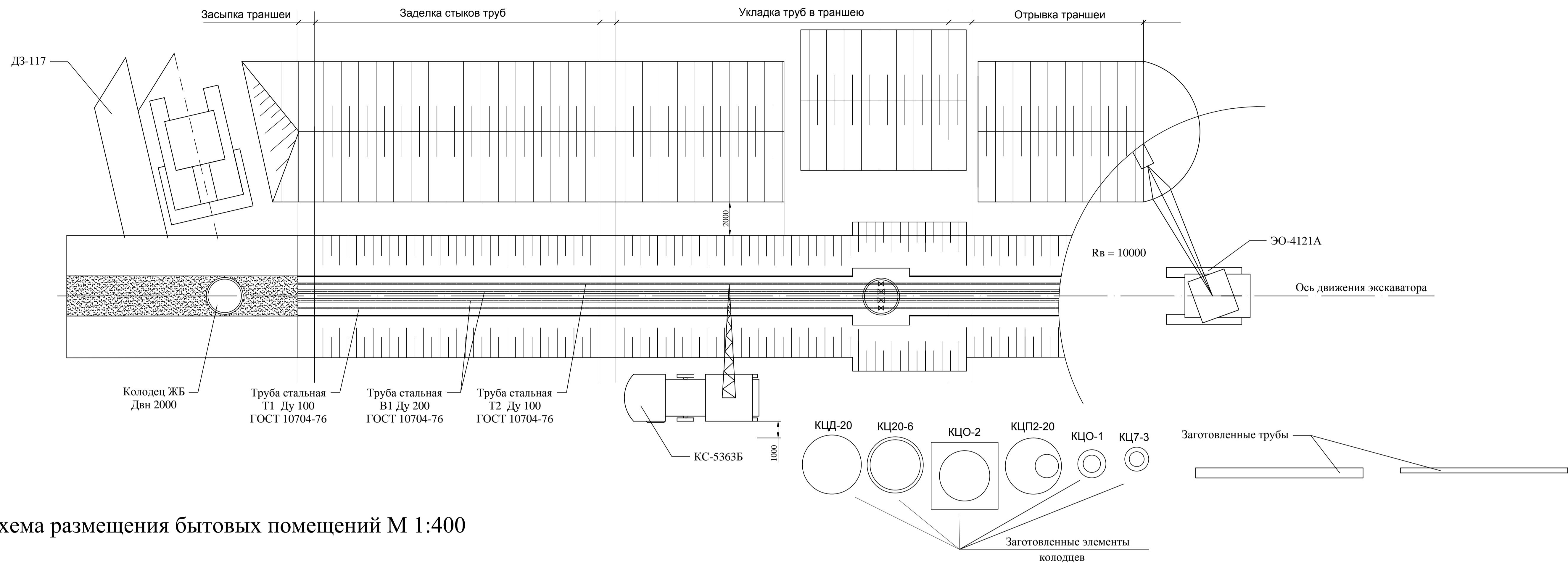
Показатель, ед. изм.	Состав исходной воды	Осветительные фильтры		Сорбционные фильтры		Кавитационная установка		ПДК для воды питьевого назначения
		Эффективность	Конечная концентрация	Эффективность	Конечная концентрация	Эффективность	Конечная концентрация	
Температура, °С	4		4		4		4,5	4,5
Водородный показатель	6,1		6,1		6,7		7,0	7-9
Цветность, град	235,0	0,75	58,8	0,5	29,4	0,97	0,9	20,0
Окисляемость, мг O₂/л	10,0	0,75	2,5	0,3	1,8	0,98	0,04	—
Железо общее, мг/л	16,0		16,0	0,72	4,5	0,97	0,1	0,3
Нефтепродукты, мг/л	0,8	0,1	0,7	0,42	0,4	0,995	0,0003	0,000
Жесткость общая, мг-экв/л	25,2	0,6	10,1	0,72	2,8	0,98	0,1	7,0
Нитриты, мг/дм³	0,002	0,6	0,0008	0,72	0,0002	0,98	0,000004	3,0
Нитраты, мг/дм³	23,8	0,6	9,5	0,72	2,7	0,98	0,1	45,0
Натрий, мг/дм³	61,6	0,6	24,4	0,72	6,8	0,98	0,1	200,0
Калий, мг/дм³	119,5	0,6	47,8	0,72	13,4	0,98	0,3	12,0
Хлор-ион, мг/дм³	6 510,0		6 510,0	0,6	2 604,0	0,98	52,1	350,0
Кальций, мг/дм³	145,0	0,6	58,0	0,72	16,2	0,98	0,3	100,0
Магний, мг/дм³	46,4	0,6	18,6	0,72	5,2	0,98	0,1	50,0
Общая минерализация, мг/дм	11 150,0	0,6	4 460,0	0,72	1 248,8	0,98	25,0	1000,0

## Условные обозначения

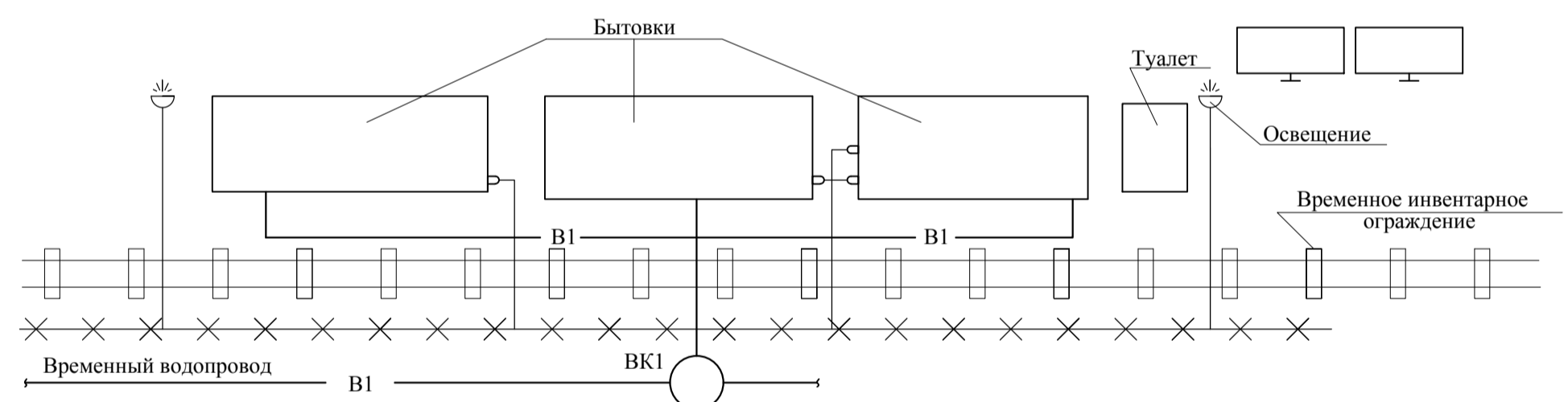
- В1 — трубопровод очищенной воды;
- В2 — трубопровод осветленной воды;
- В3 — трубопровод очищаемой воды;
- В4 — трубопровод исходной воды;
- А0 — трубопровод подачи воздуха;
- R1 — трубопровод осветленной воды;
- P1 — трубопровод чистой промывной воды;
- P2 — трубопровод грязной промывной воды;

				VKP-08.03.01.06-2019					
				Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол. у.	Лист	Редок	Подпись	Дата	Обеспечение надежности работы системы водоснабжения пос. Байкит	Страница	Лист	Листов
Разработал	Динер А.А.							4	6
Руководит.	Гаврилова Ю.В.								
Консульт.	Гаврилова Ю.В.								
Н. контр.	Гаврилова Ю.В.					Принципиальная аппаратурно-технологическая схема станции водоочистки в пос. Байкит (Q = 2317,7 м³/ч). Изменение состава воды при движении по водозаборным очистным сооружениям	Кафедра ИСЗиС		
Зав. каф.	Матюшенко А.И.								

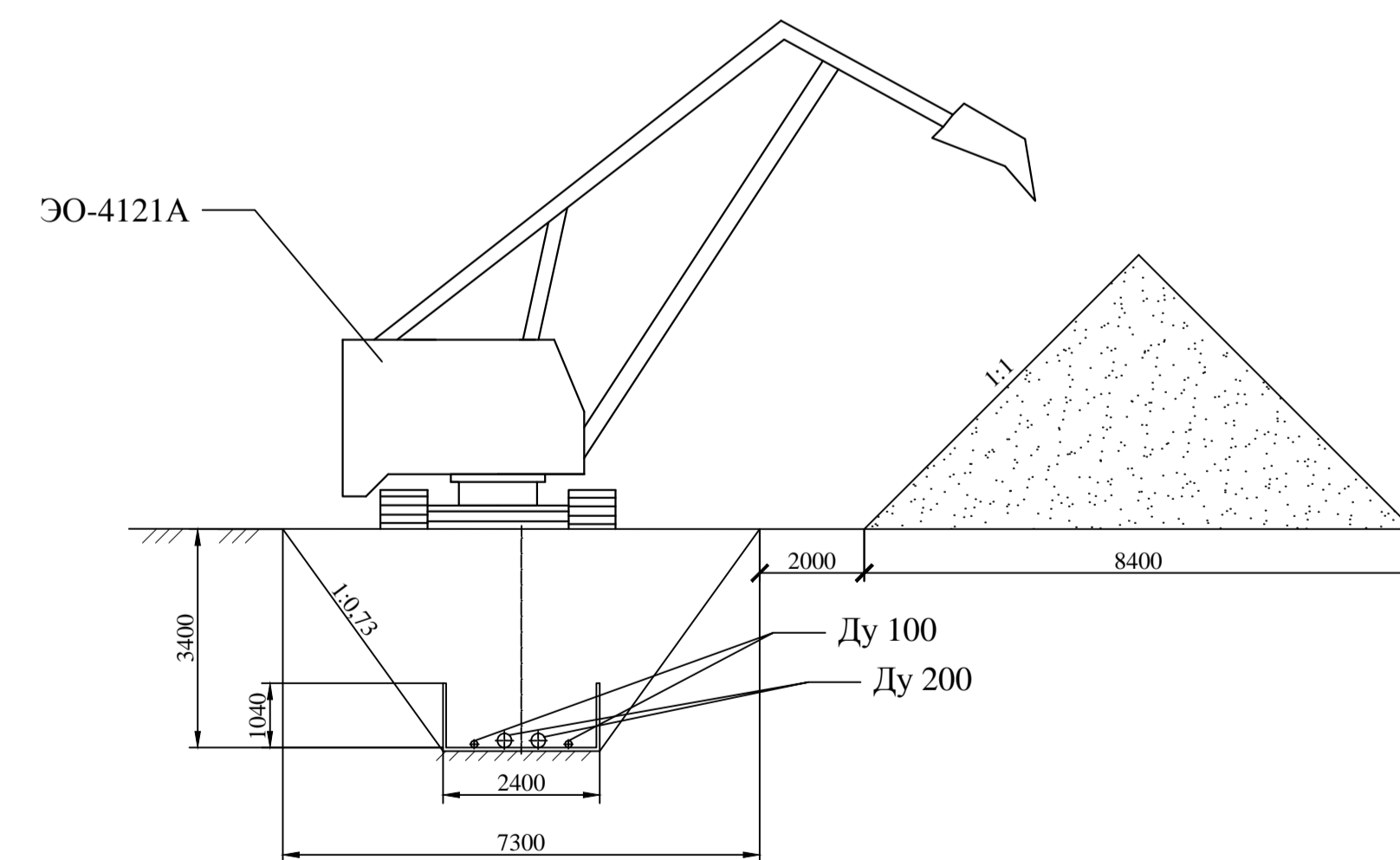
# Схема производства работ при прокладке стального трубопровода L = 254,0 м М 1:100



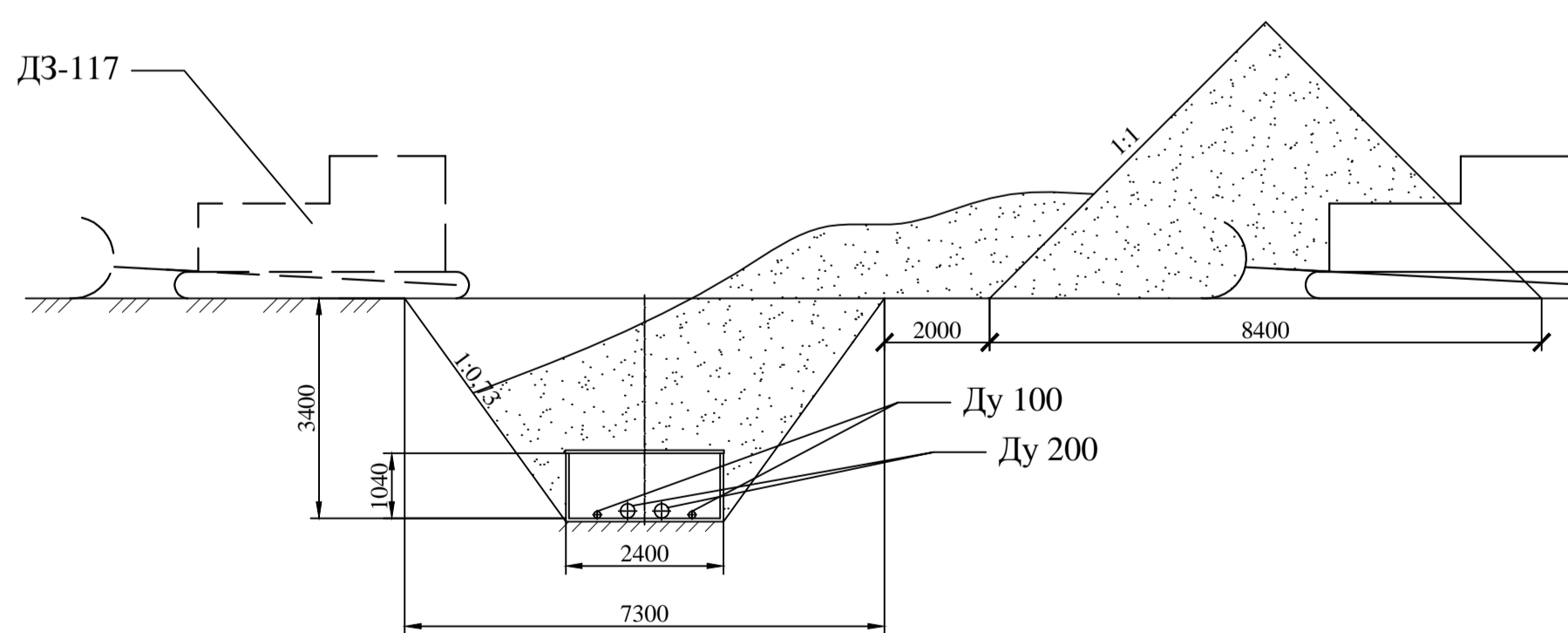
## Схема размещения бытовых помещений М 1:400



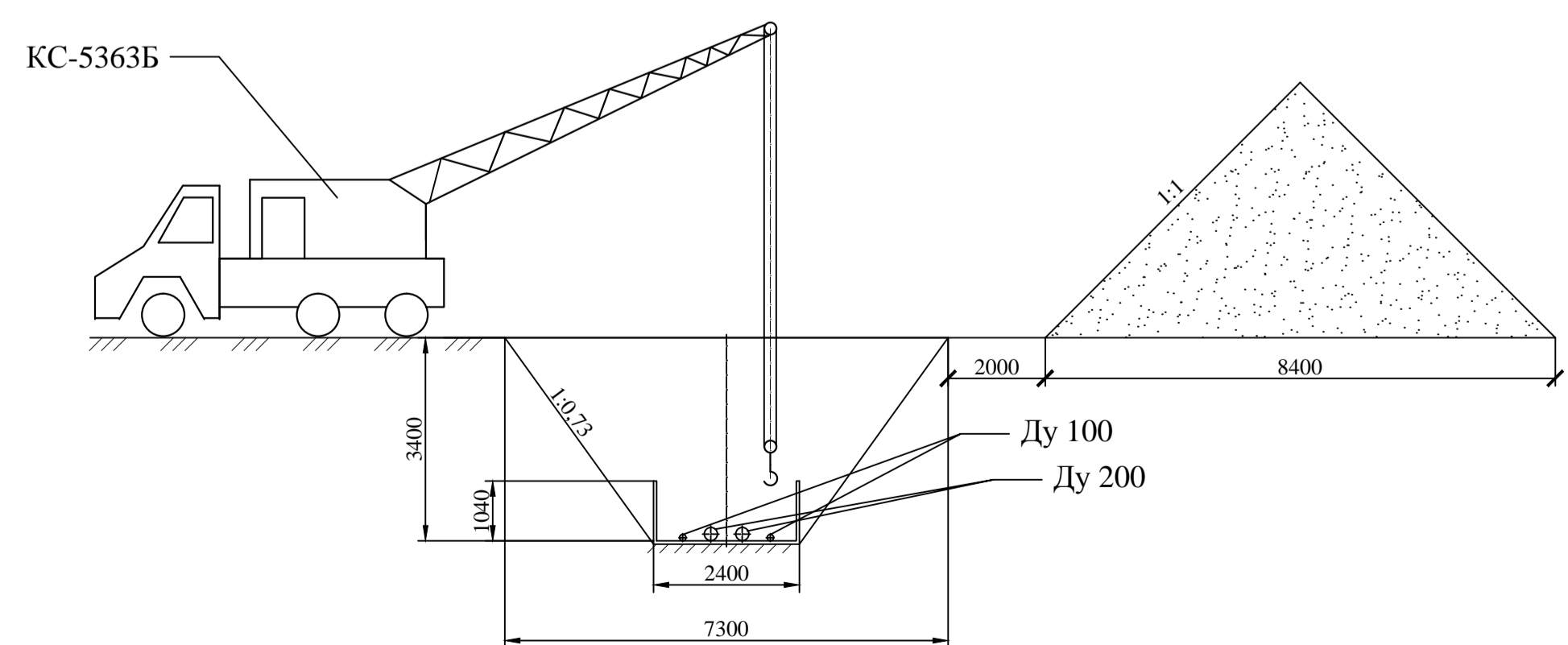
## Разработка траншеи экскаватором М 1:100



## Схема засыпки траншеи бульдозером М 1:100



## Схема укладки труб автокраном М1:100



					ВКР-08.03.01.06-2019				
					Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол. у	Лист	№ док	Подпись	Дата	Обеспечение надежности работы системы водоснабжения пос. Байкайт	Стдия	Лист	Листов
Разработал	Динер А.А.						5	6	
Руководит.	Гаврилова Ю.В.								
Консульт.	Гаврилова Ю.В.					Схема производства работ по прокладке трубопровода Ду 200 в железобетонном лотке L=254 м	Кафедра ИСЗиС		
Н. контр.	Гаврилова Ю.В.								
Зав. каф.	Мапощено А.И.								




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

Инженерно-строительный  
институт  
«Инженерные системы зданий и сооружений»  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой

  
Матюшенко А.И.  
подпись      инициалы, фамилия  
« 2 »      « 04 »      2019 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

08.03.01 «Строительство»

код – наименование направления

Обеспечение надежности работы системы водоснабжения пос. Байкит

тема

Пояснительная записка

Руководитель



доцент, к.т.н.

Ю.В. Гаврилова

подпись, дата      должность, ученая степень

инициалы, фамилия

Выпускник



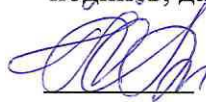
04.07.19

А.А. Динер

подпись, дата

инициалы, фамилия

Нормоконтролер



04.07.19

Ю.В. Гаврилова

подпись, дата

инициалы, фамилия

Красноярск 2019