

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

Инженерно-строительный
институт

Инженерные системы зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.И. Матюшенко
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 2023г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

20.03.02 «Природообустройство и водопользование»
Код - наименование специальности

Водоснабжение поселка в Иркутской области
тема

Руководитель	_____	<u>ДОЦЕНТ, К.Д.Н.</u>	<u>Т.Я. Пазенко</u>
	подпись, дата	должность, учетная степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>Т.К. Суркова</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____	<u>ДОЦЕНТ, К.Д.Н.</u>	<u>Т.Я. Пазенко</u>
	подпись, дата	должность, учетная степень	инициалы, фамилия

Красноярск 2023

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Водоснабжение поселка в Иркутской области» содержит страниц текстового документа, рисунков, таблиц, использованных источников, листов графического материала.

СКВАЖИНА, ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЕ, НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ, ВОДОПРОВОДНАЯ СЕТЬ, ДИАМЕТР, НАСОС, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА, ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ, ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ

Объект - Поселок на 7000 жителей.

Цель:

- Выбор источника водоснабжения;
- Расчет необходимого количества необходимого количества питьевой воды;
- Гидравлический расчет водопроводной сети, выбор материала и диаметра труб;
- Расчет и проектирование скважин и подбор скважинных насосов;
- Выбор метода обезжелезивания воды;
- Выбор метода обеззараживания воды.

В результате работы были определены необходимые расходы воды на хозяйственно-питьевые, противопожарные нужды населенного пункта, а также на технологические и хозяйственно-питьевые нужды предприятий находящихся на территории поселка. Был осуществлен выбор и произведен расчет параметров водозаборного сооружения из подземного источника. Проведено трассирование водопроводной сети и сделан ее гидравлический расчет. Произведен расчет насосных станций и подобрано насосное оборудование. Предложена технологическая схема обезжелезивания подземных вод. Подобрана установка обеззараживания воды УФ-облучением. Определены зоны санитарной охраны источника водоснабжения.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
Глава 1. Определение расчетных расходов воды. Гидравлический расчет водопроводной сети.	6
1.1. Общие сведения об объекте водоснабжения	6
1.1.1. Характеристика района проектируемого поселка	6
1.1.2 Территория и климат поселка.....	6
1.1.3 Гидрография	7
1.1.4 Данные о населенном пункте	7
1.2 Характеристика промышленных предприятий.....	8
1.3 Определение расчетных расходов воды.....	9
1.3.1 Потребители воды.....	9
1.3.2 Расход воды на хозяйственно – питьевые нужды населения.....	9
1.3.3 Расход воды на нужды промышленных предприятий на территории поселка	11
1.3.4 Расходы воды на коммунальные нужды населенного пункта	14
1.3.5 Расходы воды на пожаротушение	14
1.3.6 Расход воды на нужды местной промышленности	15
1.4 Режим водопотребления в течение суток.....	15
1.5 Гидравлический расчет водопроводной сети.....	20
1.5.1 Принципы трассировки водопроводной сети	20
1.5.2 Расчетная схема отдачи воды потребителю.....	20
1.5.3 Подготовка сети к гидравлическому расчету	22
1.5.4 Гидравлический расчет сети.....	23
Глава 2 Расчет и проектирование водозаборных сооружений	35
2.1 Выбор типа водозаборного сооружения.....	35
2.2 Расчет конструкции скважины	35
2.3 Гидравлический расчет фильтра	36
Глава 3 Расчет и проектирование насосных станций.....	38
3.1 Насосная станция I подъема	38
3.2 Определение требуемого напора НС	38
3.3 Подбор скважинного насоса	39
3.4 Оборудование для промывки скважины при заиливании	41
3.5 Насосная станция II подъема.....	44
3.6 Определение отметок резервуара.....	44
3.7 Определение диаметров всасывающих и напорных трубопроводов	46
3.8 Определение требуемого напора насосов станции II подъема	47
3.9 Подбор насосов	48
3.10 Определение отметки оси насоса	50
Глава 4 Подготовка воды для питьевого назначения	52

4.1 Обезжелезивания подземных вод.....	52
4.2 Обеззараживание подземных вод.....	54
Глава 5 Охрана окружающей среды.....	58
5.1 Характеристика проектируемого объекта.....	58
5.2 Характеристика источника водоснабжения.....	58
5.3 Оценка воздействия на атмосферный воздух.....	61
5.4 Количество жидких отходов.....	62
5.5 Проектирование зон санитарной охраны.....	62
5.6 Первый пояс зоны санитарной охраны источника.....	62
5.7 Второй пояс зоны санитарной охраны источника.....	62
5.8 Третий пояс зоны санитарной охраны источника.....	63
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	65
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	66
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	67

ВВЕДЕНИЕ

Снабжение различных потребителей водой в достаточном количестве и необходимого качества, имеет большое народнохозяйственное значение. Современные системы водоснабжения представляют собой сложные инженерные сооружения. Потребность в воде удовлетворяется путем устройства централизованных систем водоснабжения.

Подача населению доброкачественной воды предохраняет население от различных заболеваний. На промышленных предприятиях вода требуется для технологических нужд.

Подземные воды, так же как и поверхностные подвержены антропогенному воздействию. Основные загрязнения подземных вод: соединение азота, нефтепродукты, железо, марганец. Во многих водоисточниках превышает ПДК по жесткости. Очистка подземных вод от такого низкого качества невозможно без применения реагентных методов. Существенный «вклад» в загрязнение водных объектов вносит смыв загрязняющих веществ с территории водосбора.

В связи с загрязнённостью подземных вод, задача по обеспечению населенных пунктов водой питьевого качества, на уровне современных норм весьма актуально.

Глава 1. Определение расчетных расходов воды. Гидравлический расчет водопроводной сети.

1.1. Общие сведения об объекте водоснабжения

1.1.1. Характеристика района проектируемого поселка

Посёлок расположен в Усольском районе Иркутской области России, является административным центром муниципального образования.

Посёлок находится в южной части Иркутской области. Абсолютная высота — 268,5 метров над уровнем моря. К западу от посёлка проходит федеральная автомагистраль Р255 «Сибирь».

По данным Всероссийской переписи населения в гендерной структуре населения мужчины составляют 47,9 %, женщины — соответственно 52,1 %.

На территории поселка преобладает слабое развитие экономики. В поселке нет крупных промышленных предприятий. Приоритетными и определяющими развитие поселка является сельское хозяйство и переработка сельскохозяйственной продукции в сочетании с малым бизнесом и торговлей. Большая часть площади занята сельскохозяйственными и лесохозяйственными зонами. На плодородных землях осуществляется выращивание таких культур как, зерновые и овощные культуры. Довольно широко развито животноводство. Наиболее значительными сельскохозяйственными предприятиями является ферма крупного рогатого скота, а так же завод по переработке молока.

1.1.2 Территория и климат поселка

Территория Усольского района расположена в южной части Иркутской области. Усольский район граничит на западе - с Черемховским, на севере - с Боханским районом Усть-Ордынского Бурятского автономного округа, на востоке - с Ангарским, Шелеховским, Слюдянским районами, на юге - с Республикой Бурятия.

Климат городского поселения резко континентальный, со значительными годовыми и суточными колебаниями температуры воздуха. Характерными особенностями климата являются: длинная морозная зима с большим количеством солнечных дней, теплое лето с обильными осадками, высокое давление и быстрая смена погоды весной и осенью. Смягчающее воздействие на климат городского поселения оказывают озеро Байкал и Ангарские водохранилища.

Самый холодный месяц – январь, со средней температурой $-18,5$ °С. Весна короткая и сухая. Лето в первой половине жаркое и сухое, а во второй половине – пасмурное и дождливое. Самый теплый месяц – июль, со средней температурой $+18,1$ °С. Осенью погода теплая и сухая, с частыми заморозками. Среднегодовое количество осадков в составляет 480 мм, причем максимум приходится на июль, а минимум – на март.

Средняя температура наиболее холодного месяца (январь): около $- 18^{\circ}\text{C}$. Средняя температура наиболее теплого месяца (июль): около $+ 18^{\circ}\text{C}$. Средняя температура за год: порядка $- 0,9^{\circ}\text{C}$. Продолжительность безморозного периода в среднем составляет около 100 дней. Продолжительность отопительного периода со среднесуточной температурной воздуха $- 8,5^{\circ}\text{C}$ составляет 240 дней. Продолжительность зимнего периода составляет 190 дней с сильно развивающимися процессами выхолаживания, преобладаниями ветра западного направления. Продолжительность летнего периода составляет 100 дней.

1.1.3 Гидрография

Близость Байкальской рифтовой зоны обуславливает высокую сейсмичность на территории Усольского района.

Реки Усольского района относятся к бассейну р. Ангара, которая в северной части территории находится в подпоре от плотины Братской ГЭС крупнейшими реками являются собственно Ангара, Белая с притоком Хайта, Китой с притоками Ода, Тойсук, Черемшанка, Целота, Картагон. Густота речной сети изменяется от $0,3-0,4 \text{ км/км}^2$ на севере района, до $0,5-0,7 \text{ км/км}^2$ - на юге. Значительные по площади болотные массивы, как отмечалось выше, располагаются в левобережье Китоя, особенно по долинам р. Картогона и р. Целота. Озера небольшие, преимущественно пойменные.

Рабочий поселок расположен на левом берегу реки Ангара. Рядом с поселком протекает река Тельминка, впадающая в Ангару. Река Тельминка образует три живописных пруда, расположенных в юго-западной части рабочего поселка. Окрестности представляют собой сельскохозяйственные угодья и территории, покрытые лесом.

1.1.4 Данные о населенном пункте

Застройка жилого сектора создана в основном из трехэтажных домов, оборудованных горячим и холодным водоснабжением, канализацией и центральным отоплением.

В населённом пункте имеется детский сад, общеобразовательная школа, магазин, фельдшерско-акушерский пункт, дом культуры, что позволяет организовать культурно – бытовое обслуживание в пределах пешеходной доступности в радиусе 400м.

Улицы населенного пункта озеленены и заасфальтированы. Основной путь сообщения населенного пункта с городами – автомобильные дороги.

На территории поселка расположен маслодельный завод и предприятие и ферма крупного рогатого скота.

1.2 Характеристика промышленных предприятий

1 промышленное предприятие – Завод по переработке молока: На предприятиях по переработке молока вырабатывают в основном цельномолочные продукты включающие: производство пастеризованного и стерилизованного молока, кисломолочных продуктов, творога, сливок, сметаны, творожных продуктов, мороженого.

Водные ресурсы на предприятиях молочной промышленности имеют характерную значимость в различных аспектах. Весомый процент (до 88-90% общего объема водопотребления) чистой воды на заводах по переработке молока расходуется на производственные нужды. На охлаждение молока и молочных продуктов, восстановление сухого молока, а так же систематическое мытье и обработка технологического оборудования (включая емкости для хранения молока (сливок), автомобильные и железнодорожные цистерны, аппараты для выработки творожного сгустка).

Нормальное протекание технологических процессов на предприятиях молочной промышленности во многом зависит от достаточного, бесперебойного водоснабжения. Система водоснабжения в производственных и вспомогательных цехах обработки и переработке молока применяется прямоточная с повторным использованием отработавшей воды. Обратная вода идет в использование в холодильных установках, компрессорных, пластинчатых теплообменниках и вакуум – выпарных аппаратах. На горячее водоснабжение, питание котлов, наружное мытье автомобильных цистерн, полив территории и т.д. применяется повторно отработавшая вода от охлаждения молочных продуктов в аппаратах. Поддержание чистоты на территории предприятия и в помещениях цехов гарантировано, также лишь при достаточном и надежном водоснабжении.

Помимо достаточного количества используемой воды, важно также и качество воды, подаваемой на молочные заводы. Необходимо использовать воду согласно санитарным правилам на технологические цели, которая в свою очередь соответствует по своему составу и свойствам питьевой воды. Вода должна быть безопасна в эпидемическом отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства. Вода, расходуемая на мытье оборудования, панелей, бутылок, фляг и банок, внутреннее мытье железнодорожных и автомобильных молочных цистерн, обмыв сыров, хозяйственно – бытовые нужды и горячее водоснабжение, должна быть питьевого качества. Полив территории и наружное мытье автомашин, может иметь незначительные отклонения от ГОСТа на питьевую воду.

2 промышленное предприятие – Ферма КРС: Ферма крупного рогатого скота расположенная на территории поселка специализирующаяся на производстве молока. Здание предназначено для содержания коров молочной продуктивности, рассчитанное на 100 голов. В этом здании животных содержат в зимний период. Внутри здания смонтированы кормушки, индивидуальные поилки, кормовые проезды. Рядом со зданием находится выгульный двор.

На животноводческих фермах механизация водоснабжения значительно снижает затраты труда, способствует эффективному росту продуктивности и предоставлению необходимых санитарно-гигиенических условий в животноводческих помещениях и соблюдению правил пожарной безопасности.

Расход воды на ферме зависит от вида животных, от выполняемых работ в течение суток и от времени. Вода из резервуара чистой воды насосами НС-2 подается в водонапорную башню, а затем на ферму и распределяется по коровникам. Затем из башни вода под действием гидростатического напора поступает в магистральный трубопровод и распределяется между потребителями.

Для ферм крупного рогатого скота необходимо значительное количество доброкачественной воды: на поение скота, для приготовления кормов, очистки емкостей, оборудования и помещений и на другие цели. В соответствии с этим качество воды должно удовлетворять всем требованиям, которые предъявляются к воде, предназначенной для хозяйственно-питьевых нужд. Качество воды оценивают по ее физическим свойствам, а также по химическому и бактериологическому составу. Оно должно отвечать требованиям ГОСТу "Вода питьевая".

1.3 Определение расчетных расходов воды

1.3.1 Потребители воды

Первоочередной задачей при проектировании водопроводной системы является определение количества потребляемой воды и режима ее расходования.

Общее количество воды, которое должен подавать городской водопровод:

- расход воды, потребляемой населением на хозяйственно – питьевые нужды;
- расход воды на нужды промышленного предприятия(Молокозавод);
- расход воды на ферму КРС;
- расход воды на коммунальные нужды города (полив зеленых насаждений, мойка улиц);
- расход воды на нужды местной промышленности;
- расход воды на нужды пожаротушения.

1.3.2 Расход воды на хозяйственно – питьевые нужды населения

Степень благоустройства и норма хозяйственно – питьевого водоснабжения в городе: здания оборудованы внутренним водопроводом и канализацией, и местными водонагревателями, норма водопотребления – 160 л/(чел·сут) по табл.1 . [1 СП 31.13330.2021]

Расчетное число жителей N , чел., определяется по формуле

$$N = F_{\text{ж}} \cdot p \tag{1}$$

где $F_{ж}$ – площадь жилой застройки, $\Sigma 37,2$ га;
 ρ – плотность населения, 180 чел/га.

$$N = 37,2 \cdot 180 = 6696 \text{ чел/га.}$$

Необходимое количество воды для водоснабжения города характеризуется суточным расходом. Суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды определяется по формуле

$$Q_{ср.сут} = \frac{q_{ж} \cdot N}{1000} = \frac{165 \cdot 6696}{1000} = 1104,8 \text{ м}^3/\text{сут.}, \quad (2)$$

где $q_{ж}$ – норма водопотребления, принимаемая согласно табл.1 [1], в зависимости от степени благоустройства жилого района;
 N – расчетное число жителей в жилой застройке, чел.

Расчетные расходы воды в сутки наибольшего и наименьшего водопотребления определяется по формулам

$$Q_{сут.макс} = K_{сут.макс} \cdot Q_{ср.сут} = 1,3 \cdot 1104,8 = 1436,29 \text{ м}^3/\text{сут.}, \quad (3)$$

$$Q_{сут.мин} = K_{сут.мин} \cdot Q_{ср.сут} = 0,9 \cdot 1104,8 = 994,32 \text{ м}^3/\text{сут.}, \quad (4)$$

где $K_{сут., макс., мин.}$ – коэффициенты суточной неравномерности водопотребления, учитывающие уклад жизни населения, режим работы предприятий, степень благоустройства зданий, принимается согласно п.2. [1], равными $K_{сут. макс.} = 1,1 \div 1,3$; $K_{сут. мин.} = 0,7 \div 0,9$.

Расчетные часовые расходы воды $q_{ч}$, $\text{м}^3/\text{ч}$, определяются по формулам

$$q_{ч.макс.} = K_{ч.макс.} \cdot \frac{Q_{сут.макс.}}{24} = 1,5 \cdot \frac{1436,29}{24} = \text{м}^3/\text{ч.}, \quad (5)$$

$$q_{ч.мин.} = K_{ч.мин.} \cdot \frac{Q_{сут.мин.}}{24} = 0,3 \cdot \frac{994,32}{24} = \text{м}^3/\text{ч.}, \quad (6)$$

где $K_{ч}$ – коэффициент часовой неравномерности, который определяется по формулам

$$K_{ч.макс.} = \alpha_{макс.} \cdot \beta_{макс.} = 1,4 \cdot 1,38 = 1,93 \quad (7)$$

$$K_{ч.мин.} = \alpha_{мин.} \cdot \beta_{мин.} = 0,6 \cdot 0,28 = 0,17 \quad (8)$$

где α – коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия, принимается согласно п.2.2. [1], $\alpha_{\max.}=1,2\div 1,4$; $\alpha_{\min.}=0,4\div 0,6$;

β – коэффициент, учитывающий число жителей в населенном пункте, принимается по табл. 2 [1], величина которого при численности жителей 6696 чел. составляет $\beta_{\max.}=1,38$; $\beta_{\min.}=0,28$.

1.3.3 Расход воды на нужды промышленных предприятий на территории поселка

1 промышленное предприятие по производству молока. Режим водопотребления предприятиями складывается из режимов потребления соответствующих групп потребителей на нем. Режим расхода воды на технологические нужды зависит от технологических процессов производства и, в частности, задается технологами. Режим потребления воды на хозяйственно-питьевые нужды работающего персонала определяют посменно. Потребление воды на принятие душа осуществляется в первый час последующей смены.

Общий расход воды на промышленном предприятии складывается из:

$$Q_{\text{пр.пред.сут}} = Q_{\text{тех.}} + Q_{\text{питьев.}}, \quad (9)$$

где $Q_{\text{тех.}}$ - расход воды на производственные нужды предприятия, м³/сут;

$Q_{\text{питьев.}}$ - расход воды на хозяйственно-питьевые нужды работающих на предприятии, м³/сут.

Число работающих на предприятии составляет 800 человек, распределяем их по сменам, и принимаем 50% от общей численности рабочих для первой смены, 50% для второй смены:

– 1 смена: 400 человек,

– 2 смена: 400 человек.

Из них в горячих цехах работает 150 человек, в холодных – 250 человек;

В соответствии с [1] нормы водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды работников промышленных предприятий принимают равными для работающих в цехах с тепловыделением более 84 кДж на 1 м³/ч (горячие цехи) $q_x = 45$ л в смену на одного человека; для остальных цехов $q_x = 25$ л.

Объем водопотребления для 8-ми часовой смены, м³/смена, определяют по формуле

$$Q_{x/n} = \frac{q_x \cdot n_x}{1000}, \quad (10)$$

где n_x – число работающих соответственно в цехах с тепловыделением менее 84 кДж на 1 м³/ч для рассматриваемой смены.

q_x – расход воды на 1 одного работающего.

$$1 \text{ смена и } 2 \text{ смена: } Q_{хол.} = \frac{25 \cdot 250}{1000} = 6,25 \text{ м}^3/\text{смена};$$

$$1 \text{ смена и } 2 \text{ смена: } Q_{гор.} = \frac{45 \cdot 150}{1000} = 6,75 \text{ м}^3/\text{смена}.$$

Расход воды на принятие душа после окончания смены определяется по формуле

$$Q_{душ} = \frac{0,375 \cdot N}{a} = \frac{0,375 \cdot 150}{6} = 9,375 \text{ м}^3/\text{смена}. \quad (11)$$

где $N_{душ}$ – число пользующихся душем в данную смену;

a – количество человек, приходящихся на одну душевую сетку

2 промышленное предприятие ферма КРС. Нормы потребления воды для каждой группы потребителей рассчитываются исходя из расходов предприятия. На животноводческих предприятиях вода расходуется в основном на поение животных, которые должны получать ее в достаточном количестве и в любое время суток, а также на другие производственные нужды - технологические, хозяйственные и противопожарные. Норма расхода воды для фермы крупного рогатого скота складывается из расходов:

- поение животных;
- приготовление кормов;
- доение и первичную обработку молока (подмывание вымени, санитарную обработку доильных установок, оборудования, молочных резервуаров и посуды, охлаждение молока);
- уборку помещений и мытье животных.

Расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды персонала животноводческих предприятий включают бытовые помещения, душевые, умывальные, уборные, а также на нужды отопления и вентиляции. Потребление воды на ферме зависят от вида животных содержащихся на предприятиях, от осуществляемых работ, в свою очередь зависящих от времени года и времени суток. В летнее время года среднесуточные расходы преобладают над зимними расходами. Суточный коэффициент неравномерности выражается неравномерностью суточному потреблению.

Численность КРС составляет 600 голов коров молочной продуктивности. МТП включает в себя 18 легковых, 15 грузовых машин, 2 автобуса, а так же 10 тракторов и 4 комбайна. Число работающих на предприятии составляет 60 человек.

Максимальный суточный расход на ферме или комплексе, $\text{м}^3/\text{сут}$, определяют по формуле

$$Q_{х/н} = \frac{q \cdot N}{1000}, \quad (12)$$

где N – количество водопотребителей на ферме;
q – Среднесуточная норма водопотребления на одного водопотребителя.

$$Q_{коров} = \frac{600 \cdot 60}{1000} = 36 \cdot 1,3 = 46,8 \text{ м}^3/\text{сут},$$

где K – Коэффициент часовой неравномерности, равен 1,3

Расход воды на МТП

Расход воды на технику учитывается по мощности и на мойку.

По мощности:

$$Q_{легк} = \frac{0,13 \cdot 38}{1000} = 0,0023 \text{ м}^3/\text{сут},$$

$$Q_{груз} = \frac{0,16 \cdot 15}{1000} = 0,0024 \text{ м}^3/\text{сут},$$

$$Q_{авт} = \frac{0,2 \cdot 2}{1000} = 0,0004 \text{ м}^3/\text{сут},$$

$$Q_{трак} = \frac{0,8 \cdot 10}{1000} = 0,008 \text{ м}^3/\text{сут},$$

$$Q_{комб} = \frac{0,3 \cdot 4}{1000} = 0,0012 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

На мойку:

$$Q_{легк} = \frac{750 \cdot 18}{1000} = 13,5 \text{ м}^3/\text{сут},$$

$$Q_{груз} = \frac{1500 \cdot 15}{1000} = 22,5 \text{ м}^3/\text{сут},$$

$$Q_{авт} = \frac{1200 \cdot 2}{1000} = 2,4 \text{ м}^3/\text{сут},$$

$$Q_{трак} = \frac{1500 \cdot 10}{1000} = 15 \text{ м}^3/\text{сут},$$

$$Q_{комб} = \frac{2000 \cdot 4}{1000} = 8 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Общий расход воды по МТП составил 61,41 м³/сут.
Объем водопотребления, м³/сут, определяют по формуле

$$Q_{x/n} = \frac{q_x \cdot n_x}{1000}, \quad (13)$$

где n_x - число рабочих на ферме.

$$Q_{хол.} = \frac{25 \cdot 60}{1000} = 1,5 \text{ м}^3/\text{сут};$$

Расход воды на принятие душа после окончания смены определяется по формуле (11)

$$Q_{душ} = \frac{0,375 \cdot 50}{3} = 6,25 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

1.3.4 Расходы воды на коммунальные нужды населенного пункта

Среднесуточное потребление воды на поливку определяется в зависимости от покрытия территории, способа полива, вида насаждений, климатических и других местных условий п. 2.3, табл. 3 [1].

Расход воды на полив $Q_{полив}$, $\text{м}^3/\text{сут}$, определяем по [1], из расчета на одного жителя 50л/(чел·сут), по формуле

$$Q_{полив} = \frac{q \cdot N}{1000} \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (14)$$

где N – количество жителей, чел.

q – расчетное среднесуточное за поливочный сезон потребления воды на поливку в расчете на 1-го жителя, принимается 50 л/сут по [1]

$$Q_{полив} = \frac{50 \cdot 6696}{1000} = 334,8 \text{ м}^3/\text{сут},$$

Режим поливочного водопотребления является неслучайным и управляемым. Принимаем 1 поливку в сутки общей продолжительностью 7 ч. Режим поливочного водопотребления принимаю равномерным в течение принятой продолжительности поливки. Часы поливки не должны совпадать с часами максимального водопотребления и не образуют их.

1.3.5 Расходы воды на пожаротушение

Расчетный расход воды на наружное пожаротушение (на один пожар) и количество одновременных пожаров в населенном пункте для расчета магистральных и кольцевых линий водопроводной сети принимаем по табл. 1 [5]. При застройке населенного пункта зданиями высотой не более 5-х этажей с

общей численностью более 5 тыс. чел., но не более 10 тыс. чел. принимаем количество одновременных пожаров 1, расход воды на наружное пожаротушение – 15 л/с.

Расчетный расход воды на наружное пожаротушение промышленного предприятия принимаем равным 20 л/с, что соответствует I и II степени огнестойкости промышленных зданий категории производства по пожарной опасности А,Б,В, общим объемом зданий до 50 тыс. м³. Количество одновременных пожаров на промышленном предприятии – 1.

1.3.6 Расход воды на нужды местной промышленности

Расход воды на местную промышленность определяется по формуле

$$Q_{м.пр} = 0,1 \cdot Q_{сут.макс} = 0,1 \cdot 1436,29 = 143,6 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (15)$$

1.4 Режим водопотребления в течение суток

Питьевая вода расходуется со значительными колебаниями в различные часы суток. Поэтому для гидравлического расчета водопроводной сети и сооружений на ней составляется часовой график водопотребления в течение суток.

Результаты расчета водопотребления по часам суток приведены в таблице 1.1

Таблица 1.1 – Режим водопотребления в течение в течение суток

Часы суток	Хозяйственно – питьевые нужды,		Нужды местной промыш- ленности	Поливка улиц и зе- ленных насажде- ний	1 промышленное предприятие				2 промышленное предприятие			Всего	
	К=1,9 %	м ³	м ³	м ³	Техно- логиче- ское м ³	Хозьяй- ствен- но- питье- вое, м ³	Горя- ря- чее, м ³	Душ, м ³	Техноло- гическое м ³	Хозьяй- ственно- питьевое, м ³	Душ, м ³	м ³	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0–1	0,85	12,21	5,98					9,38			6,25	33,82	1,58
1–2	0,85	12,21	5,99	66,96								85,16	3,96
2–3	0,85	12,21	5,1	66,96								84,27	3,92
3–4	1	14,36	5,101	66,96								86,42	4,05
4–5	2,7	38,78	5,102									43,88	2,07
5–6	4,7	67,51	5,103									72,61	3,38
6–7	5,35	76,84	5,104									81,95	3,81
7–8	5,85	84,02	5,105									89,13	4,14
8–9	4,5	64,63	5,106		4,69				6,76			81,19	3,78
9–10	4,2	60,32	5,107		4,69	0,89	0,96		6,76	0,94		79,67	3,70
10–11	5,5	79,00	5,108		4,69	0,89	0,96		6,76	0,94		98,34	4,57
11–12	7,5	107,72	5,109		4,69	0,89	0,96		6,76	0,94		127,07	5,91
12–13	7,9	113,47	5,11		4,69	0,89	0,96		6,76	0,94		132,82	6,18
13–14	6,35	91,21	5,111		4,69	0,89	0,96		6,76	0,94		110,56	5,14
14–15	5,2	74,69	5,112		4,69	0,89	0,96		6,76	0,94		94,04	4,37

Окончание таблицы 1.1 – Режим водопотребления в течение в течение суток

Часы суток	Хозяйственно – питьевые нужды,		Нужды местной промыш- ленности	Поливка улиц и зе- леных насажде- ний	1 промышленное предприятие				2 промышленное предприятие			Всего	
	К=1,9 %	м ³	м ³	м ³	Техно- логиче- ское м ³	Хозьяй- ствен- но- питье- вое, м ³	Горя- ря- чее, м ³	Душ, м ³	Техноло- гическое м ³	Хозьяй- ственно- питьевое, м ³	Душ, м ³	м ³	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
15–16	4,8	68,94	5,113		4,69	0,89	0,96		6,76	0,94		88,30	4,11
16–17	4	57,45	5,114		4,69			9,38	6,76		6,25	89,64	4,17
17–18	4,5	64,63	5,115		4,69	0,89	0,96		6,76	0,94		83,99	3,91
18–19	6,2	89,05	5,116		4,69	0,89	0,96		6,76	0,94		108,41	5,04
19–20	5,7	81,87	5,117		4,69	0,89	0,96		6,76	0,94		101,23	4,71
20–21	5,5	79,00	5,118		4,69	0,89	0,96		6,76	0,94		98,35	4,57
21–22	3	43,09	5,119		4,69	0,89	0,96		6,76	0,94		62,45	2,90
22–23	2	28,73	5,12	66,96	4,69	0,89	0,96		6,76	0,94		115,05	5,35
23–24	1	14,36	5,121	66,96	4,69	0,89	0,96		6,76	0,94		100,68	4,68
Итого	100,0 0	1436,30	124,40	334,80	75,04	12,46	13,44	18,76	108,16	13,16	12,5	2149,0 2	100, 00

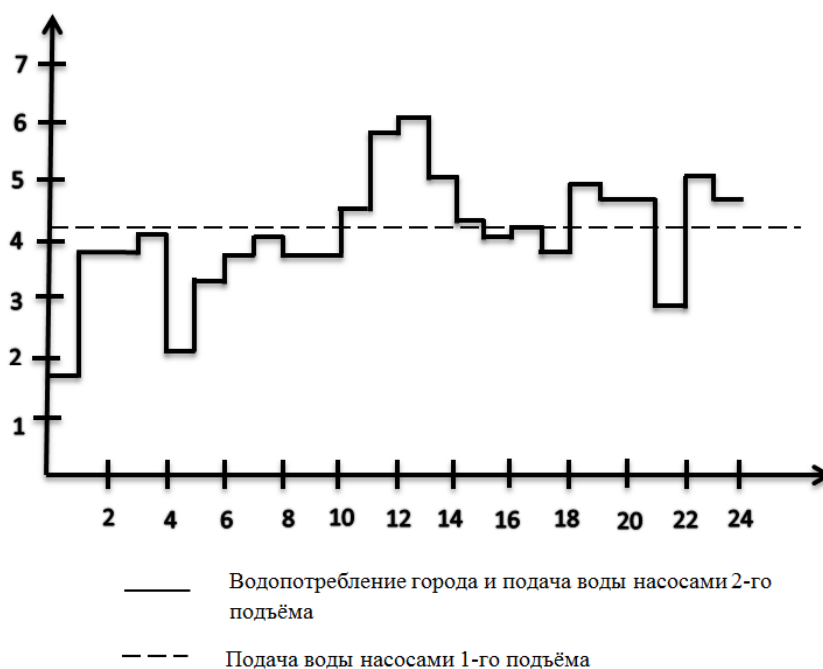


Рисунок 1– Совмещенный график водопотребления города, подачи воды насосами НС-I и подачи воды потребителю насосами НС-II.

Определяем регулирующий объем резервуара чистой воды. Расчет емкости резервуара чистой воды приведен в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Расчет регулирующей емкости резервуара чистой воды

Часы суток	Подача воды НС-I подъема, %	Подача воды НС-II подъема, %	Поступление воды в РЧВ, %	Расход воды из РЧВ, %	Остаток воды в РЧВ, %
1	2	3	4	5	6
0–1	4,16	1,58	2,58		0,644
1–2	4,16	3,96	0,20		0,844
2–3	4,16	3,92	0,24		1,085
3–4	4,16	4,05	0,11		1,195
4–5	4,17	2,07	2,10		3,295
5–6	4,16	3,38	0,78		4,079
6–7	4,17	3,81	0,36		4,439
7–8	4,17	4,14	0,03		4,464
8–9	4,17	3,78	0,39		4,859
9–10	4,17	3,70	0,47		5,324
10–11	4,17	4,57		-0,40	4,921
11–12	4,17	5,91		-1,74	3,182
12–13	4,17	6,18		-2,01	1,176
13–14	4,17	5,14		-0,97	0,205
14–15	4,17	4,37		-0,20	0
15–16	4,17	4,11	0,06		0,06

Окончание таблицы 1.2 – Расчет регулирующей емкости резервуара чистой воды

Часы суток	Подача воды НС-I подъема, %	Подача воды НС-II подъема, %	Поступление воды в РЧВ, %	Расход воды из РЧВ, %	Остаток воды в РЧВ, %
1	2	3	4	5	6
16–17	4,17	4,17	0,002		0,066
17–18	4,17	3,91	0,26		0,330
18–19	4,17	5,04		-0,87	-0,540
19–20	4,17	4,71		-0,54	-1,077
20–21	4,16	4,57		-0,41	-1,491
21–22	4,16	2,90	1,26		-0,235
22–23	4,17	5,35		-1,18	-1,414
23–24	4,16	4,68		-0,52	-1,936
Итого	100	100	8,85	8,85	

Полный объем резервуаров чистой воды, $W_{РЧВ}$, м³, определяется по формуле

$$W_{РЧВ} = W_{рег} + W_{соб.н} + W_{пож}, \quad (16)$$

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

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

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

Объем регулирующей емкости резервуара составляет 14,6% суточного расхода воды:

$$W_{рег} = \frac{5,354 \cdot 2149,02}{100} = 114,42 \text{ м}^3.$$

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

$$\begin{aligned} W_{пож} &= T_{пож} \cdot 3,6 \cdot \left(n_{н.п} \cdot q_{н.п} + n_{н.пр} + q_{н.пр} \right) = \\ &= 3 \cdot 3,6 \cdot (1 \cdot 15 + 20) = 378 \text{ м}^3, \end{aligned} \quad (17)$$

где n – расчетное количество пожаров соответственно в населенном пункте и на промышленном предприятии, принимается по [5 СП 8.13130.2020]

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

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

Объем регулирующей емкости резервуара на собственные нужды станции составляет

$$W_{\text{соб.н}} = 0,05 \cdot Q_{\text{ср.сут}} = \frac{5 \cdot 1434,29}{100} = 71,8 \text{ м}^3. \quad (18)$$

Полный объем резервуаров чистой воды

$$W_{\text{РЧВ}} = 114,42 + 378 + 71,8 = 564,22 \text{ м}^3.$$

Принимается 2 резервуара объемом 300 м^3 каждый. Размеры резервуаров – $9 \times 9 \times 3,6 \text{ м}$.

1.5 Гидравлический расчет водопроводной сети

1.5.1 Принципы трассировки водопроводной сети

Трассировка сети – это процесс, который определяется геометрическим начертанием водопроводной сети на плане, выполняется в зависимости от некоторых факторов: планировки объекта водоснабжения и размещения на его территории отдельных водопотребителей; рельефа местности, наличия естественных и искусственных препятствий для прокладки трубопроводов.

Основные принципы трассировки водопроводной сети:

1) Водопроводная сеть на территории населённого пункта должна пролегать с учетом ее возможности более экономичного подключения к ней всех потребителей.

2) Водопроводная сеть должна охватывать всех потребителей расположенных на территории населенного пункта.

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

4) Вдоль основного движения воды намечают магистральные линии.

5) Подача воды по сетям должна подаваться потребителям бесперебойно.

Бесперебойная подача воды потребителям обеспечивается устройством кольцевой сети.

После проведенной трассировки сети основная магистральная сеть состоит из 2-и колец. Конфигурация кольцевой сети приведена на рис.1 – 2.

Производим гидравлический расчет магистральной сети методом Лобачева–Кросса.

1.5.2 Расчетная схема отдачи воды потребителю

В основу гидравлического расчета положено, что каждый участок сети отдает постоянный удельный расход $q_{\text{уд}}$, л/с, который определяется по формуле

$$q_{уд} = \frac{Q_{max} - Q_{соср}}{\sum l_{расч}}, \quad (19)$$

где Q_{max} – расход, потребляемый населённым пунктом, л/с;

$Q_{соср}$ – расход, потребляемый промышленным предприятием, находящимся в населённом пункте, л/с;

$\sum l_{расч}$ – суммарная длина участков магистральной водопроводной сети, через которые осуществляется отбор воды, м.

В сумму длин $\sum l_{расч}$ не включают участки сети (или их часть), проходящие по незастроенной территории, из которых не отбирается вода. Не входит также в сумму $\sum l_{расч}$ половина длин участков с односторонним отбором воды (застройка с одной стороны).

Удельные отборы определяют дифференцированно по районам города в зависимости от плотности населения (этажности застройки) и степени санитарно-технического благоустройства зданий.

Зная удельный отбор $q_{уд}$, л/с на 1 м (для всего города или по районам), можно определить путевые отборы воды $q_{пут}$, л/с, из каждого участка сети:

$$q_{пут} = l_{расч} \cdot q_{уд}, \quad (20)$$

где $l_{расч}$ – длина данного участка, м.

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

$$q_{уз} = \sum q_{пут} \cdot 0,5, \quad (21)$$

где $\sum q_{пут}$ – сумма путевых отборов прилегающих участков, л/с.

Удельный расход при максимальном водоразборе:

$$q_{уд} = \frac{132,82 - 14,24}{2039,5} = 0,0581 = 0,0161 \text{ л/с}$$

Результаты расчета путевых расходов приведены в таблице 1.3, узловых расходов в таблице 1.4.

Таблица 1.3 – Определение путевых отборов

№ участков	Расчетная длина участка, м	Путевые отборы воды, л/с	
		При максимальном водоразборе	При максимальном водоразборе на случай пожара
1	2	3	4
1-2	332	5,312	5,312
2-3	228	3,648	3,648
3-4	401	6,416	6,416
4-7	90	1,44	1,44
7-1	152	2,432	2,432
3-5	268,5	4,296	4,296
5-6	432	6,912	6,912
6-7	136	2,176	2,176
Итого	2039,5	32,632	32,632

Таблица 1.4 – Определение узловых расходов

№ узла	№ участка, примыкающего к узлу	Путевой расход, л/с, в час максимального водоразбора	Расчетный узловой расход, л/с, в час максимального водоразбора при пожаре
1	2	3	4
1	1-2,1-7	3,872	3,872
2	1-2,2-3	4,48	4,48
3	2-3,3-5,3-4	7,18	7,18
4	3-4,4-7	3,928	18,928
5	3-5,5-6	5,604	5,604
6	5-6,6-7	4,544	4,544
7	6-7,4-7,7-1	3,024	3,024
Итого		32,632	47,63

1.5.3 Подготовка сети к гидравлическому расчету

Подготовка водопроводной сети к гидравлическому расчету – предварительное распределение расходов по участкам кольцевой сети. Первоначально общий расход воды равномерно распределяем между параллельными магистралями.

При гидравлическом расчете определяем диаметры трубопроводов, скорости движения воды и потери напора в сети. Расчет производим по таблицам для гидравлического расчета [З Ф.А. Шевелева], соблюдая следующие условия:

- сумма приходящих к узлу расходов равна сумме выходящих из узла расходов;
- должен соблюдаться I закон Кирхгофа – сумма потерь напора на участках, где расход движется в рассматриваемом кольце по часовой стрел-

ке, должна быть равна сумме потерь напора на участках с противоположным направлением движения расхода (против часовой стрелки). Допускаемая невязка при расчете $\Delta h \leq \pm 0,5$ м.

1.5.4 Гидравлический расчет сети

Гидравлический расчет сети выполняется способом последовательной корректировки начального потокораспределения, при сохранении баланса расходов в узлах выполняется увязка сети.

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

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

Для определения скорости и диаметра используются таблицы Шевелева.

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

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

Невязка в кольцах определяется:

$$\Delta h_i = \sum h = \sum (S \cdot q^2) = \pm 0,5 \text{ м.} \quad (22)$$

где Δh_i – алгебраическая сумма потерь напора (невязка) в i -м кольце, м;

$\sum (S \cdot q^2)$ – сумма произведений сопротивления S на квадрат расхода q участков, образующих рассматриваемое элементарное кольцо i .

Если это условие не выполняется, то вводим поправочный расход:

$$\Delta q_i = \frac{-\Delta h_i}{2 \cdot \sum (S \cdot q)}, \quad (23)$$

где Δq_i – поправочный расход воды в i -м элементарном кольце, л/с;

Δh_i – алгебраическая сумма потери напора (невязка) в i -м кольце, м;

$\sum (S \cdot q)$ – сумма произведений сопротивления S на расход q участков, образующих рассматриваемое элементарное кольцо i .

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

По таблицам [3] определяем:

– диаметры трубопроводов – D_y , мм;

– потери напора в водоводах и водопроводной сети – $1000i$, мм/м;

– скорость движения воды – v , м/с.

Расчетные случаи работы сети:

– в час наибольшего водопотребления. Гидравлический расчет случая приведен в таблицах 1.5 - 1.6, схема гидравлического расчета приведена на рис. 2;

– при пожаре в час наибольшего водопотребления. Гидравлический расчет приведен в таблицах 1.7 - 1.8, схема гидравлического расчета приведена на рис.3.

Таблица 1.5 – Гидравлический расчет сети в час наибольшего водопотребления

№ кольца	№ участка	l, м	q, л/с	d, мм	v, м/с	δ	S ₀	S=S ₀ · δ · l	S · q	h=S · q ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Предварительное распределение										
I	1-2	332	24	160	1,537	0,907	0,000031	0,009334844	0,224	-5,377
	2-3	228	19,52	160	1,25	0,952	0,000031	0,006728736	0,131	-2,564
	3-4	401	8,34	140	0,7	1,084	0,00006226	0,027063426	0,226	-1,882
	4-7	90	4,412	110	0,6	1,123	0,0002214	0,022376898	0,099	-0,436
	7-1	152	5,068	110	0,7	1,084	0,0002214	0,036479635	0,185	0,937
									0,865	Δh= -9,322
										Δq= -5,390
II	3-5	268,5	4	110	0,54	1,15	0,0002214	0,068362785	0,273	-1,094
	5-6	432	1,912	110	0,26	1,36	0,0002214	0,130076928	0,249	0,476
	6-7	136	6,456	110	0,9	1,024	0,0002214	0,03083305	0,199	1,285
	4-7	90	4,412	110	0,6	1,123	0,0002214	0,022376898	0,099	0,436
	3-4	401	8,34	140	0,7	1,084	0,00006226	0,027063426	0,225708972	1,882
									1,046	Δh=2,985
										Δq=1,427

Таблица 1.6 – Продолжение гидравлического расчета сети в час наибольшего водопотребления

№ кольца	№ участка	Δq , л/с	$\Delta q_{\text{смеж}}$, л/с	$Q_{\text{испр}}$, л/с	$S \cdot q$	$h=S \cdot q^2$
1	2	3	4	5	6	7
I исправление						
I	1-2	-5,39		18,61	0,173721	-3,23296
	2-3	-5,39		14,13	0,095077	-1,34344
	3-4	-5,39	-1,43	1,52	0,041136	-0,06253
	4-7	-5,39	-1,43	2,408	0,053884	0,129752
	7-1	5,39		0,322	0,011746	0,003782
					0,376	$\Delta h=-4,505$ $\Delta q=-5,998$
II	3-5	1,43		5,43	0,37121	-2,01567
	5-6	-1,43		0,482	0,062697	0,03022
	6-7	-1,43		5,026	0,154967	0,778864
	4-7	-1,43	-5,39	2,408	0,053884	-0,12975
	3-5	-1,43	-5,39	1,52	0,041136	0,062527
					0,684	$\Delta h= -1,274$ $\Delta q= -0,931$

Продолжение таблицы 1.6

№ кольца	№ участка	Δq , л/с	$\Delta q_{\text{смеж}}$, л/с	$Q_{\text{испр}}$, л/с	$S \cdot q$	$h=S \cdot q^2$
1	2	3	4	5	6	7
II исправление						
I	1-2	-5,99		12,62	0,117806	-1,48671
	2-3	-5,99		8,14	0,054772	-0,44584
	3-4	5,99	-0,9	6,61	0,178889	1,182458
	4-7	-5,99	0,9	2,992	0,066952	-0,20032
	7-1	5,99		6,312	0,230259	1,453398
					0,649	$\Delta h=0,503$ $\Delta q=0,388$
II	3-5	-0,9		4,53	0,309683	-1,40287
	5-6	0,9		1,382	0,179766	0,248437
	6-7	0,9		5,926	0,182717	1,082779
	4-7	0,9	-5,99	2,992	0,066952	0,200319
	3-5	-0,9	5,99	6,61	0,178889	-1,18246
					0,918	$\Delta h= -1,054$ $\Delta q= -0,574$

Окончание таблицы 1.6

№ кольца	№ участка	Δq , л/с	$\Delta q_{\text{смеж}}$, л/с	$Q_{\text{испр}}$, л/с	$S \cdot q$	$h=S \cdot q^2$
1	2	3	4	5	6	7
III исправление						
I	1-2	0,39		13,01	0,121446	-1,58002
	2-3	-0,39		7,75	0,052148	-0,40414
	3-4	-0,39	-0,57	5,65	0,152908	0,863932
	4-7	0,39	0,57	3,952	0,088434	-0,34949
	7-1	0,39		6,702	0,244487	1,638549
					0,659	$\Delta h=0,169$ $\Delta q=0,128$
II	3-5	-0,57		3,96	0,270717	-1,07204
	5-6	0,57		1,952	0,25391	0,495633
	6-7	0,57		6,496	0,200291	1,301094
	4-7	0,57	0,39	3,952	0,088434	0,349489
	3-5	-0,57	-0,39	5,65	0,152908	-0,86393
					0,966	$\Delta h= 0,210$ $\Delta q= 0,109$

Предварительное потокораспределение в час максимального водопотребления. При известной конфигурации сети, заданных значениях длин ее участков, мест и величин отборов воды из сети может быть намечено неограниченное число вариантов распределения расходов воды по ее участкам. В каждом из таких вариантов необходимо обеспечить заданные величины отборов воды и удовлетворить условия баланса расходов в узлах: сумма расходов, подходящих к узлу, равна сумме расходов, включая узловой отбор, отводимых от него, т. е. $\sum Q_{\text{узла}} = 0$

В случае максимального водоразбора (12-13 ч.) город потребляет 32,2 л/с, из которых предприятия отбирают 14,24 л/с. НС-2 подает в город $Q = 32,2$ л/с.

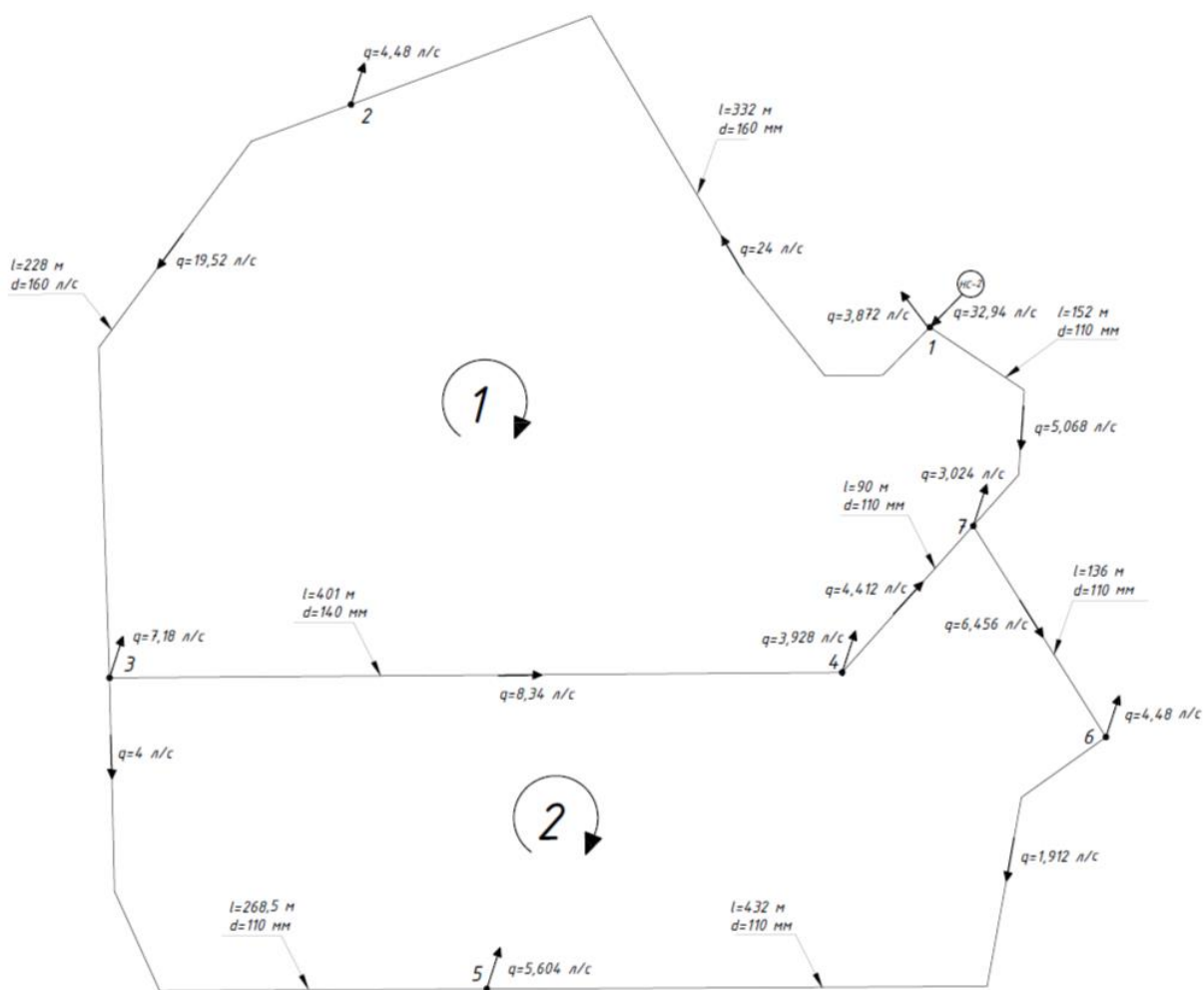


Рисунок 2 – Схема гидравлического расчета кольцевой сети в час наибольшего водопотребления

Таблица 1.7 – Гидравлический расчет сети в час наибольшего водопотребления при пожаре

№ кольца	№ участка	l, м	q, л/с	d, мм	v, м/с	δ	S ₀	S=S ₀ · δ · l	S · q	h=S · q ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Предварительное распределение										
I	1-2	332	24	160	1,537	0,907	0,000031	0,009335	0,224036	-5,377
	2-3	228	19,52	160	0,608	1,12	0,000031	0,000438	0,004171	-0,040
	3-4	401	8,86	140	0,744	1,07	0,00006226	0,000542	0,004805	-0,043
	4-7	90	10,06	110	1,36	0,933	0,0002214	0,001365	0,013736	0,138
	7-1	152	20,06	110	1,359	0,933	0,0002214	0,031398	0,313981	3,140
									0,561	Δh= -2,181
										Δq= -1,945
II	3-5	268,5	3,48	110	0,476	1,18	0,0002214	0,070146	0,243407	-0,845
	5-6	432	2,44	110	0,34	1,28	0,0002214	0,001284	0,003209	0,008
	6-7	136	7,04	110	0,951	1,01	0,0002214	0,000309	0,002176	0,015
	4-7	90	10,06	110	1,36	0,933	0,0002214	0,001365	0,013736	-0,138
	3-4	401	3,47	110	0,476	1,18	0,0002214	0,070146	0,243407	-0,845
									0,267	Δh= -0,917
										Δq= -1,715

Таблица 1.8 – Продолжение гидравлического расчета сети в час наибольшего водопотребления при пожаре

№ кольца	№ участка	Δq , л/с	$\Delta q_{\text{смеж}}$, л/с	$Q_{\text{испр}}$, л/с	$S \cdot q$	$h=S \cdot q^2$
1	2	3	4	5	6	7
I исправление						
I	1-2	-1,9		22,1	0,2063	-4,55923
	2-3	-1,9		7,62	0,003339	-0,02544
	3-4	-1,9	1,7	8,66	0,004696	-0,04067
	4-7	1,9	-1,7	2,408	0,003288	0,007917
	7-1	1,9		0,322	0,01011	0,003255
					0,228	$\Delta h = -4,614$ $\Delta q = -10,131$
II	3-5	-1,7		1,77	0,124159	-0,21976
	5-6	1,7		4,2	0,005392	0,022646
	6-7	1,7		8,74	0,002701	0,023606
	4-7	-1,7	1,9	2,408	0,003288	-0,00792
	3-5	1,7	-1,9	8,66	0,004696	0,040668
					0,140	$\Delta h = -0,141$ $\Delta q = -0,502$

Продолжение таблицы 1.8

№ кольца	№ участка	Δq , л/с	$\Delta q_{\text{смеж}}$, л/с	$Q_{\text{испр}}$, л/с	$S \cdot q$	$h=S \cdot q^2$
1	2	3	4	5	6	7
II исправление						
I	1-2	-10,13		11,97	0,111738	-1,3375
	2-3	-10,13		2,51	0,0011	0,00276
	3-4	-10,13	0,5	0,97	0,000526	0,00051
	4-7	10,13	-0,5	2,992	0,004085	-0,01222
	7-1	10,13		10,452	0,328173	3,430059
					0,446	$\Delta h=2,084$ $\Delta q=2,338$
II	3-5	0		1,77	0,124159	-0,21976
	5-6	0		4,2	0,005392	0,022646
	6-7	0		8,74	0,002701	0,023606
	4-7	-0,5	10,13	2,992	0,004085	0,012223
	3-5	0,5	-10,13	0,97	0,000526	0,00051
					0,137	$\Delta h= -0,161$ $\Delta q= -0,587$

Окончание таблицы 1.8

№ кольца	№ участка	Δq , л/с	$\Delta q_{\text{смеж}}$, л/с	$Q_{\text{испр}}$, л/с	$S \cdot q$	$h=S \cdot q^2$
1	2	3	4	5	6	7
III исправление						
I	1-2	2,34		14,31	0,1336	-1,91155
	2-3	-2,34		0,17	0,0001	-0,00001
	3-4	-2,34	0,59	-0,78	-0,0004	0,00033
	4-7	2,34	0,59	5,922	0,0081	-0,04788
	7-1	-2,34		8,112	0,2547	2,06614
					0,396	$\Delta h=0,107$ $\Delta q=0,135$
II	3-5	0		1,77	0,1242	-0,21976
	5-6	0		4,2	0,0054	0,02265
	6-7	0		8,74	0,0027	0,02361
	4-7	0,59	2,34	5,922	0,0081	0,04788
	3-5	0,59	-2,34	-0,78	-0,0004	-0,00033
					0,140	$\Delta h= -0,126$ $\Delta q= -0,450$

Предварительное потокораспределение на случай пожара. При пожаре в час максимального водоразбора весь расход воды составляет: $Q=47,94$ л/с и поступает в узел 1 от НС-2.

Предполагаем, что пожар происходит в узле 4.

Удельные отборы и сосредоточенные отборы воды предприятиями в данном расчетном случае такие же, как и в случае максимального водоразбора.

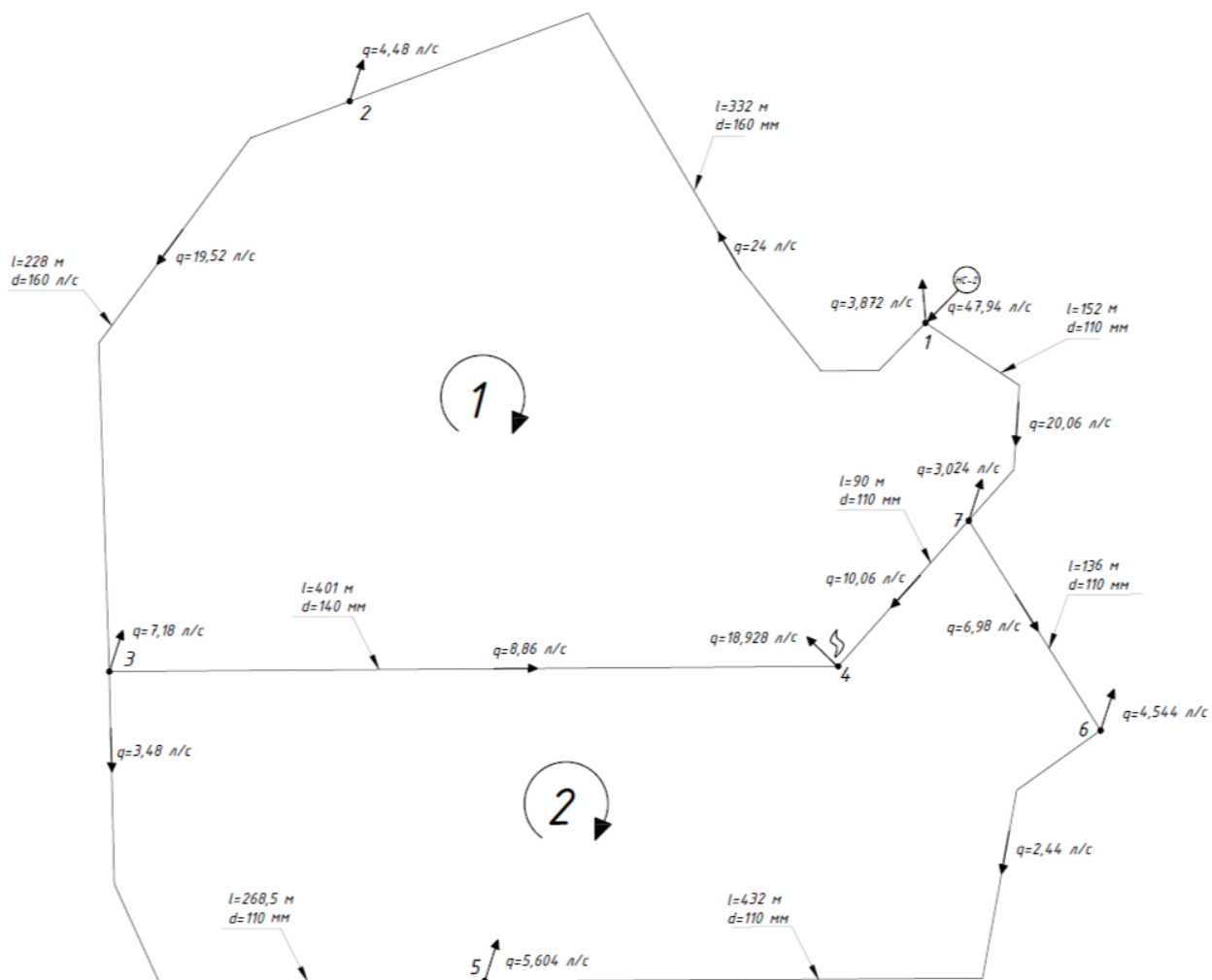


Рисунок 3 – Схема гидравлического расчета кольцевой сети при пожаре в час наибольшего водопотребления

Глава 2 Расчет и проектирование водозаборных сооружений

2.1 Выбор типа водозаборного сооружения

Рядом с поселком протекает река Ангара. Она обладает не значительным расходом, следовательно, не предполагается возможным использовать реку в качестве источника водоснабжения. Поэтому источником водоснабжения принято использование подземных вод.

Гидравлические расчеты производят для нормальных и чрезвычайных (форсированных) условий водозабора. Нормальными условиями работы водозабора, является одновременная работа всех скважин водозабора, кроме резервных. При чрезвычайных условиях эксплуатации одна из всех скважин предполагается выключенной, из-за чего весь забираемый расход воды или значительная его часть проходит по другим скважинам.

Размеры элементов водозабора определяют согласно нормальным условиям эксплуатации, а расчеты потерь напора выполняют применительно к чрезвычайным условиям.

Состав сооружений включает в себя, сочетание скважин с погружными насосами (являются насосной станцией первого подъема).

Гидрогеологические условия подземного водозабора характеризуются данными, которые приведены в таблице 2.1

Таблица 2.1 – Гидрогеологические условия

Виды пород	Мощность слоя, м	Глубина залегания пород, м
1	2	3
Глина жирная	18	18
Галечник, песок	31	49
Аргиллит, песчаник	29	78
Песчаник	20	98
Глина плотная	12	110

Длина скважины составляет 110 метров.

2.2 Расчет конструкции скважины

При расчете скважины в большинстве случаев заданным является требуемое количество забираемой воды. Иногда на основании расчета устанавливается максимально возможный дебит колодца.

До проведения расчета в результате изысканий должны быть установлены: глубина залегания и мощность водоносного пласта, его водопроницаемость, водоотдача, характеристика грунтов, слагающих водоносный пласт, и другие особенности природных условий, например, влияние реки на подземные воды.

При расчетах определяют величину понижения уровня при заданном отборе воды и намечаемом числе скважин (и их размерах – диаметре, глубине), а также расстояниях между ними или возможный отбор воды при заданном (допустимом) понижении уровня и всех прочих параметрах.

Приток воды к совершенной скважине определяется по формуле Дююи

$$Q_{\text{СКВ}} = \frac{2,73 \cdot K_{\phi} \cdot m \cdot S}{\log \frac{R}{r}}, \quad (24)$$

где K_{ϕ} – коэффициент фильтрации для среднезернистых грунтов, 16 м/сут;

m – мощность водоносного слоя, 13 м;

S – понижение уровня воды в скважине, 11 м;

R – условный радиус притока воды к скважине, 100 м;

r – радиус скважины в его водоприемной части, 0,175 м.

$$Q_{\text{СКВ}} = \frac{2,73 \cdot 16 \cdot 13 \cdot 11}{\log \frac{100}{0,175}} = 2265,62 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Принимаем две скважины (1 рабочая 1 резервная)

2.3 Гидравлический расчет фильтра

Одним из наиболее важных элементов водозаборной скважины является фильтр. Он предназначен для крепления ее стенок в пределах водоносного пласта и предупреждения выноса частиц водоносной породы в колодец при фильтровании воды. От того, насколько правильно и надежно устроен фильтр, в большей степени зависит качество работы всего колода.

Фильтр состоит из рабочей части, через которую в колодец поступает вода, верхней надфильтровой глухой части с замком, предназначенным для опускания и установки фильтра, и нижней также глухой части, которая служит сборником для проникающих в колодец мелких частиц грунта. Высоту рабочей части фильтра принимают в соответствии с мощностью используемого водоносного слоя в результате расчета на пропуск требуемого количества воды. Высота надфильтровой части зависит от типа и конструкции фильтра и должна обеспечивать расположение в ней сальника и замка. Кроме того высота надфильтрового участка должна быть достаточной для того, чтобы его верх находился выше башмака обсадной трубы не менее чем на 3 м при глубине скважины 30 м и не менее чем на 5 м при большей глубине.

Опорный каркас и водоприемная поверхность, неотъемлемые элементы в конструкции фильтра бурового колодца. В сетчатых фильтрах на трубчатые и стержневые каркасы по спирали (с расстоянием между витками 5 – 10 мм) наматывается проволока, на которую накладывается сетка. Сетки

изготавливаются из латунной проволоки и имеют различное плетение. Часто вместо латунных сеток используют пластмассовые сетки и сетки из нержавеющей стали.

Гидравлический расчет фильтров сводится к определению их пропускной способности в период эксплуатации скважин:

$$Q_{\phi} = \omega \cdot v_{\phi}, \quad (25)$$

где ω - фильтрационный приток к сооружению.

Фильтрационная площадь определяется боковой поверхностью фильтра скважины:

$$\omega = \pi \cdot d \cdot l_{\phi}, \quad (26)$$

где l_{ϕ} – длина рабочей части фильтра, 9м; $l_{\phi}=0.5-0.8$ *м;
 d – диаметр скважины 0,35 м.

Скорость фильтрации определяется по формуле

$$v_{\phi} = (60 - 70) \cdot \sqrt[3]{K_{\phi}}, \quad (27)$$

где K_{ϕ} – коэффициент фильтрации.

$$v_{\phi} = 60 \cdot \sqrt[3]{K_{\phi}} = 60 \cdot \sqrt[3]{16} = 151,2 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q_{\phi} = \pi \cdot d \cdot l_{\phi} \cdot v_{\phi}, \quad (28)$$

$$Q_{\phi} = 3,14 \cdot 0,35 \cdot 9 \cdot 151,2 = 1495,5 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Диаметр фильтра должен быть не менее 100-150мм, принимаем конструктивно диаметр фильтра равным $D_{\phi} = 278$ мм

Глава 3 Расчет и проектирование насосных станций.

3.1 Насосная станция I подъема

Насосные станции систем водоснабжения представляет собой сложный комплекс сооружений и оборудования, обеспечивающих подачу воды в соответствии с нуждами потребителя. Состав сооружений, их конструктивные особенности, тип и число основного и вспомогательного оборудования определяются исходя из принципов комплексного использования водных ресурсов и природы с учетом назначения насосной станции и предъявляемых к ней технологических требований.

Насосные станции 1-го подъема забирают воду из источника водоснабжения и подают её на водоочистные сооружения или, если не требуется очистка воды, непосредственно в резервуары, распределительную сеть, водонапорную башню, либо другие сооружения.

Состав сооружений и оборудования, равно как и вся схема водоснабжения в целом, должны соответствовать условиям будущей эксплуатации при непрерывно изменяющихся размерах и режиме водопотребления в данном районе на основе плана развития народного хозяйства.

Запроектирована насосная станция I подъема с погружными насосами и забором воды из скважин, предназначенных для хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения города и предприятий.

3.2 Определение требуемого напора НС

Требуемый напор насосов НС – 1 при подаче воды на очистные сооружения определяется по формуле

$$H = H_{\text{ст}} + h_{w, \text{вс}} + h_{w, \text{н}} + 1, \quad (29)$$

где $H_{\text{ст}}$ – статический напор, т.е. разность отметок уровней воды в источнике и в смесителе, м;

$h_{w, \text{вс}}, h_{w, \text{н}}$ – потери напора соответственно во всасывающем и нагнетательном трубопроводах;

1 – запас напора на излив воды из трубопровода.

Статический напор определяется по формуле

$$H_{\text{ст}} = H_S - H_{\text{г.н.}}, \quad (30)$$

где H_S – геометрическая высота всасывания, т.е. разность отметок оси насоса и самого низкого уровня воды в водоприемном колодце, м;

$H_{г.н.}$ – геометрическая высота нагнетания, т.е. разность отметок оси насоса и уровня воды в сооружениях (куда она подается), определяемая из условия подачи воды в смеситель очистной станции.

$$H_{ст} = 110 \text{ м}$$

Потери напора соответственно во всасывающем трубопроводе:

$$h_{w,вс} = h_{входа} + h_{выхода} + h_{колена}, \quad (31)$$

$$h_{w,вс} = 1,5 \text{ м.}$$

Потери напора соответственно в нагнетательном трубопроводе:

$$h_{w,нг} = i \cdot l, \quad (32)$$

где i – гидравлический уклон;

l – длина трубопровода от скважины до резервуара.

$$h_{w,нг} = 0,006 \cdot 50 = 0,3 \text{ м}$$

$$H = 110 + 1,5 + 0,3 + 1 = 112,8 \text{ м.}$$

3.3 Подбор скважинного насоса

Принимаем скважинный насос Grundfos марки SP160-9-A (один рабочий и один резервный) со следующими техническими характеристиками:

- подача – 160 м³/ч;
- напор – 176 м;
- КПД насоса – 76 %
- мощность электродвигателя – 110 кВт;
- частота вращения – 2900 об/м;
- напряжение – 3 х 400-415 В;

Изображение характеристик, размеров и вид насоса представлены на рис. 4 – 5.

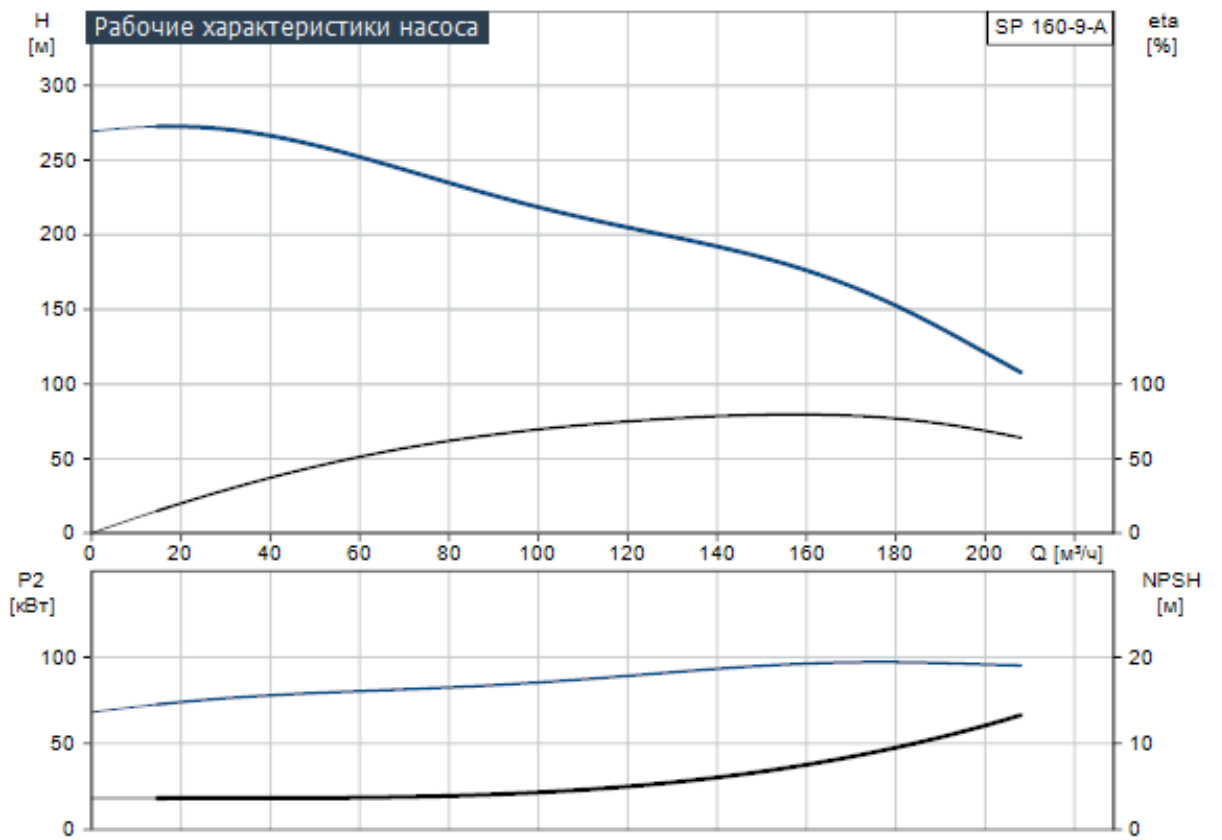
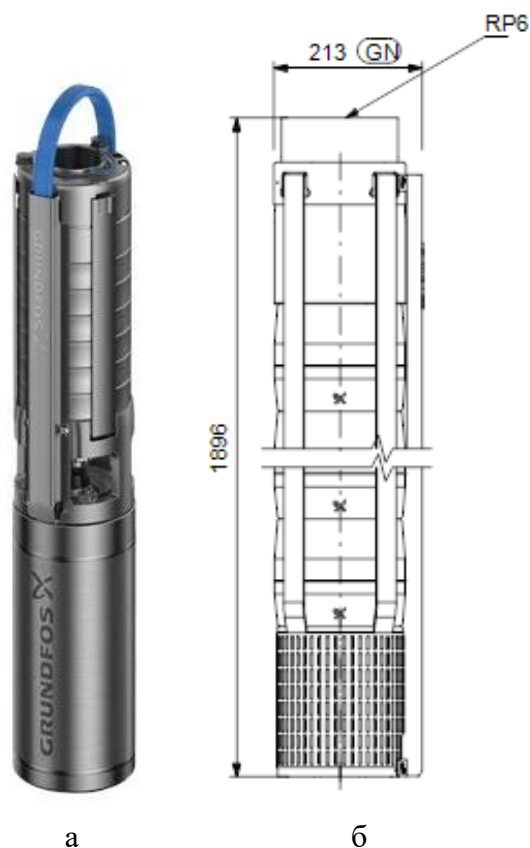


Рисунок 4 – Диаграмма характеристик насоса



а – габаритные размеры; б – вид насоса

Рисунок 5 – Скважинный насос марки SP160-9-А

3.4 Оборудование для промывки скважины при заиливании

Заиливание скважины – это засорение её фильтра и водозаборной части мелким илом. Фильтр скважины не способен уловить мельчайшие частички ила, поэтому они проникают в скважину и оседают на её дне.

Наиболее доступным и аккуратным является, прочистка скважины методом прокачки. Она заключается в выкачивании из нее как можно большего количества воды, с которой удаляются осевшие на дне загрязнения.

Для прокачки необходим насос, способный качать воду вместе с содержащейся в ней грязью, илом и песком. Такой насос может прокачивать воду даже с мелкими, до 0,5 сантиметра камешками. Перед прокачкой желательно взболтать воду поданной через шланг струей воздуха, – при этом слежавшийся на дне осадок равномерно распределится в воде и большая часть его удалится при откачке. Выкачиваемую воду можно сливать в любое удобное место, соблюдая чистоту возле скважины.

Для производства монтажа устанавливаем грузоподъемное оборудование. Так как скважина оборудована павильоном, то для опускания насоса на глубину подбираем таль.

Подбор насоса для прокачки:

Принимаем центробежный погружной насос ЦНП 100/80, со следующими техническими характеристиками:

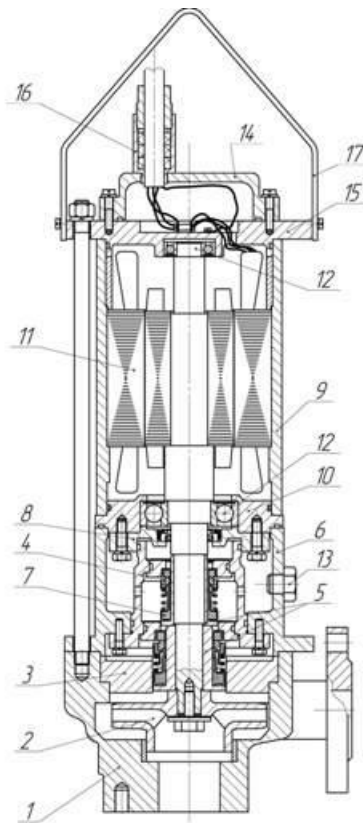
- подача – 100 м³/ч;
- напор – 80 м;
- КПД насоса – 68 %
- мощность электродвигателя – 45 кВт;
- частота вращения – 3000 об/м;
- масса – 440 кг;
- температура перекачиваемой среды – +3...+60 С⁰.

Подбор грузоподъемного оборудования:

Принимаем таль электрическую канатную 2ТЭ 320 г/п 3,2 т, со следующими техническими характеристиками:

- высота подъема – 70 м;
- установленная мощность – 2×5,0+2×0,37 кВт;
- радиус поворота – путь прямой;
- наибольшая нагрузка на колесо – 8,5 кН;
- масса тали – 1360 кг.

Вид центробежный погружного насоса и электрической тали представлены на рис. 6 – 7.



1. Корпус насоса; 2. Колесо рабочее; 3. Диск; 4. Гильза; 5. Втулка; 6. Масляная ванна; 7. Торцевое уплотнение; 8. Крышка подшипника; 9. Корпус; 10. Передний щит; 11. Ротор/стартор; 12. Подшипник; 13. Пробка; 14. Крышка; 15. Щит зданий; 16. Гермовод; 17. Грузоподъемная пружина.

Рисунок 6 – Центробежный погружной насос



Рисунок 7 – Таль электрическая

3.5 Насосная станция II подъема

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

По данным расчета часовой неравномерности водопотребления строим график водопотребления города (рис. 1). Режим работы насосной станции II подъема принят из условия максимального приближения его к графику водопотребления.

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

Энергоэффективность насосной станции II подъема достигается применением частотного регулирования насосных агрегатов. Преобразователь частоты поддерживает постоянный напор при переменном расходе, что обеспечивает надежную работу сети.

3.6 Определение отметок резервуара

Заглубление резервуара задается из условия минимальной выемки грунта котлована под сооружение, равное половине высоты резервуара.

Отметку дна резервуара определяется по формуле

$$Z_{д} = Z - H / 2 = 270 - (3,6 / 2) = 268,2 \text{ м}, \quad (33)$$

где Z – отметка земли у резервуара, $Z = 270$ м;
 H – высота резервуара, $H = 3,6$ м.

Максимальный уровень воды в резервуаре определяется по формуле

$$Z_{max} = Z_{д} + h_{max} = 268,2 + 3,48 = 271,68 \text{ м} \quad (34)$$

где h_{max} – максимальная высота слоя воды в резервуаре, определяется по формуле

$$h_{max} = W_{pчв} / F_{pчв} = 564,22 / 2(9 \cdot 9) = 3,48 \text{ м}, \quad (35)$$

где $W_{pчв}$ – полный объем резервуаров чистой воды;

$F_{pчв}$ – площадь резервуаров.

Отметку слоя воды противопожарного запаса определяется по формуле

$$Z_{II} = Z_{Д} + h_{II} = 268,2 + 2,33 = 270,53 \text{ м}, \quad (36)$$

где h_{II} – максимальна высота слоя противопожарного запаса воды, определяется по формуле

$$h_{II} = W_{III} / F_{pчв} = 189 / 81 = 2,33 \text{ м}, \quad (37)$$

где $F_{pчв}$ – площадь резервуара;

W_{III} – неприкосновенный противопожарный объем в одном резервуаре, определяется по формуле

$$W_{III} = W_{нож} / N = 378 / 2 = 189 \text{ м}^3, \quad (38)$$

где $W_{нож}$ – неприкосновенный противопожарный объем, определяем по формуле (1.23);

N – количество резервуаров, $N = 2$.

Расчетная схема РЧВ представлена на рис. 8.

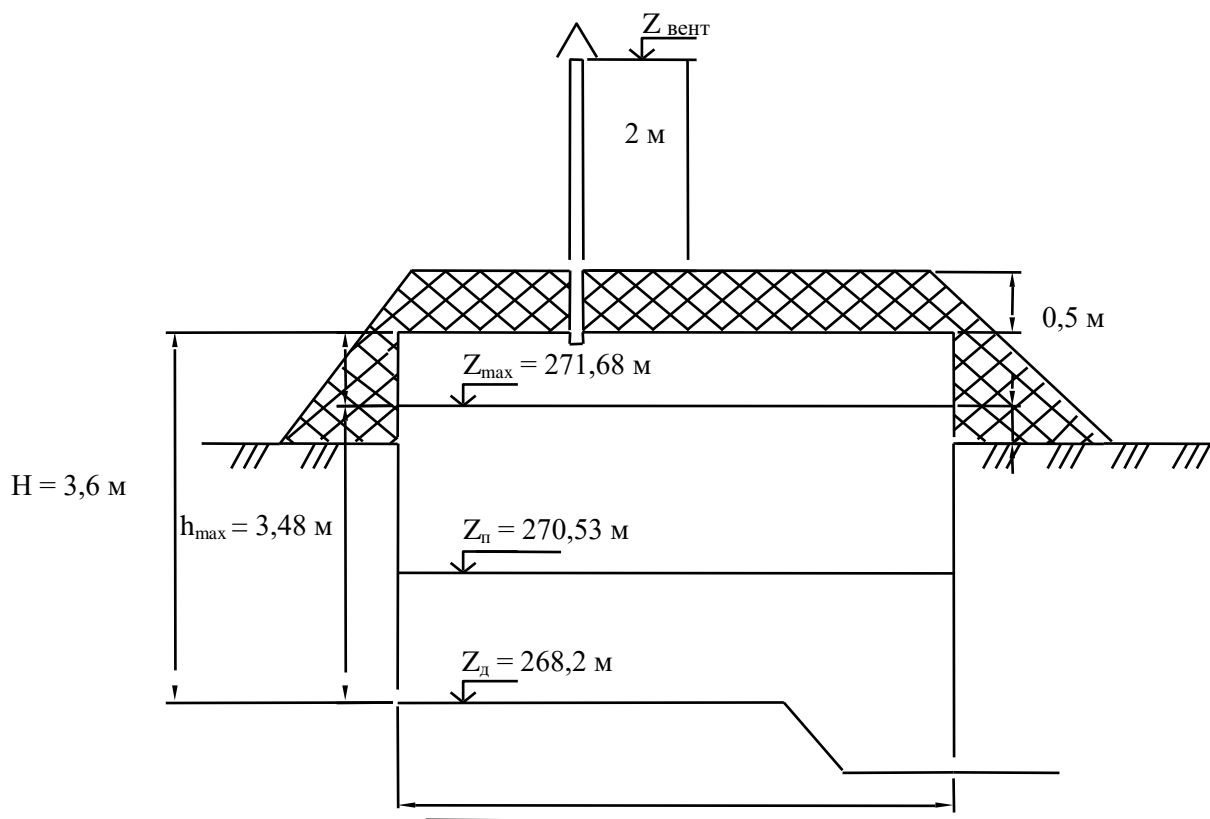


Рисунок 8 – Расчетная схема резервуара чистой воды

3.7 Определение диаметров всасывающих и напорных трубопроводов

Количество всасывающих линий на насосной станции первой категории принято не менее двух, независимо от количества насосов, включая, пожарные. Принимаем две всасывающие линии из стальных оцинкованных труб.

Диаметр всасывающего трубопровода определяется по скорости движения воды в нем ($V_{вс.л} = 1-1,8$ м/с) и расходу:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V_{вс.л}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0124}{3,14 \cdot 1}} = 0,125 \text{ м} = 125 \text{ мм.}, \quad (39)$$

где Q – расход на поселок, 0,0124 м³/с

$V_{вс.л}$ – скорости движения воды во всасывающем трубопроводе.

Диаметр напорного трубопровода определяется по скорости движения воды в нем ($V_{н.л} = 1,5-2,5$ м/с) и расходу:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V_{н.л}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0124}{3,14 \cdot 1,5}} = 0,102 \text{ м} = 100 \text{ мм.}, \quad (40)$$

где Q – расход на поселок, 0,0124 м³/с

$V_{н.л}$ – скорости движения воды в напорном трубопроводе.

3.8 Определение требуемого напора насосов станции II подъема

Геометрическую высоту подъема воды определяется по формуле

$$H_{\Gamma} = H_Z = Z_{дг} - Z_{II} = 300 - 270,53 = 29,47 \text{ м}, \quad (41)$$

где H_Z – разность отметок слоя воды противопожарного запаса и диктующей точки.

Полную высоту подъема воды насосов определяется по формуле

$$H_{II} = H_{\Gamma} + h_{w \text{ вс.л}} + h_{w \text{ н.л}} + H_{CB} = 29,47 + 1,5 + 5,211 + 18 = 54,18 \quad (42)$$

где $h_{w \text{ вс.л}}$ – потери напора во всасывающем трубопроводе;

$h_{w \text{ н.л}}$ – потери напора в напорных коммуникациях;

H_{CB} – требуемый свободный напор над поверхностью земли в диктующей точке.

Потери напора во всасывающем трубопроводе определяются по формуле

$$h_{w \text{ вс.л}} = S_{0 \text{ вс.л}} \cdot L_{\text{вс.л}} \cdot Q_{\text{вс.л}}^2 + h_{k \text{ вс}} = 0,002362 \cdot 80 \cdot 0,0033^2 + 1,5 = 1,5 \text{ м.}, \quad (43)$$

где $h_{k \text{ вс}}$ – потери напора в коммуникациях внутри насосной станции, на всасывающей линии $h_{k \text{ вс}} = 1,5$ м;

$L_{\text{вс.л}}$ – длина всасывающего трубопровода, $L_{\text{вс.л}} = 80$ м;

$S_{0 \text{ вс.л}}$ – удельные сопротивления труб, $S_{0 \text{ вс.л}} = 2362$ согласно таблицам [2];

$Q_{\text{вс.л}}$ – расчетные расходы всасывающих линий, $Q_{\text{вс.л}} = 0,0033$ м³/с.

Потери напора в напорных коммуникациях определяются по формуле

$$h_{w \text{ н.л}} = h_{w \text{ н.л}} + h_{k \text{ н}} = 3,211 + 2 = 5,211 \text{ м}, \quad (44)$$

где $h_{k \text{ н}}$ – потери напора в коммуникациях внутри насосной станции, на напорной линии $h_{k \text{ н}} = 2,0$ м.

Требуемый свободный напор над поверхностью земли в диктующей точке определяется по формуле

$$H_{CB} = 4 \cdot (n - 1) + 10 = 4 \cdot (3 - 1) + 10 = 18 \text{ м}, \quad (45)$$

где n – число этажей самого высокого здания в населённом пункте, $n = 3$;

10 – запас напора необходимый для обеспечения подачи воды в здание.

3.9 Подбор насосов

Подбор марки насосов производится по требуемым подаче $Q_H = 132,82$ м³/ч и напору $H_H = 112,8$ м.

Принимаем 1 рабочий насос и 1 резервный насос марки Grundfos NK 65-315/308 со следующими техническими характеристиками:

- диаметр рабочего колеса – 308 мм;
- скорость вращения рабочего колеса – 2980 об/мин⁻¹;
- мощность электродвигателя – 95 кВт.

Изображение характеристик, размеров и вид насоса представлены на рис. 9 – 11 .

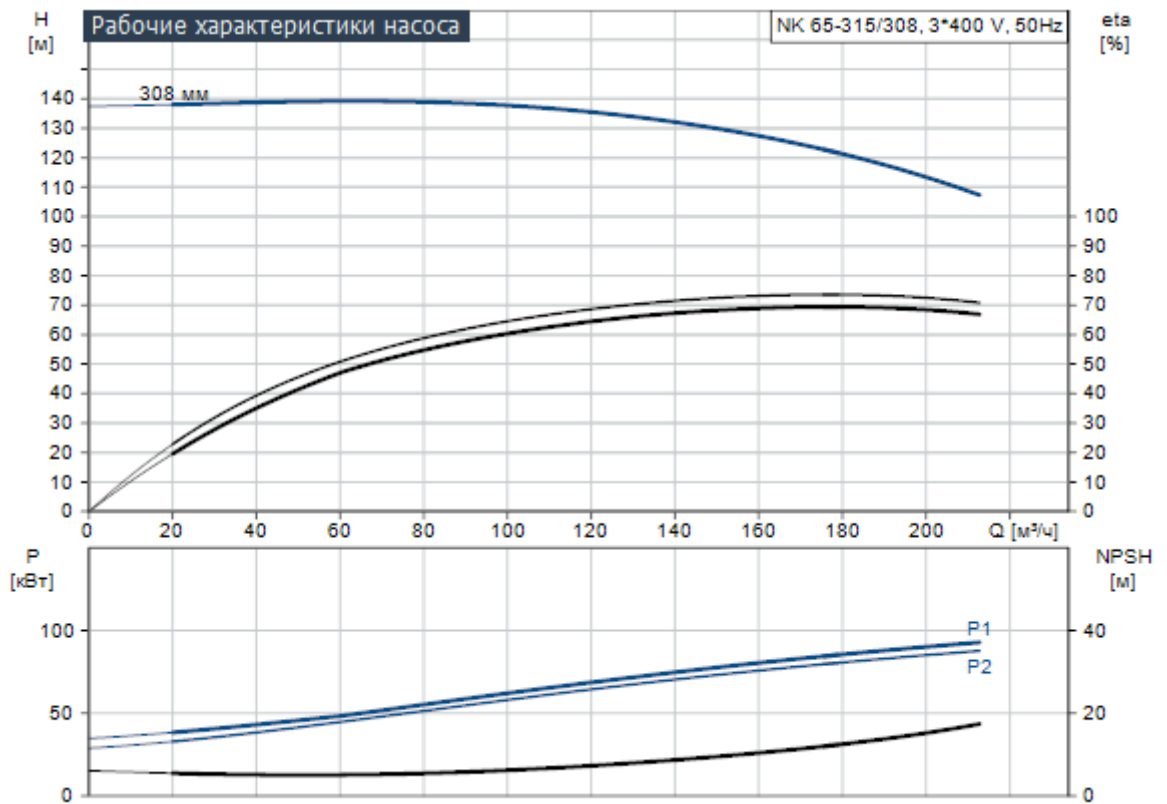


Рисунок 9 – Технические характеристики насоса марки Grundfos NK 65-315/308

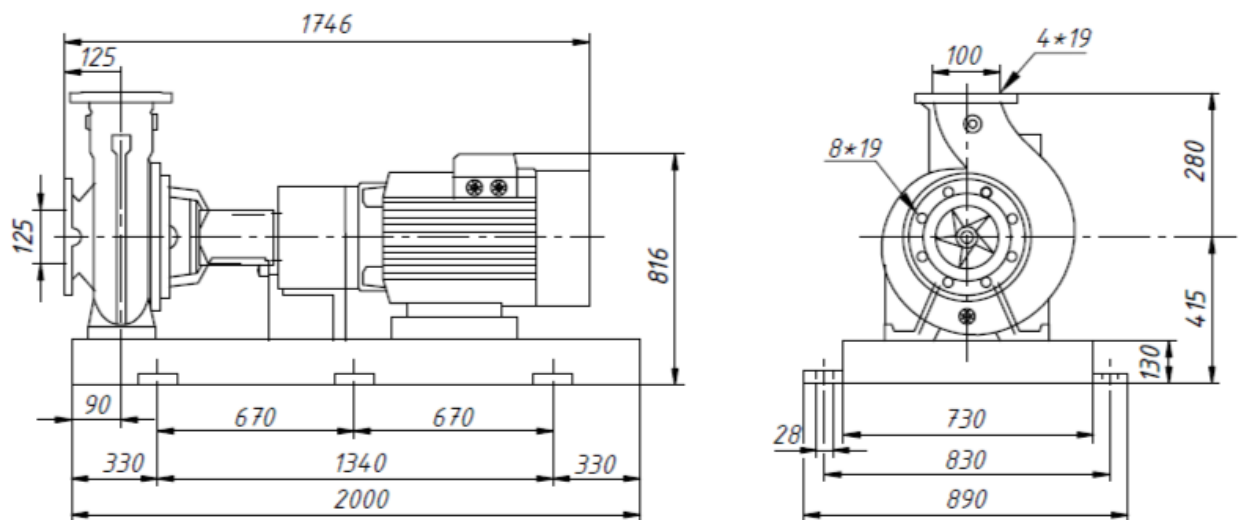


Рисунок 10 – размеры насоса



Рисунок 11 – Насос марки Grundfos NK 65-315/308

3.10 Определение отметки оси насоса

Геодезическая отметка расположения рабочего колеса насоса назначается из условий обеспечения быстрого надежного пуска насоса и безкавитационной его работы во всех режимах эксплуатации станции; при этом, несомненно, учитываются требования экономики.

Геометрическая высота всасывания не должна превышать допустимой вакуумметрической высоты.

С целью упрощения расчетов по определению отметки оси насосов проведем расчеты при одном режиме работы насосной станции для выбранных насосов по требуемым подаче и напору.

Отметка оси насоса определяется из условия откачки воды из РЧВ до дна и не должна превышать величину:

$$Z_{o.n} < Z_{д} + H_s = 268,2 + 2,38 = 270,58 \text{ м} \quad (46)$$

где Z_D – отметка дна резервуара, $Z_D = 268,2$ м;

H_s – максимальная высота всасывания насоса, определяем по формуле

$$H_s = 10 - \Delta h_{\text{дон}} - h_{\text{нас}} - h_{w \text{ вс.л}} = 10 - 6 - 0,12 - 1,5 = 2,38 \text{ м}, \quad (47)$$

где $\Delta h_{\text{дон}}$ – допустимая высота всасывания, принимается по характеристике выбранного насоса на соответствующую подачу, $\Delta h_{\text{дон}} = 6$ м;

$h_{\text{нас}}$ – напор, соответствующий давлению насыщенных паров, $h_{\text{нас}} = 0,12$ м;

$h_{w \text{ вс.л}}$ – потери во всасывающей линии, $h_{w \text{ вс.л}} = 1,5$ м.

Для повышения надежности, а также, с целью упрощения запуска насосных агрегатов, корпус насоса располагаем под заливом от расчетного уровня напорного запаса. В этом случае отметка оси насоса не должна превышать величины:

$$Z_{o.n} < Z_{II} - (B + 0,2) = 270,53 - (0,415 + 0,2) = 269,91 \text{ м}, \quad (48)$$

где Z_{II} – отметка слоя воды неприкосновенного противопожарного запаса, $Z_{II} = 270,53$ м;

B – расстояние от оси насоса до верха корпуса, которое принимается в соответствии с габаритными размерами насоса, $B = 0,415$ м.

Отметку оси насосов принимается наименьшая из вычисленных $Z_{o.n} = 269,91$ м.

Отметку фундамента под насос определяется по формуле

$$Z_{\phi} = Z_{o.n} - a = 269,91 - 0,285 = 269,62 \quad (49)$$

где a – расстояние от оси насоса до подошвы лап, $a = 0,285$ м.

Отметку пола машинного зала насосной станции определяем по формуле

$$Z_{\text{пол}} = Z_{\phi} - h_{\phi} = 269,62 - 0,2 = 267,65 \text{ м} \quad (50)$$

где h_{ϕ} – возвышение фундамента над полом, $h_{\phi} = 0,2$ м.

Глава 4 Подготовка воды для питьевого назначения

4.1 Обезжелезивания подземных вод

Обеспечение населения качественной водой, является значимой проблемой современности. Из всех видов водных ресурсов наиболее ценными для водоснабжения являются подземные пресные воды, так как они намного чище поверхностных, их сток более стабильный, а качество практически не зависит от сезонных изменений. Значительная часть подземных вод горизонтов поселка имеют повышенное содержание ионов железа, которое колеблется от 0,5 мг/л до 30 мг/л и более, и требуют обезжелезивания. Согласно [8 СанПиН 2.1.3684-21] концентрация железа в питьевой воде должна быть не больше 0,3 мг/л.

Для обезжелезивания воды рекомендуются следующие методы:

- безреагентные;
- реагентные, в которых искусственно подают реагенты;
- биохимические, в которых основную роль в удалении железа из воды играют железобактерии (аэробные и анаэробные).

Задачей всех методов является перевод растворимых форм железа $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ в малорастворимую форму $\text{Fe}(\text{OH})_3$, что достигается окислением с последующим задержанием в отстойниках или фильтрах.

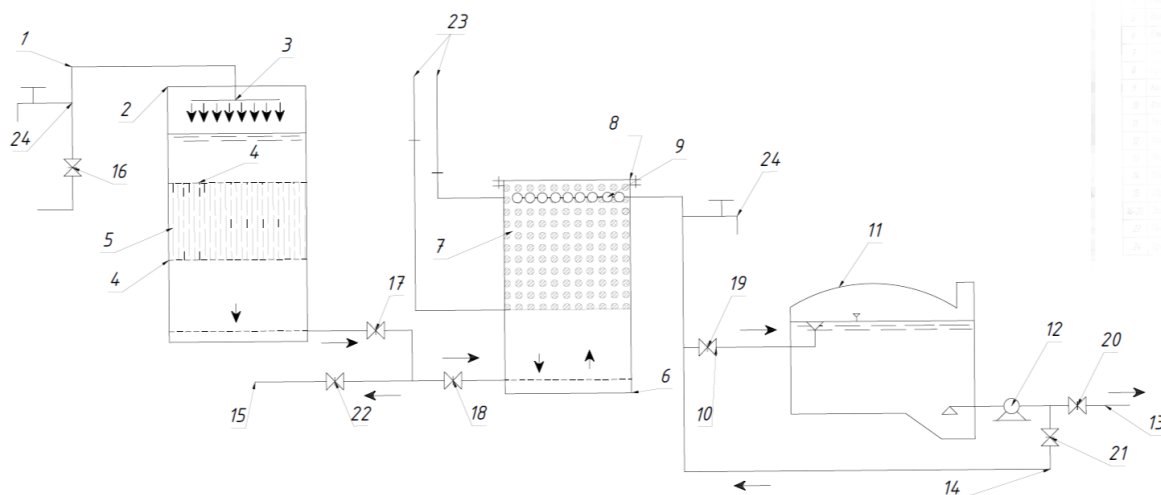
Фильтрация является обязательной технологической операцией в процессе обезжелезивания воды. При фильтрации воды через фильтры с тяжелой загрузкой вода движется сверху вниз. При задержании железа на поверхности зерен фильтрующей загрузки образуется каталитическая пленка из ионов и оксидов двух- и трехвалентного железа, которая активно интенсифицирует процессы окисления и удаления железа из воды. Данная технология имеет следующие недостатки: колюматруется фильтровальная загрузка, следовательно, ее нужно разрыхлять или применять сжатый воздух для разрыхления; требуется применение компрессора аэрации воды и промывки фильтров, что увеличивает общие затраты энергии.

Для сельской местности важно иметь простую и компактную установку, которая будет обеспечивать необходимую степень очистки воды, и работать в автоматическом режиме. Из анализа известных методов обезжелезивания воды видно, что достаточно хорошо зарекомендовали себя пенополистирольные фильтры с восходящим потоком воды. Преимущества пенополистирольного фильтра по сравнению с фильтром с тяжелой загрузкой следующие:

1. простота эксплуатации;
2. оптимальное соотношение производительности и размера;
3. промывка загрузки не требует специальных промывочных насосов или водонапорных башен;

4. меньшие строительные затраты;
5. на промывку загрузки требуется меньший объем воды.

Так как в подземном источнике качество воды не соответствует требованиям [8] по содержанию железа превышает предельно допустимое значение содержания железа $0,3 \text{ мг/дм}^3$ в воде и составляет $0,7 \text{ мг/дм}^3$, следовательно, необходимо предусмотреть обезжелезивания воды. Обезжелезивание принято по технологической схеме установки изображенной на рис.12



1 – подача исходной воды; 2 – БР; 3 – аэратор; 4 – решетки; 5 – волокнистая загрузка; 6 – КОФ; 7 – пенополистирольная загрузка; 8 – крышка; 9 – колпачковый дренаж; 10 – отвод очищенной воды; 11 – РЧВ (резервуар чистой воды); 12 – насосная станция; 13 – подача воды потребителям; 14 – подача воды на промывку; 15 – сброс промывочной воды; 16–22 – задвижки; 23 – пьезометрические трубки; 24 – пробитоотборники

Рисунок 12 - Технологическая схема установки для обезжелезивания воды на БР и КОФ

Водообезжелезивающая установка работает следующим образом. Подземная вода по трубе 1 через аэратор 3 подается на биореактор (БР) с волокнистой загрузкой 5, которая прикрепляется в натянутом состоянии между решетками 4. Вода в аэраторе, как в душевой сетке, разбрызгивается на мельчайшие капли, которые падают вниз с высоты не менее $0,5 \text{ м}$, что способствует насыщению воды кислородом и выделению из нее углекислого газа CO_2 и других газов для предотвращения пузырьковой кольматации нижнего слоя фильтровальной загрузки КОФ. В волокнистой загрузке 5 происходит биохимическое окисление двууглекислого железа $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ с помощью микроорганиз-

мов, которые прикрепляются к поверхности нитей загрузки с образованием хлопьев из гидроксида железа $Fe(OH)_3$.

БР обеспечивает также постоянную скорость фильтрования воды в течение фильтроцикла: при увеличении потерь напора на сооружениях автоматически поднимается уровень воды в БР.

На контактно-осветлительных фильтрах (КОФ) происходит глубокое очищение воды при ее восходящем движении через пенополистирольную загрузку. На дне подфильтрового пространства накапливается осадок из хлопьев оксидов железа, который дополнительно участвует в очистке воды как осветитель с зависшим осадком. Очищенная вода собирается колпачковым дренажом 9 и по трубопроводу 10

отводится в РЧВ 11, из которого она насосной станцией 12 по трубопроводу 13 подается потребителям.

В период фильтрования воды открываются задвижки 16–20, а задвижки 21 и 22 оставляются закрытыми. При промывке КОФ закрывают задвижки 16, 17, 19 и 20 и открывают задвижки 21 и 22. Вода подается по трубопроводу 14 через колпачковый дренаж 9 и движется в КОФ обратно (сверху вниз), вымывая загрязнения из пенополистирольной загрузки 7 и ее подфильтрового пространства. Промывочная вода сбрасывается по трубопроводу 15.

Промывка БР 2 осуществляется при опорожнении фильтра с помощью гидравлического эффекта, связанного с турбулентным движением воды в процессе расширения загрузки при промывке. Промывка осуществляется следующим образом: закрываются задвижки 16 и 18, открываются задвижки 17 и 22. Вода самотеком вытекает из фильтра по трубопроводу 15.

Оптимальные конструктивные и технологические параметры БР и КОФ следует определять на основе экспериментальных исследований для обеспечения минимальных капитальных и эксплуатационных затрат при нормативных показателях качества очищенной воды.

4.2 Обеззараживание подземных вод

Для того чтобы обезопасить населения от загрязненных подземных вод, необходимо предусматривать соответствующие методы по избавлению нежелательных загрязнений например: примесей, мусора и пыли, затопление паводков, попадание в источники останков мелких птиц и животных. Для безопасного водоснабжения населения из источника подземного типа необходимы процедуры, применяемые в отношении воды по очистке, обеззараживанию и восстановлению ее вкусовых качеств воды.

Типовая схема обеззараживания питьевой воды представлена на рис. 13

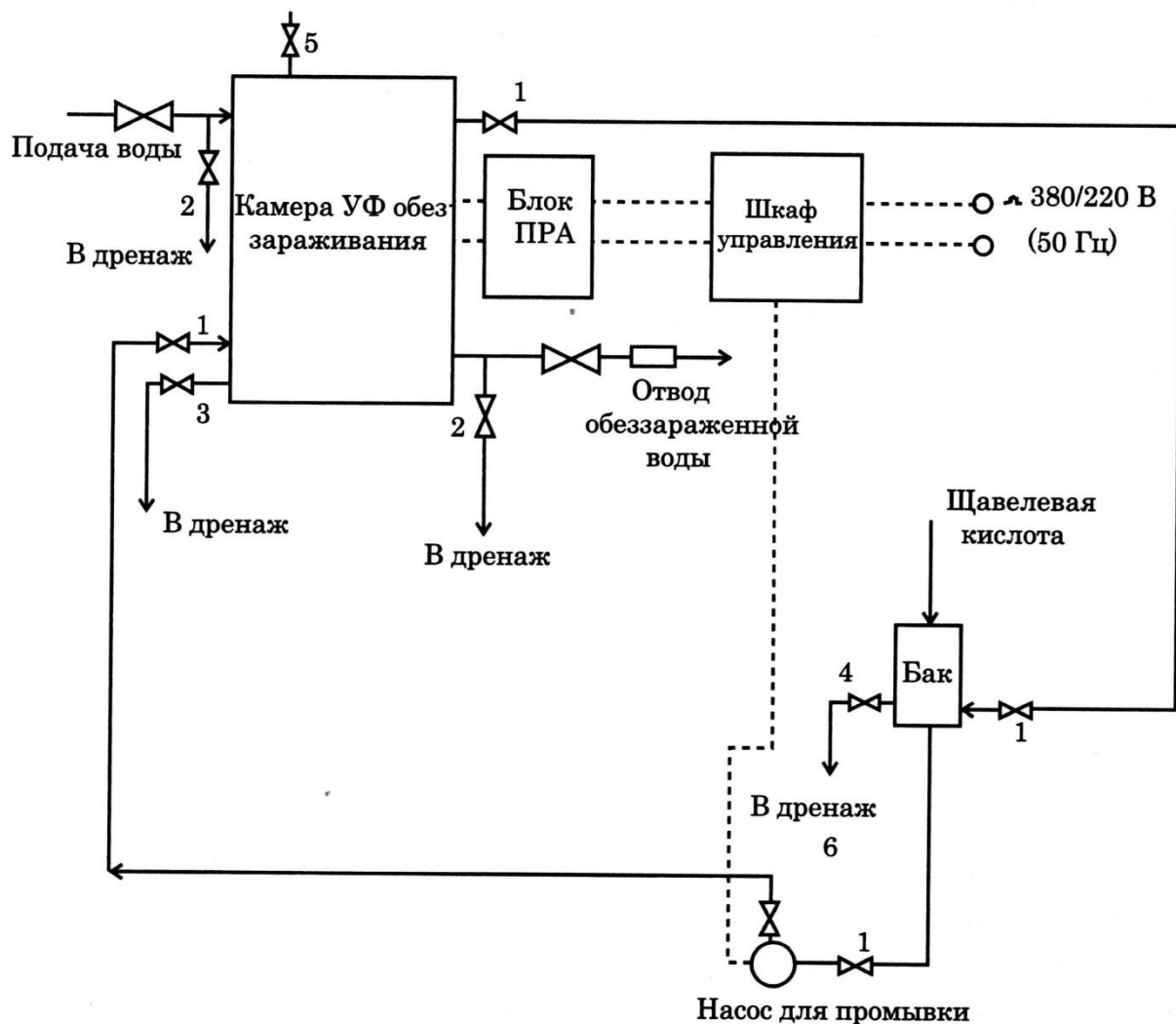


Рисунок 13 – Типовая установка обеззараживания питьевой воды
УФ-облучением

В состав установки по обеззараживанию входят: камера дезинфекции с блоком пускорегулирующей температуры, пульт управления, сигнализация, блок промывки камеры дезинфекции от отложений, блок контроля интенсивности УФ-излучения. Установка работает в автоматическом режиме.

Для обеззараживания подземных вод приоритетным методом принято обеззараживание УФ-облучением на установке УДВ-6А300Н-10-150. Рис. 14



Рисунок 14 – Установка для обеззараживания воды

На сегодняшний день, данный метод обеззараживания воды имеет высокую эффективность по сравнению с другими методами, так как не образует в воде опасных токсичных соединений. УФ-излучение оказывает уничтожающий эффект на большую часть микроорганизмов содержащихся в воде.

Полное уничтожение микроорганизмов получается путем обеззараживания ультрафиолетом. Под прямым воздействием ультрафиолета на молекулярную структуру микроорганизмов, происходит повреждение клеточных мембран и это способствует разрушению молекулы ДНК. При ультрафиолетовом обеззараживании никакие вредные химические соединения не вводятся в воду. Преимущественное условие применения метода УФ-обеззараживания – правильно выбранная доза облучения.

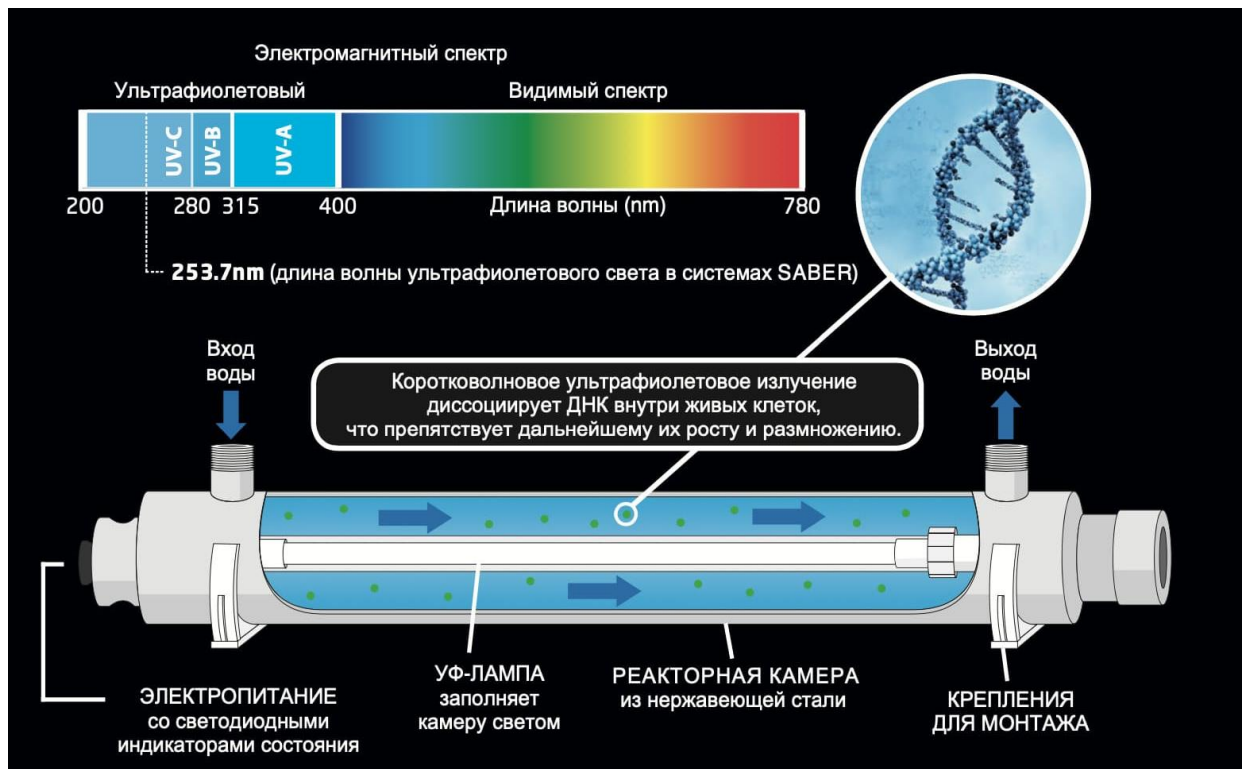


Рисунок 15 – Принцип работы УФ-установки

При применении технологии УФ обеззараживания необходимо учитывать все факторы, которые влияют на дезинфицирующий процесс. УФ излучение не приводит к образованиям в сточных водах токсичных веществ и оказывает более эффективное действие на вирусы, чем хлор, что в свою очередь является целесообразным широким внедрением УФ технологии обеззараживания сточных вод на любых очистных сооружениях.

Глава 5 Охрана окружающей среды

5.1 Характеристика проектируемого объекта

Разработана система водоснабжения для поселка в Иркутской области, где проживает около 7000 человек. В основном, поселок состоит из трехэтажных домов, которые имеют горячее и холодное водоснабжение, канализацию и центральное отопление. Предприятиями поселения является молокозавод и ферма КРС

Эта система была создана для обеспечения жителей поселка надежным и качественным водоснабжением. Она также способствует более эффективному использованию ресурсов и уменьшению негативного воздействия на окружающую среду. Такие системы являются важным элементом развития инфраструктуры в регионах и обеспечения комфортных условий для жизни людей.

5.2 Характеристика источника водоснабжения

Подземные воды имеют следующие характеристики:

- динамический уровень – 169,2 м;
- статический уровень – 171,2 м;
- мощность водоносного пласта – 13 м;
- коэффициент фильтрации – 16 м/сут;
- грунты – галечные отложения с песчаным заполнителем, с расположением в верхнем горизонте и в нижнем слое жирной и плотной глины.

Данные по качеству воды источника приведены в таблице 6.1.

Таблица 5.1 – Исходные данные и нормативные требования к качеству воды водных объектов хозяйственно-питьевого назначения

Показатели	Единицы измерения	Качество воды в скважине	Нормативные требования к водоемам хозяйственно-питьевого назначения		
			ПДК, мг/л	ЛПВ	класс опасности
1	2	3	4	5	6
Общие требования к составу и свойствам воды					
Взвешенные вещества	мг/л	0,01	не нормируется		
Плавающие примеси		отсутствие	отсутствие		
Окраска	см	отсутствие	не должна обнаруживаться в столбике 20 см		

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4	5	6
Запахи	балл	0	не должна приобретать запах интенсивностью более 2 баллов непосредственно или при последующем хлорировании или других способах обработки		
Температура	°С	3	не должна повышаться более чем на 3°С по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет		
Водородный показатель (рН)		7,84	Не должен выходить за пределы 6,5-8,5		
Минерализация Воды	мг/л	474,99	1000		
Растворенный кислород	мг O ₂ /л	4	Не менее 4		
Биохимическое потребление кислорода (БПК ₅)	мг O ₂ /л	4	2	-	-
Химическое потребление кислорода (би-хроматная окисляемость), ХПК	мг O ₂ /л	94	-	-	-
Химические вещества					
Железо	мг/л	0,7	0,3	о/л	3
Азот нитратный	мг/л	8,8	9,1	с/г	3
Жесткость	ммоль/л	1	7	с/г	4
Бактериологические показатели					
Возбудители кишечных инфекций		отсутствие	отсутствие		
Термотолерантные колиформные бактерии	КОЕ/100 мл	отсутствие	Не более 100		
Колифаги	БОЕ/100 мл	отсутствие	Не более 10		

Окончание таблицы 5.1

1	2	3	4
Жизнеспособные яйца гельминтов (аскарид, власоглав, токсокар, фасциол), онкосферы-тениид и жизнеспособные цисты патогенных кишечных простейших		отсутствие	Не должны содержаться в 25 л воды
Общие колиформные бактерии	КОЕ/100 мл	5	Не более 1000
Суммарная объемная активность радионуклидов при совместном присутствии		отсутствие	$\sum (A_i / Y_{Bi}) \leq 1$

Качество воды после обработки должно соответствовать требованиям [8] Нормативные требования по содержанию вредных веществ в питьевой воде представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Нормативные требования по содержанию вредных веществ в питьевой воде

Показатели	Ед. изм.	Качество воды в скважине	Нормативные требования к качеству питьевой воды		
			ПДК, мг/л	ЛПВ	Класс опасности
1	2	3	4	5	6
Обобщенные показатели					
Водородный показатель	единицы рН	7,84	в пределах 6,8-8,5		
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/л	474,99	1000		
Жесткость общая	мг-экв./л	1	7,0		
Окисляемость перманганатная	мг/л	3,2	5,0		
Фенольный индекс	мг/л	0,013	0,25		
Неорганические вещества					
Железо	мг/л	0,7	0,3	о/л	3
Азот нитратный	мг/л	8,8	9,1	с/т	3
Жесткость	ммоль/л	1	7	с/т	4

Качество воды и нормативные требования по микробиологическим и паразитологическим показателям, также по органолептическим показателям и радиационной безопасности приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Нормативные требования к качеству питьевой воды по микробиологическим, паразитологическим и органолептическим показателям

Показатели	Единицы измерения	Качество воды в скважине	Нормативы
1	2	3	4
микробиологические и паразитологические показатели			
Термотолерантные колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл	Отсутствие	Отсутствие
Показатели	Единицы измерения	Качество воды в реке	Нормативы
Общие колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл	Отсутствие	Отсутствие
Общее микробное число	Число образующих колонии бактерий в 1 мл	5	Не более 50
Колифаги	Число бляшкообразующих единиц (БОЕ) в 100 мл	Отсутствие	Отсутствие
Споры сульфитредуцирующих клостридий	Число спор в 20 мл	Отсутствие	Отсутствие
Цисты лямблий	Число цист в 50 л	Отсутствие	Отсутствие
органолептические показатели			
1	2	3	4
Запах	баллы	0	2
Привкус	"-"	Отсутствие	2
Цветность	градусы	11,54	20
Мутность	ЕМФ мг/л (по каолину)	0,43	2,6
			1,5
Радиологические показатели			
Общая α -радиоактивность	Бк/л	Отсутствие	0,1
Общая β -радиоактивность	Бк/л	Отсутствие	1,0

Объект может быть использован в качестве источника хоз. питьевого назначения после обезжелезивания и обеззараживания воды (обеззараживания УФ – облучение).

5.3 Оценка воздействия на атмосферный воздух

Учитывая, что при обеззараживании используется УФ – облучение газовых выбросов не предусматривается.

5.4 Количество жидких отходов

Жидкими отходами выступают промывные сточные воды после промывки фильтров.

В проекте предусмотрена система очистки, обеззараживания и повторного использования промывных вод, что исключает воздействие системы водоподготовки на поверхностные и подземные воды.

В целях сокращения расхода воды на собственные нужды станции очистки и подготовки воды предусмотрено повторное использование воды после промывки фильтров. Для этого запроектированы сооружения по обороту промывных вод и обезвоживанию осадка.

Оборот промывных вод рекомендуется осуществлять по следующей схеме: Первоначально происходит подача промывных вод в отстойник-накопитель, затем осуществляется осветление воды в отстойнике и дальнейшая подача ее в голову сооружения, наряду с этим происходит уплотнение осадка в шламо-накопителе и его обезвоживание на вакуум-фильтрах, в заключение вывоз на шламовые площадки.

Следовательно, воздействие жидких отходов в виде промывных вод не влияет на водный объект.

5.5 Проектирование зон санитарной охраны

Основной целью создания и обеспечения режима в ЗСО является санитарная охрана от загрязнения источников водоснабжения и водопроводных сооружений, а также территорий, на которых они расположены.

В каждом из трех поясов, а также в пределах санитарно-защитной полосы (СЗП), соответственно их назначению, устанавливается специальный режим и определяется комплекс мероприятий, направленных на предупреждение ухудшения качества воды.

5.6 Первый пояс зоны санитарной охраны источника

Границы первого пояса зоны санитарной охраны устанавливаются на расстоянии не менее 30 м от водозабора при использовании защищенных подземных вод (защищенные являются напорные воды). Его назначение – защита места водозабора от случайного или умышленного загрязнения или повреждения.

Граница первого пояса удалена от крайних скважин на 50 м.

5.7 Второй пояс зоны санитарной охраны источника

Границы второго пояса санитарной охраны (пояс ограничений или зона микробного загрязнения) источника устанавливаются гидродинамическими расчетами. Основным параметром, определяющим расстояние от границ второ-

го пояса зоны санитарной охраны до водозабора, является расчетное время продвижения микробного загрязнения с потоком подземных вод к водозабору, которое должно быть достаточным для эффективного самоочищения воды. Поскольку скважины находятся в Шклинском районе и не имеют непосредственной гидравлической связи с открытым водоёмом, то принимаем $T_M = 200$ суток.

Размер второго пояса определяется по формуле

$$R_2 = \sqrt{\frac{Q \cdot T_M}{\pi \cdot M \cdot n}}, \quad (51)$$

где T_M – время продвижения микробного заражения, 200 суток;

Q – расход воды, 2149,02 м³/сут;

M – мощность водоносного пласта, м;

n – пористость породы, для пес. 0,22.

$$R_2 = \sqrt{\frac{2149,02 \cdot 200}{3,14 \cdot 13 \cdot 0,22}} = 218,8 \text{ м}$$

При принятом расчетном времени, принимаем $R = 218,8$ м, т.е. граница второго пояса устанавливается на расстоянии 218,8 метров.

На территории второго пояса запрещается:

- загрязнение территории нечистотами, мусором, навозом и промышленными отходами;
- размещение складов ГСМ, ядохимикатов, удобрений, накопителей, шламохранилищ;
- применение удобрений и ядохимикатов;
- расположение пастбищ в прибрежной полосе шириной до 300м;
- добыча песка и гравия из водохранилища и дноуглубительные работы.

5.8 Третий пояс зоны санитарной охраны источника.

Границы третьего пояса зоны санитарной охраны предназначены для защиты подземных вод от химических загрязнений или радиохимического загрязнения воды до водозабора. Расчетное время продвижения загрязнений должно быть по принятой продолжительности эксплуатации водозабора, но не менее 25 лет (25 – 50 лет $\approx 10^4$), то принимаем $T_x = 10^4$ лет.

Расстояние до границ третьего пояса определяют по формуле

$$R = \sqrt{\frac{Q \cdot T_x}{3,14 \cdot m_{cp} \cdot n}}, \quad (52)$$

где Q – производительность водозабора, м³/сут.;

T_x – продолжительность эксплуатации водозабора, лет;

m_{cp} – средняя мощность водоносного горизонта, м;
 n – пористость пород водоносного пласта
– 0,22.

$$R = \sqrt{\frac{2149,02 \cdot 10^4}{3,14 \cdot 5,5 \cdot 0,22}} = \sqrt{5656208,8} = 2378,3 \text{ мм}$$

При принятом расчетном времени, принимаем $R = 2378,3$ мм, т.е. граница второго пояса устанавливается на расстоянии 2378,3 мм.

Найдём средний пояс как средне - арифметическое между 2 и 3 поясами ЗСО по формуле

$$R_{\text{cp}} = \frac{R_2 + R_3}{2}, \quad (53)$$

$$R_{\text{cp}} = \frac{218,8 + 2378,3}{2} = 1298,55 \text{ м.}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе рассмотрены вопросы обеспечения поселка, расположенного в Иркутской области. Источником водоснабжения поселка питьевой водой принят подземный источник. Запроектировано две скважины (1 рабочая 1 резервная) глубиной 110м. Скважина оборудована погружным скважинным насосом фирмы Grundfos. Вода из скважины поступает в сеть поселка, которая запроектирована кольцевой из полиэтиленовых труб ПНД.

Так как в подземном источнике качество воды не соответствует требованиям СанПиН по содержанию железа составляющим $0,7 \text{ мг/дм}^3$ и превышает предельно допустимое значение содержания железа $0,3 \text{ мг/дм}^3$, было предусмотрено обезжелезивание воды на установке.

Установка включает в себя биореактор, который загружен волокнистой загрузкой, на которой прикреплены микроорганизмы окисляющие железо. После вода поступает в контактно осветительный фильтр с полипропиленовой загрузкой, где происходит глубокое очищение воды. Накопленный осадок из хлопьев оксидов железа участвует в дальнейшем окислении воды, используется вторично. После обезжелезивания вода поступает на установку УФ-облучения для обеззараживания ультрафиолетом, где происходит полное уничтожение микроорганизмов. Осветленная и обеззараженная вода поступает в резервуар чистой воды, откуда она забирается заглубленными насосами НС-2 и подается потребителям.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

РЧВ – резервуар чистой воды;
БР – биореактор;
КОФ – контактный осветленный фильтр;
НС-1 – насосная станция 1-го подъема;
НС-2 – насосная станция 2-го подъема КЖД;
ПДК – предельно допустимая концентрация;
Ферма КРС – ферма крупного рогатого скота;
ПНД – полиэтилен низкого давления;
ЛПВ – лимитирующий показатель вредности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 31.13330.2021 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения— Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*; введ. 28.01.2022. – Москва: Мистрой России, 2012. – 156 с.;
2. ГОСТ 18599-2001* Трубы напорные из полиэтилена / Госстандарт России (27.03.2002).;
3. Шевелев Ф.А. таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: справочное пособие. – 10-е изд., исправленное.— М.:ООО «БАСТЕР»,2014г – стр 380.;
4. Курганов А.М. Водозаборные сооружения систем коммунального водоснабжения: учебное пособие / А.М. Курганов. – Москва; Санкт-Петербург: «АСВ»; СПбГАСУ, 1998. – 246 с.;
5. СП 8.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности (утв. и введен в действие приказом Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 30 марта 2020г. N 225).;
6. Войтов Е.Л. Подготовка питьевой воды из подземных источников в экологически неблагоприятных регионах: монография / Е.Л. Войтов, Ю.Л. Сколупович; Новосиб. гос. архитектур.- строит. ун-т (Сибстрин). – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2010. – 220 с.;
7. СанПиН 2.1.4.1074-01 Санитарные правила и нормы. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества / Минздрав России, 2002г.;
8. СанПиН 2.1.3684-21 Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий. Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе / Минюст России, 2021г.;
9. ВНТП-Н-97 Нормы расходов воды потребителей систем сельскохозяйственного водоснабжения / Утверждены Минсельхозпродом РФ (протокол НТО N 1 от 14 февраля 1995 г.), введены в действие с 1 апреля 1997 г. (распоряжение N 7-22-267 от 2.04.97 г.);
10. Кожин В.Ф. Очистка питьевой и технической воды/ М. Стройиздат, 1971. 304 с.;
11. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" с 01.03.2021.(утв. и введен в действие постановлением Главного гос-

ударственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 года N 2).;

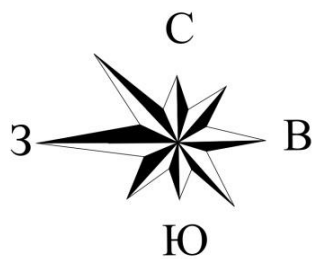
12. МУ 2.1.5.800-99 Организация Госсанэпиднадзора за обеззараживанием сточных вод. Минздрав РФ, 2000 г.;

13. Журба М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: В 3-х т. – Т 1. Системы водоснабжения. Водозаборные сооружения / Научно-методическое руководство и общая редакция докт. техн. наук, проф. Журбы М.Г. Вологда – Москва: ВоГТУ, 2006. – 209 с.;

14. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов – введ. 15.06.2003. – Москва: Минздрав России, 2003.;

15. СТУ 7.5-07-2021 Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности / СФУ 2021г.

Генплан поселка М 1:2000



Экспликация по генплану

№	Наименование
1	Молокозавод
2	Ферма крупного рогатого скота
3	Фельдшерско-акушерский пункт
4	Общеобразовательная школа
5	Детский сад
6	Дач культуры
7	Скважина

Условные обозначения

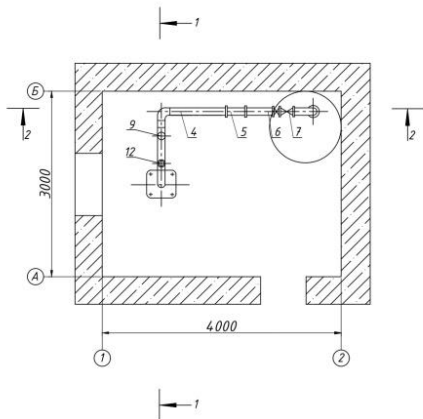
- 260.5 Горизонталь
- 1 пояс ЗСО
- Участок кольцевой водопроводной сети
- Граница поселка

БР - 20.03.02.06 - 2023

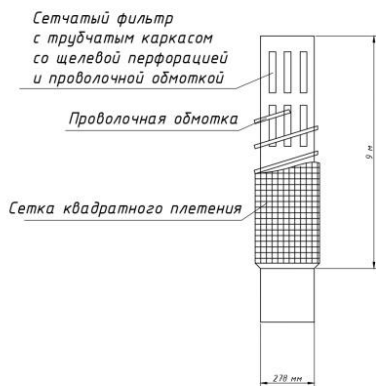
				Сибирский федеральный университет Инженерно-архитектурный институт		
Имя	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Специальность	Лист
Разработчик	Степанов Т.М.				Водоснабжение поселка в Иркутской области	5
Проектировщик	Лазанко Т.О.					1
Исполнитель	Лазанко Т.И.					5
Зав. кафедрой	Наминова А.И.				Генплан поселка М 1:2000	Кафедра ИСЭИС

СКВАЖИННЫЙ ВОДОЗАБОР С ПАВИЛЬОНОМ НАЗЕМНОГО ТИПА М1:100

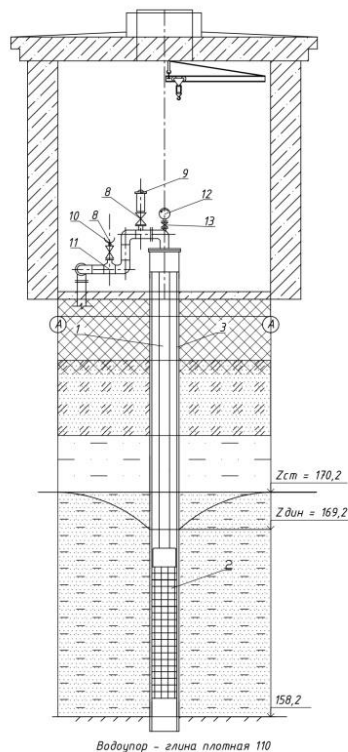
План на отметке 269,5



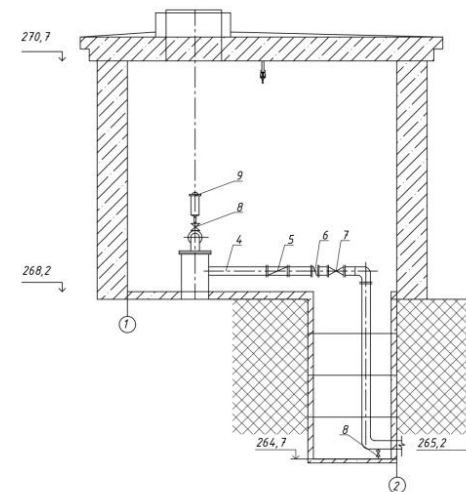
Фильтр водозаборной скважины



Разрез 1-1



Разрез 2-2



Геолого-технический разрез

Масштаб	Геолог. индекс	Номер слоя	Глубина подошвы слоя	Мощность слоя	Категория пород по дурности	Наименование пород	Геологический разрез	Конструкция скважины	Основные проектные данные скважины
1:40	а0II-III	1	18	18	I	Глина жирная		377 мм	1. Местонахождение скважины: Иркутская область 2. Глубина скважины: 110 м 3. Обсадка трубами диам. 273-325-377 мм 4. Геологический возраст водоносных пород - С1 5. Глубина залегания устья подземных вод - 100-110 м. 6. Фильтр сетчатый с трубчатым каркасом со щелевой перфорацией и проволоочной обмоткой
	а0 ₁	2	49	31	III	Галечник, песок		350 мм	
	T ₃ -J ₁	3	78	29	III	Аргиллит, песчаник		325 мм	
	C ₁	4	98	20	II	Песчаник		300 мм	
	J ₁	5	110	12	VI	Глина плотная		273 мм	
							250 мм	Водоупор - глина плотная	158,2

Литоологический состав пород

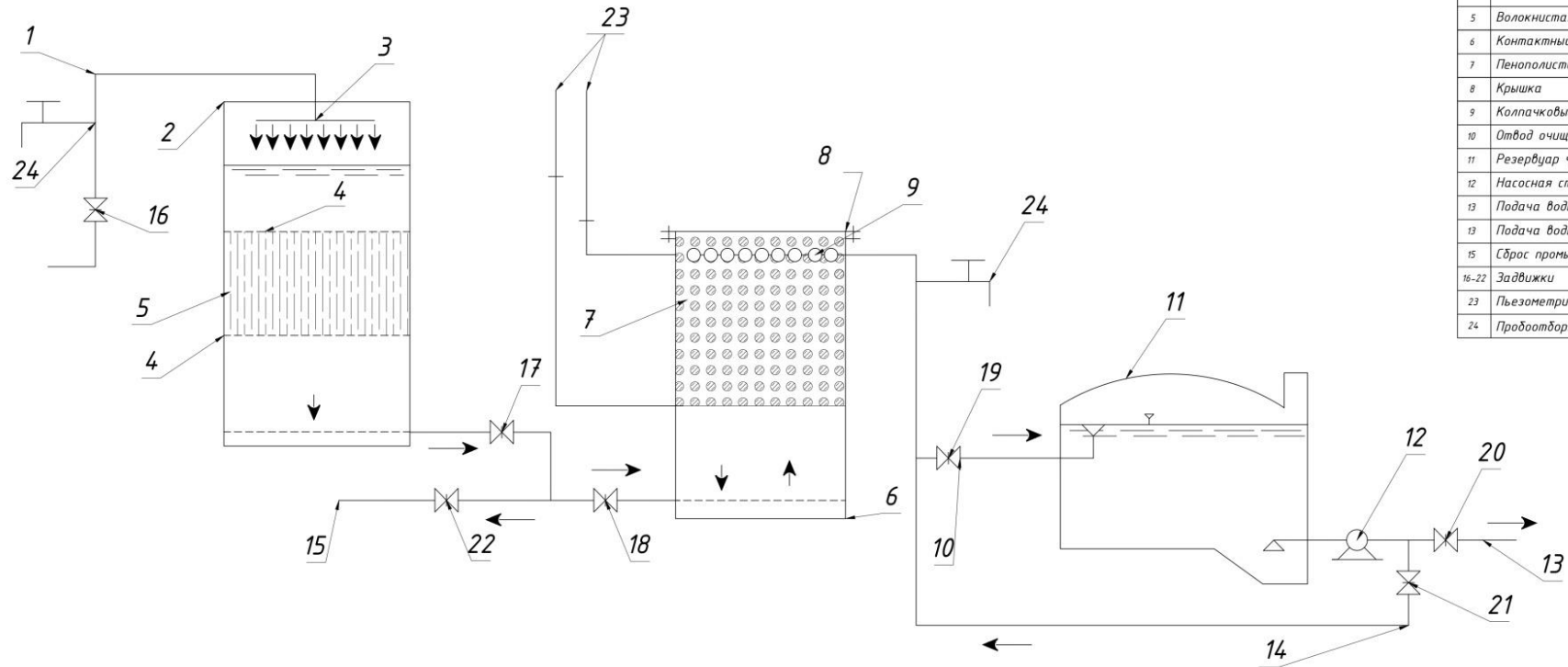


Спецификация

№	Наименование	Марка, ГОСТ	Кол-во	Ед. изм.
1	Скважинный насос	SP160-9-A	1	шт
2	Фильтр		1	шт
3	Труба стальная обсадная для скважины	ГОСТ 10704-91	1	шт
4	Напорный трубопровод	ГОСТ 10704-91	1	шт
5	Счетчик турбинный холодной воды	СТВ-100	1	шт
6	Клапан обратный поворотный, однодисковый	ГОСТ 22509-77	1	шт
7	Задвижка параллельная, фланцевая	ГОСТ 5762-74	1	шт
8	Сливной вентиль	ГОСТ 1164-94	1	шт
9	Вентиль рычажный	ВС-8ТУ-33-185-81	1	шт
10	Головка муфтовая	ГОСТ 2217-76	1	шт
11	Тройник	ГОСТ 12820-80	1	шт
12	Манометр (предел измерения 0-16 кгс/см ²)	МП3-У	1	шт
13	Кран трехходовый фланцевый	ГОСТ 5762-74	1	шт

Изм.				БР - 20. 03. 02. 06 - 2023		
№	Лист	М.П. Изменен	Листов	Дата	Содержание	
Разработ	Савельев Г.М.				Сибирский федеральный университет	
Проект	Лазенко Т.В.				Инженерно-строительный институт	
И.Контр.	Лазенко Т.В.				Водообъекты поселка в Иркутской области	Этап
З.И.Контр.	Матвеева А.И.				Скважинный водозабор с павильоном наземного типа. Геолого-технический разрез.	Лист
						Лист
						Лист
					У	2
						5
					Кафедра ИСЭС	

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА УСТАНОВКИ ДЛЯ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ВОДЫ



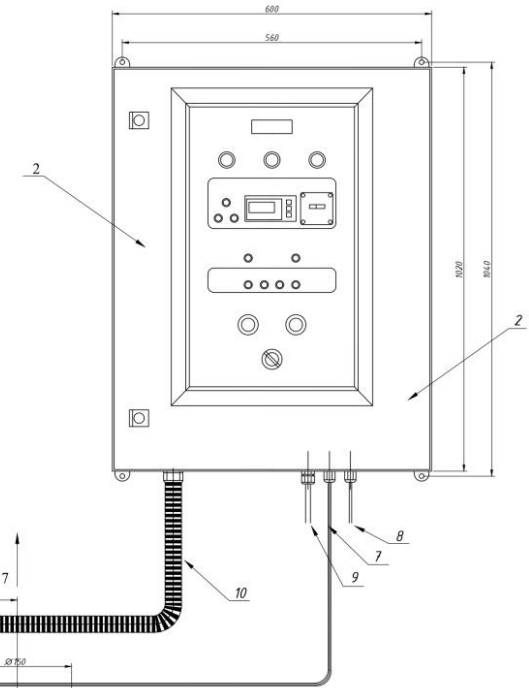
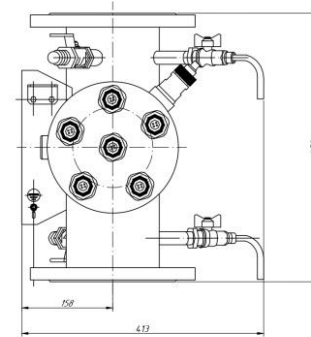
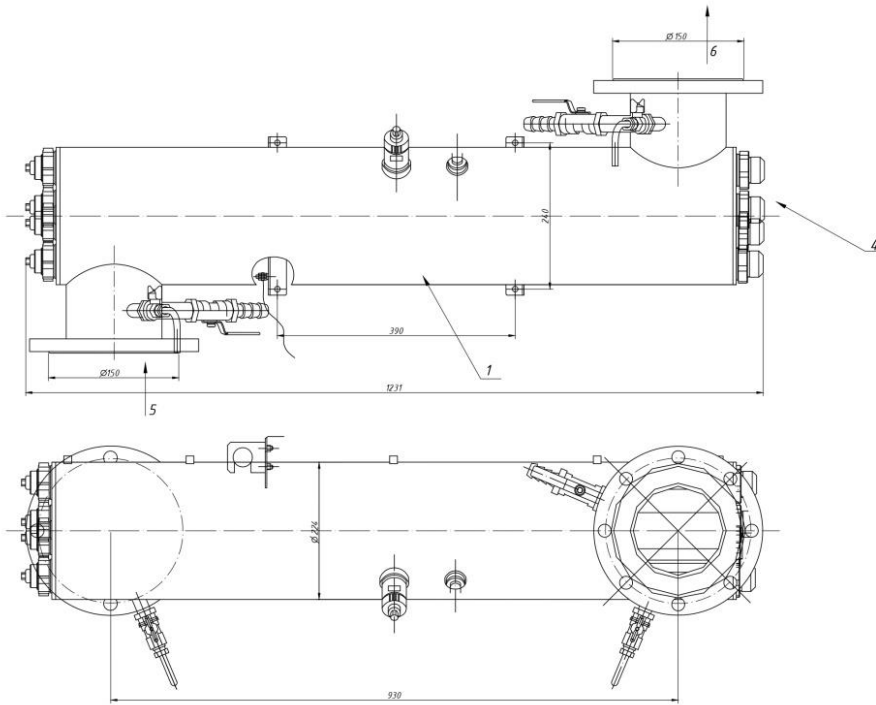
№	Наименование показателей
1	Подача исходной воды
2	Биореактор
3	Аэратор
4	Решетки
5	Волокнистая загрузка
6	Контактный осветительный фильтр
7	Пенополистирольная загрузка
8	Крышка
9	Колпачковый дренаж
10	Отвод очищенной воды
11	Резервуар чистой воды
12	Насосная станция
13	Подача воды потребителям
13	Подача воды на промывку
15	Сброс промывной воды
16-22	Задвижки
23	Пьезометрические трубки
24	Пробоотборники

БР - 20. 03. 02. 06 - 2023					Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт			
Изм.	Листы	№ документа	Подпись	Дата	Водоснабжение поселка в Иркутской области	Станд.	Лист	Листов
Разраб.	Суржко Т.К.					У	3	5
Проб.	Лазенко Т.Я.							
И.Контр.	Лазенко Т.Я.				Технологическая схема установки для обезжелезивания воды	Кафедра ИСЗиС		
Защит.	Павлюхина А.И.							

УСТАНОВКА ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ

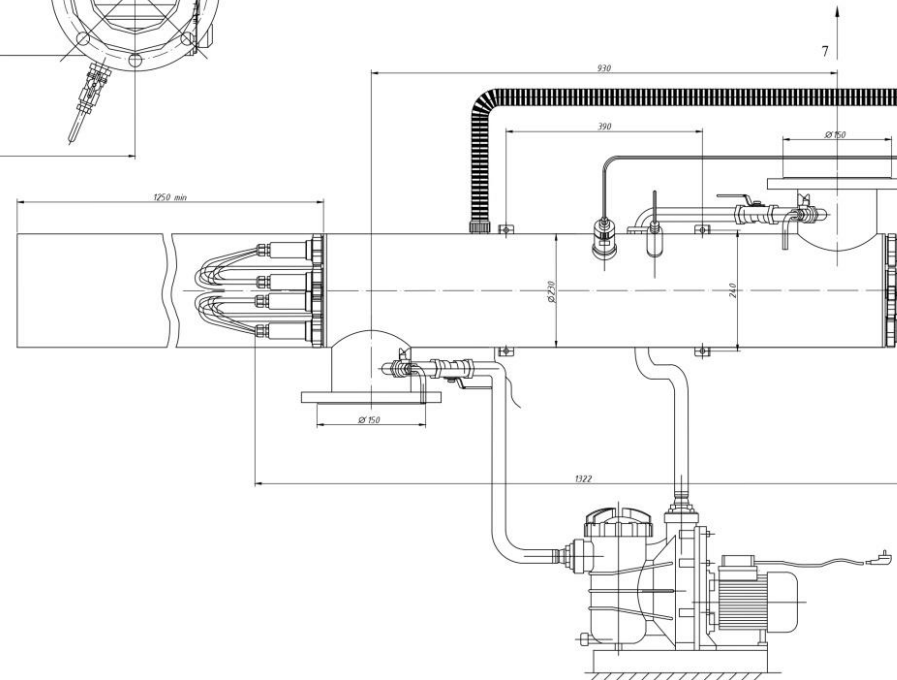
Габаритный чертеж установки УДВ-6А300Н-10-150

Монтажный чертеж



Технические характеристики

№	Наименование показателей	Значение	Ед. изм.
1	Производительность установки	122	л/ч
2	Условный диаметр входного и выходного патрубков камеры обеззараживания	150	мм
3	Рабочее давление в камере обеззараживания, не более	1 (10)	МПа (бар)
4	Разрежение в камере обеззараживания, не более	-0,01 (-0,1)	МПа (бар)
5	Тип лампы	дл. 3000	
6	Количество ламп в камере	6	шт
7	Срок службы лампы, не менее	12000	ч
8	Количество включений/ выключений в течение срока службы	2000	
9	Напряжение питания	220±10%	В
10	Частота питающего напряжения	50	Гц
11	Потребляемая мощность блока проточки, не более	0,25	кВт
12	Потребляемая мощность камеры обеззараживания и пульта управления, не более	1,68	кВт
13	Масса камеры обеззараживания	53	кг
14	Масса пульта управления	63,5	кг
15	Масса насоса проточного	6	кг
16	Объем камеры обеззараживания	19	л
17	Тип блока проточки	БПР-2Е	



Спецификация

№	Наименование	Примечание
1	Корпус камеры обеззараживания	1322x456x413 мм
2	Пульт управления	600x1040x292 мм
3	Насос проточный	512x210x345 мм
4	Зона извлечения ламп	
5	Подвод воды	
6	Отвод воды	
7	Кабель УФ датчика	
8	Кабель дистанционного управления	
9	Кабель силовой	
10	Кабели ламповые	

БР - 20. 03. 02. 06 - 2023				
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт				
Имя	Рисунки	№ документа	Подпись	Дата
Разработчик	Суркова Т.К.			
Утвержден	Лазанко Г.И.			
Исполнитель	Лазанко Г.И.			
Зав. кафедрой	Матвеева А.И.			

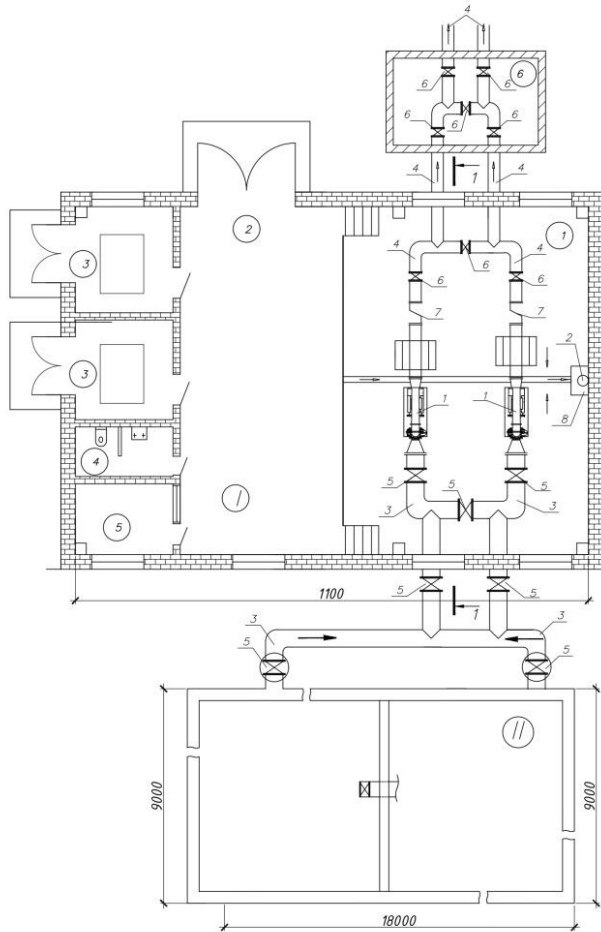
Водоснабжение поселка № Иркутской области

У 4 5

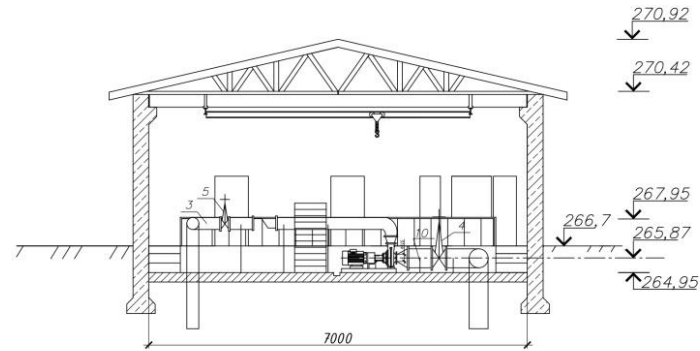
Кафедра ИСЭС

НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ II-го ПОДЪЕМА М1:100

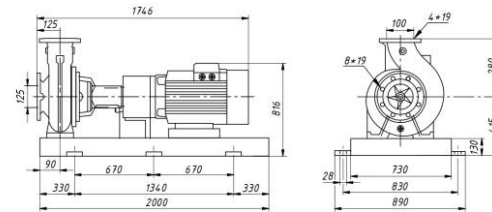
План на отметке 267,95 М 1:100



Разрез 1-1 М 1:100



Насос марки Grundfos
NK 65-315/308



Экспликация помещений

№	Наименование	Площадь	Кат. пом.	Кол-во
1	Здание насосной станции	77	Д	1
II	РЧВ	52	Д	2
1	Машинный зал	28	Д	1
2	Монтажная площадка	21	Д	1
3	Трансформаторная подстанция	18	Г	2
4	Санузел	1,5	Д	1
5	Диспетчерская	7,5	Д	1
6	Камера переключения напорных линий	15	Д	2

Спецификация

№	Наименование	Марка ГОСТ	Кол-во шт.	Единицы измерения
1	Насос	НК 65-315/308	2	шт
2	Опорная стойка		4	шт
3	Всасывающий трубопровод d=125 мм	ГОСТ 18599-2001		м
4	Напорный трубопровод d=100 мм	ГОСТ 18599-2001		м
5	Задвижка Ду 200мм на всасывающем трубопроводе	ГОСТ 9698-86	12	шт
6	Задвижка Ду на напорном трубопроводе	ГОСТ 9698-86	16	шт
7	Обратный клапан	ГОСТ 27477-87	4	шт
8	Дренажный приямок		2	шт
9	Дренажный насос ГНОМ	ВКС1/16А-2Г	2	шт

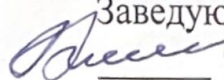
БР - 20. 03. 02. 06 - 2023				
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт				
Изм.	Лист № документа	Подпись	Дата	
Разработчик	Суровый Т.Я.			
Проектировщик	Позинко Т.Я.			
И.Контр.	Позинко Т.Я.			
Заказчик	Матвиенко А.И.			
Водоотведение посёлка в Индустриальной области			Листов	5
Насосная станция II подъёма Габаритные размеры насоса			Лист	5
			Кафедра ИСЗиС	

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

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 А. И. Матюшенко

подпись инициалы, фамилия

«24» 06 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

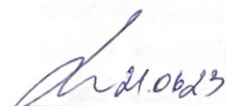
20.03.02 «Природообустройство и водопользование»

код – наименование специальности

Водоснабжение поселка в Иркутской области

тема

Руководитель



подпись, дата

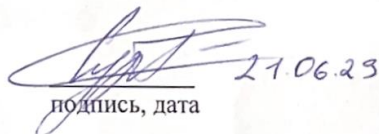
доцент, к.т.н.

должность, ученая степень

Т.Я. Пазенко

инициалы, фамилия

Выпускник

 21.06.23

подпись, дата

Т.К. Суркова

инициалы, фамилия

Нормоконтролер



подпись, дата

доцент, к.т.н.

должность, ученая степень

Т.Я. Пазенко

инициалы, фамилия

Красноярск 2023