

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Кудрявцев Максим Владимирович

Должность: Проректор по образованию

Дата подписания: 09.12.2023

Уникальный программный ключ:

790a1a8df2525774421adc1fc96453f0e902bfb0

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ МИНИСТЕРСТВА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ НАРОДНОГО
ХОЗЯЙСТВА ИМЕНИ В.И. ВЕРНАДСКОГО»**
(Университет Вернадского)

Факультет Эи ТС

Кафедра **Природообустройства и водопользования**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ
РАБОТЫ

ВОДОСНАБЖЕНИЕ МАЛЫХ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ

Направление подготовки 20.04.02 Природообустройство и водопользование

Профиль **Инженерные системы водоподготовки и водоснабжения**

Квалификация **магистр**

Форма обучения **заочная**

Балашиха 2024 г.

Составитель: к.с-х.н., доцент Заикина И.В.

Водоснабжение малых населённых пунктов: Методические указания по выполнению курсовой работы/ ФГБОУ ВО /Российский государственный университет народного хозяйства имени В.И. Вернадского; Сост. к.с-х.н., доцент Заикина И.В. Балашиха, 2024.

Предназначены для студентов 2 курсов направления подготовки магистров 20.04.02 «Природообустройство и водопользование»

Утверждены методической комиссией факультета электроэнергетики и ТС

РАЗДЕЛ1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины относится к базовой, обязательной части основной образовательной программы высшего образования Б1.О.11

Цель дисциплины: подготовка магистров, способных ставить и решать задачи в области использования экологически чистых «зеленых» альтернативных источников энергии с целью энергосбережения в жилищно-коммунальном хозяйстве и промышленности, а также улучшения социальных условий жизни людей.

Задачи дисциплины:

- руководство проектированием объектов природообустройства и водопользования, разработкой проектов восстановления природных объектов;
- организация процессов проектирования, создания и эксплуатации объектов природообустройства, водопользования и обводнения территорий, обеспечение качества этих процессов;
- разработка программы мероприятий по снижению негативных последствий деятельности, связанной с природопользованием и другой антропогенной деятельностью, и руководство ее выполнением;
- разработка программы мониторинга объектов природообустройства и водопользования для оценки их воздействия на окружающую среду и руководство ее выполнением;
- контроль выполнения правил разработки проектной и рабочей технической документации, соответствия ее стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;
- разработка и руководство осуществлением инновационных проектов реконструкции объектов природообустройства и водопользования;
- планирование и организация исследований антропогенного воздействия на компоненты природной среды;
- анализ опыта работ по природообустройству и водопользованию с целью использования результатов для совершенствования деятельности в этой области

Библиографический список

Основной

1. Васютнич, Л. А. Водоснабжение и инженерная мелиорация : учебное пособие / Л. А. Васютнич. — Чита : ЗабГУ, 2022. — 158 с. — ISBN 978-5-9293-3061-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/363281> (дата обращения: 30.11.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Зубарева, О. Н. Системы ВиВ : учебно-методическое пособие / О. Н. Зубарева, Е. А. Королева. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2020. — 45 с. — ISBN 978-5-7264-2184-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145090> (дата обращения: 30.11.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Сологаев, В. И. Основы водоснабжения и водоотведения : учебное пособие / В. И. Сологаев. — Омск : СибАДИ, 2023. — 154 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/407414> (дата обращения: 30.11.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительный

1. Игнатъева, Л. П. Гигиена питьевого водоснабжения : учебное пособие / Л. П. Игнатъева, М. О. Потапова. — Иркутск : ИГМУ, 2015. — 99 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/158815> (дата обращения: 30.11.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Ковязин, В. Ф. Инженерное обустройство территорий : учебное пособие / В. Ф. Ковязин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-1860-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212015> (дата обращения: 30.11.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Раздел 2. ЗАДАНИЯ ДЛЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ

2.1. Методические указания по выполнению курсовой работы

Варианты заданий для курсовой работы представлены ниже. Номер варианта выбирается по последней цифре студенческого билета. Если она **1** или **2** то берётся вариант **1**. **3** или **4** берётся вариант **2**. **5** или **6** берётся вариант **3**. **7** или **8** берётся вариант **4**. **9** или **0** берётся вариант **5**.

Вариант 1

$$Q = 2500 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Наименование показателя	Результаты исследования	Норматив по СанПиН
Запах	0 баллов	Не более 2,0 баллов
Привкус	0 баллов	Не более 2,0 баллов
Цветность	4±1 градуса	Не более 20 град.
Мутность	0,32±0,06 мг/л	Не более 1,5 мг/л
рН	7,61±0,01 единиц	6-9 единиц
Жесткость	4,7±0,7 °Ж	Не более 10 мг-экв/л
Общая минерализация	197,2±19,7 мг/л	Не более 1000 мг/л
Хлориды	6,0±0,9 мг/л	Не более 350 мг/л
Сульфаты	24,15±2,42 мг/л	Не более 250 мг/л
Железо	3,83±0,7 мг/л	Не более 0,3 мг/л
Марганец	<0,01 мг/л	Не более 0,1 мг/л

Микробиологическое исследование

Определяемые показатели	Результаты исследований, ед. измерений	Величина допустимого уровня, ед. измерения
Общее микробное число	100 КОЕ в 1 мл.	Не более 50 КОЕ
Общие колиформные бактерии	Не обнаружено	Отсутствует в 100 мл
Термотолерантные колиформные бактерии	Не обнаружено	Отсутствует в 100 мл

Вариант 2

Q = 1500 м3/сут

Наименование показателя	Результаты исследования	Норматив по СанПиН
Запах	0 баллов	Не более 2,0 баллов
Привкус	0 баллов	Не более 2,0 баллов
Цветность	4±1 градуса	Не более 20 град.
Мутность	0,32±0,06 мг/л	Не более 1,5 мг/л
рН	7,61±0,01 единиц	6-9 единиц
Жесткость	4,7±0,7 °Ж	Не более 10 мг-экв/л
Общая минерализация	197,2±19,7 мг/л	Не более 1000 мг/л
Хлориды	6,0±0,9 мг/л	Не более 350 мг/л
Сульфаты	24,15±2,42 мг/л	Не более 250 мг/л
Железо	2,93±0,7 мг/л	Не более 0,3 мг/л
Марганец	<0,01 мг/л	Не более 0,1 мг/л

Микробиологическое исследование

Определяемые показатели	Результаты исследований, ед. измерений	Величина допустимого уровня, ед. измерения
Общее микробное число	100 КОЕ в 1 мл.	Не более 50 КОЕ
Общие колиформные бактерии	Не обнаружено	Отсутствует в 100 мл
Термотолерантные колиформные бактерии	Не обнаружено	Отсутствует в 100 мл

Вариант 3

$Q = 2200 \text{ м}^3/\text{сут}$

Наименование показателя	Результаты исследования	Норматив по СанПиН
Запах	0 баллов	Не более 2,0 баллов
Привкус	0 баллов	Не более 2,0 баллов
Цветность	4±1 градуса	Не более 20 град.
Мутность	0,32±0,06 мг/л	Не более 1,5 мг/л
рН	7,61±0,01 единиц	6-9 единиц
Жесткость	4,7±0,7 °Ж	Не более 10 мг-экв/л
Общая минерализация	197,2±19,7 мг/л	Не более 1000 мг/л
Хлориды	6,0±0,9 мг/л	Не более 350 мг/л
Сульфаты	24,15±2,42 мг/л	Не более 250 мг/л
Железо	3,75±0,7 мг/л	Не более 0,3 мг/л
Марганец	<0,01 мг/л	Не более 0,1 мг/л

Микробиологическое исследование

Определяемые показатели	Результаты исследований, ед. измерений	Величина допустимого уровня, ед. измерения
Общее микробное число	100 КОЕ в 1 мл.	Не более 50 КОЕ
Общие колиформные бактерии	Не обнаружено	Отсутствует в 100 мл
Термотолерантные колиформные бактерии	Не обнаружено	Отсутствует в 100 мл

Вариант 4

Q = 2000 м³/сут

Наименование показателя	Результаты исследования	Норматив по СанПиН
Запах	0 баллов	Не более 2,0 баллов
Привкус	0 баллов	Не более 2,0 баллов
Цветность	4±1 градуса	Не более 20 град.
Мутность	0,32±0,06 мг/л	Не более 1,5 мг/л
рН	7,61±0,01 единиц	6-9 единиц
Жесткость	4,7±0,7 °Ж	Не более 10 мг-экв/л
Общая минерализация	197,2±19,7 мг/л	Не более 1000 мг/л
Хлориды	6,0±0,9 мг/л	Не более 350 мг/л
Сульфаты	24,15±2,42 мг/л	Не более 250 мг/л
Железо	5,5±0,7 мг/л	Не более 0,3 мг/л
Марганец	<0,01 мг/л	Не более 0,1 мг/л

Микробиологическое исследование

Определяемые показатели	Результаты исследований, ед. измерений	Величина допустимого уровня, ед. измерения
Общее микробное число	100 КОЕ в 1 мл.	Не более 50 КОЕ
Общие колиформные бактерии	Не обнаружено	Отсутствует в 100 мл
Термотолерантные колиформные бактерии	Не обнаружено	Отсутствует в 100 мл

Вариант 5

Q = 2800 м³/сут

Наименование показателя	Результаты исследования	Норматив по СанПиН
Запах	0 баллов	Не более 2,0 баллов
Привкус	0 баллов	Не более 2,0 баллов
Цветность	4±1 градуса	Не более 20 град.
Мутность	0,32±0,06 мг/л	Не более 1,5 мг/л
рН	7,61±0,01 единиц	6-9 единиц
Жесткость	4,7±0,7 °Ж	Не более 10 мг-экв/л
Общая минерализация	197,2±19,7 мг/л	Не более 1000 мг/л
Хлориды	6,0±0,9 мг/л	Не более 350 мг/л
Сульфаты	24,15±2,42 мг/л	Не более 250 мг/л
Железо	4,13±0,7 мг/л	Не более 0,3 мг/л
Марганец	<0,01 мг/л	Не более 0,1 мг/л

Микробиологическое исследование

Определяемые показатели	Результаты исследований, ед. измерений	Величина допустимого уровня, ед. измерения
Общее микробное число	100 КОЕ в 1 мл.	Не более 50 КОЕ
Общие колиформные бактерии	Не обнаружено	Отсутствует в 100 мл
Термотолерантные колиформные бактерии	Не обнаружено	Отсутствует в 100 мл

2.2. Технологическая часть

2.2.1 Выбор метода очистки воды

Необходимость очистки воды определяется при сравнении показателей качества воды в источнике водоснабжения с требованиями СанПиН 2.1.4.1074-01. и для наглядности сведены в таблицы 1 и 2.

Таблица 1 – Показатели качества воды

Наименование показателя	Результаты исследования	Норматив по СанПиН
Запах	0 баллов	Не более 2,0 баллов
Привкус	0 баллов	Не более 2,0 баллов
Цветность	4±1 градуса	Не более 20 град.
Мутность	0,32±0,06 мг/л	Не более 1,5 мг/л
рН	7,61±0,01 единиц	6-9 единиц
Жесткость	4,7±0,7 °Ж	Не более 10 мг-экв/л
Общая минерализация	197,2±19,7 мг/л	Не более 1000 мг/л
Хлориды	6,0±0,9 мг/л	Не более 350 мг/л
Сульфаты	24,15±2,42 мг/л	Не более 250 мг/л
Железо	2,83±0,7 мг/л	Не более 0,3 мг/л
Марганец	<0,01 мг/л	Не более 0,1 мг/л

Таблица 2 – Микробиологическое исследование

Определяемые показатели	Результаты исследований, ед. измерений	Величина допустимого уровня, ед. измерения
Общее микробное число	100 КОЕ в 1 мл.	Не более 50 КОЕ
Общие колиформные бактерии	Не обнаружено	Отсутствует в 100 мл
Термотолерантные колиформные бактерии	Не обнаружено	Отсутствует в 100 мл

Вывод: требуется обезжелезивание и обеззараживание подземных вод.

Принимается безреагентный метод обезжелезивания подземных вод: упрощенная аэрация и дальнейшее ее фильтрование.

Упрощенная аэрация – излив воды в боковой карман открытых фильтров, высота излива над максимальным уровнем воды – 0,5 м. Принимается одноступенчатая схема обезжелезивания с безнапорными фильтрами.

Принятая схема обезжелезивания подземных вод изображена на рисунке 1.

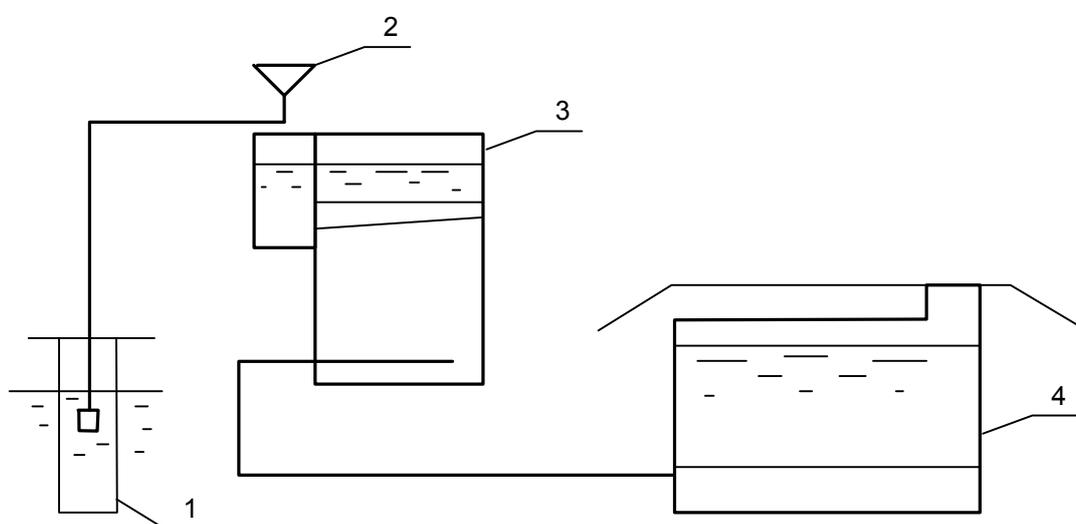


Рисунок 1 - Схема обезжелезивания

1 – скважинный водозабор; 2 – воронка излива воды;

3 – скорый безнапорный фильтр; 4 – резервуар чистой воды.

2.2.2 Расчет фильтров обезжелезивания

Отметка воды в фильтре, м, определяется по формуле

$$Z_{\phi}^B = Z_{\text{рчв}}^{\text{верх}} + h_{\phi} + \sum h_{\phi\text{-рчв}}, \quad (1)$$

где $Z_{\text{рчв}}^{\text{верх}}$ - отметка верхнего уровня воды в РЧВ, м;

$h_{\phi}, \sum h_{\phi\text{-рчв}}$ - потери напора в фильтре и трубопроводе, принимаются соответственно 3 и 0,5 м.

$$Z_{\phi}^B = 14,000 + 3 + 0,5 = 17,500 \text{ м}$$

Отметка воронки, м, определяется по формуле

$$Z_{\phi}^{\text{вор}} = Z_{\phi}^B + 0,5 \quad (2)$$

$$Z_{\phi}^{\text{вор}} = 17,500 + 0,5 = 18,000 \text{ м}$$

Приняты скорые однослойные безнапорные фильтры с водовоздушной промывкой. Фильтры загружены гранодиоритом высотой фильтрующего слоя 1000 мм. Скорость фильтрования принята 6 м/ч. Интенсивность водяной промывки составляет 16 л/с м², продолжительностью 6 мин. Интенсивность воздушной промывки принята 15 л/с м², продолжительностью 3 мин.

Общая площадь фильтров, м², определяется по формуле

$$\sum F = \frac{Q}{mV_{p.n} - 3,6nWt_1 - nt_2V_{p.n.}} \quad (3)$$

где

Q - производительность станции очистки воды, 2100 м³/сут;

m - продолжительность работы станции в течение суток, 24 ч;

$V_{p.n.}$ - расчетная скорость фильтрования, 6 м/ч;

n - число промывок каждого фильтра в сутки при нормальном режиме эксплуатации, принимается 1 промывка;

W - интенсивность промывки, 16 л/с м²;

t_1 - продолжительность промывки, принимается 6 мин или 0,1 ч;

t_2 - время простоя фильтра в связи с промывкой, принимается 0,5 ч.

$$\sum F = \frac{2100}{24 \cdot 6 - 3,6 \cdot 1 \cdot 15 \cdot 0,1 - 1 \cdot 0,5 \cdot 6} = 15,5 \text{ м}^2$$

Число фильтров, шт, определяется по формуле

$$N = 0,5 \sqrt{\sum F} \quad (4)$$

$$N = 0,5 \sqrt{15,5} = 2 \text{ шт.}$$

Принимается 3 фильтра. Длина и ширина фильтров округляются до ближайших круглых величин 2000 мм x 2000 мм.

Расход воды для промывки фильтра, л/с, определяется по формуле

$$q_{np} = F_{\phi} W \quad (5)$$

$$q_{np} = 4 \cdot 16 = 64 \text{ л/с}$$

По данному расходу принимается диаметр трубопровода равный 250 мм, скорость воды в нем 1,21 м/с.

Расстояние между осями труб ответвлений принимается равным 250 мм.

Количество ответвлений с каждой стороны от коллектора, шт, определяется по формуле

$$n_{отв} = \frac{L}{l_{отв}}, \quad (6)$$

$$n_{отв} = \frac{2}{0,25} = 8 \text{ шт}$$

Принимается 8 ответвлений с каждой стороны, тогда суммарное количество ответвлений составит 16 шт.

Расход воды по одному ответвлению, л/с, определяется по формуле

$$q_{отв} = \frac{q_{np}}{n_{отв}} \quad (7)$$

$$q_{отв} = \frac{64}{16} = 4 \text{ л/с}$$

По данному расходу определяется диаметр ответвлений 50 мм и скорость движения воды в них равная 1,24 м/с.

Общее число отверстий в ответвлениях, шт, определяются по формуле

$$n_0 = \frac{0,003 \cdot F_{\phi} \cdot 4}{\pi \cdot d_0^2} \quad (8)$$

$$n_0 = \frac{0,003 \cdot 4 \cdot 4}{3,14 \cdot 0,012^2} = 106 \text{ шт.}$$

Следовательно, на каждое ответвление приходится 14 отверстий.

Расход воздуха для промывки фильтра, л/с, определяется по формуле (5)

$$q_{np} = 4 \cdot 15 = 60 \text{ л/с}$$

Принимается воздухопровод равный 50 мм.

Расстояние между осями труб ответвлений принимается 200 мм.

Общее количество ответвлений равно $n_{омв} = 20$ шт.

Расход воды по одному ответвлению, л/с, определяется по формуле (7)

$$q_{омв} = \frac{60}{20} = 3 \text{ л/с.}$$

Принимается диаметр ответвлений 10 мм. В трубах предусматриваются отверстия $d_0 = 3$ мм.

Общее количество отверстий в ответвлениях воздушной распределительной системы определяется как по формуле

$$n_0 = \frac{4 \cdot q_{np}}{\pi \cdot V \cdot d_0^2} \quad (9)$$

$$n_0 = \frac{4 \cdot 0,06}{3,14 \cdot 35 \cdot 0,003^2} = 242 \text{ шт.}$$

Следовательно, на каждое ответвление приходится 12 отверстий.

Производительность воздуходувки, м³/мин, определяется по формуле

$$Q_B = 0,06 \cdot W_{\epsilon} \cdot F_{\phi} \quad (10)$$

$$Q_B = 0,06 \cdot 15 \cdot 4 = 3,6 \text{ м}^3/\text{мин}$$

По каталогу подобрана воздуходувка типа ВВН1-6. Производительность воздуходувки до 6 м³/мин. Габариты воздуходувки 1435x410x987 мм. Предусматривается одна рабочая и одна резервная воздуходувка.

Высота фильтра определяется по формуле

$$H_{\phi}^{полн} = H_{\phi.сл.} + H_{н.с.} + H_{в} + 300 \quad (11)$$

где $H_{\phi.сл.}$ - высота фильтрующего слоя, 1000 мм;

$H_{н.с.}$ - высота поддерживающих слоев, мм;

$H_{в}$ - высота слоя воды над поверхностью загрузки, 2000 мм;

300 – строительная высота, мм.

Высота поддерживающего слоя, мм, определяется по формуле

$$H_{н.сл.} = H_{20-40} + H_{20-10} + H_{10-5} + H_{5-2} \quad (12)$$

где H_{20-40} - зерна крупностью 20 – 40 мм: верхняя граница слоя должна быть на уровне верха распределительных труб, но не менее, чем на 100 мм выше отверстий, следовательно, высота слоя равна 250 мм;

H_{20-10} - высота слоя с зернами крупностью 20-10 мм, принимается 150 мм;

H_{10-5} - высота слоя с зернами крупностью 10-5 мм, принимается 150 мм;

H_{5-2} - высота слоя с зернами крупностью 5-2 мм, принимается 150 мм;

$$H_{н.сл.} = 250 + 150 + 150 + 150 = 700 \text{ мм}$$

Высота фильтра по формуле (53)

$$H_{\phi}^{полн} = 1000 + 700 + 2000 + 300 = 4000 \text{ мм}$$

Скорость при форсированном режиме работы, м/ч, определяется по формуле

$$V_{\phi} = V_{р.н.} \cdot \frac{N}{N - N_1}, \quad (13)$$

где N_1 - количество фильтров, выключенных на ремонт, 1 шт.

$$V_{\phi} = 6 \cdot \frac{4}{4 - 1} = 8 \text{ м/с.}$$

Определяются размеры желобов для сбора и отвода промывной воды. Количество желобов принимается из условия, что расстояние между их

осями не должно быть более 2200 мм. Таким образом, принимается один желоб полукруглого сечения.

Ширина желоба, м, определяется по формуле

$$B_{жс} = K \sqrt[5]{\frac{q_{пром}^2}{(1,57 + \alpha)^3}}, \quad (14)$$

где K - коэффициент, принимается для желоба с круглым лотком равный 2;

α - отношение высоты прямоугольной части желоба к половине его ширины.

$$B_{жс} = 2 \cdot \sqrt[5]{\frac{0,064^2}{(1,57 + 1)^3}} = 0,38 \text{ м}$$

Кромки желоба над фильтрующей загрузкой находятся на расстоянии, м, определенное по формуле

$$h_{жс} = \frac{H_{ф.сл.} \cdot e}{100} + 0,3 \quad (15)$$

где e - относительное расширение фильтрующей загрузки при промывке, 25%

$$h_{жс} = \frac{1,0 \cdot 25}{100} + 0,3 = 0,55 \text{ м}$$

Дно сборного бокового канала находится ниже дна желоба на величину, м, определенное по формуле

$$H_{кан} = 1,733 \sqrt[3]{\frac{q_{пр}^2}{gA^2}} + 0,2, \quad (16)$$

где A - ширина канала, принимается 0,7 м.

$$H_{кан} = 1,733 \sqrt[3]{\frac{0,064^2}{9,81 \cdot 0,7^2}} + 0,2 = 0,36 \text{ м}$$

Потери напора в дренажной системе большого сопротивления, м, определяется по формуле

$$h_{др} = \xi \cdot \frac{V_{колл}^2}{2g} + \frac{V_{отв}^2}{2g}, \quad (17)$$

где

$V_{колл}$ - фактическая скорость в начале распределительного коллектора, м/с;

$V_{отв}$ - фактическая скорость в ответвлениях дренажа, м/с;

ξ - коэффициент сопротивления, который определяется, как

Коэффициент сопротивления определяется по формуле

$$\xi = \frac{2,2}{\omega^2} + 1, \quad (18)$$

где ω - отношение суммы площадей всех отверстий в ответвлениях к площади поперечного сечения коллектора.

Отношение суммы площадей всех отверстий в ответвлениях к площади поперечного сечения коллектора, ед, определяется по формуле

$$\omega = \frac{n_o \cdot d_o^2}{d_k^2}, \quad (19)$$

$$\omega = \frac{106 \cdot 0,012^2}{0,25^2} = 0,244$$

Коэффициент сопротивления, ед, определяется по формуле (18)

$$\xi = \frac{2,2}{0,244^2} + 1 = 38$$

Потери напора в дренажной системе по формуле (59)

$$h_{др} = 38 \cdot \frac{1,21^2}{2 \cdot 9,81} + \frac{1,24^2}{2 \cdot 9,81} = 2,9 \text{ м}$$

Потери напора в поддерживающих слоях, м, определяются по формуле

$$h_{n.c} = 0,22 H_{n.c} W \quad (20)$$

$$h_{n.c} = 0,22 \cdot 0,7 \cdot 16 = 2,5 \text{ м}$$

Потери напора в фильтрующем слое, м, определяются по формуле

$$h_{\phi} = (a + bW)H_{\phi.сл.}, \quad (21)$$

где a и b - параметры, соответственно равные 0,76 и 0,017.

$$h_{\phi} = (0,76 + 0,017 \cdot 16) \cdot 1 = 1,0 \text{ м}$$

Расчет промывных устройств зависит от принятой схемы промывки. Принимается схема с промывным насосом.

При использовании промывного насоса необходимый напор, м, определяется по формуле

$$H_n = Z_{жс} - Z_{н.р} + h_{др} + h_{н.с} + h_{\phi} + \sum h + 1,5, \quad (22)$$

где $Z_{жс}$ и $Z_{н.р}$ - отметки соответственно верхней кромки желобов и нижнего уровня воды в резервуаре чистой воды, м;

$\sum h$ - сумма потерь напора в трубопроводе, подводящем воду на промывку, принимается 1,5 м.

$$H_n = 16,050 - 11,000 + 2,9 + 2,5 + 1,0 + 1,5 + 1,5 = 14,45 \text{ м}$$

Производительность промывного насоса, м³/ч, определяется по формуле

$$Q_n = F_{\phi} \cdot W \cdot 3,6, \quad (23)$$

где F_{ϕ} - площадь одного фильтра, м².

$$Q_n = 4 \cdot 16 \cdot 3,6 = 230,4 \text{ м}^3/\text{ч}$$

По рассчитанному расходу и напору подбирается промывной насос марки Д 200-36; $n = 980$ об/мин. Предусматривается один рабочий и один резервный насос.

На рисунке 2 изображена схема скорого безнапорного фильтра с боковым карманом.

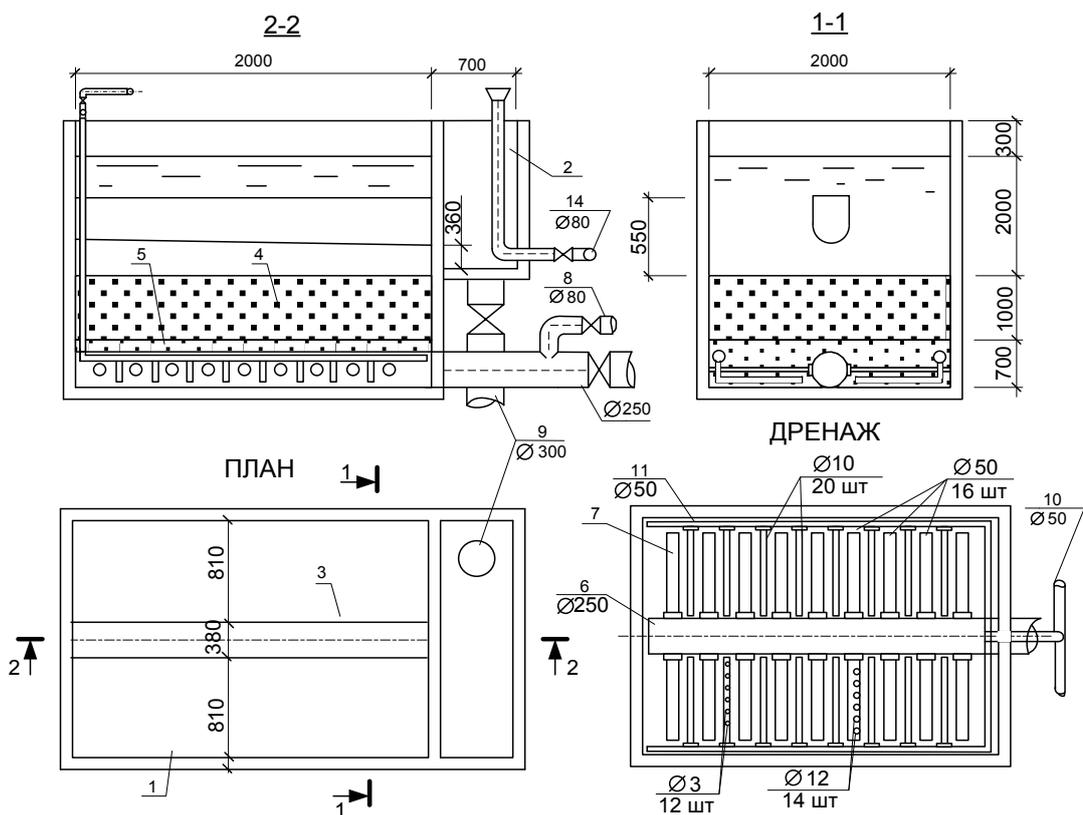


Рисунок 2 – Схема скорого безнапорного фильтра с боковым карманом.

- 1 – емкость фильтра; 2 – боковой карман; 3 – водосборные желоба;
 4 – фильтрующая зернистая загрузка; 5 – гравийные поддерживающие слои;
 6 – коллектор трубчатого дренажа большого сопротивления водной распределительной системы; 7 – ответвления трубчатого дренажа; 8 – трубопровод сбора осветленной воды; 9 – трубопровод сбора промывной воды; 10 – магистраль воздушной распределительной системы; 11 – коллектор воздушного трубопровода;

2.2.3 Расчет сооружений промывных вод

В качестве сооружений обработки промывных вод приняты отстойники. Объем каждого отстойника складывается из объема зоны осветления, объема защитной зоны и объема зоны накопления и уплотнения осадка.

Объем зоны осветления воды, m^3 , определяется по формуле

$$W_{осв} = \frac{60 \cdot W \cdot t \cdot F}{1000}, \quad (24)$$

где t – продолжительность промывки, 6 мин.

$$W_{осв} = \frac{60 \cdot 16 \cdot 6 \cdot 4}{1000} = 23 \text{ м}^3$$

Принимаются размеры зоны осветления, равными в плане 3 x 3 м и высотой 3 м (включая высоту защитной зоны 0,3 м). Расход осветленной воды, подаваемый от отстойников в «голову» сооружений станции зависит от принятого времени откачки отстоянной воды из отстойников. Принимается время откачки отстоянной воды в «голову» очистных сооружений равное 2,5 ч. Тогда часовой расход равен

$$Q_{нас} = \frac{W_{осв}}{t_{откачки}} \quad (25)$$

$$Q_{нас} = \frac{23}{2,5} = 9,2 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Напор принимается ориентировочно 15 м. Принимается насос марки К50-32-125 с подачей до 12,5 м³/ч и напором до 20 м. К установки принимается 1 рабочий и 1 резервный насос.

Количество железа, в условном сухом веществе в расчете на Fe(OH)₃, выпадающего в осадок за сутки, кг/сут, определяется по формуле

$$q = \frac{107 \cdot Q \cdot Fe}{56 \cdot 1000}, \quad (26)$$

где Q – полная производительность станции, м³/сут;

Fe – концентрация железа в воде, мг/л;

56 – атомная масса железа;

107 – молекулярная масса гидроокиси.

$$q = \frac{107 \cdot 2100 \cdot 2,83}{56 \cdot 1000} = 11,4 \text{ кг/сут}$$

Объем влажного осадка, выпадающего за сутки, м³/сут, определяется по формуле

$$Q_{ос.сут} = \frac{100q}{1000(100 - p)}, \quad (27)$$

где p – влажность осадка, для безреагентной очистки – 96,5%.

$$W_{oc.сут} = \frac{100 \cdot 11,4}{1000(100 - 96,5)} = 0,32 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Продолжительность нахождения осадка в зоне уплотнения отстойника, сут, определяется по формуле

$$T_{oc} = \frac{W_{oc}}{W_{oc.сут}}, \quad (28)$$

где W_{oc} - объем конусной части отстойника - зона накопления осадка, м^3 .

Объем зоны накопления осадка, м^3 , определяется по формуле

$$W_{oc} = \frac{H_{нак}}{3} (S_{1осн} + S_{2осн} + \sqrt{S_{1осн} + S_{2осн}}) \quad (29)$$

где $H_{нак}$ - высота зоны накопления осадка, 2 м;

$S_{1осн}$ - площадь резервуара-отстойника в плане;

$S_{2осн}$ - площадь днища резервуара-отстойника.

$$W_{oc} = \frac{2}{3} (9 + 0,04 + \sqrt{9 + 0,04}) = 8 \text{ м}^3$$

Продолжительность нахождения осадка в зоне уплотнения отстойника по формуле (70)

$$T_{oc} = \frac{8}{0,32} = 25 \text{ сут}$$

Число резервуаров отстойников, шт, определяется по формуле

$$n = \frac{N \cdot t \cdot n_{np}}{T_{см}}, \quad (30)$$

где N - число фильтров на станции, 4 шт;

t - период пребывания промывных вод в отстойнике, принимается 6 ч;

n_{np} - число промывок каждого фильтра в течение суток, 1 раз;

$T_{см}$ - продолжительность работы станции в течение суток, принято 24

ч.

$$n = \frac{4 \cdot 6 \cdot 1}{24} = 1 \text{ шт}$$

Производительность насоса перекачки шлама на обезвоживание, м³/ч, определяется по формуле

$$q_{oc} = \frac{W_{oc}}{t}, \quad (31)$$

где t – время откачки осадка из отстойника на шламовые площадки, 1 ч.

$$q_{oc} = \frac{8}{2} = 4 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Напор принимается равным 10 м.

Принимается насос марки СД16/10б производительностью до 12,5 м³/ч, напором до 6,7 м. Принимается 1 рабочий и 1 резервный насос.

2.2.4 Расчет шламовых площадок

Осадок, уплотненный в резервуарах отстойниках, подвергается обезвоживанию. В качестве сооружений для обезвоживания осадка в работе принимаются шламовые площадки.

Объем для накопления осадка в течении полугода, м³, определяется по формуле

$$W_{плоч} = Q_{oc.сут} \cdot 180, \quad (32)$$

$$W_{плоч} = 0,32 \cdot 180 = 57,6 \text{ м}^3$$

Объем одной иловой карты, м³, определяется по формуле

$$W_{1плоч} = \frac{W_{шлам}}{4}, \quad (33)$$

$$W_{1плоч} = \frac{57,6}{2} = 28,2 \text{ м}^3$$

Площадь одной карты, м², определяется по формуле

$$F_1 = \frac{W_{1плоч}}{h}, \quad (34)$$

где h – глубина карты, м.

$$F_{1\text{карты}} = \frac{28,2}{1} = 28,2 \text{ м}^2$$

Принимаем карту с размерами 5,5 x 5,5 м.

2.2.5 Обеззараживание воды

Принято обеззараживание воды жидким хлором.

Суточный расход хлора, кг/сут, определяется по формуле

$$\sigma_{\text{хл}} = \frac{Q_{\text{о.с.}} \cdot D_{\text{хл}}}{1000}, \quad (35)$$

где

$D_{\text{хл}}$ – доза активного хлора, мг/л, принимается 3 мг/л;

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

$$\sigma_{\text{хл}} = \frac{2100 \cdot 3}{1000} = 6,3 \text{ кг/сут.}$$

Хлорное хозяйство состоит из склада хлора, установки для приготовления и дозирования газообразного хлора с целью получения хлорной воды.

Расходный склад хлора и хлордозаторная размещаются в отдельном здании. Испарители хлора размещаются в хлордозаторной.

Требуемое количество рабочих хлораторов определяется по формуле:

$$n = \frac{\sigma_{\text{хл}}}{q_{\text{хл}} \cdot 24}, \quad (36)$$

где $q_{\text{хл}}$ – производительность хлоратора ЛОНИИ-100, принимается равной 2 кг/ч.

$$n = \frac{6,3}{2 \cdot 24} = 0,14$$

Число рабочих хлораторов соответствует числу точек ввода хлора, и принимается равным одному. Также принимается один резервный хлоратор.

Хлор доставляется на станцию в баллонах. Суточный расход баллонов хлора, шт, определяется по формуле

$$n_{бал} = \frac{\sigma_{хл}}{\sigma} \quad (37)$$

где σ – емкость одного баллона, принимается равной 40 м³.

$$n_{бал} = \frac{6,3}{40} = 0,16 \text{ шт}$$

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

$$n_{бал}^{раб} = \frac{\sigma_{хл}}{24 \cdot S_{хл}} \quad (38)$$

где $S_{хл}$ – съем хлора с одного баллона без подогрева, принимается 0,5 кг/ч.

$$n_{бал}^{раб} = \frac{6,3}{24 \cdot 0,5} = 0,52 \text{ шт}$$

Принимается 1 рабочий баллон.

Схема приготовления хлорной воды приведена на рисунке 3.

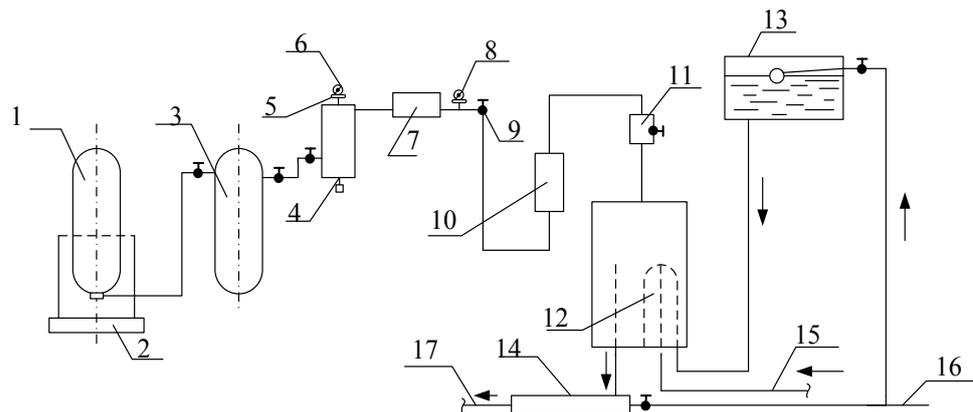


Рисунок 3 – Схема приготовления хлора.

1 – баллон с хлором; 2 – весы; 3 – баллон – испаритель; 4 – фильтр;

5 – мембрана; 6 – манометр высокого давления; 7 – редукционный клапан; 8 – манометр низкого давления; 9 – регулирующий кран; 10 – ротаметр; 11 – предохранительный клапан; 12 – смеситель; 13 – бачок с водой постоянного уровня; 14 – эжектор; 15 – труба для сброса хлорной воды; 16 – подача воды из водопровода; 17 – подача хлорной воды.

2.2.6. Насосная станция второго подъема

Насосная станция второго подъема перекачивает очищенную воду из РЧВ в водопроводную сеть поселка.

2.2.6.1 Определение расходов насосной станции

Расчетная часовая подача насосов, при нормальном режиме эксплуатации для первой и второй ступени графика работы были определены ранее и равны

$$Q_1 = 28,6 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q_2 = 97,8 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для случая подачи воды для одновременного пожаротушения с хозяйственно-питьевым расходом расчетный часовой расход определяется:

$$Q_{3,4}^{пож} = Q_{нс} + Q_{пож}, \quad (39)$$

где $Q_{пож}$ - расчетный часовой пожарный расход, $\text{м}^3/\text{ч}$.

$$Q_3 = 28,6 + 54 = 82,6 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$Q_4 = 97,8 + 54 = 151,8 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Расчетная подача насосов при аварии на водоводе, $\text{м}^3/\text{ч}$, определяется по формуле

$$Q_5 = 0,7 \cdot Q_2 \quad (40)$$

$$Q_5 = 0,7 \cdot 97,8 = 68,5 \text{ м}^3/\text{ч}$$

2.2.6.2 Расчет всасывающих и напорных водоводов

Расчетный расход каждого водовода, л/с, определяется по формуле

$$q_{вс} = \frac{Q_2}{3,6(n_{вс} - 1)}, \quad (41)$$

где $n_{\text{вс}}$ - число всасывающих водоводов, шт.

$$q_{\text{вс}} = \frac{97,8}{3,6 \cdot (2-1)} = 27,2 \text{ л/с}$$

Расчетный расход для каждого водовода, л/с, определяется по формуле

$$q_{\text{нап}} = \frac{Q_2}{3,6 \cdot n_{\text{н}}}, \quad (42)$$

где $n_{\text{н}}$ - число напорных водоводов, шт.

$$q_{\text{нап}} = \frac{97,8}{3,6 \cdot 2} = 13,6 \text{ л/с}$$

Диаметр напорного трубопровода, м, определяется по формуле

$$d_{\text{нап}} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{\text{нап}}}{\pi \cdot 1000 \cdot V_{\text{н}}}} \quad (43)$$

где $V_{\text{н}}$ – скорость воды в напорном водоводе, м/с.

$$d_{\text{нап}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 13,6}{3,14 \cdot 1000 \cdot 1,5}} = 0,11 \text{ м}$$

Принимаются стальные трубопроводы диаметром 150 мм.

Диаметр всасывающего трубопровода, м, определяется по формуле

$$d_{\text{вс}} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{\text{вс}}}{\pi \cdot 1000 \cdot V_{\text{вс}}}} \quad (44)$$

где $V_{\text{вс}}$ – скорость воды в напорном водоводе, м/с.

$$d_{\text{вс}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 27,5}{3,14 \cdot 1000 \cdot 1,0}} = 0,19 \text{ м}$$

Принимаются стальные трубопроводы диаметром 200 мм.

Удельные сопротивления трубопроводов приняты для всасывающих $A=22,04(\text{с/м}^3)^2$ - стальные трубопроводы диаметром 150 мм; для напорных $A=5,15(\text{с/м}^3)^2$ – стальные трубопроводы диаметром 200 мм.

Гидравлическое сопротивление всасывающего водовода, $\text{с}^2/\text{м}^5$, определяется по формуле

$$S_{вс} = A_{вс} \cdot l_{вс}, \quad (45)$$

$$S_{вс} = 5,15 \cdot 15 = 77,3 \text{ с}^2/\text{м}^5$$

Гидравлическое сопротивление напорного водовода, $\text{с}^2/\text{м}^5$, определяется по формуле

$$S_n = A_n \cdot l_n, \quad (46)$$

$$S_{нап} = 22,04 \cdot 450 = 9918 \text{ с}^2/\text{м}^5$$

2.2.6.3 Определение размеров водопроводной башни

Для 5-этажной застройки свободный напор, м, определяется по формуле

$$H_{св} = 10 + 4(n - 1), \quad (47)$$

где n - этажность застройки.

$$H_{св} = 10 + 4(5 - 1) = 26 \text{ м}$$

Отметка дна бака, м, определяется по формуле

$$Z_{дб} = Z_A + H_A^{св} + \sum h_{вб-а}, \quad (48)$$

где Z_A - отметка земли в диктующей точке;

$\sum h_{вб-а}$ - сумма потерь напора по результатам гидравлического напора на час максимального водопотребления в участках от водонапорной башни до диктующей точки, м.

$$Z_{дб} = 18,2 + 26 + (3,52 + 1,37 + 2,44 + 0,05 + 0,72) = 52,31 \text{ м}$$

Высота ствола в водонапорной башни, м, определяется по формуле

$$H_{\sigma} = Z_{дб} - Z_{вб}, \quad (49)$$

где $Z_{вб}$ - отметка земли в точке размещения водонапорной башни.

$$H_{\sigma} = 52,3 - 18,2 = 34,1 \text{ м}$$

Объем бака водонапорной башни, м, определяется по формуле

$$W_{\text{б}} = W_{\text{р}} + W_{\text{пож}}, \quad (50)$$

где $W_{\text{р}}$ - регулирующий объем, м³;

$W_{\text{пож}}$ - пожарный запас, м³.

$$W_{\text{пож}} = \frac{600(q_{\text{пож.вн}} + q_{\text{пож.нар}})}{1000}, \quad (51)$$

где $q_{\text{пож.вн}}$ и $q_{\text{пож.нар}}$ - расходы воды на тушение одного наружного и одного внутреннего пожаров, л/с.

В связи с отсутствующими данными о наличии в зданиях внутренних систем пожаротушения соответствующий расход не учитывается.

$$W_{\text{пож}} = \frac{600 \cdot (0 + 15)}{1000} = 9 \text{ м}^3,$$

$$W_{\text{б}} = 72,81 + 9 = 81,81 \text{ м}^3.$$

По объему бака водонапорной башни определяются конструктивные размеры бака, диаметр и высота.

Диаметр бака водонапорной башни, м, определяется по формуле

$$D_{\text{б}} = \left(\frac{W_{\text{ББ}}}{0,55} \right)^{0,33} \quad (52)$$

$$D_{\text{б}} = \left(\frac{81,81}{0,55} \right)^{0,33} = 5,2 \text{ м}$$

Высота бака водонапорной башни, м, определяется по формуле

$$h_{\text{б}} = \frac{4 \cdot W_{\text{б}}}{\pi D_{\text{б}}^2} \quad (53)$$

$$h_{\text{б}} = \frac{4 \cdot 81,81}{3,14 \cdot 5,2^2} = 3,9 \text{ м}$$

2.2.6.4 Определение расчетных напоров насосов и подбор насосов

Расчетный напор, м, для нормального режима определяется по формуле

$$H_{nc} = H_z + h_{nc} + \sum h_w, \quad (54)$$

где H_z - геометрическая высота подъема, м;

h_{nc} - потери напора в коммуникациях насосной станции, в первом приближении принимается $h_{nc}=1,5$ м;

$\sum h_w$ - потери напора во всасывающем и напорном водоводах, м.

Геометрическая высота подъема, м, определяется по формуле

$$H_\Gamma = Z_{\text{ТП}} + h_\sigma + H_\sigma - Z_{\text{НП}}, \quad (55)$$

где Z_{mn} - отметка точки подачи воды, м;

H_σ - высота ствола башни, м;

$Z_{\text{нп}}$ - нижний уровень воды в РЧВ, м.

$$H_\Gamma = 18,2 + 3,9 + 34,1 - 11 = 45,2 \text{ м}$$

Расчетный напор, м, определяется по формуле

$$H_{nc} = H_z + h_{nc} + Q^2 \left(\frac{S_{вс}}{n_{вс}^2} + \frac{S_{нап}}{n_{нап}^2} \right), \quad (56)$$

$$H_1 = 45,2 + 1,5 + \left(\frac{28,6}{3600} \right)^2 \left(\frac{77,3}{2^2} + \frac{9918}{2^2} \right) = 46,9 \text{ м}$$

$$H_2 = 45,2 + 1,5 + \left(\frac{97,8}{3600} \right)^2 \left(\frac{77,3}{2^2} + \frac{9918}{2^2} \right) = 48,5 \text{ м}$$

Для режима пожаротушения расчетный напор, м, определяется по формуле

$$H_{\text{пож}} = z_{\text{мп}} + H_z^{\text{пож}} - z_{\text{нр}}^* + h_{nc} + Q_{\text{пож}}^2 \left(\frac{S_{вс}}{n_{вс}^2} + \frac{S_{нап}}{n_{нап}^2} \right), \quad (57)$$

где $H_z^{\text{пож}}$ - минимальный статический пожарный напор в конце водовода, м;

$z_{\text{нр}}^*$ - минимальный пожарный уровень воды в РЧВ, м.

$$H_3 = 18,2 + 20 - 10,5 + 1,5 + \left(\frac{82,6}{3600} \right)^2 \left(\frac{77,3}{2^2} + \frac{9918}{2^2} \right) = 30,5 \text{ м}$$

$$H_4 = 18,2 + 20 - 10,5 + 1,5 + \left(\frac{151,8}{3600}\right)^2 \left(\frac{77,3}{2^2} + \frac{9918}{2^2}\right) = 33,7 \text{ м}$$

Расчетный напор при возникновении аварии на водоводе, м, определяется по формуле

$$H_{ав} = H_z + h_{нс} + Q_{ав}^2 \left(\frac{S_{вс}}{n_{вс}^2} + \frac{S_{нап}}{(n_{нап} - 1)^2} \right) \quad (58)$$

$$H_5 = 45,2 + 1,5 + \left(\frac{68,5}{3600}\right)^2 \left(\frac{77,3}{2^2} + \frac{9918}{1}\right) = 50,3 \text{ м}$$

По расчетным параметрам работы насосов подбираются марки насосов. В первую очередь насосы подбираются для нормального режима эксплуатации. Затем проверяется возможность обеспечения выбранными насосами режима пожаротушения и аварийного режима.

Марки насосов подбираются по графику полей. Для первой ступени выбирается насос марки Wilo SCP 50/340DS, размеры: 1240x515x618 мм; для 2,3,4,5 точек подобран насос марки Wilo SCP 100/340 DS, размеры: 1526x630x823 мм.

2.2.6.5 Определение отметок установки насосов

Принимается установка насосов под залив. Насосные агрегаты устанавливаются ниже уровня воды в резервуаре чистой воды.

Отметка верха насоса принимается ниже минимального расчетного уровня воды в РЧВ на 0,5 м и определяется по формуле

$$Z_{оси} = Z_{\min}^{РЧВ} - 0,5 \quad (59)$$

$$Z_{оси} = 11,000 - 0,5 = 10,500 \text{ м}$$

Отметка пола у насоса, м, определяется по формуле

$$Z_{пола} = Z_{оси} - h \quad (60)$$

где h – расстояние от оси насоса до низа фундамента, м.

$$Z_{\text{пола}}^{SCP50/340DS} = 10,500 - 0,4 = 10,100 \text{ м}$$

$$Z_{\text{пола}}^{SCP100/340DS} = 10,500 - 0,6 = 9,900 \text{ м}$$

Принимается отметка пола машинного зала равной 9,900 м.

Отметка оси всасывающего водовода, м, определяется по формуле

$$Z_{\text{всас}} = Z_3 - h_{\text{пром}} - 0,5 + \frac{d_{\text{вс}}}{2}, \quad (61)$$

где Z_3 - отметка земли у насосной станции, м.

$$Z_{\text{всас}} = 13,000 - 2,7 - 0,5 + \frac{0,2}{2} = 9,900 \text{ м}$$

Отметка оси напорного водовода определяется по формуле

$$Z_{\text{н}} = Z_3 - h_{\text{пром}} - 0,5 + \frac{d_{\text{н}}}{2} \quad (62)$$

$$Z_{\text{н}} = 13,000 - 2,7 - 0,5 + \frac{0,15}{2} = 9,875 \text{ м}$$

Высота заглубления насосной станции, м, определяется по формуле

$$H_{\text{загл}} = Z_3 - Z_{\text{пола}} \quad (63)$$

$$H_{\text{загл}}^{\text{НС}} = 13,000 - 9,900 = 3,1 \text{ м}$$

2.2.6.6 Размещение оборудования в насосной станции

Размещение насосов в насосной станции и рассчитанные диаметры внутристанционных трубопроводов изображены на рисунке 4

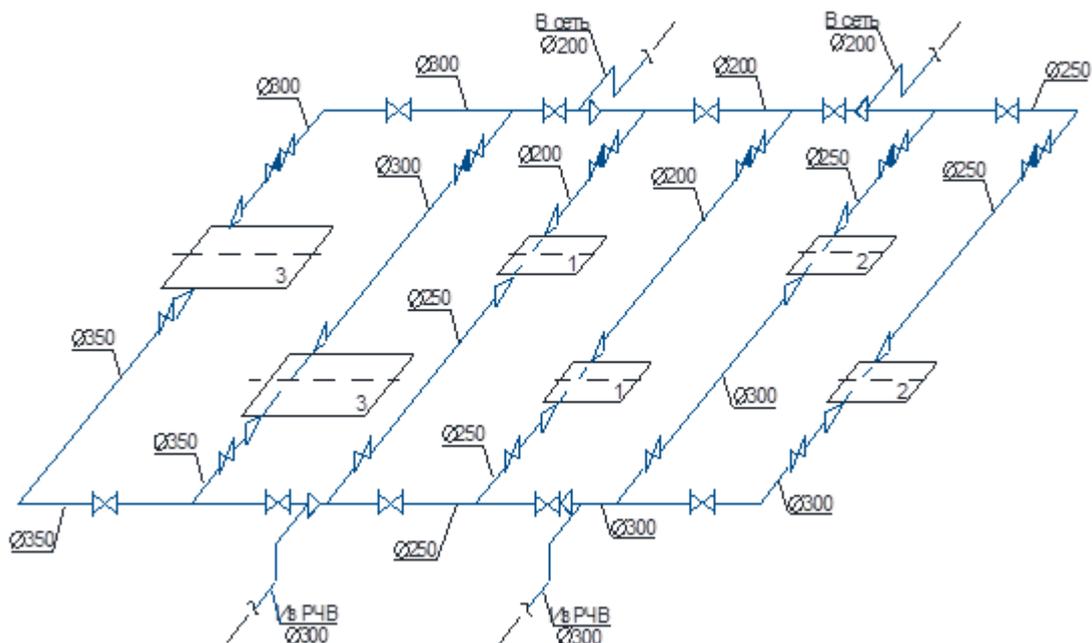


Рисунок 4 – Схема размещения насосов в машинном зале и диаметры трубопроводов

1 – Насос первой ступени; 2 – насос второй ступени; 2 – пожарный насос

2.2.6.7 Генеральный план станции очистки воды

На генплане размещаются следующие здания и сооружения: здание станции обезжелезивания, здание НС-2, резервуары чистой воды, здание хлорного хозяйства, сооружение по обороту промывных вод, (шламовые площадки и резервуары-отстойники), контрольно-пропускной пункт.

Емкость резервуаров чистой воды, м³, определяется по формуле

$$\Sigma W_{pчв} = 0,1Q_{сут}, \quad (64)$$

$$\Sigma W_{pчв} = 0,1 \cdot 2100 = 210 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Объем резервуара чистой воды, м³, определяется по формуле

$$W_{1pчв} = \frac{\Sigma W_{pчв}}{2}, \quad (65)$$

$$W_{1pчв} = \frac{210}{2} = 105 \text{ м}^3$$

Площадь резервуара чистой воды, м², определяется по формуле

$$F_{1pчв} = \frac{W_{1pчв}}{H}, \quad (66)$$

$$F_{1pчв} = \frac{105}{3} = 35 \text{ м}^2$$

Принимаются размеры РЧВ равными 6х6х3м.

Для обеззараживания используется хлораторная, которая размещается в отдельно стоящем здании. Размеры здания принимаются типовыми, 9х12 м.

На генплане показаны все трубопроводы исходной и очищенной воды, расположенные в зоне санитарной охраны, трубопроводы подачи и отвода промывных вод, хлорной воды.

Территория станции благоустраивается: размещаются подъездные пути (ширина одноколейной дороги принимается 3 м), переходные дорожки, зеленые насаждения, ограждения.

Станция очистки входит в зону санитарной охраны первого пояса, поэтому предусматривается глухая ограда высотой 2,5 м, запретная зона шириной 5 м вдоль внутренней стороны ограждения, тропа наряда шириной 1 м на расстоянии 2 м от ограждения, охранное освещение по периметру ограждения (по углам и вдоль ограждения через 50 м). Расстояние от основных зданий и сооружений до ограды принимается 30 м.

2.7. Зоны санитарной охраны

Место расположения скважин определено на удаленной от источников загрязнения местности.

Границы первого пояса санитарной охраны созданы с целью устранения случайного или умышленного загрязнения источника воды или нарушения нормальной работы скважин и обеспечения хорошего качества воды, подаваемой потребителю. Граница первого пояса устанавливается на расстоянии не менее 30 м от крайних скважин. Территория первого пояса зоны санитарной охраны ограждается забором, защищена полосой зеленых насаждений и находится под вооруженной охраной. Планировка ее произведена так, что поверхностный сток отводится за пределы этой территории в водоотводные каналы.

Здания, относящиеся к водопроводным сооружениям, которые расположены на территории первого пояса зоны, присоединены к канализации. Территория зоны имеет электрическое освещение. Около зданий спланированы площадки шириной шесть метров для подъезда машин в случае пожара.

Граница второго пояса зоны санитарной охраны определяется гидродинамическими расчетами, по которым микробные загрязнения, поступавшие в водоносный пласт за пределами зоны, водозабора не достигнут.

2.7.1 Расчет зон санитарной охраны

Ширина зоны на участке, расположенном от скважины против направления движения подземных вод, м, определяется по формуле

$$A = 2 \cdot R_1 \quad (67)$$

$$R_1 = \frac{Q}{2 \cdot K \cdot H_{\text{cp}} \cdot i}, \quad (68)$$

где Q - расчетная производительность скважины, м³/сут;

H_{cp} – полная мощность водоносного пласта, м;

K – коэффициент фильтрации, м/сут;

i – естественный уклон уровня подземных вод.

$$R_1 = \frac{1050}{2 \cdot 30 \cdot 32 \cdot 0,002} = 273,5 \text{ м}$$

Ширина зоны на участке, расположенном от скважины против направления движения подземных вод по формуле (67)

$$A = 2 \cdot 273,5 = 547 \text{ м}$$

Ширина зоны на участке по направлению движения подземных вод, м, определяется по формуле

$$B = 2 \cdot R_2, \quad (68)$$

$$R_2 = \frac{Q}{4 \cdot K \cdot H_{cp} \cdot i} \quad (69)$$

$$R_2 = \frac{1050}{4 \cdot 30 \cdot 32 \cdot 0,002} = 136,7 \text{ м}$$

Ширина зоны на участке по направлению движения подземных вод по формуле (28)

$$B = 2 \cdot 136,7 = 273,4 \text{ м}$$

Длина зоны, м, определяется по формуле

$$C = R_3 + R_4 \quad (70)$$

$$R_3 = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot K \cdot H_{cp} \cdot i} \quad (71)$$

$$R_3 = \frac{1050}{4 \cdot 3,14 \cdot 30 \cdot 32 \cdot 0,002} = 43,5 \text{ м}$$

Длина удаления границы зоны от скважины в направлении против движения подземных вод R_4 определяется методом подбора из уравнения для определения времени движения воды к скважине в направлении, совпадающем с направлением естественного потока:

$$t = \frac{\mu}{K \cdot i} \left[R_4 - \frac{0,366 \cdot Q_{\text{СКВ}}}{H_{\text{ср}} \cdot K \cdot i} \lg \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot H_{\text{ср}} \cdot K \cdot i \cdot R_4}{Q_{\text{СКВ}}} + 1 \right) \right] \quad (72)$$

Задаем значением R_4 и по ним вычисляем t

$R_4=2500$ м, тогда $t=9191$ сут.

Длина зоны по формуле (30)

$$C = 43,5 + 2500 = 2543,5 \text{ м}$$

Радиус зоны против бактериального загрязнения определяется по значению R_4 для времени 200 и 400 суток.

Задаем значения R_4 и вычисляем соответствующие значения:

$R_4=125$ м, тогда $t=200$ сут.

$R_4=200$ м, тогда $t=403$ сут.