

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный  
институт

«Инженерные системы зданий и сооружений»  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ А.И. Матюшенко  
подпись  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

20.03.02 «Природообустройство и водопользование»

Разработка технологической схемы водообеспечения мерзлотного массива для  
вахтовых посёлков

Пояснительная записка

Научный руководитель \_\_\_\_\_ доцент кафедры ИСЗиС О.Г. Дубровская  
подпись, дата

Выпускник \_\_\_\_\_ И.В.Карогодина  
подпись, дата

Нормоконтролер \_\_\_\_\_ О.Г. Дубровская  
подпись, дата

Красноярск 2019

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка технологической схемы водообеспечения мерзлотного массива для вахтовых посёлков» содержит 58 страниц текстового документа, включающих 5 рисунков и 6 таблиц. Работа состоит из введения, шести разделов, основных выводов, списка используемых источников из 23 наименований и 5 приложений.

**ВОДОЗАБОР, ОБЩЕЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ, СКВАЖИНА, ДЕБИТ, ДЕПРЕССИОННОЕ ВЛИЯНИЕ, ОСВЕТЛИТЕЛЬНЫЙ ФИЛЬТР, СОРБЦИОННЫЙ ФИЛЬТР, НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ, ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ, ЗОНЫ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ.**

**Актуальность работы** – состоит в постановке и решении задачи комплексной оценки и оптимизации водоподготовки и очистки воды с учётом регионального фактора.

**Объект исследования** – подземная вода у поймы реки Витим.

**Цель данной работы** – разработка водозабора подземного источника с системой водоподготовки.

### **Задачи работы:**

- оценка состояния существующей системы водоснабжения;
- анализ подземного источника
- разработка необходимых схем водоподготовки.

В результате технического задания была определена структура работы, выявлены проблемы сегодняшнего водоснабжения города Бодайбо.

В итоге был разработан ряд предложений малозатратных и быстрореализуемых на долгосрочную эксплуатацию скважинного водозабора. В качестве технической реализации этого проекта произведен расчет по сооружению водозабора подземных вод и системы очистки воды.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	5
Глава 1 Общие сведения .....	7
1.1 Современное водоснабжение города .....	7
1.2 Определение расчетных расходов воды .....	10
Глава 2 Расчет водозаборных сооружений .....	14
2.1 Тип водозаборного сооружения подземных вод .....	14
2.2 Обоснование выбора типа водозабора подземного источника.....	17
2.3 Подбор фильтра.....	17
2.4 Расчет депрессионного влияния .....	17
2.5 Устройство устья подземного источника .....	19
2.6 Защита от заиливания .....	20
2.7 Расчет выбросов пыли при сооружении скважин .....	21
Глава 3 Расчет и проектирование насосных станций.....	23
3.1 Насосное оборудование .....	23
3.2 Расчет регулирующей емкости.....	25
3.3 Насосная станция II подъема.....	26
3.4 Определение уровней воды в РЧВ .....	26
3.5 Расчет диаметров всасывающих и напорных трубопроводов .....	28
3.6 Определение требуемого напора насоса .....	29
3.7 Подбор насосов .....	31
3.8 Определение высоты павильона.....	31
Глава 4 Водозаборные очистные сооружения .....	33
4.1 Состав сооружений для очистки воды .....	33
4.2 Подбор теплообменного аппарата.....	34
4.3 Аккумулирующая емкость.....	34
4.4 Расчет осветительных фильтров.....	35
4.5 Резервуар промывной воды .....	36
4.6 Расчет сорбционных фильтров для очистки многокомпонентной воды....	37
4.8 Расчет обеззараживания воды бактерицидными лучами.....	39
Глава 5 Границы ЗСО .....	41
5.1 Первый пояс ЗСО .....	41

5.2 Второй пояс ЗСО .....	43
5.3 Третий пояс ЗСО .....	45
5.4 Правила и режим хозяйственного использования территорий, входящих в ЗСО.....	46
5.5 Правила и режим хозяйственного использования территорий, входящих в ЗСО второго пояса .....	47
5.6. Правила и режим хозяйственного использования территорий, входящих в ЗСО третьего пояса .....	49
Глава 6 Исследовательская работа .....	51
6.1 Исходные данные для проектирования.....	51
Заключение .....	56
Список использованных источников .....	57
Приложения А – Е	

## ВВЕДЕНИЕ

В нашей стране территория Крайнего Севера занимает около 12 миллионов квадратных километров, что занимает примерно 70% от общей площади России. В настоящее время суть региональной политики на Севере России определяют добываемые здесь природные ресурсы. Они вносят основной вклад в развитие экономики северных территорий и в формирование ее структуры, одновременно играя важнейшую роль в экономическом развитии.

Рост освоения территорий Севера обострило проблему водопотребления населением и промышленными комплексами, поскольку водозабор в силу специфических климатических и гидрогеологических условий ведется в основном из поверхностных источников.

Подробнее эту проблему мы рассмотрим на примере города Бодайбо, расположенного на правом берегу реки Витим у впадения в него реки Бодайбо в 1095 км к северо-востоку от Иркутска.

В Бодайбо резко-континентальный климат с продолжительно морозной зимой и коротким жарким летом. Температура летом может достигать  $+40^{\circ}\text{C}$ , а зимой до  $-56^{\circ}\text{C}$ , что приравнивает Бодайбо к районам Крайнего Севера.

Источником хозяйственно-питьевого водоснабжения с основания поселения и до настоящего времени является поверхностная вода реки Витим. В 70-е годы на берегу был сооружен централизованный водозабор, водоприемником которого служила галерея под речным дном. Однако со временем она заилилась, и вода перестала поступать в водозабор.

Само качество воды реки Витим имеет резкие переменные сезонные колебания по содержанию взвешенных и органических веществ, мутности, цветности, что обусловлено гидрологическим характером, условиями водного баланса реки и влияния паводка.

Кроме того в 2016 году качество воды в реке резко ухудшилось. В ходе проверки, выяснилось, что резкое ухудшение качества воды связано с двумя факторами. Первый – с работой старательских артелей в верховьях Витим, со сбросом отработанных стоков промывочной воды в реках Энгажимо, Чаяндра, Каралон, Нерпинка. Второй – с низким уровнем воды в реке Витим (ниже для этого периода на 2-3 м), из-за недостатка талых вод при низких температурах наружного воздуха.

Водозаборные сооружения являются одним из наиболее важных элементов системы водоснабжения, которые способствуют эксплуатационной надежности всей системы, а также ее технико-экономических показателей. Именно поэтому проектирование водозаборных сооружений должно осуществляться с применением современных методов расчета водоприемных устройств, прогрессивных конструкций и технологий производства строительных работ.

Использование подземных вод для водоснабжения определяется условиями формирования, залегания различных категорий подземных вод: характеристикой водоупоров и кровли водоносных пластов, их мощностью; составами и свойствами водовмещающих пород, а также спецификой формирования водоносных горизонтов, особенностями источников их питания.

## Глава 1 Общие сведения

### 1.1 Современное водоснабжение города

В настоящее время водоснабжение населения г. Бодайбо осуществляется от плавучей насосной станции «Роса», которая является временным сооружением, установленным на понтонах. До 2012 г. водозаборные очистные сооружения отсутствовали, что отрицательно сказывалось на качестве воды подаваемой населению. По словам специалистов, питьевой, согласно лабораторным исследованиям, ее нельзя назвать (особенно в паводковые периоды), но альтернативы пока нет. Поэтому в 2012 г. началось строительство очистных сооружений.

Строительство водозаборных очистных сооружений служит лишь временной мерой по улучшению питьевого водоснабжения населения. Это связано с тем, что необходим переход от плавучей насосной станции, представляющей собой временное сооружение, к постоянному источнику водоснабжения. Витим является горной рекой с быстрым течением и сильными паводками. Это усложняет эксплуатацию плавучего водозабора.

В таблице 1 представлены вещества, содержащиеся в воде реки. Почти все показатели превышают допустимую концентрацию в несколько раз.

Таблица 1 - сравнение исходной воды из реки с допустимыми показателями.

Состав воды	СанПиН 2.1.4.1175-02	Исходная вода
Температура, °С	-	0,1-4,0
рН	6-9	6,15
Цветность, град	20	235
Окисляемость, мг, О <sub>2</sub> /л	5	10
Железо общее, мг/л	0,3	16

Окончание таблицы 1

Состав воды	СанПиН 2.1.4.1175-02	Исходная вода
Нефтепродукты, мг/л	0,1	0,829
Взвешенные в-ва, мг/л	0,25	768,8
Общая жесткость, мг-экв/л	7,0	25,2
Ca <sup>2+</sup> , О <sub>2</sub> /л	10-20	145
Mg <sup>2+</sup> , мг-экв/л	2-10	46,6
Нитриты, мг/л	3,3	0,002
Нитраты, мг/л	45	23,8
Натрий, мг/л	200	61,1
Калий, мг/л	20	119,0
Хлор-ион, мг/дм <sup>3</sup>	350	6510,0
Гидрокарбонаты, мг/дм <sup>3</sup>	130-140	630,30
Общая минерализация, мг/дм <sup>3</sup>	1000	11150,00

Исходя из данных, представленных в таблице 1, можно сделать вывод о том, что такая многокомпонентная вода требует серьезной очистки. Лучшим вариантом является применение сорбционной очистки. Благодаря очищению высокоактивными сорбентами обеспечивается выход воды почти с нулевыми остаточными концентрациями.

Но для данного района это будет высокзатратно. При сложившейся ситуации целесообразно сооружение подземного водозабора.

Наиболее надежным источником питьевого водоснабжения являются подземные воды. В 2008-10 гг. иркутскими гидрогеологами по результатам поисковых работ выявлено месторождение питьевых подземных вод, которое способно полностью удовлетворить потребность г. Бодайбо в воде.

Значительная локализация подземного стока была зафиксирована в долине р. Тамарак в 1,2 км от ее устья. По результатам поисковых работ здесь открыто Тамаракское месторождение питьевых подземных вод. Естественные ресурсы подземных вод месторождения составляют около 82 тыс. м<sup>3</sup>/сут, прогнозные эксплуатационные ресурсы около 17 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Это значит, что



по предварительной оценке на данном участке недр можно добывать не менее 17 тыс. м<sup>3</sup>/сут воды хорошего качества, что с большим запасом хватит для удовлетворения потребности г. Бодайбо.

Качество питьевых подземных вод Тамаракского месторождения отвечает всем нормативным требованиям. Воды пресные, мягкие, с нейтральной реакцией среды. Минерализация изменяется от 0,12 г/л зимой до 0,16 г/л летом. Общая жесткость во время поисковых работ стабильно составляла 1,6-1,8 ммоль/л. По составу воды гидрокарбонатные магниевые-кальциевые. Значения органолептических показателей большей частью имели нулевые значения. Вода может быть использована для питьевого водоснабжения без какой-либо водоподготовки.

Питьевые подземные воды Тамаракского месторождения пригодны не только для водоснабжения населения, но и для розлива. Очевидно, что спрос на питьевую воду, расфасованную в емкости, с введением очистных сооружений в эксплуатацию в г. Бодайбо не упадет. Поэтому на базе Тамаракского месторождения возможно строительство завода по розливу воды. Это позволит населению пить свою питьевую воду, а не привозную. Кроме поставки ее в сеть магазинов г. Бодайбо, водой можно снабжать и весь район, а кроме того, другие населенные пункты Иркутской области, Бурятии и Якутии.

Тамаракское месторождение расположено в 18-20 км от г. Бодайбо и связано с ним грунтовой дорогой. Из них 14-16 км дорога хорошая, гравийная, и 4 км лесная. До временного плавучего водозабора и станции первого подъема от месторождения 12-13 км. Для добычи питьевых подземных вод необходимо строительство водозабора и прокладка водовода. Это будет значительно дешевле и надежнее, чем сооружение и эксплуатация ковшового водозабора.

Тамаракское месторождение было поставлено на государственный баланс в конце 2010 г. По состоянию на начало 2013 г. вопрос об освоении выявленных запасов и ресурсов питьевых подземных вод для водоснабжения г.

Бодайбо пока никем не ставится. Водоснабжение населения, как и в позапрошлом столетии, осуществляется поверхностными водами, которые требуют существенной водоподготовки.

Не одно десятилетие стоит вопрос о водоснабжении населения г. Бодайбо питьевой водой хорошего качества. В настоящее время для этого найден надежный подземный источник. Вода может использоваться для питьевых целей без какой-либо водоподготовки. На стадии окончания поисковых работ специалистами предварительно прорабатывался вопрос технико-экономического обоснования строительства водозабора и водовода с котельной и сопутствующей теплоэлектроцентралью. Их сооружение вполне оправдано, рационально, значительно дешевле и надежнее, чем сооружение ковшового водозабора. Поэтому есть надежда, что через какое-то время начнется освоение Тамаракского месторождения питьевых подземных вод.

## **1.2 Определение расчетных расходов воды**

Водопотребителями города Бодайбо являются:

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

Население г.Бодайбо составляет на расчетный период 13,104 тысяч человек.

Застройка г.Бодайбо предусматривается одно- и двухэтажными зданиями.

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

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.  $N = 13104$

$$Q_{\text{сут}}^{\text{ср}} = \frac{13104 \cdot 300}{1000} = 3931,2 \text{ м}^3/\text{сут} = 163,8 \text{ м}^3/\text{ч};$$

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

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

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

где  $k_{\text{сут}}^{\text{макс}}$  и  $k_{\text{сут}}^{\text{мин}}$  – 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  $k_{\text{сут.макс}} = 1,1-1,3$ ;  $k_{\text{сут.мин}} = 0,7-0,9$ ).

$$Q_{\text{сут}}^{\text{макс}} = 1,3 \cdot 3931,2 = 5110,6 \text{ м}^3/\text{сут};$$

$$Q_{\text{сут}}^{\text{мин}} = 0,9 \cdot 3931,2 = 3538,1 \text{ м}^3/\text{сут}$$

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

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

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

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

$\beta$  – коэффициент, принимаемый по [1], учитывающий количество жителей в населенном пункте ( $\beta_{маx} = 1,3$ ;  $\beta_{мин} = 0,7$ )

$$k_{ч.маx} = 1,4 \cdot 1,3 = 1,82;$$

$$k_{ч.мин} = 0,6 \cdot 0,4 = 0,24;$$

Максимальные и минимальные часовые расходы воды населением из водопроводной сети, м<sup>3</sup>/ч, определяем по формулам

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

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

$$Q_{ч.маx} = \frac{1,82 \cdot 5110,6}{24} = 387,5 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q_{ч.мин} = \frac{0,24 \cdot 3538,1}{24} = 35,38 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расходы воды на нужды местной промышленности принимаем как 20% от суточного расхода на хозяйственно-питьевые нужды:

$$Q_{МП} = 0,2 \cdot Q_{сут}, \quad (1.10)$$

$$Q_{МП} = 0,2 \cdot 3931,2 = 786,24 \text{ м}^3/\text{сут} = 32,78 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

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

$$Q_{СН} = 0,1 \cdot Q_{сут}, \quad (1.8)$$

$$Q_{СН} = 0,1 \cdot 3931,2 = 393,12 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Так же по [1] принимаем один пожар, на наружное тушение которого потребуется 5 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.

$$Q_{\text{пож}} = 3,6 \cdot q_{\text{пож}} \cdot n_{\text{пож}}, \quad (1.9)$$

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.

$$Q_{\text{пож}} = 3,6 \cdot 5 \cdot 1 = 18 \text{ м}^3/\text{с} = 1555,2 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

На форсированный режим принимаем 10% от суточного расхода на хозяйственно-питьевые нужды:

$$Q_{\text{СН}} = 0,1 \cdot Q_{\text{сут}}, \quad (1.10)$$

$$Q_{\text{СН}} = 0,1 \cdot 3931,2 = 393,12 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

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

$$Q_{\text{общ}} = 3931,2 + 786,24 + 1555,2 + 393,12 + 393,12 = 7058,9 \quad \text{м}^3/\text{сут}$$

## Глава 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, их формирования и обеспечения потребного расхода в течение расчетного срока, а в ряде случаев и в перспективе.

Хозяйственно-питьевое водоснабжение имеет 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), санитарным состоянием территории, намеченной 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  $R = 150$  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  $r = D_{\text{н}}/2 + 0,5 = 0,1/2 + 0,5 = 0,55$  м.

$$Q_{\text{скв}} = \frac{2,73 \cdot 12 \cdot 35 \cdot 7}{\lg \frac{150}{0,55}} = 3295,2 \text{ м}^3/\text{сут} = 137,3 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

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.

$$n = \frac{7058,9}{3295,2} = 2,14 \approx 3 \text{ скважины}.$$

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

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

$$n_{\text{рез}} = \frac{0,1 \cdot 7058,9}{3295,2} = 0,22 \approx 1 \text{ скважину}.$$

Диаметр фильтра, м, определяют по формуле

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

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

$l_{\phi}$  - 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

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

$$l_{\phi} = 0,5 \cdot 35 = 17,5 \text{ м.}$$

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

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

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

$$D_{\phi} = \frac{207,0}{3,14 \cdot 17,5 \cdot 148,8} = 0,025 \text{ м} = 250 \text{ мм.}$$

Диаметр эксплуатационной колонны, мм, обсадных труб определяется по формуле

$$D_{\text{э}} = D_{\phi} + 50 \quad (2.8)$$

$$D_{\text{э}} = 250 + 50 = 300 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр эксплуатационной колонны 305 мм.

Внутренний диаметр направляющей трубы, мм, равен

$$D_{\text{н}} = D_{\text{э}} + 100 \quad (2.9)$$

$$D_{\text{н}} = 305 + 100 = 405 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр направляющей трубы 409 мм.

Диаметр забоя определяется по формуле

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

$$D_{\text{з}} = \frac{250}{3} = 83,33 \text{ мм.}$$



Принимаем диаметр забоя 100 мм.

## **2.2 Обоснование выбора типа водозабора подземного источника**

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 изготовления: 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 забора из подземных источников большого объема воды применяют групповые 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, 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$Q'_1 = 137,3 \cdot \left(1 - \frac{0,7}{7,0}\right) = 123,6 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q'_2 = 137,3 \cdot \left(1 - \frac{0,35}{7,7}\right) = 131,06 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q'_3 = 137,3 \cdot \left(1 - \frac{1,4}{8,05}\right) = 113,4 \text{ м}^3/\text{ч};$$

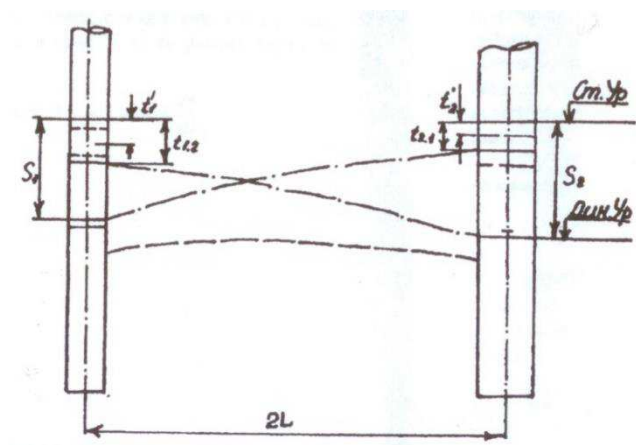


Рисунок 2.1 Взаимное влияние скважин

## 2.5 Устройство устья подземного источника

Так как скважина будет использоваться круглогодично, в целях предотвращения промерзания устья скважины предусматриваем кессонное оборудование (утеплительный кожух). Кессон устраиваем от выступающей части устья и до глубины промерзания грунта. Делаем глиняный замок для защиты от ливневых вод с радиусом 1,5 м, под уклоном 0,1 проводим прямую

до кессона. Железобетонное укрепление – отсыпку, 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 скважины устраиваем павильон ниже поверхности земли – заглубленная камера для погружного насоса

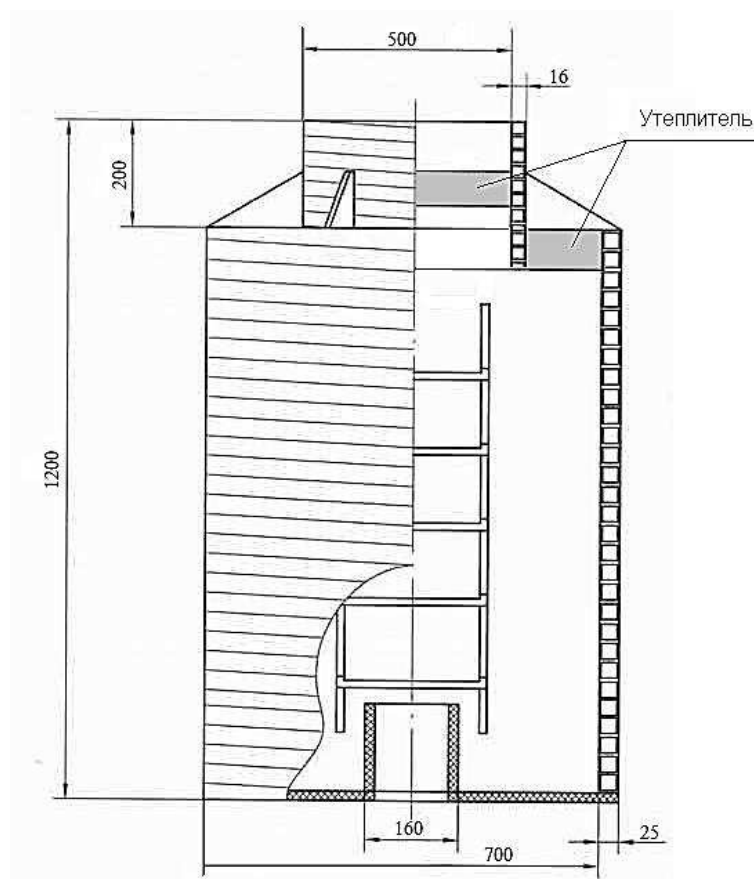


Рисунок 2.2 – Кессон с утеплительным кожухом

## 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 выпускаются 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 выше выброса от традиционного. В условиях севера рекомендуем использовать буровой станок.

## Глава 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 с частотным регулированием Grundfos SQE1-155.

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:

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

Таблица 2 – Основные технические данные скважинного электронасосного агрегата для воды (погружного насоса) ЭЦВ10-120-100

Подача, м <sup>3</sup> /ч	Напор, м	Мощность электродвигателя, Вт	КПД агрегата, %	Масса, кг	Габариты насоса ВхН, мм
До 150	200	1850-2540	78	409	74x969



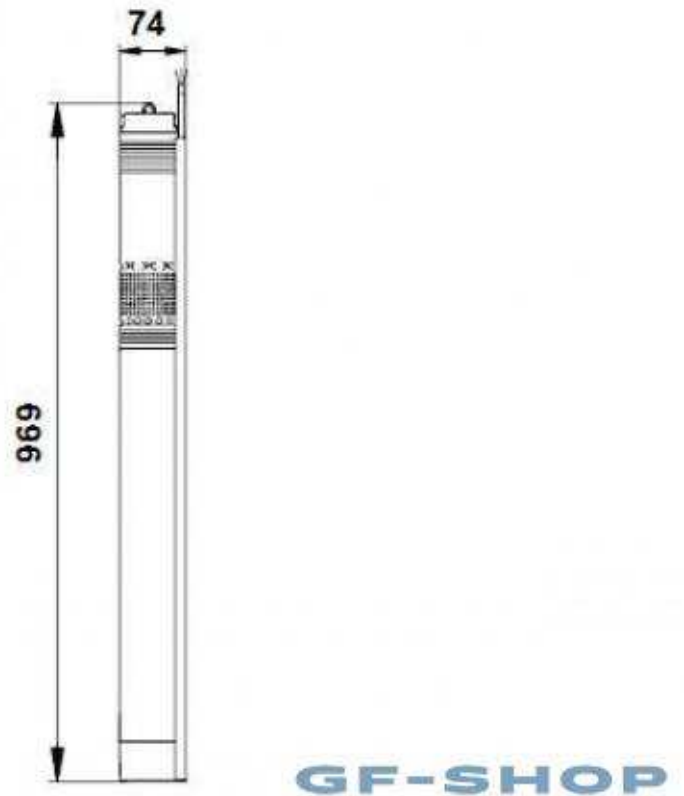


Рисунок 3.1 - Конструкция погружного насоса Grundfos типа SQE

### 3.2 Расчет регулирующей емкости

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

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

$$W_{\text{рег}} = (123,6 + 131,6 + 113,4) \cdot 24 = 8833,44 \text{ м}^3 / \text{сут},$$

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.

$$V = 1,2 \cdot 8833,44 = 10600,1 \text{ м}^3.$$

Принимаем 6 железобетонных резервуаров прямоугольных в плане, объемом 12 000 м<sup>3</sup>,  $A \times B \times H = 54 \times 48 \times 4,8$ .

### 3.3 Насосная станция II подъема

Насосами этой 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,  $W_{\text{РЧВ}}$ , м<sup>3</sup> 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.

$$W_{\text{пож}} = 3 \cdot 3,6 \cdot (2 \cdot 10) = 216 \text{ м}^3;$$

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

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

$$W_{\text{СН}} = 0,08 \cdot 511,6 = 408,8 \text{ м}^3.$$

Полный объем резервуаров чистой воды:

$$W_{\text{РЧВ}} = 8833,44 + 216 + 408,8 = 9458,24 \text{ м}^3.$$

Принимаю 6 резервуаров объемом по 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>;

$$h_{\max} = \frac{9458,24}{60 \cdot 36} = 4,4 \text{ м}^3;$$

$$h_{\text{пож}} = \frac{216}{60 \cdot 36} = 0,1 \text{ м}^3.$$

### 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:

$$D = \sqrt{\frac{Q_1}{0,785 \cdot V_T}} \quad (3.12)$$

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

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

Количество всасывающих линий на насосных станциях первой и второй 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:

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

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

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

### 3.6 Определение требуемого напора насоса

Высота подъема насосов определяется по формуле

$$H_H = H_\Gamma + h_{w.вс.л} + h_{w.н.л}, \quad (3.13)$$

где  $H_\Gamma$  – 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

$$H_\Gamma = H_Z = Z_{д.т.} - Z_{п.ож}, \quad (3.14)$$

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

$$H_\Gamma = H_Z = 225,0 - 184,7 = 40,3 \text{ м};$$

$$h_{w.вс.л} = S_{0 \text{ вс}} \cdot L_{вс} \cdot Q_{вс}^2 + h_{к.вс}, \quad (3.15)$$

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.

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

$$h_{w.н.л} = h_{w.уч} + h_{к.н}, \quad (3.16)$$

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:

$$h_{w,уч} = h_{пут} + h_{геом} + h_{узл}, \quad (3.17)$$

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.

$$h_{пут} = \sum i \cdot L, \text{ м} \quad (3.18)$$

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

$$h_{геом} = Z_{д.т.} - Z_{нс}, \quad (3.19)$$

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

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

$$H_H = 40,3 + 1,5 + 54,0 = 95,8 \text{ м.}$$

Полная высота подъема насосов определяется по формуле

$$H_{\Pi} = H_H + H_{св}, \quad (3.20)$$

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

$$H_{св} = 4 \cdot (n - 1) + 10, \quad (3.21)$$

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

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

Полная высота подъема насосов:

$$H_{\Pi} = 95,8 + 14 = 109,8 \text{ м.}$$

### 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  $Q_H = 163,8 \text{ м}^3/\text{ч}$  и напору  $H_H = 109,8 \text{ м}$ . 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 – Характеристики насосов НС-II

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

### 3.8 Определение высоты павильона

Высота павильона берегового колодца рассчитывается по формуле

$$H_{II} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6, \quad (3.22)$$

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.

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

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



## Глава 4 Водозаборные очистные сооружения

Технологическая схема включает следующие операции:

- подогрев;
- осветлительное фильтрование;
- сорбционное фильтрование через пеносиликат;
- обеззараживание ультрафиолетовым облучением

### 4.1 Состав сооружений для очистки воды

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.

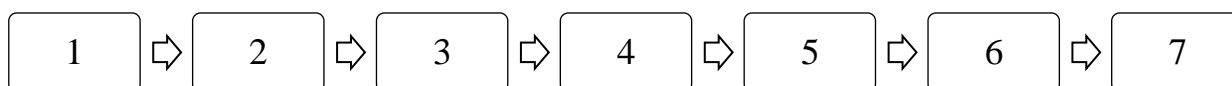


Рисунок 4.1 – Технологическая схема водоподготовки

1 – теплообменник, 2 – аккумулирующая емкость; 3, 6 – насосная станция; 4 - осветлительные фильтры, 5 – сорбционные фильтры, 7 - резервуар чистой воды.

Дополнительное оборудование: горизонтальные песколовки; резервуар промывной воды.

## 4.2 Подбор теплообменного аппарата

Температура воды в источнике составляет 0,1-1,4°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 – 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.

## 4.3 Аккумулирующая емкость

Объем аккумулирующей емкости равен максимальному остатку воды в промежуток времени 5-6 часов.

$$W_{акк} = 1470,6 \text{ м}^3.$$

Принимаем 10 емкостей по 150 м<sup>3</sup>.

#### 4.4 Расчет осветительных фильтров

В качестве осветительных фильтров применяем сверхскоростной фильтр Никифорова.

Расчет фильтров выполняют 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

$$F = \frac{Q_{\text{сут}}}{T \cdot V_{\phi} - 3,6 \cdot n \cdot \omega \cdot t_1 - n \cdot t_2 \cdot V_{\phi}} \quad (4.1)$$

где  $T$  – продолжительность работы станции в течении суток в ч;

$V_{\phi}$  – расчетная скорость фильтрования;

$n$  – количество промывок каждого фильтра за сутки;

$\omega$  – интенсивность промывки;

$t_1$  – продолжительность промывки;

$t_2$  – время простоя фильтра.

$$F = \frac{7058,9}{24 \cdot 25 - 3,6 \cdot 2 \cdot 12,5 \cdot 0,1 - 2 \cdot 0,33 \cdot 25} = 12,3 \text{ м}^2$$

Количество фильтров определяется по формуле

$$N = 0,5 \sqrt{F} \quad (4.2)$$

$$N = 0,5 \sqrt{12,3} = 1,75 \approx 2 \text{ шт.}$$

Скорость фильтрования при нормальном режиме:

$$V_{\text{н}} = \frac{Q_{\text{н}}}{f_{\text{а}}} \quad (4.24)$$

$$V_H = \frac{294,1}{2 \cdot 12,3} = 11,9 \text{ м/ч.}$$

Среднечасовой расход воды на промывку фильтров:

$$q = \frac{dra}{24}, \quad (4.3)$$

где  $r$  – число промывок каждого фильтра в сутки, принимается 1-2;

$d$  – расход воды на одну промывку фильтра:

$$d = \frac{i60tf}{1000}, \quad (4.4)$$

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).

$$d = \frac{12 \cdot 60 \cdot 0,33 \cdot 12,3}{1000} = 2,9 \text{ м}^3;$$

$$q = \frac{2,9 \cdot 2 \cdot 2}{24} = 0,48 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Скорость фильтрации при форсированном режиме:

$$V_\Phi = \frac{Q_\Phi}{f(a-1)}. \quad (4.5)$$

$$V_\Phi = \frac{294,1}{12,3 \cdot (2-1)} = 23,9 \text{ м/ч.}$$

#### 4.5 Резервуар промывной воды

$$W_{\text{пром}} = \frac{2it3600fa}{1000}, \text{ м}^3 \quad (4.6)$$

$$W_{\text{пром}} = \frac{2 \cdot 12,0 \cdot 0,33 \cdot 3600 \cdot 12,3 \cdot 2}{1000} = 701 \text{ м}^3.$$

Принимаем железобетонный резервуар на 700 м<sup>3</sup>.

## 4.6 Расчет сорбционных фильтров для очистки многокомпонентной ВОДЫ

В качестве загрузки фильтров используем боны с адсорбентом «Пеносиликат»

Показатель	Торговой марки нет
Основа	Палыгорскит
Вид	Гранулы свободной формы, размером 0,15-0,3 мм, цвет от белого до кремового
Сорбционная емкость (поглощающая способность) по нефти, мг / г	15,79 – 26,7
Объемный вес (насыпная плотность), кг/м <sup>3</sup>	135-180
Температура применения, °С	+4...+25
Степень извлечения нефтепродуктов	74%
Максимальная доза сорбента	1,6 - 2,8 г/л
Доза выгружаемого сорбента	0,83 мг/л
Расчетная высота сорбционной загрузки в адсорбере	В зависимости от D сорбционного фильтра  0,8 – 1,5м
Флотационная способность	3-12 часов

Находим общую площадь одновременно и параллельно работающих адсорбентов:

$$F_c = \frac{Q_{ч}}{V}, \quad (4.7)$$

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

$$F_c = \frac{294,1}{12} = 24,5 \text{ м}^2.$$

Количество параллельно и одновременно работающих линий адсорбентов при  $D_{abs} = 1,5$  м:

$$N_{abs}^b = \frac{F_{abs}}{f_{abs}}, \quad (4.8)$$

где  $f_{abs}$  – площадь сечения одного фильтра, м<sup>2</sup>:

$$f_{abs} = \frac{\pi D_{abs}^2}{4}, \quad (4.9)$$

Для трехкамерного фильтра:

$$f_{abs} = 3 \cdot \frac{3,14 \cdot 1,5^2}{4} = 5,3 \text{ м}^2;$$

$$N_{abs}^b = \frac{24,5}{5,3} = 4,6 \text{ шт.}$$

Принимаем к работе 5 параллельно и одновременно работающих линий адсорбентов при скорости фильтрации 12 м/ч.

Максимальная доза сорбента:

$$D_{sb}^{\max} = \frac{C_H - C_K}{a_{sb}^{\max}}, \quad (4.10)$$

где  $C_H$ ,  $C_K$  – концентрация нефтепродуктов в исходной и фильтрованной воде, мг/л.  $C_H = 0,8$  мг/л,  $C_K = 0,22$  мг/л;

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

$$a_{sb}^{\max} = 253 \sqrt{C_H}, \quad (4.11)$$

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

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

Ориентировочная высота загрузки, равная высоте адсорбера:

$$H = \frac{D_{sb}^{\max} t_{ads}^{op}}{k_{ads} a_{sb}^{\max}}, \quad (4.12)$$

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

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

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

Доза сорбента, выгружаемого из адсорбера определяется по формуле:

$$D_{sb} = \frac{C_n - C_k}{K_{sb} \cdot a_{sb}^{max}}$$

где  $K_{sb}$  - заданная степень исчерпания емкости сорбента. Согласно экспериментальным данным  $K_{sb} = 0,5$ .

$$D_{sb} = \frac{0,83 - 0,22}{0,5 \cdot 226,3} = 0,005 \text{ мг/л.}$$

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

#### 4.8 Расчет обеззараживания воды бактерицидными лучами

Действие бактерицидного облучения является почти мгновенным, и, следовательно, вода, прошедшая через установку, может сразу же поступать непосредственно к потребителю.

Обеззараживание воды происходит вследствие фотохимического воздействия на бактерии, находящиеся в воде, ультрафиолетовой бактерицидной энергии, излучаемой специальными лампами.

Расчетный бактерицидный поток определяется по формуле

$$F_{\delta} = - \frac{Q_{\text{час}} \cdot \alpha \cdot k \cdot ig\left(\frac{P}{P_0}\right)}{1563,4 \cdot \eta_{\text{л}} \cdot \eta_0} \quad (4.13)$$

где  $\alpha$  - коэффициент поглощения облучаемой воды, в м<sup>3</sup>/ч;

$k$  - коэффициент сопротивляемости облучаемых бактерий;

$P_0$  – количество бактерий в 1 л воды, или коли-индекс воды;

$P$  – количество воды в 1 л воды после облучения;

$\eta_{\text{п}}$  – коэффициент использования бактерицидного потока;

$\eta_0$  – коэффициент использования бактерицидного излучения, зависящего от толщины слоя воды и т.п..

$$F_6 = - \frac{294,12 \cdot 0,1 \cdot 2500 \cdot (-3)}{1563,4 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 174,2 \text{ Вт.}$$

Потребное количество ламп составит

$$n = F_6 / F_{\text{л}} \quad (4.14)$$

где  $F_{\text{л}}$  – расчетный бактерицидный поток лампы в *вт* после 4500 – 5000 ч горения. Для БУВ – 60П составит 4 вт.

$$n = 174 / 4 = 44 \text{ шт.}$$

Подбираем установку ОВ – 3Н для непогружных ламп.

Расход электроэнергии на обеззараживание воды

$$S = \frac{N \cdot n}{Q_{\text{час}}} \quad (4.15)$$

где  $N$  – мощность, потребляемая одной лампой.

$$S = \frac{60 \cdot 44}{294,2} = 9 \text{ Вт} \cdot \text{ч} / \text{м}^3.$$



## Глава 5 Границы ЗСО

На основании СанПиН 2.1.4.1110-02 и проектной документации рассчитываем радиусы I,II,III поясов ЗСО водозаборного сооружения из подземных водоисточников, состоящего из 22 рабочих скважин, при следующих гидрогеологических параметрах:

$Q$  – суммарный водоотбор на водозаборе – 7058,9 м<sup>3</sup>/сут;

$m$  – средняя мощность зоны активной фильтрации водоносного горизонта на участке водозабора – 35 м;

$n$  – пористость водовмещающих пород – 0,722;

$i$  - уклон подземного потока – 0,004;

$K_{\phi}$  – коэффициент фильтрации водовмещающих пород – 12 м/сут

$q$  – расход естественного потока:

$$q = k_{\phi} m i \quad (5.1)$$

$$q = 12 \cdot 35 \cdot 0,004 = 1,68 \text{ м}^2/\text{сут.}$$

В данном случае дебит водозабора полностью компенсируется естественным потоком, а речные воды не участвуют в питании водозабора. Расстояние от водозабора до реки  $X_0 = 167,3$  м.

### 5.1 Первый пояс ЗСО

Первый пояс ЗСО (зона строгого режима) установлен в целях устранения возможности случайного или умышленного загрязнения воды источника в месте нахождения водозаборного сооружения.

По гидрогеологическим условиям подземные воды проектируемых водозаборных сооружений относятся к недостаточно защищенным, но учитывая благоприятные санитарные и топографические условия (расположение на значительном расстоянии от населенного пункта и территорий сельхозугодий, на территории не подверженной техногенному воздействию) границу первого пояса зоны санитарной охраны в проекте предусмотрено установить на расстоянии 30 м от скважин, что не противоречит п. 10.12. СНиП 2.04.02-84.

Местоположение скважин, их гидрогеологические и конструктивные особенности имеют ряд благоприятных условий, препятствующих случайному попаданию загрязнений:

- цементаж кондуктора в интервале 0-15 м;
- обустройство затрубной цементации;
- оборудование бетонной подушки вокруг скважины;
- ствол скважины обустроен оголовком и размещен в павильоне.

В соответствие с требованиями СанПиН 2.1.4.1110-02 на территории первого пояса предусмотрены следующие мероприятия:

- строительство по периметру 1 пояса ЗСО глухого железобетонного ограждения с 4-мя нитями колючей проволоки на кронштейнах с внутренней стороны;
- проведение планировочных решений по отводу поверхностного стока, на въезде устанавливаются ворота.

## 5.2 Второй пояс ЗСО

Расчет границ второго пояса основан на методике НИИ ВОДГЕО, расчетное время  $T_M$  (время продвижения микробного заражения) принимаем равное 200 суток, т.к. водоносный горизонт на площадке водозабора напорный, неограниченный пластине имеет непосредственной связи с водоемом. Расчет аналитической координаты  $X_B$  водораздельной точки:

$$X_B = X_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{Q}{\pi \cdot X_0 \cdot q}}, \quad (5.2)$$

где  $X_0$  – расстояние от реки до водозабора, м;

$Q$  – дебит водозабора;

$q$  – удельный расход потока подземных вод.

$$X_B = 167,3 \cdot \sqrt{1 - \frac{7058,9}{3,14 \cdot 167,3 \cdot 1,68}} = 442,6.$$

Погрешности отклонения:

$$X_B^1 = \frac{X_B}{X_0}, \quad (5.3)$$

$$X_B^1 = \frac{442,6}{167,3} = 2,6.$$

Общий радиус границы второго пояса находим по формуле

$$R_2 = \sqrt{\frac{QT_M}{\pi mn}}, \quad (5.4)$$

$$R_2 = \sqrt{\frac{7058,9 \cdot 200}{3,14 \cdot 35 \cdot 0,772}} = 129 \text{ м.}$$

Погрешность отклонения:

$$T^1 = \frac{q \cdot T_M}{X_o \cdot m \cdot n}, \quad (5.5)$$

$$T^1 = \frac{1,68 \cdot 200}{167,3 \cdot 35 \cdot 0,722} = 0,07.$$

Расстояние вверх по потоку движения подземных вод:

$$R = R_q + \Delta R; \quad (5.6)$$

$$R_q = \frac{T_M \cdot q}{m \cdot n}; \quad (5.7)$$

где  $R_q$  - расстояние, преодолеваемое частицами воды при движении со скоростью бытового потока  $q$ .

$$R_q = \frac{200 \cdot 1,68}{35 \cdot 0,722} = 12,4 \text{ м.}$$

$$\Delta R = \Delta R^1 \cdot X_o; \quad (5.8)$$

где  $\Delta R^1$  принимаем равным 0,68;

$$\Delta R = 0,68 \cdot 167,3 = 113,8 \text{ м.}$$

$$R = 12,4 + 113,8 = 126,2 \text{ м.}$$

Расстояние вниз по потоку  $r$  определяем по формуле

$$r = r^1 \cdot X_o; \quad (5.9)$$

где значение  $r^1 = 0,6$ ;

$$r = 0,6 \cdot 167,3 = 100,4 \text{ м.}$$

Ширину ЗСО определяем по формуле

$$d = \frac{2 \cdot Q \cdot T_M}{\pi \cdot m \cdot n \cdot L}; \quad (5.10)$$

$$L = R + r, \quad (5.11)$$

$$L = 126,2 + 100,4 = 226,6 \text{ м};$$

$$d = \frac{2 \cdot 7058,9 \cdot 200}{3,14 \cdot 35 \cdot 0,772 \cdot 226,6} = 146,9 \text{ м}.$$

Общая ширина II пояса ЗСО принимается равной  $2d = 2 \cdot 146,9 = 293,7 \text{ м}$ .

Таким образом, размеры II пояса ЗСО данного водозабора следующие:

- общий радиус ( $R_2$ ) = 129 м;
- вверх по потоку ( $R$ ) = 126,2 м;
- вниз по потоку ( $r$ ) = 100,4 м;
- общая ширина ( $2d$ ) = 293,7 м.

### 5.3 Третий пояс ЗСО

Для определения границ ЗСО третьего пояса расчетное время  $T_x$  (время продвижения химического загрязнителя – 25-50 лет (выражается в сутках) принимаем равное периоду эксплуатации водозабора 9125 суток с настоящего времени.

В изолированном пласте расчет границы III пояса ЗСО производим по формуле

$$R_3 = \sqrt{\frac{Q \cdot T_x}{\pi \cdot m \cdot n}}; \quad (5.12)$$

$$R_3 = \sqrt{\frac{7058,9 \cdot 9125}{3,14 \cdot 35 \cdot 0,772}} = 871,3 \text{ м}.$$

Средний пояс строгой охраны определяется как среднеарифметическое второго и третьего поясов ЗСО:

$$R = \frac{R_2 + R_3}{2}, \quad (5.13)$$

$$R = \frac{129 + 871,3}{2} = 500,15 \text{ м.}$$

Устанавливаем пояс строгой охраны на расстоянии 500,15 м от каждой скважины водозабора.

#### **5.4 Правила и режим хозяйственного использования территорий, входящих в ЗСО**

Территория первого пояса ЗСО должна быть спланирована для отвода поверхностного стока за ее пределы, озеленена, ограждена и обеспечена охраной.

Дорожки к сооружениям должны иметь твердое покрытие.

Водопроводные сооружения должны быть обустроены с учетом предотвращения возможности загрязнения питьевой воды через оголовки и устья скважин, люки и переливные трубы резервуаров и устройства заливки насосов.

Водозаборы должны быть оборудованы аппаратурой для систематического контроля соответствия фактического дебита проектной производительности, предусмотренной при его производительности и обосновании границ ЗСО.

Здания должны быть оборудованы канализацией с отведением сточных вод в ближайшую систему бытовой или производственной канализации или на местные станции очистных сооружений, расположенные за пределами первого пояса ЗСО с учетом санитарного режима на территории второго пояса. В исключительных случаях при отсутствии канализации должны устраиваться водонепроницаемые приемники нечистот и бытовых отходов, расположенные в

местах, исключающих загрязнение территории первого пояса ЗСО при их вывозе.

На территории ЗСО первого пояса не допускаются:

- посадка высокоствольных деревьев;
- все виды строительства, не имеющие непосредственного отношения к эксплуатации, реконструкции и расширению водопроводных сооружений;
- прокладка трубопроводов различного назначения;
- размещение жилых и хозяйственно-бытовых зданий;
- проживание людей;
- применение ядохимикатов и удобрений.

### **5.5 Правила и режим хозяйственного использования территорий, входящих в ЗСО второго пояса**

На территории, входящих в зону санитарной охраны второго пояса требуется:

- выявление объектов, загрязняющих источник водоснабжения, с разработкой конкретных мероприятий, обеспеченных источниками финансирования, подрядными организациями и согласованных с центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора;
- выявление, тампонирование или восстановление старых, бездействующих или неправильно эксплуатируемых скважин, представляющих опасность в части возможности загрязнения новых горизонтов;
- выполнение мероприятий по санитарному благоустройству территории населенных пунктов и других объектов (оборудование канализацией, устройство водонепроницаемых выгребов, организация отвода поверхностного стока и др.);
- регулирование отведения территории для нового строительства жилых, промышленных и сельскохозяйственных объектов, а также согласование

изменений технологий действующих предприятий, связанных с повышением степени опасности загрязнения сточными водами источника водоснабжения;

- границы второго пояса ЗСО на пересечении дорог, пешеходных троп и пр. обозначить столбами со специальными знаками.

На территории, входящих в зону санитарной охраны второго пояса не допускается:

- бурение новых скважин и новое строительство, связанное с нарушением почвенного покрова( производится при обязательном согласовании с центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора);

- закачка отработанных вод в подземные горизонты, подземного складирования твердых отходов и разработки недр земли;

- размещения складов горюче-смазочных материалов, ядохимикатов и минеральных удобрений, накопителей промстоков, шламохранилищ и других объектов, обуславливающих опасность химического загрязнения вод;

- применение удобрений и ядохимикатов;

- сброс промышленных, сельскохозяйственных, городских и ливневых сточных вод, содержание в которых химических веществ и микроорганизмов превышает установленные санитарными правилами гигиенические нормативы качества воды;

- размещение кладбищ, скотомогильников, полей ассенизации, полей фильтрации, навозохранилищ, силосных траншей, животноводческих и птицеводческих предприятий и других объектов, обуславливающих опасность микробного загрязнения вод;

- производить рубки леса главного пользования и реконструкции, а также закрепление за лесозаготовительными предприятиями древесины на корню и лесосечного фонда долгосрочного пользования.



## **5.6. Правила и режим хозяйственного использования территорий, входящих в ЗСО третьего пояса**

На территории, входящих в зону санитарной охраны третьего пояса требуется:

- выявление объектов, загрязняющих источники водоснабжения, с разработкой конкретных мероприятий, обеспеченных источниками финансирования, подрядными организациями и согласованных с центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора;

- выявление, тампонирование или восстановление старых, бездействующих или неправильно эксплуатируемых скважин, представляющих опасность в части возможности загрязнения новых горизонтов;

- регулирование отведения территории для нового строительства жилых, промышленных и сельскохозяйственных объектов, а также согласование изменений технологий действующих предприятий, связанных с повышением степени опасности загрязнения сточными водами источника водоснабжения.

На территории, входящих в зону санитарной охраны третьего пояса не допускается:

- бурение новых скважин и новое строительство, связанное с нарушением почвенного покрова (производится при обязательном согласовании с центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора);

- закачка отработанных вод в подземные горизонты, подземного складирования твердых отходов и разработки недр земли;

- размещения складов горюче-смазочных материалов, ядохимикатов и минеральных удобрений, накопителей промстоков, шламохранилищ и других объектов, обуславливающих опасность химического загрязнения вод.

На территории, входящих в зону санитарной охраны третьего пояса допускается размещение складов горюче-смазочных материалов, ядохимикатов и минеральных удобрений, накопителей промстоков, шламохранилищ и других объектов, обуславливающих опасность химического загрязнения подземных

вод только при условии выполнения специальных мероприятий по защите водоносного горизонта от загрязнения и при наличии санитарно-эпидемиологического заключения центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора, выданного с учетом заключения органов контроля.

## Глава 6 Исследовательская работа

### 6.1 Исходные данные для проектирования

Техническое задание на выполнение состоит в постановке и решении задачи комплексной оценки и оптимизации водоподготовки и очистки воды с учетом регионального фактора, в Иркутской области, г. Бодайбо.

Целевое назначение работы:

- 1) Исследование питьевой воды с определением качественного и количественного состава;
- 2) Подбор оптимальных видов очистки воды с целью удаления загрязняющих веществ;
- 3) Установление соответствия эффективности технологии и качества очищенных сточных вод требованиям нормативных документов.

Основной причиной разработки данного проекта является низкая эффективность существующей технологической схемы очистки.

Таблица 5 – Исходные данные состава воды из реки Витим

Состав воды	СанПиН 2.1.4.1175-02	Исходная вода
Температура, °С	-	0,1-4,0
рН	6-9	6,15
Цветность, град	20	235
Окисляемость, мг, O <sub>2</sub> /л	5	10
Железо общее, мг/л	0,3	16
Нефтепродукты, мг/л	0,1	0,829

## Окончание таблицы - 5

Состав воды	СанПиН 2.1.4.1175-02	Исходная вода
Взвешенные в-ва, мг/л	0,25	768,8
Общая жесткость, мг-экв/л	7,0	25,2
Ca <sup>2+</sup> , мг/л	10-20	145
Mg <sup>2+</sup> , мг-экв/л	2-10	46,6
Нитриты, мг/л	3,3	0,002
Нитраты, мг/л	45	23,8
Натрий, мг/л	200	61,1
Калий, мг/л	20	119,0
Хлор-ион, мг/дм <sup>3</sup>	350	6510,0
Гидрокарбонаты, мг/дм <sup>3</sup>	130-140	630,30
Общая минерализация, мг/дм <sup>3</sup>	1000	11150,00

Анализ качества воды взятой из реки Витим показал наличие в ней наличие большого количества солей, нефтепродуктов и тяжелых металлов превосходящих ПДК в несколько раз.

Исходя из представленных данных (выше, в таблице 5) целесообразным является применение сорбционной очистки. Благодаря очищению высокоактивными сорбентами обеспечивается выход воды с почти нулевыми остаточными концентрациями. Стоит также отметить, что высокоактивные сорбенты реагируют даже с теми веществами, которые содержатся в воде в малых концентрациях, когда остальные методы не работают.

Кроме того, с помощью сорбционной очистки воды устраняются различные запахи, привкусы хлорированных углеводородов и сероводорода. Сорбентами выступают пористые твердые материалы, эффективность которых определяется величиной поверхности взаимодействия.

В данной работе рассмотрены следующие сорбенты:

1. Пеносиликат - является материалом, изготовленным на основе извести и песка, и относится к ячеистым бетонам. Пеносиликат является местным материалом, так как материалы для его изготовления имеются повсеместно в больших количествах.

Уникальный комплекс характеристик позволяет применять его в качестве утепляющих и звукоизолирующих засыпок, заполнителей для легких бетонов, теплых и saniрующих штукатурных смесей и кладочных растворов, основы для легковесных плит и скорлуп, термоизоляции термооборудования, сорбента и фильтрующей среды, изготавливаемый в виде пористых сферических гранул.

Технические и экономические преимущества продукции:

- насыпная плотность  $\rho=80-200$  кг/см<sup>3</sup>;
- водостойкость эффективная  $N=0,9-1,2$  мг/см<sup>3</sup>;
- водопоглощение – менее 2%;
- прочность на раздавливание  $P = 0,9-1,5$  МПа;
- отсутствие запаха и эмиссии вредных веществ;
- негорючесть (класс НГ);
- биологическая устойчивость.

Обеспечена возможность изменения в широких пределах размеров гранул (от 0,5 до 30 мм).

2. Глиеж – это обожженная глина, образованная в процессе производства кирпича. Он представляет собой гранулы свободной формы, размером 1,15-1,3 мм, цветом от белого до кремового. Поглащающая способность глиежа составляет от 17,52 до 25,6 мг/г. Сорбционная емкость в процессе работы фильтра снижается на 26,7% от начальной. Период полного износа сорбента составляет 2 года. Восстановить сорбционные свойства можно за счет регенерации фильтрующей загрузки путем обжига. Процесс проводится в печах высокотемпературного бескислородного пиролиза. А так же, выполняется

промывка обратным потоком воды для взрыхления загрузки. Предварительно сорбент был активирован термокислотной обработкой.

Для исследования мы взяли пеносиликат трех разных по размеру фракций (большие до 30мм, средние до 10мм, маленькие до 0.5мм) и глиеж до 0,8мм. Сравнительная характеристика исходной воды и воды прошедшей сорбционную фильтрацию, эффективность очистки в процентном соотношении приведены в таблице 6.

На рисунке 5 приведены сравнительные показатели эффективности очистки исследуемыми сорбентами, из которой следует, что глиеж отстает по показателям от пеносиликата.

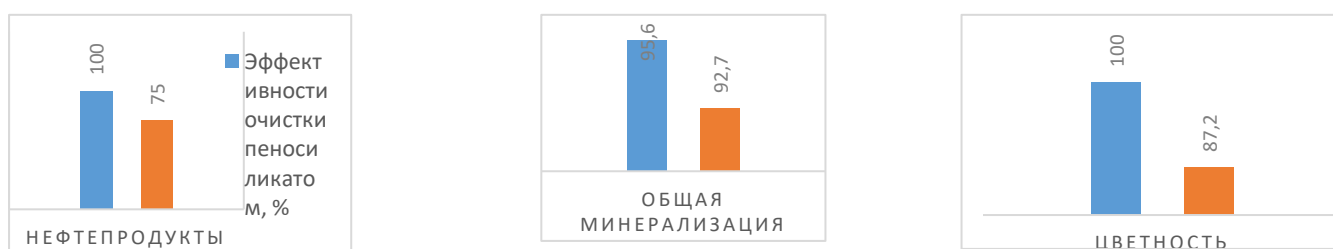


Рисунок 5. Гистограмма

эффективности очистки исследуемыми сорбентами

Результаты проведенных экспериментальных исследований показали, что наиболее высокие показатели очистки сточной воды достигаются при использовании пеносиликата, а именно с мелкими фракциями.

Исходя из представленных данных в таблице 6 данных можно сделать вывод о экономической целесообразности применения в качестве сорбционной загрузки пеносиликат и рекомендовать его в качестве надежной высокоэффективной загрузки, а также ресурсосберегающей экологизированной технологией очистки с использованием сорбентов.

Таблица 6 – Сравнение 2.1.4.1175-02 и очистки воды сорбентами : пеносиликат, глиеж

Состав воды	СанПиН 2.1.4.1175-02	Исходная вода	Пеносиликаты						Глиеж	Э%
			Б	Э%	С	Э%	М	Э%		
Температура, °С		0,1-4,0	0,1-4,0		0,1-4,0		0,1-4,0		0,1-4,0	
рН	6-9	6,15	6,8	-	6,75	-	6,8	-	6,5	-
Цветность, град	20	235	0	100	0	100	0	100	30	87,2
Окисляемость, мгО <sub>2</sub> /л	5	10	2	80	4	60	2	80	2	80
Железо общее, мг/л	0,3	16	0,27	98,3	0,17	98,9	0,16	98,9	0,18	98,8
Нефтепродукты, мг/л	0,1	0,829	0,1	87	0,09	88	Не обнаружено	100	0,2	75
Взвешенные в-ва, мг/л	0,25	768,8	63,8	91,7	73,9	90,4	66,6	91,3	81,4	89,4
Общая жесткость, мг- эquiv/л	7,0	25,2	18	28,6	4,8	80,9	6	76,2	8	68,2
Са <sup>2+</sup> , О <sub>2</sub> /л	10-20	145	2	98,6	4	97,2	2	98,6	2	98,6
Мg <sup>2+</sup> , мг-эquiv/л	2-10	46,6	8,2	82,4	0,3	99,3	2,5	94,6	5,3	88,6
Нитриты, мг/л	3,3	0,002	0,0004	79	0,0004	80	0,0003	85	0,005	77
Нитраты, мг/л	45	23,8	4,76	80	5,23	78	4,1	83	4,3	82
Натрий, мг/л	200	61,1	9,2	85	8,5	86	7,3	88	9,7	84
Калий, мг/л	20	119,0	23,4	77	22,6	81	18,4	84,5	22,1	81,4
Хлор-ион, мг/дм <sup>3</sup>	350	6510,0	442,7	93,2	390,1	94	260,4	96	520,8	92
Гидрокарбонаты, мг/дм <sup>3</sup>	130-140	630,30	112,8	82,1	105,9	83,2	102,7	83,7	120,4	80,6
Общая минерализация, мг/дм <sup>3</sup>	1000	11150,00	691,3	93,8	669	94	490,6	95,6	813,9	92,7

## Заключение

В результате проведенных исследований можно сделать вывод:

- современное водоснабжение требует больших затрат, а многокомпонентная вода нуждается в серьезной очистке;
- вода, взятая из Тамаракского месторождения, отвечает всем нормативным требованиям. Месторождение может полностью удовлетворить город Бодайбо питьевой водой.



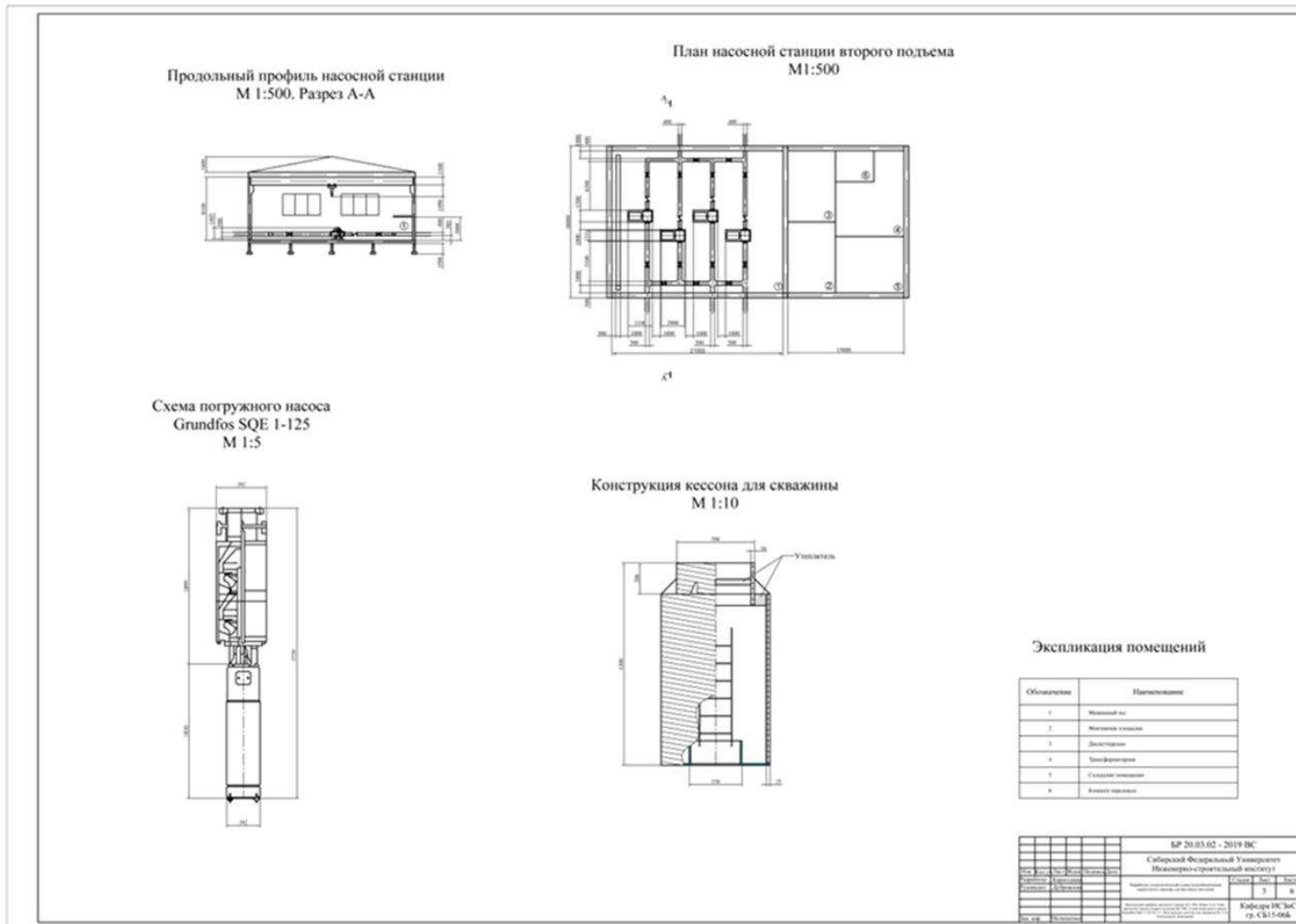
## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1) СП 31.13330.2010. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
- 2) СП 30.13330.2010. Внутренний водопровод и канализация зданий.
- 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) Кожин 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) Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации. Справочник монтажника/А.А. Александров и др. – М.: Стройиздат, 1988. – 576 с.
- 19) Справочник по эксплуатации систем водоснабжения, канализации газоснабжения /Под ред. С.М. Шифрина. – Л.: Стройиздат, 1976. – 385 с.
- 20) Карзухин Н.Н., Трескунов В.М. «Охрана в водопроводно-канализационном хозяйстве». Учебное пособие для техникумов. – М.: Стройиздат, 1983. – с., ил.
- 21) Водоснабжение. Техничко-экономические расчеты./ Под ред. Г.М. Басса. – Киев.: Издательское объединение «Высшая школа», 1977. – 152 с.
- 22) 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.
- 23) Качественный анализ/И.М.Гольтгоф, Е.Б. Сендэл. /М.-Л., Госхимиздат,1948.668с.



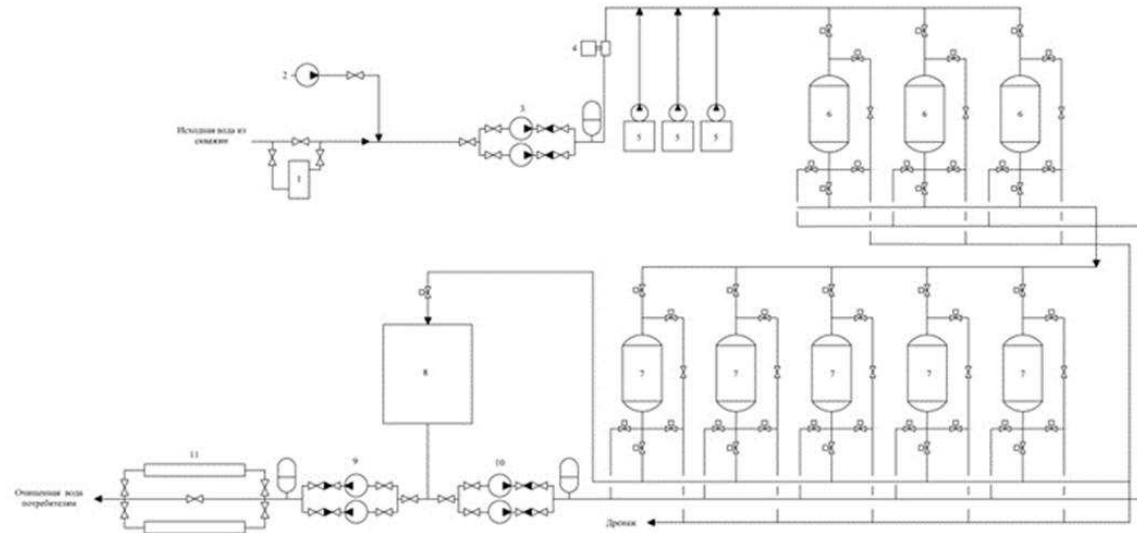
## ПРИЛОЖЕНИЕ Б





# ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Принципиальная аппаратурно-технологическая схема станции водоочистки в г. Бодайбо (Q = 294,12 м³/ч)

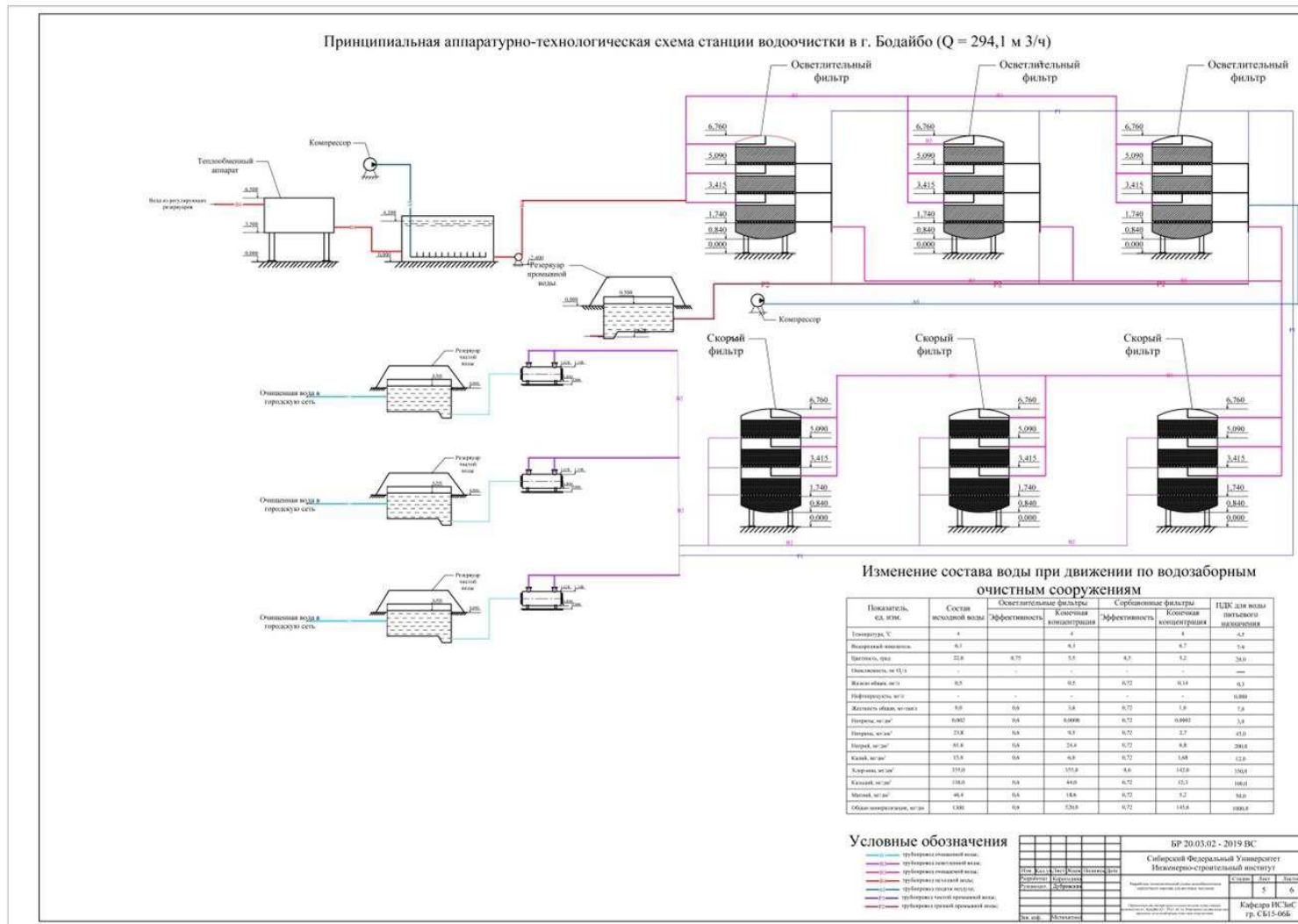


### Условные обозначения

- 1 - фильтр-бассейн;
- 2 - насосная станция;
- 3 - насосная станция водоподъема с регулируемым давлением;
- 4 - осветлительный бак;
- 5 - коагулянтная установка;
- 6 - осветлительный бак с коагулянтной установкой;
- 7 - фильтры-песчаные;
- 8 - фильтры-активные;
- 9 - насосная станция;
- 10 - насосная станция;
- 11 - распределительная сеть.

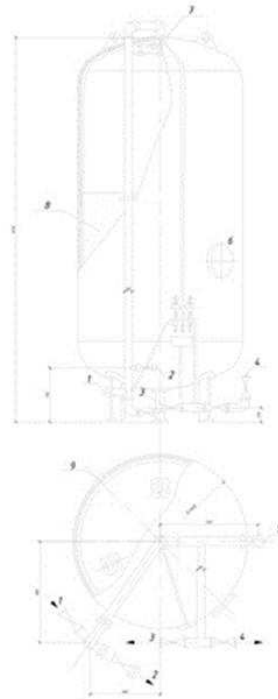
БР 20.03.02 - 2019-ИС	
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт	
Исполнитель	С.С.С.С.
Проверенный	С.С.С.С.
Утвержденный	С.С.С.С.
Дата	4.06.2019
Лист	4
Всего листов	6
Информация об организации	
Наименование	Кафедра ИС ЗЭС
Адрес	ул. СБИС-606Б

# ПРИЛОЖЕНИЕ Д



## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

*Вертикальный напорный фильтр  
М 1:15*



*Экспликация напорного фильтра*

№	Наименование
1	Подвод основной воды
2	Спуск проточной воды
3	Выход обработанной воды
4	Спуск первого фильтра
5	Подвод проточной воды
6	Лез-крутки
7	Верхнее распределительное устройство
8	Фильтрующий слой (загрузка фильтра)
9	Подводчики граблейных скребок
10	Вспучиватель для гидравлической взвешивки и загрузки фильтра

		БР 20.03.02 - 2019-05	
		Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт	
Исполнители:	Корсаков Курочкин	Сектор:	АЭС 6 6
Масштаб:	1:15	Инженерный отдел:	Курсовое проектирование
Масштаб:	1:15	Инженер:	Курсовое проектирование




Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный  
институт

«Инженерные системы зданий и сооружений»  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 А.И. Матюшенко  
подпись

« 11 » 07 2019 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

20.03.02 «Природообустройство и водопользование»

Разработка технологической схемы водообеспечения мерзлотного массива для  
вахтовых посёлков  
наименование темы

Пояснительная записка

Научный руководитель

  
подпись, дата

доцент кафедры ИСЗиС  
должность, ученая степень

О.Г. Дубровская  
инициалы, фамилия

Выпускник

  
подпись, дата

И.В.Карогодина  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

  
подпись, дата

О.Г. Дубровская  
инициалы, фамилия

Красноярск 2019