

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломную работу
(наименование вида работы)

Хайрым Айзада
(Ф.И.О. обучающегося)

(шифр и наименование ОП)

На тему: Подготовка питьевой воды, содержащей соли жесткости, реагентным методом
Выполнено:

- а) графическая часть на 5 листах
- б) пояснительная записка на 43 страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

Дипломная работа студентки Хайрым Айзада по теме "Подготовка питьевой воды, содержащей соли жесткости, реагентным методом" представляет собой серьезное исследование в области водоснабжения и обработки воды. Автором были сформулированы ясные цели и задачи, рассмотрена актуальность проблемы и предложен новый подход, основанный на реагентном методе.

Замечание: в экономической части работы можно было бы усовершенствовать некоторые аспекты. Важно обратить внимание на более детальное исследование рынка реагентов и оборудования, чтобы получить более точные данные о стоимости и доступности необходимых ресурсов. Также было бы полезным провести сравнительный анализ существующих методов обработки воды и их экономической эффективности, чтобы оценить преимущества и конкурентоспособность предложенного метода.

Оценка работы

Дипломная работа, посвященная проблеме подготовки питьевой воды с высоким содержанием солей жесткости, была выполнена на высоком уровне и получила оценку "отлично". Работа включает в себя исследование и анализ различных методов обработки воды с целью снижения содержания солей жесткости до приемлемого уровня.

Рецензент
ГНП ТОО "Bimes"
(должность, уч. степень, звание)
Раскашев Е.Е.
(подпись)
«29» 06



ОТЗЫВ

НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на дипломный проект
(наименование вида работы)

Найрми Айзага
(Ф.И.О. обучающегося)

6307302, Строительная инженерия
(шифр и наименование ОП)

Тема:

Подготовка мезовой водн. содержащей
соль песчаным реактивным методом

Дипломный проект выполнен в соответствии
с заданием, состоит из расчетно-пояснительной
записки и графической части (5 листов чертежей)

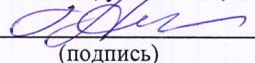
Проектные решения по проектированию
стенки умягченной подготовкой мезовой водн.

За период дипломного проектирования
Найрми Айзага показала хорошую подготовку
по проектированию сооружения мезовой водн.

Дипломный проект оценивается по
рейтинговой системе на 92 балла (А-)
а дипломник академического звания
Бакалавра, Техники и Технологии

Научный руководитель

ассоц. проф. к.т.н. Сизорва НВ
(должность, уч. степень, звание)

 Ф. И.О.

«10» 05 2022 г.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Хайрым Айзада

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: анти_Хайрым.docx

Научный руководитель: Куляш Алимова

Коэффициент Подобия 1: 21.4

Коэффициент Подобия 2: 1.7

Микропробелы: 31

Знаки из здругих алфавитов: 39

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

Алимова Р
Ж

**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 танысқанын мәлімдейді:

Автор: Хайрым Айзада

Тақырыбы: анти_Хайрым.docx

Жетекшісі: Куляш Алимова

1-ұқсастық коэффициенті (30): 21.4

2-ұқсастық коэффициенті (5): 1.7

Дәйексөз (35): 0.2

Әріптерді ауыстыру: 39

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 31

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 30.05.2023 м

Кафедра меңгерушісі

Алимова К

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Хайрым Айзада

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: анти_Хайрым.docx

Научный руководитель: Куляш Алимова

Коэффициент Подобия 1: 21.4

Коэффициент Подобия 2: 1.7

Микропробелы: 31

Знаки из других алфавитов: 39

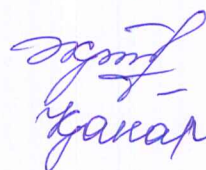
Интервалы: 0

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 30.05.2023 г.

 проверяющий эксперт
Жапарбай Э.У.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

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

Институт Архитектуры и строительства имени Т. К. Басенова

Кафедра Инженерные системы и сети

6B07302 – Строительная инженерия

Хайрым Айзада

Подготовка питьевой воды, содержащей соли жесткости реagentным методом

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту

6B07302 – Строительная инженерия

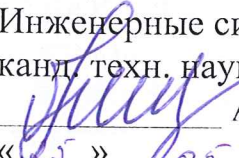
Алматы 2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

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

Институт «Архитектуры и строительства им Т. К. Басенова»

Кафедра «Инженерные системы и сети»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
Инженерные системы и сети
канд. техн. наук, ассоц. проф.
 Алимова К. К.
« 25 » 05 2023г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту

На тему: «Подготовка питьевой воды, содержащей соли жесткости реагентным
методом»

6B07302 – Строительная инженерия

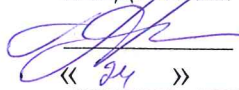
Выполнила 

Хайрым А.

Рецензент

ГЧП «Bimes»
 Р. Р. Рысқамбаев Е.Е.
« 25 » 05 2023г.

Руководитель

канд. техн. наук, ассоц. проф.
 Сидорова Н.В.
« 24 » 05 2023г.



Алматы 2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

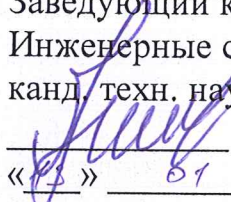
Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева»

Институт Архитектуры и строительства имени Т. К. Басенова

Кафедра Инженерные системы и сети

6B07302 – Строительная инженерия

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
Инженерные системы и сети
канд. техн. наук, ассоц. проф.
 Алимова К. К.
«13» 01 2023г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Обучающемуся Хайрым Айзада

Тема: «Подготовка питьевой воды, содержащей соли жесткости реагентным методом»

Утверждена приказом Проректора по АВ университета №408-П/Ө от «23» ноября 2022г.

Срок сдачи законченного проекта «23» мая 2023г.

Исходные данные к дипломному проекту: Климатические условия населенного пункта, характеристика потребителей водоснабжения, источник водоснабжения, качество природной воды.

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

а) Основной раздел;

б) Технология строительного производства;

в) Экономический раздел.

Перечень графического материала: (с точным указанием обязательных чертежей): 1) технологическая схема; 2) вихревой реактор; 3) скорый фильтр; 4) резервуар чистой воды; 5) технологическая карта монтажно-заготовительных работ.

Рекомендуемая основная литература: из 9 наименований.

ГРАФИК
подготовки дипломного проекта

Наименования разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
Основной раздел	16.01.2023 30.03.2023	<i>выполнено</i>
Технология монтажного производства	01.04.2023 18.04.2023	<i>выполнено</i>
Экономический раздел	21.04.2023 08.05.2023	<i>выполнено</i>

Подписи

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

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф (уч.степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Технология строительного производства	Н.В. Сидорова канд. техн. наук, ассоц. проф.	<i>24.04.2023</i>	<i>[Подпись]</i>
Экономической раздел	Н.В. Сидорова. канд. техн. наук, ассоц. проф	<i>02.05.2023</i>	<i>[Подпись]</i>
Нормоконтролер	А.Н. Хойшиев канд. техн. наук, ассоц. проф.	<i>24.05.2023</i>	<i>[Подпись]</i>

Руководитель

[Подпись] Сидорова Н. В.

Задание приняла к исполнению обучающаяся

[Подпись] Хайрым А.

Дата

«*16*» *01* 2023г.

АНДАТПА

Құрамында қаттылық тұздары бар реагенттік әдіспен жоғары ауыз суды дайындау жобасының мақсаты кальций мен магний тұздарын кетіру, сондай-ақ сумен жанасатын техникалық құрылғылар мен беттерде қақтың пайда болуын болдырмау мақсатында реагенттік әдіспен ауыз судан қаттылық тұздарын жоюды жүзеге асыру болып табылады. Сонымен қатар, жобаның мақсаты ресурстарды пайдалануды азайту және реагенттік әдісті қолдану кезінде қоршаған ортаға теріс әсерді азайту, сондай-ақ дайындалған ауыз суды тұтынатын адамдардың денсаулығы үшін қауіпсіздікті қамтамасыз ету болуы мүмкін.

АННОТАЦИЯ

Цель проекта по подготовке питьевой воды, повышенной содержащей соли жесткости реагентным методом, является осуществить удаление солей жесткости из питьевой воды с помощью реагентного метода с целью удаления солей кальция и магния, а также предотвращения образования накипи на технических устройствах и поверхностях, которые контактируют с водой. Кроме того, целью проекта может быть минимизация использования ресурсов и снижение негативного воздействия на окружающую среду при применении реагентного метода, а также обеспечение безопасности для здоровья людей, потребляющих подготовленную питьевую воду.

ABSTRACT

The purpose of the project for the preparation of drinking water containing increased hardness salts by the reagent method is to remove hardness salts from drinking water using the reagent method in order to remove calcium and magnesium salts, as well as to prevent the formation of scale on technical devices and surfaces that come into contact with water. In addition, the aim of the project may be to minimize the use of resources and reduce the negative impact on the environment when using the reagent method, as well as ensuring safety for the health of people consuming prepared drinking water.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 Технологический раздел	8
1.1 Основная характеристика города	8
1.2 Методы умягчения воды	9
1.3 Расчетные расходы воды города	10
1.4 Известковый метод умягчения	12
1.4.1 Определение доз реагентов	13
1.5 Расчет вихревого реактора	15
1.6 Расчет отстойников	17
1.7 Расчет скорых безнапорных фильтров	20
1.8 Расчет хлораторной установки	24
1.9 Расчет объема резервуара чистой воды	26
2 Технология строительного производства	28
2.1 Земляные работы	28
2.2 Монтажные работы	32
3 Экономика	33
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	37
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	39
ПРИЛОЖЕНИЕ	40

ВВЕДЕНИЕ

Подготовка питьевой воды, содержащей соли жесткости, является актуальной темой в области водоочистки. Это связано с тем, что жесткая вода может содержать избыточное количество кальция и магния, что может вызывать проблемы со здоровьем, а также повреждать трубопроводы и другое оборудование. Реагентный метод является одним из методов обработки жесткой воды.

Основной целью подготовки питьевой воды, содержащей соли жесткости реагентным методом, является улучшение качества воды для питья и использования в быту и промышленности. Кроме того, этот метод помогает защитить оборудование, связанное с водопроводными системами, от повреждений.

Основными задачами, связанными с этой темой, являются выбор правильных реагентов, определение оптимальной дозировки, контроль за процессом обработки воды и контроль качества воды после обработки.

Выбор правильных реагентов является важным, так как различные реагенты могут использоваться для обработки различных типов воды. Определение оптимальной дозировки также является ключевым, чтобы гарантировать эффективность обработки и предотвратить переизбыток реагентов.

Контроль за процессом обработки воды необходим для поддержания оптимальных условий и контроля качества воды после обработки, чтобы гарантировать, что она соответствует стандартам питьевой воды.

В целом, подготовка питьевой воды, содержащей соли жесткости реагентным методом, является важным направлением в области водоочистки, которое помогает защитить здоровье людей, а также увеличить эффективность использования оборудования.

1 Технологический раздел

1.1 Основная характеристика

В Казахстане наиболее значимыми водоисточниками являются реки, озера и подземные воды. Как правило, реки и озера обеспечивают водоснабжение населенных пунктов, промышленных предприятий и сельскохозяйственных угодий, а также являются источником питьевой воды.

Самыми крупными реками Казахстана являются Иртыш и Есиль, которые протекают через несколько областей страны, в том числе и через Акмолинскую область. Кроме того, в Акмолинской области расположено река Есиль, которое является одним из крупнейших в регионе.

В подземных водах Акмолинской области наиболее значимыми являются артезианские скважины, которые обеспечивают питьевую воду для населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий. В регионе также расположено несколько искусственных водохранилищ, таких как Кокшетау и Шортанды.

Однако следует отметить, что в Казахстане существует проблема недостатка водных ресурсов, особенно в южных и юго-восточных регионах страны. Это связано с неблагоприятными климатическими условиями, а также с недостаточной эффективностью использования водных ресурсов в сельском хозяйстве и промышленности. В связи с этим в Казахстане активно проводятся меры по регулированию водопотребления и защите водных ресурсов.

В процессе работы были проверены качества воды водоисточник города Степногорск – река Селетинское. Река находится в 50 километрах от города Степногорск и принадлежит к бассейну реки Иртыш. Эта река является одним из источников водоснабжения для города Степногорск.

В 2010 году разработано технико-экономическое обоснование «Реконструкция очистных сооружений Сопки-305 города Степногорска Акмолинской области». Существовавшая схема водоочистки функционировала с 1963 года. Техническая вода поступает на водопроводные очистные сооружения (ВОС) с насосной станции №2 первого подъема на Селетинском водохранилище на фильтровальную станцию (ФС-2) проектной производительностью 20000 м³ в сутки.

В реке Селетинское в настоящее время наблюдается проблема с накоплением большого количества грунта, что приводит к жесткости воды. Этот недостаток может быть вызван различными факторами, такими как эрозия почвы, деятельность строительства или другие человеческие вмешательства.

Грунт, содержащийся в реке, может содержать минеральные вещества, которые придают воде жесткость. Одним из таких минералов является карбонат кальция, который обычно присутствует в грунте и может оседать на дне реки. Когда вода проходит через этот грунт, она может набирать эти минералы, что в конечном итоге приводит к жесткости воды.

Существующие методы осветления и очистки воды основаны на предварительном хлорировании, коагуляции, флокуляции и последующей

фильтрации воды на засыпных фильтрах с фильтровальной гранулированной загрузкой (кварцевый песок, гидроантрацит и т.д). Использование этой технологий для поверхностных источников не обеспечивает требуемой эффективности очистки, что особенно заметно в паводковый период и в период цветения воды.

Таблица 1- физика-химические показатели воды.

Наименование показателя	Обнаруженная концентрация	Нормативные показатели
Запах (баллы при 20°)	0,2	2,0
Привкус (баллы при 20°)	0,5	2,0
Цветность, С°	0,1	2,0
Мутность (по стандартной шкале)	0,6	1,5
рН	8	6-9
Остаточный хлор, мг/дм ³	-	0,3-0,5
Свободный хлор, мг/дм ³	-	0,3-0,5
Связанный хлор	-	0,8-1,2
Кальций	74	20-60
Магний	20,4	10
Азот аммиака	0,03	2,0
Азот нитритов	0,01	3,0
Азот нитратов	11,0	45,0
Общая жесткость	8	7,0
Сухой остаток	388,0	1000
Хлориды	14,2	350,0
Сульфаты	560	500,0
Железо	0,5	0,3
Фтор	0,21	1,2-1,5
Полифосфаты	0,01	3,5
Остаточный алюминий	-	0,5
Поверхностно-активное вещество	0,01	0,5

1.2 Методы умягчения воды

Жесткая вода — это природная вода, содержащая большое количество растворенных солей кальция и магния. Соли, ответственные за жесткость, не являются вредными для здоровья человека. Однако присутствие значительного количества магния в питьевой воде нежелательно, так как это ухудшает ее вкусовые и органолептические свойства. Согласно стандартам, предельное содержание магния составляет 10 мг/л. Избыток магниевых солей (свыше 50 процент от общей жесткости) затрудняет процесс умягчения воды. В классификации жесткости выделяют общую, временную, постоянную, карбонатную и некарбонатную жесткость.

Общая жесткость — это суммарная концентрация ионов кальция (Ca^{2+}) и магния (Mg^{2+}) в воде, выраженная в мг-экв/л. Постоянная жесткость - это часть общей жесткости, которая остается после кипячения воды при атмосферном давлении в течение определенного времени. Временная жесткость — это часть общей жесткости, которая удаляется кипячением воды при атмосферном давлении в течение определенного времени. Она определяется как разница между общей жесткостью и постоянной жесткостью. Карбонатная жесткость — это часть общей жесткости, эквивалентная концентрации карбонатов и гидрокарбонатов кальция и магния. Некарбонатная жесткость — это часть общей жесткости, которая равна разности между общей жесткостью и карбонатной жесткостью. Использование жесткой воды для бытовых и промышленных нужд имеет нежелательные последствия.

Существует несколько методов для умягчения воды, таких как термический, реагентный и катионитовый методы. Первые два метода основаны на образовании нерастворимых соединений из кальция и магния путем нагревания воды или обработки реагентами. Катионитовый метод включает обмен ионами кальция и магния на ионы натрия (таблица 2).

1.3 Расчетные расходы воды города

Для населенного пункта с населением в 16 936 человек определяется расход воды.

Определяем расчетный суточный расход воды на хозяйственно – питьевые нужды в населенном пункте, используя следующие формулы:

$$Q_{\text{сут}} = \frac{q_{\text{ж}} \cdot N_{\text{ж}}}{1000}, \text{ м}^3/\text{сут.}, \quad (1.1)$$

где $q_{\text{ж}}$ - среднее значение нормы водопотребления одного жителя, равное 230 литров;

$N_{\text{ж}}$ - Численность населения города Степногорск составляет 16 936 человека.

$$Q_{\text{сут}} = \frac{230 \cdot 16\,936}{1000} = 3895,5 \text{ м}^3/\text{сут.},$$

$$Q_{\text{год}} = Q_{\text{сут}} \cdot 365 = 3895,5 \cdot 365 = 1421857,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

Формулами определяются расходы воды, необходимые для удовлетворения максимального и минимального потребления воды в течение суток.

$$Q_{\text{max}}^{\text{сут}} = K_{\text{сут. max}} \cdot Q_{\text{сут.}}, \text{ м}^3/\text{сут.}, \quad (1.2)$$

$$Q_{\min}^{\text{сут}} = K_{\text{сут.}\min} \cdot Q_{\text{сут.}}, \text{ м}^3/\text{сут.}, \quad (1.3)$$

где $K_{\text{сут.}\max}$ – коэффициента дневной неравномерности потребления воды, который ограничен: $K_{\text{сут.}\max} = 1,1 - 1,3$; $K_{\text{сут.}\min} = 0,7 - 0,9$;
 $Q_{\text{сут}}$ – расчетный суточный расход воды.

$$Q_{\max}^{\text{сут}} = 1,2 \cdot 3895,5 = 4674,6 \text{ м}^3/\text{сут.},$$

$$Q_{\min}^{\text{сут}} = 0,9 \cdot 3895,5 = 3505,95 \text{ м}^3/\text{сут.},$$

Часовой расход воды для расчетных целей определяется с использованием соответствующих формул.

$$q_{\max}^{\text{час}} = K_{\text{час.}\max} \cdot \frac{Q_{\text{сут.}\max}}{24} \quad (1.4)$$

$$q_{\min}^{\text{час}} = K_{\text{час.}\min} \cdot \frac{Q_{\text{сут.}\min}}{24} \quad (1.5)$$

Для вычисления часовых расходов воды необходимо знать коэффициент часовой неравномерности ($K_{\text{ч}}$), который можно определить по формуле.

$$K_{\text{ч.}\max} = \alpha_{\max} \cdot \beta_{\max} \quad (1.6)$$

$$K_{\text{ч.}\min} = \alpha_{\min} \cdot \beta_{\min} \quad (1.7)$$

где α - коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, принимающий значения в диапазоне от 1,2 до 1,4 для максимального значения и от 0,4 до 0,6 для минимального значения.

β - коэффициент, определенный в соответствии с требованиями СН РК 4.01-02-2013, который учитывает количество жителей в населенном пункте.

$$K_{\text{ч.}\max} = 1,2 \cdot 1,1 = 1,32$$

$$K_{\text{ч.}\min} = 0,5 \cdot 0,7 = 0,35$$

$$q_{\max}^{\text{час}} = 1,43 \cdot \frac{3895,5}{24} = 232,1 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$q_{\min}^{\text{час}} = 0,35 \cdot \frac{3895,5}{24} = 56,8 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Полная производительность очистных сооружений рассчитывается по формуле

$$Q_{\text{расч}} = Q_{\text{max.сут}} \cdot \alpha + Q_{\text{доп}}, \text{ м}^3 \quad (1.8)$$

где α - коэффициент, который учитывает расход воды на собственные нужды станции и его значение принимается в соответствии с СН РК 4.01-03-2013.

$Q_{\text{max.сут}}$ – максимальное потребления воды в сутки, $\text{м}^3/\text{сут}$.

$Q_{\text{доп}}$ - продолжительность тушения пожара. В соответствии с СН РК 4.01-02-2013, продолжительность тушения пожара в населенных пунктах и на промышленных предприятиях принимается равной 3 часам. За это время необходимо обеспечить полный расход воды на пожаротушение, который определяется как:

$$Q_{\text{доп}} = \frac{q_{\text{пож}} \cdot n \cdot 3.6 \cdot t_{\text{пож}}}{\Gamma_{\text{пож}}}, \text{ м}^3 \quad (1.9)$$

где n – число одновременных пожаров;

$q_{\text{пож}}$ – расход воды на один пожар во время наружного тушения;

$t_{\text{пож}}$ – продолжительность тушения пожара;

$\Gamma_{\text{пож}}$ – время восстановления пожарного резерва воды, не менее 24 часов.

$$Q_{\text{доп}} = \frac{15 \cdot 2 \cdot 3.6 \cdot 3}{24} = 13,5, \text{ м}^3/\text{сут},$$

$$Q_{\text{расч}} = 4674,6 \cdot 1,1 + 13,5 = 5155,56 \text{ м}^3/\text{сут},$$

1.4 Определение доз реагентов

Общая жесткость исходной воды 8 мг-экв/л

Общая жесткость 5 мг-экв/л

Жесткость умягченной воды 3 мг-экв/л .

Для определения объема воды, требующей умягчения, используется следующая формула

$$Q_y = \frac{J_{\text{о.исх}} - J_{\text{о.с}}}{J_{\text{о.исх}} - J_y} \cdot 100, \quad (1.10)$$

где $J_{\text{о.исх}}$ – общая жесткость исходной воды, мг-экв/л³ ;

$J_{\text{о.с}}$ – общая жесткость воды, мг-экв/л³ ;

J_y – жесткость умягченной воды, мг-экв/л³.

$$Q_y = \frac{8 - 5}{8 - 3} \cdot 100 = 60\%$$

Таким образом, из общего расхода воды в объеме 232,1 м³/час требуется умягчить 139,26 м³/час. 139,26 м³/час исходной воды проходят через вихревой реактор, который загружен контактной массой, состоящей из кварцевого песка размером зерен 0,2-0,3 мм. В этот реактор также добавляются известь. Затем вода поступает в скорые фильтры, предварительно смешиваясь с оставшейся частью воды объемом 92,84 м³/час.

1.4.1 Известковый метод умягчения

Для использования извести в качестве реагента, определяют дозу реагента на основе следующих начальных данных.

$$Ca^{2+} = 74 \text{ мг/л}$$

$$Mg^{2+} = 20,4 \text{ мг/л}$$

Общая жесткость 8 мг-экв/л

Карбонатная жесткость воды, мг – экв/л, определяется по следующему отношению

$$Ж_K = \frac{HCO_3}{42,6}, \quad (1.11)$$

Карбонатная жесткость воды, при содержании 84,6 мг/л ионов HCO₃⁻, будет равняться значению в знаменателе, которое отражает количество веществ в мг/л, соответствующих 1 мг·экв.

$$Ж_K = \frac{84,6}{42,6} = 1,98, \text{ мг} \cdot \text{экв/л.}$$

Доза извести, мг/л, определяется по формуле

$$\text{При } \frac{Ca^{2+}}{20} > Ж_K: D_{и} = 28 \left[\frac{(CO_2)_{CB}}{22} + Ж_K \pm \frac{D_K}{e_K} + 0,3 \right]; \quad (1.12)$$

$$\text{При } \frac{Ca^{2+}}{20} < Ж_K: D_{и} = 28 \left[\frac{(CO_2)_{CB}}{22} + 2Ж_K - \frac{Mg^{2+}}{12} \pm \frac{D_K}{e_K} + 0,5 \right]; \quad (1.13)$$

где [CO₂] – концентрация в воде свободной углекислоты, мг/л;

D_к – доза добавляемого коагулянта (FeSO₄), мг/л;

e_к – эквивалентная масса активного вещества, мг/л – экв;

J_k – карбонатная жесткость, мг/л – экв.

$$\frac{74}{20} > J_k$$

Так как 3,7 больше 1,98;

$$D_{и} = 28 \left[\frac{5}{22} + 1,98 + \frac{25}{70} + 0,3 \right] = 79,8 \text{ мг/л}$$

Для использования железного купороса $FeSO_4$ в качестве коагулянта, определяют дозу коагулянта с помощью следующей формулы:

$$D_{жк} = 3\sqrt[3]{C} \quad (1.14)$$

где C – количество образующихся взвесей при умягчении, мг/л.

$$C = M_{исх} + 50 \left(J_o + J_k + \frac{CO_2}{22} + 0,5 \right) + 29 \frac{Mg^{2+}}{12} + D_{и} \frac{100-m}{100}, \quad (1.15)$$

где $M_{исх}$ – содержание взвешенных веществ воде, мг/л;

m – содержание CaO в технической извести, процент.

$$C = 0,017 + 50 \left(8 + 1,98 + \frac{5}{22} + 0,5 \right) + 29 \frac{20,4}{12} + 79,8 \frac{100-82}{100} = 581,16 \text{ мг/л.}$$

Доза железного купороса будет равна:

$$D_{жк} = 3\sqrt[3]{581,16} = 25 \text{ мг/л.}$$

Расчетная доза соды Na_2CO_3 определяется по формуле

$$D_c = 53 \left(J_{н.к.} + \frac{D_k}{67} + 1 \right), \quad (1.16)$$

$$D_c = 53 \left(7,4 + \frac{25}{67} + 1 \right) = 464,97 \text{ мг/л}$$

Для определения весовых количеств реагентов используется следующая формула

$$G_H = \frac{Q \cdot D \cdot 100}{K \cdot 1000}, \quad (1.17)$$

где Q – расход воды, м³/сут;

D – доза реагента, мг/л.

$$G_{\text{И}} = \frac{4674,6 \cdot 79,8 \cdot 100}{82 \cdot 1000} = 454,9 = 0,45 \text{ т/сут.},$$

$$G_{\text{С}} = \frac{4674,6 \cdot 464,97 \cdot 100}{95 \cdot 1000} = 2,4 \text{ т/сут.},$$

$$G_{\text{Ж.К}} = \frac{4674,6 \cdot 25 \cdot 100}{98 \cdot 1000} = 0,11 \text{ т/сут.}$$

1.5 Расчет вихревого реактора

Вихревой реактор — это устройство, которое используется для интенсификации химических процессов путем создания интенсивных вихревых движений внутри реакционной среды. Вихревые движения позволяют достигать высокой скорости перемешивания и более эффективно использовать реакционную поверхность, что ускоряет химические реакции и повышает выход продукта.

Для расчета вихревого реактора необходимо учитывать различные параметры, такие как размеры реактора, скорость потока жидкости, вязкость реакционной среды и др. Один из методов расчета вихревых реакторов - метод подобия, который основывается на принципе сходства гидравлических условий в модельном и рабочем масштабах. Этот метод позволяет определить оптимальные параметры реактора для достижения желаемой скорости перемешивания и эффективности реакции.

Количество вихревых реакторов – 2 шт.

Высота реактора – 2 м.

Диаметр верхнего сечения – 1,12 м.

Диаметр нижнего сечения – 0,35 м.

Для определения диаметров верхнего и нижнего сечений реактора, используют соответствующие площади поперечного сечения, выраженные в квадратных метрах.

$$f_{\text{В.С}} = \frac{q}{N \cdot v_{\text{В.С}}}, \quad (1.18)$$

$$f_{\text{Н.С}} = \frac{q}{N \cdot v_{\text{Н.С}}}, \quad (1.19)$$

где q – производительность станции, $\text{м}^3/\text{с}$;

N – количество реакторов, шт;

$v_{\text{В.С}}$, $v_{\text{Н.С}}$ – скорость движения воды соответственно в верхней и нижней части реактора, м/с . Для расчета вихревых реакторов необходимо учитывать

следующие параметры: скорость входа вещества в реактор, которая должна быть в диапазоне 0,8-1 м/с; угол конусности реактора, который должен составлять от 15 до 20 градусов; скорость подъема жидкости на уровне водоотводящих устройств, которая должна быть от 0,4 до 0,6 м/с.

$$f_{в.с} = \frac{0,2}{2 \cdot 0,1} = 1 \text{ м}^2$$

$$f_{н.с} = \frac{0,2}{2 \cdot 1} = 0,1 \text{ м}^2$$

Диаметр реактора определяется по формуле

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot f}{\pi}} \quad (1.20)$$

где f – диаметры верхнего и нижнего сечения реактора, м²,

$$D_{в.с} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1}{\pi}} = 1,12 \text{ м}$$

$$D_{н.с} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,1}{\pi}} = 0,35 \text{ м}$$

Высота реактора, м:

$$h = \frac{(D_{в.с} - D_{н.с}) \cdot ctg \frac{\alpha}{2}}{2} \quad (1.21)$$

где $d_{в.с}$, $d_{н.с}$ – диаметры верхнего и нижнего сечения, м;
 α – угол конусности реактора.

$$h = \frac{(1.12 - 0.35) \cdot ctg \frac{20}{2}}{2} = 2 \text{ м}$$

Для загрузки нижней части реактора используется контактная масса, состоящая из кварцевого песка размером зерен 0,2-0,3 мм. Вес контактной массы, выраженный в килограммах и обозначенный как G_k , рассчитывается по соответствующей формуле.

$$G_k = W \cdot \rho, \quad (1.22)$$

где W – объем реактора, м^3 ;

ρ – плотность заполнения реактора контактной массой, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Объем реактора W , м^3 определяется по формуле

$$W = \frac{h(f_{\text{в.с}} + \sqrt{f_{\text{в.с}} \cdot f_{\text{н.с}}} + f_{\text{н.с}})}{3} \quad (1.23)$$

$$W = \frac{2(1 + \sqrt{1 \cdot 0,1} + 0,1)}{3} = 0,94 \text{ м}^3$$

$$G_k = 0,94 \cdot 10 = 9,4 \text{ кг}$$

Вес контактной массы на 2 реактора:

$$G_k = 9,4 \cdot 2 = 18,8 \text{ кг}$$

Высоту загрузки контактной массы определяют:

$$h_{\text{к.м}} = 1,5h, \quad (1.24)$$

$$h_{\text{к.м}} = 1,5 \cdot 2 = 3 \text{ м}$$

Потери напора, м , в контактной массе:

$$h_{\text{п.к.м}} = 0,35 \cdot h_{\text{к.м}} \quad (1.25)$$

$$h_{\text{п.к.м}} = 0,35 \cdot 3 = 1,05 \text{ м}$$

1.6 Расчет отстойника

Применение метода отстаивания используется для извлечения грубых суспензий из природной воды. Процесс отстаивания основывается на действии силы тяжести и может быть выполнен с использованием различных устройств, таких как песколовки, отстойники и осветлители. В промышленности наиболее распространены отстойники с непрерывным действием и гребковой мешалкой. Суть метода остается неизменной, только используемые инструменты могут варьироваться.

При проектировании отстойников главной характеристикой, на которую ориентируются, является площадь осаждения F , м^2 , которая вычисляется по соответствующей формуле

$$F = K_3 \frac{G_{\text{см}}}{\rho_{\text{осв}} \cdot w_{\text{сн}}} \cdot \frac{X_{\text{ос}} - X_{\text{см}}}{X_{\text{ос}} - X_{\text{осв}}}, \text{ м}^2 \quad (1.26)$$

где K_3 – В производственных условиях при расчете отстойников важно учитывать различные факторы, такие как неравномерность распределения исходной суспензии по поверхности осаждения, возможность образования вихрей и другие сопутствующие явления. Коэффициент запаса поверхности используется для учета этих факторов. (обычно $K_3 = 1,3 - 1,35$);

$\rho_{\text{осв}}$ – плотность осветленной жидкости, 1000 кг/м³;

$w_{\text{ст}}$ – скорость, с которой частицы оседают из суспензии в результате действия гравитационных сил на них, м/с;

$X_{\text{см}}, X_{\text{ос}}, X_{\text{осв}}$ – массовые доли твердых частиц в исходной смеси, осадке и осветленной жидкости - это количественные показатели, которые определяют содержание твердых частиц в каждой из перечисленных составляющих.

$G_{\text{см}}$ – массовый расход сходной суспензии, $G_{\text{см}} = 9600$ кг/ч;

При значении ε более 0,7 можно использовать соответствующие формулы для определения скорости осаждения частиц суспензии (также известной как скорость ограниченного осаждения) м/с:

$$w_{\text{ст}} = w_{\text{ос}} \cdot \varepsilon^2 \cdot 10^{-1,82(1-\varepsilon)}, \text{ м/с} \quad (1.27)$$

при ε меньше или равен значению 0,7:

$$w_{\text{ст}} = \frac{w_{\text{ос}} \cdot 0,123\varepsilon^2}{1 - \varepsilon}, \text{ м/с} \quad (1.28)$$

где $w_{\text{ос}}$ – скорость свободного осаждения частиц;

ε – объемная доля жидкости в суспензии.

Величину ε находят по соотношению:

$$\varepsilon = \frac{1 - X_{\text{см}}\rho_{\text{см}}}{\rho_{\text{т}}} \quad (1.29)$$

где $\rho_{\text{см}}$ и $\rho_{\text{т}}$ – плотность суспензии и плотность твердых частиц, выраженные в килограммах на кубический метр соответственно, $\rho_{\text{т}} = 2600$ кг/м³.

Плотность суспензии можно определить по формуле

$$\rho_{\text{см}} = \frac{1}{\frac{X_{\text{см}}}{\rho_{\text{т}}} + \frac{1 - X_{\text{см}}}{\rho_{\text{ж}}}} \quad (1.30)$$

где $\rho_{ж}$ представляет собой плотность чистой жидкости, выраженную в килограммах на кубический метр.

$x_{ос}$ представляет содержание твердых частиц в осадке, где $x_{ос} = 0,5$.

$x_{см}$ обозначает содержание твердых частиц в суспензии, где $x_{см} = 0,1$.

$x_{осв}$ обозначает содержание твердых частиц в осветленной жидкости, где $x_{осв} = 10^{-4}$.

Для расчета скорости свободного осаждения сферических частиц (в м/с) используется следующая формула

$$w_{ос} = \frac{\mu_{ж} \cdot R_e}{d_T \cdot \rho_{ж}} \quad (1.31)$$

где d_T – диаметр частицы, $d_T = 25$ мкм;

$\mu_{ж}$ – вязкость жидкости, $\mu_{ж} = 0,001519$ Па·с;

R_e – число Рейнольдса при осаждении частицы.

Если частицы имеют форму, отличную от сферической, для расчета скорости свободного осаждения необходимо использовать диаметр эквивалентного шара вместо фактического диаметра частицы. Кроме того, необходимо учитывать коэффициент формы ϕ , который представляет собой поправочный коэффициент для скорости свободного осаждения. Значения коэффициента формы ϕ определяются опытным путем и зависят от формы частиц. Например, для сферических частиц коэффициент формы для для пластинчатых - 0,43, продолговатых - 0,58, для угловатых - 0,66.

Для расчета значения числа Рейнольдса R_e используют формулы, которые зависят от режима осаждения, определяемого по критерию Архимеда:

$$A_r = \frac{d_T^3 \cdot \rho_{ж} g (\rho_T - \rho_{ж})}{\mu_{ж}} \quad (1.32)$$

При A_r меньше 36:

$$R_e = \frac{A_r}{18} \quad (1.33)$$

При 36 меньше A_r и 83 000:

$$R_e = 0,152 A_r^{0.714} \quad (1.34)$$

При A_r больше 83 000:

$$R_e = 1,74 \sqrt{A_r}. \quad (1.35)$$

Расчет отстойника по данным:

$$A_r = \frac{(26 \cdot 10^{-6})^3 (2600 - 1000) \cdot 1000 \cdot 9,81}{(1,519 \cdot 10^{-3})^2} = 0,106.$$

Так как A_r меньше 36:

$$R_e = \frac{0,106}{18} = 0,00589.$$

Скорость свободного осаждения частиц суспензии вычисляется:

$$w_{oc} = \frac{0,00589 \cdot 1,519 \cdot 10^{-3}}{25 \cdot 1000 \cdot 10^{-6}} = 3,58 \cdot 10^{-4} \text{ м/с.}$$

Плотность суспензии:

$$\rho_{см} = \frac{1}{\frac{0,1}{2600} + \frac{1 - 0,1}{1000}} = 1066 \text{ кг/м}^3.$$

Вычисление величины ε :

$$\varepsilon = \frac{1 - 0,1 \cdot 1066}{2600} = 0,959.$$

Так как ε превышает 0.7, скорость:

$$w_{ст} = 3,58 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-1,82(1-0,959)} = 2,77 \cdot 10^{-4} \text{ м/с.}$$

Затем определяем поверхность осаждения, используя коэффициент $K_3 = 1,3$ и предполагая, что плотность осветленной жидкости равна плотности чистой воды:

$$F = 1,3 \frac{9600}{3600 \cdot 1000 \cdot 2,77 \cdot 10^{-4}} \cdot \frac{(0,5 - 0,1)}{(0,5 - 0,0001)} = 10,2 \text{ м}^2$$

По данным принимается отстойник поверхностью 10,2 м².

Диаметр отстойника вычисляется:

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}}. \quad (1.36)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 10.2}{\pi}} = 3.6 \text{ м}$$

1.7 Расчет скорых безнапорных фильтров

Скоростные безнапорные фильтры — это системы очистки воды, которые состоят из нескольких основных элементов.

Фильтрующий материал, обычно песок или гравий, размещается внутри каменной или бетонной конструкции, называемой фильтром. Фильтры обычно имеют форму цилиндра или прямоугольника и могут иметь диаметр от нескольких метров до десятков метров.

Верхняя часть фильтра, называемая крышкой, имеет отверстия для подачи воды и для доступа к фильтрующему материалу для его обслуживания.

Дренажная система расположена внизу фильтра и предназначена для сбора очищенной воды и вывода ее из фильтра. В качестве поддерживающих слоев используется гравий с крупностью зерен 2-5 мм.

Общая площадь фильтров, обозначаемая как F , рассчитывается по формуле, м^2

$$F = \frac{Q_{\text{сут}}}{T \cdot V_{\text{р.н}} - 3,6 \cdot n \cdot \omega \cdot t_1 - n \cdot \omega \cdot t_2}, \text{ м}^2 \quad (1.37)$$

где T — продолжительность работы станции в течении суток, ч.;

$V_{\text{р.н}}$ — расчетная скорость фильтрования при нормальном режиме эксплуатации, м/ч.;

n — количество промывок, производимых каждым фильтром за 24 часа;

ω — интенсивность промывок, л/с;

t_1 — продолжительность промывки, ч.;

t_2 — время простоя фильтра в связи с промывкой, ч.

$$F = \frac{3895.5}{24 \cdot 9.5 - 3,6 \cdot 2 \cdot 15 \cdot 0,1 - 2 \cdot 15 \cdot 0,5} = 19.2 \text{ м}^2$$

Количество фильтров определяется по формуле

$$N = 0,5 \cdot \sqrt{F}, \text{ шт} \quad (1.38)$$

$$N = 0,5 \cdot \sqrt{19.2} = 2,59 = 3 \text{ шт}$$

Площадь каждого фильтра равна:

$$F_n = \frac{F}{N}, \text{ м}^2 \quad (1.39)$$

$$F_n = \frac{19.2}{3} = 6.4, \text{ м}^2$$

Скорость фильтрования, рассчитанная для нормального режима эксплуатации и принятая из таблицы 3, м/ч:

$$V_{\text{ф.р}} = V_{\text{р.н}} \frac{N}{N - N_p}, \text{ м/ч.} \quad (1.40)$$

где N_p – количество находящихся в ремонте, шт, $N_p=1$.

$V_{\text{р.н}}$ – расчетная скорость фильтрования при нормальном режиме эксплуатации, м/ч, принимаемая по таблице 3;

$$V_{\text{ф.р}} = 6 \frac{3}{3 - 1} = 9 \text{ м/ч.}$$

Необходимо подобрать состав загрузки фильтров для удаления жесткости. Для этой цели используется цеолит, который является фильтрующим слоем толщиной один метр и имеет крупность зерен 0,6-2,5 мм. Скорость фильтрования составляет 10 м/ч, а продолжительность фильтроцикла - 12 часов.

Для заполнения 3 фильтров требуется 34 тонн цеолита, при условии, что насыпная плотность цеолита составляет 1,3 тонны на кубический метр.

Поддерживающий слой фильтра представлен гравием с размером зерен в диапазоне от 2 до 30 мм и имеет толщину 0,6 м. Вся загрузка фильтра составляет 1,6 м в высоту. Уровень воды находится на высоте 2,5 м над поверхностью загрузки фильтра.

Цеолит обладает большой поверхностью, что обеспечивает хорошую эффективность очистки воды или воздуха. Благодаря этому он может удалять из воды множество загрязняющих веществ, включая тяжелые металлы, аммиак, нитраты и многое другое.

Так же цеолит очень стабилен в различных условиях и не теряет своих свойств при повышенной температуре, кислотности или щелочности. Это обеспечивает длительный срок эксплуатации фильтра, а также надежность в работе.

Промывка фильтров

Объем воды для промывки одного фильтра:

$$W_{\text{пр}} = F_n \cdot \omega, \quad (1.41)$$

$$W_{\text{пр}} = 6.4 \cdot 15 = 96 \text{ л/сек} = 0,96 \text{ м}^3/\text{сек}$$

Суточный промывной расход:

$$Q_{\text{пр}}^{\text{сут}} = N \cdot W_{\text{пр}} \cdot n \quad (1.42)$$

$$Q_{\text{пр}}^{\text{сут}} = 3 \cdot 96 \cdot 2 = 576 \text{ л/сут.},$$

Процент, который составляет расход воды от промывки фильтров от суточного расхода:

$$\rho_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{пр}}^{\text{сут}}}{Q_{\text{сут}}} \quad (1.43)$$

$$\rho_{\text{пр}} = \frac{576}{232,1} = 2.48 \%$$

Расход воды на промывку в течение всего года:

$$Q_{\text{пр}}^{\text{год}} = Q_{\text{пр}}^{\text{сут}} \cdot 365 \quad (1.44)$$

$$Q_{\text{пр}}^{\text{год}} = 576 \cdot 365 = 210\,240 \text{ м}^3/\text{год.}$$

При повторном использовании воды от промывки фильтров 80 процент воды возвращается в голову очистных сооружений, а 20 процент – сбрасывается с осадком.

Расход воды, сбрасываемой с осадком от всех фильтров:

$$Q_{\text{ос.ф}}^{\text{сут}} = Q_{\text{пр}}^{\text{сут}} \cdot 0,2 \quad (1.45)$$

$$Q_{\text{ос.ф}}^{\text{сут}} = 576 \cdot 0,2 = 115.2 \text{ м}^3/\text{сут.},$$

$$Q_{\text{ос.ф}}^{\text{год}} = Q_{\text{ос.ф}}^{\text{сут}} \cdot 365 \quad (1.46)$$

$$Q_{\text{ос.ф}}^{\text{год}} = 115.2 \cdot 365 = 42\,048 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Процент, который составляет расход промывной воды, сбрасываемой с осадком, от суточного расхода:

$$\rho_{\text{ос.ф}} = \frac{Q_{\text{ос.ф}}^{\text{сут}}}{Q_{\text{сут}}} \cdot 100 \quad (1.47)$$

$$\rho_{\text{ос.ф}} = \frac{115.2}{1098} \cdot 100 = 0,1\%$$

Расход промывной воды, используемой повторно:

$$Q_{\text{повт.ф}}^{\text{сут}} = Q_{\text{пр}}^{\text{сут}} \cdot 0,8 \quad (1.48)$$

$$Q_{\text{повт.ф}}^{\text{сут}} = 576 \cdot 0,8 = 460,8 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

$$Q_{\text{повт.ф}}^{\text{год}} = Q_{\text{повт.ф}}^{\text{сут}} \cdot 365 \quad (1.49)$$

$$Q_{\text{повт.ф}}^{\text{год}} = 460,8 \cdot 365 = 168\,192 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Процент, который составляет расход промывной воды, используемой повторно, от суточного расхода:

$$\rho_{\text{повт.ф}} = \rho_{\text{пр}} - \rho_{\text{ос.ф}} \quad (1.50)$$

$$\rho_{\text{повт.ф}} = 2,48 - 0,1 = 2,38 \%$$

1.8 Расчёт хлораторной установки

Для дезинфекции воды планируется использовать метод хлорирования.

Хлораторная система — это установка для хлорирования воды, которая используется для обеззараживания воды в системах водоснабжения и бассейнах. Она работает на основе принципа химической реакции между газообразным хлором и водой.

При выборе метода обеззараживания воды следует учитывать такие факторы, как расход и качество воды, эффективность очистки, условия транспортировки, хранения и механизации процессов. Для нашего очистного сооружения был выбран метод обеззараживания, основанный на использовании хлорсодержащих реагентов, которые подаются в трубопровод перед резервуарами чистой воды. Одним из преимуществ такого метода является доступность и низкая стоимость реагентов, а также то, что хлорирование воды имеет длительный эффект.

Для обеспечения оптимальной обеззараживания воды на водоочистной станции необходимо использовать предварительную дозу хлора D_1 в размере 2 мг/л при поступлении воды и дозу D_2 в размере 1 мг/л после фильтрации воды.

Расчетный часовой расход хлора рассчитывается:

$$q_1 = \frac{d_x \cdot Q_{\max.\text{час}}}{1000}, \quad (1.51)$$

где d_x – доза активного хлора, $d_x = 2$ мг/л,

$Q_{\max.\text{час}}$ – максимальный часовой расход, м³/час.

Количество хлора, используемое в час, при подаче воды на очистительную станцию:

$$q_1 = \frac{2 \cdot 232,1}{1000} = 0,46 \text{ кг/ч.}$$

Часовой расход хлорирования после фильтрации:

$$q_2 = \frac{1 \cdot 232,1}{1000} = 0,23 \text{ кг/ч.}$$

Суммарный расход хлора:

$$q = q_1 + q_2, \quad (1.52)$$

$$q = 0,46 + 0,23 = 0,69 \text{ кг/ч.}$$

Расход хлора (из расчёта на 30-суточный запас) рассчитывается по следующей формуле

$$Q = 720 \cdot q, \quad (1.53)$$

$$Q = 720 \cdot 0,69 = 498,38 \text{ кг,}$$

Для процесса обеззараживания был выбран хлоратор АХВ-1000/Р12-СМ-3-1Р-ВР с производительностью 3,0 кг/ч.

1.9 Расчет объема резервуара чистой воды

Резервуары чистой воды используются водоочистными станциями для обеспечения постоянного и стабильного снабжения населения питьевой водой. Они обычно имеют большой объем, что позволяет сохранять запас воды на длительный период времени. Кроме того, резервуары чистой воды могут иметь различные дополнительные элементы, например, насосы, датчики уровня воды, системы автоматического управления и др.

Для обеспечения качества воды в резервуарах проводятся регулярные проверки и обслуживание, так как даже очищенная вода может загрязняться в процессе хранения и транспортировки. Кроме того, важно учитывать потребности населения в питьевой воде и правильно распределять ее между резервуарами.

Для определения объема резервуаров чистой воды необходимо учитывать наибольший расход воды в час, а также опыт эксплуатации, который показывает, что объем РЧВ должен составлять примерно 20-30 процент суточной производительности очистных сооружений природных вод.

Объём резервуара чистой воды определяется:

$$W_{\text{общ}} = W_{\text{нпз}} + W_{\text{рег}} + W_{\text{с.н.}}, \quad (1.54)$$

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

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

$$W_{\text{рег}} = Q_{\text{сут}}^{\text{Max}} \left[1 - K_{\text{н}} + (K_{\text{ч}} - 1) \cdot \left(\frac{K_{\text{н}}}{K_{\text{ч}}} \right)^{\frac{K_{\text{ч}}}{K_{\text{ч}} - 1}} \right], \quad (1.55)$$

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 регуливаемой 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

$$K_{\text{н}} = \frac{Q_{\text{ч}}^{\text{max}}}{Q_{\text{ч}}^{\text{ср}}}, \quad (1.56)$$

$$Q_{\text{ч}}^{\text{max}} = \frac{K_{\text{ч}} \cdot Q_{\text{сут}}^{\text{max}}}{24} = \frac{1,32 \cdot 4674,6}{24} = 253,2 \text{ м}^3/\text{сут}., \quad (1.57)$$

$$K_{\text{н}} = \frac{253,2}{232,1} = 1,08$$

$$W_{\text{рег}} = 4674,6 \cdot \left[1 - 1,08 + (1,32 - 1) \cdot \left(\frac{1,08}{1,32} \right)^{\frac{1,32}{1,32-1}} \right] = 460,5 \text{ м}^3$$

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

$$W_{\text{с.н.}} = 0,08 \cdot 4674,6 = 373,97 \text{ м}^3.$$

$$W_{\text{общ}} = 13,5 + 460,5 + 373,97 = 848 \text{ м}^3$$

В этом проекте будут использоваться 2 стандартные стальные вертикальные резервуары объемами 450 м³, которые оснащены специальной вентиляционной системой и имеют следующие размеры: длина – 10 м, ширина – 9 м, высота – 5 м.

Высота слоя воды каждого объёма составит:

$$h_{\text{нпз}} = \frac{13,5}{9 \cdot 2 \cdot 10} = 0,075 \text{ м.}$$

$$h_{\text{сн}} = \frac{373,97}{9 \cdot 2 \cdot 10} = 2,07 \text{ м.}$$

$$h_{\text{нпз}} = \frac{460,5}{9 \cdot 2 \cdot 10} = 2,56 \text{ м.}$$

2 Технология строительного производства

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.

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

где l_1, l_2 – длина и ширина здания в плане, соответственно, м.

$$p_{\text{огр.}} = (20 + 10) \cdot 2 + (20 + 9) \cdot 2 = 118 \text{ м}$$

Производится срезка растительного слоя бульдозером производится с площади и определяется по формуле, м²:

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

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

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

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

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, 0,75;
 h – отметка подошвы фундамента (высота котлована), м.

$$l_{1\text{п.в.}} = 10 + 2 \cdot 0,25 \cdot 4,8 = 12,4 \text{ м}$$

$$l_{2\text{п.в.}} = 9 + 2 \cdot 0,25 \cdot 4,8 = 11,4 \text{ м}$$

$$S_1 = (10 + 12,4 + 10) \cdot (10 + 11,4 + 10) = 1017,36 \text{ м}^2$$

Разработка грунта в котловане и траншеи съезда в котлован

Подсчет объемов котлована осуществляется по следующей формуле, м³:

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

$$V_k = \frac{4,8}{6} ((2 \cdot 10 + 12,4) \cdot 12 + (2 \cdot 12,4 + 10) \cdot 11,4) = 707,76 \text{ м}^3$$

где h – глубина котлована, м.

Объем недобора грунта вычисляется следующим образом, м³:

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

где F_k – площадь дна котлована, м²

$\Delta h_{\text{н}}$ – величина недобора грунта при экскаваторной разработке, 0,05-0,2 м.

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

$$F_k = 10 \cdot 9 = 90 \text{ м}^2,$$

$$V_{\text{недоб.}} = 90 \cdot 0,1 = 9 \text{ м}^3,$$

Объем бетонной подготовки из тощего бетона под один фундамент составляет, м³:

$$W_{\text{п}} = F_{\text{п}} \cdot h_{\text{п}}, \quad (2.8)$$

где $F_{\text{п}}$ – площадь подготовки, м²:

$h_{\text{п}}$ – толщина бетонной подготовки, 0,2 м;

$$F_{\text{п}} = a_1 \cdot b_1, \quad (2.9)$$

где a_1 и b_1 – размеры бетонной подготовки, 1,8 м;

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

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

Объем грунта, подлежащий обратной засыпке в пазухи котлована в здании с подвалами, определяется по формуле

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

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.

$$V_{\text{под}} = 10 \cdot 9 \cdot 0,2 = 18 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{о.з.}} = \frac{707,76 - 18}{1 + 1,09} = 330 \text{ м}^3$$

Объем уплотнения грунта определяется, м^3 :

$$F_{\text{упл}} = \frac{V_{\text{оз}}}{h_{\text{у}}}, \quad (2.12)$$

где $V_{\text{оз}}$ – объем обратной засыпки, м^3 ;

$h_{\text{у}}$ – толщина уплотняемого слоя, 0,2-0,4 м.

$$F_{\text{упл}} = \frac{330}{0,3} = 1100 \text{ м}^3,$$

Окончательная планировка территории выполняется соответствующе следующей формуле, м²:

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

где S_1 – площадь срезки растительного слоя котлована, м²;
 $S_{\text{здания}}$ – площадь здания, м²:

$$S_1 = (10 + l_{1\text{п.в.}} + 10) \cdot (10 + l_{2\text{п.в.}} + 10), \text{ м}^2 \quad (2.14)$$

$$S_{\text{здания}} = l_1 \cdot l_2, \quad (2.15)$$

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

$$S_{\text{здания}} = 10 \cdot 9 = 90 \text{ м}^2,$$

$$S_1 = (10 + 12,4 + 10) \cdot (10 + 11,4 + 10) = 1017,36 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{план}} = 1017,36 - 90 = 927,36 \text{ м}^2$$

Разбор временного ограждения:

$$p_{\text{огр.}} = (20 + 10) \cdot 2 + (20 + 9) \cdot 2 = 118 \text{ м}$$

Сменная эксплуатационная производительность бульдозера определяется по формуле

$$P_3 = \frac{60 \cdot T \cdot q \cdot \alpha \cdot K_в}{T_n + T_r + \frac{l_r}{V_r} + \frac{l_n}{V_n}} \quad (2.16)$$

где T – продолжительность работы для бульдозера марки ДЗ-8 в смену, 8 ч;

q – объем грунта, перемещаемый отвалом, м³;

α – коэффициент, который учитывает потери грунта во время его перемещения;

$K_в$ – коэффициент, который отражает использование машины в течение определенного временного периода, 0,8;

T_n – время на набор грунта по категории, мин;

T_r – время, необходимое для смены скоростей, мин;

l_r, l_n – расчетное расстояние перемещения с грузом и поряжником, м;
 V_r, V_n – скорости бульдозера при движении с грузом (загруженным) и при движении вперед (без груза). м/мин.

Марка бульдозера ДЗ-8.

$$P_3 = \frac{60 \cdot 8 \cdot 1,5 \cdot 1,36 \cdot 0,8}{0,36 + 0,09 + \frac{12}{85} + \frac{30}{115}} = 919,436$$

2.2 Монтажные работы

Строительство резервуаров чистой воды начинается с разбивки сооружения на местности. После завершения комплекса подготовительных работ, в состав которых входят также водоотлив и, при необходимости, водопонижение, выполняются земляные работы по разработке котлована. При устройстве котлована подсчитывается объем земляных работ, отдельно подсчитывается объем грунта, оставляемого на берме котлована, для засыпки его после возведения сооружения, а также объем излишнего грунта, подлежащего вывозу за пределы территории строительной площадки. Назначать места отвалов грунта необходимо с учетом принятой схемы производства земляных, бетонных и монтажных работ. Отвалы грунта не должны препятствовать движению грузоподъемных кранов, а также не должны размещаться в местах, удобных для складирования элементов конструкций.

Таблица 2.1 – Ведомость объемов работ

Наименование процессов	Единицы измерения	Объем работ
Устройство временного ограждения	м	118
Срезка растительного слоя	м ³	1017,36
Разработка грунта в котловане и траншеи съезда в котлован	м ³	707,76
Разработка недобора грунта	м ³	9
Устройство бетонной подготовки под фундаменты	м ³	0,512
Обратная засыпка	м ³	330
Уплотнение грунта	м ²	1100
Окончательная планировка территории	м ²	927,36
Разбор временного ограждения	м	118

3 Экономика

Сумма, требуемая для строительства, представляет собой совокупные издержки, необходимые для его осуществления. Эти издержки включают в себя следующие элементы:

- Приобретение строительных материалов;
- Зарплата строительным работникам;
- Приобретение оборудования для водоподготовительной станции.

Расчёт заключается в определении себестоимости очистки 1 м³ воды.

Себестоимость определяется по формуле

$$C = \frac{\mathcal{E}}{Q_{\text{год}}}, \quad (3.1)$$

где \mathcal{E} - эксплуатационные затраты в год, тг;

$Q_{\text{год}}$ - годовой расход воды, м³/год.

$$Q_{\text{год}} = 365 \cdot Q_{\text{сут}} = 3895,5 \cdot 365 = 1421857,5 \text{ м}^3/\text{год}. \quad (3.2)$$

Годовые эксплуатационные затраты определяются по формуле

$$\mathcal{E} = \mathcal{Z}_p + \mathcal{Z}_э + \mathcal{Z}_{\text{зп}} + \mathcal{Z}_{\text{тв}} + \mathcal{Z}_{\text{тр}} + \mathcal{Z}_n, \quad (3.3)$$

где \mathcal{Z}_p - затраты на реагенты, тыс. тенге

$$\mathcal{Z}_p = \frac{K \cdot D_p \cdot Q_{\text{год}}}{10^6} \cdot \mathcal{C}_p, \quad (3.4)$$

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

D_p - доза реагента, 1,1 г/м³;

\mathcal{C}_p - стоимость реагента, тг/т.

$$\mathcal{Z}_p = \frac{0,1 \cdot 79,8 \cdot 1421857,5}{10^6} \cdot 373920 = 4242,654 \text{ тыс. тг.}$$

где $\mathcal{Z}_э$ - затраты на электроэнергию, тыс. тг. $\mathcal{Z}_э = 57\,953,68$ тыс. тг.

$\mathcal{Z}_{\text{зп}}$ - затраты на заработную плату, тыс. тг., $\mathcal{Z}_{\text{зп}} = 92\,131,72$ тыс. тг.

$\mathcal{Z}_{\text{тв}}$ - затраты на техническую воду, расходуемую на промывку, тыс.тг.
 $\mathcal{Z}_{\text{тв}} = 15\,607,71$ тыс. тг.

$Z_{тр}$ – затраты на текущий ремонт, размер которых принимаем в процентах от их стоимости: $Z_{тр} = 20\,009,51$ тыс.тг. – для оборудования – 3,8 процент; – для зданий и сооружений – 0,7 процент;

$Z_{н}$ – неучтённые расходы на отопление помещений, содержащихся участков, приобретение инвентаря и прочие расходы. Принимаются 3 процент от прочих эксплуатационных затрат:

$$Z_{н} = 0,03 \cdot (Z_{р} + Z_{э} + Z_{зп} + Z_{тв} + Z_{тр}), \quad (3.5)$$

$$Z_{н} = 0,03 \cdot (4\,242,6 + 57\,953,6 + 92\,131,7 + 15\,607,7 + 20\,009,5) = 5\,698,3 \text{ тыс. тг}$$

$$Э = 4\,242,654 + 57\,953,68 + 92\,131,72 + 15\,607,71 + 20\,009,5 + 5\,698,3 = 195\,643,63 \text{ тыс. тг}$$

$$C = \frac{195\,643,63 \cdot 10^3}{1\,421\,857,5} = 137,5 \text{ тг}$$

Таблица 3 - Показатель тарифной сметы

Наименование показателей тарифной сметы	Единица измерения	Предусмотрено в утвержденной тарифной смете на 2023 год	Фактически сложившиеся показатели тарифной сметы за 2023 год
Затраты на производство товаров и предоставление услуг, всего	тыс.тенге	599 398,07	631 830,30
Материальные затраты, всего:	тыс.тенге	299 717,43	318 202,39
Сырье и материалы всего, из них:	тыс.тенге	1 722,72	1 746,78
<i>Химреагенты, химреактивы</i>	<i>тыс.тенге</i>	373,92	379,34
<i>Материалы на эксплуатацию</i>	<i>тыс.тенге</i>	1 348,80	1 367,45
ГСМ	тыс.тенге	24 433,31	28 139,96
Электроэнергия на технологию	тыс.тенге	57 953,68	49 552,79
<i>объем</i>	<i>тыс.кВт</i>	5 631,97	4 917,17
<i>цена 1 кВт</i>	<i>тг</i>	10,29	10,07
Забор воды	тыс.тенге	15 607,71	16 762,86
<i>объем</i>	<i>тыс.м3</i>	16 855,52	18 102,44
<i>цена 1 м3</i>	<i>тг</i>	0,93	0,93

Продолжение таблицы 3

Наименование показателей тарифной сметы	Единица измерения	Предусмотрено в утвержденной тарифной смете на 2023 год	Фактически сложившиеся показатели тарифной сметы за 2023 год
Затраты на оплату труда, всего	тыс.тенге	204 898,18	212 700,65
Заработная плата производственного персонала	тыс.тенге	92 131,72	99 357,10
Социальный налог	тыс.тенге	10 927,91	11 216,11
Социальные отчисления	тыс.тенге	6 374,61	6 528,70
Обязат. соц. мед. страхование	тыс.тенге	5 463,95	5 598,75
Амортизация основных средств	тыс.тенге	16 640,10	16 640,10
Ремонт, всего	тыс.тенге	20 009,51	22 692,11
Услуги сторонних организаций производственного характера	тыс.тенге	15 830,38	18 264,58
Поверка приборов	тыс.тенге	589,32	589,32
Услуги стороннего автотранспорта	тыс.тенге	9 390,79	11 785,83
Прочие услуги, в том числе:	тыс.тенге	5 850,27	5889,436997
Налоги, в том числе:	тыс.тенге	2 755,70	2 818,72
Земельный налог	тыс.тенге	517,95	517,95
Налог на имущество	тыс.тенге	1 517,37	1 531,20
Плата за использование радиочастотного спектра	тыс.тенге	14,58	14,58
Налоги на автотранспорт, в том числе:	тыс.тенге	686,19	735,38
Лицензионный сбор (прекурсоры)	тыс.тенге	19,60	19,60
Прочие затраты, всего	тыс.тенге	39 546,76	40 511,74
Услуги связи	тыс.тенге	51,72	62,07
Командировочные расходы	тыс.тенге	99,22	209,91
Охрана труда и ТБ, в том числе:	тыс.тенге	3 181,34	3 344,83
Плата за использование природных ресурсов (воду)	тыс.тенге	4 679,83	5 538,26
Коммунальные услуги, в том числе:	тыс.тенге	24 738,45	24 511,61
Обязательные виды страхования	тыс.тенге	3 766,94	3 769,41
Плата за загрязнение окружающей среды	тыс.тенге	125,37	133,68

Продолжение таблицы 3

Наименование показателей тарифной сметы	Единица измерения	Предусмотрено в утвержденной тарифной смете на 2023 год	Фактически сложившиеся показатели тарифной сметы за 2023 год
Другие затраты, в том числе:	тыс.тенге	130,05	139,33
Аренда производственного здания	тыс.тенге	2 337,97	2 337,97
Подготовка кадров	тыс.тенге	435,88	464,66
Расходы периода, всего	тыс.тенге	36 768,47	37 888,02
Общие и административные расходы - всего	тыс.тенге	19 965,49	20 739,70
в т.ч. заработная плата адм. персонала	тыс.тенге	10 743,05	11 013,27
Социальный налог	тыс.тенге	644,58	658,30
Социальные отчисления	тыс.тенге	376,01	383,77
Обязат. соц. мед. страхование	тыс.тенге	322,29	329,02
Амортизация	тыс.тенге	312,14	312,14
Командировочные расходы	тыс.тенге	169,41	186,48
Периодическая печать	тыс.тенге	53,16	68,52
Услуги связи	тыс.тенге	393,94	473,25
Банковские услуги	тыс.тенге	371,01	409,29
Охрана труда и ТБ	тыс.тенге	115,09	127,75
Расходы на содержание и обслуживание тех.средств управления, узлов связи, выч.техники и т.д.	тыс.тенге	2 833,59	3 097,08
Другие расходы, в том числе:	тыс.тенге	3 631,23	3 680,82
Расходы на содержание абонентского отдела	тыс.тенге	16 802,98	17 148,33
Зарплата абонентского отдела	тыс.тенге	4 180,01	4 473,85
Социальный налог	тыс.тенге	250,80	259,59
Социальные отчисления	тыс.тенге	146,30	151,78
Обязат. соц. мед. страхование	тыс.тенге	125,40	129,27
Материалы на эксплуатацию	тыс.тенге	98,61	110,43
Амортизация основных средств	тыс.тенге	3,28	3,28
Прочие расходы, в том числе:	тыс.тенге	11 998,59	12 020,12
Всего затрат	тыс.тенге	636 166,55	669 718,32
Прибыль	тыс.тенге	2 711,26	36 686,48

Продолжение таблицы 3

Наименование показателей тарифной сметы	Единица измерения	Предусмотрено в утвержденной тарифной смете на 2023 год	Фактически сложившиеся показатели тарифной сметы за 2023 год
Необоснованно полученный доход	тыс.тенге	966,37	966,37
Доходы за исключением необоснованно полученного дохода	тыс.тенге	637 911,44	705 438,43

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение данной работы был проведен расчет и оценка эффективности реагентного метода очистки речной грунтовой воды от повышенной жесткости с использованием известкового метода очищения. Жесткость воды является важным параметром, который влияет на ее пригодность для различных целей, включая питьевое потребление.

Исходя из результатов проведенного исследования, было установлено, что реагентный метод с применением известкового метода очищения является эффективным для снижения жесткости речной грунтовой воды. Известковый метод основан на использовании химического реагента - извести, который реагирует с растворенными ионами кальция и магния, приводя к их осаждению и удалению из воды.

Оценка потребности в извештке и определение его оптимальной дозировки позволили рассчитать необходимые объемы реагента для очистки воды для города с населением 17 000 жителей. Расчеты также включали оценку стоимости реагента и необходимого оборудования для его подачи и смешивания с водой.

Результаты показали, что реагентный метод с использованием известкового очищения является эффективным и экономически целесообразным для очистки речной грунтовой воды от повышенной жесткости для данного города. Он позволяет достичь значительного снижения содержания кальция и магния в воде, что улучшает ее качество и пригодность для питьевого использования.

Однако, необходимо учитывать некоторые факторы, такие как постоянная потребность в реагенте и его поставка, а также необходимость систематического контроля и регулирования процесса очистки. Кроме того, учет особенностей конкретной речной воды и ее возможных примесей также является важным аспектом при реализации данного метода.

В целом, реагентный метод с использованием известкового очищения представляет собой перспективное решение для очистки речной грунтовой воды от повышенной жесткости для города с населением 17 000 жителей. Дальнейшее развитие исследований в этой области может способствовать совершенствованию процесса очистки, улучшению его эффективности и снижению затрат, что будет способствовать обеспечению качественного и безопасного водоснабжения для населения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 СН РК 4.01-03-2013 «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации» (изм.07.11.19_179-НК)
- 2 Edwards, M., & Benjamin, M. (2014). Environmental chemistry of water treatment. CRC Press.
- 3 Crittenden, J. C., Trussell, R. R., Hand, D. W., Howe, K. J., & Tchobanoglous, G. (2016). Water treatment: Principles and design. John Wiley & Sons.
- 4 <https://stepnogorvodokanal.kz/>
- 5 Журба М.Г., Нечаев А.П., Ивлева Г.А. и др. Классификатор технологий очистки природных вод. – М.: НИИ ВОДГЕО, 2015.
- 6 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.
- 7 Ткаченко Е.А. «Методика определения основных технологических параметров сооружений систем водоснабжения и водоотведения, очистки сточных вод и обработки осадка». Москва 2014 г.
- 8 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.
- 9 Кожин В.Ф. Очистка питьевой и технической воды, 2018.
- 10 Гидравлические расчёты наружных водопроводов: учебнометодическое пособие: - 2-е изд. перераб. и доп. / С.В.Посыпанов; Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В.Ломоносова - Архангельск: САФУ, 2014.
- 11 Башкатов А.Д. Прогрессивные технологии сооружения скважин. – М. ООО «Недра-Бизнесцентр», 2013.
- 12 Воронов Ю.В., Алексеев Е.В, Саломеев В.П. Водоотведение. – ИНФРА-М, 2014г.
- 13 Павлинова И.И., Баженов В.И., Губий И.Г.. Водоснабжение и водоотведение. Учебник для бакалавров. – Юрай-Издат, 2013г.
- 14 Gray, N. F. (2014). Biology of treatment. Imperial College Press.
- 15 Bhattacharya, P., & Mukherjee, A. (2015). Environmental chemistry: Fundamentals. CRC Press.
- 16 Никифорова Л. Обеззараживание воды – М. М. LAP. Lambert Academic Publishing, 2014.
- 17 Аюкаев Р.И., Мельцер В.З. Производство и применение фильтрующих материалов для очистки воды – Л., 2015.
- 18 С.Д.Тюменев Водные ресурсы и водообеспеченность территории Казахстана – М. Алматы, 2018.
- 19 Чудновский С. М. Улучшение качества природных вод – М. МоскваВологда, 2017.

Приложение А

Таблица А.1 - Характеристики и условия применения различных методов умягчения воды

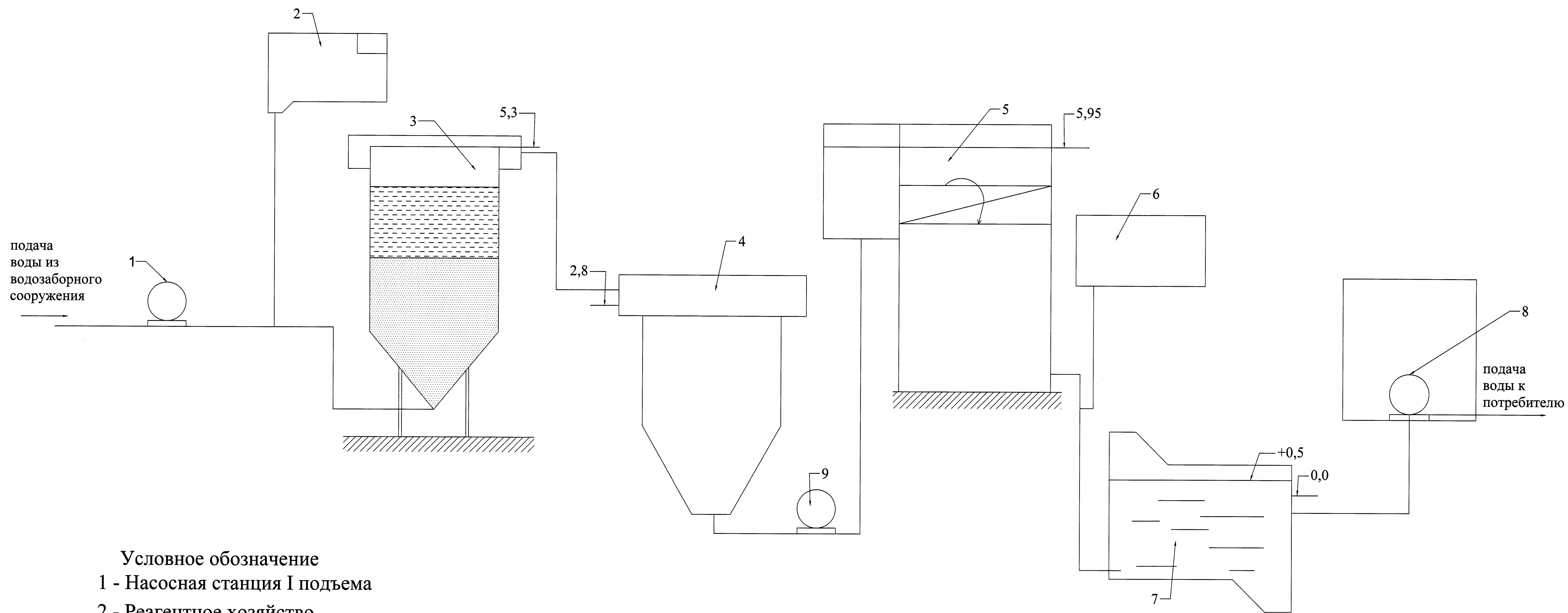
Методы умягчения воды	Особенности процесса умягчения воды	Способы очистки	Требования к использованию способов умягчения воды			
			мутность воды, мг/л	общая жесткость воды, мг-экв/л	максимально допустимое снижение жесткости воды, мг-экв/л	температура воды, °С
Термический	При нагревании воды до температуры выше 100°С происходит устранение карбонатной и некарбонатной жесткости, представленной в виде карбоната кальция, гидроксида магния и гипса.	Для использования в котлах с низким и средним давлением, необходимо произвести смягчение воды, которая содержит в основном карбонатную жесткость.	До 50	Преобладание $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	Карбонатная жесткость до 0,036 CaSO_4 до 0,7	До 270
Реагентный	В процессе обработки воды вводятся химические вещества, которые превращают ионы кальция и магния в практически нерастворимые соединения.	Одновременно с уменьшением жесткости воды, происходит очистка от взвешенных веществ в результате поверхностного фильтрования.	До 500	5-30	До 0,7	До 90°
Катионитовый	Процесс умягчения воды осуществляется путем фильтрации через Na-катионитовые фильтры.	Процесс глубокого умягчения воды используется в случаях, когда вода содержит незначительное количество взвеси.	не более 8	До 15	0,05-0,1	До 30° глауконит До 60° сульфоуголь

Продолжение приложения А

Таблица А.2 - Крутизна откосов для временных земляных сооружений

Наименование грунтов	Крутизна откосов (отношение его высоты к заложению) при глубине выемки, м, не более		
	1,5	3	5
Насыпной неуплотненный	1:0,67	1:1	1:1,25
Песчаный и гравийный	1:0,5	1:1	1:1
Супесь	1:0	1:0,67	1:0,85
Суглинок	1:0	1:0,5	1:0,75
Глина	1:0	1:0,25	1:0,5

Схема системы водоподготовки питьевой воды

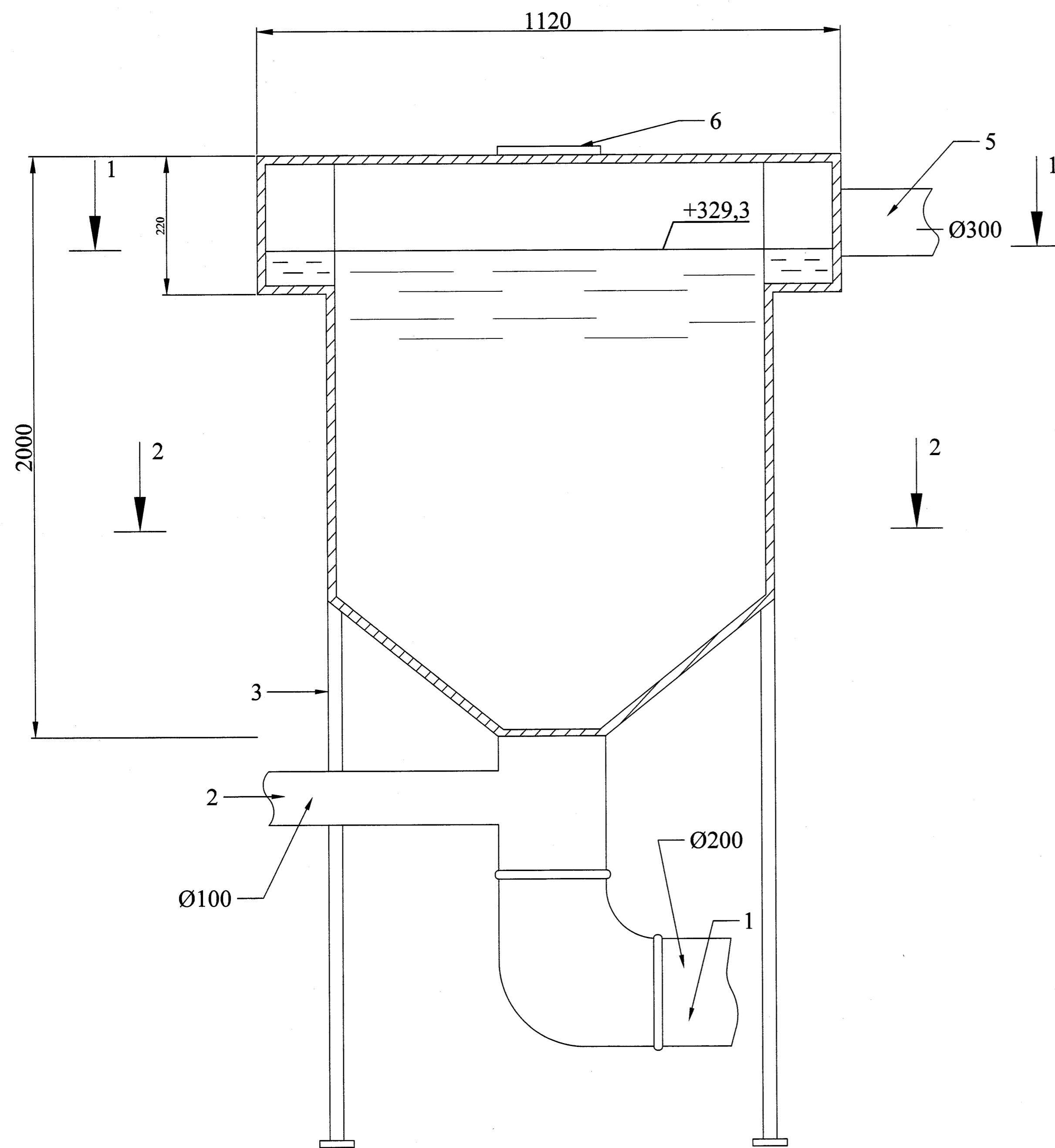


Условное обозначение

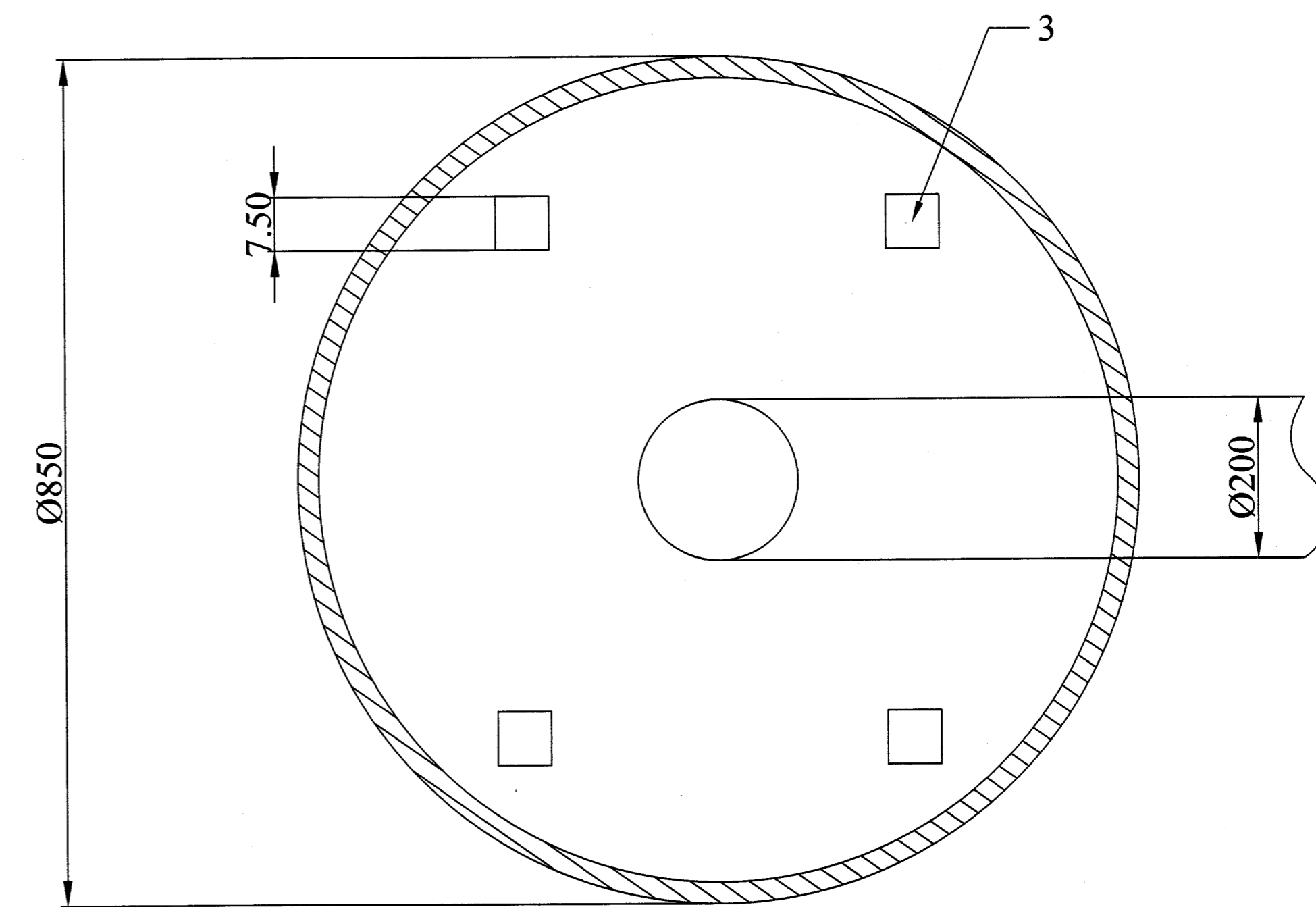
- 1 - Насосная станция I подъема
- 2 - Реагентное хозяйство
- 3 - Вихревой реактор
- 4 - Отстойник
- 5 - Скорый фильтр
- 6 - Хлораторная установка
- 7 - Резервуар чистой воды
- 8 - Насосная станция II подъема
- 9 - Насосная установка для подачи воды

						КазНИТУ.6В07302.36-03.2023.ДП		
						Подготовка питьевой воды, содержащей соли жесткости реагентным методом		
Изм.Код.№	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Технологический раздел	Стадия	Лист	Листов
Зав. кафедр.	Алимова.К.К.			24.05		у	1	5
Нормоконтр.	Хойшиева.А.Н.			24.05				
Руководит.	Сидорова.Н.В.			24.05				
Консультант	Сидорова.Н.В.			24.05				
Выполнила	Хайрым.А.			24.05	Схема системы водоподготовки питьевой воды М 1:50			
						ИАиС им. Т.К. Басенова ИСиС		

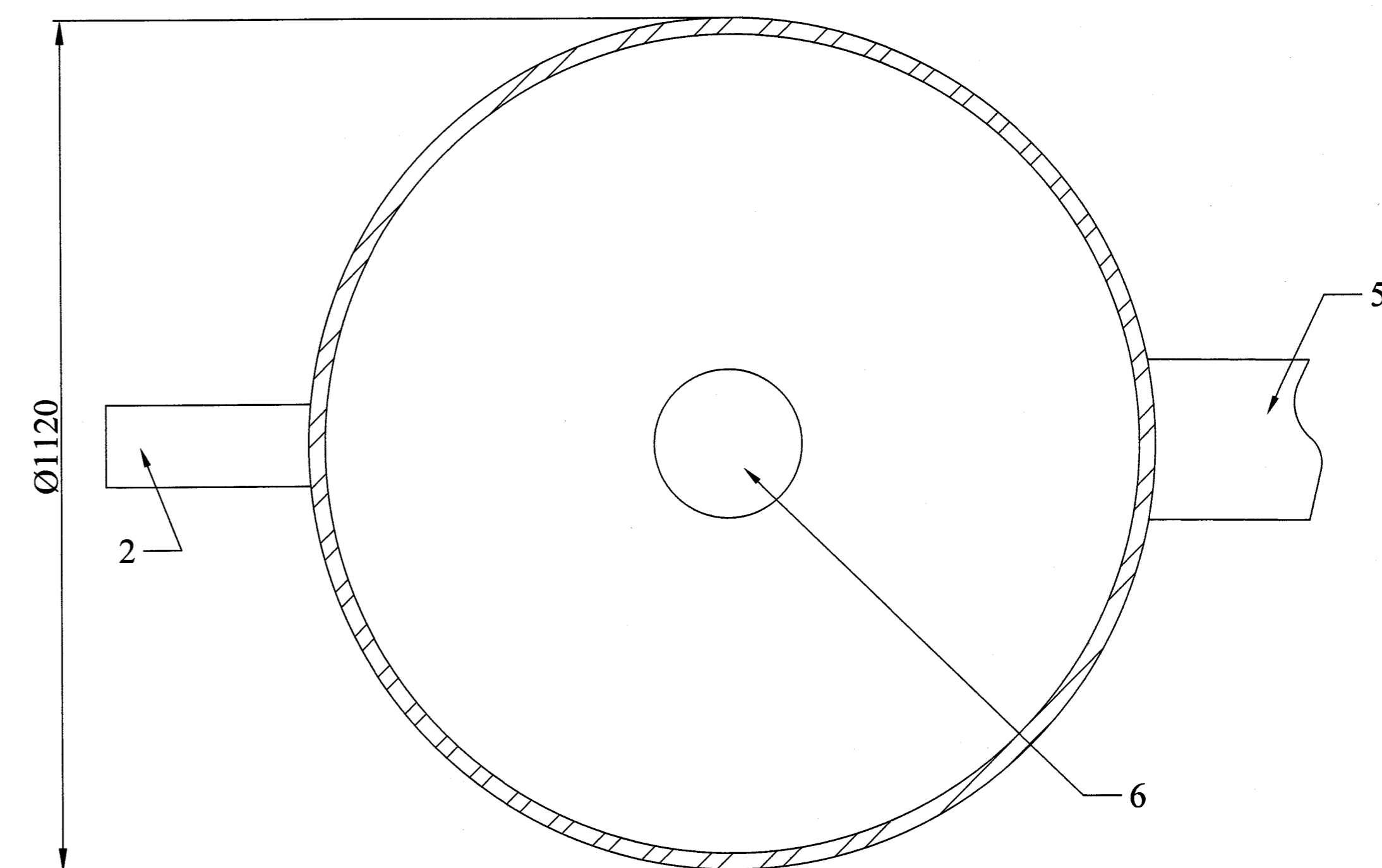
Схема вихревого реактора



Разрез 2-2



Разрез 1-1

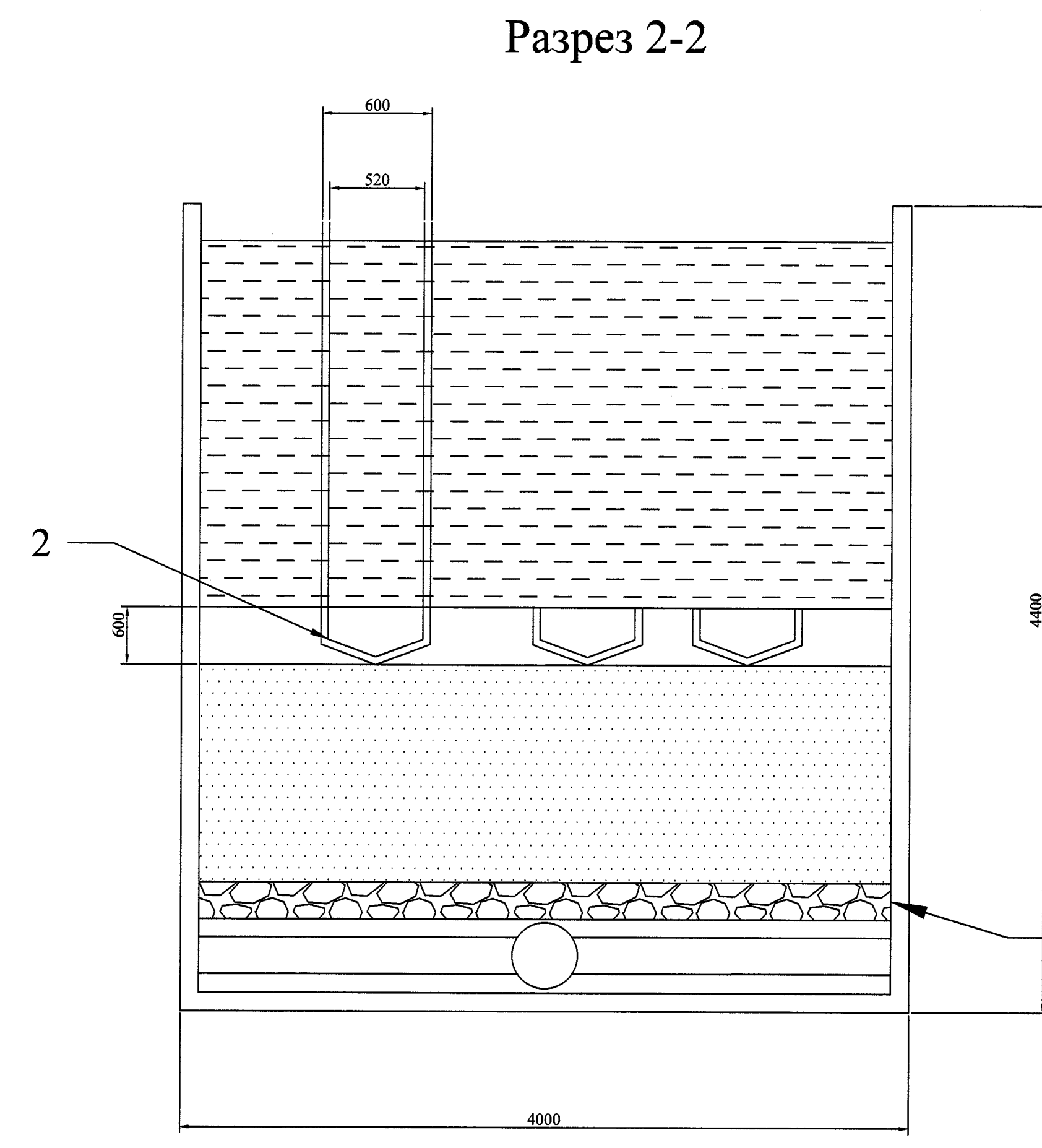
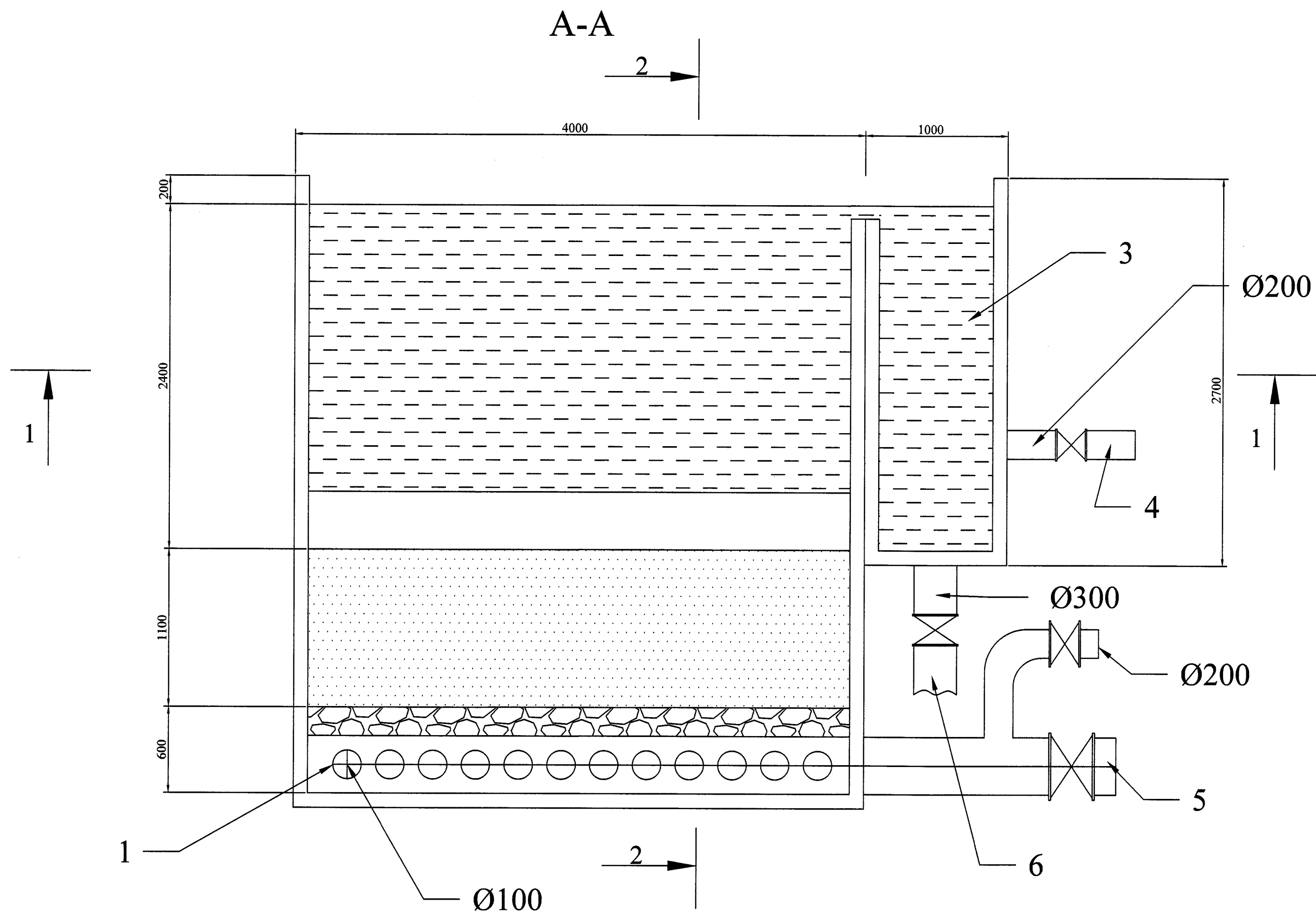


Условные обозначения

- 1 Трубопровод подвода исходной воды
- 2 Трубопровод подвода реагентов
- 3 Опора реактора
- 4 Загрузка
- 5 Трубопровод отвода смешанной воды с реагентами
- 6 Смотровой люк

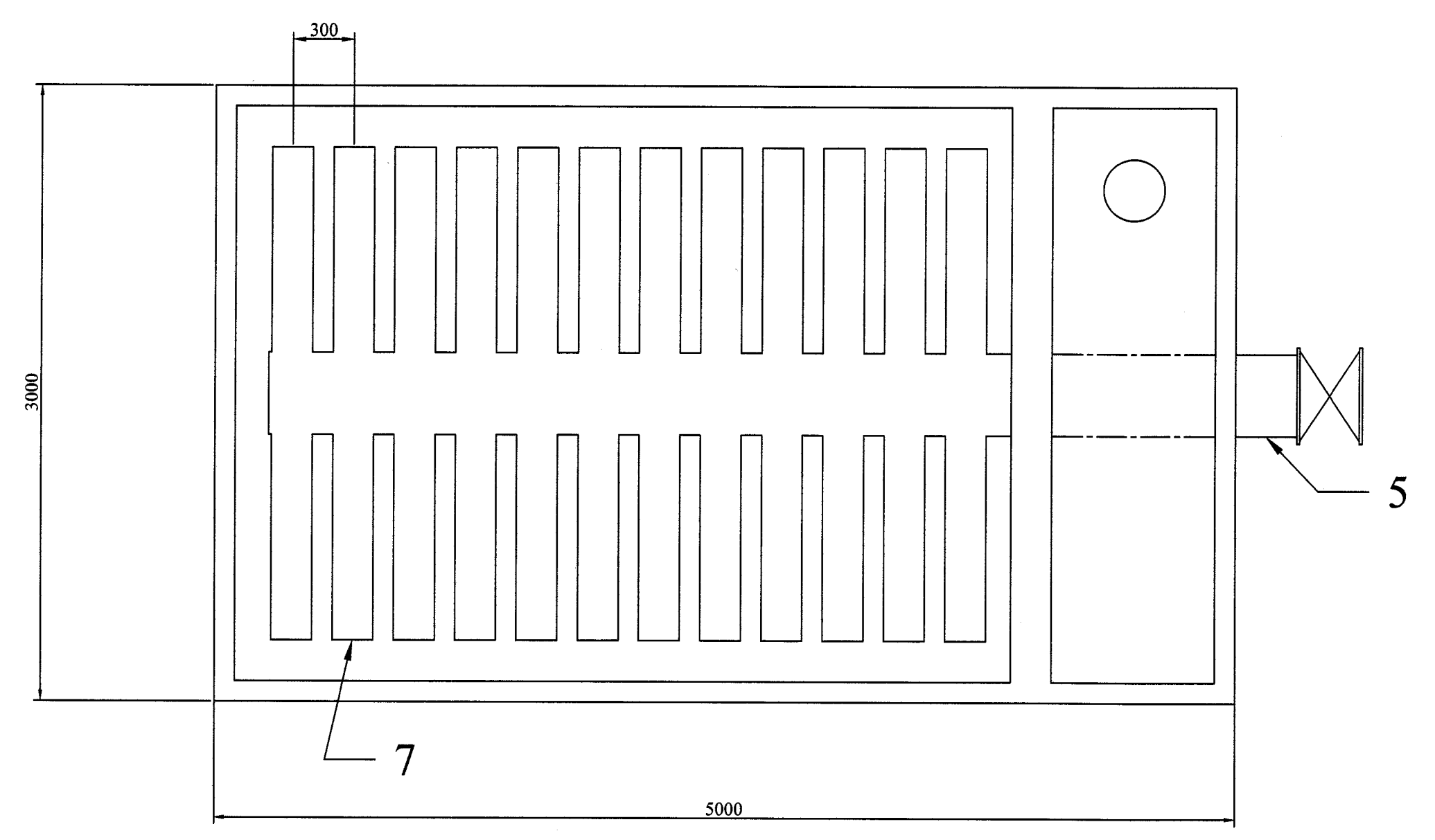
КазНИТУ.6В07302.36-03.2023.ДП					
Подготовка питьевой воды, содержащей соли жесткости реагентным методом					
Изм.Код.№	Лист	№ док.	Изд.	Дата	Страницы
Зав. кафедр.	Алимова К.К.			24.05	у 2 5
Нормоконтроль	Хойшиев А.Н.			24.07	
Руководит.	Сидорова Н.В.			24.05	
Консультант	Сидорова Н.В.			24.05	
Выполнила	Хайрым А.			24.05	
Технологический раздел					
Вихревой реактор М 1:50					ИИС им. Т.К. Басенова ИСИС

Схема скорого фильтра



Гравий зёрна d=2-5мм h=100мм
 Гравий зёрна d=10-5мм h=50мм
 Гравий зёрна d=20-10мм h=50мм

Разрез 1-1



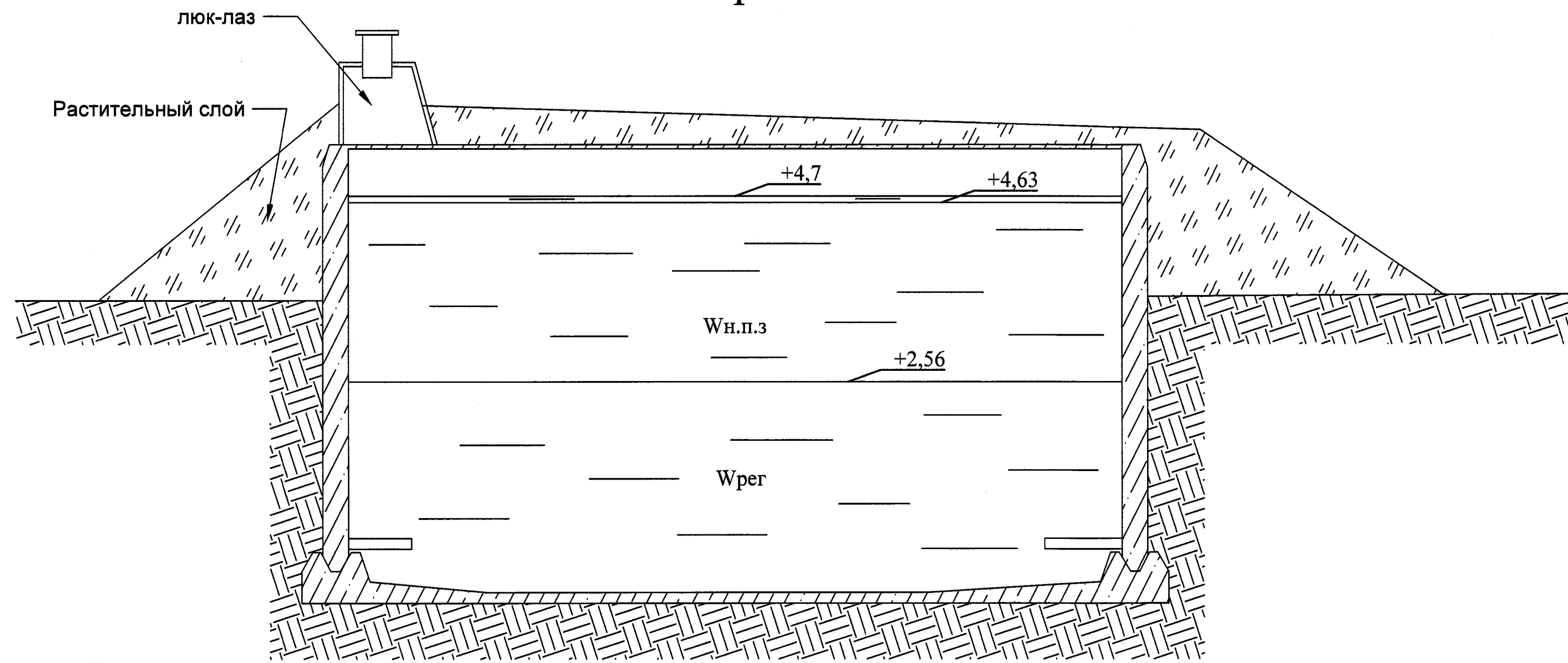
Условные обозначения

- 1 Дырчатые ответвления
- 2 Желоб
- 3 Карман фильтра
- 4 трубопровод осветленной воды
- 5 трубопровод фильтрованной воды
- 6 трубопровод промывной воды
- 7 дренажная система - коллектор

КазНПТУ.6В07302.36-03.2023.ДП						
Подготовка питьевой воды, содержащей соли жесткости реактным методом						
Технологический раздел				Стадия	Лист	Листов
				у	3	5
Изм/Кол. №	Лист	№ док.	Подп.	Дата		
Зав. кафедр.	Алтымова К.К.			24.03		
Нормоконтр.	Холшина А.Н.			24.03		
Руководит.	Сидорова Н.В.			24.03		
Консультант	Сидорова Н.В.			24.03		
Выполнил	Хайрым А.			24.03		
Скорый фильтр				ИАиС им. Т.К. Басенова		
М 1:50				ИСиС		

Схема резервуара чистой воды

Разрез 1-1



Разрез 2-2

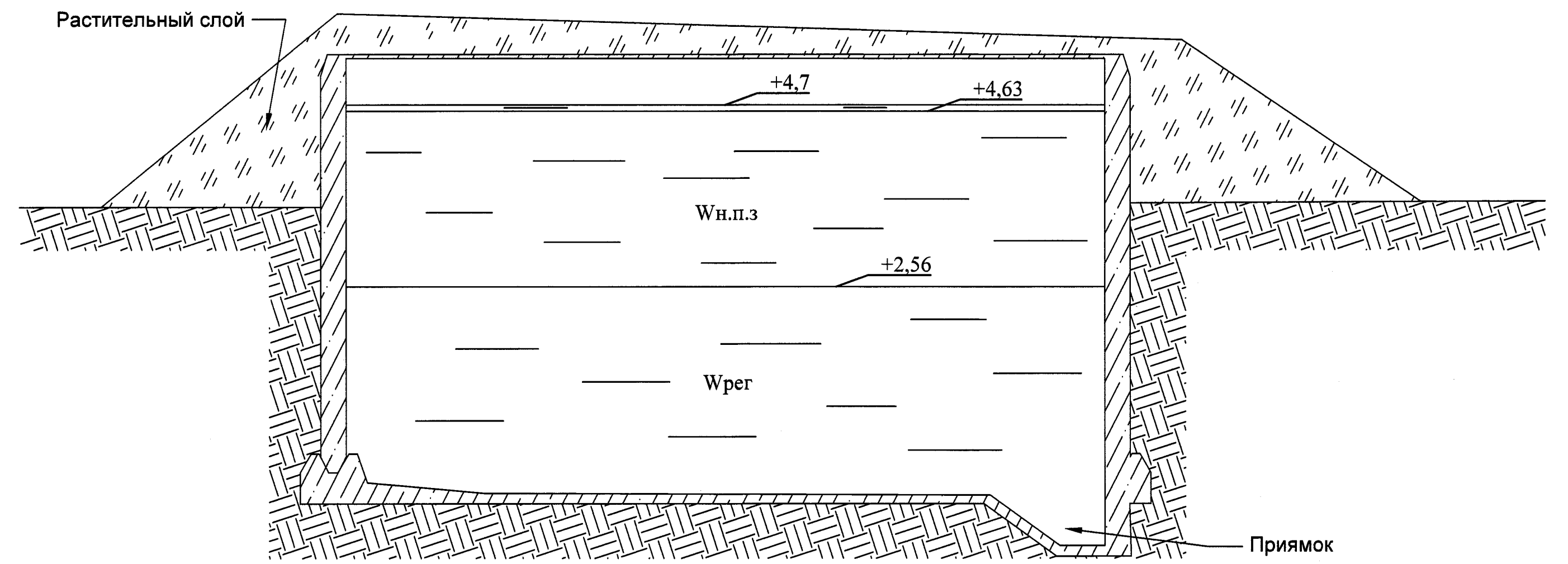
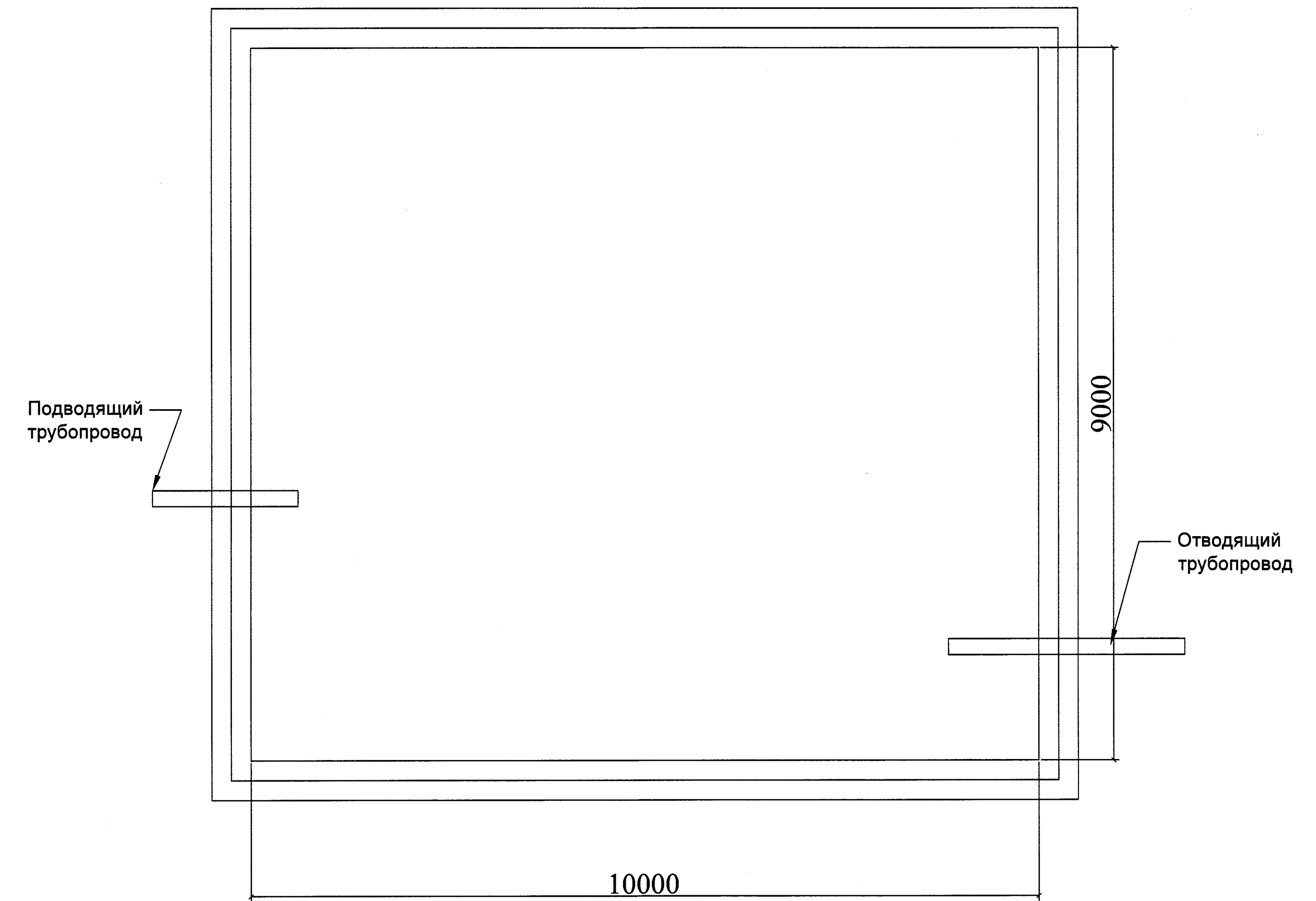
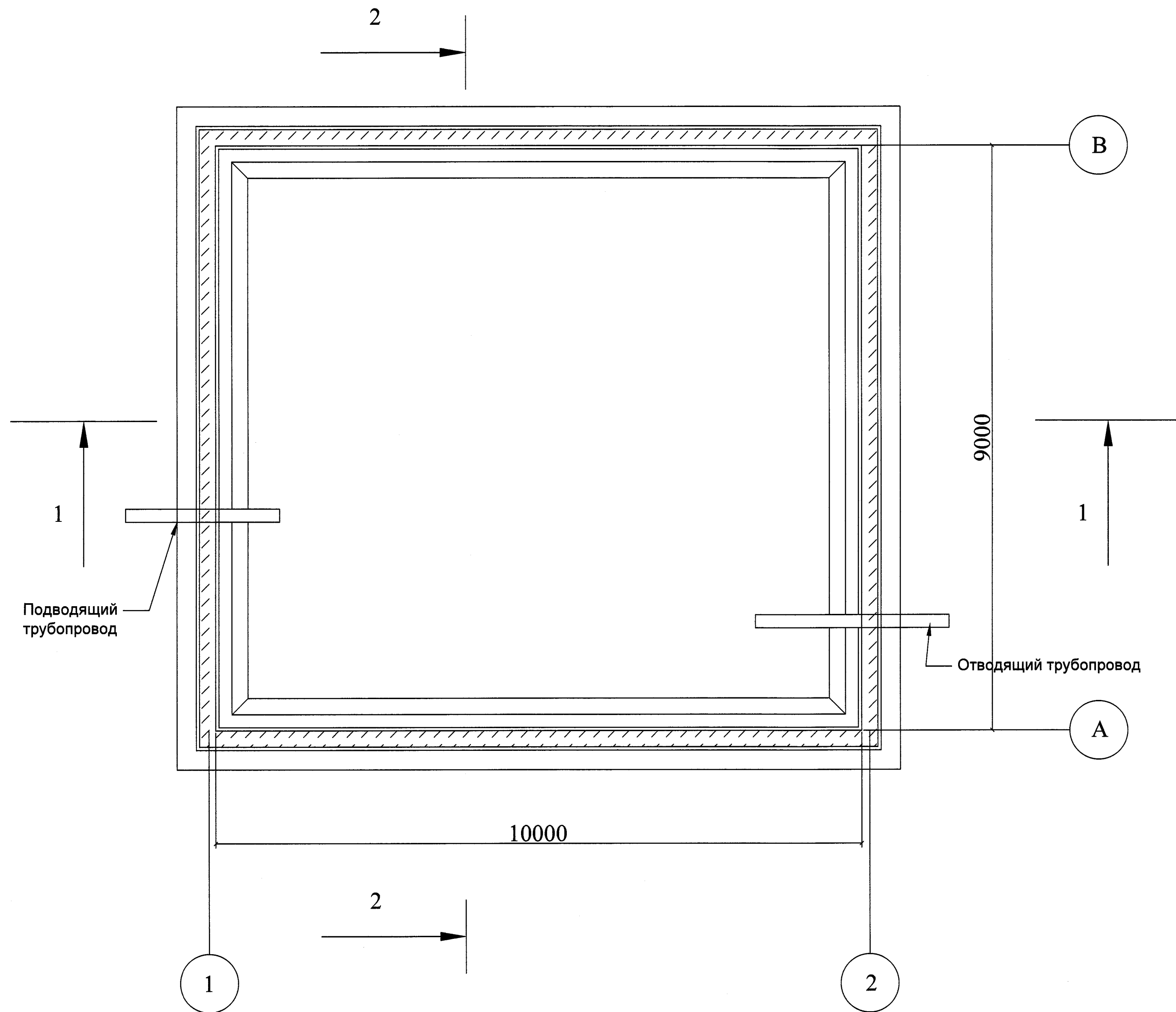


Схема укладки по днищу

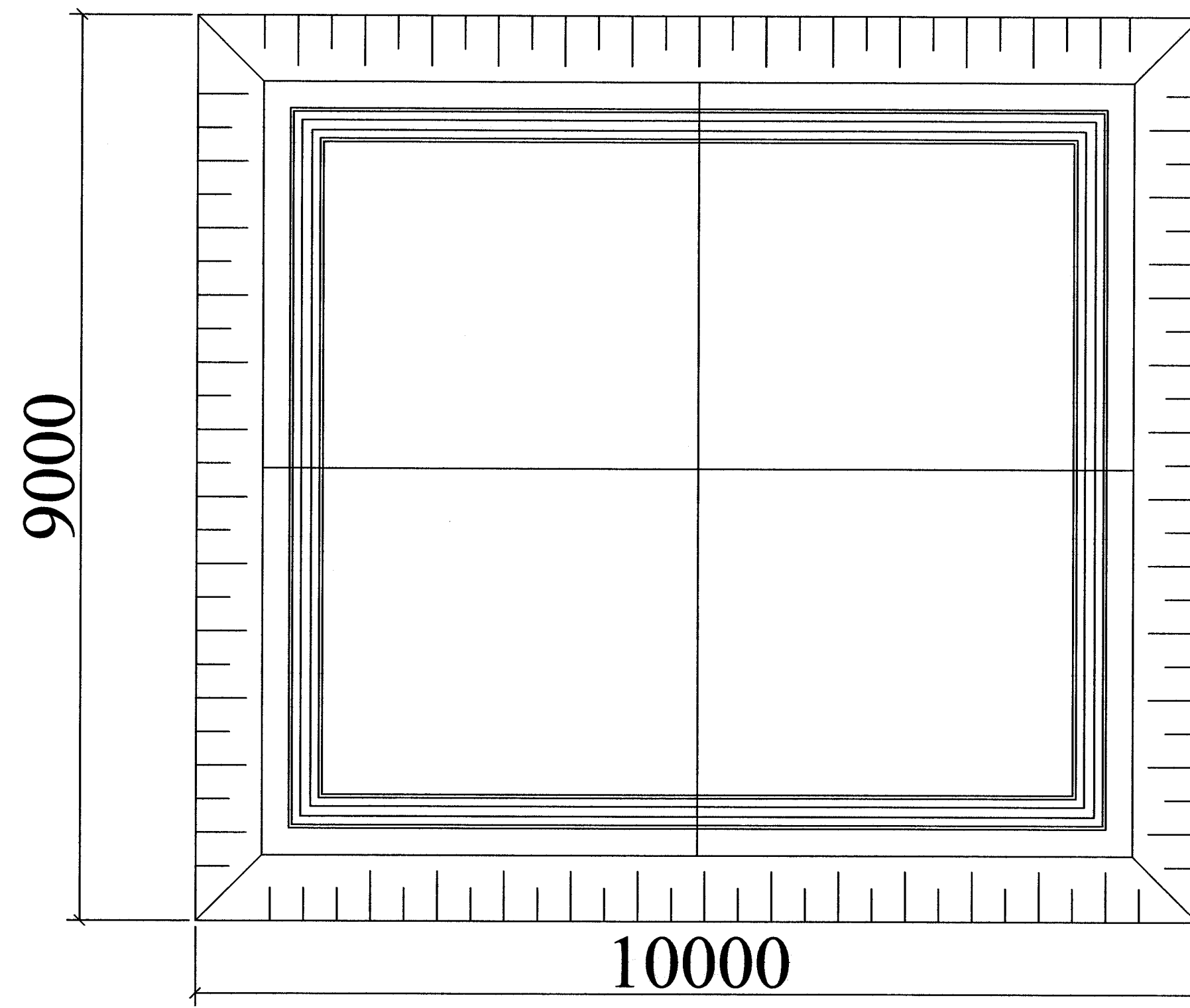


КазНИТУ.6В07302.36-03.2023.ДП					
Подготовка питьевой воды, содержащей соли жесткости реагентным методом					
Изм.	Куч.	Лист	Маск.	Примеч.	Дата
Зав. каф.	Алимова К.К.	14	08		
Н. контр.	Хойлиев А.Н.	24	05		
Руковод.	Сидорова Н.В.	24	05		
Консул.	Сидорова Н.В.	24	05		
Разраб.	Хайрым А.	24	05		

Стр.	Лист	Листов
у	4	5

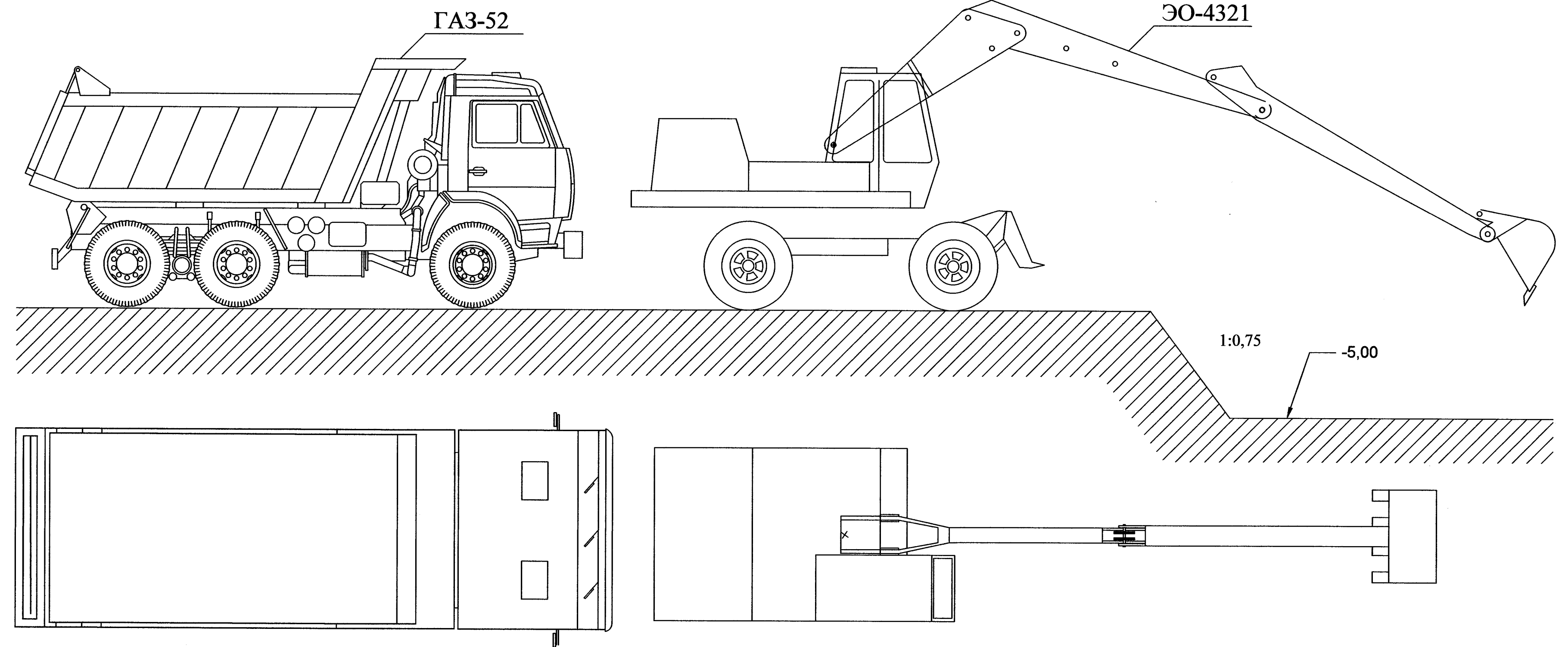
Резервуар чистой воды	ИАНС им. Т.К. Басенова
Технологическая карта М 1:50	ИСиС

Схема расположения котлована



Технологическая карта

Схема уплотнения грунта



Календарный график производства работ

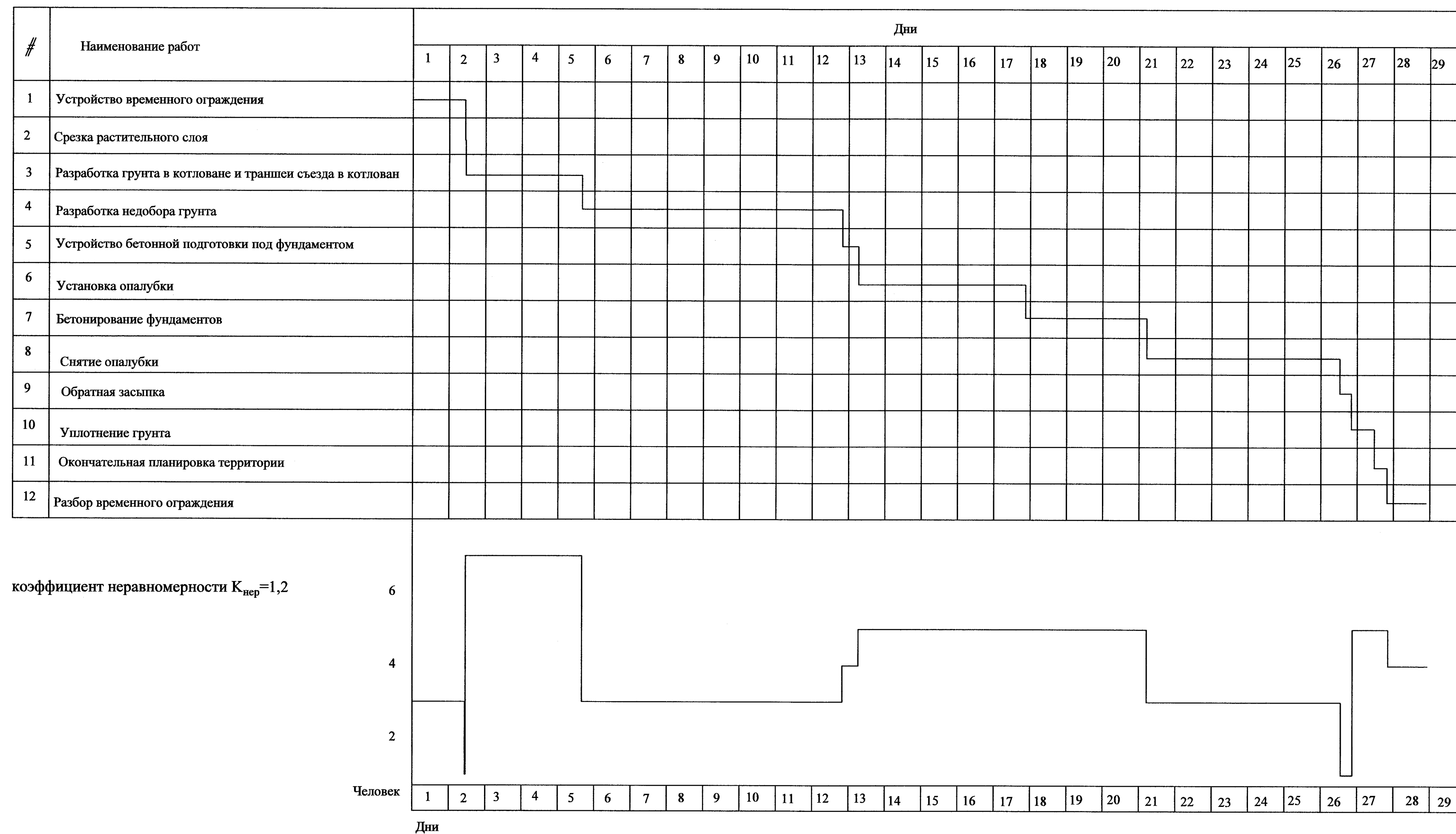
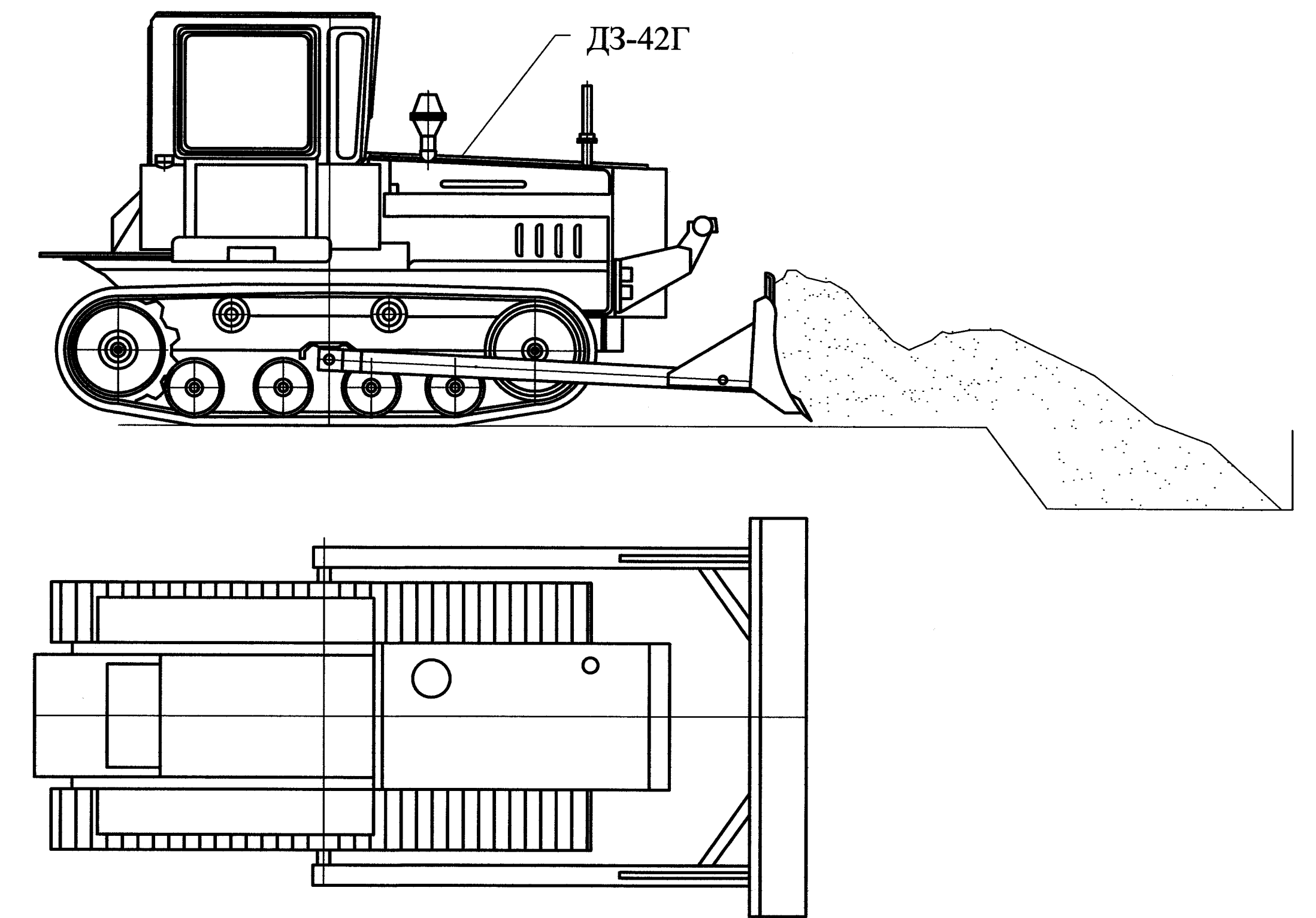


Схема обратной засыпки



КазНИТУ.6В07302.36-03.2023.ДП					
Подготовка питьевой воды, содержащей соли жесткости реагентным методом					
Изм.	Куч.	Лист	Можж	Публик	Дата
Зав. каф.	Алимова К.К.	24			24.05
Н. контр.	Хойишев А.М.	24			05
Руковод.	Сидорова Н.В.	24			05
Консул.	Сидорова Н.В.	24			05
Разраб.	Хайрым А.	24			05
Технологическая карта				Страница	Лист
М 1:100				у	5
				Листов	5
				И.А.С. им.Т.К. Босеба ИС	