

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный институт

Кафедра «Инженерные системы зданий и сооружений»

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий кафедрой ИСЗиС
Матюшенко А.И.
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2020 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

20.03.02.06 «Природообустройство и водопользование»

Водоснабжение города численностью 23000 человек, расположенного на
территории Красноярского края

Пояснительная записка

Руководитель _____ доцент, канд.тех.наук. Т.Я. Пазенко
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник _____ Е.А. Шеянова
подпись, дата инициалы, фамилия

Норма контролер _____ доцент, канд.тех.наук. Т.Я. Пазенко
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Красноярск 2020

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Водоснабжение города численностью 23000 человек, расположенного на территории Красноярского края» содержит 67 страниц текстового документа, 15 используемых источников, 7 листов графического материала, 12 страниц приложений.

НАСЕЛЕННЫЙ ПУНКТ, КОЛЬЦЕВАЯ ВОДОПРОВОДНАЯ СЕТЬ, ПОДБОР ВОДОЗАБОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ, РАСЧЕТ СТАНЦИЙ ВОДОПОДГОТОВКИ, НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ, КОНТАКТНЫЙ ОСВЕТЛИТЕЛЬ.

Объект проектирования – населенный пункт численностью 23000 в масштабе 1:5000.

Выпускная квалификационная работа состоит из двух разделов.

В разделе «Водоснабжение города численностью 23000 человек, расположенного на территории Красноярского края» произведен расчет расходов воды; расчет кольцевой водопроводной сети; подбор водозаборного сооружения; расчет и проектирование сооружений станции водоподготовки; подбор насосов для НС-І и НС-ІІ; выбор технологии очистки природной воды.

Все расчёты, представленные в выпускной квалификационной работе, выполнены с учётом действующих нормативных документов и справочной литературы.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Введение..... | 5 |
| 1 Определение расчетных расходов воды. Гидравлический расчет водопроводной сети..... | 6 |
| 1.1 Общие сведения об объекте водоснабжения..... | 6 |
| 1.2 Характеристика промышленного предприятия..... | 6 |
| 1.3 Определение расчетных расходов воды..... | 7 |
| 1.3.1 Расход воды на хозяйственно – питьевые нужды населения... | 7 |
| 1.3.2 Расход воды на нужды промышленных предприятий..... | 9 |
| 1.3.3 Расходы воды на коммунальные нужды города..... | 9 |
| 1.3.4 Расходы воды на пожаротушение..... | 10 |
| 1.3.5 Расход воды на нужды местной промышленности..... | 10 |
| 1.4 Режим водопотребления в течение суток..... | 10 |
| 1.5 Гидравлический расчет водопроводной сети..... | 12 |
| 1.5.1 Расчетная схема отдачи воды потребителю..... | 12 |
| 1.5.2 Гидравлический расчет сети..... | 13 |
| 2 Расчет водозаборных сооружений и их проектирование..... | 15 |
| 2.1 Выбор типа водозаборного сооружения..... | 15 |
| 2.2 Гидравлические расчеты водозабора..... | 16 |
| 2.2.1 Расчет производительности камеры водоприемного колодца..... | 16 |
| 2.3 Расчет соразмеряющего оборудования..... | 16 |
| 2.3.1 Расчетные параметры соразмеряющих решеток..... | 16 |
| 2.4 Расчет трубопроводов НС I..... | 17 |
| 3 Расчет и проектирование насосных станций..... | 18 |
| 3.1 Насосная станция I подъема..... | 18 |
| 3.1.1 Определение требуемого напора насосов станции I-го подъема..... | 18 |
| 3.1.2 Подбор насосов..... | 19 |
| 3.2 Насосная станция II подъема..... | 19 |
| 3.2.1 Определение уровней воды в РЧВ..... | 20 |
| 3.2.2 Расчет диаметров всасывающих и напорных трубопроводов.. | 21 |
| 3.2.3 Определение требуемого напора насосов..... | 22 |
| 3.2.4 Подбор насосов..... | 23 |
| 3.2.5 Определение отметки оси насоса..... | 23 |
| 4 Расчет и проектирование сооружений станции водоподготовки..... | 25 |
| 4.1 Очистные сооружения..... | 25 |
| 4.1.1 Определение производительности водопроводных очистных сооружений..... | 25 |
| 4.1.2 Выбор технологической схемы водоподготовки..... | 25 |
| 4.2 Расчет технологических параметров сооружений станции водоочистки для хозяйственно-питьевых целей..... | 26 |
| 4.2.1 Сетчатые барабанные микрофильтры..... | 27 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.2.2 Оборудование для приготовления растворов реагентов..... | 28 |
| 4.2.3 Растворение коагулянта сжатым воздухом..... | 28 |
| 4.2.4 Воздуходувки и воздухопроводы..... | 29 |
| 4.2.5 Суженный участок для ввода реагента..... | 31 |
| 4.2.6 Приготовление известкового молока..... | 33 |
| 4.2.7 Склады реагентов..... | 34 |
| 4.2.8 Дозирование растворов реагентов..... | 34 |
| 4.2.9 Вертикальный (вихревой) смеситель..... | 36 |
| 4.2.10 Сбор воды периферийным лотком..... | 38 |
| 4.2.11 Расчет контактного осветлителя..... | 40 |
| 4.2.12 Обеззараживание..... | 49 |
| 5 Оценка воздействия систем водоснабжения из поверхностного источника на окружающую природную среду..... | 50 |
| 5.1 Характеристика проектируемого объекта..... | 50 |
| 5.2 Характеристика источника водоснабжения..... | 50 |
| 5.3 Технологическая схема водоподготовки..... | 55 |
| 5.4 Технология водоподготовки с точки зрения возможного антропогенного воздействия на природную среду..... | 55 |
| 5.5 Количественная оценка антропогенного воздействия..... | 56 |
| 5.5.1 Оценка гидравлической нагрузки на водный объект водозабором..... | 56 |
| 5.5.2 Оценка воздействия на атмосферный воздух..... | 56 |
| 5.5.3 Расчет валовых выбросов загрязняющих веществ..... | 57 |
| 5.5.4 Расчет максимальной приземной концентрации..... | 57 |
| 5.5.5 Расстояние, на котором устанавливается максимальная приземная концентрация..... | 59 |
| 5.5.6 Расстояние, на котором устанавливается приземная концентрация, не превышающая санитарных норм..... | 60 |
| 5.5.7 Нормативный размер санитарно-защитной зоны..... | 60 |
| 5.5.8 Расчет концентрации загрязнений на границе санитарно-защитной зоны..... | 60 |
| 5.6 Количество жидкых отходов..... | 61 |
| 5.7 Расчет количества твердых отходов..... | 61 |
| 5.8 Проектирование зон санитарной охраны..... | 63 |
| Заключение..... | 66 |
| Список используемых источников..... | 67 |
| Приложение А..... | 68 |
| Приложение Б..... | 69 |
| Приложение В..... | 70 |
| Приложение Г..... | 71 |
| Приложение Д..... | 76 |

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с требованиями Федерального закона № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении» развитие централизованных систем горячего водоснабжения, холодного водоснабжения и водоотведения необходимо для охраны здоровья населения и улучшения качества жизни путем обеспечения бесперебойного и качественного водоснабжения и водоотведения, повышения энергетической эффективности путем экономного потребления воды, снижения негативного воздействия на водные объекты путем повышения качества очистки сточных вод.

Развитие централизованных систем холодного водоснабжения и водоотведения осуществляется в соответствии с разработанными схемами водоснабжения и водоотведения муниципального образования Красноярского края.

Целью разработки схемы водоснабжения и водоотведения является доступность для абонентов с использованием централизованных систем водоснабжения и водоотведения, обеспечение рационального водопользования, а также развитие централизованных систем водоснабжения и водоотведения на основе лучших доступных технологий и внедрения энергосберегающих технологий.

Государственная политика в сфере водоснабжения и водоотведения направлена на достижение следующих целей:

- охраны здоровья населения и улучшения качества жизни населения путем обеспечения бесперебойного и качественного водоснабжения и водоотведения;
- повышения энергетической эффективности путем экономного потребления воды; -снижения негативного воздействия на водные объекты путем повышения качества очистки сточных вод;
- обеспечения доступности водоснабжения и водоотведения для абонентов за счет повышения эффективности деятельности организаций, осуществляющих горячее водоснабжение, холодное водоснабжение и (или) водоотведение;
- обеспечения развития централизованных систем, холодного водоснабжения и водоотведения путем развития эффективных форм управления этими системами, привлечения инвестиций и развития кадрового потенциала организаций, осуществляющих горячее водоснабжение, холодное водоснабжение и (или) водоотведение.

1 Определение расчетных расходов воды. Гидравлический расчет водопроводной сети

1.1 Общие сведения об объекте водоснабжения

Объектом проектирования является населенный пункт, расположенный на правом берегу Енисея, в 1 989 км по Енисею к северу от Красноярска.

Климат района суровый субарктический. Среднегодовая температура составляет $-9,4^{\circ}\text{C}$. Зима продолжительная и суровая, морозы могут достигать -50°C и ниже. Зимой оттепели исключены. Всего четыре месяца в городе наблюдается положительная средняя температура наружного воздуха. Лето короткое и прохладное, хотя в отдельные годы зафиксированы температуры наружного воздуха 30°C и более.

Преобладание ветров сезонное: в тёплое время года - это ветра северного, северо-восточного, и северо-западного направлений; в холодное время года - восточные, юго-восточные, и южные ветра. Температура слоя многолетнемерзлых пород составляет $6 - 12^{\circ}\text{C}$, а его мощность достигает 300 - 600 м и более. Глубина протаивания составляет в северных районах Сибири в торфянистых грунтах 20-30 см, в глинистых - 70-100 см, а в песках - 120-160 см.

Источником хозяйствственно-питьевого водоснабжения является озеро Самсонкино - расположенное в 3 км северо-восточнее города. Площадь водосбора $8,4 \text{ км}^2$, длина озера 1750 м, ширина 600 - 700 м, глубина 4,5 - 17 м, объем полный 2448 тыс. $\cdot\text{м}^3$, площадь зеркала 555 тыс. м^2 .

Застойка жилого сектора состоит из пяти-девятиэтажных домов, оборудованных горячим и холодным водоснабжением, канализацией и центральным отоплением. Имеются детские учреждения, общеобразовательные школы, торговые центры, больницы, столовые, кафе, улицы озеленены и заасфальтированы. На территории города расположен порт.

1.2 Характеристика промышленного предприятия

На территории муниципального образования расположен один из крупнейших морских и речных портов Сибири.

Северный морской путь является важнейшей частью инфраструктуры экономического комплекса Крайнего Севера и связующим звеном между российским Дальним Востоком и западными районами страны.

Морской порт принимает технологические, навалочные, лесные, промышленно-продовольственные, нефтепродукты. Вывозится медь, никель, кобальт, селен, теллур, сера, уголь, металлом, медно-никелевая руда. Порт связан речным путём по Енисею с портами Красноярска, Лесосибирска, Абакана.

1.3 Определение расчетных расходов воды

При проектировании водопроводной системы определяют в первую очередь количество потребляемой воды и режим ее расходования.

Общее количество воды, подаваемое водопроводом, включает в себя расход воды на хозяйственное – питьевые нужды населения; на нужды промышленного предприятия; на коммунальные нужды города (полив зеленых насаждений, мойка улиц); на нужды местной промышленности; на нужды пожаротушения.

1.3.1 Расход воды на хозяйственно–питьевые нужды населения

Здания в данном городе оборудованы внутренним водопроводом и канализацией, централизованным холодным и горячим водоснабжением, таким образом, норма водопотребления составляет 250 л/(чел·сум).

Число жителей N , чел., определяется по формуле

$$N = F_{ж} \cdot \rho, \quad (1.1)$$

где $F_{ж}$ – площадь жилой застройки, 301 га;

ρ – плотность населения, 73 чел/га.

$$N=301 \cdot 73=23000 \text{ чел.}$$

Количество воды, необходимое для водоснабжения населенного пункта, характеризуется суточным расходом воды на хозяйственно-питьевые нужды и определяется по формуле

$$Q_{cp.cym} = \frac{q_{ж} \cdot N}{1000}, \quad (1.2)$$

где $q_{ж}$ – норма водопотребления, принимаем по табл. 1 [СП 31.13330.2012], в зависимости от степени благоустройства жилого района, л/сум;

N – расчетное число жителей в жилой застройке, чел.

$$Q_{cp.cym} = \frac{250 \cdot 23000}{1000} = 5500 \text{ м}^3/\text{сум.}$$

В сутки наибольшего и наименьшего водопотребления расчетные расходы воды определяются по формулам

$$Q_{\max} = K_{cym.\max} \cdot Q, \quad (1.3)$$

$$Q_{\min} = K_{\text{сум.мин.}} \cdot Q, \quad (1.4)$$

где $K_{\text{сум.,макс.}}$ – максимальный коэффициент суточной неравномерности водопотребления, принимается равным $K_{\text{сум.,макс.}} = 1,1 - 1,3$;

$K_{\text{сум.,мин.}}$ – минимальный коэффициент суточной неравномерности принимается равным $K_{\text{сум.,мин.}} = 0,7-0,9$.

$$Q_{\max}=1,3 \cdot 5500=7150 \text{ м}^3/\text{сум},$$

$$Q_{\min}=0,7 \cdot 5500=3850 \text{ м}^3/\text{сум.}$$

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

$$q_{\text{ч.макс.}} = K_{\text{ч.макс.}} \cdot \frac{Q_{\text{сум.макс.}}}{24}, \quad (1.5)$$

$$q_{\text{ч.мин.}} = K_{\text{ч.мин.}} \cdot \frac{Q_{\text{сум.мин.}}}{24}, \quad (1.6)$$

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

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

$$K_{\text{ч.мин.}} = \alpha_{\text{мин.}} \cdot \beta_{\text{мин.}}, \quad (1.8)$$

где α – коэффициент, который учитывает степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие условия, принимается согласно п. 5.2 [СП31.13330.2012] $\alpha_{\text{макс.}}=1,2 \div 1,4$; $\alpha_{\text{мин.}}=0,4 \div 0,6$;

β – коэффициент, который учитывает число жителей в населенном пункте, принимается по табл.2 [СП 31.13330.2012], величина которого при численности жителей 23000 чел. составляет $\beta_{\text{макс.}}=1,196$; $\beta_{\text{мин.}}=0,507$.

$$K_{\text{ч.макс.}}=1,3 \cdot 1,196=1,55,$$

$$K_{\text{ч.мин.}}=0,5 \cdot 0,507=0,254,$$

$$q_{\text{ч.макс.}}=1,55 \cdot \frac{7150}{24}=461,78 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$q_{\text{ч.мин.}}=0,254 \cdot \frac{3850}{24}=40,75 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

1.3.2 Расход воды на нужды промышленных предприятий

Режим водопотребления на предприятиях суммируется из режимов потребления групп потребителей на нем. В первую очередь от технологии производства зависит расход воды на технологические нужды. Режим потребления воды на хозяйствственно-питьевые нужды работников предприятия определяют по сменам. В первый час каждой последующей смены осуществляется потребление воды на принятие душа работниками.

Число работающих на предприятии составляет 1500 человек, распределяем их по сменам, и принимаем по 500 человек в каждую смену.

В соответствии с табл. А.2 [СП30.13330.2016] нормы водопотребления на хозяйствственно-питьевые нужды работников промышленных предприятий принимают для работающих цехах $q_x=25$ л в смену на одного человека.

В холодных цехах объем водопотребления для 8-ми часовой смены, $m^3/\text{смена}$, определяют по формуле

$$Q_{x-n.} = \frac{q_x \cdot n_x}{1000}, \quad (1.9)$$

где n_x – количество людей, работающих в холодных цехах за одну смену, чел.

$$Q_{x-n.} = \frac{500 \cdot 25}{1000} = 12,5 \text{ } m^3/\text{смена}.$$

Расход воды на принятие душа работниками, $m^3/\text{ч}$, определяем по формуле

$$Q_{\text{душ}} = \frac{0,375 \cdot N_{\text{душ}}}{\alpha}, \quad (1.10)$$

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

α - количество человек, приходящихся на одну душевую сетку.

$$Q_{\text{душ}} = \frac{0,375 \cdot 200}{8} = 9,4 \text{ } m^3/\text{ч}.$$

1.3.3 Расходы воды на коммунальные нужды города

Среднесуточное потребление воды на поливку определяется в зависимости от покрытия территории, способа поливки, вида зеленых насаждений, климатических условий и др.

Расход воды на поливку $Q_{\text{полив}}$, $\text{м}^3/\text{сум}$, зависит от расчета на одного жителя по табл.3 [СП 31.13330.2012]- 30л/(чел·сум) и определяется, по формуле

$$Q_{\text{полив}} = \frac{N \cdot 50}{1000}, \quad (1.11)$$

где N – количество жителей в населенном пункте, *чел.*

$$Q_{\text{полив}} = \frac{30 \cdot 22000}{1000} = 660 \text{ м}^3/\text{сум}.$$

Принимаем одну поливку за сутки продолжительностью 8 ч, режим поливочного водопотребления - равномерный.

1.3.4 Расходы воды на пожаротушение

Расход воды на наружное пожаротушение и количество одновременных пожаров в населенном пункте принимаем по табл. 1 [СП 8.13130.2009]. При застройке населенного пункта зданиями высотой более 3-х этажей с численностью населения более 10000. человек принимаем два одновременных пожара с расходом воды на один пожар – 15 л/с.

1.3.5 Расход воды на нужды местной промышленности

Расход воды на местную промышленность определяется по формуле

$$Q_{m,np} = 0,1 \cdot Q_{\text{сум.макс}}, \quad (1.12)$$

$$Q_{m,np} = 0,1 \cdot 7150 = 715 \text{ м}^3/\text{сум}.$$

1.4 Режим водопотребления в течении суток

В течении суток питьевая вода расходуется с колебаниями. Составляется график водопотребления в течении суток для гидравлического расчета водопроводной сети и сооружений.

Результаты расчета водопотребления по часам суток приведены в приложении А.

По данным таблицы 1 в приложении А чертим график водопотребления населенного пункта и промышленных предприятий по часам суток, рисунок 1.1.

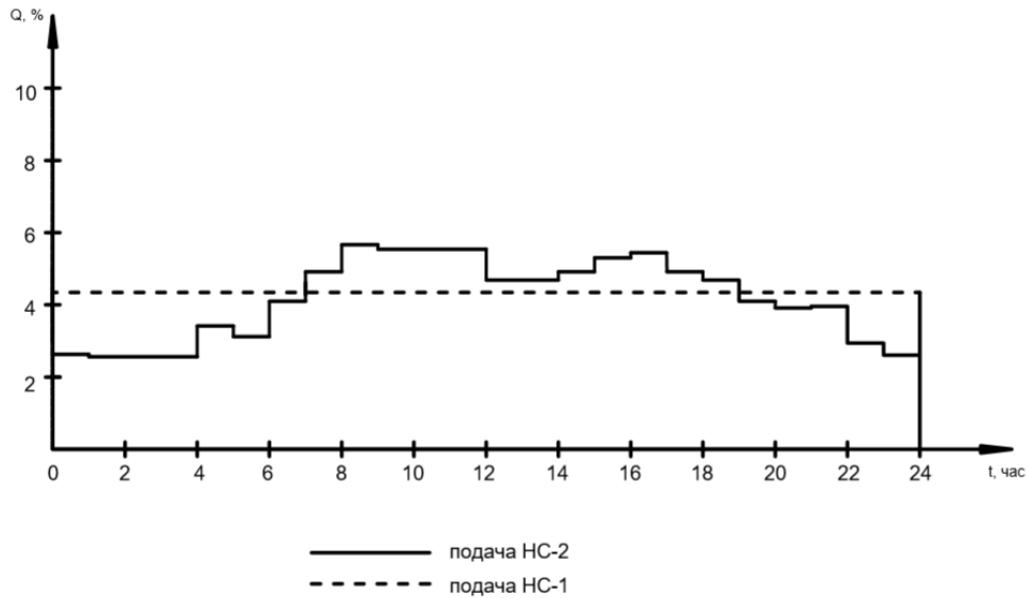


Рисунок 1.1 – Совмещенный график водопотребления города, подачи воды насосами НС-І и подачи воды потребителю насосами НС-ІІ.

Определяем регулирующую емкость бака РЧВ, расчет приведен в приложении Б.

Полный объем резервуаров чистой воды, $W_{РЧВ}$, m^3 , определяется по формуле

$$W_{РЧВ} = W_{peo} + W_{соб.н} + W_{пож} \quad , \quad (1.13)$$

где W_{peo} – регулирующий объем воды в резервуаре;

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

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

Объем регулирующей емкости резервуара составляет 11,57% суточного расхода воды:

$$W_{peo} = \frac{11,57 \cdot 8590,99}{100} = 993,9 m^3. \quad (1.14)$$

Неприкосновенный противопожарный объем $W_{пож}$ рассчитывается исходя из условия тушения расчетного количества одновременных пожаров n в течение всего времени тушения пожара $T_{пож}$ и определяется по формуле

$$W_{пож} = T_{пож} \cdot 3,6 \cdot \left(n_{h.n} \cdot q_{h.n} + n_{n,np} + q_{n,np} \right), \quad (1.15)$$

где n – количество пожаров в населенном пункте и на промышленном предприятии, принимается по таблице 1 [СП 8.13130.2009];

q – расход воды на тушение одного пожара, в населенном пункте и на промышленном предприятии, принимается по таблице 2 [СП 8.13130.2009];

$T_{пож}$ – время тушения одного пожара, 3 ч.

$$W_{пож} = 3 \cdot 3,6 \cdot (2 \cdot 15 + 1 + 15) = 496,8 \text{ м}^3.$$

5% от $Q_{сум.макс}$ составляет объем регулирующей емкости резервуара на собственные нужды станции, который определяется по формуле

$$W_{соб.н} = 0,05 \cdot Q_{сум.макс}, \quad (1.16)$$

$$W_{соб.н} = 0,05 \cdot 8590,99 = 429,5 \text{ м}^3$$

Полный объем резервуаров чистой воды находим по формуле (1.13)

$$W_{пчв} = 993,9 + 496,8 + 429,5 = 1920,2 \text{ м}^3$$

Принимаю 2 резервуара объемом по 1000 м^3 каждый. Размеры типового резервуара – 18×12×4,8 м.

1.5 Гидравлический расчет водопроводной сети

Бесперебойная подача воды потребителям обеспечивается за счет устройства кольцевой сети.

Основная магистральная сеть состоит из 5 колец, ее конфигурация приведена на рис. 1.2 – 1.3. Методом Лобочева-Кrossса произведем гидравлический расчет магистральной сети.

1.5.1 Расчетная схема отдачи воды потребителю

Каждый участок сети отдает постоянный удельный расход $q_{y\partial}$, $\text{л}/(\text{с}\cdot\text{м})$, который определяется по следующей формуле

$$q_{y\partial} = \frac{Q - Q_{cocp}}{\sum l}, \text{ л}/(\text{с}\cdot\text{м}), \quad (1.17)$$

где $q_{y\partial}$ – удельный расход воды на 1 метр сети, $\text{л}/(\text{с}\cdot\text{м})$;

Q – общий расход воды, $\text{л}/\text{с}$;

Q_{cocp} – сосредоточенный расход, который отбирается предприятием, $\text{л}/\text{с}$;

$\sum l$ – суммарная длина участков магистральной водопроводной сети, м.

В сумму длин $\sum L$ не включаются участки сети, которые проходят через территории, из которых не отбирается вода, а также через территории с односторонним отбором воды.

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

Определим путевые отборы воды q_{num} , л/с, из каждого участка сети, зная удельный отбор

$$q_{num} = q_{y\partial} \cdot L, \quad (1.18)$$

где L — длина участка, м.

Принимаем, что вода отбирается из сети в виде сосредоточенных расходов в узлах сети. Узловой расход равен половине суммы путевых расходов участков, которые примыкают к узлу. В таком случае также учитывается сосредоточенный расход.

Узловой расход определяется по формуле

$$q_{узл} = \frac{\sum q_{num}}{2}, \text{ л/с.} \quad (1.19)$$

Удельный расход при максимальном водоразборе определяется по формуле

$$q_{y\partial} = \frac{478,46 - 1,79}{14799,5 \cdot 3,6} = 0,0089, \text{ л/(с·м)}$$

Результаты расчета путевых и узловых расходов приведены в приложении B.

1.5.2 Гидравлический расчет сети

Гидравлический расчет сети производим по таблицам Ф.А. Шевелева.

Кольцевую сеть проектируем из стальных труб по ГОСТ 3262-2001*.

Расчетные случаи работы сети — в час наибольшего водопотребления и при пожаре в час наибольшего водопотребления. Гидравлические расчеты случаев приведены в приложениях Г, Д, схемы гидравлического расчета приведены на рисунке 1.2 и 1.3.

Предварительное потокораспределение

При конфигурации сети 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 (8 ч.) город потребляет 131,77 л/с, из которых 0,5 л/с отбирает предприятие из узла №3.

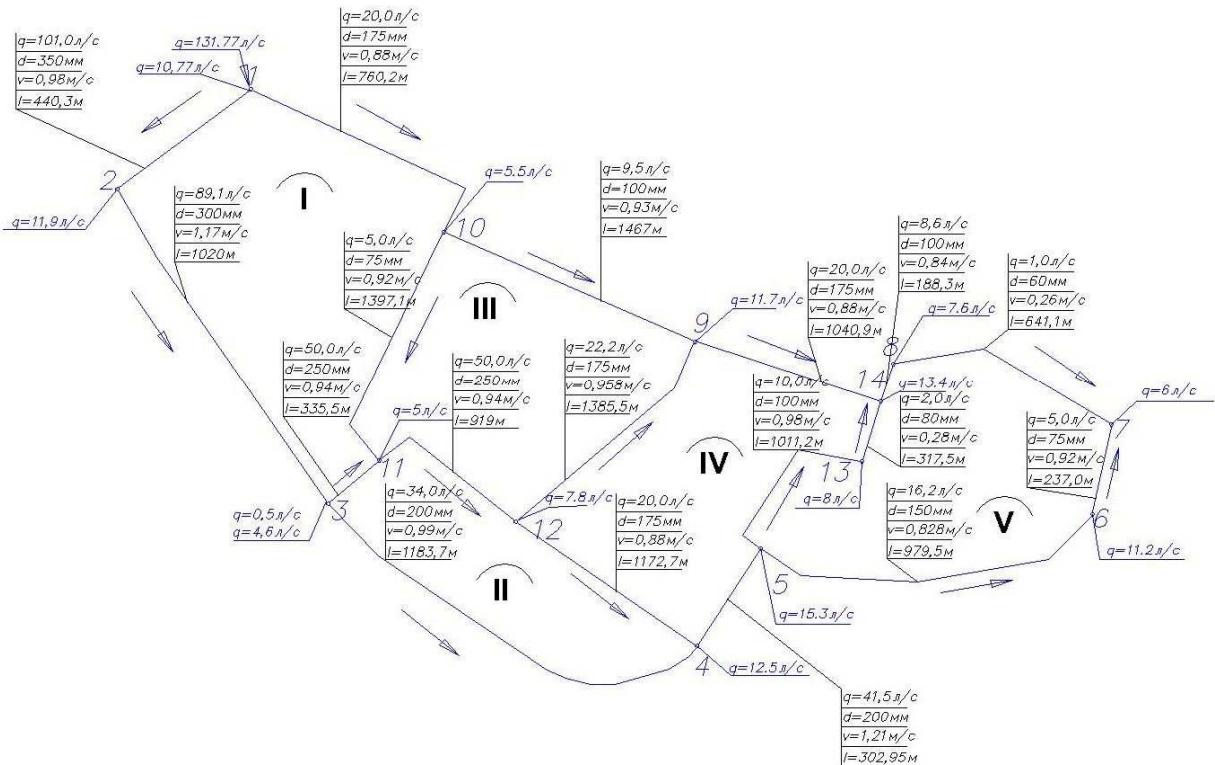


Рисунок 1.2 – Схема гидравлического расчета кольцевой сети в час наибольшего водопотребления

При пожаре в час максимального водоразбора весь расход воды составляет: $Q=131,77+2\cdot15=161,77 \text{ л/с}$ и поступает в узел 1 от НС-2.

Пожары происходят в узлах 1 и 3.

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

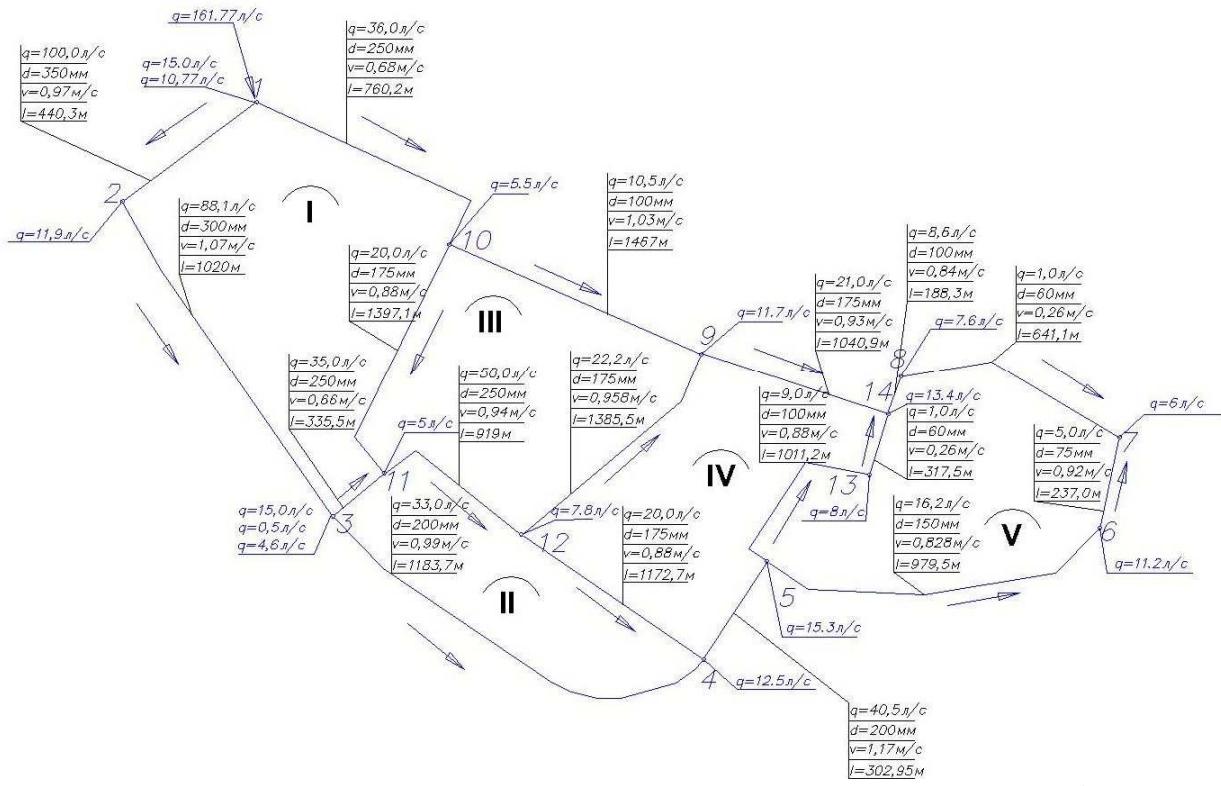


Рисунок 1.3 – Схема гидравлического расчета кольцевой сети при пожаре в час наибольшего водопотребления

2 Расчет водозаборных сооружений и их проектирование

2.1 Выбор типа водозаборного сооружения

Принимаем водозаборное сооружение плавучего типа, представляющее собой насосную станцию, исходя из гидрогеологических условий озера.

В состав водозабора входят: водоприемное устройство, рельсовые пути для его перемещения, напорный водовод с патрубками, расположенными через определенные расстояния, электрифицированная лебедка.

Водоприемное устройство состоит из тележки, на которой смонтирован насос со всасывающим водоводом, обратный клапан и водоприемная сетка, или рыбозаградитель. На тележке смонтирована также вакуум-насосная установка и павильон облегченной конструкции.

Представляют собой насосную станцию на шасси с пневматической ходовой частью (одноосный или двухосный прицеп) или на салазках (прицеп санного типа); оборудуют электродвигателем или двигателем внутреннего сгорания. Водоприемник поднимается и опускается с помощью специальной лебедки, находящейся в комплекте с насосной станцией.

2.2 Гидравлические расчеты водозабора

2.2.1 Расчет производительности одной камеры водоприемного колодца

Расчетный расход воды, m^3/c при нормальном режиме работы водозабора равен $8600 m^3/\text{сут} = 0,01 m^3/c$.

2.3 Расчет соразмеривающего оборудования

2.3.1 Расчетные параметры соразмеривающих решеток

Требуемая площадь (m^2) водоприемного отверстия одной секции ' Ω ' - для нормального режима работы водозабора определяется по формулам

$$\Omega = \frac{K_1 \cdot K_2 \cdot Q_1}{V}, \quad (2.1)$$

где K_1 - коэффициент, учитывающий стеснение воды просветом решетки, он принимается равным $K_1=1,25$;

K_2 - расчетный коэффициент, учитывающий стеснение отверстий стержнями собственной конструкции $K_2=1,2$;

V – скорость воды, втекающей в водоприемные отверстия, m/c

Коэффициент стеснения решетки определяется по формуле:

$$K_2 = \frac{(a + c)}{a}, \quad (2.2)$$

где a – прозор решетки, принимается ($50 – 100 mm$);

c – толщина стержней решетки принимается ($10 mm$).

$$K_2 = \frac{(50 + 10)}{50} = 1,2.$$

Допустимую скорость в прозорах решетки для затопленных водоприемников при средних или тяжелых условиях забора воды, не учитывая требования рыбозащиты принимают равной $0,3 \div 0,1 m/c$.

$$\Omega = \frac{1,25 \cdot 1,2 \cdot 0,1}{0,3} = 0,75$$

Принимаем типовую решетку с площадью $0,8 \text{ м}^2$, шириной водоприемных отверстий $0,8 \text{ м}$ и длиной 1 м . Ширина рамы решетки 930 мм по наружному обмеру, длина 1100 мм . Общая высота решетки 1250 мм , толщина и ширина стержня из полосовой стали $6 \times 50 \text{ мм}$. Высотка уголка (швеллера) рамы решетки 80 мм . Масса решетки 52 кг .

2.4 Расчет трубопроводов НС I

Размеры (диаметр) всасывающих труб определяют по расчетному расходу при нормальном режиме работы водозабора и скорости движения воды в трубах:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}}, \quad (2.3)$$

где Q – расчетный расход;

V – допустимая расчетная скорость в трубопроводе. Для всасывающих трубопроводов насосных станций $V_{sc} = 0,88 \text{ м/с}$ и для напорных $V_{han} = 1,7 \text{ м/с}$.

Количество всасывающих линий на насосных станциях первой и второй категории должно быть не менее двух.

Диаметр всасывающих трубопроводов насосной станции:

$$D_{sc} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,1}{3,14 \cdot 1,1}} = 0,35 \text{ м} = 350 \text{ мм},$$

Диаметр напорного трубопровода определяется по скорости движения воды и по 100% расчетному расходу при нормальном режиме работы водозабора.

Диаметр напорных трубопроводов насосной станции:

$$D_{han} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,1}{3,14 \cdot 2}} = 0,25 \text{ м} = 250 \text{ мм}.$$

3 Расчет и проектирование насосных станций

3.1 Насосная станция I подъема

Назначение насосных станций заключается в обеспечении подачи воды согласно потребительским нуждам, используя комплекс гидротехнических сооружений и оборудования. Насосная станция 1-го подъема в данном случае запроектирована плавучего типа. Плавучая насосная станция представляет собой сборно-разборную конструкцию из металлических pontонов, установленного на них павильона из сэндвич-панелей, опускной рамы, на которой крепятся погружные насосные агрегаты, а также трубопроводов, арматуры и шкафа управления насосами.

Станция устанавливается на таком расстоянии от берега, на котором обеспечивается достаточная глубина погружения насосов для их исправной работы. Станция поднимается и опускается вместе с уровнем озера, оборудована погружным насосами, которые постоянно находятся в воде, работает полностью в автоматическом режиме, укомплектована устройствами рыбозащиты.

3.1.1 Определение требуемого напора насосов станции I-го подъема

При подаче воды на очистные сооружения требуемый напор насосов НС-І определяется по формуле

$$H = H_{\Gamma} + h_{w_{вс..л}} + h_{w_{н.л}} + 1 \quad (3.1)$$

где H_{Γ} – геометрическая высота подъема воды (разность отметок уровней воды в смесителе очистных сооружений и во всасывающей камере), м;

$h_{w_{н.л}}$ – потери напора в водоводе и в напорных коммуникациях от насосной станции до очистных сооружений (2,0 м);

$h_{w_{вс..л}}$ – потери напора во всасывающем трубопроводе, м ;

1 – запас напора на излив воды из трубопроводов, м.

Потери напора во всасывающем трубопроводе находятся по формуле

$$h_{w_{вс..л}} = i \cdot l, \quad (3.2)$$

$$h_{w_{вс..л}} = 0,0025 \cdot 9 = 0,023 \text{ м.}$$

Разность воды в напорном баке очистных сооружений при его полном затоплении и самого низкого уровня воды во всасывающей камере берегового колодца характеризуется геометрической высотой подъема и определяется по формуле

$$H_{\Gamma} = z_{o.c} - z_{vс.k}, \quad (3.3)$$

где $z_{o.c}$ – отметка уровня воды в напорном баке, м;

$z_{vс.k}$ – отметка самого низкого уровня воды во всасывающей камере берегового колодца, м.

$$H_{\Gamma}=202,4-188,44=13,96 \text{ м.}$$

Требуемый напор составляет:

$$H=13,96+0,023+2+1=16,98 \text{ м.}$$

3.1.2 Подбор насосов

Принимаем вертикальный многоступенчатый центробежный насос Grundfos CR 90-4-2 с нормальным всасыванием (2 рабочий и 1 резервных).

Данный насос назначен для перекачивания чистых, маловязких и химически неагрессивных жидкостей, которые не должны содержать твердых включений или волокон. Рабочие колеса и промежуточные камеры выполнены из нержавеющей стали, головная и нижняя опорная часть насоса CR 90-4-2 выполнены из чугуна, крутящий момент передается через разъемную муфту, подсоединение к трубопроводу с помощью фланцев, 3-фазный асинхронный электродвигатель.

Характеристики насоса приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Технические характеристики насоса Grundfos CR 90-4-2.

| Наименование | Значение |
|---------------------------------------|----------------------|
| Номинальная подача | 90 м ³ /ч |
| Общий гидростатический напор насоса | 76 м |
| Частота вращения | 2951 об/м |
| Номинальная мощность электродвигателя | 30 кВт |
| Масса | 320 кг |

3.2 Насосная станция II подъема

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

3.2.1 Определение уровней воды в РЧВ

Принимаем прямоугольные железобетонные резервуары для хранения расчетного объема воды. Полный объем РЧВ составляет $W_P = 1920,2 \text{ м}^3$.

В зависимости от величины аккумулированного объема принимается число резервуаров N_p (не менее двух). Принимаю 2 РЧВ, объемом $W_P = 1000 \text{ м}^3$ каждый. Один резервуар имеет длину $L = 18 \text{ м}$, ширину $B = 12 \text{ м}$ и высоту $H = 4,8 \text{ м}$.

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

Отметка дна резервуара определяется по формуле

$$Z_{\Delta} = Z - H / 2, \quad (3.4)$$

где Z – отметка земли у резервуара, $Z = 229,6 \text{ м}$;

H – высота резервуара, $H = 4,8 \text{ м}$.

$$Z_{\Delta} = 229,6 - (4,8 / 2) = 227,2 \text{ м.}$$

Максимальная высота слоя воды в резервуаре и слоя противопожарного запаса воды определяется по формулам

$$h_{\max} = W / N \cdot F_p, \quad (3.5)$$

$$h_{\Pi} = W_{\Pi} / N \cdot F_p, \quad (3.6)$$

где W_n – неприкосновенный противопожарный объем, м^3 ;

W – полный объем РЧВ, м^3 ;

N – количество резервуаров;

F_p – площадь одного РЧВ. м^2 .

$$h_{\max} = 1920,2 / 2 / 216 = 4,45 \text{ м},$$

$$h_{\Pi} = 496,8 / 2 / 216 = 1,15 \text{ м.}$$

Определяем отметку слоя пожарного запаса воды в резервуаре по формуле

$$Z_{\Pi} = Z_{\Delta} + h_{\Pi}, \quad (3.7)$$

$$Z_{\Pi} = 227,2 + 1,15 = 228,35 \text{ м.}$$

Максимальный уровень воды в резервуаре определяется по формуле

$$Z_{p.\max} = Z_{\Delta} + h_{\max}, \quad (3.8)$$

$$Z_{p,max} = 227,2 + 4,45 = 231,65 \text{ м.}$$

Полученные отметки изображены на рисунке 3.3.

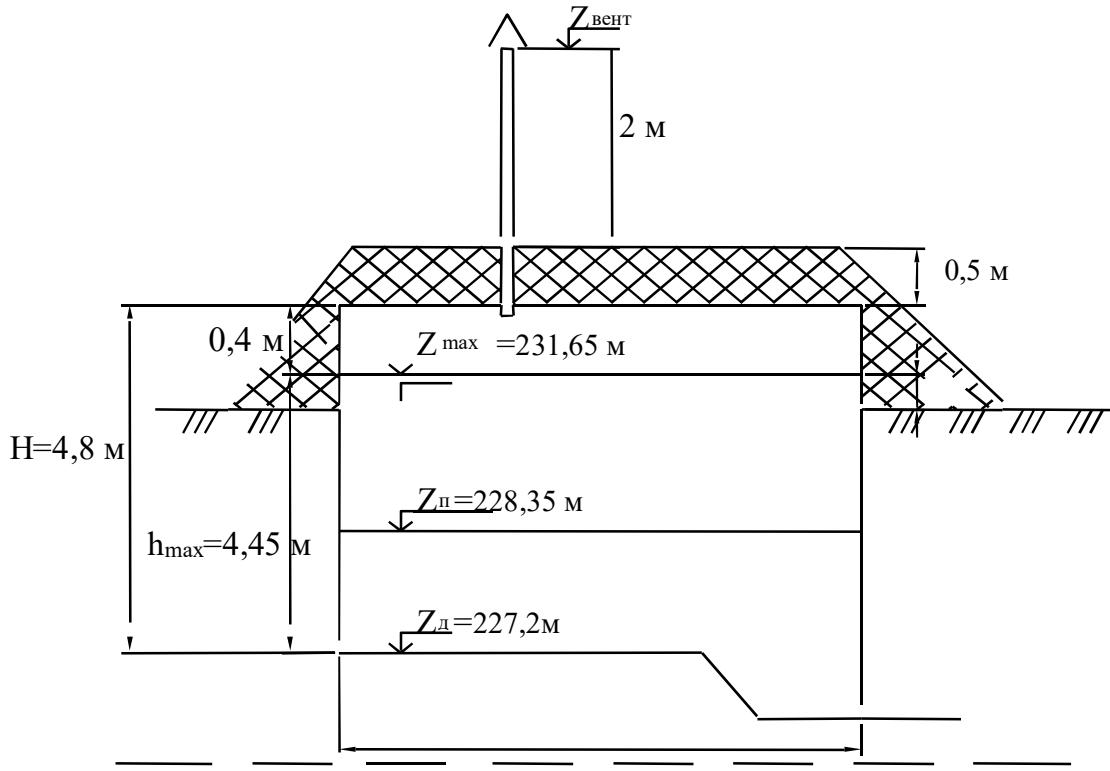


Рисунок 3.3 – Схема РЧВ

3.2.2 Расчет диаметров всасывающих и напорных трубопроводов

При проектировании насосных станций принимаем две всасывающие линии.

Диаметр трубопровода зависит от скорости движения воды в нем, а также от расчетного секундного расхода в одном резервуаре и определяется по формуле

$$D_{ec} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_p}{3,14 \cdot v_m}}. \quad (3.9)$$

где Q_p – расход воды на одной линии,

v_m – скорость воды в трубопроводе (для всасывающего трубопровода 1-1,8 м/с, напорного 1,5-2,5 м/с).

Для всасывающего трубопровода:

$$D_{\text{вс}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,113}{3,14 \cdot 1,6}} = 0,3 \text{ м} = 300 \text{ мм}$$

Для напорного трубопровода:

$$D_{\text{н}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,113}{3,14 \cdot 2,2}} = 0,25 \text{ м} = 250 \text{ мм}$$

3.2.3 Определение требуемого напора насосов

Высота подъема насосов определяется по формуле

$$H_{\text{н}} = H_{\Gamma} + h_{w, \text{вс.л.}} + h_{w, \text{н.л.}}, \quad (3.10)$$

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

$h_{w, \text{н.л.}}$ – потери напора в напорных коммуникациях и в водоводе от НС.

$$h_{w, \text{вс.л.}} = S_{o, \text{вс}} \cdot L_{\text{вс}} \cdot Q_{\text{вс}}^2 + h_{k, \text{вс}}, \text{ м} \quad (3.11)$$

где $S_{o, \text{вс}}$ – удельное сопротивление труб, принимается по таблицам Ф.А.Шевелева;

$L_{\text{вс}}$ – длина всасывающего трубопровода, м, его значение принимается по генплану;

$Q_{\text{вс}}$ – расчетные расходы всасывающих линий, $\text{м}^3/\text{с}$;

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

$$h_{w, \text{вс.л.}} = 0,6619 \cdot 466 \cdot 0,113^2 + 1,5 = 5,9 \text{ м},$$

$$h_{w, \text{н.л.}} = h_{w, y} + h_{k, n} \quad (3.12)$$

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

$h_{w, y}$ – потери напора на участках до диктующей точки, м

$$h_{w, y} = 5,11 + 26,99 - 15,42 - 6,01 - 3,44 + 18,1 = 25,3 \text{ м}, \quad (3.13)$$

$$h_{w, \text{н.л.}} = 25,3 + 2 = 27,3 \text{ м.}$$

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

$$H_{CB} = 4 \cdot (n - 1) + 10 \quad (3.14)$$

где n – количество этажей.

$$H_{CB} = 4 \cdot (5 - 1) + 10 = 26, м.$$

Полная высота подъема насосов:

$$H_n = 27,3 + 26 = 53,3 \text{ м.}$$

3.2.4 Подбор насосов

Насосы в насосной станции II подъема работают в параллельном режиме подачи воды в водовод, совместно, т.е. несколько насосов подают воду в одну систему. Подбор марки насосов производится по требуемым подаче $Q_H = 173 \text{ м}^3/\text{ч}$ и напору $H_n = 50 \text{ м}$.

Принимаю центробежный насос консольный с общепромышленным электродвигателем марки ЦМЛ 150/395, серии «Иртыш» (2 рабочих и 1 резервных)

Характеристики насоса приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Технические характеристики насоса ЦМЛ 150/395 серии «Иртыш»

| Наименование | Значение |
|---------------------------------------|-----------------------|
| Расчетный расход | 173 м ³ /ч |
| Общий гидростатический напор насоса | 50 м |
| Диаметр рабочего колеса | 285 мм |
| Номинальная мощность электродвигателя | 45 кВт |
| Масса | 546 кг |

3.2.5 Определение отметки оси насоса

Отметка оси насосов определяется из условия откачки воды из всасывающей камеры водоприемного колодца до дна резервуара и должна быть не более величины Z_h , определяемой по формуле

$$Z_H < Z_D + H_S, \quad (3.15)$$

где H_S – максимальная высота всасывания насоса, м.

$$Z_H < 227,2 + 7,31 = 234,51 \text{ м.}$$

$$H_S = 10 - \Delta h_{don} - h_{nac_n} - h_{w.vc}, \quad (3.16)$$

где Δh_{don} - допустимая высота всасывания,

$h_{nac.n}$ - напор, соответствующий давлению насыщенных паров ($0,12 \text{ м}$);

$h_{w.vc}$ - потери во всасывающей линии.

$$H_S = 10 - 1,07 - 0,12 - 1,5 = 7,31 \text{ м.}$$

Для повышения надежности и для упрощения запуска насосных агрегатов корпус насоса располагаем под заливом от расчетного уровня пожарного запаса Z_n в РЧВ. В таком случае отметка оси насоса не должна превышать величины:

$$Z_H < Z_n - (B + 0,2), \quad (3.17)$$

где B – расстояние от верха корпуса насоса до его оси, принимается в соответствии с габаритными размерами.

$$Z_H < 234,51 - (0,295 + 0,2) = 234,02 \text{ м.}$$

Отметка пола машинного зала насосов:

$$Z_\phi = Z_H - a, \quad (3.18)$$

где a – расстояние оси насоса до подошвы лап.

$$Z_\phi = 234,02 - 0,2 = 233,8 \text{ м.}$$

Отметка пола машинного зала насосов:

$$Z_{nol} = Z_\phi - h_\phi \quad (3.19)$$

$$Z_{nol} = 233,8 - 0,2 = 233,6 \text{ м.}$$

где h_ϕ – возвышение фундамента над полом, (не менее 2 м).

4 Расчет и проектирование сооружений станции водоподготовки

4.1 Очистные сооружения

4.1.1. Определение производительности водопроводных очистных сооружений

Выбор технологической схемы очистных сооружений зависит от качества воды источника водоснабжения, а также от требований к качеству очищенной воды, производительности, технико-экономических показателей.

Определение производительности очистных сооружений определяется по формуле

$$Q_{oc} = \alpha \cdot Q_{cym}^{\max} + Q_{don}, \quad (4.1)$$

где α – коэффициент, учитывающий расход воды на собственные нужды станции, $\alpha=1,06$

Q_{don} – расход воды, необходимый для восполнения противопожарного запаса воды, $m^3/сут$, определяется по формуле

$$Q_{don} = 3,6 \cdot t \cdot (m \cdot q + m' \cdot q'), \quad (4.2)$$

где t – продолжительность тушения одного пожара, $t=3$ ч;

m – количество пожаров в населенном пункте, $m=2$;

m' – количество пожаров на промышленном предприятии, $m'=1$;

q – расход воды на один пожар в населенном пункте, $q=15$;

q' – расход воды на один пожар на промышленном предприятии, $q'=35$.

$$Q_{don} = 3,6 \cdot 3 \cdot (2 \cdot 15 + 1 \cdot 35) = 702 \text{ } m^3/\text{сут},$$

$$Q_{oc} = 1,06 \cdot 8590,99 + 702 = 9808,5 \text{ } m^3/\text{сут}.$$

Полученные в результате расчетов расходы сводим в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Производительность водопроводных очистных сооружений

| Q_{cym} , $m^3/\text{сут}$ | $Q_{час}$, $m^3/\text{ч}$ | $Q_{сек}$, $m^3/\text{с}$ |
|------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 9808,5 | 408,7 | 0,113 |

4.1.2 Выбор технологической схемы водоподготовки

В зависимости от качества воды в источнике, требований к качеству питьевой воды по СанПиН 2.1.4.1074–01, от производительности сооружений,

определяем состав сооружений по очистке природной воды в соответствии с рекомендациями табл. 10 [СП 31.13330.2012].

Для получения наиболее высокого качества воды предусматриваем многоступенчатую систему подготовки, которая состоит из следующих стадий: Микрофильтрация → предварительное обеззараживание гипохлоритом натрия для удаления органических загрязнений, бактерий и микроорганизмов → обработка коагулянтами и флокулянтами для агрегации тонкодисперсных и коллоидных взвешенных веществ и снижения электрохимических сил отталкивания → реагентное осветление и фильтрование в контактных осветлителях → окончательное обеззараживание воды → РЧВ.

Качество воды в источнике и предельно допустимые концентрации представлены в таблице 4.2

Таблица 4.2– Качество воды в источнике

| Наименование природных примесей | Показатели качества исходной воды | Нормативы (ПДК по СанПиН 2.1.4.1074-01) |
|-----------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|
| Мутность, мг/л | 67 | 1,5 |
| Цветность, град. | 40 | 20 |
| Щелочность, мг-экв/л | 1,2 | 6,5 |
| Железо общее, мг/л | 0,49 | 0,3 |
| Хлориды, мг/л | 4,6 | 350 |
| Сульфаты, мг/л | 17,3 | 500 |
| Медь, мг/л | 0,005 | 1,0 |
| Алюминий, мг/л | 0,031 | 0,2 |
| Фосфаты, мг/л | 0,008 | 3,5 |
| Марганец, мг/л | 0,02 | 0,1 |
| Нефтепродукты, мг/л | 0,035 | 0,1 |
| Цинк, мг/л | 0,02 | 5 |
| Минерализация, мг/л | 223,8 | 1000 |
| Азот нитритный, мг/л | 0,002 | 3,3 |
| Азот нитратный, мг/л | 0,05 | 0,17 |
| Азот аммонийный, мг/л | 0,17 | 1,5 |
| БПК ₅ , мг О ₂ /л | 4,5 | 3 |
| Фенолы летучие | 0,002 | 0,001 |
| СПАВ, мг/л | 0,02 | 0,5 |

4.2 Расчет технологических параметров сооружений станции водоочистки для хозяйствственно-питьевых целей

Доза коагулянта бриллиант-50, мг/л, применяется для обесцвечивания воды и определяется по формуле

Найти про него

$$\mathcal{D}_K = 4\sqrt{\mathcal{I}} \text{ мг / л}, \quad (4.3)$$

где D – цветность воды, 40° .

$$D_K = 4\sqrt{40} = 25 \text{ мг/л.}$$

Доза щелочности определяется по формуле

$$D_{u_4} = K \cdot \left(\frac{D_k}{e} - \mathcal{W} + 1 \right) \quad (4.4)$$

где K – коэффициент, определяется природой щелочного реагента (для извести 28);

D_k – доза коагулянта;

e – эквивалентный вес безводного коагулянта, мг/мг.экв , принимаемый для коагулянта на основе алюминия равным 57;

\mathcal{W} – щелочность воды 1,2.

$$D_{u_4} = 28 \cdot \left(\frac{25}{57} - 1,2 + 1 \right) = 6,58 \text{ мг/л.}$$

D_{u_4} положительная, производится подщелачивание воды.

На выходе из смесителя в воду добавляют флокулянт для интенсификации процесса коагуляции.

При обработке воды коагулянтами добавляются флокулянты катионного характера с высокой степенью ионного заряда и средней молекулярной массой. Применяем флокулянт К6651, так как он катионного типа с высокой степенью ионного заряда и средней молекулярной массой,

Доза флокулянта, вводимая перед контактными осветителями 0,1 мг/л.89

4.2.1 Сетчатые барабанные микрофильтры

Сетчатые барабанные микрофильтры применяются для задержания взвешенных примесей и планктона.

Принимаем микрофильтр БС 1,5x1, с производительностью $10000 \text{ м}^3/\text{сум.}$

Диаметр барабана $D=1550 \text{ мм}$, длина $L=1240 \text{ мм}$. Длина камеры $L=2095 \text{ мм}$, ширина $B=2660 \text{ мм}$. Расстояние от оси до дна $l=2064 \text{ мм}$. Микрофильтр имеет 18 фильтрующих элементов. Мощность электродвигателя 1,7 kВт . Масса 1240 кг .

Трубы, подводящие воду на барабанные сетки со скоростью движения воды $V = 1,1 \text{ м/с}$ имеют диаметр $D = 350 \text{ мм}$.

Производительность насоса $Q_{\text{нас}}$, $\text{м}^3/\text{ч}$, рассчитывается на подачу максимального расхода, который равен трем процентам от производительности микрофильтров

$$Q_{\text{нас}} = 0,03 \cdot 408,7 = 12,261 \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (4.5)$$

Напор насоса определяется в зависимости от необходимости создания свободного напора в трубопроводе у разбрызгивателей 10 – 15 м.вод.ст. и потерь напора в промывном устройстве и трубопроводе.

Диаметр промывной трубы принимаем из расчета расхода промывной воды $12,261 \text{ м}^3/\text{ч} = 3,4 \text{ л/с}$ и скорости движения воды не больше $1,5 \text{ м/с}$. Исходя из этого принимаем стальные трубы диаметром $d = 200 \text{ мм}$, скорость $V = 1,19 \text{ м/с}$. После барабанных сеток вода поступает в смеситель.

4.2.2 Оборудование для приготовления растворов реагентов

Для приготовления и хранения растворов реагентов в комплекс станций водоподготовки входят растворные и расходные баки.

В растворных баках происходит перемешивание реагентов с водой путем барботажа или механическими мешалками.

Производительность мешалки для приготовления раствора, кг/ч:

$$q_m = \frac{Q_{oc} \cdot D_\phi}{24 \cdot 1000}, \quad (4.6)$$

где Q_{oc} – производительность очистной станции,

D_ϕ – доза флокулянта, $0,1 \text{ мг/л}$.

$$q_m = \frac{9808,5 \cdot 0,1}{24 \cdot 1000} = 0,04, \text{ кг/ч}$$

4.2.3 Растворение коагулянта сжатым воздухом

Емкость растворного бака:

$$W_p = \frac{Q_{час} \cdot n \cdot D_k}{1000 \cdot B_p \cdot \gamma}, \quad (4.7)$$

где $Q_{час}$ - часовой расход, $\text{м}^3/\text{ч}$;

n - количество часов, на которое заготавливается раствор коагулянта;

B_p - концентрация раствора коагулянта в растворном баке, 10-17%;

γ - объемный вес коагулянта, 1 т/м^3 .

$$W_p = \frac{408,7 \cdot 12 \cdot 25}{10000 \cdot 10 \cdot 1} = 1,226, \text{ м}^3.$$

Емкость расходного бака определяется по формуле

$$W = \frac{W_p \cdot B_p}{B}, \quad (4.8)$$

где B - концентрация раствора коагулянта в расходном баке, принимается равным 4-10%

$$W = \frac{1,226 \cdot 10}{5} = 2,452, \text{ м}^3$$

Определим площадь баков по формуле

$$F = \frac{W}{1,2}, \quad (4.9)$$

где W – емкость бака, по формулам (4.7, 4.8)

Площадь растворного бака:

$$F_1 = \frac{1,226}{1,2} = 1,025, \text{ м}^2$$

Площадь расходного бака:

$$F_2 = \frac{2,452}{1,2} = 2,04 \text{ м}^2.$$

Принимаем: 2 растворных бака емкостью по $1,025 \text{ м}^3$ каждый. Высота бака $1,2 \text{ м}$, длина 1 м и ширина 1 м . 4 расходных бака объемом 2 м^3 каждый, высотой $1,2 \text{ м}$ длиной $1,4$ и шириной $1,4 \text{ м}$.

4.2.4 Воздуходувки и воздухопроводы

Общий расход воздуха определяется по формуле

$$Q_e = F_1 \cdot \omega_1 + F_2 \cdot \omega_2, \quad (4.10)$$

где F_1, F_2 - площади растворных и расходных баков.

ω_1, ω_2 – интенсивность подачи воздуха в растворный и расходный баки, $\omega_1=8-10 \text{ л/с}\cdot\text{м}^2, \omega_2=3-5 \text{ л/с}\cdot\text{м}^2$.

$$Q_e = 1,025 \cdot 9 + 1,964 \cdot 4 = 17,06 \text{ л/c} = 1,02 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

Подбираем воздуходувку по расчетаному расходу воздуха.

Марка воздуходувки ВК – 1,5, подача $1,4 \text{ м}^3/\text{мин}$, длина 1225 мм, ширина 527 мм, высота 990 мм, мощность электродвигателя 7,5 кВт, принимаем одну рабочую и одну резервную.

Скорость движения воздуха в трубопроводе определяем по формуле

$$V = \frac{W}{60 \cdot (p+1) \cdot 0,785 \cdot d^2}, \quad (4.11)$$

где W - производительность воздуходувки, $\text{м}^3/\text{мин}$;

p - давление в трубопроводе, $1,5 \text{ кг/см}^2$;

d - диаметр трубопровода, 30-80 мм.

$$V = \frac{1,4}{60 \cdot (1,5+1) \cdot 0,785 \cdot 0,08^2} = 1,86 \text{ м/с},$$

$$V = 1,86 \text{ м/с} < 15 \text{ м/с.}$$

Вес воздуха, проходящего через трубопровод определяется по формуле

$$G = W \cdot 60 \cdot \gamma \quad (4.12)$$

где W - производительность воздуходувки, $\text{м}^3/\text{мин}$;

γ - удельный вес сухого воздуха, принимаем 1,9.

$$G = 1,4 \cdot 60 \cdot 1,9 = 159,6 \text{ кг/ч.}$$

Потери давления воздуха определяются по формуле

$$P_1 = \frac{12,5 \cdot \beta \cdot G^2 \cdot l}{\gamma \cdot d^5} \quad (4.13)$$

где β - коэффициент сопротивления;

l - длина воздухопровода, м;

d – диаметр труб, м.

$$P_1 = \frac{12,5 \cdot 1,2 \cdot 159,6^2 \cdot 20}{1,9 \cdot 80^5} = 0,001 \text{ кгс/см}^2 = 0,001 \text{ ат.}$$

Потери напора в фасонных частях определяются по формуле

$$P_2 = 0,063 \cdot V^2 \cdot \Sigma \zeta, \quad (4.14)$$

где V - скорость движения воздуха в трубопроводе;

$\Sigma \zeta$ - сумма коэффициентов местного сопротивления, которые находят по формуле

$$\Sigma \zeta = 1,5 \cdot n, \quad (4.15)$$

где n - число колен, равное числу растворных и расходных баков.

$$\Sigma \zeta = 1,5 \cdot 6 = 9,$$

$$P_2 = 0,063 \cdot 1,86^2 \cdot 9 = 1,96 \text{ мм.вод.ст} = 0,000196 \text{ ат.}$$

Суммарные потери напора

$$\Sigma P = P_1 + P_2 \quad (4.16)$$

$$\Sigma P = 0,001 + 0,000196 = 0,0012 \text{ ат.}$$

4.2.5 Суженный участок для ввода реагента

Диаметр участка находим по формуле

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot q}{\pi \cdot V}} \quad (4.17)$$

где q - расход воды, m^3/c ;

V - скорость движения воды, в подводящем водоводе $V_1=1-1,2 \text{ м/с}$, в суженном участке $V_2=2,2-3 \text{ м/с}$.

Диаметр одного подводящего водовода находим по формуле

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,113}{3,14 \cdot 1,17}} = 0,35 \text{ м} = 350 \text{ мм},$$

Диаметр суженного участка

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,113}{3,14 \cdot 2,3}} = 0,25 \text{ м} = 250 \text{ мм.}$$

Динамичное давление воды находим по формуле

$$h_{\text{дин}} = \frac{V^2}{2 \cdot g}, \quad (4.19)$$

где V – то же, что и в формуле (4.18).

В подводящем водоводе

$$h_{\text{дин1}} = \frac{1,17^2}{2 \cdot 9,81} = 0,069 \text{ м},$$

В суженном участке

$$h_{\text{дин2}} = \frac{2,3^2}{2 \cdot 9,81} = 0,269 \text{ м.}$$

Потери напора в суженном участке

$$h_c = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2 \cdot g}, \quad (4.20)$$

$$h_c = \frac{2,3^2 - 1,17^2}{2 \cdot 9,81} = 0,199 \text{ м},$$

Площадь поперечного сечения определяется по формуле

$$f_1 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (4.21)$$

Для подводящего водовода

$$f_1 = \frac{3,14 \cdot 0,35^2}{4} = 0,096 \text{ м},$$

Для суженного участка

$$f_2 = \frac{3,14 \cdot 0,25^2}{4} = 0,05 \text{ м.}$$

(4.22)

Отношение площадей сечений

$$m_1 = \frac{f_1}{f_2},$$

(4.23)

$$m_1 = \frac{0,096}{0,05} = 1,92.$$

Разность отметок уровней воды в пьезометрах

$$\sqrt{h} = \frac{q_c \cdot \sqrt{m_1^2 - 1}}{\mu \cdot f_1 \cdot \sqrt{2 \cdot g}},$$

(4.24)

где $\mu = 0,98$ - коэффициент расхода.

$$\sqrt{h} = \frac{0,113 \cdot \sqrt{1,92^2 - 1}}{0,98 \cdot 0,096 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81}} = 0,44 \text{ м.}$$

4.2.6 Приготовление известкового молока

Выбор технологической схемы известкового хозяйства и приготовление известкового молока зависят как от качества товарного продукта и вида, так и от расхода извести, места ее ввода и т.д.

Емкость бака для приготовления известкового молока находим по формуле

$$W_u = \frac{Q_{час} \cdot n \cdot D_u}{10000 \cdot B_u \cdot \gamma_u},$$

(4.25)

где $Q_{час}$ – расчетный расход воды, $\text{м}^3/\text{ч}$;

n – время, в течение которого изготавливают известковое молоко, 6-12 ч;

D_u – доза извести;

B_u – концентрация известкового молока, 5%;

γ – объемный вес известкового молока, 1 $\text{м}/\text{м}^3$.

$$W_u = \frac{408,7 \cdot 8 \cdot 6,68}{10000 \cdot 5 \cdot 1} = 0,5 \text{ м}^3$$

Принимаем один бак квадратной в плане формы с размерами: ширина $b = 0,8$ м, длина $l = 0,8$ м и высота 0,8 м.

4.2.7 Склады реагентов

Для хранения коагулянтов, рассчитанных на 15-30 суточную наибольшую потребность в реагентах необходимо устройство склада.

Склады расположены у помещения, где установлены баки для приготовления раствора коагулянта.

Площадь склада коагулянтов находится по формуле

$$F_{СКЛ}^K = \frac{Q_{OC} \cdot D_K \cdot T \cdot \alpha}{P_C^K \cdot 10000 \cdot h_K \cdot G_0^K}, \quad (4.26)$$

где D_K - доза коагулянта;

T - продолжительность хранения коагулянта на складе, 15 сут;

α - коэффициент учета дополнительной площадки проходов, 1,15;

P_c^K - содержание безводного продукта в коагулянте, 33,5%;

h_K - высота слоя коагулянта, 2 м;

G_0^K - объемный вес коагулянта при загрузке склада навалом, 1,1 m/m^3 .

$$F_{СКЛ}^K = \frac{9808,5 \cdot 25 \cdot 15 \cdot 1,15}{33,5 \cdot 10000 \cdot 2 \cdot 1,1} = 5,7 \text{ } m^2,$$

Площадь склада извести

$$F_{СКЛ}^H = \frac{Q_{OC} \cdot D_H \cdot T \cdot \alpha}{10000 \cdot P_C^H \cdot h_C^H \cdot G_0^H}, \quad (4.27)$$

где G_0^H - содержание безводного продукта в извести, 1 t/m^3 ;

P_c^H - объемный вес извести при загрузке склада навалом, 50%;

h_C^H - допустимая высота слоя извести на складе, 1,5 м.

$$F_{СКЛ}^H = \frac{9808,5 \cdot 6,68 \cdot 15 \cdot 1,15}{10000 \cdot 50 \cdot 1,5 \cdot 1} = 1,5 \text{ } m^2.$$

4.2.8 Дозирование растворов реагентов

В качестве дозатора реагентов применяем шайбовый дозатор, который относится к напорным дозаторам пропорциональной дозы и приспособлен для дозирования легкорастворимых реагентов. При расчете шайбового дозатора определяем его емкость и диаметр на трубопроводе исходной воды.

Емкость шайбового дозатора находим по формуле

$$W = \frac{0,1 \cdot n \cdot Q_{\text{час}} \cdot D_k}{\beta \cdot \gamma}, \quad (4.28)$$

где n - число часов непрерывной работы дозатора;

β - концентрация раствора реагента, %;

γ - объемный вес раствора реагента, m/m^3 .

$Q_{\text{ч}}$ - часовой расход, $408,7 \text{ м}^3/\text{ч}$,

D_k - доза коагулянта, 25 мг/л .

$$W = \frac{0,1 \cdot 6 \cdot 408,7 \cdot 25}{5 \cdot 1,06 \cdot 1000} = 1,16 \text{ м}^2.$$

Максимальная высота слоя реагента в дозаторе

$$H_1 = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot W}{\pi}}, \quad (4.29)$$

$$H_1 = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 1,16}{3,14}} = 1,8 \text{ м.}$$

Диаметр цилиндрического корпуса дозатора

$$d = \frac{H_1}{2}, \quad (4.30)$$

$$d = \frac{1,8}{2} = 0,9 \text{ м.}$$

Перепад давлений, создаваемый дроссельной шайбой находим по формуле

$$\Delta h = (\gamma - 1) \cdot (H + \frac{100 \cdot H_1}{k}) + 3 \cdot \Sigma h \cdot \zeta, \quad (4.31)$$

где H - высота подачи раствора из дозатора в трубопровод исходной воды, м;

k - точность дозировки, %;

$\Sigma h \cdot \zeta$ - гидравлическое сопротивление, м вод. ст.

$$\Delta h = (1,06 - 1) \cdot \left(5,5 + \frac{100 \cdot 1,8}{10} \right) + 3 \cdot 0,15 = 1,86 \text{ м вод. ст.}$$

Диаметр шайбы

$$d_{uu} = 4,27 \cdot \sqrt{\frac{Q_{vac}}{\alpha \cdot \sqrt{\Delta h}}}, \quad (4.32)$$

$$d_{uu} = 4,27 \cdot \sqrt{\frac{408,7}{0,6 \cdot \sqrt{1,86}}} = 100 \text{ мм.}$$

При расходе воды 0,113 л/с и скорости движения 1,6 м/с, диаметр трубы будет равняться 300 мм, тогда отношение диаметра шайбы и трубопровода

$$m = \left(\frac{d_{uu}}{D}\right)^2, \quad (4.33)$$

$$m = \left(\frac{100}{300}\right)^2 = 0,1 \text{ мм.}$$

4.2.9 Вертикальный (вихревой) смеситель

Смесители предназначены для равномерного распределения реагентов в обрабатываемой воде – в результате происходит благоприятное протекание реакций хлопьеобразования. Вертикальный смеситель применяется на станциях водоочистки средней и большой производительности.

Проектируем один вертикальный смеситель квадратного сечения в плане, с нижней частью пирамидальной формы.

Площадь горизонтального сечения смесителя в верхней части находится по формуле

$$f_6 = \frac{Q_{vac}}{V_B}, \quad (4.34)$$

где V_B - скорость восходящего движения воды, 90-100 м/ч.

$$f_6 = \frac{408,7}{100} = 4,087 \text{ м}^2.$$

Верхнюю часть принимаем квадратной в плане со стороной

$$B_B = \sqrt{f_B}, \quad (4.35)$$

$$B_B = \sqrt{4,087} = 2,02 \text{ м.}$$

Диаметр подводящего трубопровода

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot q}{\pi \cdot V_{\Pi}}}, \quad (4.36)$$

где V_{Π} - скорость в подводящем трубопроводе, 1-1,2 м/с.
 q - расход воды, m^3/c ;

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,113}{3,14 \cdot 1,17}} = 0,35 = 350 \text{ мм.}$$

Так как внешний диаметр подводящего трубопровода равен 377 мм, тогда площадь нижней части смесителя будет определяться по формуле

$$f_h = D^2 = (d + \delta)^2, \quad (4.37)$$

где δ - толщина стенки трубы, м.

$$f_h = D^2 = 0,377^2 = 0,142 \text{ м}^2.$$

Принимаем величину центрального угла $\alpha = 40^\circ$.
Высота нижней пирамидальной части смесителя

$$h_h = 0,5 \cdot (B_B - B_H) \cdot \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}, \quad (4.38)$$

где B_h равен наружному диаметру подводящего трубопровода,
 α - величина центрального угла, 40° .

$$h = 0,5 \cdot (2,02 - 0,377) \cdot 2,747 = 2,26.$$

Объем пирамидальной части смесителя

$$W_H = \frac{1}{3} \cdot h_H \cdot (f_B + f_H + \sqrt{f_B \cdot f_H}), \quad (4.39)$$

$$W_H = \frac{1}{3} \cdot 2,26 (4,087 + 0,142 + \sqrt{4,087 \cdot 0,142}) = 3,76 \text{ м}^3.$$

Полный объем смесителя

$$W = \frac{q_{vac} \cdot t}{60}$$

(4.40)

где t - продолжительность смещивания, мин.

$$W = \frac{408,7 \cdot 1,5}{60} = 10,2 \text{ м}^3.$$

Объем верхней части смесителя

$$W_B = W - W_H = 10,2 - 3,76 = 6,44 \text{ м}^3 \quad (4.41)$$

Высота верхней части смесителя определяется по формуле

$$h_e = \frac{W_e}{f_e}, \quad (4.42)$$

$$h_e = \frac{6,44}{4,087} = 1,6 \text{ м.}$$

Полная высота смесителя определяется по формуле

$$h_o = h_e + h_h, \quad (4.43)$$

$$h_o = 1,6 + 2,26 = 3,86 \text{ м.}$$

4.2.10 Сбор воды периферийным лотком

В верхней части смесителя через затопленные отверстия происходит сбор воды периферийным лотком со скоростью $v=0,6 \text{ м/с.}$

Вода, протекающая по лоткам в направлении бокового кармана, разделяется на два потока, поэтому расчетный расход каждого потока будет определяться по формуле

Расход воды в лотке рассчитывается по формуле

$$Q_l = \frac{q_{vac}}{2} = \frac{408,7}{2} = 204,35 \text{ м}^3/\text{ч.} \quad (4.44)$$

Площадь живого сечения лотка

$$\omega_l = \frac{Q_l}{V_l \cdot 3600}, \quad (4.45)$$

где V_l - скорость движения воды в лотке, м/с.

$$\omega_l = \frac{204,35}{0,6 \cdot 3600} = 0,095 \text{ м}^2.$$

Высота слоя воды в лотке

$$h_l = \frac{\omega_l}{B_l}, \quad (4.46)$$

где B_l - ширина лотка, м; уклон дна лотка принимаем $i=0,02$.

$$h_l = \frac{0,095}{0,02} = 4,75 \text{ м.}$$

Площадь затопления отверстий в стенках лотка

$$F_o = \frac{q_{ac}}{V_o \cdot 3600}, \quad (4.47)$$

где V_0 - скорость движения воды через отверстия, 1 м/с.

$$F_o = \frac{408,7}{1 \cdot 3600} = 0,114 \text{ м}^2.$$

Площадь одного отверстия

$$f_o = \frac{\pi \cdot d_o^2}{4}, \quad (4.48)$$

где d_0 - диаметр отверстия, м.

$$f_o = \frac{3,14 \cdot 0,08^2}{4} = 0,00502 \text{ м}^2.$$

Найдем количество отверстий:

$$n_o = \frac{F_o}{f_o} = \frac{0,114}{0,00502} = 23 \text{ отв.} \quad (4.49)$$

Отверстия размещаются по боковой поверхности лотка на глубине $h_0=110 \text{ мм}$ от верхней кромки лотка до оси отверстия.

Внутренний периметр лотка определяем по формуле

$$P_{\pi} = 4 \cdot [B_B - 2(B_{\pi} + 0,06)] \quad (4.50)$$

$$P_{\pi} = 4 \cdot [2,02 - 2(0,27 + 0,06)] = 5,44 \text{ м}$$

Шаг оси отверстий

$$l_o = \frac{P_{\pi}}{n_o}, \quad (4.51)$$

$$l_o = \frac{5,44}{23} = 0,24 \text{ м.}$$

Расстояние между отверстиями

$$l = l_o - d_o,$$

$$l = 0,24 - 0,08 = 0,16 \text{ м.} \quad (4.52)$$

Секундный расход воды, протекающий по трубе для подачи в контактный осветлитель $q_{сек} = 0,113 \text{ л/с.}$ Скорость в этом трубопроводе должна быть от 0,8 до 1 м/с. , а время пребывания не более 2 мин. Принимаем стальной трубопровод диаметром наружным 426 мм, при скорости движения воды 0,9 м/с.

4.2.11 Расчет контактного осветлителя

Контактные осветлители предназначены для осветления воды и обесцвечивания, основаны на принципе контактной коагуляции и совмещают функции камеры хлопьеобразования, отстойника и скорого фильтра.

Контактный осветлитель заполнен сверху слоем песка с крупностью зерен 0,5-2 мм и толщиной слоя 2 м, а снизу гравием с крупностью зерен 2-4 мм и толщиной слоя 50 мм. Вода проходит через слои загрузки осветлителя снизу вверх в направлении убывающей крупности зерен.

Входная камера необходима для того, чтобы исключить попадание в распределительную систему и зернистую загрузку водорослей и крупной взвеси.

При суточной производительности контактных осветлителей $Q_{\text{сут}} = 9808,5 \text{ м}^3/\text{сут}$, объем входной камеры будет равен

$$W_{\text{вх.к}} = \frac{Q_{\text{сум}} \cdot t}{24 \cdot 60}, \quad (4.53)$$

где $t = 2 \text{ мин}$ – время пребывания воды во входной камере.

$$W_{\text{вх.к}} = \frac{9808,5 \cdot 2}{24 \cdot 60} = 13,62 \text{ м}^3.$$

Площадь камеры находим по формуле

$$F_{\text{вх.к}} = \frac{W_{\text{вх.к}}}{h_{\text{вх.к}}},$$

$$F_{\text{вх.к}} = \frac{13,62}{2} = 6,81 \text{ м}^2 \quad (4.54)$$

Принимаем две входные камеры глубиной 2 м, площадью 3x2,3м. В камерах устанавливают вертикальные сетки с отверстиями 2-4 мм. При скорости воды через сетки 0,25 м/с, тогда

Рабочая площадь сеток будет определяться по формуле

$$F_c = \frac{Q_u}{3600 \cdot V_o}, \quad (4.55)$$

$$F_c = \frac{408,7}{3600 \cdot 0,25} = 0,454 \text{ м}^2.$$

Находим высоту конической части камеры по формуле

$$h_{\text{кон}} = \frac{B}{2} \cdot \operatorname{ctg} \cdot (90 - 50), \quad (4.56)$$

где B - ширина камеры, м

$$h_{\text{кон}} = \frac{2,3}{2} \cdot 1,192 = 1,4 \text{ м.}$$

Полная высота камеры определяется по формуле

$$H = h_{\text{бх.к}} + h_{\text{кон}}, \\ H = 2+1,4=3,4 \text{ м.} \quad (4.57)$$

Площадь контактного осветлителя находим по формуле

$$F = \frac{Q_{\text{сум}}}{T \cdot V_{\text{п.н}} - 3,6 \cdot n \cdot \omega \cdot t_1 - n \cdot t_2 \cdot V_{\text{п.н}} - n \cdot t_3 \cdot V_{\text{п.н}}}, \quad (4.58)$$

F

где $T = 24$ ч; $\omega = 18 \frac{\text{л}}{\text{м}^2}$ - интенсивность промывки; $n = 1$; $t_1 = 0,133$ ч; $t_2 = 0,33$ ч; $t_3 = 0,17$ ч; $V_{\text{п.н}} = 5 \text{ м}/\text{ч}$.

$$F = \frac{9808,5}{24 \cdot 5 - 3,6 \cdot 1 \cdot 18 \cdot 0,133 - 1 \cdot 0,33 \cdot 5 - 1 \cdot 0,17 \cdot 5} = 90 \text{ м}^2,$$

Принимаем по типовому проекту 4 контактных осветлителей (3 рабочих, 1 резервный), площадью $f_{\text{к.о}}=35 \text{ м}^2$, размерами 5x7 м каждый в плане. Один осветлитель имеет два отделения, с размерами 5,0x3,1 м, площадью сечения 15,5 м^2 каждый.

Проверяем скорость восходящего потока воды при форсированном режиме эксплуатации

$$V_{\text{пф}} = V_{\text{пн}} \cdot \frac{N}{N-1}, \quad (4.59)$$

где $V_{\text{пн}} = 5 \text{ м}/\text{ч}$; 1 – количество осветлителей, находящихся в ремонте.

$$V_{\text{пф}} = 5 \cdot \frac{3}{3-1} = 7,5 \text{ м}/\text{с}.$$

Трубчатая распределительная система

Расход промывной воды на один контактный осветлитель

$$q_{np} = f_{\text{к.о}} \cdot \omega, \quad (4.60)$$

где $\omega = 18 - 20 \text{ л}/\text{с} \cdot \text{м}^2$ - интенсивность промывки.

$$q_{np} = 35 \cdot 18 = 630 \text{ л}/\text{с} = 0,63 \text{ м}^3/\text{с}.$$

На один коллектор распределительной системы контактного осветлителя приходится расход промывной воды по формуле

$$q_{\text{кол}} = \frac{q_{np}}{2}, \quad (4.61)$$

$$q_{\text{кол}} = \frac{0,63}{2} = 0,315 \text{ м}^3 / \text{с} = 315 \text{ л/с.}$$

Диаметр коллектора определяем по формуле

$$d_{\text{кол}} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{\text{кол}}}{\pi \cdot v_{\text{кол}}}}, \quad (4.62)$$

где $V_{\text{кол}} = 0,8 - 1,2 \text{ м/с}$ - скорость движения воды при промывке.

$$d_{\text{кол}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,315}{3,14 \cdot 1,15}} = 0,6 = 600 \text{ мм.}$$

Найдем длину ответвления

$$L_{\text{отв}} = (L_{\text{кол}} - D_{\text{кол}}) / 2, \quad (4.63)$$

где $L_{\text{кол}}$ длина коллектора, 5 м.

$D_{\text{кол}}$ – наружный диаметр коллектора, 0,63 м.

$$L_{\text{отв}} = (5,0 - 0,63) / 2 = 2,18 \text{ м.}$$

Число ответвлений будет определяться по формуле

$$m = 2 \cdot \left(\frac{B_{\text{ко}}}{l} \right), \quad (4.64)$$

где $l = 0,25 - 0,35 \text{ м}$ - шаг оси ответвлений.

$$m = 2 \cdot \left(\frac{3,1}{0,3} \right) = 21 \text{ шт.}$$

Найдем расход промывной воды на одно ответвление

$$q_{om\delta} = \frac{q_{kol}}{m}, \quad (4.65)$$

$$q_{om\delta} = \frac{315}{21} = 15 \text{ л/с.}$$

Число отверстий ответвления определяется по формуле

$$n = \frac{\alpha \cdot F_{om\delta}}{m \cdot f_o}, \quad (4.66)$$

где отношение α площади всех отверстий распределительной системы к площади осветлителя равен 0,2%. Диаметр отверстий принимается 10 мм.

$$n = \frac{0,002 \cdot 15,5}{21 \cdot 0,785 \cdot 0,01^2} = 19 \text{ шт},$$

Диаметр ответвлений находится по формуле

$$D_{om\delta} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{om\delta}}{\pi \cdot V_{om\delta}}}, \quad (4.67)$$

где $V_{om\delta} = 1,8 - 2 \text{ м/с}$ - допустимая скорость в трубопроводах распределительной системы.

$$D_{om\delta} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,015}{3,14 \cdot 1,9}} = 0,10 \text{ м} = 100 \text{ мм},$$

Шаг оси ответвлений равен:

$$l = \frac{l_{om\delta}}{n}, \quad (4.68)$$

Рекомендуется принимать в пределах от 80 до 120 мм.

$$l = \frac{2180}{19} = 115 \text{ мм.}$$

Расход промывной воды на один желоб определяется по формуле

$$q_{\mathcal{K}} = \frac{q_{np}}{n_{\mathcal{K}}},$$

$$q_{\text{ж}} = \frac{0,63}{6} = 0,105 \text{ м}^3 / \text{s}, \quad (4.69)$$

где $n_{\text{ж}} = 2 - 6$ – количество желобов.

Определяем расстояние между осями желобов

$$l_{\text{ж}} = \frac{5}{3} = 1,7 \text{ м.}$$

Ширина желоба определяется по формуле

$$B = K \cdot \sqrt[5]{\frac{q_{\text{ж}}^2}{(1,57 + a^3)}}, \quad (4.70)$$

где $K = 2$ – коэффициент, принимается для желобов с полукруглым основанием;
 $a = 1 - 1,5$ - отношение высоты прямоугольной части желоба к половине его ширины.

$$B = 2 \cdot \sqrt[5]{\frac{0,105^2}{(1,57 + 1,5)^3}} = 0,41 \text{ м.}$$

Принимаем ширину желоба $B = 0,42 \text{ м}$, конструктивную высоту $h_{\text{ж}} = 0,60 \text{ м}$, скорость движения воды в конце желоба $v = 0,60 \text{ м}$.

Высота кромки желоба над поверхностью контактного осветителя находим по формуле

$$\Delta h = \frac{H_{\phi} \cdot e}{100} + 0,3, \quad (4.71)$$

где e – относительное расширение загрузки.

$$\Delta h = \frac{2 \cdot 25}{100} + 0,3 = 0,8 \text{ м.}$$

Расход воды на промывку фильтра будет определяться по формуле

$$P = \frac{\omega \cdot f_{\kappa} \cdot t_1 \cdot 60 \cdot N_{\pi}}{Q_u \cdot T_p \cdot 1000} \cdot 100\%, \quad (4.72)$$

где f_k - площадь осветлителя; N_l - количество осветлителей;

T_p – продолжительность работы фильтра между двумя промывками, находится по формуле

$$T_p = T_o - (t_1 + t_2 + t_3), \quad (4.73)$$

где $T_0 = 8 - 12$ ч – продолжительность рабочего фильтроцикла;

$t_1 = 0,1$ ч - продолжительность промывки;

$t_2 = 0,33$ ч – время простоя фильтра в связи с промывкой;

$t_3 = 0,17$ ч - продолжительность сброса первого фильтра в сток.

$$T_p = 8 - (0,1 + 0,33 + 0,17) = 6,5 \text{ ч.}$$

$$P = \frac{18 \cdot 35 \cdot 8 \cdot 60 \cdot 8}{111259 \cdot 6,5 \cdot 1000} \cdot 100\% = 33,45\%.$$

Найдем расстояние от дна желоба до дна сборного канала

$$H_{kan} = 1,73 \cdot \sqrt[3]{\frac{q_{kan}^2}{g \cdot b_{kan}^2}} + 0,2, \quad (4.74)$$

где q_{kan} - расход воды в канале в $\text{м}^3/\text{с}$, принимаемый равный $0,63 \text{ м}^3/\text{с}$;

b_{kan} - минимальная допустимая ширина канала, принимаемой равной $0,7 \text{ м}$;
 $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

$$H_{kan} = 1,73 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,63^2}{9,81 \cdot 0,7^2}} + 0,2 = 0,95 \text{ м.}$$

Скорость движения воды в конце сборного канала при размерах его поперечного сечения $f_{kan} = 0,95 \cdot 0,7 = 0,67 \text{ м}^2$, и $q_{np} = q_{kan}$ составит

$$v_{kan} = \frac{q_{kan}}{f_{kan}}, \quad (4.75)$$

$$v_{kan} = \frac{0,63}{0,67} = 0,94 \text{ м/с.}$$

Полученная скорость больше минимально допустимой скорости при форсированном режиме $V_{kan} = 0,8 \text{ м/с}$.

Потери напора при промывке контактного осветлителя

Потери напора складываются из следующих величин:

Потери напора в отверстиях труб распределительной системы осветлителя, определяют по формуле

$$h_{p.c} = \left(\frac{2,2}{\alpha^2} + 1 \right) \cdot \frac{v_{kol}^2}{2g} + \frac{v_{p.m}^2}{2g}, \text{ м,} \quad (4.76)$$

где v_{kol} —скорость движения воды в коллекторе, 1,15 м/с;

$v_{p.m}$ —то же, в распределительных трубах, 1,9 м/с;

α —отношение суммы площадей всех отверстий распределительной системы к площади сечения коллектора, определяется по формуле

$$\alpha = \frac{\sum f_{otv}}{F_{kol}}, \quad (4.77)$$

$$\alpha = \frac{0,0875}{0,298} = 0,3,$$

$$h_{p.c.} = \left(\frac{2,2}{0,3^2} + 1 \right) \cdot \frac{1,15^2}{2 \cdot 9,81} + \frac{1,9^2}{2 \cdot 9,81} = 1,89 \text{ м}$$

Потери напора в фильтрующем слое, определяют по формуле

$$h_\phi = (a + b \cdot \omega) \cdot H_\phi \quad (4.78)$$

где $\omega = 18 \text{ л/с м}^2$ — интенсивность промывки;

$b=0,017$; $a = 0,76$ — параметры для керамзита с крупностью зерен 0,5 – 1 мм.

$H_\phi = 2 \text{ м}$ — высота фильтрующего слоя.

$$h_\phi = (0,76 + 0,017 \cdot 18) \cdot 2 = 2,13 \text{ м.}$$

Потери напора в гравийных поддерживающих слоях, определяют по формуле

$$h_{nc} = 0,022 \cdot H_{nc} \cdot \omega \quad (4.79)$$

где $H_{n.c.} = 0,5 \text{ м}$ — высота поддерживающего слоя

$$h_{nc} = 0,022 \cdot 0,5 \cdot 18 = 0,198 \text{ м.}$$

Потери напора в трубопроводе, подводящем промывную воду к общему коллектору распределительной системы при длине трубопровода 100 м, расходе промывной воды 315 л/с и диаметре трубопровода 600 мм, уклон $i=0,0023$.

$$h_{PT} = i \cdot l, \quad (4.80)$$

$$h_{PT} = 0,0023 \cdot 100 = 0,23 \text{ м.}$$

Потери напора на образование скорости во всасывающем и напорном трубопроводах насоса для подачи промывной воды

$$h_{HT} = \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad (4.81)$$

Каждый из центробежных насосов, работающих одновременно, подает 50% расхода промывной воды, т.е. 160 л/с, скорость в патрубках насоса при $d=300$ мм составит $V=2,12$ м/с.

$$h_{HT} = \frac{2,12^2}{2 \cdot 9,81} = 0,23 \text{ м.}$$

Потери напора на местные сопротивления в арматуре и фасонных частях определяются по формуле

$$h_{m.c.} = \sum \zeta \cdot h_{MC} = \sum \zeta \cdot \frac{V_{kol}^2}{2g} \quad (4.82)$$

где $\sum \zeta = \zeta_1 + \zeta_2 + \zeta_3 + \zeta_4$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений:

$\zeta_1 = 0,984$ – для колена;

$\zeta_2 = 0,26$ – для задвижек;

$\zeta_3 = 0,5$ – для входа во всасывающую трубу;

$\zeta_4 = 0,92$ – для тройника.

$$h_{m.c.} = \sum (0,984 + 0,26 + 0,5 + 0,92) \cdot \frac{1,15^2}{2 \cdot 9,81} = 0,18 \text{ м.}$$

Полная величина потерь напора при промывке контактного осветлителя составляет

$$\Sigma h = h_{PC} + h_{\Phi} + h_{PC} + h_{PT} + h_{HT} + h_{MC}, \quad (4.83)$$

$$\Sigma h = 1,89 + 2,13 + 0,198 + 0,23 + 0,23 + 0,18 = 4,86 \text{ м.}$$

Геометрическая высота подъема воды h_g от дна резервуара чистой воды до верхней кромки желобов над осветителем будет определяться по формуле

$$h_g = \Delta h_{ж} + H_\phi + 4,5 \quad (4.84)$$

где $\Delta h_{ж}$ м — высота кромки желоба над поверхностью осветителя;

$H_\phi = 2$ м — высота загрузки осветителя;

4,5 м — глубина воды в резервуаре.

$$h_g = 0,8 + 2 + 4,5 = 7,3 \text{ м.}$$

Напор насоса при промывке осветителя, равен

$$H = h_g + \Sigma h + h_{з.н}, \quad (4.85)$$

где $h_{з.н}=1,5$ м — запас напора.

$$h_g = 7,3 + 4,86 + 1,5 = 13,66 \text{ м.}$$

При напоре 13,66 м и подаче воды в количестве 1134 м³/ч принимаем горизонтальный центробежный двухстороннего входа одноступенчатый насос марки Д2000-21А2-92-8 с диаметром рабочего колеса 425 мм, напряжением 380 В и мощностью электродвигателя 55 кВт.

Насос предназначен для перекачивания чистых или немного замутненных жидкостей, неагрессивных по отношению к материалу деталей, без абразивных или длинноволокнистых включений. Устанавливаем 1 рабочий и 1 резервный насос.

4.2.12 Обеззараживание

Обеззараживание — это уничтожение патогенных бактерий и других микроорганизмов. Применяем обеззараживание гипохлоритом натрия (NaClO), получаемого путем электролиза поваренной соли, с дозой 2 мг/л.

Расчетный часовой расход активного хлора для хлорирования воды при дозе хлора $D_{Сl}'=2$ мг/л составит

$$Q_{хл}' = \frac{Q_{сум} \cdot D_{хл}'}{24 \cdot 1000}. \quad (4.86)$$

$$Q_{хл}' = \frac{9808,5 \cdot 2}{24 \cdot 1000} = 0,8 \text{ кг/ч}$$

Расход соли на получение 1 кг активного хлора составляет 3 кг NaCl, для получения 0,8 кг активного хлора необходимо 2,4 кг NaCl в час.

Получение гипохлорита натрия производится на электролизере марки МБЭ – 5, который предназначен для осуществления процесса электрохимического разложения поваренной соли с получением в качестве дезинфицирующего агента хлорной воды с содержанием диоксида хлора. Габариты электролизера: длина – 0,59 м, ширина – 0,43 м и высота – 1,382 м.

5 Оценка воздействия систем водоснабжения из поверхностного источника на окружающую природную среду

5.1 Характеристика проектируемого объекта

В соответствии с проектом планировки города расчетное количество населения принято: 23000 человек. Здания оборудованы внутренним водопроводом, канализацией и централизованным горячим водоснабжением.

Расчетные расходы воды на хозяйствственно-питьевые нужды населения и на полив определены по действующим нормам водопотребления и расчетной численности населения.

Суммарное водопотребление по городу составит 9808,5 м³/сут = 0,113 м³/с.

5.2 Характеристика источника водоснабжения

Источник водоснабжения озеро Самсонкино площадью водосбора 8,4 км², длина озера 1750 м, ширина 600 - 700 м, глубина 4,5 - 17 м, объем полный 2448 тыс.м³, площадь зеркала 555 тыс. м².

Ледяной покров озера весьма неравномерный, что объясняется спецификой его формирования, неравномерностью снежного покрова и наледеобразованием. Нарастание толщины льда происходит с момента ледостава (октябрь) до мая. Минимальный горизонт в озере наблюдается в марте - апреле. Они отражают зимнюю межень. Пик половодья наступает в середине мая - начале июня. Питание озера происходит за счет таяния снега на площади водосбора и дождей.

Оценка качества воды поверхностного источника произведена в соответствии с СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод», Минздрав России 2000 г., ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйствственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». М.: Минздрав России , 2003.

Данные по качеству воды источника приведены в таблице 5.1

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

| Показатели | Единицы измерения | Качество воды в озере | Нормативные требования к водоемам хозяйственно-питьевого назначения | | |
|------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | ПДК, мг/л | ЛПВ | Класс опасности |
| Общие требования к составу и свойствам воды | | | | | |
| Взвешенные вещества | мг/л | 250 | | | не нормируется |
| Плавающие примеси | | отсутствие | | | отсутствие |
| Окраска | см | 55 | | | не должна обнаруживаться в столбике 20 см |
| Запахи | балл | 2 | | | не должна приобретать запах интенсивностью более 2 баллов непосредственно или при последующем хлорировании или других способах обработки |
| Температура | °C | 12 | | | не должна повышаться более чем на 3 °C по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет |
| Водородный показатель (рН) | | 7,5 | | | не должен выходить за пределы 6,5-8,5 |
| Минерализация воды | мг/л | 123 | 1000 | - | - |
| Растворенный Кислород | мг О ₂ /л | 6,08 | Не менее 4 | - | - |
| Биохимическое потребление кислорода (БПК ₅) | мг О ₂ /л | 1,5 | 3 | - | - |
| Химическое потребление кислорода (бихроматная окисляемость), ХПК | мг О ₂ /л | 6,7 | 15 | - | - |
| Химические вещества | | | | | |
| Железо общее | мг/л | 0,49 | 0,3 | о/л | 3 |
| Медь | мг/л | 0,005 | 1,0 | о/л | 3 |

Продолжение таблицы 5.1

| | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------------------------------|------|---|
| Алюминий | мг/л | 0,031 | 0,2 | с//т | 2 |
| Фосфаты | мг/л | 0,008 | 3,5 | о/л | 4 |
| Хлориды | мг/л | 4,6 | 350 | о/л | 4 |
| Сульфаты | мг/л | 17,3 | 500 | о/л | 4 |
| Фенолы | мг/л | 0,002 | 0,001 | о/л | 4 |
| СПАВ | мг/л | 0,02 | 0,5 | о/л | 4 |
| Марганец | мг/л | 0,02 | 0,1 | о/л | 3 |
| Нефтепродукты | мг/л | 0,035 | 0,1 | о/л | 4 |
| Цинк | мг/л | 0,02 | 5 | о/л | 3 |
| Азот нитритный | мг/л | 0,002 | 3,3 | с/т | 2 |
| Азот нитратный | мг/л | 0,05 | 0,17 | с/т | 3 |
| Азот аммонийный | мг/л | 0,17 | 1,5 | с/т | 3 |
| Бактериологические показатели | | | | | |
| Возбудители кишечных инфекций | | Отсутствие | отсутствие | | |
| Жизнеспособные яйца гельминтов (аскарид, власоглав, токсокар, фасциол), онкосферы тениид и жизнеспособные цисты патогенных кишечных простейших | | Отсутствие | Не должны содержаться в 25 л воды | | |
| Термотolerантные колiformные бактерии | KOE/100мл | 12 | Не более 100 | | |
| Общие колiformные бактерии | KOE/100мл | 18 | Не более 1000 | | |
| Колифаги | БОЕ/100мл | 4 | Не более 10 | | |
| Радиационные показатели | | | | | |
| Суммарная объемная активность радионуклидов при совместном присутствии | | | $\sum(A_i / YBi) \leq 1$ | | |

Качество воды (таблица 5.1) оценено в соответствии с санитарными требованиями к водоемам хозяйственно-питьевого назначения по условиям:

1. $C_i \leq ПДК_i^{ХП}$ для веществ к 3 и 4 классу опасности (превышение санитарных норм по фенолам и нефтепродуктам).

2. $\sum_{i=1}^N \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1$ для веществ 1-го и 2-го классов (азот нитритный, алюминий), относящихся к одному лимитирующему показателю вредности (ЛПВ).

$$\frac{0,031}{0,2} + \frac{0,02}{3,3} = 0,16 < 1.$$

Вывод: качество воды в водном объекте не соответствует требованиям, предъявляемым к водоемам хозяйственно-питьевого назначения. Наблюдается превышение санитарных норм по нефтепродуктам и фенолам.

В соответствии с ГОСТ 2761-84* «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора» от 27 ноября 1984 г. №4013, установлен класс источника водоснабжения с учетом его санитарной надежности и возможности получения питьевой воды (источник относится ко 2 классу) и оценена пригодность данного источника для целей водоснабжения. В зависимости от установленного класса источника подобран метод обработки воды.

Объект может быть использован в качестве источника хозяйственно-питьевого назначения, после осветления, обесцвечивания, а также окисления и обеззараживание.

Качество воды после обработки должно соответствовать требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. контроль качества». Минздрав России. М.: 2002г., 103 с. 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 | Единицы измерения | Качество воды в озере | Нормативные требования к качеству питьевой воды | | |
|-------------------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------------------------------------|-----|-----------------|
| | | | ПДК, мг/л | ЛПВ | Класс опасности |
| Обобщенные показатели | | | | | |
| Водородный показатель | единицы рН | 7,5 | в пределах 6-9 | | |
| Общая минерализация (сухой остаток) | мг/л | 123 | 1000 | | |

Продолжение таблицы 5.2

| | | | | | |
|------------------------------------------------------|-----------|-------|------|-------|---|
| Жесткость общая | мг-экв./л | 2,1 | 7,0 | | |
| Окисляемость перманганатная | мг/л | 4,2 | 5,0 | | |
| Нефтепродукты | мг/л | 0,9 | 0,1 | | |
| Поверхностно-активные вещества (ПАВ), анионоактивные | мг/л | 0,01 | 0,5 | | |
| Фенольный индекс | мг/л | 0,006 | 0,25 | | |
| Неорганические вещества | | | | | |
| Алюминий (Al^{3+}) | мг/л | 0,031 | 0,2 | с.-т. | 2 |
| Железо (Fe) | мг/л | 0,49 | 0,3 | орг. | 3 |
| Марганец (Mn) | мг/л | 0,02 | 0,1 | орг. | 3 |
| Медь (Cu, суммарно) | мг/л | 0,005 | 1,0 | -"- | 3 |
| Нитраты (по NO_3^-) | мг/л | 0,05 | 0,17 | с.-т. | 3 |
| Сульфаты (SO_4^{2-}) | мг/л | 17,3 | 500 | орг. | 4 |
| Хлориды (Cl^-) | мг/л | 4,6 | 350 | орг. | 4 |
| Фосфаты | мг/л | 0,008 | 3,5 | о/л | 4 |
| Нитриты (по NO_2^-) | мг/л | 0,002 | 3,3 | с/т | 2 |
| Аммоний (по NH_4^+) | мг/л | 0,17 | 1,5 | с/т | 3 |
| Цинк (Zn^{2+}) | мг/л | 0,02 | 5,0 | орг. | 3 |

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 реке | Нормативы |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------|-------------|
| микробиологические и паразитологические показатели | | | |
| Термотolerантные колiformные бактерии | Число бактерий в 100 мл | Отсутствие | Отсутствие |
| Общие колiformные бактерии | Число бактерий в 100 мл | Отсутствие | Отсутствие |
| Общее микробное число | Число образующих колоний бактерий в 1 мл | | Не более 50 |

Продолжение таблицы 5.3

| | | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------|------------|
| 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 | | | |
| Запах | баллы | 2 | 2 |
| Привкус | -"- | 2 | 2 |
| Цветность | градусы | 55 | 20 |
| Мутность | ЕМФ (единицы мутности по формазину) или мг/л (по каолину) | 250 | 2,6 1,5 |
| Радиологические показатели | | | |
| Общая α -радиоактивность | Бк/л | Отсутствие | 0,1 |
| Общая β -радиоактивность | Бк/л | Отсутствие | 1,0 |

Для получения качества воды в соответствии с нормативными требованиями выбрана схема: первичное окисление в озонаторных, осветление на осветителях со взвешенным слоем осадка, фильтрование на скорых зернистых фильтрах, вторичное обеззараживание гипохлоритом натрия, получаемый электролитическим путем.

5.3 Технологическая схема водоподготовки

Схема водоподготовки включает следующие процессы: окисление, осветление, обесцвечивание и обеззараживание.

Для обесцвечивания и осветления предусмотрено коагулирование бриллиантом-50 с дозой 25 мг/л и флокулирование К6651 с дозой 0,1 мг/л, обеззараживание – гипохлоритом натрия, получаемый электролизным путем.

5.4 Технология водоподготовки с точки зрения возможного антропогенного воздействия на природную среду

В результате водоподготовки происходит воздействие на водный объект за счет изъятия воды.

Изъятие воды приводит к изменению пропуска воды, скорости потока и другим гидрологическим показаниям водотока.

В результате технологического процесса образуются:

- жидкие отходы (промывные воды фильтров);
- газообразные отходы, поступающие в атмосферный воздух в результате озонирования и хлорирования;
- твердые отходы (гидроокисные шламы водоочистки).

5.5 Качественная оценка антропогенного воздействия

Требуемая производительность водозаборных сооружений определена по удельным нормативам водопотребления с учетом степени благоустройства населенного пункта (суммарное водопотребление по городу составит 9808,5 м³/сут = 0,113 м³/).

5.5.1 Оценка гидравлической нагрузки на водный объект водозабором

Допустимая гидравлическая нагрузка на водный объект (до 20-25 %) состоит в обеспечении санитарного пропуска воды после забора, который не должен быть менее 75 %.

Величина фактического санитарного пропуска:

$$P_{\text{вид}} = (Q_p - Q_b) / Q_p \cdot 100 \%, \quad (5.1)$$

где Q_p – минимальный среднемесячный расход речной воды, м³/с;

Q_b – производительность водозаборных сооружений, м³/с.

$$P_{\text{вид.}} = (2448000 - 9808,5) / 2448000 \cdot 100 \% = 99,6 \%$$

Вывод: гидравлическая нагрузка на водный объект не превышает допустимых норм по санитарному пропуску воды и составляет 2,01 %.

5.5.2 Оценка воздействия на атмосферный воздух

В результате предварительного окисления воды обеззараживанием гипохлоритом натрия происходит попадание в атмосферный воздух вредных газообразных компонентов.

Расчет загрязнения атмосферы выбросами произведен по Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий, ОНД-86. ГОСКОМГИДРОМЕТ.

При расчете определены следующие показатели:

валовые выбросы загрязняющих веществ (потери при технологическом процессе);

максимальную приземную концентрацию;

расстояние, на котором устанавливается максимальная приземная концентрация;

расстояние, на котором устанавливается приземная концентрация, не превышающая санитарных норм;

нормативный размер санитарно-защитной зоны;

концентрацию загрязнений на границе санитарно-защитной зоны;

зону воздействия.

5.5.3 Расчет валовых выбросов загрязняющих веществ

Масса выбрасываемого вредного вещества (M) принимается из учета нормативных потерь. Нормативные потери при озонировании и обеззараживании гипохлоритом натрия при электролитическом получении 5% от расхода хлора ($g/\text{ч}$).

Гипохлорит натрия используется для обеззараживания воды по технологии, получаемый электролитическим путем, который может попадать в атмосферный воздух с выбросами вентиляционной системы хлораторной.

Расход хлора – 0,8 кг/ч.

Потери хлора:

$$M_x = 5 \cdot P_x / 100 = 5 \cdot 0,8 / 100 = 0,04 \text{ кг/ч} = 0,01 \text{ г/с.} \quad (5.2)$$

5.5.4 Расчет максимальной приземной концентрации

Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества $\text{мг}/\text{м}^3$, при неблагоприятных метеорологических условиях:

$$C_{\text{м}} = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} \quad (5.3)$$

где A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы и определяющий условия вертикального и горизонтального рассеивания веществ, $\text{с}^{2/3} \text{ мг град}^{1/3} / \text{г}$ (для неблагоприятных метеорологических условий районов Сибири = 200);

M – масса выбрасываемого вредного вещества, г/с ;

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе, для газообразных веществ, 1;

m, n – коэффициенты, учитывающие условия выхода газовоздушной смеси из устья источника выбросов;

V_1 – расход газовоздушной смеси, $\text{м}^3/\text{с}$;

Объем выброса принимаем из расчета 6-ти кратного вентиляционного воздухообмена, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Объем хлораторной (V_x) принимается по типовому проекту в зависимости от производительности по хлору.

При требуемом расходе хлора 0,8 кг/ч объем хлораторной составляет 450 м³, площадь помещения 9×6 м.

Объем вентиляционного выброса (V) из расчета 6-ти кратного воздухообмена в хлораторной:

$$V_1 = 6 \cdot 450 = 2700 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,75 \text{ м}^3/\text{с}$$

Высота источника выбросов (H) принимается из условия, что газовыбросная труба превышает конек крыши хлораторной на 1,5-2 м.

Для хлорирования:

$$H = 450 / (9 \cdot 6) + 2 = 10,3 \text{ м.}$$

Коэффициент m определяется в зависимости от K ,

Для хлорирования:

$$K = 10^3 \cdot \frac{w_0 \cdot D}{H^2} = 15,01 \quad (5.4)$$

где D – эквивалентный диаметр устья источника выбросов, м.

Диаметр устья выброса (D) – принимается 600-800мм; w_0 - скорость выхода газовоздушной смеси, м/с;

Для хлорирования:

$$w_0 = \frac{4 \cdot V_1}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,75}{3,14 \cdot 0,6^2} = 2,65 \text{ м/с} \quad (5.5)$$

при $K < 100$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{k} + 0,34\sqrt[3]{k}}, \quad (5.6)$$

Для хлорирования:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{k} + 0,34\sqrt[3]{k}} = 0,53.$$

Коэффициент n определить в зависимости от V_m .

Для хлорирования:

$$V_M = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V \cdot \Delta T}{H}} = 0,54, \quad (5.7)$$

при $0,5 \leq V_M < 2$;

$$n = 0,532 \cdot V_M^2 - 2,13 \cdot V_M + 3,13 \quad (5.8)$$

Для хлорирования:

$$n = 0,532 \cdot 0,54^2 - 2,13 \cdot 0,54 + 3,13 = 2,14$$

Максимально приземная концентрация хлора:

$$C_m = \frac{200 \cdot 0,01 \cdot 0,34 \cdot 1,64}{9,7^2 \cdot \sqrt[3]{3,25 \cdot 8}} = 0,004 \text{ мг/м}^3, \quad 0,004 < 0,03 \text{ мг/м}^3$$

ПДК_{MP} для хлора равна 0,1 мг/м³; среднесуточная – 0,03 мг/м³.

Вывод: Максимальная приземная концентрация не превышает санитарные нормы и не требуется обезвреживание вентиляционных выбросов хлораторной или других мероприятий по снижению выбросов.

5.5.5 Расстояние, на котором устанавливается максимальная приземная концентрация

Расстояние, на котором устанавливается максимальная приземная концентрация определить по формуле, м:

$$X_m = d \cdot H, \quad (5.9)$$

где d – безразмерный коэффициент при $K < 100$, найти по формуле:

при $0,5 < V_M \leq 2$

$$d = 4,95 V_i \cdot \left(1 + 0,28 \sqrt[3]{k}\right). \quad (5.10)$$

Для хлора:

$$d = 4,95 \cdot 0,54 \cdot \left(1 + 0,28 \sqrt[3]{15,01}\right) = 4,52.$$

Для выбросов хлора:

$$X_m = 4,52 \cdot 10,3 = 46,5 \text{ м.}$$

5.5.6 Расстояние, на котором устанавливается приземная концентрация, не превышающая санитарных норм

В результате рассеивания выбросов не нарушаются качество воздуха, максимальные приземные концентрации составляют: для хлора 0,004 мг/м³.

5.5.7 Нормативный размер санитарно-защитной зоны

Нормативный размер санитарно-защитной зоны принят согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов". (Новая редакция от 25.04.2014). При использовании в технологической схеме озонирования и электролизной установки получения гипохлорита натрия размер СЗЗ составляет 500 м.

5.5.8 Расчет концентрации загрязнений на границе санитарно-защитной зоны

Концентрация хлора на границе санитарно-защитной зоны (СЗЗ):

$$C = S_1 \cdot C_m = 0,382 \cdot 0,004 = 0,0015 \text{ мг/л},$$

где S_1 определен по формуле:

$$S_1 = \frac{1,3}{0,13 \cdot \left(\frac{X}{X_m} \right)^2 + 1}, \quad (5.11)$$

где X – размер СЗЗ по границе промышленной площадки

Для хлора S_1 :

$$S_1 = \frac{1,3}{0,13 \cdot \left(\frac{200}{46,5} \right)^2 + 1} = 0,382$$

Вывод. На границе промышленной площадки концентрация хлора составляет $0,0015/0,1 = 0,015 \text{ ПДК}_{\text{м.р}}$ и $0,382/0,03 = 12,7 \text{ ПДК}_{\text{с.с}}$, т.е. на границе СЗЗ устанавливаемые при рассеивании концентрации не нарушают санитарных норм. Учитывая рассеивание, обезвреживание выбросов не требуется.

5.6 Количество жидких отходов

Жидкие отходы – промывные воды после промывки фильтров. Количество промывных вод принято по технологическим расчетам дипломного проекта и составляет 793,8 м³/сут.

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 обезвоживания осадка.

Проектом рекомендуется следующая схема обработа промывных вод:

подача промывных вод в отстойник-накопитель промывных вод;
осветление воды в отстойнике и подача ее в голову сооружений;
уплотнение осадка в шламо-накопителе;
обезвоживание осадка на вакуум-фильтрах и вывоз на шламовые площадки.

Вывод: жидкие отходы в виде промывных вод не оказывают воздействия на водный объект.

5.7 Расчет количества твердых отходов

Твердые отходы – шламы водоподготовки (гидроокисные осадки с извлеченными загрязнениями). Описать технологическую схему обработки осадка.

Количество твердых отходов на станции водоподготовки определяется в соответствии с СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.»:

$$P = \frac{(C_{ex} - C_{vых}) \cdot Q}{10^6}, \text{ т/год,} \quad (5.12)$$

где C_{ex} – концентрация взвешенных веществ, поступающих в контактный осветлитель, мг/л;

$C_{vых}$ – концентрация взвешенных веществ на выходе из контактного осветлителя, 1,5 мг/л;

Q – производительность станции водоподготовки, м³/год (определен в технологических расчетах).

Концентрация взвешенных веществ, поступающих в контактный осветлитель находим по формуле

$$C_{ex} = M + K \cdot D + 0,25 \cdot I + I \quad (5.13)$$

где M – количество взвешенных веществ в исходной воде;
 K – коэффициент, характеризующий вид используемого коагулянта;
 D – доза коагулянта 25 мг/л;
 I – количество нерастворимых веществ в исходной воде;
 I – количество нерастворимых веществ, вводимых в исходную воду с подщелачиваемым реагентом.

$$C_{ex} = 67 + 0,55 \cdot 25 + 0,25 \cdot 40 + 3,95 = 94,7 \text{ мг/л}$$

Количество твердых отходов образующихся на контактных осветлителях:

$$P = \frac{(94,7 - 1,5) \cdot 9808,5 \cdot 365}{10^6} = 333,7 \text{ т/год}$$

Данные по количеству образующихся твердых отходов приведены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 - Количество образующихся твердых отходов

| Узел технологической схемы, где образуется отход | Количество твердых отходов | | Физико-химические свойства отходов (влажность, зольность, плотность) | Способ утилизации или хранения |
|--------------------------------------------------|----------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| | м ³ /год | т/год | | |
| Контактный осветлитель | 33039,6 | 333,7 | 99% | Шламоуплотнитель |
| Шламоуплотнитель (сгуститель) | 8259,9 | 333,7 | 96% | Вакуум-фильтры |
| Вакуум-фильтры | 1589,04 | 333,7 | 70 % | Площадки складирования (шламовые площадки) или полигоны ТБО |

Осадок образуется в контактных осветлителях, влажностью 99%.

$$V_{oc} = \frac{P \cdot 100}{(100 - W) \cdot \rho} \quad (5.14)$$

где W – влажность, 99 %, ρ – плотность осадка, 1,01.

$$V_{oc} = \frac{333,7 \cdot 100}{(100-99) \cdot 1,01} = 33039,6 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Объем осадка составляет 33039,6 м³/год.

Осадок поступает в шламоуплотнитель, где его влажность снижается до 96%, 1,03 т/м³

$$V_{oc} = \frac{333,7 \cdot 100}{(100-96) \cdot 1,01} = 8259,9 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Затем осадок поступает на вакуум-фильтры, при этом его влажность снижается до 70%, плотность осадка 0,7-0,8 т/м³, а объем осадка составляет 1589,04 м³/год.

Обезвоженный осадок вывозится на шламовые площадки, которые должны отвечать следующим требованиям:

иметь слабо фильтрующие грунты;

уровень стояния грунтовых вод должен быть не выше 2 м от дна емкости с уклоном на местности 1,5 % в сторону водоема площади выделяемые под шламовые площадки не пригодны для сельхозугодий, лесов;

размещение с подветренной стороны, относительно населенного пункта и ниже по направлению потока подземных вод;

местность не должна быть затопляемой паводковыми и ливневыми водами;

предусматривается ограждение и озеленение по периметру, а также подъездные пути с твердым покрытием;

шламовые площадки не должны располагаться в водоохранной зоне.

Размер шламовых площадок:

$$S_i = \frac{V_{oc}}{h_u \cdot 10^4} \cdot 1,5 \cdot 3, \quad (5.15)$$

где V_{oc} - объем образующегося осадка,

h_u – глубина шламовых площадок, 2-3 м;

1,5 – коэффициент, учитывающий увеличение общей площади шламовых площадок за счет устройства подъездных путей;

3 – срок накопления осадка, год.

$$S_i = \frac{1589,04}{3 \cdot 10^4} \cdot 1,5 \cdot 3 = 0,24 \text{ га}$$

5.8 Проектирование зон санитарной охраны

Для обеспечения санитарно эпидемиологической надежности системы водоснабжения запроектированы зоны санитарной охраны: источника хозяйствственно-питьевого назначения, водопроводных сооружений, водопроводов.

Зоны санитарной охраны источника водоснабжения в месте забора воды запроектированы из трех поясов: первого - строгого режима, второго и третьего – режимов ограничения.

Первый пояс зоны санитарной охраны источника

Граница первого пояса ЗСО озера установлена в размере 100 метров во всех направлениях по акватории водозабора и по прилегающему к водозабору берегу от линии уреза воды при летне-осенней межени.

Территория ЗСО I пояса насосной станции II подъема и резервуаров ограждается забором высотой 2,5 м, с внутренней стороны которого предусматривается колючая проволока на кронштейнах и охранное освещение.

На территории ЗСО I пояса запрещаются все виды строительства, проживание людей, выпас скота, водопой, стирка белья, применение ядохимикатов, органических и минеральных удобрений. Территория ЗСО I пояса должна быть озеленена и спланирована с организацией поверхностного стока за ее пределы.

Второй пояс санитарной охраны источника

Границы второго пояса ЗСО озера Среднее установлены в размере 3 км во все стороны от водозабора по акватории и берегу.

На территории ЗСО II пояса все виды строительства производятся по разрешению органов санитарно-эпидемиологической службы. Запрещается загрязнять территорию ЗСО II пояса сбросом нечистот, мусора, навоза, ядохимикатов и др.

Третья зона санитарной охраны.

Границы третьего пояса ЗСО озера Среднее полностью совпадают с границами второго пояса.

Зоны санитарной охраны водопровода

Зоны санитарной охраны предусматриваются в целях санитарно-эпидемиологической надежности водопровода.

Зоны санитарной охраны водопровода включают зону источника водоснабжения в месте забора воды (включая водозаборные сооружения), зону

и санитарно-защитную полосу водопроводных сооружений (насосных станций, станции подготовки воды, емкостей) и санитарно-защитную полосу водоводов.

Зона санитарной охраны водопроводных сооружений состоит из первого пояса и санитарно-защитной полосы.

Граница первого пояса совпадает с ограждением площадки сооружений и предусмотрена на расстоянии: от стен РЧВ не менее 30м; от стен стальных сооружений – не менее 15м.

Так как в проекте водопроводные сооружения расположены в пределах второго пояса зоны санитарной охраны, то санитарно-защитная полоса (не менее 100м) не предусмотрена.

Ширина санитарно-защитной полосы водоводов принята:

- В незастроенной территории от крайних водоводов при прокладке в сухих грунтах- 10м, при прокладке в мокрых грунтах – 20м (диаметр водоводов до 1000мм);
- В застроенной территории – по согласованию с органами СЭС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В бакалаврской работе было рассмотрено водоснабжение города численностью 23000 человек. Источником водоснабжения служит озеро, с цветностью 40°, мутностью 67 мг/л.

Была запроектирована водопроводная кольцевая сеть из стальных труб по ГОСТ 3262-2001*.

Для забора воды из поверхностного источника запроектировано водозаборное сооружение плавучего типа, водоприемное устройство включает тележку, на которой смонтирован насос со всасывающим водоводом, подобраны два рабочих насоса и один резервный. На чертеже представлен план насосной станции, габаритные размеры насоса.

Выбрана схема системы водоподготовки, которая состоит из нескольких стадий: микрофильтрация, предварительное обеззараживание гипохлоритом натрия, обработка воды коагулянтами и флокулянтами, осветление и фильтрование в контактных осветлителях, окончательное обеззараживание. В качестве коагулянта принят Бриллиант-50, в качестве флокулянта К6651

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 ГН 2.1.5.1315–03 (с изменениями на 13 июля 2017 года) «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». М.: Минздрав России , 2003.
- 2 СанПиН 2.1.4.1074–01 (с изменениями на 2 апреля 2018 года) «Питьевая вода. гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. контроль качества». Минздрав России. М.: 2002г., 103 с.
- 3 СП 10.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности.».
- 4 СП 8.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности.».
- 5 Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения. Справочник/Б.Н. Репин. – М.: Выш. шк., 1995. – 431 с.
- 6 Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб/Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев. – М.: Стройиздат, 1984. – 116 с.
- 7 Кожинов В.Ф. Очистка питьевой и технической воды. М., Стройиздат, 1971. 304 с.
- 8 Водозаборные сооружения для водоснабжения из поверхностных источников/Под ред. К.А. Михайлова, А.С. Образовского. – М.: Стройиздат, 1976. – 368 с.
- 9 Водоснабжение/Н.Н. Абрамов. – М.: Стройиздат, 1974. – 480 с.
- 10 Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: В 3-х т. – Т 1. Системы водоснабжения. Водозаборные сооружения / Научно-методическое руководство и общая редакция докт. техн. наук, проф. Журбы М.Г. Вологда – Москва: ВоГТУ, 2001. – 209 с.
- 11 СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84».
- 12 СП 129.13330.2012 «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации. Актуализированная редакция СНиП 3.05.04-85*».
- 13 ГН 2.1.6. 1338-03 (с изменениями на 30 августа 2016 года) Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Минздрав России, М.:2003 г.
- 14 СТО 4.2-07-2014 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности
- 15 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 (с изменениями на 25 апреля 2014 года). "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов".

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 1 – График водопотребления по часам суток.

| Часы суток | Хозяйственно – питьевые нужды, | | Нужды местной промышленности | Поливка улиц и зеленых насаждений | Расход на нужды промышленного предприятия | | Всего | |
|------------|--------------------------------|-------------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------|--------|
| | K% | м ³ /ч | | | м ³ /ч | дешевые м ³ /ч | Хозяйственно-питьевые, м ³ /ч | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0–1 | 1,5 | 107,25 | 29,8 | 82,5 | 9,4 | | 228,95 | 2,67 |
| 1–2 | 1,5 | 107,25 | 29,8 | 82,5 | | 1,79 | 221,34 | 2,58 |
| 2–3 | 1,5 | 107,25 | 29,8 | 82,5 | | 1,79 | 221,34 | 2,58 |
| 3–4 | 1,5 | 107,25 | 29,8 | 82,5 | | 1,79 | 221,34 | 2,58 |
| 4–5 | 2,5 | 178,75 | 29,8 | 82,5 | | 1,79 | 292,84 | 3,41 |
| 5–6 | 3,5 | 250,25 | 29,8 | | | 1,79 | 281,84 | 3,28 |
| 6–7 | 4,5 | 321,75 | 29,8 | | | 1,79 | 353,34 | 4,11 |
| 7–8 | 5,5 | 393,25 | 29,8 | | | 1,79 | 424,84 | 4,95 |
| 8–9 | 6,25 | 446,875 | 29,8 | | 9,4 | | 486,075 | 5,66 |
| 9–10 | 6,25 | 446,875 | 29,8 | | | 1,79 | 478,465 | 5,57 |
| 10–11 | 6,25 | 446,875 | 29,8 | | | 1,79 | 478,465 | 5,57 |
| 11–12 | 6,25 | 446,875 | 29,8 | | | 1,79 | 478,465 | 5,57 |
| 12–13 | 5 | 357,5 | 29,8 | | | 1,79 | 389,09 | 4,53 |
| 13–14 | 5 | 357,5 | 29,8 | | | 1,79 | 389,09 | 4,53 |
| 14–15 | 5,5 | 393,25 | 29,8 | | | 1,79 | 424,84 | 4,95 |
| 15–16 | 6 | 429 | 29,8 | | | 1,79 | 460,59 | 5,36 |
| 16–17 | 6 | 429 | 29,8 | | 9,4 | | 468,2 | 5,45 |
| 17–18 | 5,5 | 393,25 | 29,8 | | | 1,79 | 424,84 | 4,95 |
| 18–19 | 5 | 357,5 | 29,8 | | | 1,79 | 389,09 | 4,53 |
| 19–20 | 4,5 | 321,75 | 29,8 | | | 1,79 | 353,34 | 4,11 |
| 20–21 | 4 | 286 | 29,8 | | | 1,79 | 317,59 | 3,70 |
| 21–22 | 3 | 214,5 | 29,8 | 82,5 | | 1,79 | 328,59 | 3,82 |
| 22–23 | 2 | 143 | 29,8 | 82,5 | | 1,79 | 257,09 | 2,99 |
| 23–24 | 1,5 | 107,25 | 29,8 | 82,5 | | 1,79 | 221,34 | 2,58 |
| Итого | 100 | 7150 | 715,2 | 660 | 28,2 | 37,59 | 8590,99 | 100,00 |

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица 2 – Расчет регулирующей емкости резервуара чистой воды

| Часы суток | Подача воды НС-І подъема, % | Поступление воды в РЧВ, % | Расход воды из РЧВ, % | Остаток воды в РЧВ, % |
|------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0–1 | 4,16 | 1,49 | | 5,10 |
| 1–2 | 4,16 | 1,58 | | 6,69 |
| 2–3 | 4,16 | 1,58 | | 8,27 |
| 3–4 | 4,16 | 1,58 | | 9,86 |
| 4–5 | 4,16 | 0,75 | | 10,61 |
| 5–6 | 4,16 | 0,88 | | 11,49 |
| 6–7 | 4,16 | 0,05 | | 11,53 |
| 7–8 | 4,16 | | -0,79 | 10,75 |
| 8–9 | 4,17 | | -1,49 | 9,26 |
| 9–10 | 4,17 | | -1,40 | 7,86 |
| 10–11 | 4,17 | | -1,40 | 6,46 |
| 11–12 | 4,17 | | -1,40 | 5,06 |
| 12–13 | 4,17 | | -0,36 | 4,70 |
| 13–14 | 4,17 | | -0,36 | 4,34 |
| 14–15 | 4,17 | | -0,78 | 3,57 |
| 15–16 | 4,17 | | -1,19 | 2,38 |
| 16–17 | 4,17 | | -1,28 | 1,10 |
| 17–18 | 4,17 | | -0,78 | 0,32 |
| 18–19 | 4,17 | | -0,36 | 0 |
| 19–20 | 4,17 | 0,06 | | 0,02 |
| 20–21 | 4,17 | 0,47 | | 0,49 |
| 21–22 | 4,17 | 0,35 | | 0,84 |
| 22–23 | 4,17 | 1,18 | | 2,02 |
| 23–24 | 4,17 | 1,59 | | 3,61 |
| Итого | 100 | 11,57 | -11,57 | |

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица 3 – Определение путевых отборов

| № участков | Расчетная длина участка, м | Путевые отборы воды, л/с, при максимальном | |
|------------|----------------------------|--------------------------------------------|------------------------|
| | | водоразборе | водоразборе при пожаре |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1-2 | 440,3 | 3,92 | 3,92 |
| 2-3 | 1020 | 9,08 | 9,08 |
| 3-4 | 1183,75 | 10,54 | 10,54 |
| 4-5 | 302,95 | 2,70 | 2,70 |
| 5-6 | 979,5 | 8,72 | 8,72 |
| 6-7 | 237 | 2,11 | 2,11 |
| 7-8 | 641,1 | 5,71 | 5,71 |
| 9-14 | 1040,9 | 9,26 | 9,26 |
| 9-10 | 1467 | 13,06 | 13,06 |
| 10-1 | 760,2 | 6,77 | 6,77 |
| 10-11 | 1397,1 | 12,43 | 12,43 |
| 11-3 | 335,5 | 2,99 | 2,99 |
| 11-12 | 919 | 8,18 | 8,18 |
| 12-4 | 1172,7 | 10,44 | 10,44 |
| 12-9 | 1385,5 | 12,33 | 12,33 |
| 8-14 | 188,3 | 1,68 | 1,68 |
| 13-5 | 1011,2 | 9,00 | 9,00 |
| 13-14 | 317,5 | 2,83 | 2,83 |
| Итого: | 14799,5 | 131,72 | 131,72 |

Таблица 4 – Определение узловых расходов

| № узла | № участка, примыкающего к узлу | Узловые расходы воды, л/с, при максимальном | |
|--------|--------------------------------|---------------------------------------------|------------------------|
| | | водоразборе | водоразборе при пожаре |
| 1 | 1-2,1-10 | 5,3 | 5,3 |
| 2 | 2-3,2-1 | 6,5 | 6,5 |
| 3 | 3-2,3-11,3-4 | 11,3 | 11,3 |
| 4 | 4-3,4-12,4-5 | 11,84 | 11,84 |
| 5 | 5-4,5-13,5-6 | 10,21 | 10,21 |
| 6 | 6-5,6-7 | 5,4 | 5,4 |
| 7 | 7-6,7-8 | 3,91 | 3,91 |
| 8 | 8-7,8-14 | 3,69 | 3,69 |
| 9 | 9-14,9-12,9-10 | 17,3 | 17,3 |
| 10 | 10-9,10-1,10-11 | 16,13 | 16,13 |
| 11 | 11-3,11-10,11-12 | 11,8 | 11,8 |
| 12 | 12-11,12-9,12-4 | 15,6 | 15,6 |
| 13 | 13-14,13-5 | 5,9 | 5,9 |
| 14 | 14-13,14-8,14-9 | 6,89 | 6,89 |
| Итого: | | 131,77 | 131,77 |

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Таблица 5 – Гидравлический расчет сети в час наибольшего водопотребления

| <i>№ кольц а</i> | <i>№ учас тка</i> | <i>l, м</i> | <i>q, л/с</i> | <i>d, мм</i> | <i>v, м/с</i> | <i>δ</i> | <i>S₀</i> | <i>S = S₀ · δ · l</i> | <i>S · q</i> | <i>h = S · q²</i> |
|--------------------------|---------------------------|-------------|---------------|--------------|---------------|----------|----------------------|----------------------------------|--------------|--------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| I | 1-2 | 440,3 | 101,0 | 350 | 0,98 | 1,04 | 0,3731 | 0,000171 | 0,0173 | -1,74 |
| | 2-3 | 1020 | 89,1 | 300 | 1,17 | 1,0045 | 0,8466 | 0,000867 | 0,0773 | -6,89 |
| | 3-11 | 335,5 | 50,0 | 250 | 0,94 | 1,024 | 2,187 | 0,000751 | 0,0376 | -1,88 |
| | 11-10 | 1397,1 | 5,0 | 75 | 0,92 | 1,038 | 929,4 | 1,347806 | 6,7390 | 33,70 |
| | 1-10 | 760,2 | 20,0 | 175 | 0,88 | 1,044 | 20,79 | 0,016500 | 0,3300 | 6,60 |
| | | | | | | | | | | 7,2011 |
| | | | | | | | | | | Δh= 29,79 Δq=2,07 |
| II | 3-11 | 335,5 | 50,0 | 250 | 0,94 | 1,024 | 2,187 | 0,000751 | 0,0376 | 1,88 |
| | 3-4 | 1183,7 | 34,0 | 200 | 0,99 | 1,03 | 6,959 | 0,008484 | 0,2885 | -9,81 |
| | 4-12 | 1172,7 | 20,0 | 175 | 0,88 | 1,044 | 20,79 | 0,025453 | 0,5091 | 10,18 |
| | 11-12 | 919 | 50,0 | 250 | 0,94 | 1,024 | 2,187 | 0,002058 | 0,1029 | 5,15 |
| | | | | | | | | | | 0,9380 |
| | | | | | | | | | | Δh=7,4 Δq= 3,94 |
| III | 10-11 | 1397,1 | 5,0 | 75 | 0,92 | 1,038 | 929,4 | 1,347806 | 6,7390 | -33,70 |
| | 11-12 | 919 | 50,0 | 250 | 0,94 | 1,024 | 2,187 | 0,002058 | 0,1029 | -5,15 |
| | 12-9 | 1385,5 | 22,2 | 175 | 0,958 | 1,0342 | 20,79 | 0,029790 | 0,6613 | -14,68 |
| | 10-9 | 1467 | 9,5 | 100 | 0,93 | 1,04 | 172,9 | 0,263790 | 2,5060 | 23,81 |
| | | | | | | | | | | 10,0093 |
| | | | | | | | | | | Δh=-29,72 Δq=-1,48 |
| IV | 12-4 | 1172,7 | 20,0 | 175 | 0,88 | 1,044 | 20,79 | 0,025453 | 0,5091 | -10,18 |
| | 4-5 | 302,95 | 41,5 | 200 | 1,21 | 1 | 6,959 | 0,002108 | 0,0875 | -3,63 |
| | 5-13 | 1011,2 | 10,0 | 100 | 0,98 | 1,04 | 172,9 | 0,181830 | 1,8183 | -18,18 |
| | 13-14 | 317,5 | 2,0 | 80 | 0,28 | 1,3 | 454,3 | 0,187512 | 0,3750 | -0,75 |
| | 9-14 | 1040,9 | 20,0 | 175 | 0,88 | 1,044 | 20,79 | 0,022592 | 0,4518 | 9,04 |
| | 9-12 | 1385,5 | 22,2 | 175 | 0,958 | 1,034 | 20,79 | 0,029784 | 0,6612 | 14,68 |
| | | | | | | | | | | 3,9029 |
| | | | | | | | | | | Δh= -9,02 Δq= -1,16 |
| V | 5-6 | 979,5 | 16,2 | 150 | 0,828 | 1,0544 | 70,9 | 0,073297 | 1,1874 | -19,24 |
| | 6-7 | 237,0 | 5,0 | 75 | 0,92 | 1,038 | 929,4 | 0,228638 | 1,1432 | -5,72 |
| | 8-7 | 641,1 | 1,0 | 60 | 0,26 | 1,32 | 2292 | 1,939610 | 1,9396 | 1,94 |
| | 8-14 | 188,3 | 8,6 | 100 | 0,84 | 1,052 | 172,9 | 0,034250 | 0,2946 | 2,53 |
| | 13-14 | 317,5 | 2,0 | 80 | 0,28 | 1,3 | 454,3 | 0,187512 | 0,3750 | 0,75 |
| | 5-13 | 1011,2 | 10,0 | 100 | 0,98 | 1,032 | 172,9 | 0,180431 | 1,8043 | 18,04 |
| | | | | | | | | | | 6,7441 |
| | | | | | | | | | | Δh=-15,7 Δq=-0,13 |

Таблица 6 – Продолжение гидравлического расчета сети в час наибольшего водопотребления

| <i>№ кольца</i> | <i>№ участка</i> | $\Delta q, л/с$ | $\Delta q_{смеж}, л/с$ | $q, л/с$ | $S \cdot q$ | $h = S \cdot q^2$ |
|-----------------------|----------------------|-----------------|------------------------|----------|---------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| I исправление | | | | | | |
| I | 1-2 | 2,07 | | 103,07 | 0,017609 | -1,81 |
| | 2-3 | 2,07 | | 91,17 | 0,079082 | -7,21 |
| | 3-11 | 2,07 | -3,94 | 48,13 | 0,036162 | -1,74 |
| | 11-10 | -2,07 | -1,48 | 1,45 | 1,954319 | 2,83 |
| | 1-10 | -2,07 | | 17,93 | 0,295844 | 5,30 |
| | | | | | 2,3830 | $\Delta h=-2,63$ $\Delta q=-0,55$ |
| II | 3-11 | -3,94 | 2,07 | 48,13 | 0,036162 | 1,74 |
| | 3-4 | 3,94 | | 37,94 | 0,321902 | -12,21 |
| | 4-12 | -3,94 | -1,16 | 14,9 | 0,379252 | 5,65 |
| | 11-12 | -3,94 | -1,48 | 44,58 | 0,09175 | 4,09 |
| | | | | | 0,8291 | $\Delta h=-0,73$ $\Delta q=-0,44$ |
| III | 10-11 | -1,48 | -2,07 | 1,45 | 1,954319 | -2,83 |
| | 11-12 | -1,48 | -3,94 | 44,58 | 0,09175 | -4,09 |
| | 12-9 | -1,48 | 1,16 | 21,88 | 0,651798 | -14,26 |
| | 10-9 | 1,48 | | 10,98 | 2,896415 | 31,80 |
| | | | | | 5,5943 | $\Delta h=10,62$ $\Delta q=0,95$ |
| IV | 12-4 | -1,16 | -3,94 | 14,9 | 0,379252 | -5,65 |
| | 4-5 | -1,16 | | 40,34 | 0,085046 | -3,43 |
| | 5-13 | -1,16 | 0,13 | 8,97 | 1,631015 | -14,63 |
| | 13-14 | -1,16 | 0,13 | 0,97 | 0,181887 | -0,18 |
| | 9-14 | 1,16 | | 21,16 | 0,478057 | 10,12 |
| | 9-12 | 1,16 | -1,48 | 21,88 | 0,651672 | 14,26 |
| | | | | | 3,4069 | $\Delta h=0,49$ $\Delta q=0,07$ |
| V | 5-6 | -0,13 | | 16,07 | 1,177879 | -18,93 |
| | 6-7 | -0,13 | | 4,87 | 1,113467 | -5,42 |
| | 8-7 | 0,13 | | 1,13 | 2,191759 | 2,48 |
| | 8-14 | 0,13 | | 8,73 | 0,299003 | 2,61 |
| | 13-14 | 0,13 | -1,16 | 0,97 | 0,181887 | 0,18 |
| | 5-13 | 0,13 | -1,16 | 8,97 | 1,618468 | 14,52 |
| | | | | | 6,5825 | $\Delta h=-4,57$ $\Delta q=-0,35$ |
| II исправление | | | | | | |
| I | 1-2 | -0,55 | | 102,52 | 0,0175 | -1,80 |
| | 2-3 | -0,55 | | 90,62 | 0,0786 | -7,12 |
| | 3-11 | -0,55 | 0,44 | 48,02 | 0,0361 | -1,73 |
| | 11-10 | 0,55 | 0,95 | 2,95 | 3,9760 | 11,73 |
| | 1-10 | 0,55 | | 18,48 | 0,3049 | 5,63 |
| | | | | | 1,8523 | $\Delta h=6,71$ $\Delta q=0,76$ |
| | 3-11 | 0,44 | -0,55 | 48,2 | 0,0361 | 1,73 |
| | 3-4 | -0,44 | | 37,5 | 0,3182 | -11,93 |
| | 4-12 | 0,44 | 0,07 | 15,41 | 0,3922 | 6,04 |
| | 11-12 | 0,44 | -0,95 | 44,07 | 0,0907 | 4,00 |

Продолжение таблицы 6

| <i>№ кольца</i> | <i>№ участка</i> | $\Delta q, л/с$ | $\Delta q_{смеж}, л/с$ | $q, л/с$ | $S \cdot q$ | $h = S \cdot q^2$ |
|------------------------|----------------------|-----------------|------------------------|----------|---------------|----------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | | | | | 0,8372 | $\Delta h=-0,16$ $\Delta q=-0,09$ |
| III | 10-11 | 0,95 | 0,55 | 2,95 | 3,976029 | -11,73 |
| | 11-12 | 0,95 | 0,44 | 45,97 | 0,09461 | -4,35 |
| | 12-9 | 0,95 | -0,07 | 22,76 | 0,678013 | -15,43 |
| | 10-9 | -0,95 | | 10,03 | 2,645814 | 26,54 |
| | | | | | 7,3945 | $\Delta h=-4,97$ $\Delta q=-0,34$ |
| IV | 12-4 | 0,07 | 0,44 | 15,41 | 0,392233 | -6,04 |
| | 4-5 | 0,07 | | 40,41 | 0,085194 | -3,44 |
| | 5-13 | 0,07 | 0,35 | 9,39 | 1,707383 | -16,03 |
| | 13-14 | 0,07 | 0,35 | 1,39 | 0,260642 | -0,36 |
| | 9-14 | -0,07 | | 21,09 | 0,476476 | 10,05 |
| | 9-12 | -0,07 | 0,95 | 22,76 | 0,677882 | 15,43 |
| | | | | | 3,5999 | $\Delta h=-0,40$ $\Delta q=-0,06$ |
| V | 5-6 | -0,35 | | 15,72 | 1,152225 | -18,11 |
| | 6-7 | -0,35 | | 4,52 | 1,033444 | -4,67 |
| | 8-7 | 0,35 | | 1,48 | 2,870622 | 4,25 |
| | 8-14 | 0,35 | | 9,08 | 0,31099 | 2,82 |
| | 13-14 | 0,35 | 0,07 | 1,39 | 0,260642 | 0,36 |
| | 5-13 | 0,35 | 0,07 | 9,39 | 1,694249 | 15,91 |
| | | | | | 7,3221 | $\Delta h=0,56$ $\Delta q=0,04$ |
| III исправление | | | | | | |
| I | 1-2 | 0,76 | | 103,28 | 0,017645 | -1,82 |
| | 2-3 | 0,76 | | 91,38 | 0,079265 | -7,24 |
| | 3-11 | 0,76 | -0,12 | 48,66 | 0,036561 | -1,78 |
| | 11-10 | -0,76 | -0,34 | 1,85 | 2,493442 | 4,61 |
| | 1-10 | -0,76 | | 17,72 | 0,292379 | 5,18 |
| | | | | | 2,9194 | $\Delta h= -1,05$ $\Delta q= -0,18$ |
| II | 3-11 | -0,12 | 0,76 | 48,66 | 0,036561 | 1,78 |
| | 3-4 | 0,12 | | 37,62 | 0,319186 | -12,01 |
| | 4-12 | 0 | | 15,41 | 0,392233 | 6,04 |
| | 11-12 | -0,12 | -0,34 | 45,51 | 0,093664 | 4,26 |
| | | | | | 0,8416 | $\Delta h=0,08$ $\Delta q=0,05$ |
| III | 10-11 | -0,34 | -0,76 | 1,85 | 2,493442 | -4,61 |
| | 11-12 | -0,34 | -0,12 | 45,51 | 0,093664 | -4,26 |
| | 12-9 | -0,34 | 0,06 | 22,48 | 0,669672 | -15,05 |
| | 10-9 | 0,34 | | 10,37 | 2,735503 | 28,37 |
| | | | | | 5,992 | $\Delta h=4,44$ $\Delta q=0,37$ |
| IV | 12-4 | 0 | | 15,41 | 0,392233 | -6,04 |
| | 4-5 | 0 | | 40,41 | 0,085194 | -3,44 |
| | 5-13 | 0 | | 9,39 | 1,707383 | -16,03 |

Продолжение таблицы 6

| <i>№ кольца</i> | <i>№ участка</i> | $\Delta q, л/с$ | $\Delta q_{смеж}, л/с$ | $q, л/с$ | $S \cdot q$ | $h = S \cdot q^2$ |
|-----------------------|------------------|-----------------|------------------------|----------|---------------|------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| IV | 13-14 | 0 | | 1,39 | 0,260642 | -0,36 |
| | 9-14 | 0 | | 21,09 | 0,476476 | 10,05 |
| | 9-12 | 0,06 | -0,34 | 22,48 | 0,669542 | 15,05 |
| | | | | | 3,5915 | $\Delta h = -0,78$ $\Delta q = -0,11$ |
| V | 5-6 | 0 | | 15,72 | 1,152225 | -18,11 |
| | 6-7 | 0 | | 4,52 | 1,033444 | -4,67 |
| | 8-7 | 0 | | 1,48 | 2,870622 | 4,25 |
| | 8-14 | 0 | | 9,08 | 0,31099 | 2,82 |
| | 13-14 | 0 | | 1,39 | 0,260642 | 0,36 |
| | 5-13 | 0 | | 9,39 | 1,694249 | 15,91 |
| | | | | | 7,3221 | $\Delta h = 0,56$ $\Delta q = 0,04$ |
| IV исправление | | | | | | |
| I | 1-2 | -0,18 | | 103,10 | 0,017614 | -1,82 |
| | 2-3 | -0,18 | | 91,20 | 0,079109 | -7,21 |
| | 3-11 | -0,18 | -0,05 | 48,43 | 0,036388 | -1,76 |
| | 11-10 | 0,18 | 0,37 | 2,40 | 3,234735 | 7,76 |
| | 1-10 | 0,18 | | 17,90 | 0,295349 | 5,29 |
| | | | | | 3,6631 | $\Delta h = 2,26$ $\Delta q = 0,31$ |
| II | 3-11 | -0,05 | -0,18 | 48,43 | 0,036388 | 1,80 |
| | 3-4 | 0,05 | | 37,67 | 0,319611 | -11,93 |
| | 4-12 | -0,05 | -0,11 | 15,25 | 0,388161 | 5,94 |
| | 11-12 | -0,05 | 0,37 | 45,83 | 0,094322 | 4,05 |
| | | | | | 0,8385 | $\Delta h = -0,04$ $\Delta q = -0,02$ |
| III | 10-11 | 0,37 | 0,18 | 2,40 | 3,234735 | -7,76 |
| | 11-12 | 0,37 | -0,05 | 45,83 | 0,094322 | -4,32 |
| | 12-9 | 0,37 | 0,11 | 22,96 | 0,683971 | -15,70 |
| | 10-9 | -0,37 | | 10,00 | 2,637901 | 26,38 |
| | | | | | 6,6509 | $\Delta h = -1,41$ $\Delta q = -0,11$ |
| IV | 12-4 | -0,11 | -0,05 | 15,25 | 0,388161 | -5,92 |
| | 4-5 | -0,11 | | 40,30 | 0,084962 | -3,42 |
| | 5-13 | -0,11 | -0,04 | 9,24 | 1,680109 | -15,52 |
| | 13-14 | -0,11 | -0,04 | 1,24 | 0,232515 | -0,29 |
| | 9-14 | 0,11 | | 21,20 | 0,478961 | 10,15 |
| | 9-12 | 0,11 | 0,37 | 22,96 | 0,683838 | 15,70 |
| | | | | | 3,5485 | $\Delta h = 0,70$ $\Delta q = 0,10$ |
| V | 5-6 | 0 | | 15,72 | 1,152225 | -18,11 |
| | 6-7 | 0 | | 4,52 | 1,033444 | -4,67 |
| | 8-7 | 0 | | 1,48 | 2,870622 | 4,25 |
| | 8-14 | 0 | | 9,08 | 0,31099 | 2,82 |
| | 13-14 | -0,04 | -0,11 | 1,24 | 0,232515 | 0,29 |
| | 5-13 | -0,04 | -0,11 | 9,24 | 1,667185 | 15,40 |
| | | | | | 7,2669 | $\Delta h = -0,02$ $\Delta q = 0,00$ |

Продолжение таблицы 6

| <i>№ кольца</i> | <i>№ участка</i> | $\Delta q, л/с$ | $\Delta q_{смеж}, л/с$ | $q, л/с$ | $S \cdot q$ | $h = S \cdot q^2$ |
|----------------------|----------------------|-----------------|------------------------|----------|---------------|------------------------------------------------------------------------|
| V исправление | | | | | | |
| I | 1-2 | 0,31 | | 103,41 | 0,017667 | -1,83 |
| | 2-3 | 0,31 | | 91,51 | 0,079377 | -7,26 |
| | 3-11 | 0,31 | 0,02 | 48,76 | 0,036636 | -1,79 |
| | 11-10 | -0,31 | -0,11 | 1,98 | 2,668657 | 5,28 |
| | 1-10 | -0,31 | | 17,59 | 0,290234 | 5,11 |
| | | | | | 3,0926 | $\Delta h = -0,49$ $\Delta q = -0,08$ |
| II | 3-11 | 0,02 | 0,31 | 48,76 | 0,036636 | 1,79 |
| | 3-4 | -0,02 | | 37,65 | 0,319441 | -12,03 |
| | 4-12 | 0,02 | 0,1 | 15,37 | 0,391215 | 6,01 |
| | 11-12 | 0,02 | -0,11 | 45,74 | 0,094137 | 4,31 |
| | | | | | 0,8414 | $\Delta h = 0,08$ $\Delta q = 0,05$ |
| III | 10-11 | -0,11 | -0,31 | 1,98 | 2,668657 | -5,28 |
| | 11-12 | -0,11 | 0,02 | 45,74 | 0,094137 | -4,31 |
| | 12-9 | -0,11 | -0,1 | 22,75 | 0,677715 | -15,42 |
| | 10-9 | 0,11 | | 10,11 | 2,666918 | 26,96 |
| | | | | | 6,1074 | $\Delta h = 0,50$ $\Delta q = 0,04$ |
| IV | 12-4 | 0,1 | 0,02 | 15,37 | 0,391215 | -6,01 |
| | 4-5 | 0,1 | | 40,40 | 0,085172 | -3,44 |
| | 5-13 | 0,1 | 0 | 9,34 | 1,698292 | -15,86 |
| | 13-14 | 0,1 | 0 | 1,34 | 0,251267 | -0,34 |
| | 9-14 | -0,1 | | 21,10 | 0,476701 | 10,06 |
| | 9-12 | -0,1 | -0,11 | 22,75 | 0,677584 | 15,42 |
| | | | | | 3,5802 | $\Delta h = -0,18$ $\Delta q = -0,03$ |
| V | 5-6 | | | 15,72 | 1,152225 | -18,11 |
| | 6-7 | | | 4,52 | 1,033444 | -4,67 |
| | 8-7 | | | 1,48 | 2,870622 | 4,25 |
| | 8-14 | | | 9,08 | 0,31099 | 2,82 |
| | 13-14 | 0 | 0,1 | 1,34 | 0,251267 | 0,34 |
| | 5-13 | 0 | 0,1 | 9,34 | 1,685228 | 15,74 |
| | | | | | 7,3038 | $\Delta h = 0,36$ $\Delta q = 0,02$ |

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Таблица 7 - Гидравлический расчет сети в час наибольшего водопотребления при пожаре

| <i>№ кольц а</i> | <i>№ учас тка</i> | <i>l, м</i> | <i>q, л/с</i> | <i>d, мм</i> | <i>v, м/с</i> | <i>δ</i> | <i>S₀</i> | <i>S = S₀ · δ · l</i> | <i>S · q</i> | <i>h = S · q²</i> |
|--------------------------------------|---------------------------|-------------|---------------|--------------|---------------|----------|----------------------|----------------------------------|--------------|------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Предварительное распределение | | | | | | | | | | |
| I | 1-2 | 440,3 | 100 | 350 | 0,97 | 1,033 | 0,3731 | 0,000170 | 0,0170 | -1,7 |
| | 2-3 | 1020 | 88,1 | 300 | 1,07 | 1,02 | 0,8466 | 0,000881 | 0,0776 | -6,84 |
| | 3-11 | 335,5 | 35 | 250 | 0,66 | 1,097 | 2,187 | 0,000805 | 0,0282 | -0,99 |
| | 11-10 | 1397,1 | 20 | 175 | 0,88 | 1,044 | 20,79 | 0,030324 | 0,6065 | 12,13 |
| | 1-10 | 760,2 | 36 | 250 | 0,68 | 1,091 | 2,187 | 0,001814 | 0,0653 | 2,35 |
| | | | | | | | | | | 0,7945 |
| | | | | | | | | | | Δh=4,95 Δq=3,12 |
| II | 3-11 | 335,5 | 35 | 250 | 0,66 | 1,097 | 2,187 | 0,000805 | 0,0282 | 0,99 |
| | 3-4 | 1183,7 | 33 | 200 | 0,99 | 1,03 | 6,959 | 0,008484 | 0,2800 | -9,24 |
| | 4-12 | 1172,7 | 20 | 175 | 0,88 | 1,044 | 20,79 | 0,025453 | 0,5091 | 10,18 |
| | 11-12 | 919 | 50 | 250 | 0,94 | 1,024 | 2,187 | 0,002058 | 0,1029 | 5,15 |
| | | | | | | | | | | 0,9201 |
| | | | | | | | | | | Δh=7,08 Δq=3,85 |
| III | 10-11 | 1397,1 | 20 | 175 | 0,88 | 1,044 | 20,79 | 0,030324 | 0,6065 | -12,13 |
| | 11-12 | 919 | 50 | 250 | 0,94 | 1,024 | 2,187 | 0,002058 | 0,1029 | -5,15 |
| | 12-9 | 1385,5 | 22,2 | 175 | 0,958 | 1,0342 | 20,79 | 0,029790 | 0,6613 | -14,68 |
| | 10-9 | 1467 | 10,5 | 100 | 1,03 | 1,025 | 172,9 | 0,259985 | 2,7298 | 28,66 |
| | | | | | | | | | | 4,1006 |
| | | | | | | | | | | Δh=-3,3 Δq=-0,4 |
| IV | 12-4 | 1172,7 | 20 | 175 | 0,88 | 1,044 | 20,79 | 0,025453 | 0,5091 | -10,18 |
| | 4-5 | 302,95 | 40,5 | 200 | 1,17 | 1,005 | 6,959 | 0,002119 | 0,0858 | -3,48 |
| | 5-13 | 1011,2 | 9 | 100 | 0,88 | 1,044 | 172,9 | 0,182529 | 1,6428 | -14,78 |
| | 13-14 | 317,5 | 1 | 60 | 0,26 | 1,32 | 2292 | 0,960577 | 0,9606 | -0,96 |
| | 9-14 | 1040,9 | 21 | 175 | 0,93 | 1,037 | 20,79 | 0,022441 | 0,4713 | 9,90 |
| | 9-12 | 1385,5 | 22,2 | 175 | 0,958 | 1,034 | 20,79 | 0,029784 | 0,6612 | 14,68 |
| | | | | | | | | | | 4,3307 |
| | | | | | | | | | | Δh=-4,82 Δq=-0,56 |
| V | 5-6 | 979,5 | 16,2 | 150 | 0,828 | 1,0544 | 70,97 | 0,073297 | 1,1874 | -19,24 |
| | 6-7 | 237 | 5 | 75 | 0,92 | 1,038 | 929,4 | 0,228638 | 1,1432 | -5,72 |
| | 8-7 | 641,1 | 1 | 60 | 0,26 | 1,32 | 2292 | 1,939610 | 1,9396 | 1,94 |
| | 8-14 | 188,3 | 8,6 | 100 | 0,84 | 1,052 | 172,9 | 0,034250 | 0,2946 | 2,53 |
| | 13-14 | 317,5 | 1 | 60 | 0,26 | 1,32 | 2292 | 0,960577 | 0,9606 | 0,96 |
| | 5-13 | 1011,2 | 9 | 100 | 0,88 | 1,044 | 172,9 | 0,182529 | 1,6428 | 14,78 |
| | | | | | | | | | | 7,1681 |
| | | | | | | | | | | Δh=-4,75 Δq=-0,33 |

Таблица 8 – Продолжение гидравлического расчета сети в час наибольшего водопотребления при пожаре

| <i>№ кольца</i> | <i>№ участка</i> | $\Delta q, л/с$ | $\Delta q_{смеж}, л/с$ | $q, л/с$ | $S \cdot q$ | $h = S \cdot q^2$ |
|-----------------------|----------------------|-----------------|------------------------|----------|---------------|--------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| I исправление | | | | | | |
| I | 1-2 | 3,12 | | 103,12 | 0,017499 | -1,80 |
| | 2-3 | 3,12 | | 91,22 | 0,080347 | -7,33 |
| | 3-11 | 3,12 | -3,85 | 34,27 | 0,027584 | -0,95 |
| | 11-10 | -3,12 | -0,4 | 16,48 | 0,499735 | 8,24 |
| | 1-10 | -3,12 | | 32,88 | 0,059639 | 1,96 |
| | | | | | 0,6848 | $\Delta h=0,12$ $\Delta q=0,09$ |
| II | 3-11 | -3,85 | 3,12 | 34,27 | 0,027584 | 0,95 |
| | 3-4 | 3,85 | | 36,85 | 0,312653 | -11,52 |
| | 4-12 | -3,85 | -0,56 | 15,59 | 0,396815 | 6,19 |
| | 11-12 | -3,85 | -0,4 | 45,75 | 0,094158 | 4,31 |
| | | | | | 0,8312 | $\Delta h=-0,08$ $\Delta q=-0,05$ |
| III | 10-11 | -0,4 | -3,12 | 16,48 | 0,499735 | -8,24 |
| | 11-12 | -0,4 | -3,85 | 45,75 | 0,094158 | -4,31 |
| | 12-9 | -0,4 | 0,56 | 22,36 | 0,666097 | -14,89 |
| | 10-9 | 0,4 | | 10,9 | 2,833841 | 30,89 |
| | | | | | 4,0938 | $\Delta h=3,45$ $\Delta q=0,42$ |
| IV | 12-4 | -0,56 | -3,85 | 15,59 | 0,396815 | -6,19 |
| | 4-5 | -0,56 | | 39,94 | 0,084624 | -3,38 |
| | 5-13 | -0,56 | 0,33 | 8,77 | 1,600782 | -14,04 |
| | 13-14 | -0,56 | 0,33 | 0,77 | 0,739644 | -0,57 |
| | 9-14 | 0,56 | | 21,56 | 0,483828 | 10,43 |
| | 9-12 | 0,56 | -0,4 | 22,36 | 0,665968 | 14,89 |
| | | | | | 3,9716 | $\Delta h=1,15$ $\Delta q=0,14$ |
| V | 5-6 | -0,33 | | 15,87 | 1,163219 | -18,46 |
| | 6-7 | -0,33 | | 4,67 | 1,067739 | -4,99 |
| | 8-7 | 0,33 | | 1,33 | 2,579681 | 3,43 |
| | 8-14 | 0,33 | | 8,93 | 0,305853 | 2,73 |
| | 13-14 | 0,33 | -0,56 | 0,77 | 0,739644 | 0,57 |
| | 5-13 | 0,33 | -0,56 | 8,77 | 1,600782 | 14,04 |
| | | | | | 7,4569 | $\Delta h=-2,68$ $\Delta q=-0,18$ |
| II исправление | | | | | | |
| I | 1-2 | 0 | | 103,12 | 0,017499 | -1,80 |
| | 2-3 | 0 | | 91,22 | 0,080347 | -7,33 |
| | 3-11 | 0 | | 34,27 | 0,027584 | -0,95 |
| | 11-10 | -0,09 | 0,42 | 16,81 | 0,509742 | 8,57 |
| | 1-10 | 0 | | 32,88 | 0,059639 | 1,96 |
| | | | | | 0,6948 | $\Delta h=0,45$ $\Delta q=0,32$ |
| II | 3-11 | 0 | | 34,27 | 0,027584 | 0,95 |
| | 3-4 | 0 | | 36,85 | 0,312653 | -11,52 |
| | 4-12 | 0,05 | 0,14 | 15,78 | 0,401651 | 6,34 |
| | 11-12 | 0,05 | 0,42 | 46,22 | 0,095125 | 4,40 |

Продолжение таблицы 8

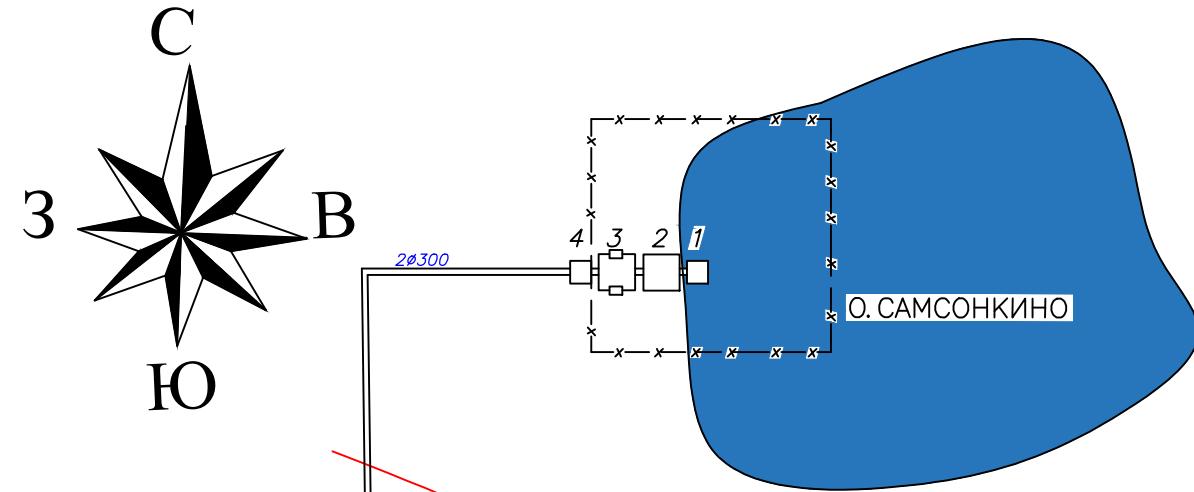
| <i>№ кольца</i> | <i>№ участка</i> | $\Delta q, л/с$ | $\Delta q_{смеж}, л/с$ | $q, л/с$ | $S \cdot q$ | $h = S \cdot q^2$ |
|------------------------|----------------------|-----------------|------------------------|----------|---------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | | | | | 0,8372 | $\Delta h=-0,16$ $\Delta q=-0,09$ |
| III | 10-11 | 0,42 | -0,09 | 16,81 | 0,509742 | -8,57 |
| | 11-12 | 0,42 | 0,05 | 46,22 | 0,095125 | -4,40 |
| | 12-9 | 0,42 | -0,14 | 22,64 | 0,674438 | -15,27 |
| | 10-9 | -0,42 | | 10,48 | 2,724647 | 28,55 |
| | | | | | 4,0039 | $\Delta h=0,32$ $\Delta q=0,04$ |
| IV | 12-4 | 0,14 | 0,05 | 15,78 | 0,401651 | -6,34 |
| | 4-5 | 0,14 | | 40,08 | 0,08492 | -3,40 |
| | 5-13 | 0,14 | 0,18 | 9,09 | 1,659191 | -15,08 |
| | 13-14 | 0,14 | 0,18 | 1,09 | 1,047029 | -1,14 |
| | 9-14 | -0,14 | | 21,42 | 0,480686 | 10,30 |
| | 9-12 | -0,14 | 0,42 | 22,64 | 0,674307 | 15,27 |
| | | | | | 4,3477 | $\Delta h=-0,40$ $\Delta q=-0,05$ |
| V | 5-6 | -0,18 | | 15,69 | 1,150026 | -18,04 |
| | 6-7 | -0,18 | | 4,49 | 1,026585 | -4,61 |
| | 8-7 | 0,18 | | 1,51 | 2,92881 | 4,42 |
| | 8-14 | 0,18 | | 9,11 | 0,312018 | 2,84 |
| | 13-14 | 0,18 | 0,14 | 1,09 | 1,047029 | 1,14 |
| | 5-13 | 0,18 | 0,14 | 9,09 | 1,659191 | 15,08 |
| | | | | | 8,1236 | $\Delta h=0,84$ $\Delta q=0,05$ |
| III исправление | | | | | | |
| I | 1-2 | 0 | | 103,12 | 0,017499 | -1,80 |
| | 2-3 | 0 | | 91,22 | 0,080347 | -7,33 |
| | 3-11 | 0 | | 34,27 | 0,027584 | -0,95 |
| | 11-10 | 0 | | 16,81 | 0,509742 | 8,57 |
| | 1-10 | 0 | | 32,88 | 0,059639 | 1,96 |
| | | | | | 0,6948 | $\Delta h=0,45$ $\Delta q=0,32$ |
| II | 3-11 | 0 | | 34,27 | 0,027584 | 0,95 |
| | 3-4 | 0 | | 36,85 | 0,312653 | -11,52 |
| | 4-12 | 0 | | 15,78 | 0,401651 | 6,34 |
| | 11-12 | 0 | | 46,22 | 0,095125 | 4,40 |
| | | | | | 0,8370 | $\Delta h=0,16$ $\Delta q=0,09$ |
| III | 10-11 | 0 | | 16,81 | 0,509742 | -8,57 |
| | 11-12 | 0 | | 46,22 | 0,095125 | -4,40 |
| | 12-9 | 0 | | 22,64 | 0,674438 | -15,27 |
| | 10-9 | 0 | | 10,48 | 2,724647 | 28,55 |
| | | | | | 4,0039 | $\Delta h=0,32$ $\Delta q=0,04$ |
| IV | 12-4 | 0 | | 15,78 | 0,401651 | -6,34 |
| | 4-5 | 0 | | 40,08 | 0,08492 | -3,40 |
| | 5-13 | -0,05 | -0,05 | 8,99 | 1,640938 | -14,75 |

Продолжение таблицы 8

| <i>№ кольца</i> | <i>№ участка</i> | $\Delta q, л/с$ | $\Delta q_{смеж}, л/с$ | $q, л/с$ | $S \cdot q$ | $h = S \cdot q^2$ |
|-----------------|------------------|-----------------|------------------------|----------|---------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| IV | 13-14 | -0,05 | -0,05 | 0,99 | 0,950971 | -0,94 |
| | 9-14 | 0 | | 21,42 | 0,480686 | 10,30 |
| | 9-12 | 0 | | 22,64 | 0,674307 | 15,27 |
| | | | | | 4,2334 | $\Delta h= 0,13$ $\Delta q=0,02$ |
| V | 5-6 | 0,05 | | 15,74 | 1,153691 | -18,16 |
| | 6-7 | 0,05 | | 4,54 | 1,038016 | -4,71 |
| | 8-7 | -0,05 | | 1,46 | 2,83183 | 4,13 |
| | 8-14 | -0,05 | | 9,06 | 0,310305 | 2,81 |
| | 13-14 | -0,05 | -0,05 | 0,99 | 0,950971 | 0,94 |
| | 5-13 | -0,05 | -0,05 | 8,99 | 1,640938 | 14,75 |
| | | | | | 7,3221 | $\Delta h=-0,23$ $\Delta q=0,015$ |

Генплан города

М 1: 5000



ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK



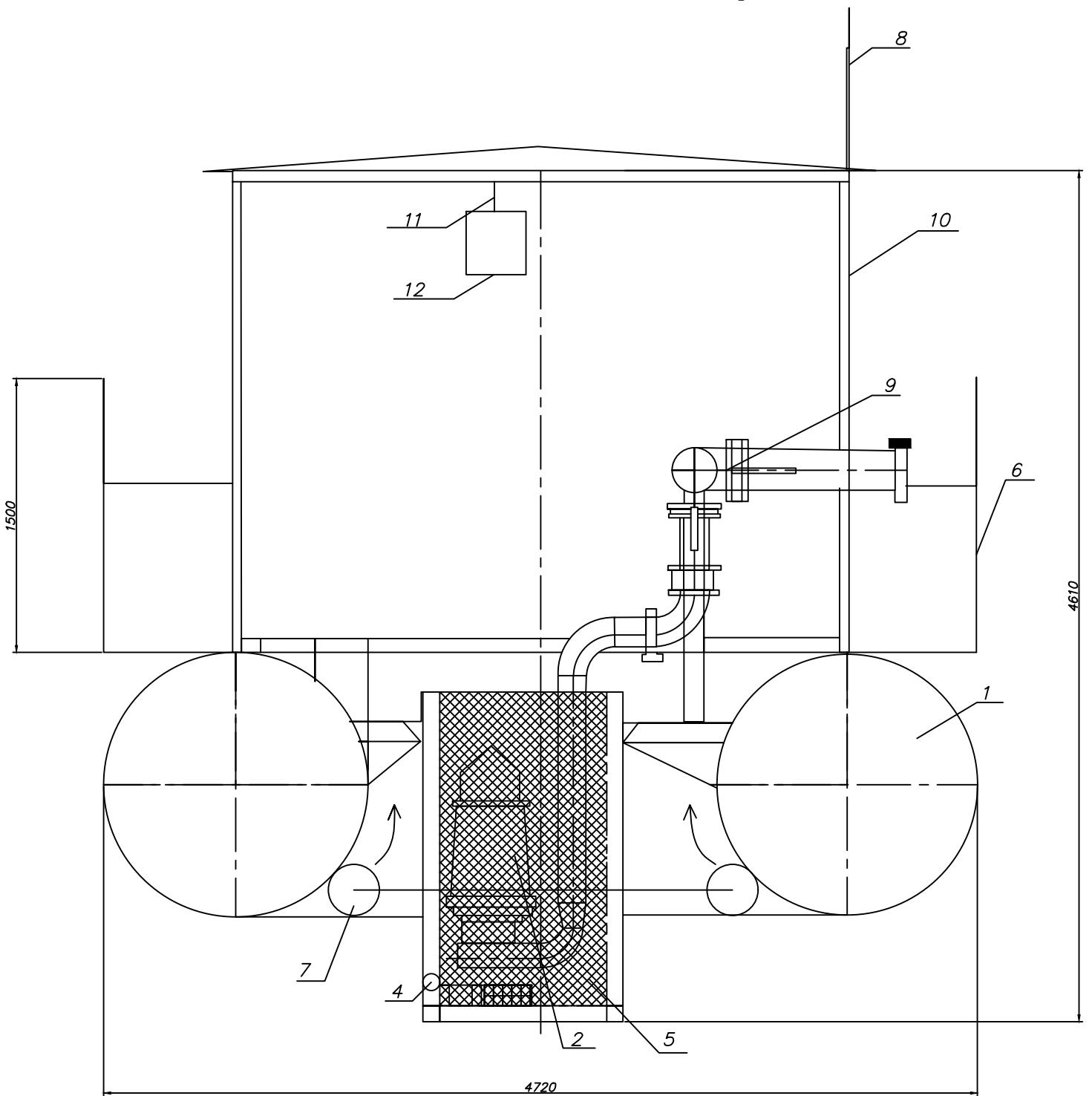
Условные обозначения

- 1 плавающий водозабор
- 2 очистные сооружения
- 3 РЧВ
- 4 НС-II

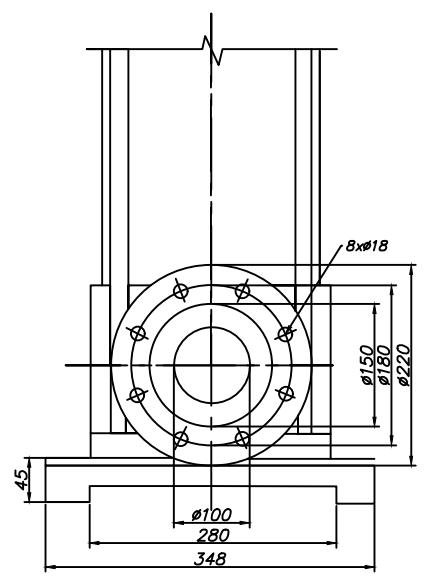
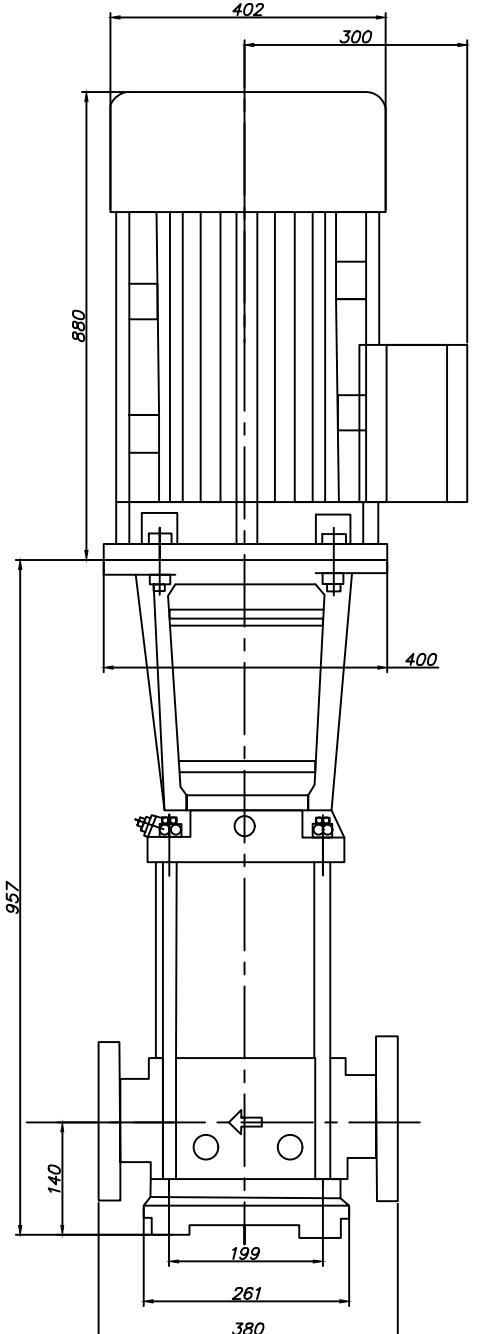
- 1 микрорайон
- 2 микрорайон
- 3 микрорайон
- 4 микрорайон
- 5 микрорайон
- зеленые насаждения
- промышленное предприятие
- x-x зона СО

| БР-20030206-2020ГП | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------|----------------|------|-------|---------|------|-------------------------------------------------------------|
| Сибирский федеральный университет Инженерно – строительный институт | | | | | | |
| Изм | Код.уч. | Лист | № док | Подпись | Дата | |
| Разраб. | Шевцова Е.А. | | | | | Водоснабжение города |
| Руководит. | Пазенко Т.Я. | | | | | численностью 23000 человек, расположенного на территории |
| Консультант | Пазенко Т.Я. | | | | | Красноярского края |
| Н.Контр. | Пазенко Т.Я. | | | | | Генплан города |
| Зад.кафедр | Матюшенко А.И. | | | | | Кафедра ИСЭС |

План плавучего водозабора с насосной
станции 1-го подъема



Насос CR 90-4-2



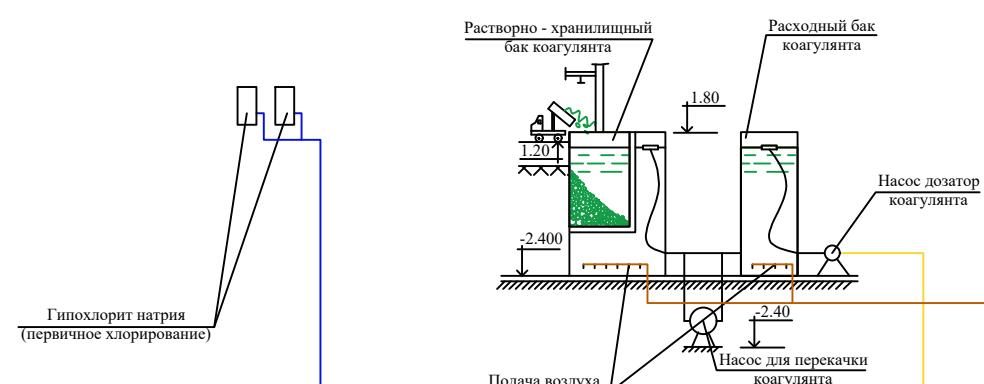
| Номер оборудования | Наименование | Кол. | Примечание |
|--------------------|------------------------------------------|------|------------|
| 1 | Стальные поплавки (понтон) | | |
| 2 | Погружной насос (2 рабочих, 1 резервный) | 3 | CR90-4-2 |
| 3 | Шкаф управления ПНС (усл. не показан) | | |
| 4 | Опускное устройство | | |
| 5 | Устройство рыбозащитное (от мусора) | | |
| 6 | Ограждение по периметру понтона | | |
| 7 | Система антиобледнения | | |
| 8 | Молниезащита | | |
| 9 | Комплект трубной обвязки | | |
| 10 | Павильон из сэндвич-панелей (на понтоне) | | |
| 11 | Монорельс на опорах | | |
| 12 | Грузоподъемное оборудование | | |

Спецификация
оборудования

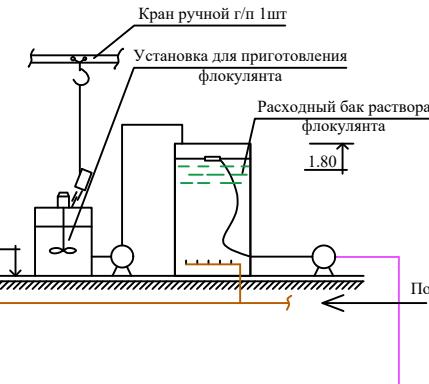
| № | Код.уч. | Лист | № док. | Подпись | Дата | БР-20030206-2020ВД |
|-------------|----------------|------|--------|---------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Изм. | Код.уч. | Лист | № док. | Подпись | Дата | Сибирский федеральный университет Инженерно – строительный институт |
| Разраб. | Шевцова Е.А. | | | | | Водоснабжение города численностью 23000 человек, расположенного на территории Красноярского края |
| Руководит. | Пазенко Т.Я. | | | | | Стадия |
| Консульт. | Пазенко Т.Я. | | | | | Лист |
| Н.Контр. | Пазенко Т.Я. | | | | | Листов |
| Зад.кафедр. | Матюшенко А.И. | | | | | Кафедра ИСЭС |
| | | | | | | Плавучий водозабор с НС-1 |

Технологическая схема водоподготовки

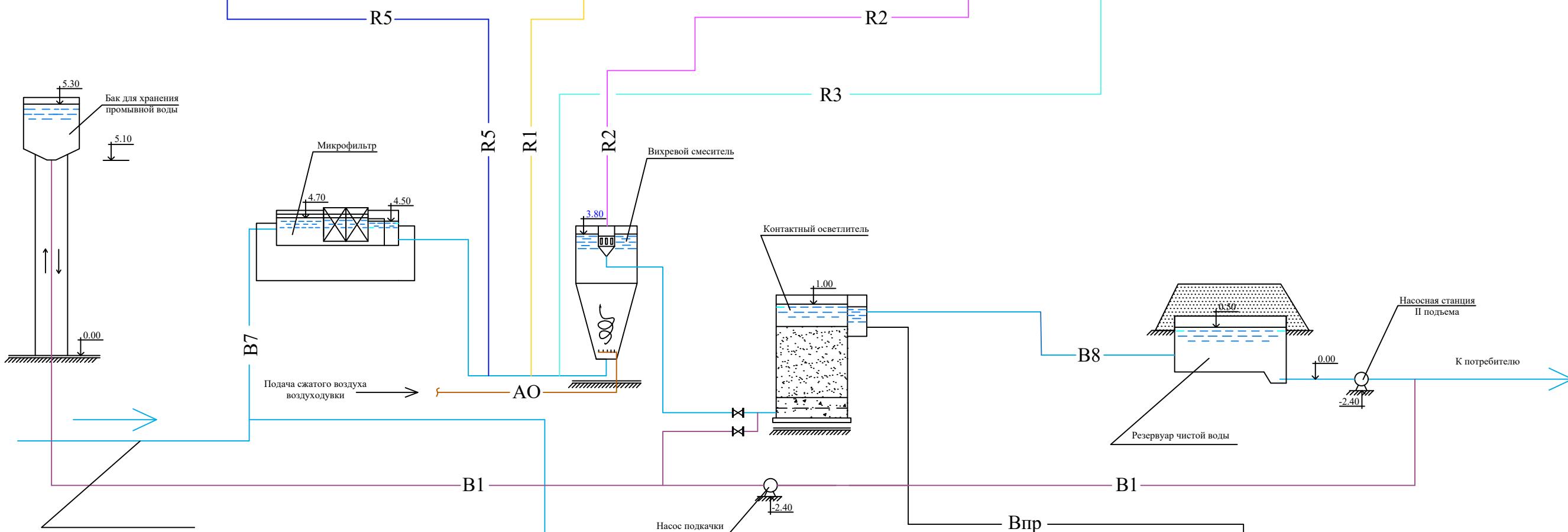
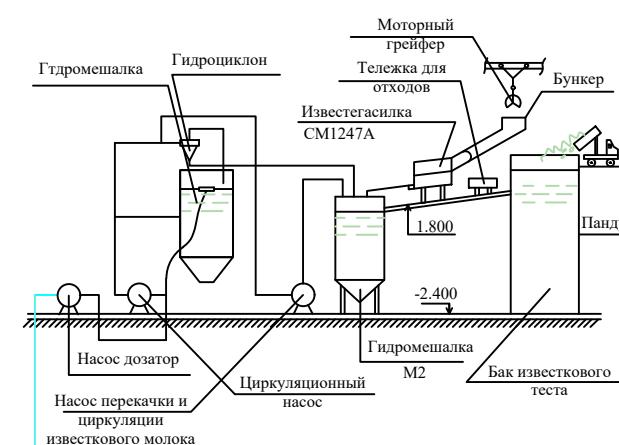
Коагулянт "бриллиант 50"



Флокулянт "K6651"



Известковое молоко



B1 Трубопровод чистой воды и на промыв фильтров

B7 Трубопровод исходной воды

B8 Трубопровод осветленной воды

Bпр Трубопровод промывной воды

R3 Трубопровод известкового молока

R5 Трубопровод хлорной воды

AO Трубопровод сжатого воздуха

R2 Трубопровод раствора флокулянта

K5 Трубопровод отвода осадка

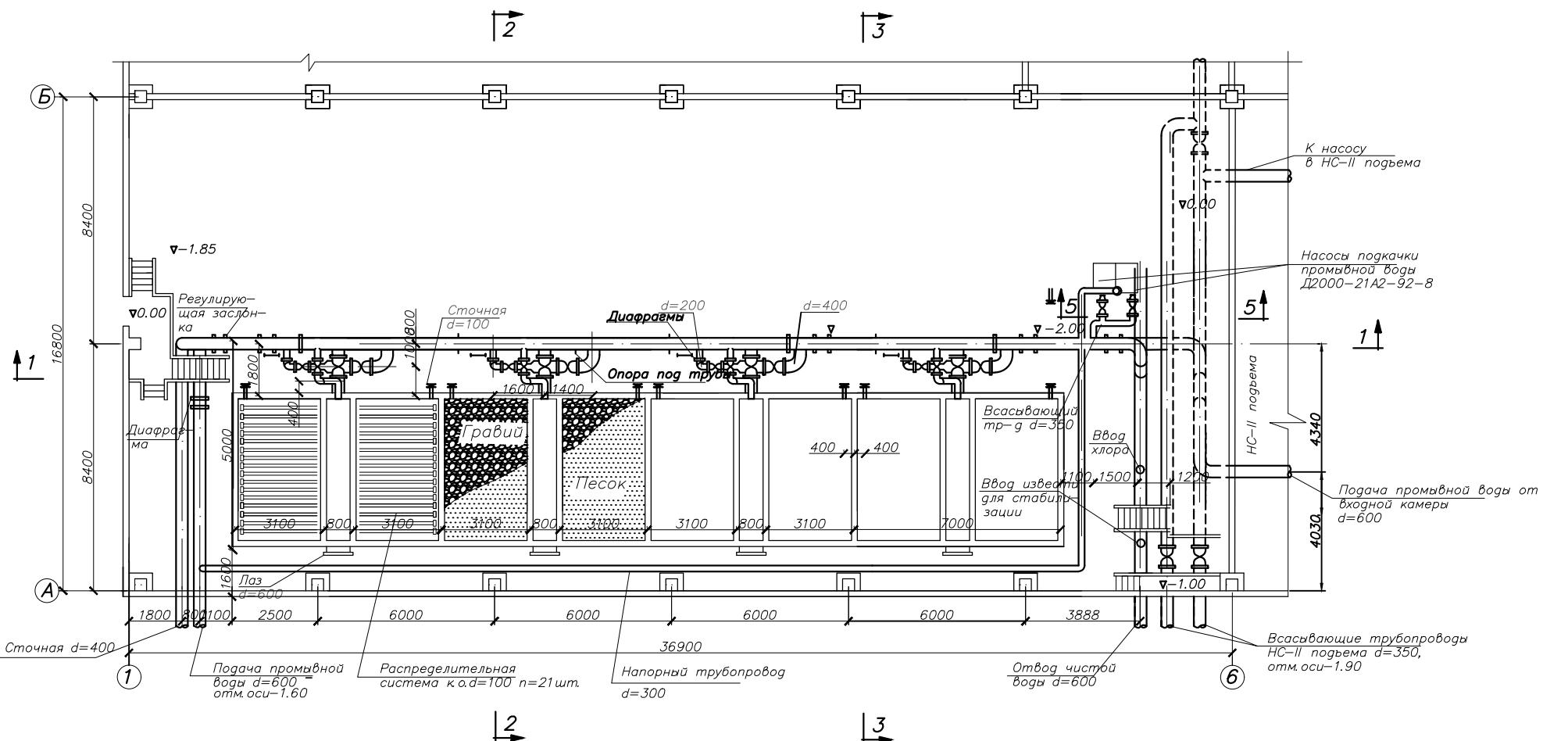
| БР-20030206-2020ТС | | | |
|--------------------|----------------|-------------|---------|
| Изл. | Лист | № документа | Подпись |
| Разраб. | Шевцова ЕА | | Дата |
| Руковод. | Пазенко Т.Я. | | |
| Консульт. | Пазенко Т.Я. | | |
| И. Контр. | Пазенко Т.Я. | | |
| Зав. каф. | Матюшенко А.И. | | |

Сибирский федеральный университет
Инженерно-строительный институт
Водоснабжение города
численностью 23000 человек
расположенного на территории
Красноярского края
Технологическая схема
водоподготовки

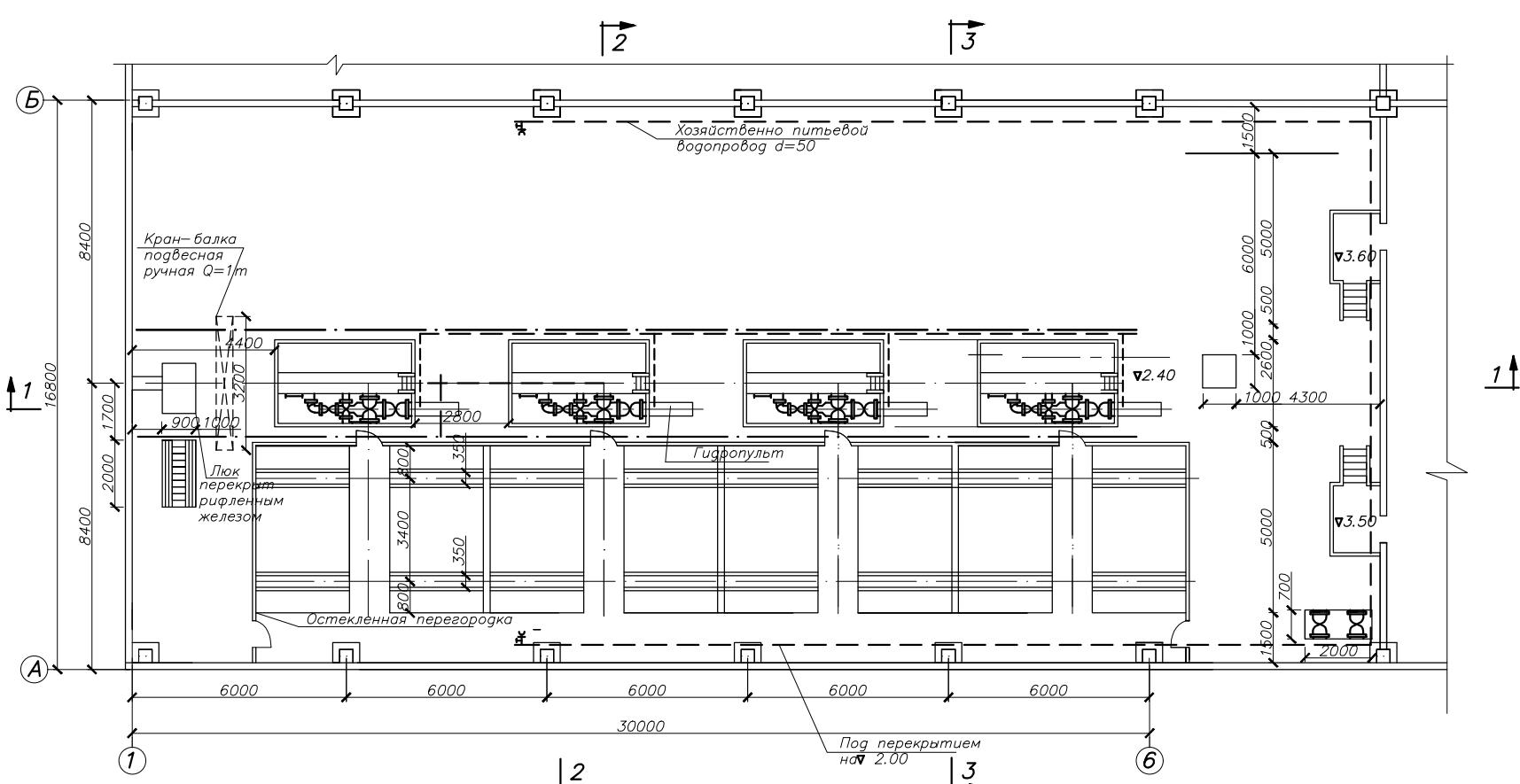
Стадия Лист Листов
3 7

Кафедра ИСЗиС

План 1-го этажа М 1:100

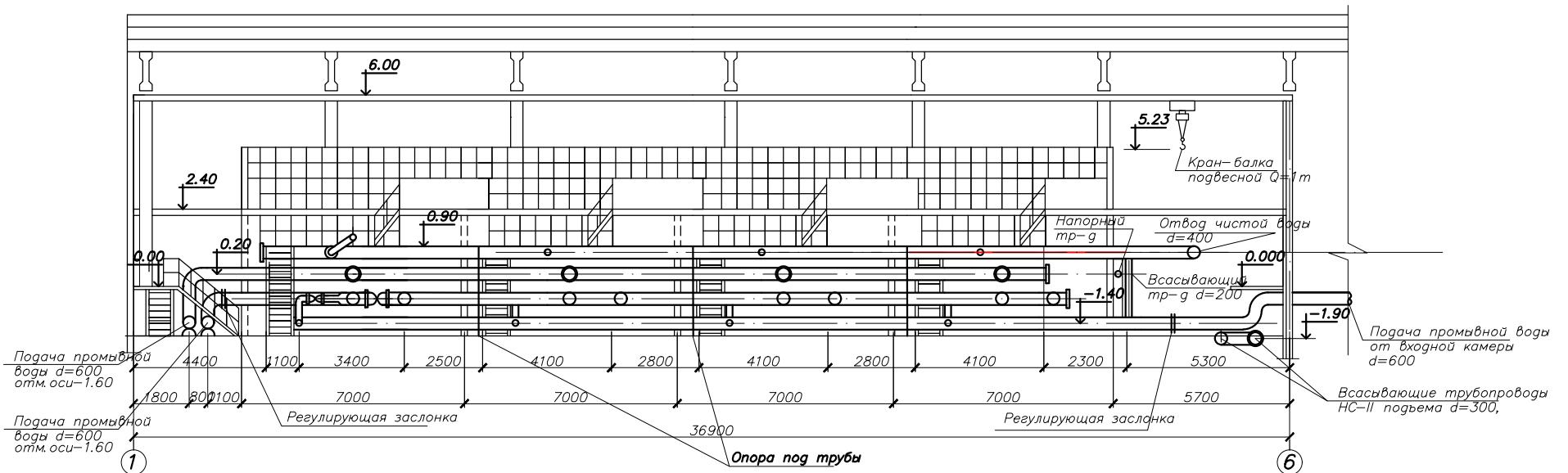


План 2-го этажа М 1:100

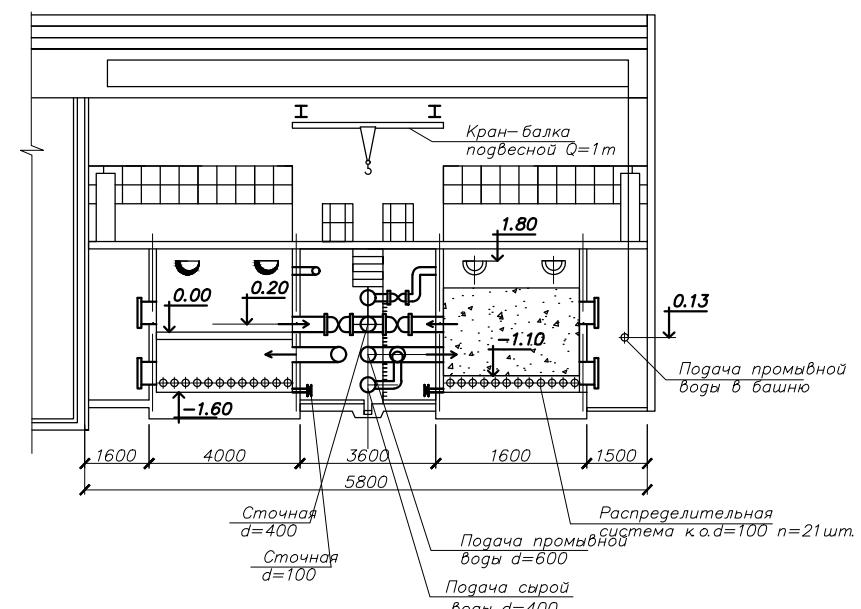


| БР-20030206-2020КО | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------|---------|------|-------|---------|------|------------------------------|
| Сибирский федеральный университет Инженерно – строительный институт | | | | | | |
| Изм | Кол.уч. | Лист | № док | Подпись | Дата | |
| Разраб. | Сисюба | | | | | Водоснабжение города |
| Руководит. | Пазенко | | | | | численностью 23000 человек, |
| Консульт. | Пазенко | | | | | расположенного на территории |
| Н.Контр. | Пазенко | | | | | Красноярского края |
| Заб.кафедр. | Сакаш | | | | | План контактных освещителей |
| | | | | | | Кафедра ИСЭС |

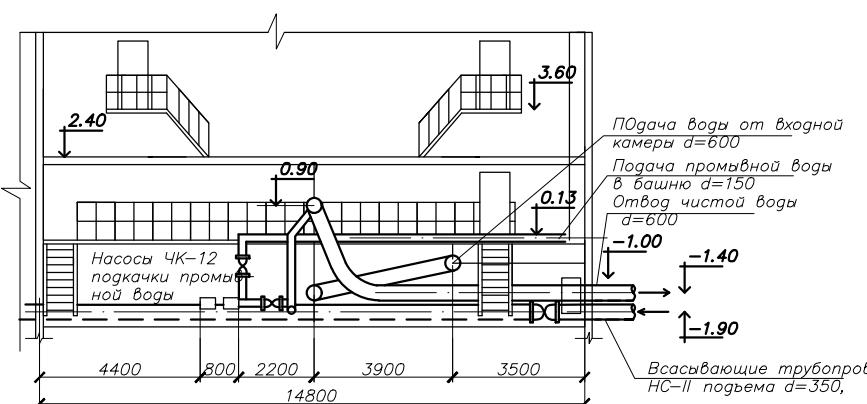
Разрез 1-1



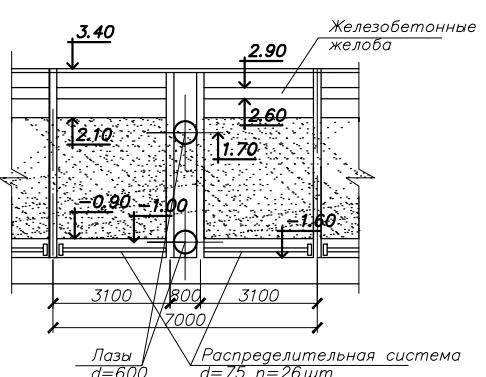
Разрез 2-2



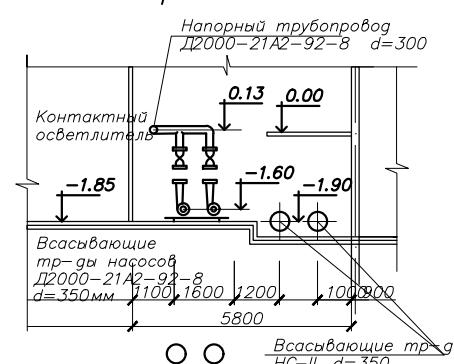
Разрез 3-3



Разрез 4-4



Разрез 5-5

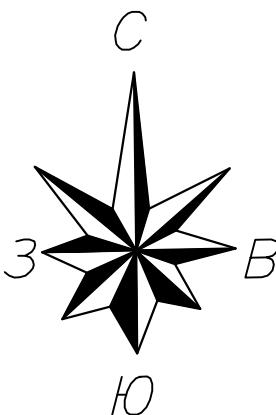


Деталь загрузки

| Наименование загрузки | Пределы крупности загрузки, мм | Высота слоя, мм |
|-----------------------|--------------------------------|-----------------|
| Песок | dз=0.5-2мм Kn=2.5 | 2000 |
| | 2.0-4.0 | 50 |
| | 4.0-8.0 | 100 |
| | 8.0-16.0 | 100 |
| | 16.0-32.0 | 250 |

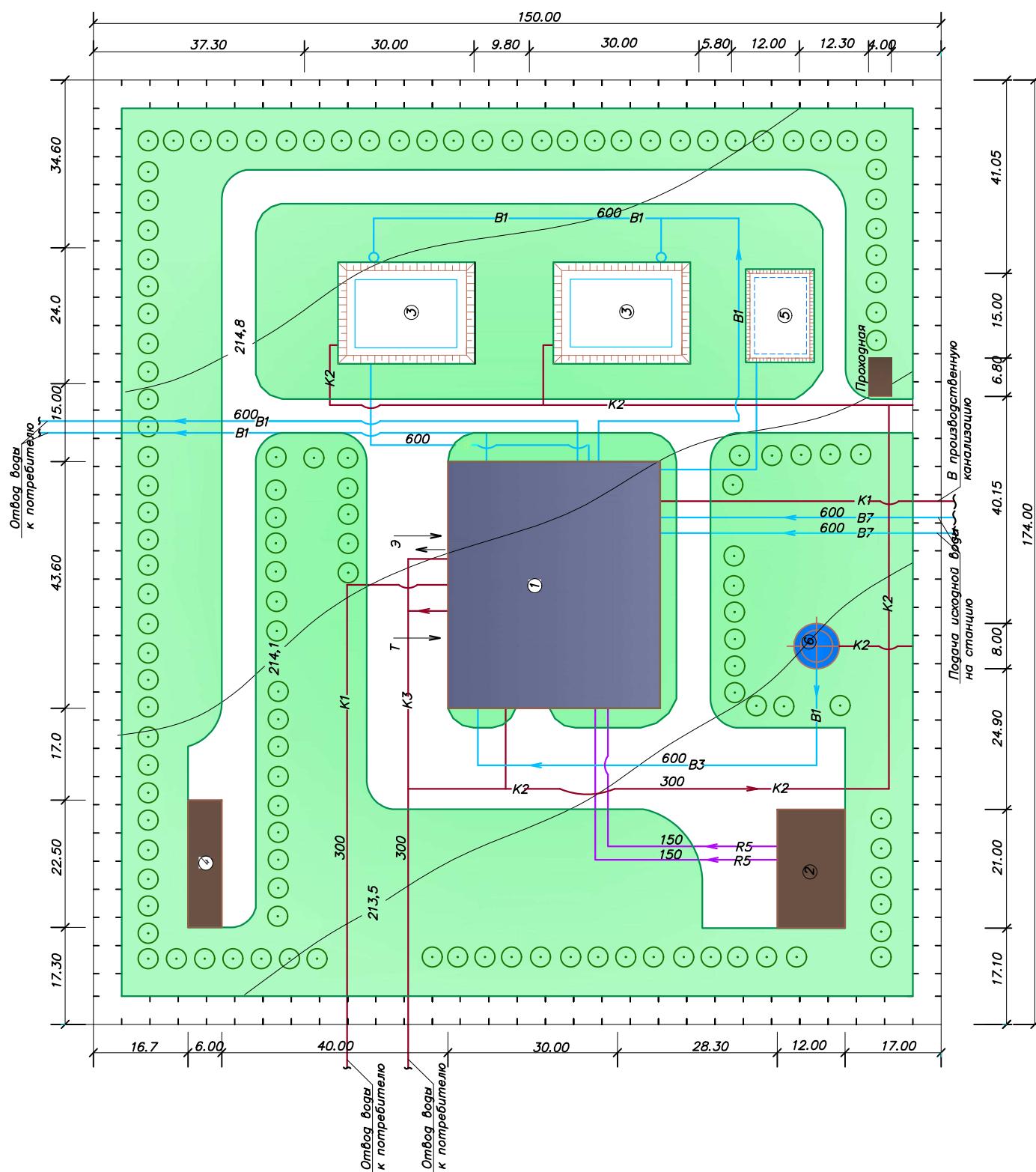
распределительная система d=100мм

| | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------|---------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------|
| БР-20030206-2020Р | | | | | |
| Изм. | Кол.ч. | Лист | № док. | Подпись | Дата |
| Сибирский федеральный университет Инженерно – строительный институт | | | | | |
| Разраб. | Сисюба | | Водоснабжение города численностью 23000 человек, расположенного на территории Красноярского края | | |
| Руководит. | Пазенко | | Стадия | Лист | Листов |
| Консульт. | Пазенко | | 5 | 7 | |
| Н.Контр. | Пазенко | | Разрезы контактных осветлителей | | |
| Зав.кафедр. | Сакаш | | Кафедра ИСЭС | | |



Генплан очистных сооружений

М 1: 500



Условные обозначения

- B7 — Трубопровод сырой воды
- B1 — Трубопровод чистой воды
- K2 — Трубопровод производственной канализации
- K1 — Трубопровод бытовой канализации
- K3 — Трубопровод дождевой канализации
- B3 — Трубопровод промывной воды
- R5 — Трубопровод хлорной воды

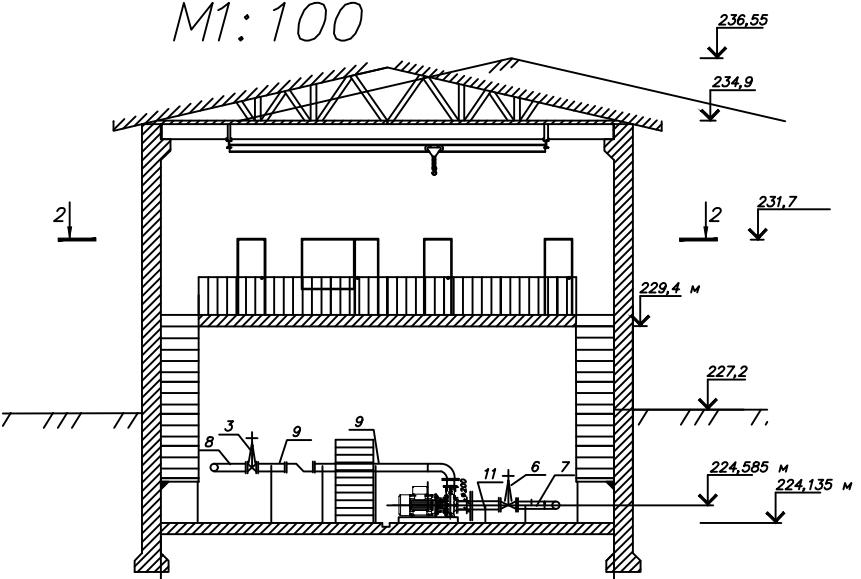
Экспликация зданий и сооружений

| № | Наименование здания (сооружения) | № типового проекта |
|---|--------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1 | Главный корпус станции очистки воды поверхностных источников | 901-3-250.88 |
| 2 | Электролизная установка получения гипохлорита натрия | 901-7-6.84 |
| 3 | Резервуары для воды прямоугольные железобетонные сборные | 901-4-74.83 |
| 4 | Котельная с четырьмя котлами | 903-1-23 |
| 5 | Резервуар для промывной воды | 901-3-147 |
| 6 | Башня для хранения промывной воды с баком емкостью 500м3 | 901-3-157 |
| 7 | Шламоуплотнитель | 901-3-25 |

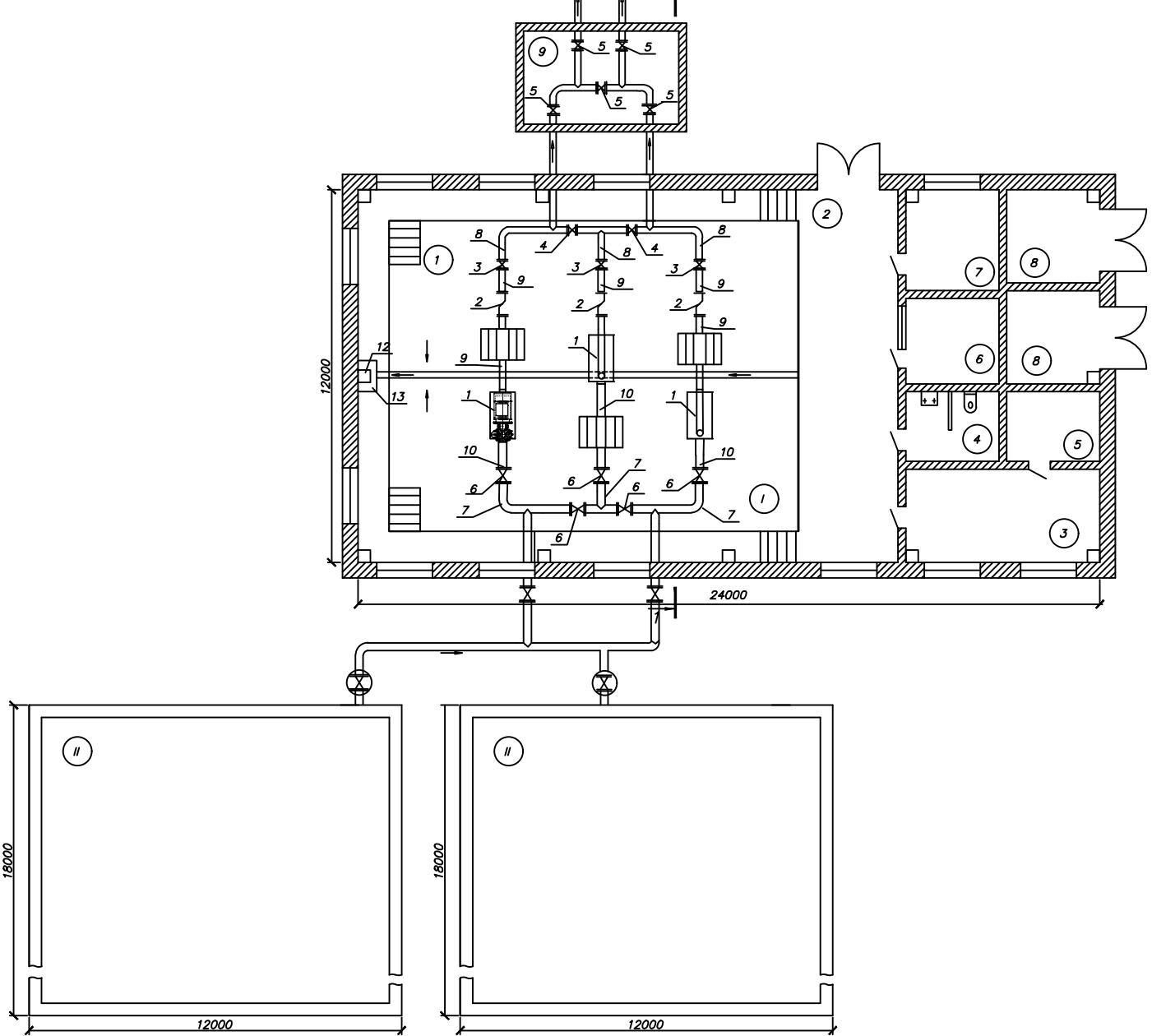
| | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------|-------|---------|------|
| Изм | Код.уч | Лист | № док | Подпись | Дата |
| Разраб | Шевцова Е.А. | | | | |
| Руководит | Пазенко Т.Я. | | | | |
| Консультант | Пазенко Т.Я. | | | | |
| Н.Контр | Пазенко Т.Я. | | | | |
| Зад.кафедр | Матюшенко А.И. | | | | |
| БР-20030206-20200С | | | | | |
| Сибирский федеральный университет Инженерно – строительный институт | | | | | |
| Водоснабжение города численностью 23000 человек, расположенного на территории Красноярского края | | | | | |
| Генплан очистных сооружений | | | | | |
| Кафедра ИСЭС | | | | | |

Разрез 1-1

M1: 100



План насосной станции II-го подъема на отметке 234,51 м M1: 100



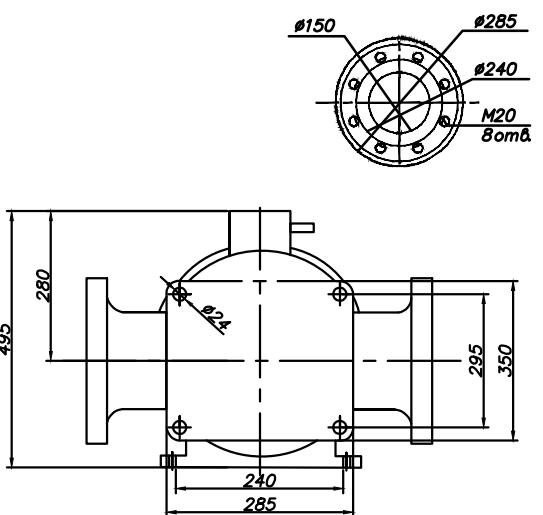
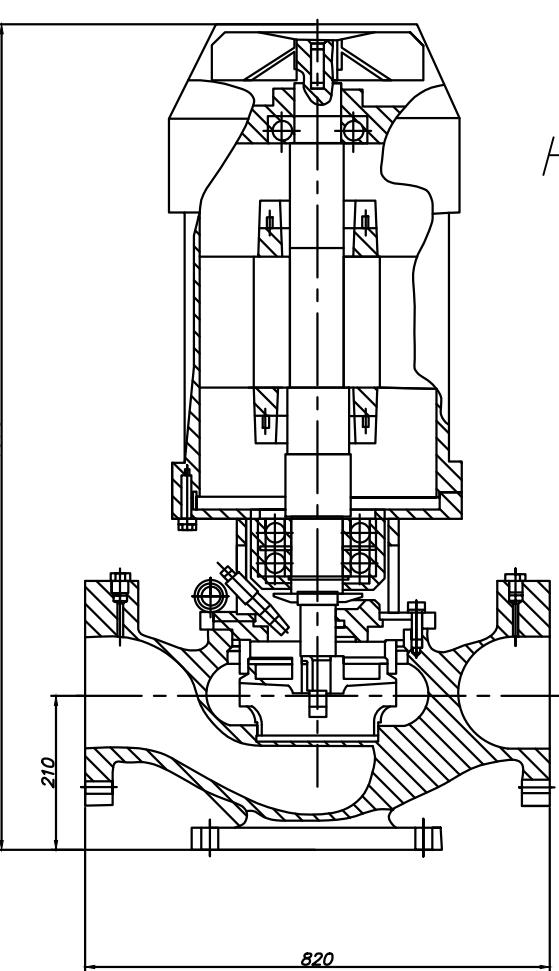
Экспликация помещений

| Номер помещения | Наименование | Площадь, м ² | Кол. |
|-----------------|-----------------------------------|-------------------------|------|
| I | Здание насосной станции | 288,0 | 1 |
| II | РЧВ | 720,0 | 2 |
| 1 | Машинный зал | 171,6 | 1 |
| 2 | Монтажная площадка | 38,1 | 1 |
| 3 | Мастерская | 18,9 | 1 |
| 4 | Санузел | 8,4 | 1 |
| 5 | Помещение РУ | 6,0 | 1 |
| 6 | Диспетчерская | 7,5 | 1 |
| 7 | Помещение для дежурного персонала | 9,7 | 1 |
| 8 | Камера трансформатора | 9,0 | 2 |

Спецификация оборудования

| Номер оборудования | Наименование | Кол. | Примечание |
|--------------------|-----------------------------------------------------|------|------------|
| 1 | Насос ЦМЛ 150/395 (2 рабочих, 1 резервный) | 3 | |
| 2 | Обратный клапан AVK PN 10 серия 53/100 | 3 | |
| 3 | Задвижка на напорном водоводе BV-05-47, d=200 мм | 3 | |
| 4 | Задвижка на главном коллекторе BV-05-47, d=200 мм | 2 | |
| 5 | Задвижка в камере переключения BV-05-47, d=200 мм | 5 | |
| 6 | Задвижка на всасывающем водоводе BV-05-47, d=250 мм | 10 | |
| 7 | Всасывающий трубопровод d=300 мм | | I=12 м |
| 8 | Напорный трубопровод d=250мм | | I=11,5 м |
| 9 | Вставка d=200 мм | 5 | |
| 10 | Вставка d=250мм | 3 | |
| 11 | Опорная стойка | 30 | |
| 12 | Дренажный насос ГНОМ 16-15 | 1 | |
| 13 | Дренажный приемник | 1 | |

Насос ЦМЛ 150/395



| Изл. № | Лист № | докумен. | Подпись | Дата | Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт |
|-----------|----------------|----------|---------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Разраб. | Шевцова ЕА | | | | Водоснабжение города численностью 23000 человек, расположенного на территории Красноярского края |
| Руковод. | Пазенко Т.Я. | | | | |
| Консульт. | Пазенко Т.Я. | | | | |
| И. Контр. | Пазенко Т.Я. | | | | |
| Зав. каф. | Матюшенко А.И. | | | | Насосная станция второго подъема |
| | | | | | Кафедра ИСЗиС |

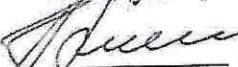
БР-20030206-2020НС

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный институт

Кафедра «Инженерные системы зданий и сооружений»

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой ИСЗиС

 Матюшенко А.И.

подпись

инициалы, фамилия

« 30 » 06 2020 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

20.03.02.06 «Природообустройство и водопользование»

Водоснабжение города численностью 23000 человек, расположенного на
территории Красноярского края

Пояснительная записка

Руководитель

 доктор, канд.тех.наук. Т.Я. Пазенко
подпись, дата

должность, ученая степень

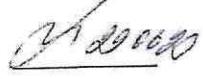
инициалы, фамилия

Выпускник

 доктор, канд.тех.наук. Е.А. Шеянова
подпись, дата

инициалы, фамилия

Норма контролер

 доктор, канд.тех.наук. Т.Я. Пазенко
подпись, дата

должность, ученая степень

инициалы, фамилия

Красноярск 2020