

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломный проект
(наименование вида работы)

Жайырмак Жанмура Ахметович
(Ф.И.О. обучающегося)

6804302 - Строительная инженерия
(шифр и наименование ОП)

На тему: Проектирование системы очистки

природных вод в малых населенных пунктах
Выполнено: с целью решить до 500 человек

а) графическая часть на 5 листах

б) пояснительная записка на 52 страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

В дипломном проекте расклин выполнен в полном объеме, согласно заданию. Вопросы проектирования системы очистки природных вод в малых населенных пунктах соответствуют современным требованиям норм проектирования водопользования. Используются компьютерные программы при выполнении проекта.

Замечания кратко освещены в техническом обосновании оборудования.

Оценка работы

Дипломный проект оценивается по рейтинговой системе - 90 баллов оценка 5 а дипломант Жайырмак Т.А. инженерия в области бакалавра по специальности 6804302 - Строительная инженерия"

Рецензент

ст. преп.
(должность, уч. степень, звание)

Т.А.
(подпись)

Ф. И.О. Т.А. Жайырмак

« 1 » июня 2024г.

ОТЗЫВ

НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на дипломный проект
(наименование вида работы)
Кайыркен Тимур Атыкайұлы
(Ф.И.О. обучающегося)
6 В 07302 - Строительная инженерия
(шифр и наименование ОП)

Тема: Проектирование системы очистки
природных вод малых населенных пунктов
с числом жителей до 5 тыс.

Проект выполнен в соответствии со стандартами
Высшей школы образования. Проект выполнен
в полном объеме, зенитка написана лаконично,
последовательно, приведены полные
расчеты сооружений, обоснованы все
инженерные решения, приведена схема
очистки, рассмотрены основные сооружения
для малонаселенного пункта, решен
вопрос водоподготовки, имеются в проекте
разделы ТСП и Экономика.

Дипломный проект оценивается на 95 баллов
(отлично), а дипломант Кайыркен Тимур
присваивает квалификацию бакалавра
по ОП 6 В 07302 - Строительная инженерия

Научный руководитель

К.Т.Н асс.ц. проф
(должность, уч. степень, звание)

С.В. Ф.И.О. Сизорова Н.В.
(подпись)

«1» 06 2024г.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Қайыркен Т.А.

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Проектирование системы очистки природных вод в малых населенных пунктах с числом жителей до 5000 человек.

Научный руководитель: Наталья Сидорова

Коэффициент Подобия 1: 8.2

Коэффициент Подобия 2: 1.8

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 17

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

Дата 30.05.2022

Заведующий кафедрой



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Қайыркен Т.А.

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Проектирование системы очистки природных вод в малых населенных пунктах с числом жителей до 5000 человек.

Научный руководитель: Наталья Сидорова

Коэффициент Подобия 1: 8.2

Коэффициент Подобия 2: 1.8

Микропробелы: 0

Знаки из здругих алфавитов: 17

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

Дата 30.05.2022

проверяющий эксперт

**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагиаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысканын мәлімдейді:

Автор: Қайыркен Т.А.

Тақырыбы: Проектирование системы очистки природных вод в малых населенных пунктах с числом жителей до 5000 человек.

Жетекшісі: Наталья Сидорова

1-ұқсастық коэффициенті (30): 8.2

2-ұқсастық коэффициенті (5): 1.8

Дәйексөз (35): 0.3

Әріптерді ауыстыру: 17

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 0

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

Күні 30.05.24 т.

Кафедра меңгерушісі



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет им.К.И.Сатпаева»**

Институт Архитектуры и Строительства имени Т.К. Басенова

Кафедра Инженерные системы и сети

6В07302 – Строительная инженерия

Қайыркен Тимур Атығайұлы

**«Проектирование системы очистки природных вод в малых населенных пунктах с числом
жителей до 5000 человек»**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту

6В07302 – Строительная инженерия

Алматы 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казакский национальный исследовательский
технический университет им.К.И. Сатпаева»

Институт Архитектуры и Строительства имени Т.К. Басенова

Кафедра Инженерные системы и сети

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедры
Инженерные системы и сети
канд. техн. наук, ассоц. проф.
Алимова К.К.
«27» 05 2024г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту

«Проектирование системы очистки природных вод в малых населенных пунктах с числом
жителей до 5000 человек»

6В07302 – Строительная инженерия

Выполнил



Кайыркен Т.А.

Рецензент

Ватулина Г.А.
Ватулина
подпись Ф.И.О.

« 31 » 05 2024 г.

Руководитель

канд. техн. наук, ассоц. проф.
Сидорова Н.В.
Сидорова Н.В.

« 28 » 05 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет им.К.И.Сатпаева»

Институт Архитектуры и Строительства имени Т.К. Басенова

Кафедра Инженерные системы и сети

6В07302 – Строительная инженерия

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедры

Инженерные системы и сети
канд. техн. наук, ассоц. проф.

Алимова К.К.

«22» 01 2024г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Обучающемуся: Кайыркен Тимур Атыгайұлы

Тема: «Проектирование системы очистки природных вод в малых населенных пунктах с
числом жителей до 5000 человек»

Утверждена приказом Проректора АВ университета №548-П/Ө от «4» декабря 2023г.

«3» мая 2024 г.

Срок сдачи законченной работы:

Исходные данные к дипломному проекту: характеристика поселка и его климат, число
жителей, качество подземных вод месторождения, схема очистки подземных вод.

Перечень подлежащих разработке вопросов:

а) технологический раздел;

б) технология строительного производства;

в) экономическая часть.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

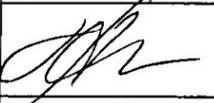
1) Система водоснабжения поселка; 2) Схема очистки подземных вод; 3) Скорый фильтр;
4) Резервуар чистой воды; 5) Технология строительного производства.

Рекомендуемая основная литература: из 10 наименований

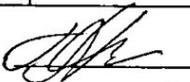
ГРАФИК
подготовки дипломного проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Технологический раздел	22.01.2024 31.03.2024	выполнено
Технология строительного производства	01.04.2024 15.04.2024	выполнено
Экономическая часть	16.04.2024 29.04.2024	выполнено

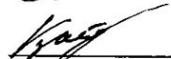
Подписи
консультантов и нормоконтролера на законченный дипломный проект с указанием относящихся к ним разделов проекта

Наименование разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Технология строительства объектов водопользования	Н.В. Сидорова, канд. техн. наук, ассоц. проф.	19.04.2024	
Экономика	Н.В. Сидорова, канд. техн. наук, ассоц. проф.	30.04.2024	
Нормоконтролер	А.Н. Хойшиев, канд. техн. наук, ассоц. проф.	24.05.2024	

Руководитель

 Сидорова Н.В.

Задание принял к исполнению обучающийся

 Кайыркен Т.А.

Дата

«23» 01 2024 г.

АННОТАЦИЯ

В этом дипломном проекте приведен расчет станции очистки питьевой воды в городе Катарколь. Выбрана и обоснована технологическая схема очистки природной воды, с учетом климатических и природных условий района, качества воды в источнике и количества населения. Приведены расчеты очистных сооружений воды и их чертежи.

Произведен подбор технологии проведения строительно-монтажных работ для строительства резервуара чистой воды.

В разделе экономики рассчитывается стоимость 1 м³ воды.

АНДАТПА

Бұл дипломдық жобада Қатаркөл кентіндегі ауыз суды тазарту станциясының есебі келтірілген. Ауданның климаттық және табиғи жағдайларын, су көзіндегі судың сапасы мен халық санын ескере отырып, табиғи суды тазартудың технологиялық схемасы таңдалды және негізделді. Суды тазарту қондырғыларының есептері және олардың сызбалары келтірілген.

Таза су резервуарын салу үшін құрылыс-монтаждау жұмыстарын жүргізу технологиясын іріктеу жүргізілді.

Экономика бөлімінде 1 м³ судың құны есептеледі.

ABSTRACT

This graduation project shows the calculation of a drinking water treatment plant in the village of Katarkol. The technological scheme of natural water treatment is selected and justified, taking into account the climatic and natural conditions of the area, the quality of water in the source and the number of people. Calculations of water treatment facilities and their drawings are given.

The selection of technology for construction and installation works for the construction of a clean water tank has been carried out.

In the economics section, the cost of 1 m³ of water is calculated.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 Технологический раздел	8
1.1 Основная характеристика города	8
1.1.2 Качество воды в источнике водоснабжения	8
1.2 Проектирования и расчет водозабора	8
1.2.1 Расчет количества скважин	8
1.2.2 Подбор водоподъемного оборудования	10
1.2.3 Определение глубины скважины	11
1.2.4 Расчет фильтров	11
1.3 Станция очистки воды	13
1.3.1 Выбор технологии обработки воды	13
1.3.2 Станция очищения подземных вод	13
1.4 Проектировные станции	14
1.4.1 Расчет сооружений и подбор оборудования реагентного хозяйства станции очистки воды	14
1.4.2 Расчет вентиляторной градирни	16
1.4.3 Назначение размеров гидродинамического смесителя	20
1.4.4 Расчет камеры хлопьеобразования	21
1.4.5 Расчет горизонтальных отстойников	23
1.4.6 Расчет скорых фильтров	32
1.5 Обеззараживание воды	33
1.6 Сооружения обработки промывной воды скорых фильтров	35
1.7 Расчет резервуара-усреднителя	35
1.8 Расчет объема резервуара чистой воды	36
2 Технология строительного производства	39
2.1 Земляные работы	39
3 Экономика	44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	46
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	47
ПРИЛОЖЕНИЯ	49

ВВЕДЕНИЕ

Поселок Катарколь, расположенный в Северном регионе Казахстана, представляет собой уникальный уголок природы с обилием природных водных ресурсов. Озера, реки и источники воды играют важную роль в жизни местного населения, обеспечивая питьевую воду, а также служа как ресурс для сельского хозяйства и рекреации.

Однако, в современном мире сохранение качества воды и обеспечение безопасности питьевой воды становятся все более актуальными задачами. Загрязнение водных источников от промышленных выбросов, сельскохозяйственных стоков, а также другие антропогенные воздействия могут негативно повлиять на состояние водных ресурсов и здоровье местного населения.

В этом контексте, проектирование системы очистки природных вод в поселке Катарколь становится приоритетной задачей для обеспечения устойчивого развития региона. Эта система должна быть способной эффективно очищать воду от загрязнений и обеспечивать ее безопасность для питья, использования в бытовых целях и поддержания экологического баланса в природных водоемах.

В данном введении будут рассмотрены ключевые аспекты проектирования такой системы очистки, включая анализ состояния водных ресурсов, выбор наиболее подходящих технологий очистки, учет местных климатических и географических особенностей.

Основная цель данного проекта - обеспечить доступ к чистой и безопасной воде для всех жителей поселка Катарколь, а также способствовать сохранению природной среды и устойчивому развитию региона в целом.

1 Технологический раздел

1.1 Основная характеристика города

Катарколь – маленький населенный пункт в Акмолинской области Казахстана, расположенный в северо-восточной части Бурабайского района. Он уютно расположен на южном берегу озера Котырколь, на расстоянии около 16 километров (по прямой) к востоку от административного центра района – города Щучинск, и в 78 километрах к юго-востоку от административного центра области – города Кокшетау. Абсолютная высота населенного пункта составляет 450 метров над уровнем моря.

Климат в Катарколе холодно-умеренный, с высокой влажностью. Среднегодовая температура воздуха положительная, около $+2,7^{\circ}\text{C}$. Среднемесячная температура воздуха в июле достигает $+18,3^{\circ}\text{C}$, а в январе – около минуса $15,1^{\circ}\text{C}$. Годовое количество осадков составляет примерно 465 мм, преимущественно выпадающих в период с мая по август.

1.1.2 Качество воды в источнике водоснабжения

В качестве источника водоснабжения рассматриваются подземные воды. Требования к качеству очищенной воды должны соответствовать нормам и стандартам, установленным в СанПиН 2.1.4559-96. Показатели качества воды в скважинах приведены в таблице А.1.

1.2 Проектирование и расчет водозабора

1.2.1 Расчет количества скважин

Источником водоснабжения поселка являются водозаборные скважины. Принимается две скважины, расстояние между скважинами равно 50 м, радиус скважины 0,15 м. Конструкция скважины приведена на рисунке А.1.

Допустимое понижение уровня, м, определяется по формуле

$$S_{\text{доп}} = H_e - (l + \Delta H + \Delta H_{\phi}) \quad (1.1)$$

где H_e – напор над подошвой горизонта, 39 м;

l – длина фильтра, 10 м;

ΔH – потери напора при обтекании погружного электродвигателя в эксплуатационной обсадной трубе, 1,5 м;

ΔH_{ϕ} – потери напора при прохождении воды через скважину, 3,5 м.

$$S_{\text{доп}} = 39 - (10 + 1,5 + 3,5) = 24\text{м}$$

Количество воды, забираемой из подземного источника, м³/сут, определяется по формуле

$$Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot m \cdot S_{\text{доп}}}{R_0 + \beta \cdot \xi} \quad (1.2)$$

где k – коэффициент фильтрации, $k=45$ м/сут;

β – отношение расхода рассматриваемой скважины к общему расходу водозабора, $\beta=0,5$;

ξ – дополнительное сопротивление, учитывающее фильтрационное несовершенство скважин, $\xi = 3,381$;

R_0 – гидравлическое сопротивление, определяемое по формуле

$$R_0 = \ln \frac{2,7 \cdot r_{\text{вл}}}{l} + \frac{1}{n} \ln \frac{l}{\pi \cdot r_0 \cdot n} \quad (1.3)$$

где l – расстояние между скважинами, м;

n – количество скважин;

r_0 – радиус скважины, м;

$r_{\text{вл}}$ – радиус влияния, определяемый по формуле

$$r_{\text{вл}} = 1,5\sqrt{a \cdot t} \quad (1.4)$$

где a – коэффициент пьезопроводности, $a = 10^5$ м²/сут;

t – время эксплуатации скважины, 25 лет, $t=9125$ суток.

$$r_{\text{вл}} = 1,5\sqrt{10^5 \cdot 9125} = 45311\text{м}$$

По формуле (1.3) определяется

$$R_0 = \ln \frac{2,7 \cdot 45311}{50} + \frac{1}{2} \ln \frac{50}{3,14 \cdot 0,15 \cdot 2} = 9,785\text{м}$$

По формуле (1.2) определяется

$$Q = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 45 \cdot 20 \cdot 24}{9,785 + 0,5 \cdot 3,381} = 11819\text{м}^3/\text{сут}$$

Поскольку расход, который обеспечивают две скважины, больше необходимого, пересчитывается понижение уровня

$$S_{\text{расч}} = \frac{Q_{\text{расч}}(R_0 + \beta \cdot \xi)}{2 \cdot \pi \cdot k \cdot m} = \frac{230 \cdot (9,785 + 0,5 \cdot 3,381)}{2 \cdot 3,14 \cdot 45 \cdot 20} = 0,67 \text{ м}$$

Расчетное понижение уровня не превышает максимально допустимое значение в 0,67 м, что ниже установленного предела в 24 м. С учетом этого принято решение о выборе двух рабочих скважин и одной резервной по СН РК 4.01-03-2013.

Учитывая высокий дебит водозаборных скважин по сравнению с требуемым расходом на водоснабжение поселка, имеет смысл использовать этот источник для обеспечения водой соседних населенных пунктов.

1.2.2 Подбор водоподъемного оборудования

Часовая производительность насоса, м³/ч, определяется из условий равномерной работы по формуле

$$Q_{\text{н}} = \frac{Q_{\text{общ}}}{n \cdot T} \quad (1.5)$$

где $Q_{\text{общ}}$ – расчетный расход в сутки максимального водопотребления, равно 330 м³/сут;

n – число рабочих скважин;

T – число часов работы насосной станции, $T=24$ часа.

$$Q_{\text{н}} = \frac{330}{2 \cdot 24} = 6,8 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Требуемая высота подъема воды насосом, м, определяется из условий подачи воды в соответствии с принятой схемой водоснабжения, конструкцией, типом водозабора по формуле

$$H = H_{\text{гв}} + h_{\text{пв}} + H_{\text{гн}} + h_{\text{пн}} + H_{\text{св}} \quad (1.6)$$

где $H_{\text{гв}}$ – геометрическая высота всасывания, 0;

$h_{\text{пв}}$ – потери напора во всасывающем трубопроводе, 0;

$H_{\text{гн}}$ – геометрическая высота нагнетания от динамического уровня воды в скважине до распределительных труб градирен, м, равная 32,3 м;

$H_{\text{св}}$ – свободный напор, $H_{\text{св}}=12$ м.

$h_{\text{пн}}$ – потери напора в нагнетательном трубопроводе, м, определяемые по формуле

$$h_{\text{пн}} = l \cdot i \quad (1.7)$$

где l – общая длина трубопровода от скважины до очистных сооружений, равная 90 м;

i – гидравлический уклон $i = 0,002$.

$$h_{пн} = 90 \cdot 0,002 = 0,18 \text{ м}$$

По формуле (1.6) определяется

$$H = 0 + 0 + 32,3 + 0,18 + 12 = 44,48 \text{ м}$$

В соответствии с параметрами Q_n и H_n подбирается насос марки 1ЭЦВ 6-10-50. Максимальный диаметр насоса 145 мм; электродвигатель марки ПЭДВ 22-219; мощность электродвигателя 2,8 кВт; частота вращения 2850 об/мин. Масса агрегата 69 кг.

1.2.3 Определение глубины скважины

Глубина скважины зависит от глубины вскрытия водоносного горизонта, который выбран для эксплуатации. Водоносный горизонт вскрывается на такую глубину, чтобы обеспечить расчетный дебит. Глубина скважины определяется как разность отметок поверхности земли и дна отстойника и составляет 58 метров.

1.2.4 Расчет фильтра

Фильтр устанавливается в водозаборной скважине в пределах водоносного пласта, состоящего из рыхлых и неустойчивых пород, для предотвращения обрушения породы и обеспечения благоприятных условий поступления подземных вод внутрь скважины. Расчет фильтра проводится с учетом перспективного увеличения водоразбора из скважин до 1500 м³/сут.

Фильтр состоит из надфильтровых труб, отстойника и водоприемной части. Надфильтровая труба имеет длину 7 м и находится выше башмака обсадной колонны на 5 м. В нижней части фильтра располагается отстойник длиной 6 м.

Учитывая, что водоносной породой являются пески разномерные гравелистые с примесью глины, подбирается фильтр на основе трубчатых каркасов с круглой перфорацией и сеткой из нержавеющей стали. Диаметр наружной трубы фильтра составляет 325 мм.

Диаметры отверстий равны 22 мм; расстояние между отверстиями по горизонтали составляет 41 мм; расстояние между отверстиями по вертикали – 33 мм; количество отверстий в горизонтальном ряду – 25 штук; количество

отверстий на один погонный метр трубы – 750 штук. Сквозность фильтра равна 0,285.

Конструкция фильтра приведена на рисунке А.2.

Максимально возможная длина фильтра, м, определяется по формуле

$$l_{\phi.\max} = m - 4 \quad (1.8)$$

где m – мощность водоносного пласта, $m=20$ м.

$$l_{\phi.\max} = 20 - 4 = 16\text{м}$$

Расчетная длина фильтра, м, определяется из формулы водо-захватывающей способности фильтра

$$Q_{\phi} = \pi \cdot d_0 \cdot l_{\phi} \cdot N \cdot V_{\phi} \quad (1.9)$$

где d_0 – наружный диаметр водоприемной части фильтра, $d_0=325$ мм;

l_{ϕ} – длина рабочей части фильтра, м.

N – сквозность фильтра, 0,285;

V_{ϕ} – допускаемая скорость фильтрации при входе воды из пласта в фильтр в зависимости от его конструкции, определяемая по формуле

$$V_{\phi} = 65 \cdot \sqrt[3]{k} \quad (1.10)$$

где k – коэффициент фильтрации, 45 м/сут.

$$V_{\phi} = 65 \cdot \sqrt[3]{45} = 231,2\text{м}^3/\text{сут}$$

Водозахватывающая способность фильтра должна быть равна дебиту одной скважины: $Q_{\phi} = Q_{\text{ск}}$, $Q_{\text{ск}} = 165\text{м}^3/\text{сут}$, исходя из этого условия, рассчитывается длина фильтра по формуле

$$l_{\phi} = \frac{Q_{\text{ск}}}{\pi \cdot d_0 \cdot N \cdot v_{\phi}} \quad (1.11)$$

$$l_{\phi} = \frac{165}{3,14 \cdot 0,325 \cdot 0,285 \cdot 231,2} = 2,4\text{м}$$

Поскольку $l_{\phi} < l_{\phi.\max}$, окончательная длина фильтра с учетом перспективы принимается равной 10 м.

1.3 Станция очистки воды

1.3.1 Выбор технологии обработки воды

В поселке используется вода как для бытовых нужд, так и для производственных целей. Согласно санитарным нормам СанПиН 2.1.4559-96, вода должна соответствовать питьевому стандарту с расходом 230 м³/сут. Однако исходная вода не соответствует питьевым стандартам из-за высокого содержания железа (до 28 мг/дм³), присутствия марганца (0,5 мг/дм³) и сероводорода. Её минерализация средняя (до 350 мг/дм³), рН низкий (6), а содержание диоксида углерода высокое (100 мг/дм³).

Чтобы улучшить качество воды, предлагается построить станцию обработки воды. Эффективным методом является использование известкования. Основным реагентом будет известь. Он повысит уровень рН воды и обеспечит эффективную очистку. Для уменьшения расхода извести предлагается аэрировать воду, что позволит повысить рН за счет удаления диоксида углерода и сероводорода.

После промывки фильтров вода содержит взвешенное железо и марганец, для улучшения процесса их осаждения предлагается использовать коагулянт.

Для обеззараживания воды предлагается использовать жидкий хлор.

1.3.2 Станция очищения подземных вод

Технология обработки воды включает применение двух типов химических веществ: извести с дозировкой 40 мг/л и коагулянта с дозировкой 5 мг/л. Ежедневные объемы использования реагентов в сыром виде составляют: извести - 22 кг, коагулянта - 1,65 кг. Предусмотрено хранение запасов реагентов: извести на 30 суток, коагулянта на 60 суток.

Для подачи извести на станцию обработки воды используется самосвал с известковым материалом. Известки гасится и хранится в виде раствора с концентрацией 30% в течение 30 суток. Предусмотрены контейнеры для догашения извести. Раствор извести перетекает в расходные баки-мешалки, работающие 12 часов с разбавлением до 5% концентрации. Для точного дозирования используются насосы-дозаторы.

Коагулянт поставляется в жидком виде и хранится в растворе с концентрацией 20% в растворных баках. Раствор коагулянта разбавляется до 3% в расходных баках. Для дозирования коагулянта также применяются насосы-дозаторы.

Вода из скважин поступает на вентиляционную градирню, где происходит удаление сероводорода и диоксида углерода. Затем вода подается в гидродинамический смеситель, где смешивается с известковым материалом и коагулянтом. Применение данного смесителя уменьшает время контакта с водой.

После смешивания вода направляется в отстойники, где происходит осаждение гидроокиси железа и марганца. Осадок удаляется и отправляется на дальнейшую обработку. Очищенная вода подается в резервуары для хранения перед дальнейшим использованием.

Для обеззараживания воды используется хлораторная установка, после чего вода направляется к потребителям и на собственные нужды станции.

1.4 Проектирование станции

1.4.1 Расчет сооружений и подбор оборудования реагентного хозяйства станции очистки воды

Назначение доз реагентов, вводимых в очищаемую воду.

На станции очистки вводятся два реагента в очищаемую воду: коагулянт и реагент для увеличения щелочности воды - известь.

Дозы реагентов определяются исходя из качества воды в скважинах. Коагулянт - вводится в воду дозой 5 мг/дм³. Реагент подается насосом-дозатором по трубопроводу к гидродинамическому смесителю, установленному в помещении реагентного хозяйства.

Для подщелачивания исходной воды принимается доза извести 40 мг/дм³ при концентрации раствора известкового молока 5%. Известь подается по трубопроводу насосом-дозатором и вводится в трубопровод перед смесителем.

Расчет сооружений для хранения и приготовления коагулянта

Коагулянт приготавливается и хранится в помещении реагентного хозяйства, которое расположено в отдельном помещении очистных сооружений.

Коагулянт поставляется на станцию в жидком виде и хранится в виде раствора с концентрацией 20%. На станции предусмотрено хранение запаса коагулянта на 60 суток. Он хранится в жидком виде.

Суточный расход 20% раствора коагулянта, кг, определяется по формуле

$$G_{\text{ср.сут}} = \frac{Q_{\text{сут}} \cdot D_{\text{к}} \cdot 100}{1000 \cdot \rho} \quad (1.12)$$

где ρ – содержание активного вещества, %.

$$G_{\text{ср.сут}} = \frac{330 \cdot 5 \cdot 100}{1000 \cdot 100} = 1,65 \text{ кг}$$

Объем баков-хранилищ для коагулянта, м³, определяется по формуле

$$W_{\text{р}} = \frac{Q_{\text{сут}} \cdot T \cdot D_{\text{к}}}{10000 \cdot \nu_{\text{р}} \cdot \gamma} \quad (1.13)$$

где $Q_{\text{сут}}$ – производительность станции очистки, $Q_{\text{сут}} = 330 \text{ м}^3/\text{сут}$;
 T – время хранения реагента на станции, принимается 60 сут.;
 D_k – доза коагулянта, $D_k = 5 \text{ мг}/\text{дм}^3$;
 V_p – концентрация раствора в растворном баке, принята равной 20%;
 γ – объемная масса раствора реагента, $\text{т}/\text{м}^3$.

$$W_p = \frac{330 \cdot 60 \cdot 5}{10000 \cdot 20 \cdot 1,2} = 0,412 \text{ м}^3$$

Принимается два бака-хранилища (один рабочий, один резервный), объем одного бака равен 0,44 м³. Размеры одного бака равны 0,7×0,7×0,9 м.

Объем расходных баков коагулянта, м³, определяется по формуле

$$W = \frac{W_p \cdot n \cdot b_p}{24 \cdot T \cdot b} \quad (1.14)$$

где n – число часов, затрачиваемое на цикл приготовления реагента, принято 12 ч;

b – концентрация раствора в расходном баке, $b = 3\%$.

$$W = \frac{0,412 \cdot 12 \cdot 20}{24 \cdot 15 \cdot 3} = 0,1 \text{ м}^3$$

Для обеспечения нужного уровня раствора коагулянта в расходных баках предусмотрено периодическое перемешивание воздушным барботированием. Для этого в дне каждого бака-хранилища проложен дырчатый трубопровод из полиэтиленовых труб диаметром 25 мм. Он создает скорость движения воздуха 13 м/с и имеет отверстия диаметром 5 мм, расположенные через 100 мм друг от друга и направленные вниз под углом 45 градусов. Также на дне каждого расходного бака предусмотрен дырчатый трубопровод для воздушного барботирования диаметром 10 мм, через который воздух подается из воздуходувок, размещенных в помещении реагентного хозяйства.

Расчет сооружений для приготовления и хранения извести

Исходная вода характеризуется низкой щелочностью (0,7 мг/дм³). Для обеспечения процесса коагуляции необходимо постоянное подщелачивание. Известь поставляется на станцию очистки навалом в негашеном виде. С помощью тали известь загружается в бак, где гасится и хранится в течение 30 суток. После осуществления гашения концентрированное известковое молоко по лотку поступает в гидравлическую мешалку, которая одновременно является расходным баком. Часть раствора из расходного бака подается насосом-дозатором к смесителю, а часть возвращается в бак для перемешивания известкового молока.

Суточный расход извести, кг, определяется по формуле (1.12). Содержание активного вещества составляет 60%.

$$G_{\text{ср.сут}} = \frac{330 \cdot 40 \cdot 100}{1000 \cdot 60} = 22 \text{ кг}$$

Объем бака гашения и хранения известкового теста, м³, Равен

$$W = 3 \cdot G \quad (1.15)$$

где G – масса реагента, хранящаяся на станции очистки воды, т, в расчете на 60 суток.

$$G = 60 \cdot 22 = 1320 \text{ кг} = 1,32 \text{ т}$$

$$W = 3 \cdot 1,32 = 3,96 \text{ м}^3$$

Принимается два бака объемом 2 м³, размеры бака – 1,2×1,2×1,5 м. Объем мешалки известкового молока, м³, определяется по формуле

$$W_p = \frac{13,75 \cdot 12 \cdot 40}{10000 \cdot 5 \cdot 1} = 0,13 \text{ м}^3$$

Принимается две мешалки объемом 0,15 м³, размеры: 0,5×0,5×0,6 м.

Для перемешивания известкового молока в бак гашения и хранения вводится воздух при помощи дырчатого трубопровода, проложенного по дну бака. Диаметр трубопровода 50 мм при скорости движения воздуха 15 м/с, диаметр отверстий 5 мм, отверстия располагаются через 100 мм.

1.4.2 Расчет вентиляторной градирни

Вода из скважин по двум трубопроводам диаметром 50 мм поступает на вентиляторные градирни, где производится удаление сероводорода, значительной части диоксида углерода, а также аэрация воды. Выбор вентиляторных градирен обусловлен их эффективной и устойчивой работой, более высокой нагрузкой по сравнению с другими аэрационными сооружениями. Градирни располагаются на кровле над помещением реагентного хозяйства.

Исходная вода подается в верхнюю часть градирни и равномерно распределяется по площади. Для дробления потока используется насадка. Навстречу потоку воды от вентилятора подается поток воздуха с расходом 15 м³/м³ обрабатываемой воды. Для избежания выноса капель воды, над трубками

устанавливается водоуловитель. Аэрированная вода собирается в сборный резервуар и подается на очистку.

Далее проведен аэродинамический расчет градирни, так как основным требованием является обеспечение воздухообмена.

По данным анализов качества, исходная вода отличается низким значением рН – 6, высоким содержанием свободной диоксида углерода – 100 мг/дм³. С учетом распада бикарбоната железа начальная концентрация свободной диоксида углерода составит

$$[\text{CO}_2]_{\text{н}} = 1,57 \cdot \text{Fe} + \text{CO}_2 \quad (1.16)$$

где Fe – содержание железа в исходной воде, по данным качества воды в скважинах равна 28 мг/дм³;

CO₂ – содержание свободной двуокиси углерода, мг/дм³.

$$[\text{CO}_2]_{\text{н}} = 1,57 \cdot 28 + 100 = 144 \text{ мг/дм}^3$$

По оптимальному для обезжелезивания воды значению рН = 7,5, значениям солесодержания, щелочности и температуры определяется оставшееся, после аэратора содержание двуокиси углерода в воде: $[\text{CO}_2]_{\text{кон}} = 5 \text{ мг/дм}^3$.

Общая площадь градирен в плане, м², определяется по формуле

$$A = \frac{Q}{q} \quad (1.17)$$

где Q – производительность установки, м³/ч;

q – плотность орошения, принимается равной 40 м³/м²·ч.

$$A = \frac{13,7}{40} = 0,34 \text{ м}^2$$

Принимается градирня с одной секцией, размеры которой в плане 0,6×0,6 м. Площадь градирни равна 0,36 м².

Расход воздуха принимается равным $l_{\text{возд}} = 15 \text{ м}^3$ обрабатываемой воды. В расчете на весь объем воды, расход воздуха, м³/ч, определяется по формуле

$$L_{\text{возд}} = l_{\text{возд}} \cdot Q = 15 \cdot 13,75 = 206,25 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Площадь поверхности оросителя, м², определяется из основного уравнения десорбции по формуле

$$F = \frac{0,001 \cdot Q([CO_2]_H - [CO_2]_{KOH})}{K_{ж} \cdot \Delta C_{cp}} \quad (1.18)$$

где $K_{ж}$ – коэффициент десорбции, равный 1 м/ч;
 ΔC_{cp} – средняя движущая сила десорбции, кг/м³, определяемая по формуле

$$\Delta C_{cp} = \frac{[(C_{вх} - C_{р.вх}) - (C_{вых} - C_{р.вых})]}{\ln[(C_{вх} - C_{р.вх}) - (C_{вых} - C_{р.вых})]} \quad (1.19)$$

где $C_{вх}$, $C_{вых}$ – концентрации удаляемого газа на входе в дегазатор и на выходе из него, $C_{вх} = 0,144$ кг/м³, $C_{вых} = 0,005$ кг/м³;

$C_{р.вх}$, $C_{р.вых}$ – равновесные концентрации газа в воде на входе в дегазатор и на выходе из него.

Перед выходом воды из аппарата, в него подается незагрязненный наружный воздух, с концентрацией двуокиси углерода в нем 4,6% или $C_{возд} = 0,0575$ кг диоксида углерода на 1 м³ воздуха. При такой концентрации в воздухе равновесная концентрация CO₂ составляет около $C_{р.вых} \approx 0,0028$ кг/м³.

На входе воды в дегазатор воздух, вместе с удаленным из воды диоксидом углерода, удаляется и содержит следующее содержание диоксида углерода

$$C = \frac{C_{возд} + 0,001 \cdot Q \cdot ([CO_2]_H - [CO_2]_{KOH})}{L}$$

$$C = \frac{0,0575 + 0,001 \cdot 13,75 \cdot (144 - 5)}{206,25} = 0,0095 \text{ г/м}^3$$

Концентрация двуокиси углерода в воздухе после прохождения дегазатора повышается в

$$\frac{0,0095}{0,0575} = 0,16 \text{ раза}$$

пропорционально возрастает парциальное давление газа и его равновесная концентрация в воде на входе в дегазатор. То есть

$$C_{р.вх} = 0,0028 \cdot 0,16 = 0,00046 \text{ мг/л}$$

Средняя движущая сила десорбции равна

$$\Delta C_{cp} = \frac{[(144 - 0,46) - (5 - 2,8)]}{\ln[(144 - 0,46) - (5 - 2,8)]} = 0,028 \text{ кг/м}^3$$

Площадь насадки дегазатора равна

$$F = \frac{0,001 \cdot 13,75 \cdot (144 - 5)}{1 \cdot 0,028} = 68,26 \text{ м}^2$$

Площадь поверхности одного щита, м^2 , составляет

$$f_1 = f \cdot A \quad (1.20)$$

где f – удельная площадь поверхности щита, $\text{м}^2/\text{м}^2$;
 A – площадь градирни в плане, м^2 .

$$f_1 = 3,8 \cdot 0,36 = 1,368 \text{ м}^2$$

Необходимое число деревянных щитов насадки определяется по формуле

$$N = \frac{F}{f_1 \cdot n} \quad (1.21)$$

где n – количество секций градирни.

$$N = \frac{68,26}{1,368 \cdot 1} = 50 \text{ шт}$$

При расстоянии между осями щитов 50 мм высота насадки составляет $H_{\text{нас}}=2,5$ м.

Сопротивление насадки по воздуху равно

$$\Delta P = 10 \cdot H_{\text{нас}} = 10 \cdot 2,5 = 25 \text{ мм вод. ст}$$

С учетом сопротивлений прочих элементов градирни, равных 30 мм вод.ст., расчетный напор вентилятора должен быть равен не менее

$$P = 25 + 30 = 55 \text{ мм вод. ст.} = 55 \text{ Па}$$

Расчетная производительность вентилятора равна

$$L = \frac{L_{\text{возд}}}{n} = \frac{206,25}{1} = 206,25 \text{ м}^3/\text{ч}$$

При данной расчетной производительности и давлении 55 Па возможно применение канального вентилятора марки СК100А. Мощность равна 41 Вт, частота вращения 1900 об/мин, общая масса вентиляторной установки – 2,9 кг.

1.4.3 Назначение размеров гидродинамического смесителя

Из сборного резервуара градирни вода по трубопроводу диаметром 100 мм подается в горизонтальные отстойники. Трубопровод, подающий очищаемую воду в отстойники, снабжается гидродинамическим смесителем. Перед смесителем в трубопровод вводится доза извести, а в гидродинамический смеситель подается расчетная доза коагулянта.

Смеситель представляет собой две перпендикулярно соединенные трубы диаметром 50 мм. Труба, расположенная перпендикулярно движению воды, имеет длину 120 мм, труба, расположенная параллельно движению воды – 200 мм.

Коагулянт подается в смеситель по трубопроводу диаметром 16 мм, в конечной части которого, по обеим сторонам, просверливаются по два отверстия диаметром 10 мм на расстоянии 17 мм друг от друга. При выходе раствора реагента из подающей трубы происходит его рассеивание в корпусе смесителя, куда одновременно поступает исходная вода. Рассеянный раствор реагента потоками исходной воды направляется дальше по корпусу смесителя, одновременно смешиваясь с исходной водой. Основной поток исходной воды смешивается с коагулянтом в трубопроводе после смесителя.

Для распределения коагулянта по сечению подающего трубопровода предусмотрен дырчатый трубопровод с отверстиями, расположенными перпендикулярно направлению движения осветляемой воды – по четыре отверстия диаметром 10 мм с каждой стороны трубы и шагом 12 мм.

Данный смеситель встраивается в трубопровод через специальный люк, который приваривается к верхней части трубы, подающей воду в горизонтальные отстойники.

Внутри трубы, подающей воду в горизонтальные отстойники, смеситель крепится специальными прутьями – фиксаторами. Они обеспечивают жесткость установки смесителя и не позволяют ему колебаться от потоков исходной воды.

Корпус смесителя выполняется из полиэтиленовых труб. Такое решение обеспечивает долговечность работы смесителя с химически активной средой и с водой повышенной мягкости.

Для удобства эксплуатации смесителя и возможного его ремонта или замены предусматривается специальная монтажная площадка. Она позволяет рабочему или оператору без затруднений проводить необходимые эксплуатационные или ремонтные действия. Монтажная площадка снабжается лестницей и перилами. Схема гидродинамического смесителя приведена на рисунке А.3.

1.4.4 Расчет камеры хлопьеобразования

Для завершения второй стадии процесса коагуляции – образования крупных хлопьев после смесителя перед отстойником используется камера

хлопьеобразования. В данном проекте рассматривается вихревая камера хлопьеобразования, интегрированная в начальную часть отстойника. Камера хлопьеобразования имеет прямоугольную форму в плане. Угол между боковыми стенками в нижней части камеры составляет 50° .

Общая площадь поперечного сечения верхней части камер, м^2 , определяется по формуле

$$F_{\text{кк}} = \frac{Q}{3,6 \cdot V_{\text{кк}}} \quad (1.22)$$

где $V_{\text{кк}}$ – скорость восходящего потока в камере, мм/с , принимается по $V_{\text{кк}}=4 \text{ мм/с}$.

$$F_{\text{кк}} = \frac{13,75}{3,6 \cdot 5} = 1 \text{ м}^2$$

Число камер хлопьеобразования равно числу секций отстойника $m=2$, одна из секций отстойника является резервной.

Длина камеры назначается равной ширине секции отстойника

$$L_{\text{кк}} = B = 1,3 \text{ м.}$$

Ширина каждой камеры, м , определяется по формуле

$$B_{\text{кк}} = \frac{F_{\text{кк}}}{m \cdot L_{\text{кк}}} = \frac{1}{1 \cdot 1,3} = 0,77 \text{ м}$$

Согласно время пребывания воды в камере $t_{\text{кк}}=15$ мин. Объем камеры, м^3 , определяется по формуле

$$W_{\text{кк}} = \frac{Q \cdot t_{\text{кк}}}{m \cdot 60} = \frac{13,75 \cdot 15}{1 \cdot 60} = 3,4 \text{ м}^3$$

Вода подается в нижнюю часть камеры хлопьеобразования по трубопроводу диаметром 100 мм, при скорости движения воды на входе в камеру $V_{\text{вх}}=0,9 \text{ м/с}$.

Поступающая вода распределяется перфорированной трубой, установленной по дну камеры.

Расход воды по трубе равен

$$q_{\text{тр}} = Q = 13,75 \text{ м}^3/\text{ч} = 3,8 \text{ л/с}$$

Назначается диаметр трубопровода $d_{тр}=110$ мм, при скорости движения воды в нем $V_{тр}=0,5$ м/с.

Отверстия диаметром $d_{отв}=25$ мм располагаются в шахматном порядке и направлены вниз под углом 45^0 . Суммарная площадь отверстий составляет 40% от площади сечения распределительной трубы.

Общее количество отверстий в одной трубе составляет

$$n_{отв} = \frac{0,4 \cdot d_{пр}^2}{d_{отв}^2} = \frac{0,4 \cdot 0,09^2}{0,025^2} = 6 \text{ шт}$$

Принимается по 3 отверстий с каждой стороны трубы, расположенных на расстоянии 130 мм.

Сбор воды осуществляется желобом, расположенным на расстоянии 0,5 м от стенок камеры.

Расход воды по одному желобу составляет

$$q_{ж} = 1,91 \text{ л/с} = 0,0019 \text{ м}^3/\text{с}$$

Скорость течения воды по желобу равна $V_{ж}=0,05$ м/с.

Площадь поперечного сечения желоба определяется

$$F_{ж} = \frac{q_{ж}}{V_{ж}} = \frac{0,0019}{0,05} = 0,04 \text{ м}^2$$

Принимаются размеры поперечного сечения желоба $0,2 \times 0,2$ м.

Расчетная высота камеры определяется по формуле

$$H_{кх} = \frac{W_{кх}}{B_{кх} \cdot L_{кх}} = \frac{3,4}{0,77 \cdot 1,3} = 3,4 \text{ м}$$

Полная высота камеры хлопьеобразования равна

$$H_{стр} = H_{кх} + h_{б} = 3,4 + 0,3 = 3,7 \text{ м}$$

где $h_{б}$ – высота борта камеры хлопьеобразования, м, $h_{б}=0,3$ м.

Конструкция камеры хлопьеобразования показана на рисунке А4.

1.4.5 Расчет горизонтальных отстойников

Исходя из производительности станции очистки в качестве первой ступени очистки принят горизонтальный тонкослойный отстойник. Конструкция горизонтального отстойника показана на рисунке А.5.

Тонкослойные отстойники – это наиболее простые и наименее энергоемкие сооружения механической очистки. Они компактны, просты в эксплуатации во всех режимах, занимают меньше места, чем традиционные сооружения, и позволяют достичь требуемого эффекта очистки.

Применение горизонтального тонкослойного отстойника позволит получить высокий эффект очистки и уменьшить размеры станции очистки, что в свою очередь сократит затраты на строительство станции.

Расчетная площадь живого сечения полочных блоков, m^2 , устанавливаемых в одну секцию отстойника, определяется по формуле

$$F = \frac{Q}{3,6 \cdot m \cdot V_0} \quad (1.23)$$

где Q – максимальный расчетный расход, $m^3/ч$;

m – число рабочих секций отстойника, принимаются одна рабочая секция и одна резервная;

V_0 – скорость потока в тонкослойных элементах, $mm/с$, из условия соблюдения ламинарного режима, принимается $V_0=6mm/с$.

$$F = \frac{13,75}{3,6 \cdot 1 \cdot 6} = 0,7 \text{ м}^3$$

Число параллельно устанавливаемых блоков в отстойнике принимается $m_1 = 2$, размерами каждый $H_1 = 0,7m$, $B_1 = 0,5m$, общей площадью, m^2 , определяемой по формуле

$$F = m_1 \cdot B_1 \cdot H_1 = 2 \cdot 0,5 \cdot 0,7 = 0,7m^2$$

что незначительно превышает расчетную площадь живого сечения, поэтому в дальнейших расчетах скорость в тонкослойных блоках не уточняется.

Необходимая длина тонкослойных элементов, m , определяется по формуле

$$L_{\pi} = \varphi \frac{V_0 \cdot 2h}{U_0 \cdot \cos \alpha} \quad (1.24)$$

где φ – коэффициент, учитывающий действительные условия осаждения частиц в тонкослойном элементе, в первом приближении $\varphi = 1$;

$2h$ – расстояние между полками, m , принимаемое равным $0,1 m$;

U_0 – расчетная гидравлическая крупность задерживаемых в отстойнике частиц, $mm/с$, принимаемая равной $0,35 mm/с$;

α – угол наклона тонкослойных элементов, принимаемый из условия сползания осадка, $\alpha = 60^0$.

$$L_{\pi} = 1 \frac{6 \cdot 0,1}{0,35 \cdot 0,5} = 3,4 \text{ м}$$

Число Рейнольдса определяется по формуле

$$\text{Re} = \frac{V_0 \cdot h}{\nu} \quad (1.25)$$

где ν – кинематический коэффициент вязкости жидкости, при температуре 5 °С равный 0,015.

$$\text{Re} = \frac{0,6 \cdot 5}{0,015} = 200$$

что меньше критического $\text{Re}=500$.

Определяется безразмерный комплекс

$$\frac{L_{\pi}}{h \cdot \text{Re}} = \frac{3,4}{0,05 \cdot 200} = 0,34$$

Коэффициент φ в первом приближении составит $\varphi=1,4$. Тогда длина полок будет равна

$$L_{\pi} = 1,4 \frac{6 \cdot 0,1}{0,35 \cdot 0,5} = 4,8 \text{ м}$$

значение комплекса

$$\frac{L_{\pi}}{h \cdot \text{Re}} = \frac{4,8}{0,05 \cdot 200} = 0,48$$

Коэффициент φ во втором приближении равен 1,36. Принимается $\varphi=1,4$, следовательно, окончательная длина полок в блоке составит $L_{\pi} = 4,8$ м.

Длина каждого блока, м, при числе их $m_2=2$, устанавливаемых последовательно, определяется по формуле

$$l_1 = \frac{L_{\pi}}{2} = \frac{4,8}{2} = 2,4 \text{ м}$$

Отдельные блоки по длине должны примыкать вплотную друг к другу. Минимальное расстояние между блоками тонкослойных элементов, а также между стенкой отстойника и блоком принимается $b_k=0,1$ м.

Ширина одной секции отстойника, м, определяется по формуле

$$B = m_1 \cdot b_1 + (m_1 + 1) \cdot b_k = 2 \cdot 0,5 + (2 + 1) \cdot 0,1 = 1,3 \text{ м}$$

Строительная длина отстойника, м, определяется по формуле

$$L_{\text{стр}} = L_1 + L_2 + L_{\text{п}} + L_3 \quad (1.26)$$

где L_1 – расстояние от стенки отстойника до распределительной перегородки, принимается равным 0,5 м;

L_2 – расстояние от распределительной перегородки до входного сечения блоков тонкослойных элементов, принимается $L_2 = H_1 = 0,7 \text{ м}$;

$L_{\text{п}}$ – длина тонкослойных элементов, м;

L_3 – расстояние от выходного сечения блоков тонкослойных элементов до стенки отстойника, принимается $L_3 = 2 \text{ м}$.

$$L_{\text{стр}} = 0,5 + 0,7 + 4,8 + 2 = 8 \text{ м}$$

Для устранения явления сноса осевших частиц полочные тонкослойные элементы монтируются из плоских полок, на концах которых предусматриваются желоба треугольного сечения, заканчивающиеся в каналах, изолированных от движущегося потока.

Ширина поперечного желоба, см, определяется по формуле

$$l_{\text{ж}} \geq \frac{0,012 \cdot V_0}{U_0 \cdot \cos \alpha} = \frac{0,012 \cdot 6}{0,35 \cdot 0,5} = 0,4 \text{ см} \quad (1.27)$$

Высота желоба принимается

$$a_{\text{ж}} = 0,5 \cdot l_{\text{ж}} = 0,5 \cdot 0,4 = 0,2 \text{ см}$$

расстояние между осями желобов в соседних полках:

$$2,5 \cdot l_{\text{ж}} = 2,5 \cdot 0,4 = 1 \text{ см}$$

Размеры канала:

ширина $B_{\text{кан}} = 0,1 \text{ м}$,

высота канала $H_{\text{кан}} = H_1 = 0,7 \text{ м}$.

длина

$$l_{\text{кан}} = 4 \cdot l_{\text{ж}} = 4 \cdot 0,4 = 1,6 \text{ м}$$

Тонкослойные элементы изготавливаются из металла, и выполняются из полок с отгибами. При этом обеспечивается частичная изоляция осадочной зоны

от движущегося в тонкослойных элементах потока; одновременно повышается жесткость конструкции. Величина отгиба полок, м, определяется по формуле

$$a_r = a_0 - a_{щ} \quad (1.28)$$

где $a_{щ}$ – ширина щели для сползания осадка, м, назначается конструктивно $a_{щ} = 0,03$ м;

a_0 – расстояние между тонкослойными элементами по горизонтали, м, определяемое по формуле

$$a_0 = \frac{2h}{\sin\alpha} = \frac{0,1}{0,866} = 0,12 \text{ м}$$

По формуле (1.28) определяется

$$a_r = 0,12 - 0,03 = 0,09 \text{ м}$$

Распределение потока в отстойнике осуществляется посредством распределительной перегородки со щелевыми отверстиями. Перегородка устанавливается от стенки отстойника на расстоянии $L_1=0,5$ м. Площадь отверстий, м^2 , в щелевой перегородке составляет

$$F_{щ} = 0,1 \cdot F = 0,1 \cdot 4,2 = 0,42 \text{ м}^2$$

Щели располагаются равномерно на всю высоту отстойной зоны. Общее число щелей определяется по формуле

$$m_{щ} = \frac{F_{щ}}{H_{п} \cdot b_{щ}} \quad (1.29)$$

где $H_{п}$ – глубина зоны отстаивания отстойника, с учетом размещения труб для сбора осветленной воды, $H_{п}=1,0$ м;

$b_{щ}$ – ширина щели, м, принимаемая равной 0,03 м.

$$m_{щ} = \frac{0,42}{1 \cdot 0,03} = 14 \text{ шт}$$

Отражатель принимается в виде прямоугольного равнобокого уголка шириной $s = 3,5 \cdot b_{щ} = 3,5 \cdot 0,03 = 0,105$ м, вершина которого располагается вдоль щели на расстоянии $s_2 = 2,5 \cdot b_{щ} = 2,5 \cdot 0,03 = 0,075$ м от нее.

Сбор осветленной воды осуществляется посредством подвесных дырчатых труб, расположенных по всей длине отстойника. В каждой секции

отстойника устанавливаются по одной трубе на расстоянии 1,0 м от стенок отстойника.

Расход воды по одной трубе равен

$$Q = 1,9 \text{ л/с} = 0,0019 \text{ м}^3/\text{с}$$

Принимается труба диаметром 60 мм, при скорости движения воды в ней $V_{\text{тр}}=0,9\text{м/с}$. Трубы заглубляются под уровень воды на глубину 0,15 м.

Отверстия в трубах располагаются горизонтально по оси. Диаметр отверстий принимается равным $d_{\text{отв}}=10\text{мм}$, при скорости течения воды в отверстиях $V_{\text{отв}}=1\text{м/с}$.

Суммарная площадь отверстий, м^2 , определяется по формуле

$$\sum f_{\text{отв}} = \frac{Q}{V_{\text{отв}}} = \frac{0,0019}{1} = 0,0019 \text{ м}^2$$

Количество отверстий определяется по формуле

$$n_{\text{отв}} = \frac{\sum f_{\text{отв}}}{f_{1\text{отв}}} = \frac{\sum f_{\text{отв}} \cdot 4}{\pi \cdot d_{\text{отв}}^2} = \frac{0,0019 \cdot 4}{3,14 \cdot 0,01^2} = 24 \text{ шт}$$

Принимается по 12 отверстий с каждой стороны трубы. Отверстия расположены на расстоянии

$$\frac{L_2 + L_{\text{п}} + L_3 - b_{\text{к}}}{n_{\text{отв}}} = \frac{700 + 4800 + 2000 - 200}{12} = 610 \text{ мм}$$

где $b_{\text{к}}$ – ширина кармана, м.

Осветленная вода из дырчатых труб собирается в карман. Ширина кармана, м, определяется по формуле

$$b_{\text{к}} = \frac{Q}{h_{\text{к}} \cdot V_{\text{к}}} \quad (1.30)$$

где Q – расход воды в одной секции отстойника, $\text{м}^3/\text{с}$;

$h_{\text{к}}$ – глубина воды в кармане, м, принимается $h_{\text{к}}=0,15\text{м}$;

$V_{\text{к}}$ – скорость течения воды в кармане, м/с, принимается $V_{\text{к}}=0,8\text{м/с}$.

$$b_{\text{к}} = \frac{0,0019}{0,15 \cdot 0,8} = 0,2 \text{ м}$$

Требуемый объем зоны накопления осадка определяется по формуле

$$W_{\text{ос.з}} = \frac{Q \cdot (C_{\text{исх}} - C_{\text{ост}}) \cdot t_{\text{н}}}{m \cdot \delta} \quad (1.31)$$

где $C_{\text{исх}}$ – концентрация взвешенных веществ в воде, поступающей в отстойник, мг/дм³;

$C_{\text{ост}}$ – количество взвеси в воде, выходящей из отстойника, мг/л;

$t_{\text{н}}$ – интервал работы отстойника между сбросами осадка, ч, $t_{\text{н}}=12$ ч;

m – число секций отстойника;

δ – средняя концентрация твердой фазы осадка, мг/дм³, принимается $\delta=12000$ мг/дм³.

$$C_{\text{исх}} = Fe + 0,25 \cdot D_{\text{и}} \quad (1.32)$$

где Fe – содержание железа в исходной воде, мг/дм³;

$D_{\text{и}}$ – доза извести, мг/дм³.

$$C_{\text{исх}} = 28 + 0,25 \cdot 40 = 38 \text{ мг/дм}^3$$

$$C_{\text{ост}} = 0,1 \cdot C_{\text{исх}} = 0,1 \cdot 38 = 3,8 \text{ мг/дм}^3$$

По формуле (1.31)

$$W_{\text{ос.з}} = \frac{13,75 \cdot (38 - 3,8) \cdot 12}{1 \cdot 12000} = 0,47 \text{ м}^3$$

Продольный уклон дна отстойника принимается равным $i=0,005$.

Дно отстойника изготавливается в виде одного бункера $n_1=1$. Ширина нижнего основания отстойника $b_1=0,2$ м. Угол наклона стенок бункера к горизонту $\beta_0=45^\circ$.

Высота осадочной части отстойника определяется по формуле

$$h_{\text{бунк}} = \left(\frac{B}{2 \cdot n_1} - 0,5 \cdot b_1 \right) \cdot tg\beta_0 = \left(\frac{1,3}{2 \cdot 1} - 0,5 \cdot 0,2 \right) \cdot 1 = 0,6 \text{ м}$$

Объем осадочной части в виде бункера длиной, равной длине отстойника, м³, определяется по формуле

$$W_{\text{ос}} = \left(\frac{B}{2 \cdot n_1} + 0,5 \cdot b_1 \right) \cdot n_1 \cdot h_{\text{бунк}} \cdot L_{\text{стр}} = \left(\frac{1,3}{2 \cdot 1} + 0,5 \cdot 0,2 \right) \cdot 1 \cdot 0,4 = 2,4 \text{ м}^3$$

что больше расчетного объема $W_{\text{ос.з}}=0,47\text{м}^3$.

Строительная высота отстойника, м, определяется по формуле

$$H_{\text{стр}} = h_{\text{б}} + H_{\text{п}} + h_{\text{бунк}} \quad (1.33)$$

где $h_{\text{б}}$ – высота борта отстойника, м, $h_{\text{б}}=1$ м.

$$H_{\text{стр}} = 1 + 1,0 + 0,6 = 2,6 \text{ м}$$

Расчет системы удаления осадка

Осадок, образующийся в отстойнике, собирается в зоне накопления осадка. Два раза в сутки осадок удаляется с помощью дырчатой трубы, расположенной на дне отстойника, и направляется в бак для накопления осадка. Из бака осадка осадок перекачивается насосом для взвешенных веществ на фильтр-пресс, где обезвоживается и удаляется на полигон отходов.

Расход пульпы через одну трубу определяется по формуле

$$q_{\text{тр}} = \frac{K_{\text{р}} \cdot W_{\text{ос}}}{t_{\text{сбр}}} \quad (1.34)$$

где $K_{\text{р}}$ – коэффициент разбавления осадка водой, при напорном гидравлическом смыве осадка принимается $K_{\text{р}}=2$;

$W_{\text{ос}}$ – объем осадка, накопившийся за 12 часов, $W_{\text{ос}}=0,47\text{м}^3$;

$t_{\text{сбр}}$ – продолжительность сброса осадка, ч, $t_{\text{сбр}}=10\text{мин}=0,17\text{ч}$.

$$q_{\text{тр}} = \frac{2 \cdot 0,47}{0,17} = 5,53 \text{ м}^3/\text{ч} = 1,53 \text{ л/с}$$

Принимается труба диаметром 60 мм, при скорости движения воды в ней $V_{\text{тр}} = 0,9$ м/с. Диаметр отверстий равен $d_{\text{отв}} = 10$ мм, при скорости течения воды в отверстиях $V_{\text{отв}} = 1,5$ м/с.

Площадь одного отверстия определяется по формуле

$$f_{1\text{отв}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{отв}}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,01^2}{4} = 0,00008 \text{ м}^2$$

Суммарная площадь отверстий определяется по формуле

$$\sum f_{\text{отв}} = \frac{q_{\text{тр}}}{V_{\text{отв}}} = \frac{0,0015}{1,5} = 0,001 \text{ м}^2$$

Общее количество отверстий равно

$$n_{\text{отв}} = \frac{\sum f_{\text{отв}}}{f_{1\text{отв}}} = \frac{0,001}{0,00008} = 14 \text{ шт}$$

Принимается по 7 отверстий с каждой стороны трубы, расположенные на расстоянии

$$L = \frac{L_{\text{стр}}}{n_{\text{отв}}} = \frac{8000}{7} = 1140 \text{ мм}$$

Отверстия располагаются в шахматном порядке и направлены вниз под углом 45° .

Так как накопление осадка происходит неравномерно по длине отстойника, предусматривается система напорного гидравлического смыва осадка. В результате уплотненный слой осадка взмучивается и отводится перфорированными трубами.

Напорная гидравлическая система смыва осадка включает систему распределительных труб с насадками, через которые в отстойник под напором подается вода. В результате уплотненный слой осадка взмучивается и отводится дырчатыми трубами. Напорный гидравлический смыв осадка производится через 12 часов.

В каждую секцию отстойника устанавливаются две телескопические трубы. Принимается по шесть бронзовых патрубков на каждой трубе, расположенных на расстоянии 1,3м. Длина патрубков $l_{\text{п}}=60\text{мм}$, диаметр $d_{\text{п}}=10\text{мм}$. Скорость движения воды в патрубке $V_{\text{п}}=3\text{м/с}$. Патрубки располагаются под углом 45° к горизонтали.

Расход воды через один патрубок, л/с, определяется по формуле

$$q_{\text{п}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{п}}^2}{4} \cdot V_{\text{п}} = \frac{3,14 \cdot 0,01^2}{4} \cdot 3 = 0,2\text{л/с}$$

Требуемая подача насоса для напорного гидравлического смыва осадка равна

$$Q_{\text{нас}} = 6 \cdot q_{\text{п}} \cdot 2 \cdot t = 6 \cdot 0,2 \cdot 2 \cdot 1 = 2,4\text{л/с}$$

Требуемый напор насоса для гидравлического смыва осадка, м, определяется по формуле

$$H_{\text{нас}} = H_{\text{п}} + \Sigma h_w \quad (1.35)$$

где $H_{\text{п}}$ – напор, создаваемый в патрубке;

Σh_w – потери напора в трубопроводе, м.

$$H_{\text{п}} = \frac{q_{\text{п}}^2 \cdot 16}{\mu^2 \cdot \pi^2 \cdot d_{\text{п}}^4 \cdot 2g} = \frac{0,0002^2 \cdot 16}{0,7^2 \cdot 3,14^2 \cdot 0,01^4 \cdot 2 \cdot 9,81} = 0,7\text{м}$$

где μ – коэффициент расхода, принимается $\mu=0,7$;

Определение потерь напора сведено в таблицу А.2. Расчетная схема показана на рисунке А.6.

По формуле (1.35)

$$H_{\text{нас}} = 0,7 + 5,6 = 6,3 \text{ м}$$

что не превышает напор насоса второго подъема.

Общий объем баков для накопления осадка определяется по формуле

$$W_6 = m \cdot K_p \cdot W_{oc} = 1 \cdot 2 \cdot 0,47 = 0,95 \text{ м}^3$$

Принимаются два бака, размеры каждого бака 1,0×1,0×1,0 м. Баки располагаются на территории очистных сооружений, заглубляются и обваловываются.

Требуемая подача насоса для непрерывной перекачки осадка на фильтр-пресс определяется по формуле

$$Q_n = \frac{W_6}{t_n} = \frac{0,95}{12} = 0,085 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Требуемый напор насоса обуславливается рабочим давлением на фильтр-прессе 1,2 МПа, и равен $H_n=120\text{м}$.

Принимается один рабочий насос марки НД 100/10 и резервный насос той же марки. Принятый насосный агрегат имеет размеры в плане 570×250 мм. Насос обслуживается электродвигателем марки А02-32-4, мощностью 3 кВт. Масса агрегата 102 кг.

1.4.6 Расчет скорых фильтров

Пройдя первую ступень очистки - горизонтальные отстойники, вода подается на вторую ступень очистки - скорые фильтры. Скорые фильтры размещаются в отдельном помещении (зале скорых фильтров).

Расчетная скорость фильтрации принимается 5 м/ч. По окончании фильтрационного цикла одного скорого фильтра, он выключается из работы для промывки фильтрующей загрузки. В это время остальные скорые фильтры переходят на форсированный режим работы, скорость фильтрации при котором принимается не более 10 м/ч.

Для улучшения качества промывки предлагается перед водяной промывкой осуществлять продувку фильтрующей загрузки воздухом. Предварительная продувка воздухом фильтрующей загрузки способствует ослаблению адгезионных связей частиц взвеси с зернами фильтрующей загрузки. Вследствие этого выравнивается гидравлическое сопротивление

фильтрующей загрузки по всей площади скорого фильтра. Последующая подача промывной воды в толщу загрузки вымывает из нее загрязнения и способствует удалению пузырьков воздуха, которые остались в загрузке после ее продувки воздухом.

Интенсивность подачи воздуха на продувку загрузки перед водяной промывкой принимается $20 \text{ л/с}\cdot\text{м}^2$. Время продувки фильтрующей загрузки воздухом составляет 2 минуты. Промывная вода подается с интенсивностью $18 \text{ л/с}\cdot\text{м}^2$ в течение 5 минут. Загрузка каждого фильтра промывается указанным способом один раз в сутки.

Простой фильтра в связи с промывкой $\tau_{\text{пр}} = 0,5 \text{ ч}$.

Удельный расход воды на промывку определяется по формуле

$$q_{\text{пр}} = \frac{\omega \cdot 60 \cdot \tau}{1000} = \frac{18 \cdot 60 \cdot 5}{1000} = 5,4 \text{ м}^3/\text{м}^2 \quad (1.36)$$

где ω – интенсивность подачи промывной воды, $\text{л/с}\cdot\text{м}^2$;
 τ – продолжительность подачи промывной воды, мин.

Общая площадь фильтров определяется по формуле

$$\Sigma F = \frac{Q}{T_{\text{ст}} \cdot V_{\text{н}} - n_{\text{пр}} \cdot q_{\text{пр}} - n_{\text{пр}} \cdot \tau_{\text{пр}} \cdot V_{\text{н}}} \quad (1.37)$$

где Q – производительность станции очистки воды, равна $330 \text{ м}^3/\text{сут}$;

$T_{\text{ст}}$ – продолжительность работы станции в течение суток $T_{\text{ст}} = 24 \text{ часа}$;

$V_{\text{н}}$ – скорость фильтрования при нормальном режиме работы, м/ч ;

$n_{\text{пр}}$ – число промывок каждого фильтра в сутки при нормальном режиме эксплуатации, принимается одна промывка, время между промывками 24 часа;

$\tau_{\text{пр}}$ – время простоя фильтра в связи с промывкой, ч.

$$\Sigma F_{\phi} = \frac{330}{24 \cdot 5 - 1 \cdot 5,4 - 1 \cdot 0,5 \cdot 5} = 2,95 \text{ м}^2$$

Число фильтров ориентировочно определяется по формуле

$$N = 0,5 \cdot \sqrt{\Sigma F_{\phi}} \quad (1.38)$$

$$N = 0,5 \cdot \sqrt{2,95} = 1 \text{ шт}$$

Площадь одного фильтра равна

$$F_{\phi} = \frac{\Sigma F_{\phi}}{N} = \frac{2,95}{1} = 2,95 \text{ м}^2$$

Проект предусматривает установку двух скорых фильтров (один рабочий, один резервный), каждый из которых имеет площадь фильтрации 3 кубических метра. Корпус скорого фильтра представляет железобетонный резервуар прямоугольной формы в плане. В данном проекте предпочтение отдается скорым фильтрам с боковым каналом.

Ширина бокового канала составляет 500 мм. Длина скорого фильтра составляет 1,8 м, а ширина - 1,7 м. Толщина стен скорого фильтра принимается равной 100 мм.

1.5 Обеззараживание воды

В данном проекте принимаем обеззараживание воды жидким хлором. Суточный расход хлора определяется по формуле:

$$\sigma_{\text{хл}} = \frac{Q_{\text{о.с.}} D_{\text{хл}}}{1000} \quad (1.39)$$

где $D_{\text{хл}}$ – доза активного хлора, мг/л, принимается 1 мг/л;

$Q_{\text{о.с.}}$ – суточная производительность очистных сооружений, м³/сут.

$$\sigma_{\text{хл}} = \frac{330 \cdot 1}{1000} = 0,33 \text{ кг/сут}$$

Хлорное хозяйство включает в себя склад хлора и установку для приготовления и дозирования газообразного хлора для получения хлорной воды. Расходный склад хлора и хлордозаторная размещаются в отдельном здании, а испарители хлора размещаются в хлордозаторной.

Требуемое количество рабочих хлораторов определяется по формуле:

$$n = \frac{\sigma_{\text{хл}}}{q_{\text{хл}} \cdot 24} \quad (1.40)$$

где $q_{\text{хл}}$ – производительность хлоратора ХВ-11, кг/ч, принимается равная 0,05.

$$n = \frac{0,33}{0,05 \cdot 24} = 0,275$$

принимается один рабочий хлоратор.

Число точек ввода хлора принимается равным одной. Количество резервных хлораторов на одну точку ввода принимается одним.

Хлор поставляется на станцию в баллонах. Суточный расход баллонов хлора рассчитывается по формуле:

$$n_{\text{бал}} = \frac{\sigma_{\text{хл}}}{\sigma} \quad (1.41)$$

где σ – емкость одного баллона, принимается равной 40м^3 .

$$n_{\text{бал}} = \frac{0,33}{40} = 0,00825$$

Расход баллонов с хлором равен 1 баллон в 4 месяца.

Требуемое количество рабочих баллонов для съема необходимого расхода хлора определяется по формуле

$$n_{\text{бал}}^{\text{раб}} = \frac{\sigma_{\text{хл}}}{24 \cdot S_{\text{хл}}} \quad (1.42)$$

где $S_{\text{хл}}$ – съем хлора с одного баллона без подогрева, принимается $0,6 \text{ кг/ч}$.

$$n_{\text{бал}}^{\text{раб}} = \frac{0,33}{24 \cdot 0,6} = 0,023$$

Приготовление хлорной воды осуществляется в хлораторной. В этом помещении располагаются баллон с жидким хлором, стоящий на весах, баллон-испаритель, смеситель, от которого хлорная вода сбрасывается по трубе, и бачок с водой постоянного уровня.

На трубопроводе, соединяющем баллон-испаритель с смесителем, установлены фильтр, редукционный клапан, манометр низкого давления, регулирующий кран, ротаметр и предохранительный клапан. Фильтр соединен с манометром высокого давления через мембрану.

Трубопровод, подающий воду из водопровода, и трубопровод, подающий хлорную воду, соединены через эжектор.

Схема устройства хлораторной приведена на рисунке А.7

1.6 Сооружения обработки промывной воды скорых фильтров

Суточный режим работы водопроводной станции использует значительный объем воды, используемой на промывку фильтрующей загрузки скорых фильтров. В проекте предусматривается повторное использование промывной воды на станции очистки. Обработка промывной воды

осуществляется усреднением с последующим направлением в голову очистных сооружений (перед смесителем). Повторное использование промывной воды уменьшает расход воды на собственные нужды станции и снижает плату за пользование природными ресурсами.

Предлагаемый способ обработки промывной воды имеет важное экологическое значение. Кроме того, в промывной воде содержатся хлопья коагулированных гидроокисей коагулянтов, адсорбционная емкость которых полностью не исчерпана. Возвращение промывной воды и добавление их в обрабатываемую воду улучшает процесс коагуляции, уменьшает расход коагулянтов.

Осадок, образовавшийся вследствие обработки промывной воды, предлагается периодически вывозить на полигоны хранения бытовых и производственных отходов. Сооружения по обороту промывной воды размещаются на территории очистных сооружений.

1.7 Расчет резервуара-усреднителя

В проекте принимается комплекс сооружений, в котором основным элементом являются резервуары-усреднители. Сооружения состоят из насосной станции, песколовок и резервуаров-усреднителей. Подача промывной воды на сооружения и ее обработка осуществляются через равные промежутки времени. Промывная вода самотеком подается в песколовку, откуда поступает в резервуар-усреднитель. Принимается два резервуара-усреднителя, емкость каждого рассчитывается на одну промывку по формуле

$$W_{\text{уср}} = \frac{\omega \cdot F_{\phi} \cdot \tau \cdot 60}{1000} \quad (1.43)$$

$$W_{\text{уср}} = \frac{18 \cdot 2,95 \cdot 5 \cdot 60}{1000} = 15,93 \text{ м}^3$$

Длина усреднителя, м, равна

$$L = \frac{W_{\text{уср}}}{B \cdot H} \quad (1.44)$$

где В и Н – ширина и высота усреднителя, принимается 5 и 2 м.

$$L = \frac{15,93}{5 \cdot 2} = 2 \text{ м}$$

Время перекачки, ч, определяется по формуле

$$t_{\text{перек}} = \frac{24}{N_{\phi} \cdot n_{\text{пр}}} = \frac{24}{1 \cdot 1} = 24 \text{ч}$$

Производительность насоса, м³/ч, равна

$$Q_{\text{н}} = \frac{W_{\text{уср}}}{t_{\text{перек}}} = \frac{15,93}{24} = 0,66 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Подобран насос марки К-8/18, габаритные размеры насоса: 760×240×275 мм. Марка электродвигателя АО2-41-2, мощность – 2,2 кВт, частота оборотов 2900 об/мин. Масса насосного агрегата 67 кг. Принимается два насоса: рабочий и резервный. Удаление осадка из песколовков осуществляется при помощи стационарных гидроэлеваторов, которые устанавливаются в каждой из двух песколовков. Вода на гидроэлеваторы подается от насоса второго подъема. Предусмотрена установка насоса-повысителя напора марки Ч90/20.

Осадок из резервуаров-усреднителей перекачивается на иловые площадки при помощи насоса марки СД-25,5/14,5. Насос снабжен электродвигателем АО2-31-4 мощностью 3 кВт, частотой оборотов 1450 об/мин. Масса агрегата 140 кг. Принимается один рабочий и один резервный насос.

Для обмыва резервуаров-усреднителей при их чистке и ремонте предусмотрена система водопровода с поливочным краном, удаление осадка из прямков решено с помощью эжекторов.

В целях утепления сооружения надежно обвалываются землей. Внутри резервуары-усреднители и песколовки должны иметь надежную заделку стыков. В противном случае с течением времени эксплуатации сооружений возможны утечки промывной воды, а это в свою очередь ведет к постепенному разрушению строительных конструкций.

Каждый резервуар-усреднитель снабжается специальными лазами с лестницами. Они предназначены для очистки резервуаров и их ремонта. Все резервуары-усреднители и песколовки обеспечиваются вентиляцией с естественным побуждением.

1.8 Расчет объема резервуара чистой воды

Резервуары чистой воды играют ключевую роль на водоочистных станциях, обеспечивая непрерывное и стабильное снабжение населения питьевой водой. Эти сооружения обычно имеют большой объем, что позволяет сохранять запас воды на продолжительное время. Кроме того, они часто оснащаются различными дополнительными элементами, такими как насосы, датчики уровня воды, системы автоматического управления и другие.

Для поддержания качества воды в резервуарах регулярно проводятся проверки и обслуживание, поскольку даже очищенная вода может подвергаться

загрязнению в процессе хранения и транспортировки. Кроме того, важно учитывать потребности населения в питьевой воде и правильно распределять ее между резервуарами.

Для определения необходимого объема резервуаров чистой воды необходимо учитывать максимальный расход воды в час и опыт эксплуатации. Обычно рекомендуется, чтобы объем резервуаров составлял примерно 20-30% от суточной производительности очистных сооружений природных вод. Это позволяет обеспечить достаточный запас воды для случаев повышенного потребления или чрезвычайных ситуаций.

Объём резервуара чистой воды определяется:

$$W_{\text{общ}} = W_{\text{нпз}} + W_{\text{рег}} + W_{\text{с.н}} \quad (1.45)$$

где $W_{\text{нпз}}$ – объем неприкосновенного противопожарного запаса воды, 13,5 м³/сут;

$W_{\text{с.н}}$ – объем воды для собственных нужд водопроводных очистных сооружений, при повторном использовании промывных вод принимается от 3 до 14 процент от максимального суточного водопотребления;

$W_{\text{рег}}$ – регулирующий объем воды, м³.

$$W_{\text{рег}} = Q_{\text{сут}}^{\text{Max}} \left[1 - K_{\text{н}} + (K_{\text{ч}} - 1) \cdot \left(\frac{K_{\text{н}}}{K_{\text{ч}}} \right)^{\frac{K_{\text{ч}}}{K_{\text{ч}} - 1}} \right] \quad (1.46)$$

где $Q_{\text{сут}}^{\text{Max}}$ - расход воды в сутки максимального водопотребления, м³/сут;

$K_{\text{н}}$ - отношение максимальной часовой подачи воды в регулируемую емкость при станциях водоподготовки, насосных станциях или в сеть водопровода с регулирующей емкостью к среднему часовому расходу в сутки максимального водопотребления.

$K_{\text{ч}}$ - коэффициент часовой неравномерности отбора воды из регулирующей емкости или сети водопровода с регулирующей емкостью. Потребителем по отношению к РЧВ является НС-II и, соответственно, $K_{\text{ч}}=1,3$.

Коэффициент $K_{\text{н}}$ находится по следующей формуле

$$K_{\text{н}} = \frac{Q_{\text{ч}}^{\text{max}}}{Q_{\text{ч}}^{\text{ср}}} \quad (1.47)$$

$$Q_{\text{ч}}^{\text{max}} = \frac{K_{\text{ч}} \cdot Q_{\text{сут}}^{\text{Max}}}{24} = \frac{1,43 \cdot 1980}{24} = 89,7 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (1.48)$$

$$K_{\text{н}} = \frac{89,7}{68,5} = 1,3$$

$$W_{\text{рег}} = 1495 \left[1 - 1,3 + (1,32 - 1) \cdot \left(\frac{1,3}{1,32} \right)^{\frac{1,32}{1,32-1}} \right] = 29,9 \text{ м}^3$$

$$W_{\text{с.н}} = 0,08 \cdot 1495 = 119,6 \text{ м}^3.$$

$$W_{\text{общ}} = 13,5 + 29,9 + 119,6 = 160 \text{ м}^3$$

В данном проекте предполагается использование двух стандартных стальных вертикальных резервуаров объемом 80 м³ каждый. Эти резервуары оснащены специальной вентиляционной системой и имеют следующие габариты: длина – 5 м, ширина – 4 м, высота – 4 м.

2 Технология строительного производство

Чистая вода поступает в резервуар, откуда насосной станцией второго подъема подается потребителям. Для того чтобы обеспечить подачу воды потребителям, необходимо построить водопровод. Вода для строительства будет снабжаться от временно смонтированного водопровода, энергия будет получаться от передвижных электрических агрегатов, а связь обеспечится через телефонную линию. Водопровод будет прокладываться вдоль проезжей части дороги, где грунт представлен суглинком.

2.1 Земляные работы

Земляные работы – это один из типов строительных работ, который включает в себя создание выемки грунта или его дополнительную насыпку. Этот процесс включает в себя несколько этапов, включая вертикальную планировку площадок, разработку котлована и обратную засыпку грунта.

Устройство временного ограждения

До начала строительных работ необходимо выполнить ограждение строительной площадки, периметр ограждения, м, определяется по формуле:

$$P_{\text{огр.}} = (20 + l_1) \cdot 2 + (20 + l_2) \cdot 2 \quad (2.1)$$

где l_1, l_2 - длина и ширина здания в плане, по заданию, м.
Расстояние от осей в каждую сторону принимаем 20 м.

$$P_{\text{огр.}} = (20 + 5) \cdot 2 + (20 + 4) \cdot 2 = 98 \text{ м}$$

Срезка растительного слоя

При разработке котлована срезку растительного слоя следует производить с площади (для котлована), м^2 :

$$S_1 = (10 + l_{1\text{п.в.}} + 10) \cdot (10 + l_{2\text{п.в.}} + 10) \quad (2.2)$$

где $l_{1\text{п.в.}}$ - длина котлована по верху, м;
 $l_{2\text{п.в.}}$ - ширина котлована по верху, м.

$$l_{1\text{п.в.}} = l_{1\text{п.н.}} + 2 \cdot m \cdot h \quad (2.3)$$

$$l_{2\text{п.в.}} = l_{2\text{п.н.}} + 2 \cdot m \cdot h \quad (2.4)$$

где $l_{1\text{п.н.}}$ - длина котлована по низу, м;
 $l_{2\text{п.н.}}$ - ширина котлована по низу, м;

m – коэффициент крутизны откоса.

$$l_{1п.в.} = 5 + 2 \cdot 0,75 \cdot 3,8 = 8,8 \text{ м}$$

$$l_{2п.в.} = 4 + 2 \cdot 0,75 \cdot 3,8 = 7,8 \text{ м}$$

$$S_1 = (10 + 8,8 + 10) \cdot (10 + 7,8 + 10) = 800,64 \text{ м}^2$$

Разработка грунта в котловане и траншеи съезда в котлован

Объем котлована, м^3 , определяется по формуле:

$$V_k = \frac{h}{6} [(2l_{1п.н.} + l_{1п.в.}) \cdot l_{2п.н.} + (2l_{1п.в.} + l_{1п.н.}) \cdot l_{2п.в.}] \quad (2.5)$$

$$V_k = \frac{3,8}{6} [(2 \cdot 5 + 8,8) \cdot 4 + (2 \cdot 8,8 + 5) \cdot 7,8] = 359,9 \text{ м}^3$$

Разработка недобора грунта

Объем недобора грунта, м^3 , определяется по формуле:

$$V_{\text{недоб.}} = F_k \cdot \Delta h_H \quad (2.6)$$

где F_k – площадь дна котлована, м^2 ;

Δh_H - $0,05 \div 0,2$ - величина недобора грунта при экскаваторной разработке.

$$F_k = l_{1п.н.} \cdot l_{2п.н.} \quad (2.7)$$

$$F_k = 5 \cdot 4 = 20 \text{ м}^2$$

$$V_{\text{недоб.}} = 20 \cdot 0,2 = 4 \text{ м}^3$$

Устройство бетонной подготовки под фундаменты

В нескальных грунтах под монолитные фундаменты устраивается бетонная подготовка из тощего бетона.

Объем бетонной подготовки под один фундамент составляет:

$$W_{\Pi} = F_{\Pi} \cdot h_{\Pi} \quad (2.8)$$

где F_{Π} – площадь подготовки, м^2 ;

h_{Π} – толщина бетонной подготовки, 0,2 м.

$$F_{\Pi} = a_1 \cdot b_1 \quad (2.9)$$

где a_1 и b_1 – размеры бетонной подготовки, м.

$$F_{\Pi} = 1,8 \cdot 1,8 = 2,56 \text{ м}^2$$

$$W_{\Pi} = 2,56 \cdot 0,2 = 0,512 \text{ м}^3$$

Установка опалубки

Объем опалубочных работ равен площади опалубливаемых поверхностей. Следовательно площадь опалубки будет равна 72 м^2 .

Обратная засыпка

Объем грунта, подлежащий обратной засыпке в пазух котлована в здании с подвалами, м^3 , определяется по формуле (для котлована):

$$V_{\text{о.з.}} = \frac{V_{\text{к}} - V_{\text{под}}}{1 + K_{\text{ор}}} \quad (2.10)$$

где $V_{\text{к}}$ - объем котлована, м^3 ;

$V_{\text{под}}$ – объем подвала, м^3 ;

$K_{\text{ор}}$ – коэффициент остаточного разрыхления.

$$V_{\text{под}} = l_1 \cdot l_2 \cdot h_{\text{ф(в)}} \quad (2.11)$$

где l_1, l_2 - длина и ширина здания в плане, по заданию, м;

$h_{\text{ф(в)}}$ – высота наружной подвальной части здания, м.

$$V_{\text{под}} = 5 \cdot 4 \cdot 0,2 = 4 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{о.з.}} = \frac{359,9 - 4}{1 + 1,07} = 171,9 \text{ м}^3$$

Уплотнение грунта

Объем уплотнения, м^2 , измеряется в основном площадью уплотнения. Ее можно найти, задавшись средним значением толщины уплотняемого слоя:

$$F_{\text{упл.}} = \frac{V_{\text{о.з.}}}{h_y} \quad (2.12)$$

где $V_{\text{о.з.}}$ - объем обратной засыпки, м^3 ;

h_y - толщина уплотняемого слоя, $0,2 \div 0,4$ м.

$$F_{\text{упл.}} = \frac{171,9}{0,3} = 573 \text{ м}^2$$

Окончательная планировка территории

Окончательная планировка, м^2 , производится после завершения всех земляных работ и устройства коммуникаций.

$$S_{\text{план}} = S_1 - S_{\text{здания}} \quad (2.13)$$

где S_1 - площадь срезки растительного слоя котлована, м^2 ;

$S_{\text{здания}}$ - площадь здания, м^2 .

$$S_{\text{здания}} = l_1 \cdot l_2 \quad (2.14)$$

где l_1, l_2 - длина и ширина здания в плане, по заданию, м.

$$S_{\text{здания}} = 5 \cdot 4 = 20 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{план}} = 800,64 - 20 = 780,64 \text{ м}^2$$

Разбор временного ограждения

После окончания строительных работ необходимо выполнить разбор ограждения строительной площадки, периметр ограждения, м, определяется по формуле:

$$P_{\text{огр.}} = (20 + l_1) \cdot 2 + (20 + l_2) \cdot 2 \quad (2.15)$$

где l_1, l_2 - длина и ширина здания в плане, по заданию, м.

Расстояние от осей в каждую сторону принимаем 20 м.

$$P_{\text{огр.}} = (20 + 5) \cdot 2 + (20 + 4) \cdot 2 = 98 \text{ м}$$

Подбор бульдозера

Сменная эксплуатационная производительность бульдозера определяется по формуле:

$$\Pi_3 = \frac{60 \cdot T \cdot q \cdot \alpha \cdot K_b}{T_n + T_n + \frac{l_r}{V_r} + \frac{l_n}{V_n}} \quad (2.16)$$

где T – продолжительность работы бульдозера в смену, 8 ч;

q – объем грунта, перемещаемый отвалом, м^3 ;

α – коэффициент, учитывающий потери грунта в процессе перемещения; K_b – коэффициент использования машины во времени, 0,8;

T_n – время на набор грунта по категории, мин;

T_n – время, затрачиваемое на переключение скоростей;

l_r, l_n – расчетное расстояние перемещения с грузом и поряжником,
 $l_r=l_n$, м;

V_r, V_n – скорости бульдозера при перемещении грунта (загруженный)
 и передним ходом (поряжником), м/мин.

Марка бульдозера LONKING CDM853.

$$P_3 = \frac{60 \cdot 8 \cdot 1,5 \cdot 1,36 \cdot 0,8}{0,7 + 0,09 + \frac{3}{40} + \frac{3}{83}} = 869,3$$

Таблица 2.1 – Ведомость объемов работ

Наименование процессов	Единицы измерения	Объем работ
Устройство временного ограждения	м	98
Срезка растительного слоя	м ²	800,64
Разработка грунта в котловане и траншеи съезда в котлован	м ³	359,9
Разработка недобора грунта	м ³	4
Устройство бетонной подготовки под фундамент	м ³	0,512
Установка опалубки	м ²	72
Обратная засыпка	м ³	171,9
Уплотнение грунта	м ³	573
Окончательная планировка территории	м ²	780,64
Разбор временного ограждения	м	98

3 Экономика

Расчёт заключается в определении себестоимости очистки 1 м³ воды. Себестоимость определяется по формуле

$$C = \frac{\text{Э}}{Q_{\text{год}}} \quad (3.1)$$

где Э - эксплуатационные затраты в год, тг;
Q_{год} - годовой расход воды, м³ /год.

$$Q_{\text{год}} = 365 \cdot Q_{\text{сут}} = 365 \cdot 1650 = 602250 \text{ м}^3 / \text{год} \quad (3.2)$$

Годовые эксплуатационные затраты определяются по формуле

$$\text{Э} = \text{З}_p + \text{З}_э + \text{З}_{\text{зп}} + \text{З}_{\text{тв}} + \text{З}_{\text{тр}} + \text{З}_n \quad (3.3)$$

где З_p - затраты на реагенты, тыс. тенге

$$\text{З}_p = \frac{K \cdot D_p \cdot Q_{\text{год}}}{10^6} \cdot \text{Ц}_p \quad (3.4)$$

где К - коэффициент, учитывающий качество воды, для гипохлорида натрия – 0,1;

D_p - доза реагента, 1,1 г/м³;

Ц_p - стоимость реагента, тг/т.

$$\text{З}_p = \frac{0,1 \cdot 40 \cdot 602250}{10^6} \cdot 373,92 = 627,81 \text{ тыс. тг.}$$

где З_э - затраты на электроэнергию, тыс. тг. З_э = 3917 тыс. тг.

З_{зп} - затраты на заработную плату, тыс. тг. З_{зп} = 39251 тыс. тг.

З_{тв} - затраты на техническую воду, расходуемую на промывку, тыс.тг.
З_{тв} = 14858 тыс. тг.

З_{тр} – затраты на текущий ремонт, размер которых принимаем в процентах от их стоимости: З_{тр} = -

З_n – неучтённые расходы на отопление помещений, содержащихся участков, приобретение инвентаря и прочие расходы. Принимаются 3 процент от прочих эксплуатационных затрат:

$$\text{З}_n = 0,03 \cdot (\text{З}_p + \text{З}_э + \text{З}_{\text{зп}} + \text{З}_{\text{тв}} + \text{З}_{\text{тр}}) \quad (3.6)$$

$$\text{З}_n = 0,03 \cdot (627,81 + 3917 + 39251 + 14858) = 1759,6 \text{ тыс. тг}$$

$$\mathcal{E} = 627,81 + 3917 + 39251 + 14858 + 1759,6 = 60413,41 \text{ тыс. тГ}$$

$$C = \frac{60413,41 \cdot 10^3}{602250} = 110 \text{ тГ}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках данной дипломной работы была проведена обширная работа по проектированию системы очистки природных вод в п. Катарколь. В ходе исследования были выявлены основные проблемы загрязнения водных ресурсов в данном регионе, а также определены требования к эффективной системе очистки воды.

На основе анализа существующих технологий и методов очистки воды была разработана оптимальная система, учитывающая специфику местных условий и требования к качеству очищенной воды. В процессе проектирования уделено внимание как техническим, так и экономическим аспектам системы, с учетом их устойчивости и эффективности в долгосрочной перспективе.

Основываясь на результате анализа, разработанной концепции и технических характеристик, можно сделать вывод о том, что предложенная система очистки природных вод в п. Катарколь обладает высокой эффективностью и может эффективно справиться с текущими и будущими вызовами в области охраны окружающей среды и обеспечения населения качественной питьевой водой.

Результаты данной работы представляют собой важный вклад в область проектирования систем очистки воды и могут быть использованы как основа для дальнейших исследований и практической реализации проекта по очистке природных вод в рассматриваемом регионе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 СП РК 2.04-01-2017 «Строительная климатология» Комитет по делам строительства и жилищно - коммунационного хозяйства. Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан Астана: 2018.-43с.
- 2 СП РК 4.01-103-2017 «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации» Комитета по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами Министерства Национальной экономики Республики Казахстан от 29.12.2014 № 156-НҚ с 1 июля 2015 года.
- 3 СН РК 1.03-00-2022 «Строительное производство» Председателя Комитета по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства промышленности и строительства РК от 10.04.24 г. № 54-НҚ.
- 4 Аюкаев Р.И., Мельцер В.З. Производство и применение фильтрующих материалов для очистки воды – Л., 2015.
- 5 С.Д.Тюменев Водные ресурсы и водообеспеченность территории Казахстана – М. Алматы, 2018.
- 6 Лобачев, П.В. Насосы и насосные станции / П.В. Лобачев. - М.: Стройиздат; Издание 3-е, перераб. и доп., 2012. - 320 с
- 7 Кожин В.Ф. Очистка питьевой и технической воды, 2018.
- 8 Ткаченко Е.А. «Методика определения основных технологических параметров сооружений систем водоснабжения и водоотведения, очистки сточных вод и обработки осадка». Москва 2014 г.
- 9 Павлинова И.И., Баженов В.И., Губий И.Г. Водоснабжение и водоотведение. Учебник для бакалавров. – Юрай-Издат, 2013г.
- 10 Чудновский С. М. Улучшение качества природных вод – М. МоскваВологда, 2017.
- 11 Никифорова Л. Обеззараживание воды – М. М. LAP. Lambert Academic Publishing, 2014.
- 12 Шачнева Е. Ю. Водоподготовка и химия воды – М. LAP Lambert Academic Publishing, 2014.
- 13 Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета: Стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб. Изд 5-е доп. / Ф. А. Шевелев – М.: Книга по Требованию, 2013.
- 14 Журба М.Г., Нечаев А.П., Ивлева Г.А. и др. Классификатор технологий очистки природных вод. – М.: НИИ ВОДГЕО, 2015.
- 15 Башкатов А.Д. Прогрессивные технологии сооружения скважин. – М. ООО «Недра-Бизнесцентр», 2013.
- 16 Барак К., Бабен Ж., Бернар Ж. и др. Технические записки по проблемам воды. Дегремон. /Пер. с англ. в 2-х т./Под.ред. Т.А. Карюхиной, И.И.Чурбановой. – М.: Стройиздат 36
- 17 Воронов Ю.В., Алексеев Е.В, Саломеев В.П. Водоотведение. – ИНФРАМ, 2014г
- 18 Акименко И.Ю., Медведева Г.Г. Водоснабжение и водоотведение-Издательство ТОГУ, 2018. – С. 23-25.

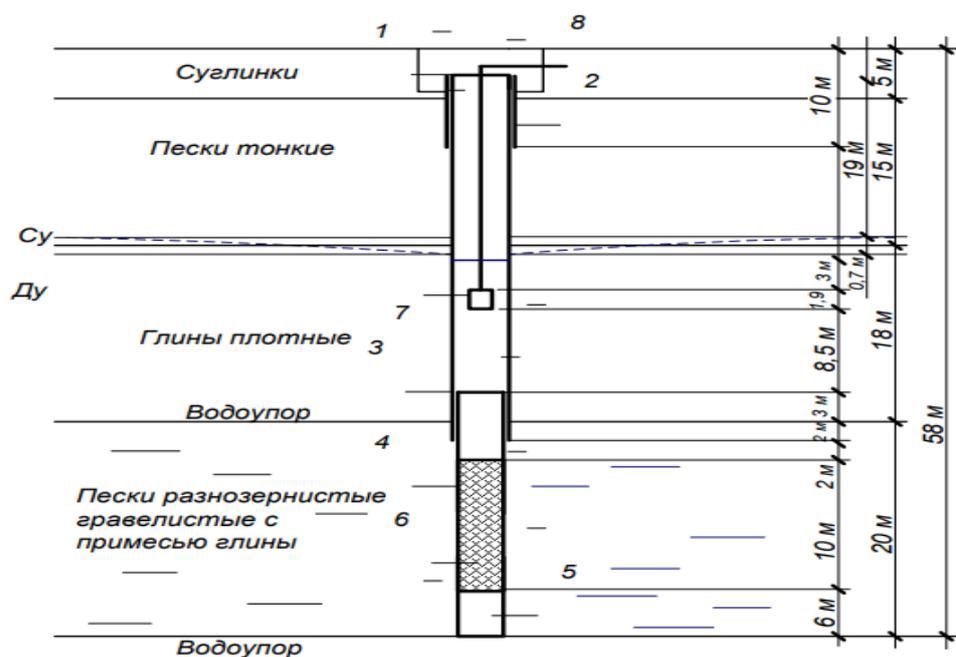
- 19 Курганов А.М. водозаборное сооружение систем коммунального водоснабжения.-Москва, Санкт-Петербург,2016. –С 102-108.
- 20 Саргин Ю.Н., Друскин Л.И., Покровская И.Б. Водопровод и канализация.- Стройиздат,2020. – С 100-110.
- 21 Абрамов Н.Н. Водоснабжение.-Стройиздат, 2021. – С.371.
- 22 Водный кодекс Республики Казахстан от 9 июля 2003 года № 481-ІІ (с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.05.2023 г.).
- 23 Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан. Выпуск №4 ІV квартал 2020 года.
- 24 Об утверждении единой системы классификации качества воды в водных объектах. Приказ Председателя Комитета по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан от 9 ноября 2016 года № 151.
- 25 В.Н. Зацепин «Курсовое и дипломное проектирование водопроводных и канализационных сооружений»-Стройиздат, 2021– С. 20-26
- 26 В.Д. Завгородняя И.В. Проектирование и расчет системы водоснабжения сельского населенного пункта.-Краснодар,2014. – С. 112-120
- 27 А.М. Шейко. Расчет водозаборных сооружений из поверхностных и подземных источников.-Минск БНТУ, 2014. – С. 47-50

Приложение А

Таблица А.1 – Показатели качества воды

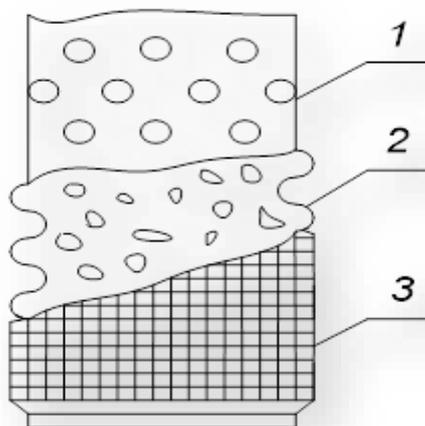
Показатели качества воды	Вода из скважин	Питьевая вода СанПиН 2.1.4559-96
Катионы, мг/дм³		
NH ₄ ⁺	От 0,1 до 0,3	0,3
K ⁺	От 1,8 до 2,7	20
Na ⁺	От 17,1 до 21,5	200
Ca ⁺	От 21,5 до 39,4	30-140
Mg ²⁺	От 11,6 до 20,9	20-85
Fe ²⁺ +Fe ³⁺	От 13,1 до 28	0,3
Mn ²⁺	От 0,5 до 5	0,1
Li ⁺	От 0,01 до 0,03	0,03
Al	От 0,02 до 0,04	0,5
Анионы, мг/дм³		
NO ₃ ⁻	От 0,4 до 0,5	45
Cl ⁻	От 22,8 до 30,6	350
SO ₄ ²⁻	От 14,4 до 130,4	500
F ⁻	От 0,11 до 0,26	1,5
Si	9,5	10
Жесткость общая, мг-экв/дм ³	От 2,03 до 3,6	7,0
Жесткость карбонатная мг-экв/дм ³	От 1,25 до 2,03	7
pH	От 5,97 до 6	От 6,0 до 9,0
Солесодержание, мг/дм ³	350	1000
Окисляемость, мгО ₂ /дм ³	От 0,8 до 3,2	5
Сероводород, мг/дм ³	От 1 до 5	0,003
Сухой остаток при 110 ⁰ С, мг/дм ³	От 211,5 до 366,5	1000
Физические свойства		
Мутность, мг/дм ³	Прозрачная	2,6
Цвет, градусы	Бесцветная	20
Температура, °С	5	

Продолжение приложение А



1-оголовок; 2-кондуктор; 3-эксплуатационная обсадная труба $d=426$ мм; 4- надфильтовая труба $d=377$ мм; 5-фильтр; 6-отстойник; 7-насос ЭЦВ 10-63-40Г; 8-водоподъемная труба

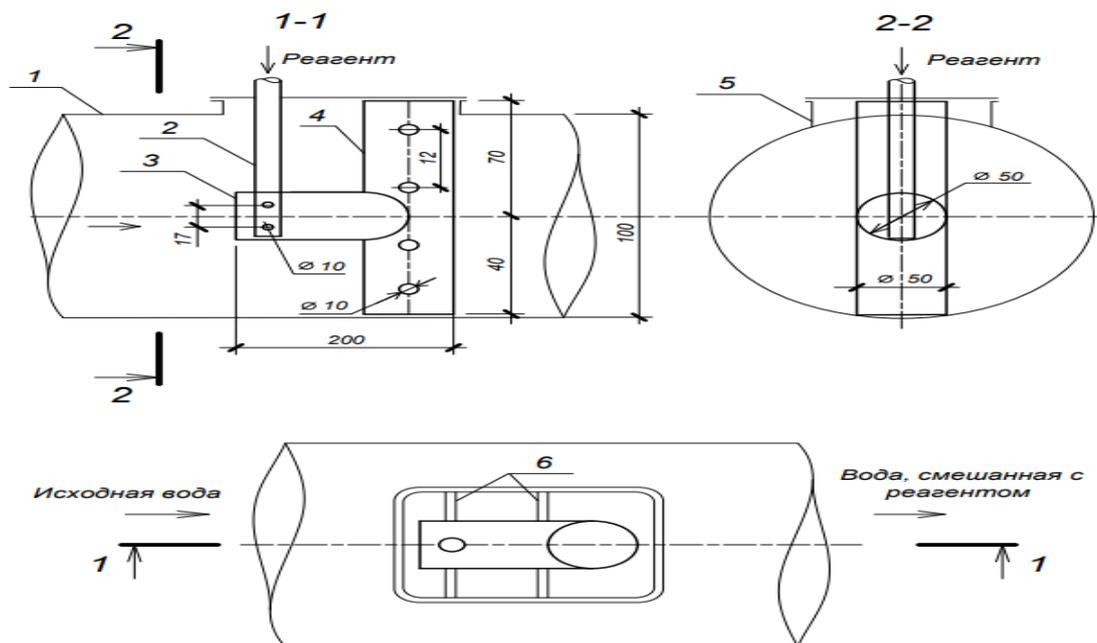
Рисунок А.1 - Конструкция скважины



1 – трубчатый каркас с круглой перфорацией; 2 – сетка подкладная синтетическая;
3 – сетка из нержавеющей стали.

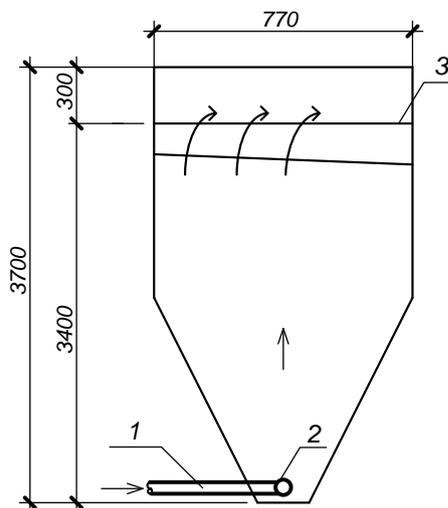
Рисунок А.2 – Конструкция фильтра.

Продолжение приложение А



1 - трубопровод подачи исходной воды от градирни к отстойникам, диаметр 100 мм;
 2 - трубопровод подачи реагента в смеситель, диаметр 16 мм; 3 - составная часть гидродинамического смесителя, труба диаметром 50 мм; 4 - рассеивающая труба, диаметр 50 мм; 5 - люк для установки смесителя; 6 - фиксаторы смесителя

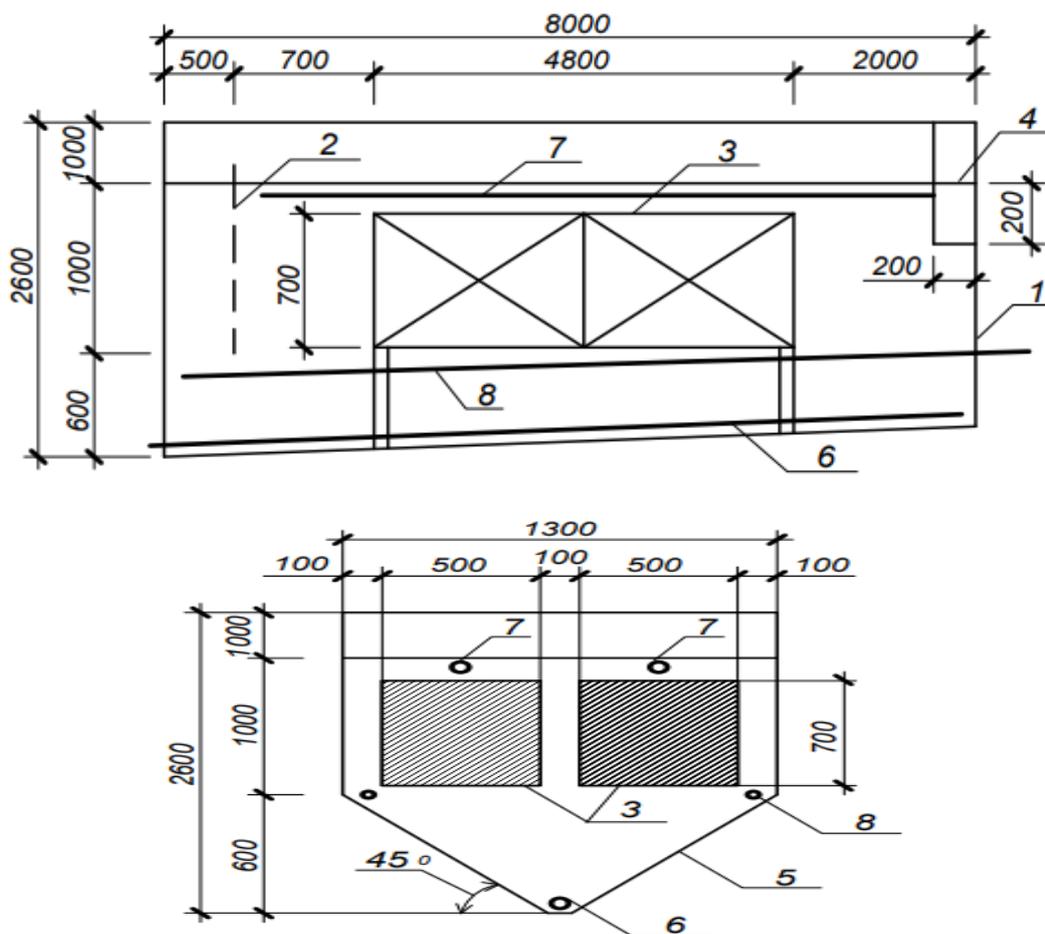
Рисунок А.3 - Схема гидродинамического смесителя



1 - подводный трубопровод, диаметр 100 мм; 2 - распределительный трубопровод, диаметр 110 мм; 3 - сборный лоток, сечение 0,2×0,2 м

Рисунок А.4 - Камера хлопьеобразования

Продолжение приложение А



1 - корпус; 2 - распределительное устройство; 3 - блок тонкослойных элементов; 4 - сборный карман; 5 - зона накопления осадка; 6 - трубопровод выпуска осадка, диаметр 60 мм; 7 - трубопровод сбора осветленной воды, диаметр 60 мм; 8 - трубопровод напорного гидравлического смыва осадка (телескопический), диаметр 25 и 20 мм

Рисунок А.5 - Конструкция горизонтального отстойника

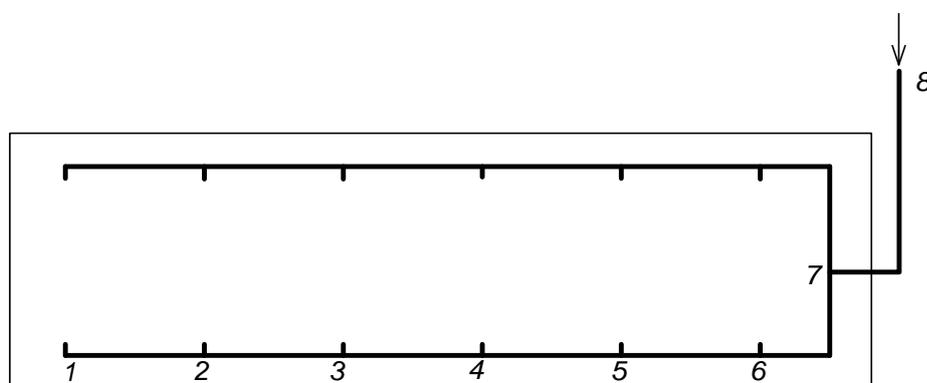
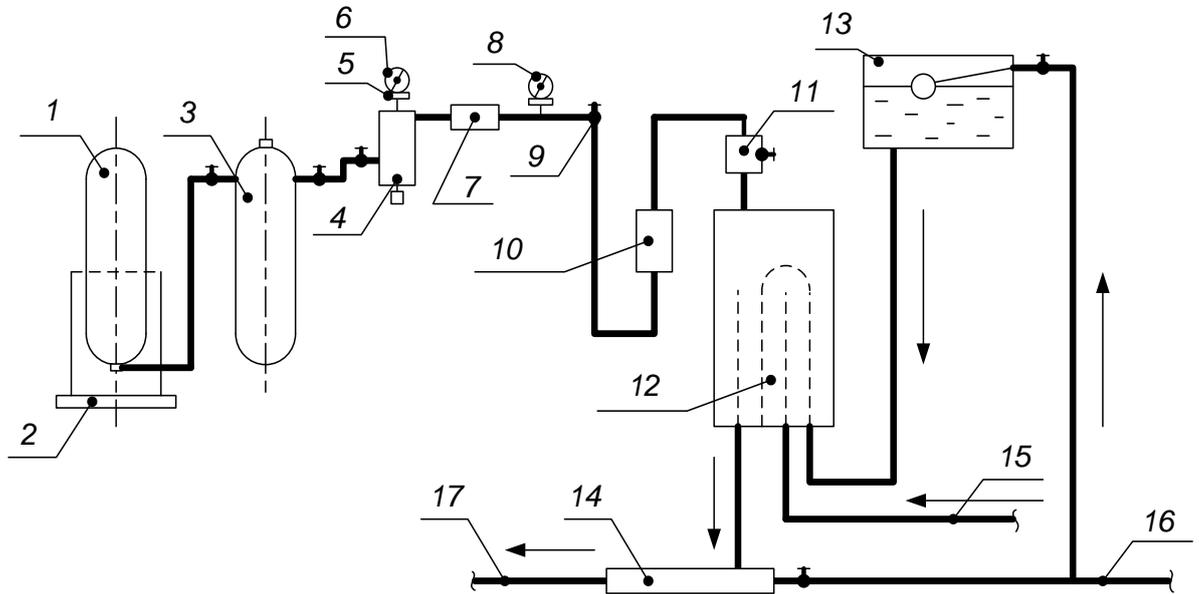


Рисунок А.6 – Расчетная схема трубопроводов для напорного гидравлического смыва осадка

Продолжение приложение А

Таблица А.2 – Расчет системы напорного гидравлического смыва осадка

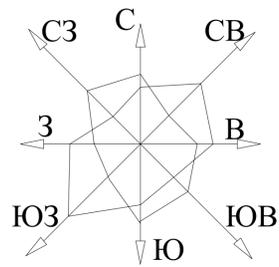
Номер участка	Расход q , л/с	Длина L , м	Диаметр d , мм	Скорость V , м/с	Уклон i	Потери напора h_w , м
1	2	3	4	5	6	7
1-2	0,2	1,3	20	0,62	0,0735	0,11
2-3	0,4	1,3	20	1,25	0,2656	0,4
3-4	0,6	1,3	20	1,87	0,5975	0,9
4-5	0,8	1,3	25	1,5	0,2738	0,4
5-6	1,0	1,3	25	1,87	0,4278	0,64
6-7	1,2	2	25	2,24	0,616	1,85
7-8	2,4	4	40	1,91	0,2558	1,02



1 – баллон с жидким хлором, 2 – весы, 3 – баллон-испаритель, 4 – фильтр, 5 – мембрана,
 6 – манометр высокого давления, 7 – редукционный клапан, 8 – манометр низкого давления,
 9 – регулирующий кран, 10 – ротаметр, 11 – предохранительный клапан, 12 – смеситель,
 13 – бачок с водой постоянного уровня, 14 – эжектор, 15 – труба для сброса хлорной воды,
 16 – подача воды из водопровода, 17 – подача хлорной воды

Рисунок А.7 – Хлораторная для жидкого хлора

ПЛАН СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПОСЕЛКА



Экспликация зданий и сооружений

Поз.	Наименование	Примечание
1	Водозаборная скважина	
2	Насосная станция второго подъема	
3	Очистное сооружение	

Условные обозначения

—В1— Сеть хозяйственно-питьевого водопровода В1

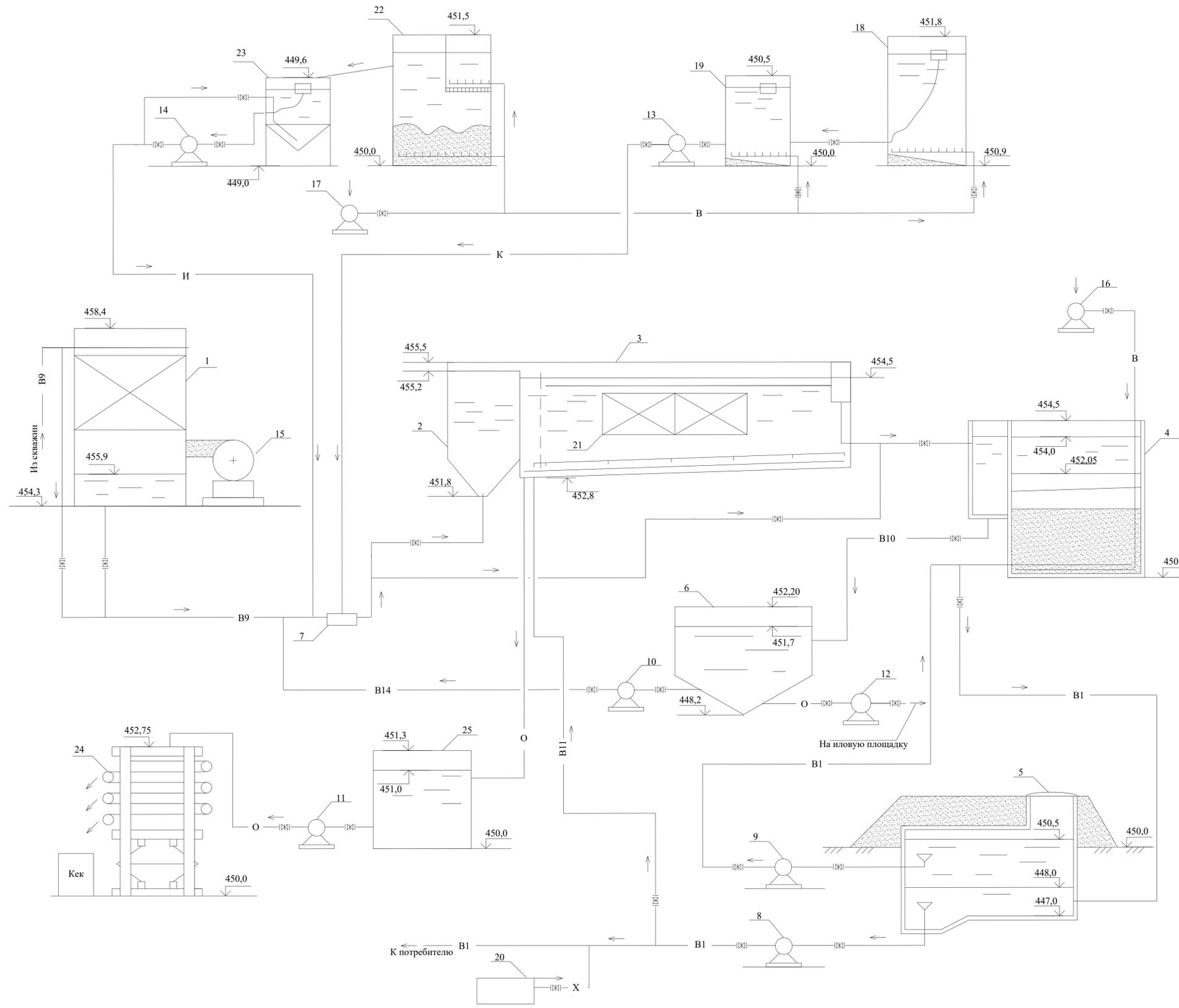
—+—+— Зона санитарной охраны

				КазНИТУ.6В07302.36-03.2024.ДП		
				Проектирование системы очистки природных вод в малых населенных пунктах с числом жителей до 5000 человек		
				Технологический раздел		
				Статья	Лист	Листов
				У	1	5
				План системы водоснабжения поселка		ИИиС им. Т.К. Басенова Кафедра ИСиС
				Масштаб 1:10000		
Изм.	Кол-во	Лист	Н.дек.	Дата		
Эф. экспер.	Алимова К.К.			21.05		
Нормоконтр.	Хайшева А.И.			24.05		
Руководит.	Сидорова Н.В.			24.05		
Консультант	Сидорова Н.В.			24.05		
Выполнил	Кайратов Т.А.			24.05		

СХЕМА ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Экспликация сооружений и оборудования

Поз.	Наименование	Кол-во.	Прим.
1	Вентиляторная градирня	1	
2	Вихревая камера хлопьеобразования	2	
3	Горизонтальный отстойник	2	
4	Скорый безнапорный фильтр	2	
5	Резервуар чистой воды	2	
6	Резервуар-усреднитель	2	
7	Напорный гидродинамический смеситель	2	
8	Насос Д320-50а	2	
9	Насос Д200-36	2	
10	Насос К8/18	2	
11	Насос НД100/10	2	
12	Насос СД-25,5/14,5	2	
13	Насос НД10/25	2	
14	Насос НД63/25	2	
15	Вентилятор СК100А	1	
16	Воздуходувка ВВН1-6	2	
17	Воздуходувка ВК-1,5	2	
18	Растворный бак-хранилище коагулянта	2	
19	Расходный бак коагулянта	2	
20	Хлордозаторная установка	1	
21	Тонкослойный модуль	8	
22	Бак гашения и хранения извести	2	
23	Мешалка известкового молока	2	
24	Фильтр-пресс ФПАКМ-2,5У	1	
25	Бак накопления осадка	2	



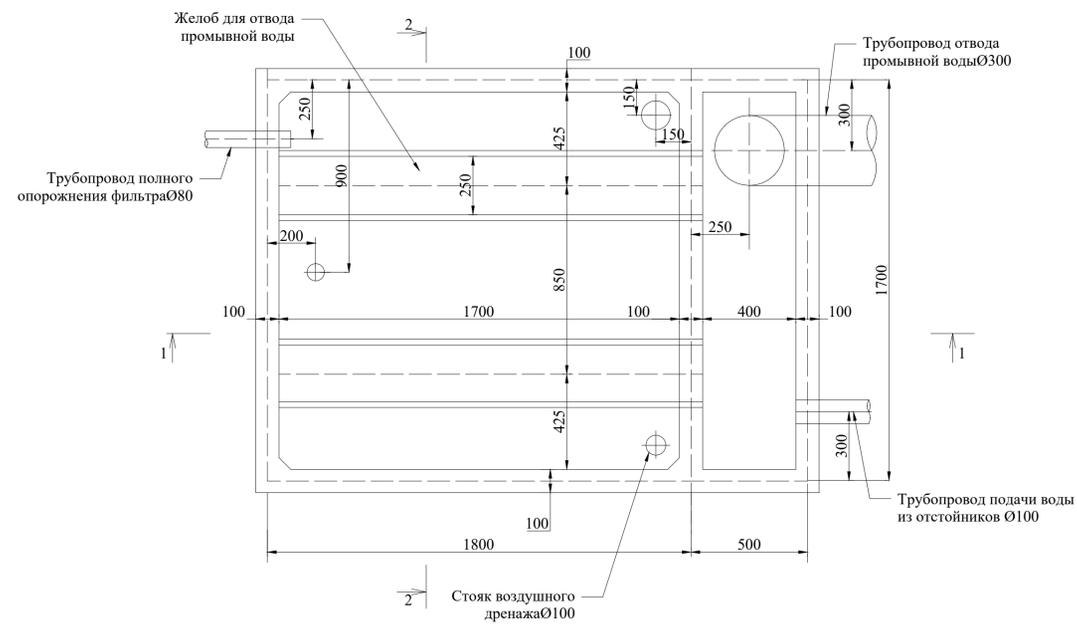
Условные обозначения

- В — Воздух
- В9 — Исходная вода
- В1 — Очищенная вода
- В10 — Вода после промывки фильтра
- В11 — Вода для напорного гидросмыва осадка
- В14 — Усредненная вода
- О — Осадок
- И — Известь
- К — Коагулянт
- Х — Жидкий хлор

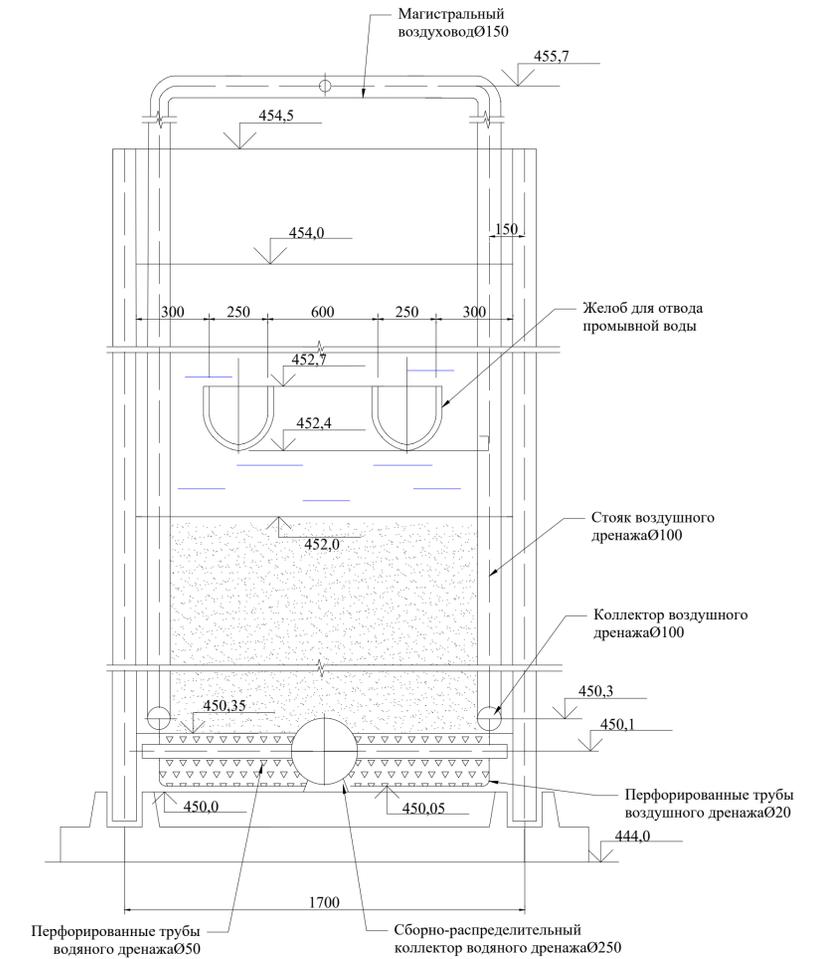
КазННТУ.6В07302.36-03.2024.ДП						
Проектирование системы очистки природных вод в малых населенных пунктах с числом жителей до 5000 человек						
Технологический раздел				Страницы	Лист	Листов
				у	2	
Изм. Колуч. Лист N док. Дата						
Зав. кафедр. Адымова К.К. 23.05						
Нормоконтр. Хойшиев А.Н. 24.05						
Руководит. Сидорова Н.В. 24.05						
Консультант. Сидорова Н.В. 24.05						
Выполнил. Кабыркен Т.А. 24.05						
Схема очистки подземных вод				ИАНС им. Т.К. Басенова		
Масштаб 1:30				Кафедра ИСиС		

СКОРЫЙ ФИЛЬТР

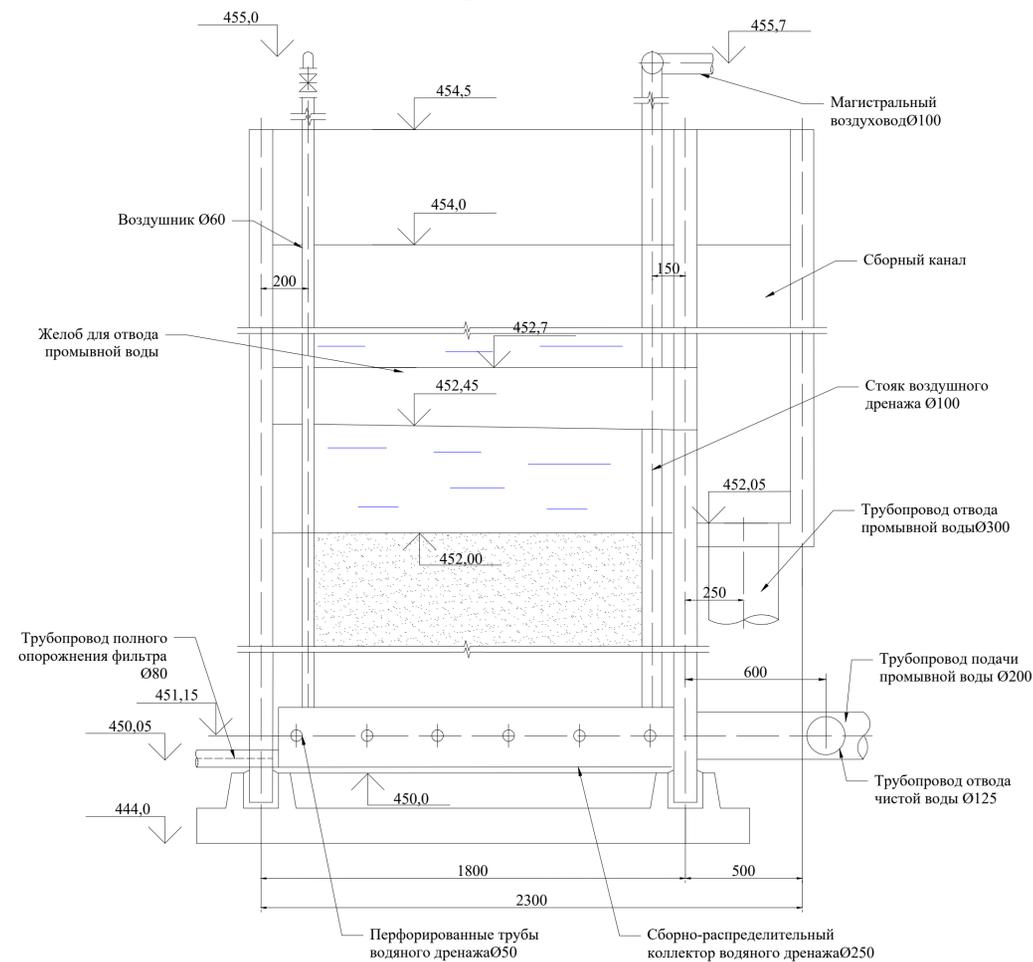
План фильтра



Разрез 2-2

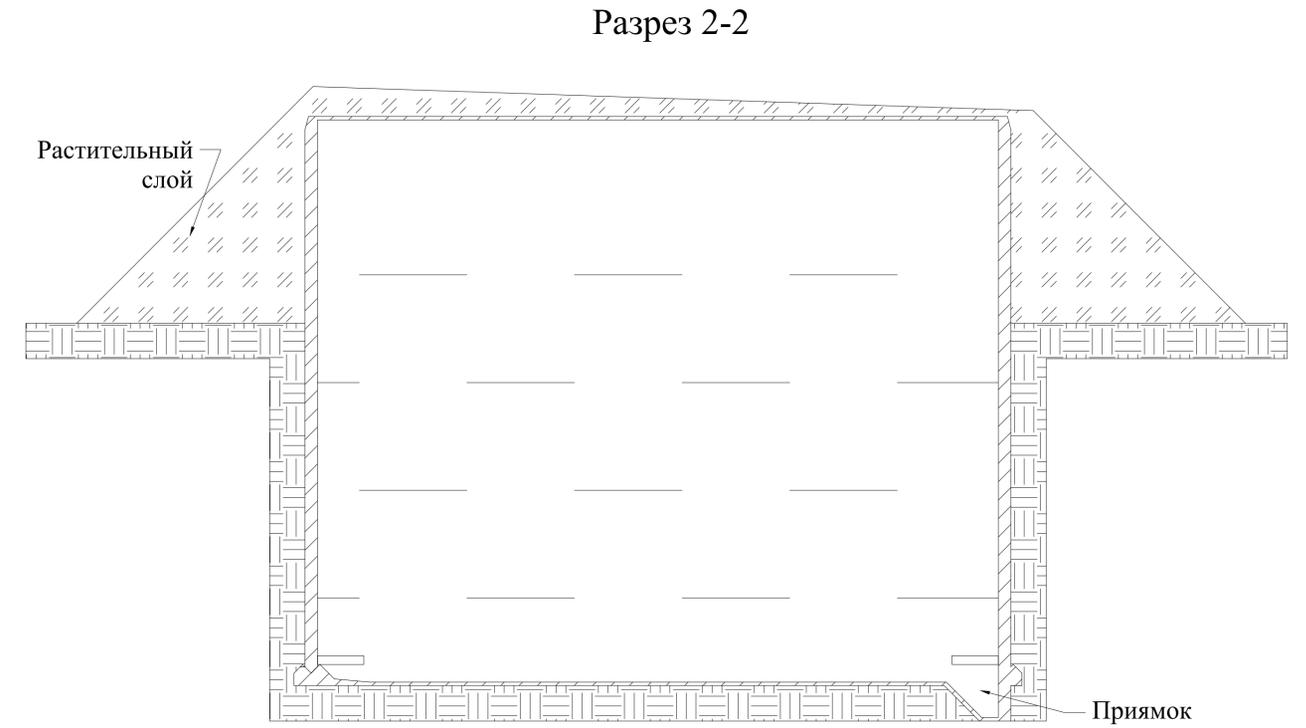
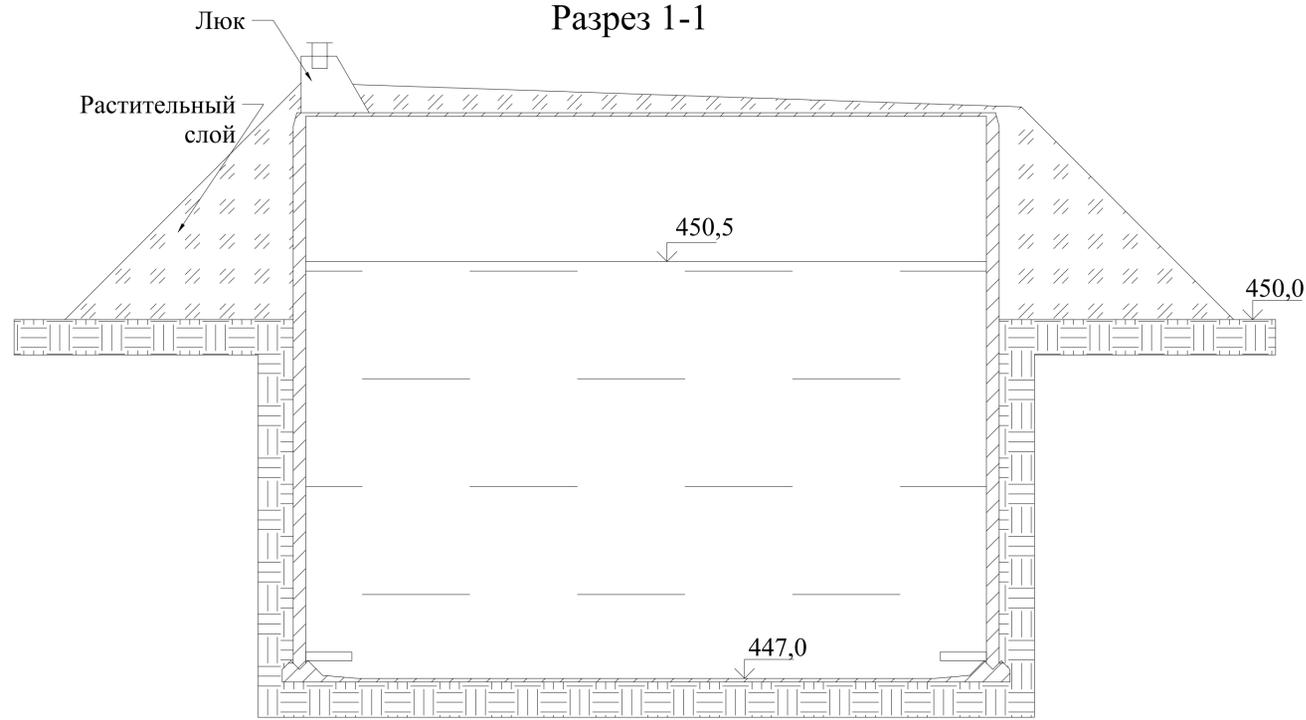


Разрез 1-1



КазНУТУ.6В07302.36-03.2024.ДП					
Проектирование системы очистки природных вод в малых населенных пунктах с числом жителей до 5000 человек					
Технологический раздел					
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Испол.	Дата
					27.09
Заф. кафедр.	Алимова К.К.				24.09
Нормоконтр.	Хойшиева А.Н.				24.09
Руководит.	Смагрова Н.В.				24.09
Консультант	Смагрова Н.В.				24.09
Выполнил	Кайбаржен Т.А.				24.09
Скорый фильтр				ИАНС им. Т.К. Басенова	
Масштаб 1:15				Кафедра ИСиС	

РЕЗЕРВУАР ЧИСТОЙ ВОДЫ



КазНИТУ.6В07302.36-03.2024.ДП					
Проектирование системы очистки природных вод в малых населенных пунктах с числом жителей до 5000 человек					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Дата	Листы
Заф. кафедр.	Алимова К.К.			27.05	
Нормоконтр.	Хойчиев А.И.			27.05	
Руководит.	Сидорова Н.В.			27.05	
Консультант	Сидорова Н.В.			27.05	
Выполнил	Кайваркен Т.А.			27.05	
Технологический раздел				Страницы	Листы
				у	4
Резервуар чистой воды				ИИиС им. Т.К. Басенова	
Масштаб 1:50				Кафедра ИиС	

