

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

Инженерно-строительный
институт
Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой



Г.В.Сакаш

подпись инициалы, фамилия

« 20 » 06 2017г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01. 06 «Водоснабжение и водоотведение»

код – наименование направления

Водоснабжение поселка городского типа и промышленного предприятия

тема

Руководитель



подпись, дата

доцент, канд. тех. наук

должность, ученая степень

Т.Я. Пазенко

инициалы, фамилия

Выпускник



подпись, дата

В.А. Дьяченко

инициалы, фамилия

Красноярск 2017

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный институт
институт
Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Г.В. Сакаш
подпись инициалы, фамилия
«_____» _____ 20 ____ г

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01.06 Водоснабжение и водоотведение
по профилю

«Водоснабжение поселка городского типа и
промышленного предприятия»
тема

Руководитель _____ доцент, к.т.н. Т.Я. Пазенко
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фа-
милia

Выпускник _____ В.А. Дьяченко
подпись, дата инициалы, фамилия

Красноярск 2017

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме: «Водоснабжение поселка городского типа и промышленного предприятия» содержит 93 страницы текстового документа, 22 использованный источник, 6 листов графического материала.

ПОСЕЛОК, МОЛОЧНЫЙ ЗАВОД, ВОДОЗАБОР, НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ, ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ, ВОДОПРОВОДНАЯ СЕТЬ, КОАГУЛЯНТ, ФЛОКУЛЯНТ, ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА.

Объект – поселок, расположенный на территории Красноярского края.

Цели работы:

- выбор источника водоснабжения для обеспечения поселка водой питьевого качества;
- выбор материала труб для водопроводной сети;
- выбор метода подготовки воды питьевого качества и ее обеззараживания;
- подбор насосного оборудования для подъема и подачи воды населению.

В результате проведенной работы был выбран источник водоснабжения, определены размеры водоприемного колодца и подобрано водоподъемное оборудование, выбран материал труб для прокладки кольцевой водопроводной сети, рассчитана насосная станция второго подъема и подобраны насосы с частотным регулированием, определен метод обеззараживания воды. Произведен расчет всех выбранных сооружений.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение..... | 5 |
| ГЛАВА I | |
| ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ..... | 6 |
| 1.1 Общие сведения об объекте водоснабжения..... | 6 |
| 1.1.2 Характеристика источника водоснабжения..... | 6 |
| 1.1.3 Данные о населенном пункте..... | 7 |
| 1.2 Характеристика промышленного предприятия..... | 7 |
| 1.3 Определение расчетных расходов воды..... | 8 |
| 1.3.1 Расход воды на хозяйственно – питьевые нужды населения..... | 8 |
| 1.3.2 Расходы воды на нужды промышленного предприятия..... | 10 |
| 1.3.3 Расходы воды на коммунальные нужды населенного пункта..... | 12 |
| 1.3.4 Расход воды на пожаротушение..... | 12 |
| 1.3.5 Расход воды на нужды местной промышленности..... | 13 |
| 1.4 Режим водопотребления в течение суток..... | 13 |
| 1.5 Гидравлический расчет водопроводной сети..... | 17 |
| 1.5.1 Расчетная схема отдачи воды потребителю..... | 18 |
| 1.5.2 Подготовка сети к гидравлическому расчету..... | 20 |
| 1.5.3 Гидравлический расчет сети..... | 21 |
| ГЛАВА II | |
| РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ..... | 34 |
| ВОДОЗАБОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ..... | 34 |
| 2.1 Гидравлические расчеты водозабора..... | 34 |
| 2.2 Расчет плоских сеток..... | 36 |
| 2.3 Расчет самотечных, всасывающих и напорных водоводов..... | 36 |
| ГЛАВА III | |
| РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ..... | 37 |
| 3.1 Насосная станция I подъема..... | 37 |
| 3.2 Определение требуемого напора насосов станции I-ого подъема..... | 37 |
| 3.3 Насосная станция II подъема..... | 39 |
| 3.4 Определение отметок резервуара..... | |
| 3.5 Определение диаметров всасывающих и напорных трубопроводов..... | 42 |
| 3.6 Определение требуемого напора насосов станции II подъема..... | 42 |
| 3.7 Подбор насосов..... | 43 |
| ГЛАВА IV | |
| РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНЦИЙ..... | 44 |
| ВОДОПОДГОТОВКИ..... | 44 |
| 4.1 Выбор технологической схемы водоподготовки..... | 45 |
| 4.1.2 Реагентное хозяйство. Определение дозы реагентов..... | 45 |
| 4.1.3 Растворение коагулянта сжатым воздухом..... | 47 |
| 4.1.4 Воздуходувки и воздухопроводы..... | 48 |
| 4.1.5 Суженный участок для ввода реагента..... | 50 |
| 4.1.6 Склады реагентов..... | 52 |
| 4.1.7 Дозирование растворов реагентов..... | 53 |
| 4.1.8 Вертикальный (вихревой) смеситель..... | 54 |
| 4.1.9 Расчет контактного осветлителя..... | 59 |
| 4.2.18 Обеззараживание..... | 68 |
| ГЛАВА V | |

| | |
|---|----|
| ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА..... | 69 |
| 5.1 Определение объемов земляных работ | 69 |
| 5.2 Определение объема земли подлежащей вывозу в отвал за пределы стройки | 75 |
| 5.3 Предварительный выбор комплекта машин..... | 77 |
| 5.4 Выбор механизмов для обратной засыпки траншеи и ее планировки | 81 |
| 5.5 Определение технико-экономических показателей для выбора комплекта машин..... | 83 |
| 5.6 Определение размеров забоя..... | 86 |
| 5.7 Выбор кранового оборудования для монтажа трубопровода | 87 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 92 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ..... | 93 |

Введение

Вода это природное достояние человека, которое необходимо для его жизнедеятельности и здоровья. Обеспечение населения качественной и питьевой водой способствует улучшению и сохранению здоровья и безопасности нации. Причины проблем питьевого водоснабжения связаны с все возрастающими объемами водопотребления и антропогенным загрязнением источников, что обуславливает актуальность проблемы.

Основным критерием эффективной и надежной работы систем водоснабжения является выполнение требований стандарта качества очищенной воды.

Основным звеном в обеспечении поддержания качества питьевой воды являются очистные сооружения. Актуально использование коагулянтов и флокулянтов с точными характеристиками и селективными свойствами. Они являются продуктом высоких технологий, их дозировка зависит от конкретных факторов. Современные реагенты минимизируют или вовсе не добавляют в воду растворенных металлов, не изменяют рН воды, сокращают объем образуемого осадка.

Поверхностные источники России сильно загрязнены поэтому очистные сооружения водоподготовки, должны обеспечить удаление загрязнений антропогенного происхождения: фенолов, нефтепродуктов, СПАВ, пестицидов, ионов тяжелых металлов. Поэтому одним из главных направлений является рациональное использование, восстановление и охрана водных ресурсов. Центральное место занимает задача обеспечения населения высококачественной питьевой водой.

ГЛАВА I

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ

1.1 Общие сведения об объекте водоснабжения

Поселок расположен на юго-западе Красноярского края на границе с ре-сбуликой Хакасия. Важной особенностью географического положения района является его местонахождение в центре земледельческой части края с благоприятными агроклиматическими ресурсами и плодородными почвами. Отрицательные факторы — удалённость от крупных промышленных центров, железнодорожных станций, месторождений полезных ископаемых.

Рельеф района довольно разнообразен. Главная причина разнообразия рельефа - расположение территории района на стыке двух тектонических структур: Минусинской межгорной впадины и Восточно-Саянского нагорья. Левобережная территория поселка сложена преимущественно осадочными породами верхнедевонского и нижнекаменноугольного возраста. Широко распространены глины и суглинки.

Вся территория района расположена в умеренном климатическом поясе. Климат резко-континентальный. Самая тёплая часть — юго-запад поселка. Наиболее низкие температуры бывают на востоке и юго-востоке района. В целом для района, средняя температура января $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, июля $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Средняя годовая температура $-1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Минимальные температуры обычно отмечаются в первой половине января. В это время столбик термометра может опускаться до $-46\text{ }^{\circ}\text{C}$. Морозы могут сохраняться до марта. Через отметку $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ среднесуточная температура переходит к середине апреля. В марте и в первой половине апреля воздух может прогреваться до $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Максимальные значения температуры воздуха в июле. В этом месяце может установиться сухая, ясная, жаркая погода. Воздух при этом в полуденные часы прогревается до $+33\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$. В августе заметно прохладнее, в сентябре среднесуточная температура понижается до $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+9\text{ }^{\circ}\text{C}$, а к концу октября окончательно переходит через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

1.1.1 Характеристика источника водоснабжения

Вода в источнике относится к средне-мутным и характеризуется следующими показателями качества воды, которые приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Показатели качества воды в реке

| Наименование природных примесей | Показатели качества исходной воды | Нормативы (ПДК по СанПиН 2.1.4.1074-01) |
|---|-----------------------------------|---|
| Мутность, мг/л | 53,6 | 1,5 |
| Цветность, град. | 10 | 20 |
| Фтор, мг/л | 0,004 | 1,2 |
| Железо общее, мг/л | 0,002 | 0,3 |
| Хлориды, мг/л | 2 | 350 |
| Сульфаты, мг/л | 8 | 500 |
| Медь, мг/л | 0,009 | 1,0 |
| Алюминий, мг/л | 0,001 | 0,2 |
| Фосфаты, мг/л | 0,005 | 3,5 |
| Марганец, мг/л | 0,001 | 0,1 |
| Нефтепродукты, мг/л | 0,6 | 0,1 |
| Цинк, мг/л | 0,04 | 5 |
| Минерализация, мг/л | 115,5 | 1000 |
| Азот нитритный, мг/л | 0,004 | 3,3 |
| Азот нитратный, мг/л | 0,04 | 45 |
| Азот аммонийный, мг/л | 0,45 | 1,5 |
| БПК ₅ , мг О ₂ /л | 1,5 | 3 |
| Фенолы летучие | 0,019 | 0,001 |
| СПАВ, мг/л | 0,02 | 0,5 |

1.1.2 Данные о населенном пункте

Застройка поселка городского типа создана из групп пятиэтажных и девятиэтажных многосекционных домов, оборудованных холодным и горячим водоснабжением, канализацией и центральным отоплением.

Имеется дошкольные общеобразовательные учреждения, а также общеобразовательные школы, спортивно–оздоровительный комплекс, торговые центры, лечебно– оздоровительный центр.

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

На территории города расположено предприятие молочной промышленности.

1.2 Характеристика промышленного предприятия

Предприятие – молочной промышленности:

Вырабатывается широкий ассортимент продукции: питьевое молоко различных видов в разнообразной упаковке расфасовке, молочнокислые продукты, мороженное и др.

На предприятии молочной промышленности основное количество чистой воды (до 90% общего объема водопотребления) расходуется на производственные нужды: на охлаждение молока и молочных продуктов, восстановление сухого молока; мытье технологического оборудования и тары; включая автомобильные и железнодорожные цистерны, для котельных и холодильных установок.

Система водоснабжения в производственных и вспомогательных цехах обработки и переработке молока прямоточная с повторным использованием отработавшей воды. В холодильных установках, компрессорных, пластинчатых теплообменниках и вакуум – выпарных аппаратах используется обратная вода. Отработавшая вода от охлаждения молочных продуктов в аппаратах используется повторно на горячее водоснабжение, питание котлов, наружное мытье автомобильных цистерн, полив территории и т.д.

Вода, расходуемая на мытье оборудования, панелей, бутылок, фляг и банок, внутреннее мытье железнодорожных и автомобильных молочных цистерн, обмыв сыров, хозяйственно – бытовые нужды и горячее водоснабжение, должна быть питьевого качества. Полив территории и наружное мытье автомашин, может иметь незначительные отклонения от ГОСТа на питьевую воду.

1.3 Определение расчетных расходов воды

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

Общее количество воды, которое должен подавать городской водопровод:

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

1.3.1 Расход воды на хозяйственно – питьевые нужды населения

Степень благоустройства и норма хозяйственно – питьевого водоснабжения в городе: здания оборудованы внутренним водопроводом и канализацией, централизованным горячим водоснабжением, норма водопотребления – 220 л/(чел·сут).

Расчетное число жителей N , чел., определяется по формуле

$$N = F_{жс} \cdot \rho ,$$

(1.1)

I квартал: $N = 14,4 \cdot 250 = 3600$

II квартал: $N = 33,6 \cdot 300 = 10080$

где $F_{ж}$ – площадь жилой застройки, $\Sigma 48$ га;

ρ – плотность населения, I квартал: 250 чел/га; II квартал: 300 чел/га.

Суммарное количество жителей составляет $N = 13680$ чел/га.

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

$$Q_{ср.сут} = \frac{q_{ж} \cdot N}{1000} \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (1.2)$$

$$Q_{ср.сутI} = \frac{220 \cdot 3600}{1000} = 792 \text{ м}^3/\text{сут},$$

$$Q_{ср.сутII} = \frac{220 \cdot 10080}{1000} = 2217,6 \text{ м}^3/\text{сут},$$

$$\Sigma Q_{ср.сут} = 3009,6 \text{ м}^3/\text{сут},$$

где $q_{ж}$ – норма водопотребления, в зависимости от степени благоустройства жилого района;

N – число жителей в жилой застройке, чел.

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

$$Q_{сут.макс} = K_{сут.макс} \cdot Q_{ср.сут}, \quad (1.3)$$

$$Q_{сут.макс} = 1,3 \cdot 3009,6 = 3912,48 \text{ м}^3/\text{сут},$$

$$Q_{сут.мин} = K_{сут.мин} \cdot Q_{ср.сут}, \quad (1.4)$$

$$Q_{сут.мин} = 0,9 \cdot 3009,6 = 2708,64 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

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

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

$$q_{ч.макс.} = K_{ч.макс.} \cdot \frac{Q_{сут.макс.}}{24}, \text{ м}^3/\text{ч.}, \quad (1.5)$$

$$q_{ч.макс.} = 1,5 \cdot \frac{3912,48}{24} = 244,53 \text{ м}^3/\text{ч.},$$

$$q_{ч.мин.} = K_{ч.мин.} \cdot \frac{Q_{сут.мин.}}{24}, \text{ м}^3/\text{ч.}, \quad (1.6)$$

$$q_{ч.мин.} = 0,3 \cdot \frac{2708,64}{24} = 33,86 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

где K_q – коэффициент часовой неравномерности, который определяется по формулам

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

$$K_{ч.макс.} = 1,2 \cdot 1,26 \approx 1,5$$

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

$$K_{ч.мин.} = 0,5 \cdot 0,6 = 0,3$$

где α – коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия, принимается $\alpha_{макс.} = 1,2 \div 1,4$; $\alpha_{мин.} = 0,4 \div 0,6$;

β – коэффициент, учитывающий число жителей в населенном пункте, принимается по табл. 2 (СП31.13330.2012) величина которого при численности жителей 13680 чел. Составляет $\beta_{макс.} = 1,26$; $\beta_{мин.} = 0,43$.

1.3.2 Расход воды на нужды промышленного предприятия

$Q_{пр.пред}$ – суточный расход воды на производственные нужды промышленных предприятий, 1004,56 м³/сут.

Режим водопотребления предприятиями складывается из режимов потребления соответствующих групп потребителей на нем. Режим расходования воды на технологические нужды зависит от технологии производства и, как правило, задается технологами. Режим потребления воды на хозяйственно-питьевые нужды работающих определяют посменно. Потребление воды на принятие душа осуществляется в первый час последующей смены.

Промышленное предприятие по производству молока:

Общий расход воды на промышленном предприятии складывается из:

$$Q_{np.предсут} = Q_{тех} \cdot Q_{питьев}, \quad (1.9)$$

где $Q_{тех}$ – расход воды на производственные нужды предприятия, м³/сут;

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

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

- 1 смена: 400 человек, 2 смена: 400 человек, из них в горячих цехах работает 150 человек, в холодных – 250 человек;

Расход воды на производственные нужды, м³/час определяем по формуле

$$Q_{np} = \frac{Q_{тех\ сут}}{24}, \quad (1.10)$$

$$Q_{np} = \frac{800}{24} = 33,33 \text{ м}^3/\text{час}.$$

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

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

$$Q_{x/n} = \frac{q_x \cdot n_x}{1000}, \quad (1.11)$$

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

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

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

Расход воды на принятие душа после окончания смены, $Q_{душ}$ м³/сут равен

$$Q_{душ} = \frac{0,375 \cdot N}{a}, \quad (1.12)$$

$$Q_{душ} = \frac{0,375 \cdot 150}{6} = 9,375 \text{ м}^3 / \text{смену}.$$

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

a – количество человек, приходящихся на одну душевую сетку

1.3.3 Расходы воды на коммунальные нужды населенного пункта

Среднесуточное потребление воды на поливку определяется в зависимости от покрытия территории, способа полива, вида насаждений, климатических и других местных условий.

Расход воды на полив $Q_{полив}$, м³/сут, определяем из расчета на одного жителя 50л/(чел·сут), по формуле

$$Q_{полив} = \frac{50 \cdot N}{1000}, \quad (1.13)$$

$$Q_{полив} = \frac{50 \cdot 13680}{1000} = 684 \text{ м}^3 / \text{сут}.$$

где N – количество жителей, чел.

Режим поливочного водопотребления принимаю равномерным в течение принятой продолжительности поливки. Часы поливки не должны совпадать с часами максимального водопотребления и не образуют их.

1.3.4 Расходы воды на пожаротушение

Расчетный расход воды на наружное пожаротушение (на один пожар) и количество одновременных пожаров в населенном пункте для расчета магистральных и кольцевых линий водопроводной сети. При застройке населенного пункта зданиями высотой более 5-х этажей с общей численностью более 20 тыс. чел. принимаем количество одновременных пожаров – 2, расход воды на один пожар – 15 л/с.

Расчетный расход воды на наружное пожаротушение промышленного предприятия принимаем равным 20 л/с, что соответствует I и II степени огнестойкости промышленных зданий категории производства по пожарной опас-

ности А,Б,В, общим объемом зданий до 50 тыс. м³. Количество одновременных пожаров на промышленном предприятии – 1.

1.3.5 Расход воды на нужды местной промышленности

Расход воды на местную промышленность определяется по формуле

$$Q_{м.пр} = 0,1 \cdot Q_{сут.макс} , \quad (1.14)$$

$$Q_{м.пр} = 0,1 \cdot 3912 = 391,2 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

1.4 Режим водопотребления в течение суток

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

Результаты расчета водопотребления по часам суток приведены в таблице 1.2

Таблица 1.2 –Водопотребления поселка по часам суток

| Часы суток | хозяйственно – питьевые нужды, | | Нужды местной промышленности | Поливка улиц и зеленых насаждений | II промышленное предприятие | | | | Всего | |
|------------|--------------------------------|----------------|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|----------------|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------|
| | K=1,5 % | м ³ | | | м ³ | м ³ | Технологическое м ³ | Хозяйственно-питьевое, м ³ | Горячее, м ³ | Душ, м ³ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 0–1 | 1,5 | 58,68 | 16,3 | 97,7 | | | | 9,38 | 182,06 | 3,62 |
| 1–2 | 1,5 | 58,68 | 16,3 | 97,7 | | | | | 172,68 | 3,43 |
| 2–3 | 1,5 | 58,68 | 16,3 | 97,7 | | | | | 172,68 | 3,43 |
| 3–4 | 1,5 | 58,68 | 16,3 | 97,7 | | | | | 172,68 | 3,43 |
| 4–5 | 2,5 | 97,8 | 16,3 | 97,7 | | | | | 211,8 | 4,21 |
| 5–6 | 3,5 | 136,92 | 16,3 | | | | | | 153,22 | 3,05 |
| 6–7 | 4,5 | 176,04 | 16,3 | | | | | | 192,34 | 3,82 |
| 7–8 | 5,5 | 215,16 | 16,3 | | | | | | 231,46 | 4,60 |
| 8–9 | 6,25 | 244,5 | 16,3 | | 60 | | | | 260,8 | 5,18 |
| 9–10 | 6,25 | 244,5 | 16,3 | | 60 | 0,89 | 0,96 | | 262,65 | 5,22 |
| 10–11 | 6,25 | 244,5 | 16,3 | | 60 | 0,89 | 0,96 | | 262,65 | 5,22 |
| 11–12 | 6,25 | 244,5 | 16,3 | | 60 | 0,89 | 0,96 | | 262,65 | 5,22 |
| 12–13 | 5 | 195,6 | 16,3 | | 60 | 0,89 | 0,96 | | 213,75 | 4,25 |
| 13–14 | 5 | 195,6 | 16,3 | | 60 | 0,89 | 0,96 | | 213,75 | 4,25 |
| 14–15 | 5,5 | 215,16 | 16,3 | | 60 | 0,89 | 0,96 | | 233,31 | 4,64 |
| 15–16 | 6 | 234,72 | 16,3 | | 60 | 0,89 | 0,96 | | 252,87 | 5,03 |
| 16–17 | 6 | 234,72 | 16,3 | | 60 | | | 9,38 | 260,4 | 5,18 |
| 17–18 | 5,5 | 215,16 | 16,3 | | 60 | 0,89 | 0,96 | | 233,31 | 4,64 |
| 18–19 | 5 | 195,6 | 16,3 | | 60 | 0,89 | 0,96 | | 213,75 | 4,25 |
| 19–20 | 4,5 | 176,04 | 16,3 | | 60 | 0,89 | 0,96 | | 194,19 | 3,86 |
| 20–21 | 4 | 156,48 | 16,3 | | 60 | 0,89 | 0,96 | | 174,63 | 3,47 |
| 21–22 | 3 | 117,36 | 16,3 | | 60 | 0,89 | 0,96 | | 135,51 | 2,69 |
| 22–23 | 2 | 78,24 | 16,3 | 97,7 | 60 | 0,89 | 0,96 | | 194,09 | 3,86 |
| 23–24 | 1,5 | 58,68 | 16,3 | 97,7 | 60 | 0,89 | 0,96 | | 174,53 | 3,47 |
| Итого | 100 | 3912 | 391,2 | 683,9 | 960 | 12,46 | 13,44 | 18,76 | 5031,6 | 100,00 |

По данным таблицы 1.2 чертим ступенчатый график водопотребления населенного пункта и промышленных предприятий по часам суток, рисунок 1.1.

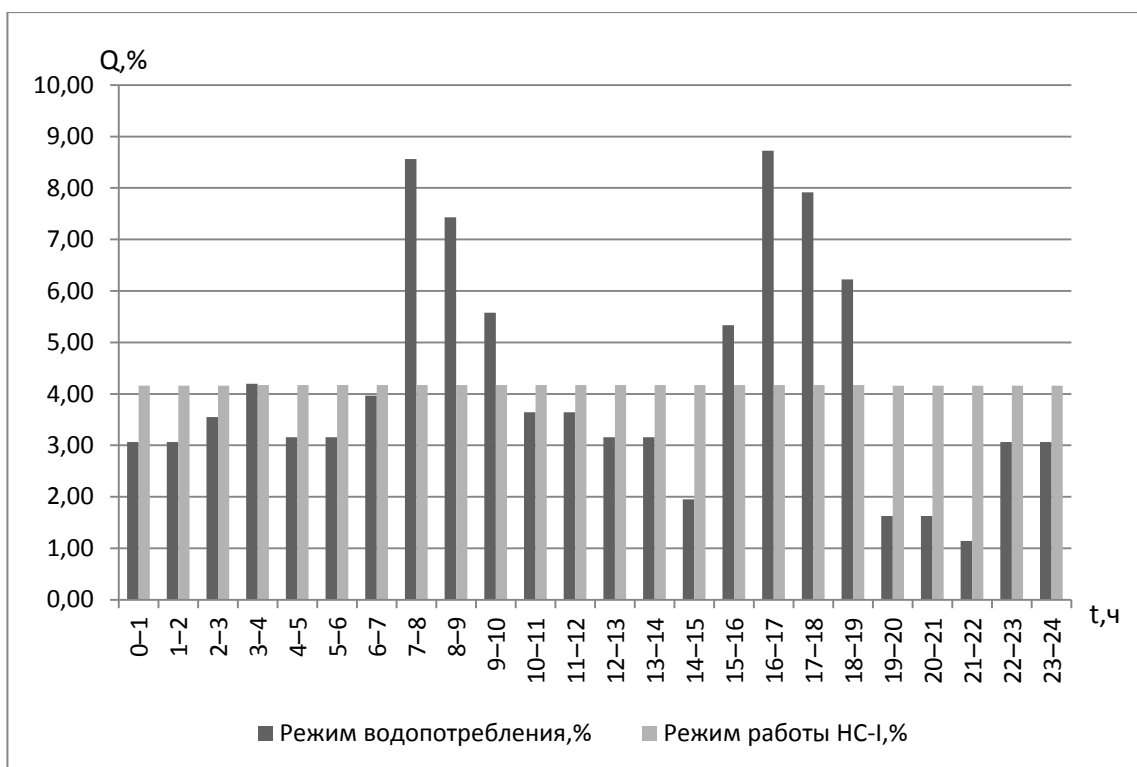


Рисунок 1.1 – Совмещенный график водопотребления города, подачи воды насосами НС-I и подачи воды потребителю насосами НС-II.

Определяем регулируемую емкость бака РЧВ. Расчет емкости бака РЧВ приведен в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Расчет регулирующей емкости резервуара чистой воды

| Часы суток | Подача воды НС-I подъема, % | Подача воды НС-II подъема, % | Поступление воды в РЧВ, % | Расход воды из РЧВ, % | Остаток воды в РЧВ, % |
|------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 0–1 | 4,16 | 3,62 | 0,54 | | 4,01 |
| 1–2 | 4,16 | 3,43 | 0,73 | | 4,74 |
| 2–3 | 4,16 | 3,43 | 0,73 | | 5,47 |
| 3–4 | 4,16 | 3,43 | 0,73 | | 6,20 |
| 4–5 | 4,17 | 4,21 | | -0,04 | 6,16 |
| 5–6 | 4,16 | 3,05 | 1,11 | | 7,27 |
| 6–7 | 4,17 | 3,82 | 0,35 | | 7,62 |
| 7–8 | 4,17 | 4,60 | | -0,43 | 7,19 |
| 8–9 | 4,17 | 5,18 | | -1,01 | 6,18 |
| 9–10 | 4,17 | 5,22 | | -1,05 | 5,13 |
| 10–11 | 4,17 | 5,22 | | -1,05 | 4,08 |
| 11–12 | 4,17 | 5,22 | | -1,05 | 3,03 |
| 12–13 | 4,17 | 4,25 | | -0,08 | 2,95 |
| 13–14 | 4,17 | 4,25 | | -0,08 | 2,87 |
| 14–15 | 4,17 | 4,64 | | -0,47 | 2,41 |
| 15–16 | 4,17 | 5,03 | | -0,86 | 1,55 |
| 16–17 | 4,17 | 5,18 | | -1,01 | 0,54 |
| 17–18 | 4,17 | 4,64 | | -0,47 | 0,08 |
| 18–19 | 4,17 | 4,25 | | -0,08 | 0 |
| 19–20 | 4,17 | 3,86 | 0,31 | | 0,31 |
| 20–21 | 4,16 | 3,47 | 0,69 | | 1,00 |
| 21–22 | 4,16 | 2,69 | 1,47 | | 2,47 |
| 22–23 | 4,17 | 3,86 | 0,31 | | 2,78 |
| 23–24 | 4,16 | 3,47 | 0,69 | | 3,47 |
| Итого | 100 | 100 | 7,66 | 7,66 | |

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

$$W_{РЧВ} = W_{рег} + W_{соб.н} + W_{пож} , \quad (1.15)$$

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

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

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

Объем регулирующей емкости резервуара составляет 7,62% суточного расхода воды:

$$W_{рег} = \frac{7,62 \cdot 5031,76}{100} = 383,45 \text{ м}^3 \quad (1.16)$$

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

$$W_{пож} = T_{пож} \cdot 3,6 \cdot \left(n_{н.п} \cdot q_{н.п} + n_{н.пр} \cdot q_{н.пр} \right), \quad (1.17)$$

$$W_{пож} = 3,6 \cdot 3 \cdot 3,6 \cdot \left(15 + 1 \cdot 20 \right) = 540 \text{ м}^3.$$

где n – расчетное количество пожаров соответственно в населенном пункте и на промышленном предприятии, принимается по СНиП 2.04.02 – 84*;

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

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

Объем регулирующей емкости резервуара на собственные нужды станции составляет 5-8% от $Q_{сут.макс}$:

$$W_{соб.н} = 0,05 \cdot Q_{сут.макс}, \quad (1.18)$$

$$W_{соб.н} = 0,05 \cdot 5031,76 = 251,55 \text{ м}^3.$$

Полный объем резервуаров чистой воды:

$$W_{рчв} = 384,45 + 540 + 251,55 = 1175 \text{ м}^3.$$

Принимаю 2 резервуара рабочих объемом 1000 м^3 и 250 м^3 . Размеры типового резервуара – $18 \times 12 \times 4,8 \text{ м}$. и размером $12 \times 6 \times 3,5$

1.5 Гидравлический расчет водопроводной сети

Основные принципы трассировки водопроводной сети:

- 1) сеть должна охватывать всех потребителей;
- 2) подачу воды потребителям необходимо подавать по кратчайшим расстояниям;
- 3) должна быть обеспечена бесперебойная подача воды потребителям.

Бесперебойная подача воды потребителям обеспечивается устройством кольцевой сети.

После проведенной трассировки сети основная магистральная сеть состоит из 5-и колец. Конфигурация кольцевой сети приведена на рисунке 1.2 – 1.3.

Производим гидравлический расчет магистральной сети методом Лобачева–Кросса.

1.5.1 Расчетная схема отдачи воды потребителю

В основу гидравлического расчета положено, что каждый участок сети отдает постоянный удельный расход q_{yd} , л/(с·м), который определяется по формуле

$$q_{yd} = \frac{Q - Q_{cocr.}}{\sum l}, \quad (1.19)$$

где q_{yd} – удельный расход воды на 1 м сети, л/(с·м);

Q – общий расход воды, л/с;

$Q_{cocr.}$ – сосредоточенный расход, отбираемый крупным потребителем, л/с;

$\sum l$ – суммарная длина участков магистральной водопроводной сети, через которые осуществляется отбор воды м.

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

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

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

$$q_{пут} = q_{yd} \cdot L, \quad (1.20)$$

где L — длина участка, м.

Для упрощения расчета, принимаем, что вода отбирается из сети в виде сосредоточенных расходов в узлах магистральной водопроводной сети. Узловой расход равен полусумме путевых расходов участков, примыкающих к узлу, также учитывается сосредоточенный расход.

Узловой расход определяется по формуле

$$q_{\text{узл}} = \frac{\sum q_{\text{пут}}}{2}, \quad (1.21)$$

Удельный расход при максимальном водоразборе:

$$q_{\text{уд}} = \frac{1072,4 - (11,25 + 2,34 + 75 + 312)}{3,6 \cdot 7976} = 0,023 \text{ л/(с·м)}.$$

Результаты расчета путевых расходов приведены в таблице 1.4, узловых расходов в таблице 1.5.

Таблица 1.4 – Определение путевых отборов

| № участков | Расчетная длина участка, м | Путевые отборы воды, л/с, при максимальном | |
|------------|-------------------------------|---|-----------------------------|
| | | водоразбо- ре | водоразбо- ре при пожаре |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1-2 | 350 | 3,49 | 3,49 |
| 2-3 | 370 | 3,69 | 3,69 |
| 3-4 | 290 | 2,89 | 2,89 |
| 4-5 | 366 | 3,65 | 3,65 |
| 5-6 | 240 | 2,39 | 2,39 |
| 6-7 | 160 | 1,60 | 1,60 |
| 7-8 | 270 | 2,69 | 2,69 |
| 8-12 | 160 | 1,60 | 1,60 |
| 5-9 | 276 | 2,75 | 2,75 |
| 9-10 | 360 | 3,59 | 3,59 |
| 10-11 | 250 | 2,49 | 2,49 |
| 1-11 | 410 | 4,09 | 4,09 |
| 11-12 | 930 | 9,28 | 9,28 |
| 2-10 | 390 | 3,89 | 3,89 |
| 3-9 | 390 | 3,89 | 3,89 |
| 7-9 | 380 | 3,79 | 3,79 |
| Итого | 5592 | 55,78 | 55,78 |

Таблица 1.5 – Определение узловых расходов

| № узла | № участка, примыкающего к узлу | Путевой расход, л/с, в час максимального | Расчетный узловой расход, л/с, в час максимального |
|--------|--------------------------------|--|--|
| | | водоразбора | водоразбора |
| 1 | 1-2, 1-11 | 7,58 | 3,79 |
| 2 | 1-2, 2-3, 2-10 | 11,07 | 5,54 |
| 3 | 2-3, 3-4, 3-9 | 10,47 | 5,24 |
| 4 | 3-4, 4-5, | 6,54 | 3,27 |
| 5 | 4-5, 5-6, 5-9 | 8,80 | 4,40 |
| 6 | 5-6, 6-7 | 3,99 | 1,99 |
| 7 | 6-7, 7-8, 7-9 | 8,08 | 4,04 |
| 8 | 7-8,8-12 | 4,29 | 2,14 |
| 9 | 5-9,3-9,9-10,7-9 | 14,02 | 7,01 |
| 10 | 2-10,10-11,9-10 | 9,97 | 4,99 |
| 11 | 1-11,11-12,10-11 | 15,86 | 7,93 |
| 12 | 11-12,8-12 | 10,87 | 5,44 |
| Итого | | 111,56 | 55,78 |

1.5.2 Подготовка сети к гидравлическому расчету

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

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

1) сумма приходящих к узлу расходов равна сумме выходящих из узла расходов;

2) должен соблюдаться I закон Кирхгофа – сумма потерь напора на участках, где расход движется в рассматриваемом кольце по часовой стрелке, должна быть равна сумме потерь напора на участках с противоположным направлением движения расхода (против часовой стрелки). Допускаемая невязка при расчете $\Delta h \leq \pm 0,5$ м.

Кольцевую сеть проектируем из полиэтиленовых труб.

Преимущества, определяемые свойствами полиэтиленовых труб:

- Высокая износостойкость (гарантийный срок службы - 50 лет);
- Принципиальное отсутствие всех видов коррозии;
- Низкое микробиальное обрастание;
- Нетоксичность - отсутствие воздействия на вкусовые качества и запах воды;

- Гидродинамическая пропускная способность полиэтиленовой трубы не ухудшается со временем (практически отсутствует механическое зарастание трубы из-за низкой шероховатости поверхности);
- Высокая надежность при механических перегрузках вследствие таких свойств ПЭ, как вязкость и упругость одновременно;
- Хорошие теплоизоляционные свойства;
- Полиэтиленовые трубы в 2 - 4 раза легче стальных, что существенно облегчает их транспортировку и монтаж;
- Выпускаются отрезками до 13 м и бухтами длиной до 400 м;
- Стыковая сварка полиэтиленовых труб полностью автоматизирована, дешева, проста и не требует дополнительных расходных материалов.

1.5.3 Гидравлический расчет сети

По таблицам Ф.А. Шевелева определяем:

- диаметры трубопроводов – D_y , мм;
- потери напора в водоводах и водопроводной сети – $1000i$, мм/м;
- скорость движения воды – V , м/с.

Расчетные случаи работы сети:

- в час наибольшего водопотребления. Гидравлический расчет случая приведен в таблицах 1.6 - 1.7, схема гидравлического расчета приведена на рис. 1.2;
- при пожаре в час наибольшего водопотребления. Гидравлический расчет приведен в таблицах 1.8 - 1.9, схема гидравлического расчета приведена на рисунках 1.2 и 1.3.

Таблица 1.6 – Гидравлический расчет сети в час наибольшего водопотребления

| № коль ца | № участ ка | l, м | q, л/с | d, мм | v, м/с | δ | S_0 | $S = S_0 \cdot \delta \cdot l$ | $S \cdot q$ | $h = S \cdot q^2$ |
|--------------------------------------|------------------|------|--------|-------|--------|----------|-------|--------------------------------|---------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Предварительное распределение | | | | | | | | | | |
| I | 1-2 | 350 | 25 | 200 | 1,025 | 0,99525 | 9,677 | 0,003371 | 0,0842 | -2,11 |
| | 2-10 | 390 | 10 | 125 | 1,048 | 0,99088 | 112,4 | 0,043436 | 0,4343 | -4,34 |
| | 10-9 | 250 | 10 | 125 | 1,048 | 0,99088 | 112,4 | 0,027844 | 0,2784 | 2,78 |
| | 1-11 | 410 | 44,17 | 280 | 0,9235 | 1,01834 | 1,663 | 0,000694 | 0,0306 | 1,35 |
| | | | | | | | | | 0,8277 | $\Delta h = -2,31$ $\Delta q = 1,4$ |
| II | 2-3 | 370 | 9,46 | 125 | 0,992 | 1,0019 | 112,4 | 0,0417 | 0,3942 | -3,73 |
| | 3-9 | 390 | 7 | 110 | 0,951 | 1,0118 | 221,4 | 0,0874 | 0,6115 | 4,28 |
| | 9-10 | 360 | 15,01 | 160 | 0,961 | 1,0094 | 31,01 | 0,0113 | 0,1691 | 2,54 |
| | 2-10 | 390 | 10 | 125 | 1,048 | 0,9909 | 112,4 | 0,0434 | 0,4344 | 4,34 |
| | | | | | | | | | 1,6092 | $\Delta h = 7,43$ $\Delta q = 2,31$ |
| III | 3-4 | 290 | 11,22 | 140 | 0,938 | 1,0149 | 62,26 | 0,0183 | 0,2056 | -2,31 |
| | 4-5 | 366 | 9,23 | 125 | 0,968 | 1,0077 | 112,4 | 0,0415 | 0,3826 | 3,53 |
| | 5-9 | 276 | 6 | 110 | 0,815 | 1,0493 | 221,4 | 0,0641 | 0,3847 | 2,31 |
| | 3-9 | 390 | 7 | 110 | 0,951 | 1,0118 | 221,4 | 0,0874 | 0,6115 | -4,28 |
| | | | | | | | | | 1,5844 | $\Delta h = -0,75$ $\Delta q = -12,2$ |
| IV | 5-6 | 240 | 7,63 | 125 | 0,8 | 1,052 | 112,4 | 0,0284 | 0,2165 | 1,65 |
| | 6-7 | 160 | 9,62 | 125 | 1,009 | 0,99829 | 112,4 | 0,0180 | 0,1727 | 1,66 |
| | 7-9 | 380 | 5 | 110 | 0,679 | 1,0915 | 221,4 | 0,0918 | 0,4592 | -2,30 |
| | 5-9 | 276 | 6 | 110 | 0,815 | 1,0493 | 221,4 | 0,0641 | 0,3847 | -2,31 |
| | | | | | | | | | 1,2331 | $\Delta h = -1,29$ $\Delta q = 0,24$ |
| V | 10-11 | 250 | 10 | 125 | 1,048 | 0,99088 | 112,4 | 0,0278 | 0,2784 | -2,78 |
| | 9-10 | 360 | 15,01 | 160 | 0,961 | 1,00936 | 31,01 | 0,0113 | 0,1691 | -2,54 |
| | 7-9 | 380 | 5 | 110 | 0,679 | 1,09156 | 221,4 | 0,0918 | 0,4592 | 2,30 |
| | 7-8 | 270 | 18,66 | 180 | 0,9443 | 1,01336 | 16,77 | 0,0046 | 0,0856 | 1,60 |
| | 8-12 | 160 | 20,8 | 200 | 0,853 | 1,0418 | 9,67 | 0,0016 | 0,0336 | 0,70 |
| | 11-12 | 930 | 26,24 | 200 | 1,0760 | 0,9855 | 9,67 | 0,0089 | 0,2327 | 6,11 |
| | | | | | | | | | 1,2331 | $\Delta h = -1,29$ $\Delta q = 0,52$ |

Таблица 1.7 – Продолжение гидравлического расчета сети в час наибольшего водопотребления

| № кольца | № участка | Δq , л/с | $\Delta q_{\text{смеж}}$, 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 | -1,40 | | 23,60 | 0,0796 | -1,88 |
| | 2-10 | -1,4 | 2,31 | 10,91 | 0,4739 | -5,17 |
| | 10-9 | 1,4 | 2,14 | 13,54 | 0,3770 | 5,10 |
| | 1-11 | 1,4 | | 45,57 | 0,0316 | 1,44 |
| | | | | | 0,9621 | $\Delta h = -0,50$ $\Delta q = 1,4$ |
| II | 2-3 | 2,31 | | 11,77 | 0,4904 | -5,7722 |
| | 3-9 | -2,31 | -0,24 | 4,45 | 0,3888 | 1,7300 |
| | 9-10 | -2,31 | 2,14 | 14,84 | 0,1672 | 2,4815 |
| | 2-10 | -2,31 | 1,4 | 9,09 | 0,3948 | 3,5891 |
| | 2-3 | 2,31 | | 11,77 | 0,4904 | -5,7722 |
| | | | | | 1,4412 | $\Delta h = 2,31$ $\Delta q = -0,7$ |
| III | 3-4 | -0,24 | | 10,98 | 0,2013 | -2,21 |
| | 4-5 | 0,24 | | 9,47 | 0,3926 | 3,72 |
| | 5-9 | 0,24 | -0,52 | 5,72 | 0,3668 | 2,10 |
| | 3-9 | -0,24 | -2,31 | 4,45 | 0,3888 | -1,73 |
| | | | | | 1,3493 | $\Delta h = 1,87$ $\Delta q = -0,24$ |
| IV | 5-6 | 0,52 | | 8,15 | 0,2314 | 1,89 |
| | 6-7 | 0,52 | | 10,14 | 0,1820 | 1,85 |
| | 7-9 | -0,52 | -2,14 | 2,34 | 0,2149 | -0,50 |
| | 5-9 | -0,52 | 0,24 | 5,72 | 0,3668 | -2,10 |
| | | | | | 0,995 | $\Delta h = 1,13$ $\Delta q = -0,52$ |
| V | 10-11 | 2,14 | 1,4 | 13,54 | 0,3769 | -5,10 |
| | 9-10 | 2,14 | -2,31 | 14,84 | 0,1672 | -2,48 |
| | 7-9 | -2,14 | -0,52 | 2,34 | 0,2149 | 0,50 |
| | 7-8 | -2,14 | | 16,52 | 0,0758 | 1,25 |
| | 8-12 | -2,14 | | 18,66 | 0,0301 | 0,56 |
| | 11-12 | -2,14 | | 24,10 | 0,2138 | 5,15 |
| | | | | | 1,0786 | $\Delta h = -0,11$ $\Delta q = 2,14$ |

Продолжение таблицы 1.7

| № кольца | № участка | Δq , л/с | $\Delta q_{\text{смеж}}$, л/с | q , л/с | $S \cdot q$ | $h = S \cdot q^2$ |
|-----------------------|-----------|------------------|--------------------------------|-----------|---------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| II исправление | | | | | | |
| I | 1-2 | | | 23,60 | 0,0796 | -1,88 |
| | 2-10 | -0,26 | -0,7 | 9,95 | 0,4322 | -4,30 |
| | 10-9 | 0,26 | | 13,80 | 0,3842 | 5,30 |
| | 1-11 | | | 45,57 | 0,0316 | 1,44 |
| | | | | | 0,9276 | $\Delta h = -0,57$ $\Delta q = 0,26$ |
| II | 2-3 | 0,70 | | 12,47 | 0,5197 | -6,48 |
| | 3-9 | -0,7 | 0,69 | 4,44 | 0,3879 | 1,72 |
| | 9-10 | -0,7 | -0,053 | 14,09 | 0,1587 | 2,24 |
| | 2-10 | -0,7 | -0,26 | 8,13 | 0,3531 | 2,87 |
| | 2-3 | 0,70 | | 12,47 | 0,5197 | -6,48 |
| | | | | | 1,4195 | $\Delta h = 0,35$ $\Delta q = -0,7$ |
| III | 3-4 | 0,69 | | 11,68 | 0,2140 | -2,50 |
| | 4-5 | -0,69 | | 8,78 | 0,3640 | 3,20 |
| | 5-9 | -0,69 | 0,57 | 5,60 | 0,3591 | 2,01 |
| | 3-9 | 0,69 | -0,7 | 4,44 | 0,3879 | -1,72 |
| | | | | | 1,3249 | $\Delta h = 0,98$ $\Delta q = -0,69$ |
| IV | 5-6 | -0,57 | | 7,58 | 0,2152 | 1,63 |
| | 6-7 | -0,57 | | 9,57 | 0,1718 | 1,64 |
| | 7-9 | 0,57 | 0,053 | 2,96 | 0,2720 | -0,81 |
| | 5-9 | 0,57 | -0,69 | 5,60 | 0,3591 | -2,01 |
| | | | | | 1,0181 | $\Delta h = 0,46$ $\Delta q = -0,57$ |
| V | 10-11 | | | 13,54 | 0,3769 | -5,10 |
| | 9-10 | -0,053 | -0,7 | 14,09 | 0,1587 | -2,24 |
| | 7-9 | 0,053 | 0,57 | 2,96 | 0,2721 | 0,81 |
| | 7-8 | | | 16,52 | 0,0758 | 1,25 |
| | 8-12 | | | 18,66 | 0,0301 | 0,56 |
| | 11-12 | | | 24,10 | 0,2138 | 5,15 |
| | | | | | 1,1274 | $\Delta h = 0,43$ $\Delta q = -0,053$ |

Продолжение таблицы 1.7

| № кольца | № участка | Δq , л/с | $\Delta q_{\text{смеж}}$, л/с | q , л/с | $S \cdot q$ | $h = S \cdot q^2$ |
|------------------------|-----------|------------------|--------------------------------|-----------|---------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| III исправление | | | | | | |
| I | 1-2 | 0,31 | | 23,91 | 0,0806 | -1,93 |
| | 2-10 | 0,31 | -0,12 | 10,14 | 0,4404 | -4,47 |
| | 10-9 | -0,31 | 0,19 | 13,68 | 0,3809 | 5,21 |
| | 1-11 | -0,31 | | 45,26 | 0,0314 | 1,42 |
| | | | | | 0,9333 | $\Delta h=0,24$ $\Delta q=-0,031$ |
| II | 2-3 | 0,12 | | 12,59 | 0,5247 | -6,61 |
| | 3-9 | -0,12 | 0,37 | 4,69 | 0,4096 | 1,92 |
| | 9-10 | | | 14,09 | 0,1587 | 2,24 |
| | 2-10 | -0,12 | 0,31 | 8,32 | 0,3614 | 3,01 |
| | 2-3 | 0,12 | | 12,59 | 0,5247 | -6,61 |
| | | | | | 1,4544 | $\Delta h=0,55$ $\Delta q= -0,12$ |
| III | 3-4 | 0,37 | | 12,05 | 0,2208 | -2,66 |
| | 4-5 | -0,37 | | 8,41 | 0,3486 | 2,93 |
| | 5-9 | -0,37 | 0,23 | 5,46 | 0,3501 | 1,91 |
| | 3-9 | 0,37 | -0,12 | 4,69 | 0,4097 | -1,92 |
| | | | | | 1,3293 | $\Delta h=0,26$ $\Delta q= -0,37$ |
| IV | 5-6 | | | 7,58 | 0,2152 | 1,63 |
| | 6-7 | | | 9,57 | 0,1718 | 1,64 |
| | 7-9 | | | 2,96 | 0,2720 | -0,81 |
| | 5-9 | 0,23 | -0,37 | 5,46 | 0,3498 | -1,91 |
| | | | | | 1,0088 | $\Delta h= 0,56$ $\Delta q=-$ 0,23 |
| V | 10-11 | 0,19 | -0,31 | 13,42 | 0,3736 | -5,01 |
| | 9-10 | 0 | | 14,09 | 0,1587 | -2,24 |
| | 7-9 | 0 | | 2,96 | 0,2721 | 0,81 |
| | 7-8 | 0 | | 16,52 | 0,0758 | 1,25 |
| | 8-12 | 0 | | 18,66 | 0,0301 | 0,56 |
| | 11-12 | 0 | | 24,10 | 0,2138 | 5,15 |
| | | | | | 1,1241 | $\Delta h= 0,52$ $\Delta q=-$ 0,19 |

Окончание таблицы 1.7

| № кольца | № участка | Δq , л/с | $\Delta q_{\text{смеж}}$, л/с | q , л/с | $S \cdot q$ | $h = S \cdot q^2$ |
|-----------------------|-----------|------------------|--------------------------------|-----------|---------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| IV исправление | | | | | | |
| I | 1-2 | 0 | | 23,91 | 0,0806 | -1,93 |
| | 2-10 | 0,13 | -0,19 | 10,08 | 0,4378 | -4,41 |
| | 10-9 | -0,13 | 0,23 | 13,78 | 0,3837 | 5,29 |
| | 1-11 | 0 | | 45,26 | 0,0314 | 1,42 |
| | | | | | 0,9335 | $\Delta h=0,37$ $\Delta q=-0,13$ |
| II | 2-3 | 0,19 | | 12,78 | 0,5327 | -6,81 |
| | 3-9 | -0,19 | 0,098 | 4,60 | 0,4015 | 1,85 |
| | 9-10 | -0,19 | 0,23 | 14,13 | 0,1592 | 2,25 |
| | 2-10 | -0,19 | 0,13 | 8,26 | 0,3588 | 2,96 |
| | 2-3 | 0,19 | | 12,78 | 0,5327 | -6,81 |
| | | | | | 1,4522 | $\Delta h=0,25$ $\Delta q= -0,19$ |
| III | 3-4 | 0,098 | | 12,15 | 0,2226 | -2,70 |
| | 4-5 | -0,098 | | 8,31 | 0,3446 | 2,86 |
| | 5-9 | -0,098 | 0,28 | 5,64 | 0,3618 | 2,04 |
| | 3-9 | 0,098 | -0,19 | 4,60 | 0,4017 | -1,85 |
| | | | | | 1,3306 | $\Delta h=0,35$ $\Delta q= -0,098$ |
| IV | 5-6 | -0,28 | | 7,30 | 0,2073 | 1,51 |
| | 6-7 | -0,28 | | 9,29 | 0,1668 | 1,55 |
| | 7-9 | 0,28 | -0,23 | 3,01 | 0,2766 | -0,83 |
| | 5-9 | 0,28 | -0,098 | 5,64 | 0,3615 | -2,04 |
| | | | | | 1,0122 | $\Delta h= 0,19$ $\Delta q=-$ 0,28 |
| V | 10-11 | 0,23 | -0,13 | 13,52 | 0,3765 | -5,09 |
| | 9-10 | 0,23 | -0,19 | 14,13 | 0,1592 | -2,25 |
| | 7-9 | -0,23 | 0,28 | 3,01 | 0,2767 | 0,83 |
| | 7-8 | -0,23 | | 16,29 | 0,0747 | 1,22 |
| | 8-12 | -0,23 | | 18,43 | 0,0297 | 0,55 |
| | 11-12 | -0,23 | | 23,87 | 0,2117 | 5,05 |
| | | | | | 1,1285 | $\Delta h= 0,31$ $\Delta q=-$ 0,23 |

Предварительное потокораспределение

При известной конфигурации сети, заданных значениях длин ее участков, мест и величин отборов воды из сети может быть намечено неограниченное число вариантов распределения расходов воды по ее участкам. В каждом из таких вариантов необходимо обеспечить заданные величины отборов воды и удовлетворить условия баланса расходов в узлах: сумма расходов, подходящих к

узлу, равна сумме расходов, включая узловой отбор, отводимых от него, т. е.
 $\sum Q_{\text{узла}} = 0$

При максимальном водоразборе (9-10 ч.) поселку подается 262,65 м³/ч воды, из которых 61,85 м³/ч отбирается предприятием.

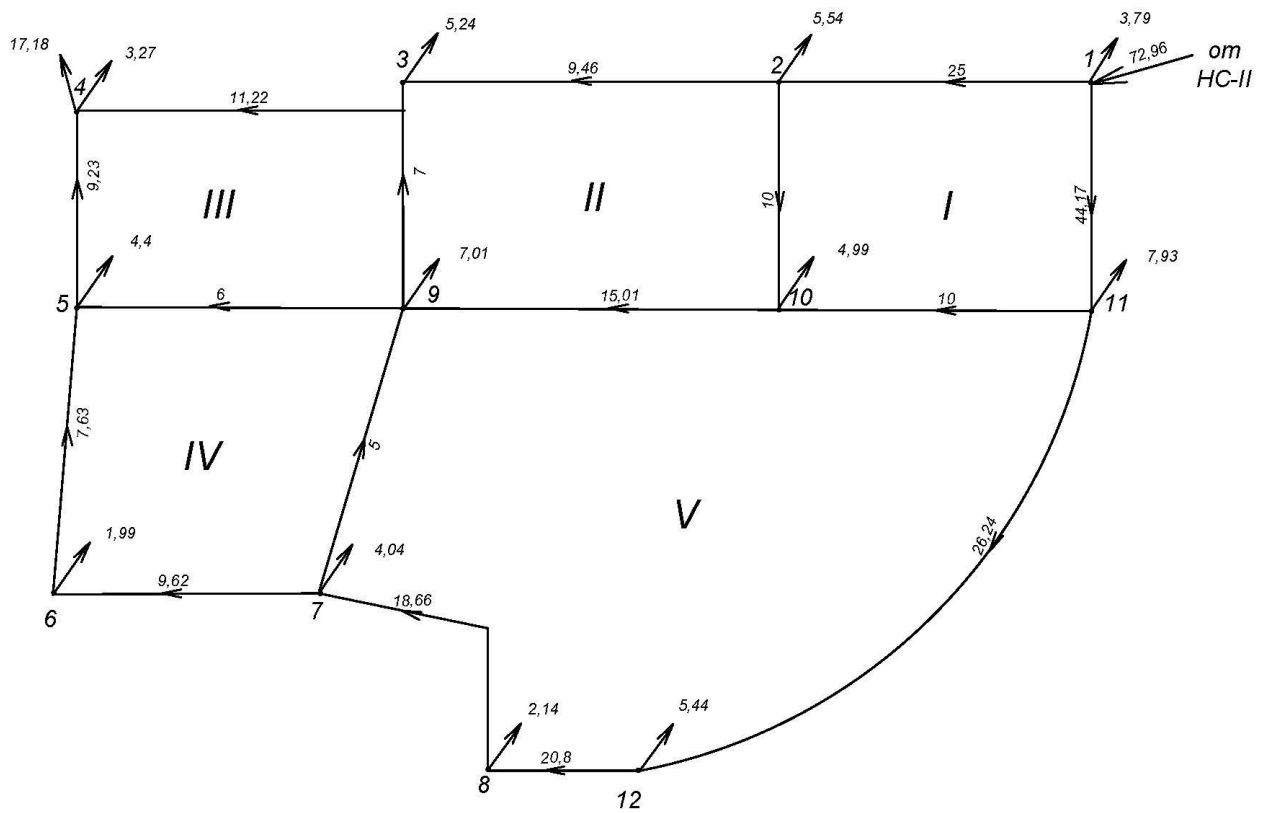


Рисунок 1.2 – Схема гидравлического расчета кольцевой сети в час наибольшего водопотребления

Таблица 1.8 – Гидравлический расчет сети в час наибольшего водопотребления при пожаре

| № кольца | № участка | l, м | q, л/с | d, мм | v, м/с | δ | S_0 | $S = S_0 \cdot \delta \cdot l$ | $S \cdot q$ | $h = S \cdot q^2$ |
|--------------------------------------|-----------|------|--------|-------|--------|----------|-------|--------------------------------|---------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Предварительное распределение | | | | | | | | | | |
| I | 1-2 | 350 | 35 | 200 | 1,435 | 0,9211 | 9,677 | 0,0031 | 0,1092 | -3,82 |
| | 2-10 | 390 | 20 | 125 | 1,63 | 0,8954 | 112,4 | 0,0393 | 0,7850 | -15,70 |
| | 10-11 | 250 | 15 | 125 | 1,573 | 0,903 | 112,4 | 0,0254 | 0,3806 | 5,71 |
| | 1-11 | 410 | 64,17 | 280 | 1,342 | 0,936 | 1,663 | 0,0006 | 0,0410 | 2,63 |
| | | | | | | | | | 1,1315 | $\Delta h = -11,1$ $\Delta q = 5,78$ |
| II | 2-3 | 370 | 9,46 | 125 | 0,992 | 1,00192 | 112,4 | 0,0417 | 0,3942 | -3,73 |
| | 3-9 | 390 | 7 | 110 | 0,951 | 1,01176 | 221,4 | 0,0874 | 0,6115 | 4,28 |
| | 9-10 | 360 | 30,01 | 160 | 1,921 | 0,863 | 31,01 | 0,0096 | 0,2891 | 8,68 |
| | 2-10 | 390 | 20 | 125 | 1,63 | 0,8954 | 112,4 | 0,0393 | 0,7850 | 15,70 |
| | | | | | | | | | 2,0798 | $\Delta h = 24,32$ $\Delta q = -7,60$ |
| III | 3-4 | 290 | 11,22 | 140 | 0,938 | 1,01488 | 62,26 | 0,0183 | 0,2056 | -2,31 |
| | 4-5 | 366 | 9,23 | 125 | 0,968 | 1,00768 | 112,4 | 0,0415 | 0,3826 | 3,53 |
| | 5-9 | 276 | 21 | 110 | 2,21 | 0,835 | 221,4 | 0,0510 | 1,0715 | 22,50 |
| | 3-9 | 390 | 7 | 110 | 0,951 | 1,01176 | 221,4 | 0,0874 | 0,6115 | -4,28 |
| | | | | | | | | | 2,2713 | $\Delta h = -19,45$ $\Delta q = -12,2$ |
| IV | 5-6 | 240 | 7,63 | 125 | 0,8 | 1,052 | 112,4 | 0,0284 | 0,2165 | 1,65 |
| | 6-7 | 160 | 9,62 | 125 | 1,009 | 0,99829 | 112,4 | 0,0180 | 0,1727 | 1,66 |
| | 7-9 | 380 | 5 | 110 | 0,679 | 1,09156 | 221,4 | 0,0918 | 0,4592 | -2,30 |
| | 5-9 | 276 | 21 | 110 | 2,21 | 0,835 | 221,4 | 0,0510 | 1,0715 | -22,50 |
| | | | | | | | | | 1,1999 | $\Delta h = -21,8$ $\Delta q = -12,24$ |
| V | 10-11 | 250 | 15 | 125 | 1,573 | 0,903 | 112,4 | 0,0254 | 0,3806 | -5,71 |
| | 9-10 | 360 | 30,1 | 160 | 1,921 | 0,863 | 31,01 | 0,0096 | 0,2900 | -8,73 |
| | 7-9 | 380 | 5 | 110 | 0,679 | 1,09156 | 221,4 | 0,0918 | 0,4592 | 2,30 |
| | 7-8 | 270 | 18,66 | 180 | 0,9442 | 1,01336 | 16,77 | 0,0046 | 0,0856 | 1,60 |
| | | | | | | | | | 1,4816 | $\Delta h = -3,74$ $\Delta q = 9,52$ |

Таблица 1.9 – Продолжение гидравлического расчета сети в час наибольшего водопотребления при пожаре

| № кольца | № участка | Δq , л/с | $\Delta q_{\text{смеж}}$, 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 | -4,25 | | 30,75 | 0,095931 | -2,95 |
| | 2-10 | -4,25 | -5,99 | 9,76 | 0,383087 | -3,74 |
| | 10-9 | 4,25 | -1,26 | 17,99 | 0,456484 | 8,21 |
| | 1-11 | 4,25 | | 68,42 | 0,043665 | 2,99 |
| | | | | | 0,9335 | $\Delta h=0,37$ $\Delta q=4,903$ |
| II | 2-3 | 5,99 | | 15,45 | 0,643889 | -9,95 |
| | 3-9 | -5,99 | 4,28 | 5,29 | 0,462142 | 2,44 |
| | 9-10 | -5,99 | -1,26 | 22,76 | 0,219274 | 4,99 |
| | 2-10 | -5,99 | -4,25 | 9,76 | 0,383087 | 3,74 |
| | 2-3 | 5,99 | | 15,45 | 0,643889 | -9,95 |
| | | | | | 1,4522 | $\Delta h=0,25$ $\Delta q= -1,898$ |
| III | 3-4 | 4,28 | | 15,50 | 0,284038 | -4,40 |
| | 4-5 | -4,28 | | 4,95 | 0,205199 | 1,02 |
| | 5-9 | -4,28 | -5,99 | 10,73 | 0,547486 | 5,87 |
| | 3-9 | 4,28 | -5,99 | 5,29 | 0,462142 | -2,44 |
| | | | | | 1,3306 | $\Delta h=0,35$ $\Delta q= -1,948$ |
| IV | 5-6 | 5,59 | | 13,22 | 0,375308 | 4,96 |
| | 6-7 | 5,59 | | 15,21 | 0,273069 | 4,15 |
| | 7-9 | -5,59 | 1,26 | 0,67 | 0,06153 | -0,04 |
| | 5-9 | -5,59 | -4,28 | 11,13 | 0,567895 | -6,32 |
| | | | | | 1,0122 | $\Delta h= 0,19$ $\Delta q=2,445$ |
| V | 10-11 | -1,26 | 4,25 | 17,99 | 0,456435 | -8,21 |
| | 9-10 | -1,26 | -5,99 | 22,85 | 0,220141 | -5,03 |
| | 7-9 | 1,26 | -5,99 | 0,27 | 0,024795 | 0,01 |
| | 7-8 | 1,26 | | 19,92 | 0,091401 | 1,82 |
| | 8-12 | 1,26 | | 22,06 | 0,035586 | 0,79 |
| | 11-12 | 1,26 | | 27,50 | 0,243911 | 6,71 |
| | | | | | 1,1285 | $\Delta h= 0,31$ $\Delta q=2,445$ |

Продолжение таблицы 1.9

| № кольца | № участка | Δq , л/с | $\Delta q_{\text{смеж}}$, л/с | q , л/с | $S \cdot q$ | $h = S \cdot q^2$ |
|-----------------------|-----------|------------------|--------------------------------|-----------|---------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| II исправление | | | | | | |
| I | 1-2 | 2,30 | | 33,05 | 0,103117 | -3,41 |
| | 2-10 | 2,30 | -0,36 | 11,70 | 0,459234 | -5,37 |
| | 10-9 | -2,3 | -1,83 | 13,86 | 0,351688 | 4,87 |
| | 1-11 | -2,3 | | 66,12 | 0,042197 | 2,79 |
| | | | | | 0,9562 | $\Delta h=1,16$ $\Delta q=4,903$ |
| II | 2-3 | 0,36 | | 15,81 | 0,658821 | -10,42 |
| | 3-9 | -0,36 | 0,01 | 4,94 | 0,431565 | 2,13 |
| | 9-10 | -0,36 | -1,83 | 20,57 | 0,198175 | 4,08 |
| | 2-10 | -0,36 | 2,3 | 11,70 | 0,459234 | 5,37 |
| | 2-3 | 0,36 | | 15,81 | 0,658821 | -10,42 |
| | | | | | 1,7477 | $\Delta h=1,16$ $\Delta q=-1,898$ |
| III | 3-4 | 0,01 | | 15,52 | 0,284299 | -4,41 |
| | 4-5 | -0,01 | | 4,94 | 0,204784 | 1,01 |
| | 5-9 | -0,01 | 1,08 | 11,80 | 0,602081 | 7,10 |
| | 3-9 | 0,01 | -0,36 | 4,94 | 0,431565 | -2,13 |
| | | | | | 1,5227 | $\Delta h=1,57$ $\Delta q=-1,948$ |
| IV | 5-6 | -1,08 | | 12,14 | 0,344659 | 4,19 |
| | 6-7 | -1,08 | | 14,13 | 0,253679 | 3,58 |
| | 7-9 | 1,08 | 1,83 | 3,58 | 0,328586 | -1,18 |
| | 5-9 | 1,08 | -0,01 | 12,20 | 0,622491 | -7,59 |
| | | | | | 1,5494 | $\Delta h=-1 \Delta q=2,445$ |
| V | 10-11 | -1,83 | -2,3 | 13,86 | 0,351685 | -4,87 |
| | 9-10 | -1,830 | -0,36 | 20,66 | 0,199042 | -4,11 |
| | 7-9 | 1,83 | 1,08 | 3,18 | 0,292036 | 0,93 |
| | 7-8 | 1,83 | | 21,75 | 0,099798 | 2,17 |
| | 8-12 | 1,83 | | 23,89 | 0,038538 | 0,92 |
| | 11-12 | 1,83 | | 29,33 | 0,260142 | 7,63 |
| | | | | | 1,2412 | $\Delta h= 2,66$ $\Delta q=2,445$ |

Продолжение таблицы 1.9

| № кольца | № участка | Δq , л/с | $\Delta q_{\text{смеж}}$, л/с | q , л/с | $S \cdot q$ | $h = S \cdot q^2$ |
|------------------------|-----------|------------------|--------------------------------|-----------|---------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| III исправление | | | | | | |
| I | 1-2 | -0,58 | | 32,47 | 0,101295 | -3,29 |
| | 2-10 | -0,58 | -0,33 | 10,79 | 0,423359 | -4,57 |
| | 10-9 | 0,58 | 1,07 | 15,51 | 0,393657 | 6,11 |
| | 1-11 | 0,58 | | 66,70 | 0,04257 | 2,84 |
| | | | | | 0,9608 | $\Delta h=1,09$ $\Delta q=4,903$ |
| II | 2-3 | 0,33 | | 16,14 | 0,672704 | -10,86 |
| | 3-9 | -0,33 | 0,52 | 5,13 | 0,448164 | 2,30 |
| | 9-10 | -0,33 | 1,07 | 21,31 | 0,205305 | 4,38 |
| | 2-10 | -0,33 | -0,58 | 10,79 | 0,423516 | 4,57 |
| | 2-3 | 0,33 | | 16,14 | 0,672704 | -10,86 |
| | | | | | 1,7496 | $\Delta h=0,38$ $\Delta q= -1,898$ |
| III | 3-4 | 0,52 | | 16,03 | 0,293766 | -4,71 |
| | 4-5 | -0,52 | | 4,42 | 0,183228 | 0,81 |
| | 5-9 | -0,52 | -0,32 | 10,96 | 0,559221 | 6,13 |
| | 3-9 | 0,52 | -0,33 | 5,13 | 0,448164 | -2,30 |
| | | | | | 1,4873 | $\Delta h=-0,07$ $\Delta q= -1,948$ |
| IV | 5-6 | -0,32 | | 11,82 | 0,335504 | 3,97 |
| | 6-7 | 0,32 | | 14,45 | 0,259424 | 3,75 |
| | 7-9 | -0,32 | -1,07 | 2,19 | 0,200935 | -0,44 |
| | 5-9 | -0,32 | -0,52 | 11,36 | 0,579631 | -6,58 |
| | | | | | 1,3754 | $\Delta h= 0,69$ $\Delta q=2,445$ |
| V | 10-11 | 1,07 | 0,58 | 15,51 | 0,393625 | -6,11 |
| | 9-10 | 1,07 | -0,33 | 21,40 | 0,206172 | -4,41 |
| | 7-9 | -1,07 | -0,32 | 1,79 | 0,164385 | 0,29 |
| | 7-8 | -1,07 | | 20,68 | 0,094888 | 1,96 |
| | 8-12 | -1,07 | | 22,82 | 0,036812 | 0,84 |
| | 11-12 | -1,07 | | 28,26 | 0,250651 | 7,08 |
| | | | | | 1,14 | $\Delta h= -0,34$ $\Delta q=2,445$ |

Окончание таблицы 1.9

| № кольца | № участка | Δq , л/с | $\Delta q_{\text{смеж}}$, л/с | q , л/с | $S \cdot q$ | $h = S \cdot q^2$ |
|-----------------------|-----------|------------------|--------------------------------|-----------|---------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| IV исправление | | | | | | |
| I | 1-2 | 0,57 | | 33,04 | 0,103067 | -3,41 |
| | 2-10 | 0,57 | -0,11 | 11,25 | 0,441414 | -4,96 |
| | 10-9 | -0,57 | -0,15 | 14,79 | 0,375387 | 5,55 |
| | 1-11 | -0,57 | | 66,13 | 0,042206 | 2,79 |
| | | | | | 0,9608 | $\Delta h = -0,02$ $\Delta q = 4,903$ |
| II | 2-3 | 0,11 | | 16,25 | 0,677287 | -11,01 |
| | 3-9 | -0,11 | -0,023 | 5,00 | 0,436545 | 2,18 |
| | 9-10 | -0,11 | -0,15 | 21,05 | 0,202804 | 4,27 |
| | 2-10 | -0,11 | 0,57 | 11,25 | 0,441571 | 4,97 |
| | 2-3 | 0,11 | | 16,25 | 0,677287 | -11,01 |
| | | | | | 1,758 | $\Delta h = 0,41$ $\Delta q = -1,898$ |
| III | 3-4 | | | 16,03 | 0,293766 | -4,71 |
| | 4-5 | | | 4,42 | 0,183228 | 0,81 |
| | 5-9 | 0,023 | 0,25 | 11,23 | 0,573175 | 6,44 |
| | 3-9 | -0,023 | -0,11 | 5,00 | 0,436545 | -2,18 |
| | | | | | 1,4867 | $\Delta h = 0,36$ $\Delta q = -1,948$ |
| IV | 5-6 | -0,25 | | 11,57 | 0,32841 | 3,80 |
| | 6-7 | -0,25 | | 14,20 | 0,254936 | 3,62 |
| | 7-9 | 0,25 | 0,15 | 2,59 | 0,237774 | -0,62 |
| | 5-9 | 0,25 | 0,023 | 11,63 | 0,59356 | -6,90 |
| | | | | | 1,4146 | $\Delta h = -0,1$ $\Delta q = 2,445$ |
| V | 10-11 | -0,15 | -0,57 | 14,80 | 0,375418 | -5,55 |
| | 9-10 | -0,15 | -0,11 | 21,14 | 0,203667 | -4,31 |
| | 7-9 | 0,15 | 0,25 | 2,19 | 0,201119 | 0,44 |
| | 7-8 | | | 20,68 | 0,094888 | 1,96 |
| | 8-12 | | | 22,82 | 0,036812 | 0,84 |
| | 11-12 | | | 28,26 | 0,250651 | 7,08 |
| | | | | | 1,1625 | $\Delta h = -0,47$ $\Delta q = 2,445$ |

Предварительное потокораспределение

При пожаре в час максимального водоразбора весь расход воды составляет: $Q = 72,95 + 2 \cdot 15 = 102,95$ л/с и поступает в узел 1 от НС-2.

Принимаем, что пожары происходят в узле 5 и в узле 1.

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

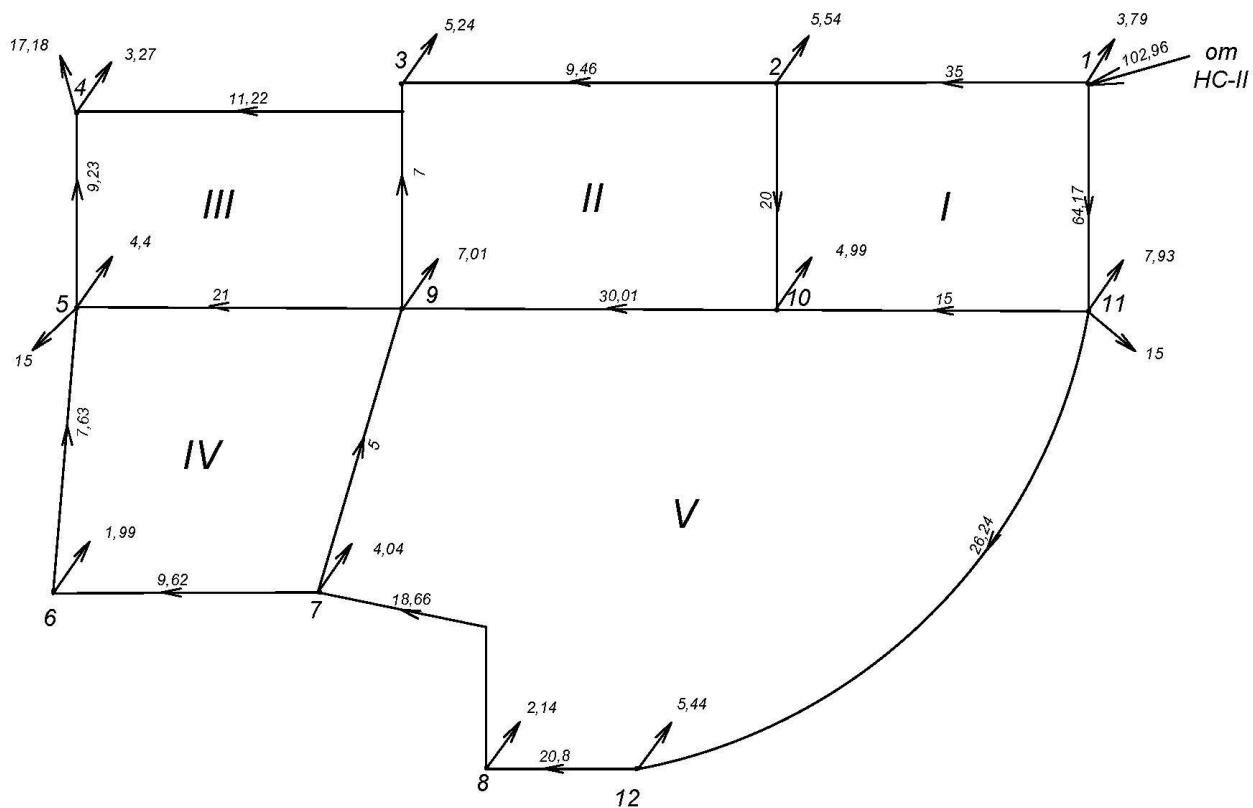


Рисунок 1.3 – Схема гидравлического расчета кольцевой сети при пожаре в час наибольшего водопотребления

ГЛАВА II РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОДОЗАБОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

2.1 Расчет водозаборного сооружения

При выборе типа водозаборного сооружения необходимо обращать внимание на следующие факторы: категория надёжности подачи воды; производительность; показатели качества; гидрологические характеристики (глубина воды в источнике, её уровень и пределы колебания, ледовые условия, скорость воды, рельеф); геологические характеристики; назначение водотока или водоёма.

При пологом берегу и отсутствии достаточных глубин у берега, а также нескальном грунте принимаем водозабор руслового типа. Водоприёмный колодец должен состоять не менее чем из двух секций, состоящих из двух отделений: водоприёмного и всасывающего. В водоприёмное отделение вода поступает из фильтрующего оголовка с боковым входом воды по двум самотечным линиям. Между водоприёмным и всасывающим отделениями имеется окно с сеткой. Из водозаборного отделения вода насосами насосной станции первого подъёма подается на очистные сооружения.

Размер водоприемных отверстий определяем по средней скорости втекания воды в отверстия сорорудерживающих решеток, сеток или в поры фильтров с учетом требований рыбозащиты.

Гидравлические расчеты по определению размеров водоприемных отверстий, водоочистных сеток, диаметров трубопроводов и других элементов водозаборов выполняют для нормальных условий, а расчеты потерь напора, отметок наинизших уровней воды в береговом водоприемно-сеточном колодце и наивысшей отметки оси насосов – применительно к чрезвычайным условиям эксплуатации сооружения.

Расчетный расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$ при нормальном режиме работы водозабора для одной секции равен:

$$Q_I = \frac{Q}{n_c}, \quad (2.1)$$

где n_c – число секций водозабора;

Расчетный расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$, в одной секции водозабора для форсированного (аварийного) режима эксплуатации:

$$Q_{\phi} = \frac{K \cdot Q_{\epsilon}}{n_c - 1}, \quad (2.2)$$

где K – коэффициент допустимого временного снижения количества воды, подаваемой потребителям, обычно принимается в пределах $0,7 \div 1,0$

$$Q_I = \frac{0,068}{2} = 0,034 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$Q_{\phi} = \frac{0,7 \cdot 0,068}{2-1} = 0,0476 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Площадь водоприемного отверстия (брутто) одной секции водозабора определяем по формуле

$$\Omega_{\text{бр}} = \frac{Q_{\epsilon}}{v} \cdot K_{\text{ст}} \cdot K_3, \quad (2.3)$$

$$\Omega_{\text{бр}} = \frac{0,068}{0,2} \cdot 1,15 \cdot 1,25 = 0,48 \text{ м}^2,$$

где Q_{ϵ} – расчетный расход воды на одну секцию водозабора, $0,068 \text{ м}^3/\text{с}$;

v – скорость втекания воды в просвет решетки, $0,2 \text{ м/с}$;

K_3 – коэффициент, учитывающий засорение решетки, $1,25$;

$K_{\text{ст}}$ – коэффициент, учитывающий стеснение потока воды стержнями решетки, определяем по формуле

$$K_{\text{ст}} = \frac{a+d}{d}, \quad (2.4)$$

$$K_{\text{ст}} = \frac{6+40}{40} = 1,15$$

где a – расстояние между стержнями решетки в свету, 6 мм ;

d – толщина стержня, 40 мм .

По площади решеток подбираем типовые решетки размерами:

Размер водоприемной решетки: ширина – 600 мм; высота – 800 мм;
 $H_1=1050\text{мм}$; $h=50\text{мм}$; $\delta x b=6 \times 40$;

Площадь решетки: брутто = 0,48 м²; нетто = 0,43 м²;

Размеры водоприемного отверстия, мм: $B=700$ мм; $H=900$ мм; масса: 33 кг.

Грузоподъемное оборудование для поднятия решеток

Таль ручная шестеренная грузоподъемностью 0,25т, скорость подъема 2,65м/мин, тяговое усилие на цепи механизма 25кгс, масса 5кг

2.2 Расчет плоских сеток

Площадь сорозадерживающей сетки определяем по формуле

$$\Omega_c = \frac{Q_{c1}}{v_c} \cdot K_{cm} \cdot K_3 = \frac{0,068}{0,3} \cdot 1,65 \cdot 1,5 = 0,561 \text{ м}^3, \quad (2.5)$$

где Q_e – расчетный расход воды на одну секцию водозабора, 0,068 м³/с;

v – скорость втекания воды в просвет сетки, 0,3 м/с;

K_3 – коэффициент, учитывающий засорение решетки, 1,5;

K_{cm} – коэффициент, учитывающий стеснение потока воды стержнями сетки, определяем по формуле

$$K_{cm} = \left(\frac{a+d}{a}\right)^2 \cdot K_p = \left(\frac{3,5+1}{3,5}\right)^2 \cdot 1 = 1,65 \quad (2.6)$$

где a – расстояние между стержнями сетки в свету, 3,5 мм;

d – диаметр стержня, 1 мм.

По площади плоских сеток подбираем типовые размеры сетки:

Размер отверстия: ширина – 800 мм; высота – 1000 мм;

Размер сетки: ширина – 930 мм; высота – 1130 мм;

Масса сетки из проволоки $d=1\text{мм}$ с ячейками 3,5х3,5 мм: 49,5 кг.

Грузоподъемное оборудование для поднятия решеток

Таль ручная шестеренная грузоподъемностью 0,25т, скорость подъема 2,65м/мин, тяговое усилие на цепи механизма 25кгс, масса 5кг

2.3 Расчет самотечных, всасывающих и напорных водоводов.

Принимаем диаметр самотечных линий из стальных электросварных труб по ГОСТ 10704-91 $d=300$ мм, при скорости движения воды $v=0,9$ м/с, $1000i=4,09$

Для всасывающих трубопроводов $d=250$ мм, при скорости движения воды $v=0,28$ м/с, $1000i = 410,1$

и напорных линиях трубопроводов принимаем $d=250$ мм, при скорости движения воды $v=1,98$ м/с, $1000i = 32,2$

ГЛАВА III

РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

3.1 Насосная станция I подъема

Насосные станции должны обеспечивать подачу воды в соответствии с нуждами потребителя.

Насосные станции 1-го подъема забирают воду из источника водоснабжения и подают её на водоочистные сооружения.

Запроектирована насосная станция I подъема отдельно стоящая и входит в состав сооружений водозабора руслового типа.

3.2 Определение требуемого напора насосов на насосной станции I-го подъема

Требуемый напор насосов станции I подъема определяют в соответствии с принятой схемой ее подачи.

Полная высота подъема:

$$H = H_z + h_{wвв.л} + h_{wн.л} + 1, \quad (3.1)$$

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

$h_{wвв.л}$ – потери напора во всасывающем трубопроводе, принимаем 1м;

$h_{wн.л}$ – потери напора в напорных коммуникациях и в водоводе от насосной станции до очистных сооружений, принимаем 3,5м;

1,0 – запас напора, м.

Геометрическая высота подъема определяется как разность отметок воды в напорном баке воды очистных сооружений при полном его заполнении и самого низкого уровня воды во всасывающей камере берегового колодца:

$$H_{\Gamma} = Z_{o.c} - Z_{вс.к}, \quad (3.2)$$

$$H_{\Gamma} = 212,2 - 202,9 = 9,3 \text{ м.}$$

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

$Z_{вс.к}$ – отметка наинизшего уровня воды во всасывающей камере берегового колодца, м.

$$H = 9,3 + 1 + 3,5 + 1 = 14,8 \text{ м.}$$

Целесообразно устанавливать насосы одного типоразмера, что обеспечивает их взаимозаменяемость, значительно упрощает их эксплуатацию и создает удобства для обслуживания;

Подача рабочих насосов должна быть достаточной для обеспечения максимального расхода. Число резервных насосов принимается в соответствии классом надежности насосной станции.

Так как насосная станция относится ко второй категории надежности принимаем 3 насоса – из них 2 рабочих и 1 резервный насоса фирмы Grundfos марки TP 100-240/2.

Марка TP 100-240/2;

частота вращения рабочего колеса 1480 мин-1;

мощность электродвигателя 45кВт;

диаметр рабочего колеса 291 мм.

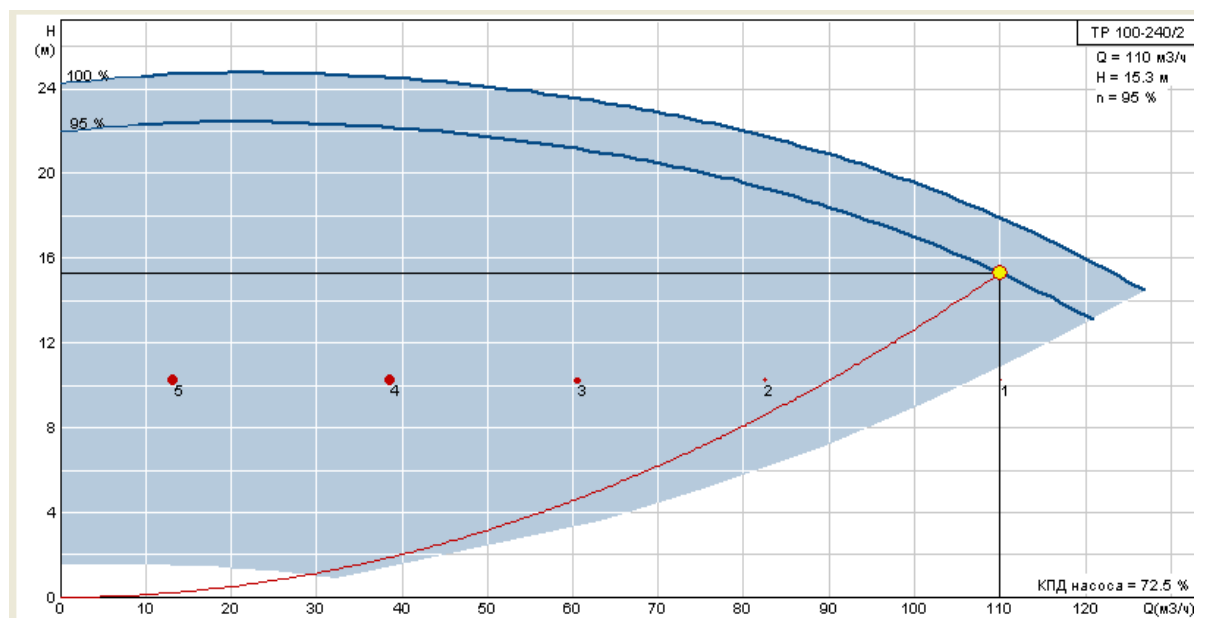


Рисунок 3.1 – Технические характеристики насоса марки Grundfos TP 100-240/2



Рисунок 3.2 – Насос марки Grundfos TP 100-240/2

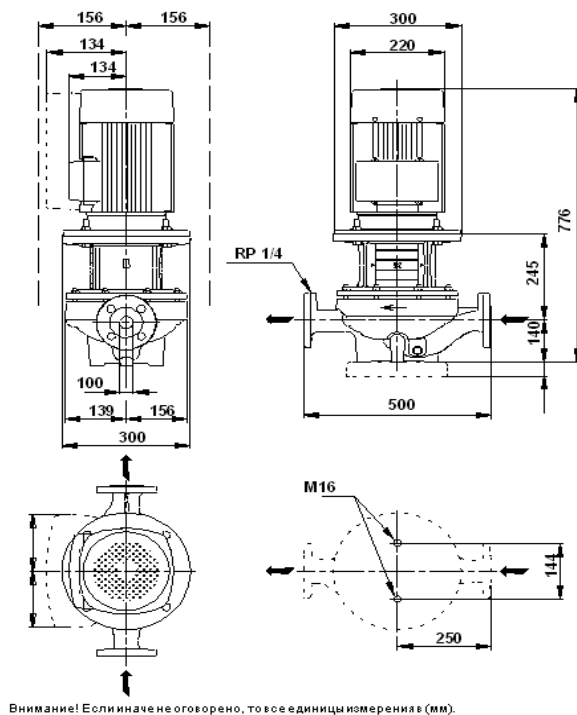


Рисунок 3.3–Габаритный чертеж

3.3 Насосная станция II подъема

Насосами этой станции подается очищенная вода из резервуаров чистой воды (РЧВ) непосредственно к потребителю.

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

3.4 Определение отметок резервуара

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

Отметку дна резервуара определяем по формуле

$$Z_{\text{д}} = \frac{Z - H}{2}, \quad (3.3)$$

где Z – отметка земли у резервуара, 212,8 м;
 H – высота резервуара, 4,8 м.

$$Z_{\partial} = \frac{212,8 - 4,8}{2} = 210,4 \text{ м.}$$

$$Z_{\partial} = \frac{Z - H}{2}, \quad (3.4)$$

где H – высота резервуара, 3,5 м.

$$Z_{\partial} = \frac{212,8 - 3,5}{2} = 211,05 \text{ м.}$$

Максимальный уровень воды в резервуаре определяем по формуле

$$Z_{max} = Z_{\partial} + h_{max}, \quad (3.5)$$

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

$$h_{max} = \frac{W_{PЧВ}}{F_{PЧВ}}, \quad (3.6)$$

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

$F_{PЧВ}$ – площадь резервуаров.

$$h_{max} = \frac{1175}{288} = 4,08 \text{ м,}$$

$$Z_{max} = 211,05 + 4,08 = 215,13 \text{ м.}$$

Отметку слоя воды противопожарного запаса определяем по формуле

$$Z_n = Z_{\partial} + h_n, \quad (3.47)$$

где h_n – максимальна высота слоя противопожарного запаса воды, определяем по формуле

$$h_n = \frac{W_n}{F_{PЧВ}}, \quad (3.8)$$

где W_n – неприкосновенный противопожарный объем в одном резервуаре, определяем по формуле

N – количество резервуаров, 2.

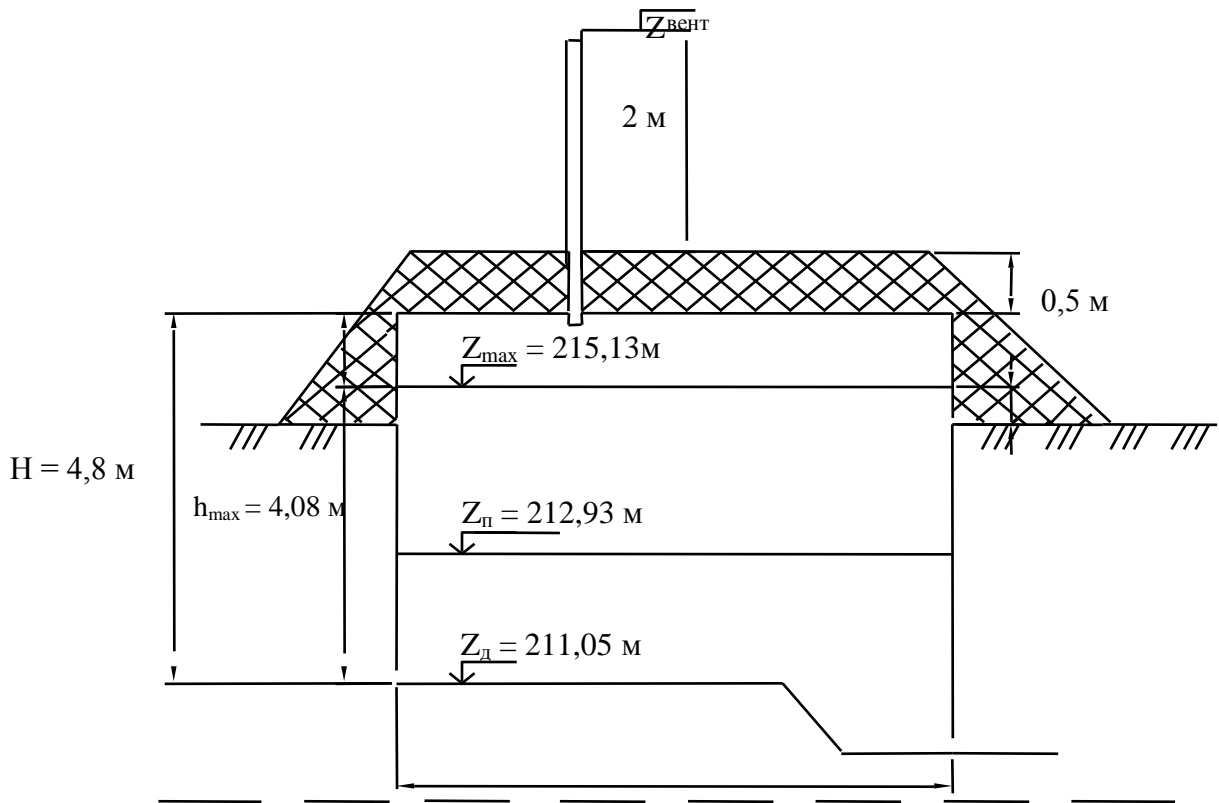


Рисунок 4.1 – Расчетная схема резервуара чистой воды

3.5 Определение диаметров всасывающих и напорных трубопроводов

Количество всасывающих линий на насосной станции второй категории, независимо от количества насосов, включая, пожарные, должно быть не менее двух.

Диаметр всасывающего трубопровода определяем по скорости движения воды в нем ($V_{всл} = 1,0$ м/с) и расходу:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{3,14 \cdot V_T}}, \quad (3.9)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,029}{3,14 \cdot 1,0}} = 0,2 \text{ м} = 200 \text{ мм}$$

Диаметр напорного трубопровода определяем по скорости движения воды в нем ($V_{н.л} = 1,38$ м/с) и расходу:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{3,14 \cdot V_m}}, \quad (3.10)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,029}{3,14 \cdot 1,38}} = 0,25 \text{ м} = 250 \text{ мм}.$$

3.6 Определение требуемого напора насосов станции II подъема

Геометрическую высоту подъема воды определяем по формуле

$$H_{\Gamma} = Z_{\partial m} - Z_n, \quad (3.11)$$

$$H_{\Gamma} = 222,6 - 212,93 = 9,67 \text{ м}.$$

Полную высоту подъема воды насосов определяем по формуле

$$H_n = (H_z + h_{w.вс} + h_{wh.л}) + H_{св}, \quad (3.12)$$

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

$h_{wh.л}$ – потери напора в напорных коммуникациях;

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

$$H_n = (9,67 + 1,5 + 2) + 42 = 55,14 \text{ м}.$$

Потери напора во всасывающем трубопроводе определяем по формуле

$$h_{wс.л} = S_{0вс.л} \cdot L_{вс.л} \cdot Q_{вс.л}^2 + h_{квс}, \quad (3.13)$$

где $h_{квс}$ – потери напора в коммуникациях внутри насосной станции, на всасывающей линии, 1,5 м;

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

$S_{0вс.л}$ – удельные сопротивления труб $1,653 \cdot 10^{-8}$,

$Q_{вс.л квс}$ – расчетные расходы всасывающих линий $0,048$ м³/с.

$$h_{\text{вс.л}} = 1,653 \cdot 10^{-8} \cdot 80 \cdot 0,048^2 + 1,5 = 1,5 \text{ м.}$$

Потери напора в напорных коммуникациях определяем по формуле

$$h_{\text{вн.л}} = h_{\text{кн}}, \quad (3.14)$$

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

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

$$H_{\text{св}} = 4 \cdot (n - 1) + 10, \quad (3.15)$$

где n – число этажей самого высокого здания в населенном пункте, 9;
10 – запас напора необходимый для обеспечения подачи воды в здание.

3.7 Подбор насосов

Насосы в насосной станции II подъема, работают совместно, в параллельном режиме подачи воды в водовод, т.е. несколько насосов подают воду в одну систему.

Подбор марки насосов производится по требуемым подаче $Q_n = 104,82$ м³/ч и напору $H_n = 55,17$ м.

Принимаем 2 рабочих насоса и 2 резервный насос марки Grundfos NK 80-200 со следующими техническими характеристиками:

- диаметр рабочего колеса – 210 мм;
- скорость вращения рабочего колеса – 2900 мин-1;
- мощность электродвигателя – 23 кВт.

ГЛАВА IV

РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНЦИЙ ВОДОПОДГОТОВКИ

Требования к качеству питьевой воды и ее химический и санитарно-бактериологический анализ – основные исходные данные для проектирования сооружений водоподготовки – приведены в таблице 5.1 главы 5 «оценка

воздействия систем водоснабжения из поверхностного источника на окружающую природную среду».

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

Определение производительности очистных сооружений

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

где a – коэффициент учитывающий расход воды на собственные нужды станции, $a=1,06$

$Q_{дон}$ – расход воды, необходимый для восполнения противопожарного запаса воды, м³/сут.

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

где t – средняя продолжительность тушения одного пожара, 3 часа;

m – количество пожаров в населенном пункте, 2;

m' – количество пожаров на промышленном предприятии, 1;

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

q' – расход воды на один пожар на промышленном предприятии, 20.

$$Q_{дон} = 3,6 \cdot 3 \cdot (2 \cdot 15 + 1 \cdot 20) = 540 \text{ м}^3/\text{сут},$$

$$Q_{oc} = 1,06 \cdot 5031,76 + 540 = 5873,7 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Вычисленные расходы сводим в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Производительность водопроводных очистных сооружений

| $Q_{cym}, \text{ м}^3/\text{сут}$ | $Q_{час}, \text{ м}^3/\text{ч}$ | $Q_{сек}, \text{ м}^3/\text{с}$ |
|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 5873,7 | 244,74 | 0,068 |

4.1 Выбор технологической схемы водоподготовки

Выбор технологии очистки осуществляется в соответствии с рекомендациями СП 31.13330.2012.

Для достижения наиболее высокого качества воды предусмотрено много-ступенчатая система подготовки, состоящая из различных стадий: Микрофил-трация → предварительное обеззараживание гипохлоритом натрия для удале-ния органических загрязнений, обуславливающих цветность воды, а также бо-

лезнетворных бактерий и микроорганизмов → обработка коагулянтами и флокулянтами для агрегации тонкодисперсных и коллоидных взвешенных веществ и снижения электрокинетических сил отталкивания → реагентное осветление и фильтрование в контактных осветлителях → РЧВ.

4.1.2 Реагентное хозяйство.

- 1) *Определение дозы реагентов.* В качестве коагулянта принимаем коагулянт на основе сульфат алюминия - гидроксохлоросульфат алюминия. Применение этого коагулянта эффективно при очистке высокомутных вод при температуре ниже +10 град, особенно в паводковый период, коагулирующая способность реагента одинакова зимой и летом.

Доза коагулянта, мг/л, устанавливаемая для обесцвечивания воды определяется по формуле

$$D_k = 4\sqrt{Щ}, \quad (4.3)$$

$$D_k \rightarrow M,$$

$$D_{щ} = K \cdot \left(\frac{D_k}{e} - Щ + 1 \right), \quad (4.4)$$

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

D_k – доза коагулянта;

e – эквивалентный вес безводного коагулянта, мг/мг.эquiv, принимаемый для сернокислого алюминия равным 57;

$Щ$ – щелочность воды, (принимаем минимальную щелочность воды);

$$D_k = 4\sqrt{10} = 12,7 \text{ мг/л},$$

$$D_{щ} = 28 \cdot \left(\frac{12,7}{57} - 1,2 + 1 \right) = 0,64 \text{ мг/л}.$$

По расчету значение $D_{щ}$ положительное и подщелачивание воды проводится.

Для улучшения процесса коагуляции в воду добавляют флокулянт ВПК-402 на выходе из смесителя.

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

Сетчатые барабанные микрофильтры. Для удаления из воды взвешенных примесей и планктона применяется микрофильтрование, при это удаляются взвешенные частицы большого размера и частицы растительного, животного происхождения содержащиеся в воде. Микрофильтры задерживают до 75 % диатомовых и до 95% сине-зеленых водорослей и до 100% задерживается зоопланктон.

Принимаем микрофильтр марки МФ 1,5х1, производительностью 8000 м³/сут

Размеры барабана: диаметр $D=1550$ мм, длина $L=1240$ мм. Размеры камеры: Длина $L=2095$ мм, Ширина $B=2660$ мм. Расстояние от оси до дна $l=1000$ мм. Число фильтрующих элементов 18. Мощность электродвигателя 2,5 кВт. Масса 12400 кг.

Подбираем трубы подводящие воду на барабанные сетки со скоростью движения воды $V = 1,1$ м/с и диаметром $D = 300$ мм.

Производительность насоса $Q_{нас}$, м³/ч, рассчитываем на подачу максимального расхода, равного 3% производительности микрофильтров:

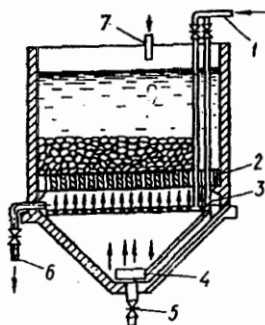
$$Q_{нас} = 0,03 \cdot Q_{ос}, \quad (4.5)$$

$$Q_{нас} = 0,03 \cdot 244,74 = 7,34 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Напор насоса должен быть равен сумме свободного напора (10 – 15 м.вод.ст), потерь напора в промывном трубопроводе и промывном устройстве.

После барабанных сеток вода поступает в смеситель.

Оборудование для приготовления растворов реагентов. В комплекс станций водоподготовки входят специальные установки для приготовления и хранения растворов реагентов. К ним относятся растворные и расходные баки различных конструкций (рисунок 1).



1 - труба для подачи сжатого воздуха; 2-колосниковая решетка; 3, 4 - верхняя и нижняя распределительные системы воздуха; 5 - выпуск осадка; 6 - проботборник; 7 - подача воды.

Рисунок 4.1 - Схема бака для растворения коагулянта

Перемешивают реагенты с водой в растворных баках путем барботажа или механическими мешалками.

– Производительность мешалки для приготовления раствора ВПК –402, кг/ч:

$$q_m = \frac{Q_{oc} \cdot D_\phi}{24 \cdot 1000}, \quad (4.5)$$

$$q_m = \frac{5873,7 \cdot 0,1}{24 \cdot 1000} = 0,024 \text{ кг/ч.}$$

4.1.3 Растворение коагулянта сжатым воздухом

Емкость растворного бака:

$$W_p = \frac{Q_{час} \cdot n \cdot D_k}{1000 \cdot B_p \cdot y}, \quad (4.6)$$

где n - число часов, на которое заготавливается раствор коагулянта;

B_p – концентрация раствора коагулянта в растворенном баке, 10-17%;
 y – объемный вес коагулянта.

$$W_p = \frac{244,74 \cdot 12 \cdot 25}{1000 \cdot 10 \cdot 1} = 7,34.$$

Принимаем: 2 растворных бака, 4 расходных бака.

Емкость расходного бака определяется по формуле, m^3

$$W = \frac{W_p \cdot B_p}{B}, \quad (4.7)$$

где B_p – концентрация раствора коагулянта в расходном баке, 4-10%.

$$W = \frac{7,34 \cdot 10}{5} = 14,68 \text{ м}^3.$$

Площадь баков определяется по формуле

$$F_1 = \frac{W}{1,2}, \quad (4.8)$$

$$F_1 = \frac{14,68}{1,2} = 7,34 \text{ м}^2,$$

$$F_2 = \frac{W}{1,2} \cdot p, \quad (4.9)$$

$$F_2 = \frac{7,34}{1,2} = 3,67 \text{ м}^2.$$

4.1.4 Воздуходувки и воздухопроводы

Общий расход воздуха, м³/мин определяется по формуле

$$Q_{\text{с}} = F_1 \cdot w_1 + F_2 \cdot w_2, \quad (4.10)$$

где F_1, F_2 – площадки растворенных и расходных баков;

$w_1 = 3 - 5$ - интенсивности подачи воздуха в растворенный и расходный баки.

$$Q_{\text{с}} = 4,5 + 4,05 = 8,55 \text{ л/с} = 0,513 \text{ м}^3 / \text{мин}$$

По найденному расходу воздуха подбираем воздуходувку:

Марка ВК – 1,5, подача 1,4 м³/мин, длина 1380 мм, ширина 1280 мм, высота 990 мм, мощность электродвигателя 15 кВт, масса агрегата 490 кг. Принимаем 1 рабочую и одну резервную воздуходувку.

Скорость движения воздуха в трубопроводе, м/с определяется по формуле

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

где W – производительность воздуходувки, м³/мин;

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

$d = 30 \div 80, \text{ мм}$ – диаметр трубопровода.

$$V = \frac{1,4}{60 \cdot (1,5+1) \cdot 0,785 \cdot 0,03^2} = 13,2 \text{ м/с}$$

Вес воздуха, проходящего через трубопровод, кг/ч:

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

где W – производительность воздуходувки, м³/мин;
 γ – удельный вес сухого воздуха, принимаем 1,917.

$$G = 10 \cdot 60 \cdot 1,917 = 1150,2 \text{ кг/ч},$$

Потери давления воздуха, ат определяется 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.

$$P_1 = \frac{12,5 \cdot 1,016 \cdot 1150,2^2 \cdot 20}{1,917 \cdot 30^5} = 0,006 \text{ кг/см}^2 = 0,006 \text{ ат}.$$

Потери напора в фасонных частях, определяется по формуле:

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

где V – скорость движения воздуха в трубопроводе;
 ζ – сумма коэффициентов местного сопротивления;

$$P_2 = 0,063 \cdot 13,2^2 \cdot 10,5 = 115,26 \text{ мм.вод.ст} = 0,012 \text{ ат}.$$

Сумма коэффициентов местных сопротивлений:

$$\sum \zeta = 1,5 + 7 = 10,5$$

Суммарные потери напора:

$$\Sigma P = P_1 + P_2, \quad (4.15)$$

4.1.5 Суженный участок для ввода реагента

Диаметр одного подводящего водовода, м:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{сек}}{n \cdot v}}, \quad (4.16)$$

где $Q_{сек}$ – расход воды в водоводе, м³/с;

$v_1 = 1 \div 1,2$ м/с – скорость движения воды в подводящем водоводе.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,068}{3,14 \cdot 1}} = 0,3 \text{ м.}$$

Принимаем $d=300$ мм.

Диаметр суженного участка, м:

Принимаем диаметр суженного участка 200 мм, при скорости движения воды 2,16 м/с, что меньше 3 м/с.

Динамичное давление воды в суженном участке, м:

$$h_{дин} = \frac{V^2}{2 \cdot g}, \quad (4.17)$$

$$h_{дин1} = \frac{1}{2 \cdot 9,81} = 0,051 \text{ м,}$$

$$h_{дин1} = \frac{2,16}{2 \cdot 9,81} = 0,11 \text{ м.}$$

Потери напора в суженном участке, м:

$$h_c = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2 \cdot g}, \quad (4.18)$$

$$h_c = \frac{2,16 - 1}{2 \cdot 9,81} = 0,187 \text{ м.}$$

Площадь поперечного сечения водовода, м²:

$$f = \frac{n \cdot D^2}{4}, \quad (4.19)$$

$$f_1 = \frac{3,14 \cdot 0,3^2}{4} = 0,071 \text{ м}^2,$$

$$f_2 = \frac{3,14 \cdot 0,2^2}{4} = 0,031 \text{ м}^2,$$

Отношение площадей сечений:

$$m = \frac{f_1}{f_2}, \quad (4.20)$$

$$m = \frac{0,071}{0,031} = 2,29 \text{ м}^2.$$

Приготовление известкового молока. Емкость бака для приготовления известкового молока, м³:

$$W_u = \frac{Q_{\text{час}} \cdot n \cdot D_u}{10000 \cdot B_u \cdot \gamma_u}, \quad (4.21)$$

где $Q_{\text{час}}$ – расчетный расход воды, м³/ч;

$n = 6 \div 12 \text{ ч}$ – время, за которое изготавливают известковое молоко;

D_u – доза извести;

$B_u = 5\%$ – концентрация известкового молока;

$\gamma_u = 1 \text{ т} / \text{м}^3$

$$W_u = \frac{244,74 \cdot 6 \cdot 43,5}{10000 \cdot 5 \cdot 1} = 1,27 \text{ м}^3,$$

Принимаю один бак прямоугольной формы в плане с размерами: ширина $b = 1,53 \text{ м}$, длина $l = 1,8 \text{ м}$ и высота $1,2 \text{ м}$.

4.1.6 Склады реагентов

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

Склады примыкают к помещению, где установлены баки для приготовления раствора коагулянта.

Площадь склада коагулянтов, м²:

$$F^{K}_{скл} = \frac{Q_{сут} \cdot D_k \cdot T \cdot \alpha}{10000 \cdot P_c \cdot G_0 \cdot h_k}, \quad (4.22)$$

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, 2м;

G_0^K – объемный вес коагулянта при загрузке склада навалом, 1,1.

$$F^{K}_{скл} = \frac{224,74 \cdot 25 \cdot 15 \cdot 1,5}{10000 \cdot 33,5 \cdot 1,1 \cdot 2} = 3,43 \text{ м}^2,$$

Площадь склада извести, м²:

$$F^{u}_{скл} = \frac{Q_{ос} \cdot D_u \cdot T \cdot \alpha}{10000 \cdot P_c^u \cdot G_0 \cdot h_c^u}, \quad (4.23)$$

где G_0^u – содержание безводного продукта в извести, 1;

P_c^u – объемный вес извести при загрузке склада навалом, 50%;

h_c^u – допустимая высота слоя извести на складе, 1,5.

$$F^{K}_{скл} = \frac{5873,7 \cdot 43,5 \cdot 15 \cdot 1,5}{10000 \cdot 50 \cdot 1,1 \cdot 1,5} = 6,96 \text{ м}^2.$$

4.1.7 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

$$W = \frac{0,1 \cdot n \cdot Q_{\text{час}} \cdot D_k}{\beta \cdot \gamma}, \quad (4.24)$$

где n - число часов непрерывной работы дозатора;

β - концентрация раствора реагента, %;

γ - объемный вес раствора реагента, $т/м^3$.

$Q_{\text{ч}}$ - часовой расход, $1112,59 м^3/ч$,

D_k - доза коагулянта, $25 мг/л$.

$$W = \frac{0,1 \cdot 6 \cdot 224,74 \cdot 25}{5 \cdot 1,06 \cdot 1000} = 0,11 м^3.$$

Максимальная высота слоя реагента в дозаторе

$$H_1 = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot W}{\pi}}, \quad (4.25)$$

$$H_1 = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 0,11}{3,14}} = 0,82 м.$$

Диаметр цилиндрического корпуса дозатора

$$d = \frac{H_1}{2}, \quad (4.26)$$

$$d = \frac{0,82}{2} = 0,41 м.$$

Перепад давлений, создаваемый дроссельной шайбой находим по формуле

$$\Delta h = (\gamma - 1) \cdot \left(H + \frac{100 \cdot H_1}{k} \right) + 3 \cdot \Sigma h \cdot \zeta, \quad (4.27)$$

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

k - точность дозирования, %;

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

$$\Delta h = (1,06 - 1) \cdot \left(5,5 + \frac{100 \cdot 2,52}{10}\right) + 3 \cdot 0,15 = 2,292 \text{ м. вод. ст.}$$

Диаметр шайбы

$$d_{ш} = 4,27 \cdot \sqrt{\frac{Q_{час}}{\alpha \cdot \sqrt{\Delta h}}}, \quad (4.28)$$

$$d_{ш} = 4,27 \cdot \sqrt{\frac{224,74}{0,6 \cdot \sqrt{2,292}}} = 150 \text{ мм.}$$

4.1.8 Вертикальный (вихревой) смеситель

Смесители служат для равномерного распределения реагентов в массе обрабатываемой воды. Смешение должно быть быстрым и осуществляться в течение 1–2 мин.

Площадь горизонтального сечения смесителя в верхней части смесителя, м²:

$$f_{\epsilon} = \frac{Q_{час}}{v_{\epsilon}}, \quad (4.29)$$

где v_{ϵ} – скорость восходящего движения воды, 90-100 м/ч.

$$f_{\epsilon} = \frac{244,71}{100} = 2,44 \text{ м}^3 / \text{сек},$$

Если верхнюю часть принимаем квадратной в плане, то ее сторона будет :

$$b_{\epsilon} = \sqrt{f_{\epsilon}}, \quad (4.30)$$

$$b_{\epsilon} = \sqrt{2,24} = 1,49 \text{ м}$$

Внешний диаметр подводящего трубопровода определяется по формуле

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{сек}}{n \cdot v}}, \quad (4.31)$$

где v – скорость в подводящем трубопроводе, 1-1,2 м/с.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,068}{3,14 \cdot 1}} = 0,294 \approx 300 \text{ мм},$$

Так как внешний диаметр подводящего трубопровода равен 300 мм, тогда наружный диаметр 325 мм

Площадь нижней части смесителя, м^2 :

$$f_{\text{с}} = D^2 = 0,325^2 = 0,105 \text{ м}^2, \quad (4.32)$$

Принимаем величину центрального угла $\alpha = 40^\circ$.

Высота нижней пирамидальной части смесителя определяется по формуле

$$h_{\text{н}} = 0,5 \cdot (B_{\text{с}} - B_{\text{н}}) \cdot \text{ctg} \frac{\alpha}{2}, \quad (4.33)$$

$$h_{\text{н}} = 0,5 \cdot (1,49 - 0,325) \cdot \text{ctg} \frac{40}{2} = 1,6 \text{ м}$$

Объем пирамидальной части смесителя:

$$W_{\text{н}} = \frac{1}{3} \cdot h_{\text{н}} \cdot (f_{\text{с}} + f_{\text{н}} + \sqrt{f_{\text{с}} \cdot f_{\text{н}}}), \quad (4.34)$$

$$W_{\text{н}} = \frac{1}{3} \cdot 1,6 \cdot (2,44 + 0,105 + \sqrt{2,44 \cdot 0,105}) = 1,63 \text{ м}^3$$

Полный объем смесителя определяется по формуле

$$W = \frac{Q_{\text{час}} \cdot t}{60}, \quad (4.35)$$

где t – продолжительность смешивания, мин.

$$W = \frac{244,71 \cdot 1,5}{60} = 6,12 \text{ м}^3.$$

Объем верхней части смесителя определяется по формуле

$$W_{\epsilon} = W - W_n, \quad (4.36)$$

$$W_{\epsilon} = 6,12 - 1,63 = 4,49 \text{ м}^3.$$

Высота верхней части смесителя определяется по формуле

$$h_{\epsilon} = \frac{W_{\epsilon}}{f_{\epsilon}}, \quad (4.37)$$

$$h_{\epsilon} = \frac{4,49}{2,44} = 1,84 \text{ м}.$$

Полная высота смесителя определяется по формуле

$$h_0 = h_{\epsilon} + h_n, \quad (4.38)$$

$$h_0 = 1,6 + 1,84 = 3,44 \text{ м}.$$

Сбор воды периферийным лотком. Сбор воды производится в верхней части смесителя периферийным лотком через затопленные отверстия. Скорость движения воды в лотке $v=0,6$ м/с.

Вода, протекающая по лоткам в направлении бокового кармана, разделяется на два параллельных потока.

Поэтому расчетный расход каждого потока будет определяться по формуле

Расход воды в лотке определяется по формуле

$$Q_l = \frac{Q_{\text{час}}}{2}, \quad (4.39)$$

$$Q_l = \frac{244,74}{2} = 122,37 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Площадь живого сечения лотка, м^2 :

$$\omega_l = \frac{Q_l}{v_l \cdot 3600}, \quad (4.40)$$

где v_l – скорость движения воды в лотке, м/с.

$$\omega_l = \frac{122,37}{0,6 \cdot 3600} = 0,0567 \text{ м}^2.$$

Высота слоя воды в лотке, м:

$$h_l = \frac{\omega_l}{B_l}, \quad (4.41)$$

где B_l – ширина лотка, м; уклон дна лотка принимаем $i=0,002$.

$$h_l = \frac{0,0567}{0,27} = 0,21 \text{ м}$$

Площадь затопления отверстий в стенках лотка, м^2 :

$$F_o = \frac{q_{\text{час}}}{V_o \cdot 3600}, \quad (4.42)$$

где V_o – скорость движения воды через отверстия, м/с.

$$F_o = \frac{244,74}{1 \cdot 3600} = 0,068 \text{ м}^2.$$

Площадь одного отверстия, м^2

$$f_o = \frac{\pi \cdot d_o^2}{4}, \quad (4.43)$$

где d_o - диаметр отверстия, м.

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

Количество отверстий:

$$n_o = \frac{F_o}{f_o} = \frac{0,068}{0,00502} = 14 \text{ отв.} \quad (4.44)$$

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

Внутренний периметр лотка, м:

$$P_l = 4 \cdot [B - 2(B_l + 0,06)] \quad (4.45)$$

$$P_l = 4 \cdot [1,49 - 2(0,27 + 0,06)] = 5,26 \text{ м.}$$

Шаг оси отверстий, м:

$$l_o = \frac{P_l}{n_o}, \quad (4.46)$$

$$l_o = \frac{5,26}{14} = 0,37 \text{ м.}$$

Расстояние между отверстиями, м:

$$l = l_o - d_o, \quad (4.47)$$

$$l = 0,37 - 0,08 = 0,29 \text{ м.}$$

Из сборного лотка вода поступает в боковой карман. Размер кармана принимается конструктивно с тем, чтобы в нижней части его разместить трубу для отвода воды, прошедший смеситель.

Расход воды, протекающий по отводящей трубе для подачи в контактный осветлитель $q_{\text{сек}} = 68$ л/с. Скорость в этом трубопроводе должна быть $0,8 - 1$ м/с, а время пребывания не более 2 мин. Принимаем стальной трубопровод наружным диаметром 325 мм при скорости движения воды в нем 1 м/с.

4.1.9 Расчет контактного осветлителя

Действие контактного осветлителя основано на принципе «контактной коагуляции», которая происходит при фильтровании воды через зернистую массу. В этих условиях коагуляция происходит более интенсивно, чем в свободном объеме воды. Осветляемая вода проходит через слои загрузки снизу вверх в направлении убывающей крупности зерен.

Количество осветлителей на станциях должно быть не менее 4, их надлежит принимать при одноступенчатой очистке воды.

Входная камера необходимо для исключения попадания в распределительную систему и зернистую загрузку контактного осветлителя водорослей и крупной взвеси.

При расчетной производительности контактных осветлителей $Q_{сут} = 5873,7 \text{ м}^3/\text{сут}$, тогда:

Объем входной камеры равен

$$W_{вх.к} = \frac{Q_{сут} \cdot t}{24 \cdot 60}, \quad (4.48)$$

где t – время пребывания воды во входной камере, 2 мин.

$$W_{вх.к} = \frac{5873,74 \cdot 2}{24 \cdot 60} = 8,16 \text{ м}^3.$$

Площадь камеры:

$$F_{вх.к} = \frac{W_{вх.к}}{h_{вх.к}}, \quad (4.49)$$

$$F_{вх.к} = \frac{8,16}{1,5} = 5,44 = 6,25 \text{ м}^2.$$

Принимаем две входных камеры глубиной 1,5 м, площадью 2,5х2,5м. В камерах устанавливаются вертикальные сетки с отверстиями 2-4 мм. При скорости воды через сетки 0,25 м/с (рекомендуемая 0,2-0,3 с/с), тогда

Рабочая площадь сеток:

$$F_c = \frac{Q_c}{3600 \cdot V_o}, \quad (4.50)$$

$$F_c = \frac{244,74}{3600 \cdot 0,25} = 0,27 \text{ м}^2.$$

Входная камера оборудуется устройствами для промывки сеток, спускной и переливной трубами.

Нижняя часть камеры имеет наклонные стенки под углом 50° к горизонту.

Высота конической части камеры:

$$h_{\text{кон}} = \frac{B}{2} \cdot \text{ctg} \cdot (90 - 50), \quad (4.51)$$

где B – ширина камеры, м.

$$h_{\text{кон}} = \frac{2,5}{2} \cdot 1,19 = 1,49 \text{ м.}$$

Полная высота камеры:

$$H = h_{\text{вх.к}} + h_{\text{кон}}, \quad (4.52)$$

$$H = 1,49 + 1,5 = 3 \text{ м.}$$

Площадь контактного осветителя:

$$F = \frac{Q_{\text{сут}}}{T \cdot V_{\text{р.н}} - 3,6 \cdot n \cdot \omega \cdot t_1 - n \cdot t_2 \cdot V_{\text{р.н}} - n \cdot t_3 \cdot V_{\text{р.н}}}, \quad (4.53)$$

где $T = 24$ ч; $\omega = 15 \frac{\text{л}}{\text{м}^2}$ – интенсивность промывки; $n = 3$; $t_1 = 0,133$ ч; $t_2 = 0,33$ ч; $t_3 = 0,17$ ч; $V_{\text{р.н}} = 5$ м/ч.

$$F = \frac{5873,74}{24 \cdot 5 - 3,6 \cdot 3 \cdot 15 \cdot 0,133 - 3 \cdot 0,33 \cdot 5 - 3 \cdot 0,17 \cdot 5} = 82,26 \text{ м}^2,$$

Площадь одного контактного осветителя

$$f_{\text{к.о}} = \frac{F}{N_{\text{о.к}}}, \quad (4.54)$$

$$f_{\text{к.о}} = \frac{82,26}{5} = 16 \text{ м}^2.$$

Принимаем контактный осветитель с одним отделением, размер которого $2,0 \times 4,0$ м. Таким образом площадь отделения 8 м^2 .

Проверяем скорость восходящего потока воды при форсированном режиме эксплуатации:

$$V_{рф} = V_{рн} \cdot \frac{N}{N-1}, \quad (4.55)$$

где $V_{рн} = 5$ м/ч; 1 – количество осветлителей, находящихся в ремонте

$$V_{рф} = 5 \cdot \frac{5}{5-1} = 6,25 \text{ м/с.}$$

Трубчатая распределительная система

Расход промывной воды на один контактный осветлитель (одновременно промываются оба отделения):

$$q_{пр} = f_{к.о} \cdot \omega, \quad (4.56)$$

где $\omega = 15 - 20$ л/с · м² - интенсивность промывки.

$$q_{пр} = 16 \cdot 15 = 240 \text{ л/с} = 0,240 \text{ м}^3 / \text{с.}$$

При наличии двух отделений на каждый коллектор распределительной системы контактного осветлителя приходится расход промывной воды определяется по формуле

$$q_{кол} = \frac{q_{пр}}{2}, \quad (4.57)$$

$$q_{кол} = \frac{0,240}{2} = 0,12 \text{ м}^3 / \text{с} = 120 \text{ л/с.}$$

Диаметр коллектора:

$$d_{кол} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{кол}}{\pi \cdot v_{кол}}}, \quad (4.58)$$

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

$$d_{кол} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,12}{3,14 \cdot 0,98}} = 0,4 = 400 \text{ мм.}$$

Длина ответвления:

$$L_{отв} = (L_{кол} - D_{кол}) / 2, \quad (4.59)$$

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

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

$$L_{отв} = (4,0 - 0,426) / 2 = 1,787 \text{ м.}$$

Число ответвлений:

$$m = 2 \cdot \left(\frac{B_{ко}}{l} \right), \quad (4.60)$$

где $l = 0,25 - 0,35$ м - шаг оси ответвлений

$$m = 2 \cdot \left(\frac{4}{0,3} \right) = 26 \text{ штук.}$$

Расход промывной воды на одно ответвление:

$$q_{отв} = \frac{q_{кол}}{m}, \quad (4.61)$$

$$q_{отв} = \frac{0,12}{26} = 0,0046 \text{ м}^3 / \text{с.}$$

Число отверстий ответвления:

$$n = \frac{\alpha \cdot F_{отв}}{m \cdot f_o}, \quad (4.62)$$

$$n = \frac{0,002 \cdot 8}{26 \cdot 0,785 \cdot 0,01^2} = 8 \text{ штук.}$$

Диаметр ответвлений:

$$D_{отв} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{отв}}{\pi \cdot v_{отв}}}, \quad (4.63)$$

где $v_{отв} = 1,8 - 2$ м/с – допустимая скорость в трубопроводах распределительной системы

$$D_{отв} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0046}{3,14 \cdot 1,8}} = 0,057,$$

Шаг оси ответвлений

$$l = \frac{l_{отв}}{n}, \quad (4.64)$$

$$l = \frac{1,787}{8} = 0,22 \text{ м.}$$

Расход промывной воды на один желоб

$$q_{жс} = \frac{q_{пр}}{n_{жс}}, \quad (4.65)$$

где $n_{жс} = 2 - 6$ – количество желобов.

$$q_{жс} = \frac{0,240}{2} = 0,12 \text{ м}^3 / \text{с},$$

Расстояние между осями желобов

$$l_{жс} = \frac{7}{2} = 3,5 \text{ м.} \quad (4.66)$$

Ширина желоба:

$$B = K \cdot \sqrt[5]{\frac{q_{жс}^2}{(1,57 + a^3)}}, \quad (4.67)$$

где $K = 2$ – коэффициент, принимаемый равным для желобов с полукруглым основанием;

$a = 1 - 1,5$ – отношение высоты прямоугольной части желоба к половине его ширины

$$B = 2 \cdot \sqrt[5]{\frac{0,12^2}{(1,57 + 1)^3}} = 0,058 \text{ м.}$$

Высота кромки желоба над поверхностью контактного осветлителя:

$$\Delta h = \frac{H_{\phi} \cdot e}{100} + 0,3, \quad (4.68)$$

где e – относительное расширение загрузки.

$$\Delta h = \frac{2 \cdot 30}{100} + 0,3 = 0,9 \text{ м.}$$

Расход воды на промывку фильтра:

$$P = \frac{\omega \cdot f_k \cdot t_1 \cdot 60 \cdot N_{\text{л}}}{Q_{\text{ч}} \cdot T_p \cdot 1000} \cdot 100\%, \quad (4.69)$$

где f_k - площадь осветлителя; $N_{\text{л}}$ - количество осветлителей;

T_p – продолжительность работы фильтра между двумя промывками, равная:

$$T_p = T_0 - (t_1 + t_2 + t_3) = 8 - 0,1 + 0,33 + 0,17 = 6,5 \text{ ч}, \quad (4.70)$$

где $T_0 = 8 - 12 \text{ ч}$ – продолжительность рабочего фильтроцикла;

$t_1 = 0,1 \text{ ч}$ - продолжительность промывки;

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

$t_3 = 0,17 \text{ ч}$ - продолжительность сброса первого фильтра в сток.

$$P = \frac{15 \cdot 16 \cdot 8 \cdot 60 \cdot 5}{244,74 \cdot 6,5 \cdot 1000} \cdot 100\% = 36,2\%.$$

Расстояние от дна желоба до дна сборного канала:

$$H_{\text{кан}} = 1,73 \cdot \sqrt[3]{\frac{q_{\text{кан}}^2}{g \cdot b_{\text{кан}}^2}} + 0,2, \quad (4.71)$$

где $q_{\text{кан}}$ - расход воды в канале в $\text{м}^3/\text{с}$, принимаемый равный $0,240 \text{ м}^3/\text{с}$;

$b_{\text{кан}}$ - минимальная допустимая ширина канала (по условиям эксплуатации), принимаемой равной $0,7 \text{ м}$; $g = 9,81 \text{ м}/\text{с}^2$.

$$H_{кан} = 1,73 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,24^2}{9,81 \cdot 0,7^2}} + 0,2 = 0,6 \text{ м.}$$

Скорость движения воды в конце сборного канала при размерах его поперечного сечения

$$v_{кан} = \frac{q_{кан}}{f_{кан}}, \quad (4.72)$$

$$v_{кан} = \frac{0,240}{0,42} = 0,57 \text{ м/с.}$$

Потери напора при промывке контактного осветлителя

Потери напора слагаются из следующих величин:

– потери напора в отверстиях труб распределительной системы осветлителя, определяют по формуле

$$h_{p.c} = \left(\frac{2,2}{\alpha^2} + 1\right) \cdot \frac{v_{кол}^2}{2g} + \frac{v_{p.m}^2}{2g}, \text{ м,} \quad (4.73)$$

где $v_{кол}$ —скорость движения воды в коллекторе, 0,98 м/с;

$v_{p.m}$ —то же, в распределительных трубах, 1,8 м/с;

α —отношение суммы площадей всех отверстий распределительной системы к площади сечения коллектора, $\alpha = \frac{\sum f_{отв}}{F_{кол}} = \frac{0,04}{0,1256} = 0,32$

$$h_{p.c} = \left(\frac{2,2}{0,3^2} + 1\right) \cdot \frac{0,98^2}{2 \cdot 9,81} + \frac{1,8^2}{2 \cdot 9,81} = 1,26 \text{ м}$$

Потери напора в фильтрующем слое, определяют по формуле

$$h_{\phi} = (a + b \cdot \omega) \cdot H_{\phi}, \quad (4.74)$$

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

$b=0,017$; $a = 0,76$ – параметры для песка с крупностью зерен 05 – 2 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

$$h_{ПС} = 0,022 \cdot H_{ПС} \cdot \omega, \quad (4.75)$$

где $H_{н.с.} = 0,5$ м – высота поддерживающего слоя

$$h_{ПС} = 0,022 \cdot 0,5 \cdot 18 = 0,198$$

Потери напора в трубопроводе, подводящем промывную воду к общему коллектору распределительной системы.

При длине трубопровода 100 м и диаметре трубопровода 400 мм, уклон $i=0,0011$.

$$h_{ПТ} = i \cdot l, \quad (4.76)$$

$$h_{ПТ} = i \cdot l = 0,0011 \cdot 100 = 1,1 \text{ м.}$$

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

$$h_{HT} = \frac{V^2}{2 \cdot g} = \frac{1,8^2}{2 \cdot 9,81} = 0,16 \text{ м,} \quad (4.77)$$

$$h_{HT} = \frac{1,8^2}{2 \cdot 9,81} = 0,16 \text{ м.}$$

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

$$h_{м.с.} = \sum \xi \cdot h_{МС} = \sum \xi \cdot \frac{V_{кол}^2}{2g} \text{ м,} \quad (4.78)$$

где $\sum \xi = \xi_1 + \xi_2 + \xi_3 + \xi_4$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений:

$\xi_1 = 0,984$ – для колена;

$\xi_2 = 0,26$ – для задвижек;

$\xi_3 = 0,5$ – для входа во всасывающую трубу;

$\xi_4 = 0,92$ – для тройника.

$$h_{м.с.} = \sum \left(0,984 + 0,26 + 0,5 + 0,92 \right) \cdot \frac{0,98^2}{2 \cdot 9,81} = 0,13 \text{ м.}$$

Полная величина потерь напора при промывке контактного осветлителя составит:

$$\Sigma h = h_{PC} + h_{\Phi} + h_{ПC} + h_{ПГ} + h_{НГ} + h_{МС}, \quad (4.79)$$

$$\Sigma h = 1,26 + 2,13 + 0,198 + 1,1 + 0,16 + 0,13 = 4,98 \text{ м.}$$

Геометрическая высота подъема воды h_2 от дна резервуара чистой воды до верхней кромки желобов над осветлителем будет:

$$h_{Г} = \Delta h_{жс} + H_{\Phi} + 4,5, \quad (4.80)$$

где $\Delta h_{жс}$ м – высота кромки желоба над поверхностью осветлителя;

$H_{\Phi} = 2 \text{ м}$ — высота загрузки осветлителя;

4,5 м – глубина воды в резервуаре.

$$h_{Г} = 0,9 + 2 + 4,5 = 7,4 \text{ м.}$$

Напор, который должен развивать насос при промывке осветлителя, равен:

$$H = h_{Г} + \Sigma h + h_{з.н.}, \quad (4.81)$$

где $h_{з.н.} = 1,5 \text{ м}$ – запас напора.

$$h_{Г} = 7,4 + 4,98 + 1,5 = 14,28 \text{ м.}$$

Подбор насосов для промывки осветлителя:

Для подачи промывной воды в количестве 1360 м³/ч при напоре 14,2 м принимаем одноступенчатый центробежный насос марки НК 300-360 -А ВАQE со следующими характеристиками:

- напряжение 3x380/660В;
- диаметр рабочего колеса – 192,4 мм;
- мощность электродвигателя – 132 кВт;
- масса насоса – 1840 кг.

Данный насос предназначен для перекачивания чистых или слегка замутненных, неагрессивных по отношению к материалу деталей жидкостей, без абразивных или длинноволоконистых включений.

4.1.10 Обеззараживание

Обеззараживание – неперемное условие подготовки воды для хозяйственно-питьевых целей. При обеззараживании в обрабатываемой воде уничтожаются патогенные бактерии и другие микроорганизмы.

Одним из самых перспективных способов обеззараживания питьевой воды является использование гипохлорида натрия (NaClO), получаемого на месте потребления путем электролиза поваренной соли. Электролизеры устанавливаются в отдельном помещении. Гипохлорид также применяется для дезинфекции мембран ультрафильтрации. Гипохлорид (NaClO) натрия относится к реагентам – дезинфектантам, используемым в качестве альтернативы газообразному хлору, обеспечивает эффективное обеззараживание и защиту от всех известных патогенных (болезнетворных) бактерий, вирусов, грибковых инфекций и простейших.

Гипохлорит натрия (NaOCl) ГОСТ 11086-76 – прозрачная жидкость зеленоватого цвета. Является более активным, чем хлор, в отношении вирусов дезинфектантом. Товарный гипохлорит натрия малотоксичен (IV класс токсичности), безопасен в эксплуатации и прост в применении. При наличии в воде аммонийного азота не взаимодействует с ним (т.е. не образует хлораминов и других хлорпроизводных), оставаясь в форме свободного хлора, обеспечивает более глубокое обеззараживание воды и упрощает контроль остаточного хлора.

Обеззараживание воды предусмотрено гипохлоритом натрия с дозой 4 мг/л (по активной части).

Расчетный часовой расход активного хлора для хлорирования воды:
– предварительного при $D_{Cl} = 4$ мг/л составит:

$$Q'_{xл} = \frac{Q_{сум} \cdot D'_{xл}}{24 \cdot 1000}, \quad (4.82)$$

$$Q'_{xл} = \frac{5873,74 \cdot 2}{24 \cdot 1000} = 0,48 \text{ кг/ч.}$$

ГЛАВА V

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

5.1 Определение объемов земляных работ

Объемы земляных работ рассчитаны для участков 8-12,12-11 кольцевой водопроводной сети. Длина трубопровода 1090 м. Участки запроектированы из полиэтиленовых труб ГОСТ 18599-2001* $d_v = 200$ мм. Масса 1 м трубы 7,48 кг.

Грунт на участке строительства – супесь. Сезон строительства – лето.

Наименьшая глубина h_1^B заложения трубопровода водопроводных систем для труб с условным проходом до 200 мм принимается равной глубине h_{np} , м, сезонного промерзания грунта плюс 0,5 м, считая понизу.

В начале участка (точка 8):

$$h_1 = h_{np} + 0,5, \quad (5.1)$$

где h_{np} – глубина промерзания грунта, 2,5 м.

$$h_1 = 2,5 + 0,5 = 3 \text{ м.}$$

Глубина h_2 прокладки труб в конце участка (точка 11):

$$h_2 = h_1 + i_{mp} \cdot L, \quad (5.2)$$

$$h_2 = 3,0 + 0,002 \cdot 1090 = 5,18 \text{ м.}$$

Средняя глубина траншеи:

$$h_{cp} = \frac{h_1 + h_2}{2}, \quad (5.3)$$

$$h_{cp} = \frac{3 + 5,17}{2} = 4,1 \text{ м.}$$

Ширина B траншеи по дну определяется в зависимости от материала труб и их наружного диаметра (при наружном диаметре до 0,2 м) по формуле

$$B = d_{нар} + 0,5, \quad (5.4)$$

$$B = 0,2 + 0,5 = 0,9 \text{ м.}$$

Ширина траншеи поверху в точке 8:

$$E = B + 2 \cdot m \cdot h, \quad (5.5)$$

где m – коэффициент откоса (для супеси $m = 0,85$);
 h – глубина траншеи.

$$E_1 = 0,7 + 2 \cdot 0,85 \cdot 3 = 5,8 \text{ м},$$

Ширина траншеи поверху в точке 11:

$$E_2 = 0,7 + 2 \cdot 0,85 \cdot 5,18 = 9,51 \text{ м},$$

$$E_{cp} = 0,9 + 2 \cdot 0,85 \cdot 4,1 = 7,87 \text{ м}$$

Для сечения траншеи трапецидальной форме площадь сечения поперечника определяется как:

$$F_{cp} = 4,1 \cdot (0,9 + 0,85 \cdot 4,1) = 17,98 \text{ м}^2. \quad (5.6)$$

где h – глубина траншеи, м;

E – ширина траншеи поверху, м;

m – коэффициент откоса (для супеси $m = 0,85$);

B – ширина траншеи по дну, м.

Объем грунта подлежащий разработке определяется по формуле

$$V = V_m + V_p, \quad (5.7)$$

где V_m – объем грунта, разрабатываемый механизированным способом, м³;

V_p – объем грунта, разрабатываемый вручную, м³.

Объем грунта разрабатываемый экскаватором:

$$V_m = V_m^1 + V_m^2, \quad (5.8)$$

где V_m^1 – объем грунта, извлекаемого экскаватором при отрывке из траншеи под трубопровод, м³;

V_m^2 – объем грунта, извлекаемого экскаватором для устройства котлованов под колодцы, м³.

Объем грунта, извлекаемого экскаватором из траншеи под трубопровод, определяется по формуле

$$V_m^1 = (F_{cp} + \frac{m \cdot [(h_1 - 0,2) + (h_2 - 0,2)]}{12}) \cdot l_1, \quad (5.9)$$

где 0,2 м – высота недобора грунта при работе одноковшового экскаватора;

l_1 – длина трубопровода без суммарной длины котлована под колодцы по всей трассе трубопровода.

$$l_1 = L - a_2 \cdot N, \quad (5.10)$$

где N – количество котлованов, равное количеству колодцев.

$$l_1 = 1090 - 10,17 \cdot 12 = 967,96 \text{ м.}$$

$$N = \frac{L}{100} + 1, \quad (5.11)$$

$$N = \frac{1090}{100} + 1 = 12$$

$$V_m^1 = \left(17,16 + \frac{0,85 \cdot [(3,0 - 0,2) + (6,18 - 0,2)]}{12} \right) \cdot 967,96 = 20760,3 \text{ м}^3.$$

Объем грунта, извлекаемый экскаватором для устройства котлованов под колодцы, определяется по формуле

$$V_m^2 = \frac{h_{cp} \cdot [2a_1 + a_2] \cdot b_1 + (2a_2 + a_1) \cdot b_2}{6} \cdot N, \quad (5.12)$$

где h_{cp} – средняя глубина траншеи за вычетом недобора грунта 3,9 м;

a_1 и b_1 – размеры котлована под колодец понизу, 3,2 м;

a_2, b_2 – размеры котлована под колодец поверху, м;

N – количество котлованов под колодцы, 12 шт.

Размеры котлована поверху под колодец определяются по формуле

$$a_2 = b_2 = a_1 + 2 \cdot m \cdot h_{cp.n}, \quad (5.13)$$

$$a_2 = b_2 = 3,2 + 2 \cdot 0,85 \cdot 4,1 = 10,17 \text{ м.}$$

$$V_M^2 = \frac{3,9 \cdot [2 \cdot 3,2 + 10,17] \cdot 3,2 + (2 \cdot 10,17 + 3,2) \cdot 10,17}{6} \cdot 12 = 2280,92 \text{ м}^2 \quad (5.14)$$

Объем грунта, разрабатываемый экскаватором:

$$V_M = 20760,3 + 2280,92 = 23041,17 \text{ м}^3 \quad (5.15)$$

Объем грунта, разрабатываемого вручную:

$$V_p = V_p^1 + V_p^2, \quad (5.16)$$

Объем грунта, извлекаемого при разработке недобора:

$$V_p^1 = h_{нед} \cdot (B \cdot l_1^H + a_1 \cdot b_1 \cdot N), \quad (5.17)$$

где N – число колодцев, 11;

l_1^H – длина трубопровода без суммарной длины котлованов под колодцы, считая по низу;

B – ширина траншеи понизу.

$$l_1^H = 1090 - 3,2 \cdot 12 = 1051,6 \text{ м}, \quad (5.18)$$

$$V_p^1 = 0,2 \cdot (0,7 \cdot 1051,6 + 3,2 \cdot 3,2 \cdot 12) = 171,8 \text{ м}^3.$$

Объем грунта, извлекаемого при устройстве прямков:

$$V_p^2 = V_{np} \cdot N_{np}, \quad (5.19)$$

где V_{np} – объем одного прямка,

N_{np} – количество прямков.

$$V_p^2 = 0,084 \cdot 88 = 7,4 \text{ м}^3,$$

$$N_I = \frac{L - D_{\text{кол}} \cdot N}{l_{\text{пр}}} - 1 \quad (5.20)$$

$$N_1 = \frac{1090 - 1,5 \cdot 12}{12} - 1 = 88,33 \text{ шт.}$$

Размер приемков для колодца $D_{\text{кол}} = 1,5$ м:

длина $a^1 = 0,6$ м;

ширина $b^1 = 0,2 + 0,5 = 0,7$ м;

глубина $c^1 = 0,2$ м.

Объем одного приемка:

$$V_{\text{пр}} = a^1 \cdot b^1 \cdot c^1, \quad (5.21)$$

$$V_{\text{пр}} = 0,6 \cdot 0,7 \cdot 0,2 = 0,084 \text{ м}^3$$

Объем грунта, разрабатываемого вручную:

$$V_p = 171,8 + 7,4 = 179,2 \text{ м}^3$$

Весь объем грунта, подлежащий разработке:

$$V = 23041,17 + 179,2 = 23220,37 \text{ м}^3.$$

Подбор колодца

Характеристика задвижки:

Материал: сталь, ГОСТ 10926-75*

Высота задвижки: $h = 1,140$ м.

Масса задвижки: $m = 230$ кг.

Длина задвижки: $l = 400$ мм.

Размеры колодца в плане:

Требуемый размер: строительная длина задвижки $0,4 + 1 \text{ м} = 1,4$ м

Принимаем размер колодца в плане $1,5$ м.

Высота рабочей камеры колодца равна: высота задвижки + $0,7 \text{ м} = 1,84 \text{ м}$

Принимаю кольца для сбора рабочей камеры высотой $1,84$ м.

Марка колец КЦ –15–9(2 шт.) Основные характеристики кольца приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Характеристики колец.

| Размеры колец | Марка колец |
|-----------------------|-------------|
| | КЦ –15 – 9 |
| Внутренний диаметр, м | 1,5 |
| Наружный диаметр, м | 1,68 |
| Высота, м | 0,89 |
| Масса колец, кг | 1000 |

Плита днища: КЦД –10 (круглая в плане), $d = 1,5$ м

Толщина плиты: 0,1 м

Масса плиты: $m = 440$ кг

Определяем параметры горловины:

Высота горловины рассчитывается по формуле

$$H_{горл} = h_{ср} - 3,3, \quad (5.22)$$

$$H_{горл} = 4,1 - 3,3 = 0,8 \text{ м.}$$

Следовательно, горловина есть, принимаем кольца стеновые для горловины. Основные характеристики колец стеновых приведены в таблице 6.2.

Таблица 5.2 – Характеристики колец.

| Размеры колец | Марка кольца |
|-----------------------|------------------|
| | КЦ –7 – 9 (1 шт) |
| Внутренний диаметр, м | 0,7 |
| Наружный диаметр, м | 0,84 |
| Высота, м | 0,89 |
| Толщина стенки, см | 0,7 |
| Масса колец, кг | 380 |

Данные для плиты перекрытия:

Марка плиты: КЦП 1 – 20

Внутренний диаметр лаза: $d = 0,7$ м,

Наружный диаметр: $d = 2,2$ м,

Масса плиты: $m = 1280$ кг

На плиту перекрытия опирается плита опорная КЦО – 2

– внутренний диаметр которой равен $d_{вн} = 1$ м,

– толщина плиты составляет $\delta = 0,15$ м,

– длина и ширина $l \times b = 1,7$ м,

– масса $m=800$ кг.

Кольцо опорное вставляется внутрь, его марка КЦО – 1

– внутренний диаметр $d_{вн}=0,58$ м,

– наружный $d_{нар}=0,84$ м,

– толщина $\delta=0,07$ м,

– масса $m=50$ кг.

5.2 Определение объёма земли подлежащей вывозу в отвал за пределы стройки

Засыпка осуществляется бульдозером, для чего используется грунт, полученный при разработке траншеи и находящийся в отвале.

Объем грунта, вывозимого в отвал за пределы строительства:

$$V_{отв} = V_{тр} + V_{кол} \cdot K_{пр}, \quad (5.23)$$

где $K_{пр}$ – коэффициент первоначального увеличения объема грунта при его рыхлении, для супеси 1,15.

Объем грунта вытесняемый трубопроводом определяется по формуле

$$V_{тр} = \frac{\pi \cdot d_n^2}{4} \cdot l_1 \cdot K_p, \quad (5.24)$$

где K_p – коэффициент, учитывающий объем земли, вытесняемый раструбами или муфтами, для гладких труб $K_p = 1$;

l_1 – длина трубопровода за вычетом суммарного диаметра всех колодцев.

$$l_1 = L - D_n^{кол} \cdot N, \quad (5.26)$$

где $D_n^{кол}$ – наружный диаметр колодца, 1,5 м;

N – количество колодцев.

$$V_{тр} = \frac{3,14 \cdot 0,2^2}{4} \cdot 1072 \cdot 1 = 33,66 \text{ м}^3$$

Объем грунта, вытесняемый колодцами:

$$V_{кол} = \frac{\pi \cdot D_k^2}{4} \cdot h_{кол} \cdot N, \quad (5.27)$$

где $h_{кол}$ – глубина колодца, м.

$$V_{кол} = \frac{3,14 \cdot 1,5^2}{4} \cdot 4,35 \cdot 12 = 92,2 \text{ м}^3$$

$$V_{отв} = (3,66 + 92,2) \cdot 1,15 = 144,74 \text{ м}^3.$$

Таблица 5.3 - Бланк объемов земляных масс

| 12,5 | Основные параметры выемки | | | | Объем грунта | |
|---|---------------------------|------------|---------------------|----------|--------------|--------------------------|
| | Ширина, м | | Глубина, $h_{ср}$ м | Длина, м | Обозначение | Количество, м^3 |
| | По верху, $E_{ср}$ | По низу, В | | | | |
| Механизированные земляные работы | | | | | | |
| Разработка траншеи | 7,87 | 0,70 | 4,10 | 1051,6 | V_m^1 | 20760,3 |
| Разработка котлованов под колодцы | 10,17 | 10,17 | 4,35 | 38,4 | V_m^2 | 2280,92 |
| Вывоз грунта в отвал за пределы строительства | 26,87 | 26,87 | 0,20 | 26,87 | $V_{изб}$ | 144,74 |
| Ручные земляные работы | | | | | | |
| Разработка недобора грунта | 0,70 | 0,70 | 0,20 | 1090 | V_p^1 | 171,8 |
| Рытье приямков | 0,60 | 0,60 | 0,70 | 0,20 | V_p^2 | 7,4 |
| Общий объем разработки: | | | | | V | 23220,37 |

| | | | | | | |
|---------------------------|--|--|--|--|-------|----------|
| в т. ч. механизированной; | | | | | V_m | 23041,17 |
| в т. ч. ручной | | | | | V_p | 179,2 |

5.3 Предварительный выбор комплекта машин

Оптимальная продолжительность строительства водоводов при длине трубопровода до 1,5 км составляет 1 месяц.

Принимаем одноковшовый экскаватор типа обратная лопата, марки ЭО 4121А. Основные характеристики:

- емкость ковша $V_k - 1 \text{ м}^3$;
- наибольшая глубина копания $H_k - 7,45 \text{ м}$;
- наибольшая глубина выгрузки $H_g - 5 \text{ м}$;
- наибольший радиус выгрузки $R_g - 7,25 \text{ м}$;
- наибольший радиус резания $R_p - 4,6 \text{ м}$.

Марка драглайна ЭО-5111 ЕХЛ. Основные характеристики:

- емкость ковша $V_k - 1 \text{ м}^3$;
- наибольшая глубина копания $H_k - 12,5 \text{ м}$;
- наибольшая глубина выгрузки $H_g - 4,1 \text{ м}$;
- наибольший радиус выгрузки $R_g - 12,2 \text{ м}$;
- наибольший радиус резания $R_p - 13,5 \text{ м}$.

Сравним наибольшую глубину копания экскаватора H_k и наибольшую глубину траншеи h_2 : $H_k \geq h_2$.

$$H_k^{Др} \geq h_2$$

$$12,5 > 5,1$$

$$H_k^{Обр. лоп.} \geq h_2$$

$$7,45 > 5,1 \text{ условие выполняется.}$$

Грунт относится к II категории. Плотность супеси равна $1,3 \text{ т/м}^3$.

Наиболее приемлемым средством для транспортирования грунта на расстояние более 0,5 км являются автосамосвалы. Выбор марки автосамосвала производится с учетом следующих требований: технические данные автомобиля должны соответствовать марки экскаватора; емкость кузова должна обеспечивать погрузку не менее трех ковшей экскаватора. Грузоподъемность самосвала при расстоянии транспортирования более 1 км и ковша экскаватора 1 м^3 принимается равной 10 т.

На основании этого подбираем марку автосамосвала: КАМАЗ - 5511.

Количество ковшей экскаватора, необходимое для загрузки самосвала:

$$n = \frac{G}{\gamma \cdot \varepsilon \cdot K_n}, \quad (5.28)$$

где G – грузоподъемность самосвала, 10 т;
 γ – плотность грунта, 1,3 т/м³;
 ε – емкость ковша экскаватора, 1 м³;
 K_n – коэффициент наполнения ковша, 0,85.

$$n = \frac{10}{1,3 \cdot 1 \cdot 0,85} = 9 \text{шт.}$$

Длительность погрузки одного самосвала:

$$t_{noz} = \frac{n}{n_y \cdot K_T}, \quad (5.29)$$

где n_y – число циклов экскавации в минуту;
 K_T – коэффициент, учитывающий условия подачи самосвала в забой, 0,85.

$$t_{noz} = \frac{9}{1 \cdot 0,85} = 11 \text{мин.}$$

Количество рейсов самосвалов в смену:

$$P_p = \frac{t_{cm} \cdot 60}{t_{noz} + \frac{2 \cdot L}{V \cdot 60} + t_p + t_m}, \quad (5.30)$$

где L – дальность перевозки грунта, км;
 V – средняя скорость движения, км/ч;
 t_p – длительность разгрузки, 1 мин;
 t_m – длительность маневрирования машины, 3 мин;
 t_{cm} – продолжительность смены, ч.

$$P_p = \frac{8 \cdot 60}{11 + \frac{2 \cdot 3}{30 \cdot 60} + 1 + 3} = 32 \text{рейса.}$$

Производительность самосвала в смену, выраженная в м³ грунта в плотном теле:

$$P_a = \frac{G}{\gamma} \cdot P_p, \quad (5.31)$$

$$P_a = \frac{10}{1,3} \cdot 32 = 246,2$$

Производительность работы автосамосвала T_a принимаем равной продолжительности работы экскаватора T_s и равна 8 ч.

Объем грунта, вывозимого самосвалом за смену равен:

$$V_{см} = \frac{V_{омв}}{T_a}, \quad (5.32)$$

$$V_{см} = \frac{144,74}{8} = 18,1 м^3$$

Количество самосвалов необходимых для транспортировки избыточного грунта определяется:

$$N_a = \frac{V_{см}}{P_a}, \quad (5.33)$$

$$N_a = \frac{18,1}{246,2} = 0,0735$$

Принимаем 1 самосвал марки КАМАЗ-5511.

При работе экскаватора поочередно в транспорт и навывмет требуемое количество самосвалов определяется по формуле

$$N_a = \frac{V_{см}}{P_a \cdot K_{оч}}; \quad (5.34)$$

где $K_{оч}$ – коэффициент, учитывающий поочередную работу экскаватора навывмет и в транспорт.

Значение $K_{оч}$ определяется по формуле

$$K_{оч} = \frac{P_{нав} / P_{трансп}}{(V_{нав} / V_{трансп}) + (P_{нав} / P_{трансп})}, \quad (5.35)$$

где $\Pi_{нав}$ и $\Pi_{трансп}$ – соответственно производительность при работе навывмет и в транспорт;

$V_{нав}$ и $V_{трансп}$ – объемы грунта, разрабатываемого навывмет и в транспорт.

Производительность экскаватора при работе навывмет определяется по формуле

$$\Pi_{нав} = \frac{t_{см} \cdot 100 \cdot (1 - P)}{H_{вр1}}, \quad (5.36)$$

где P – количество избыточного грунта, погружаемого в транспорт, в долях единицы (за единицу принят весь объем грунта, разрабатываемого экскаватором, т.е.:

$$P = \frac{V_{отв}}{V_{м}}, \quad (5.37)$$

$$P = \frac{144,74}{23041,17} = 0,00628 м^3,$$

Тогда производительность экскаватора при работе навывмет равна

$$\Pi_{нав} = \frac{8 \cdot 100 \cdot (1 - 0,00628)}{1,8} = 441,65 м^3.$$

Производительность экскаватора при работе в транспорт определяется по формуле

$$\Pi_{трансп} = \frac{t_{см} \cdot 100 \cdot P}{H_{вр2}} \quad (5.38)$$

где $H_{вр2}$ – норма времени на разработку грунта экскаватором при погрузке в транспорт, 2,4.

$$\Pi_{трансп} = \frac{8 \cdot 100 \cdot 0,00628}{2,4} = 2,09 м^3,$$

Значение объема $V_{нав}$ грунта, разрабатываемого навывмет, следует определять по формуле

$$V_{нав} = V - V_p - V_{отв}, \quad (5.39)$$

$$V_{нав} = 23220,37 - 179,2 - 144,74 = 22896,43 \text{ м}^3.$$

Находим значение $K_{оч}$

$$K_{оч} = \frac{441,45 / 2,09}{(22896,43 / 144,74) + (441,65 / 2,09)} = 0,59,$$

Тогда количество самосвалов определяем по формуле

$$N_a = \frac{18,1}{246,2 \cdot 0,59} = 0,13 \approx 1 \text{ самосвал.}$$

5.4 Выбор механизмов для обратной засыпки траншеи и ее планировки

Обратная засыпка траншеи производится после проведения успешных предварительных испытаний трубопровода.

Для обратной засыпки используют грунт, находящийся в отвале. После засыпки траншеи производят планировку ее поверхности. Для обратной засыпки целесообразно использовать бульдозер. Принимаем бульдозер ДЗ-117.

Продолжительность работ по обратной засыпке траншеи и планировке траншеи и отвала:

$$T_{\bar{o}} = \frac{F_{пл} \cdot H_{вр}}{1000 \cdot T_{см}}, \quad (5.40)$$

где $F_{пл}$ – площадь планируемой поверхности, м^2 , определяется по формуле

$$F_{пл} = F_{пл1} + F_{пл2}, \quad (5.41)$$

$$F_{пл1} = [E_{ср} + B + h_2 \cdot (1 - m)] \cdot L, \quad (5.42)$$

где $E_{ср}$ – средняя ширина траншеи по верху, м ;

B – ширина траншеи по дну, м ;

h_2 – глубина прокладки в конце трубопровода, м ;

m – коэффициент откоса траншеи, 0,85

$$b = 2 \cdot H_{отв} = 2 \cdot 4,42 = 8,84 \text{ м}; \quad (5.43)$$

$$H_{отв} = \sqrt{F_{отв}} = 4,42 \text{ м}; \quad (5.44)$$

$$F_{отв} = F_{ср} \cdot K_{перв} \cdot K = 17,16 \cdot 1,15 \cdot 0,99 = 19,53 \text{ м}^2. \quad (5.45)$$

где $K_{перв}$ – коэффициент первоначального увеличения объема грунта при его рыхлении, принимается равным 1,12-1,17 для супеси.

K – коэффициент, учитывающий уменьшение площади поперечного сечения отвала при вывозе за пределы строительной площадки избыточного грунта в объеме равном объему грунта, вытесняемому трубопроводом и колодцами, и равен 0,98.

$$F_{пл1} = [7,87 + 8,84 + 5,18 \cdot (1 - 0,85)] \cdot 1090 = 19060,83 \text{ м}^2.$$

Площадь планируемой поверхности на месте свалки избыточного грунта:

$$F_{пл2} = \frac{V_{отв}}{h} = \frac{144,74}{0,2} = 723,7 \text{ м}^2, \quad (5.46)$$

где h – толщина слоя отсыпки, равная 0,1-0,2 м

$$F_{пл} = 19060,83 + 723,7 = 19784,53 \text{ м}^2;$$

$$T_{\sigma} = \frac{19784,53 \cdot 1,2}{1000 \cdot 8} = 2,96 = 3 \text{ смены}.$$

5.5 Определение технико-экономических показателей для окончательного выбора комплекта машин

Окончательный выбор комплекта машин проводится на основе трех технико-экономических показателей: продолжительности земляных работ, себестоимости разработки 1 м³ грунта и трудоемкости разработки 1 м³ грунта.

Продолжительность работы экскаватора по отрывке траншеи T_{σ} определяется по формуле

$$T_{\sigma} = \frac{V_{\sigma}}{П_{\sigma}}, \quad (5.47)$$

где V_m – объём грунта, вырабатываемого механизированным способом, m^3 ;
 Π_3 – нормативная производительность экскаватора в смену:

$$\Pi_3 = t_{cm} \cdot 100 \cdot \left(\frac{1-P}{H_{ep1}} + \frac{P}{H_{ep2}} \right), \quad (5.48)$$

где t_{cm} – продолжительность смены, 8 ч;

P – количество избыточного грунта, погружаемого в транспорт в долях единицы;

H_{ep1} , H_{ep2} – соответственно норма времени на разработку экскаватором при работе в отвал и при погрузке в транспорт

$$P = \frac{V_{отв}^6}{V_m}, \quad (5.49)$$

$$P = \frac{144,74}{23041,17} = 0,0063,$$

$$\Pi_3^o = 8 \cdot 100 \cdot \left(\frac{1-0,0063}{1,8} + \frac{0,0063}{2,4} \right) = 442,1 \text{ м}^3 \text{ в смену.}$$

Нормативная производительность драглайна в смену:

$$\Pi_3^d = 8 \cdot 100 \cdot \left(\frac{1-0,0063}{1,9} + \frac{0,0063}{2,5} \right) = 396,54 \text{ м}^3 \text{ в смену.}$$

Продолжительность работы экскаватора с обратной лопатой по отрывке траншеи:

$$T_3^o = \frac{23041,17}{442,1} = 52,1 \text{ смен,}$$

Продолжительность работы драглайна по отрывке траншеи:

$$T_3^d = \frac{23041,173}{396,54} = 58,1 \text{ смен,}$$

Себестоимость отрывки 1 м³ грунта траншеи:

$$C_{тр} = \frac{1,08 \cdot \sum C_{машч.} \cdot T_i + 1,5 \cdot \sum 3_p}{V}, \quad (5.50)$$

где $C_{машч.}$ – производственная себестоимость машино-часа отдельных машин, входящих в комплект (экскаватор, бульдозер, самосвал);

T_i – продолжительность работы отдельных машин на стройке в сменах;

$\sum 3_p$ – заработная плата рабочих, выполняющих ручные работы

$$\sum C_{маш}^O \cdot T = 42,64 \cdot 52,1 + 48,56 \cdot 3 + 36,8 \cdot 1 = 2404,02 \text{ руб.ч}, \quad (5.51)$$

$$\sum C_{маш}^D \cdot T = 49,44 \cdot 58 + 48,56 \cdot 3 + 36,8 \cdot 1 = 3050 \text{ руб.ч}, \quad (5.52)$$

$$\sum 3_p = 3_p \cdot V_p = 0,544 \cdot 179,2 = 97,5 \text{ руб.}, \quad (5.53)$$

где 3_p – расценка на разработку 1 м³ грунта для немерзлого грунта I группы принимается 0,544 руб./м³;

V_p – объём грунта подлежащей выемке при прокладке трубопровода

Находим себестоимость отрывки 1 м³ грунта траншеи экскаватором с обратной лопатой по формуле (5.37)

$$C_O = \frac{1,08 \cdot 2404,02 + 1,5 \cdot 97,51}{23220,37} = 0,12 \text{ руб./м}^3.$$

Себестоимость отрывки 1 м³ грунта траншеи драглайном:

$$C_D = \frac{1,08 \cdot 3050 + 1,5 \cdot 97,51}{23220,37} = 0,15 \text{ руб./м}^3.$$

Трудоёмкость отрывки 1 м³ грунта:

$$M_{отр} = \frac{\sum M_m + \sum M_p}{V}, \quad (5.54)$$

$$\sum M_m = M_э + M_б + M_a \text{ чел.-ч / маш.-ч}, \quad (5.55)$$

где $M_э$, $M_б$, M_a – произведение время работы соответствующих машин, выраженное в часах, на затраты труда на обслуживание строительных машин.

Для экскаватора с обратной лопатой затраты труда по управлению и обслуживанию машин будут равны

$$\Sigma M_M^o = 2,65 \cdot 416 + 1,48 \cdot 24 + 1,79 \cdot 8 = 1152,24 \text{ чел.} - \text{ч} / \text{ маш.} - \text{ч},$$

Для экскаватора-драглайна:

$$\Sigma M_M^d = 2,81 \cdot 416 + 1,48 \cdot 24 + 1,79 \cdot 8 = 1218,78 \text{ чел.} - \text{ч} / \text{ маш.} - \text{ч},$$

Определяем затраты труда на ручные операции

$$\Sigma M_p = H_{вр} \cdot V_p = 0,9 \cdot 179,2 = 161,28 \text{ чел.} - \text{ч} / \text{ маш.} - \text{ч}, \quad (5.56)$$

где $H_{вр}$ – норма времени на ручную разработку 1 м^3 грунта, равна 0,9;

$$M_{отр}^э = \frac{1152,24 + 161,28}{23220,37} = 0,056 \text{ чел.} - \text{ч} / \text{ маш.} - \text{ч},$$

$$M_{отр}^d = \frac{1218,78 + 161,28}{23220,37} = 0,059 \text{ чел.} - \text{ч} / \text{ маш.} - \text{ч}.$$

Проведен технико-экономический расчет, результаты которого приведены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 - Техничко-экономические показатели

| Техничко-экономические показатели | Единицы измерения | Экскаватор | |
|---|-----------------------|--------------------|----------|
| | | с обратной лопатой | драглайн |
| Продолжительность работы, Г | смена | 52 | 58 |
| Себестоимость разработки, 1 м^3 грунта, $C_{отр}$ | руб./ м^3 | 0,12 | 0,15 |
| Трудоемкость разработки 1 м^3 грунта, $M_{отр}$ | чел.- ч/ м^3 | 0,056 | 0,059 |

Как видно из таблицы 5.4 наиболее экономичным является вариант с экскаватором обратная лопата.

5.6 Определение размеров забоя

Расчетные размеры забоя определяют исходя из рабочих параметров экскаватора и размеров траншеи. При этом определяют местоположение оси движения экскаватора относительно оси траншеи, площадь поперечного сечения и размер отвала, месторасположение отвала относительно бровки траншеи, ширину забоя.

Расстояние от бровки траншеи до основания отвала:

$$a = h_2 \cdot (1 - m), \quad (5.57)$$

где h_2 – наибольшая глубина траншеи, 5,18 м.

В целях безопасности расстояние от бровки траншеи до основания отвала принимаем 1 м.

$$a = 5,28 \cdot (1 - 0,85) = 0,77 \text{ м},$$

Общая ширина забоя, включая отвал:

$$A = E_{cp} + a + b. \quad (5.58)$$

$$A = 7,87 + 1 + 8,84 = 17,71 \text{ м}.$$

Положение оси движения экскаватора может совпадать с осью траншеи или может быть смещено от нее на некоторое расстояние в сторону отвала.

Первый случай выбирается, если выполняется условие

$$R_e \geq A_1, \quad (5.59)$$

где R_e – наибольший радиус выгрузки экскаватора, 7,25 м;

A_1 – расстояние, определяемое по формуле

$$A_1 = \frac{E_{cp}}{2} + a + \frac{b}{2} \quad (5.60)$$

$$A_1 = \frac{7,87}{2} + 1 + \frac{8,84}{2} = 10,35 \text{ м}.$$

Условие выполняется: $10,35 > 7,25$ м.

5.7 Выбор кранового оборудования для монтажа трубопровода

Самым тяжелым элементом является кольцо стеновое КЦ –20 – 9 с массой $m=1280$ кг.

Требуемая грузоподъемность крана:

$$G = Q \cdot K_{зр}, \quad (5.61)$$

где Q – масса самого тяжелого элемента при монтаже трубопровода, кг;

$K_{зр}$ – коэффициент, учитывающий массу грузозахватных приспособлений, 1,1.

$$G = 1280 \cdot 1,1 = 1408 \text{ кг},$$

Кран располагаем на противоположной от отвала стороне не ближе 1 м от бровки траншеи. Кран размещен ближе к бровке траншеи, а заготовки труб и другие элементы за ним. Ось движения крана параллельна от траншеи.

Требуемый вылет стрелы крана:

$$L_c = \frac{b_1}{2} + 1,2 \cdot m \cdot h_2 + \frac{B_{кр}}{2}, \quad (5.62)$$

где b_1 – ширина котлована по низу, м;

m – заложение откосов траншеи;

h – максимальная глубина траншеи, м;

$B_{кр}$ – ширина базы крана (ширина колеи), м.

$$L_c = \frac{3,2}{2} + 1,2 \cdot 0,85 \cdot 5,18 + \frac{2,5}{2} = 8,3 \text{ м},$$

Основываясь на требуемой грузоподъемности и вылете стрелы крана, подбираем марку монтажного крана КС-3562Б на базе МАЗ-5334. Максимальная грузоподъемность 10 т, грузоподъемностью при максимальном вылете стрелы – 1,2 т, длина основной стрелы – 10 м. Изготовитель – Ивановский завод автомобильных кранов.

Окончательный вариант комплекта машин:

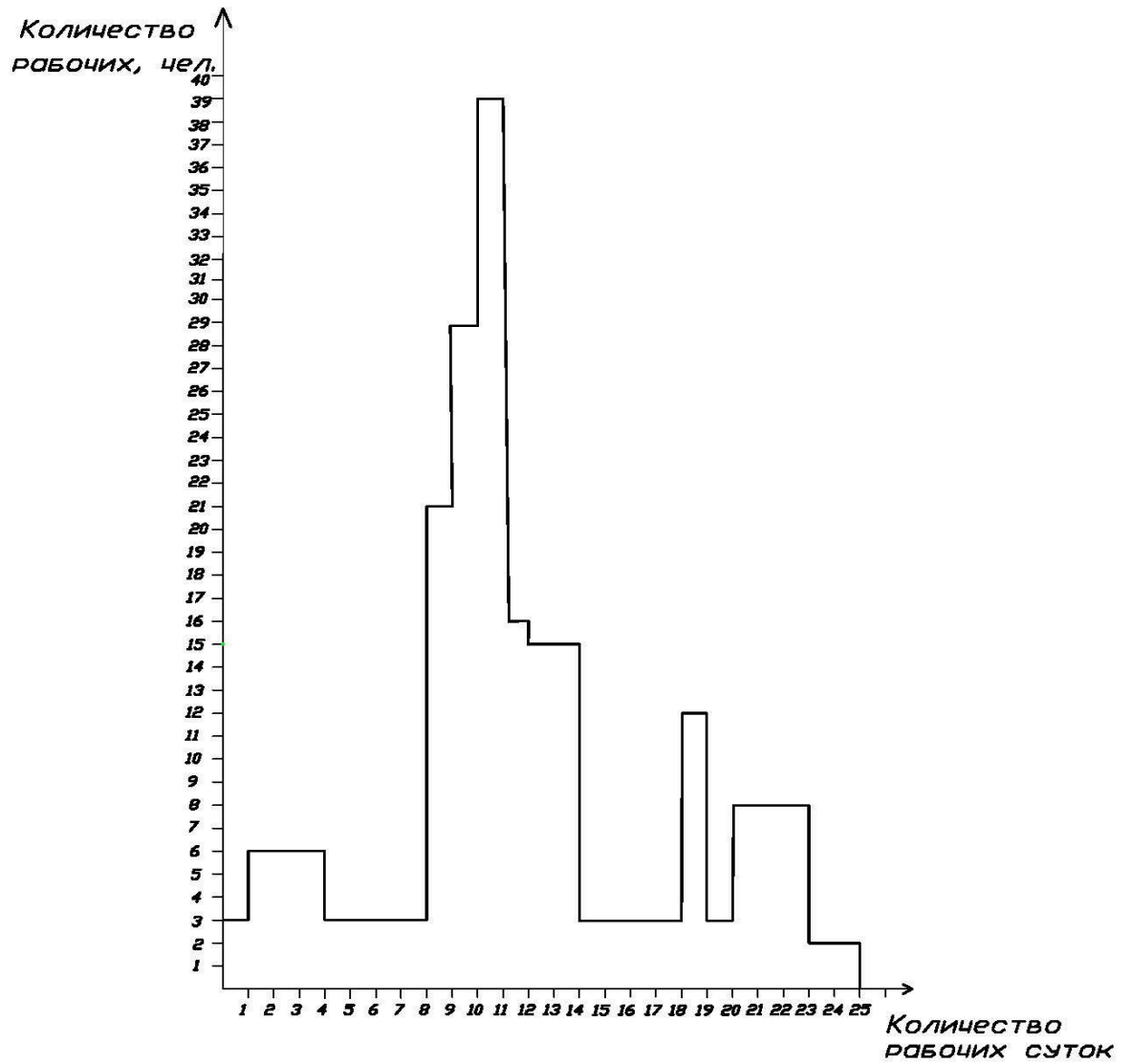
-экскаватор обратная лопата ЭО4121А, объём ковша 1 м³;

-автосамосвал марки КАМАЗ 5111, грузоподъемность 10 т;

-бульдозер ДЗ 117;

-кран КС-3562Б.

График передвижения рабочей силы



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Бакалаврская работа посвящена водоснабжению поселка численностью 13680 человек. Источником водоснабжения приняты поверхностные воды, которые имеют следующий состав: 53,6 мг/л, цветность 10 град., щелочность 1,2 моль/м³. Вода из реки забирается русловым водозабором и по двум водоводам диаметром подается в сеть поселка.

Водопроводная сеть из полиэтиленовых труб ПЭ-100 по ГОСТ 18599-2001* запроектирована кольцевой.

Так как качество воды источника не соответствует требованиям СанПин. Предусматривается обработка воды на контактных осветлителях. Запроектировано 5 контактных осветлителей площадь одного 16 м². Обеззараживание воды осуществляется гипохлоритом натрия, который подают на водоочистной станции из хлорида натрия. Применение гипохлоридом натрия для обеззараживания воды, что позволяет снизить образования летучих галогенно содержащих соединений и обеспечить высокую эффективность обеззараживания. После осветления и обеззараживания вода поступает в РЧВ и насосами НС-2 подается потребителю.

НС-2 запроектирована незаглубленного типа. Принято четыре насоса 2 рабочих 2 резервных, фирмы Grundfos. Энергоэффективность НС-2 достигается применением частотного регулирования насосных агрегатов. Преобразователь частоты поддерживает постоянный напор при переменном расходе, что обеспечивает надежную работу сети. Представлен план и разрез НС, габаритные размеры насоса.

Разработана схема прокладки полиэтиленового трубопровода 1090 м. Подобраны оборудование и механизмы, определены объемы земляных масс, составлен календарный план производственных работ, график передвижения рабочей силы.

Список использованных источников

- 1 СанПиН 2.1.5.980–00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод», Минздрав России 2000 г.
- 1 ГН 2.1.5.1315–03 «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 «Питьевая вода. гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. контроль качества». Минздрав России. М.: 2002г., 103 с.
- 3 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий, ОНД–86. ГОСКОМГИДРОМЕТ
- 4 СанПиН 2.2.1./2.1.1 1200–03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов». (Новая редакция от 1.03.2008).
- 5 СНиП 2.04.02 -84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения/ Госстрой России-М.: Стройиздат, 1985.
- 6 СНиП 2.06.07-87 «Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения».
- 7 Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения. Справочник/Б.Н. Репин. – М.: Высш. шк., 1995. – 431 с.
- 8 Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб/Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев. – М.: Стройиздат, 1984. – 116 с.
- 9 Оборудование водопроводно-канализационных сооружений/Под ред. А.С. Москвитина. – М.: Стройиздат, 1979. – 430 с.
- 10 Кожинов В.Ф. Очистка питьевой и технической воды. М., Стройиздат, 1971. 304 с.
- 11 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.
- 12 Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: В 3-х т. – Т 2. Очистка и кондиционирование природных вод / Научно-методическое руководство и общая редакция докт. техн. наук, проф. Журбы М.Г. Вологда – Москва: ВоГТУ, 2001. – 324 с.
- 13 Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: В 3-х т. – Т 1. Системы распределения и подачи воды / Научно-методическое руководство и общая редакция докт. техн. наук, проф. Журбы М.Г. Вологда – Москва: ВоГТУ, 2001. – 188 с.

- 14 СП 2.2.1.1312-03 Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий Минздрав России, 2003 г.
- 15 ГН 2.1.6. 1338-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Минздрав России, М.:2003 г.
- 16 СанПиН 2.1.4.1110-02 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения Госкомсанэпиднадзор РФ, 2002 г.
- 17 Постановление №1404 от 23.11.1996"Об утверждении положения о водоохраных зонах водных объектов и их прибрежных защитных полосах".
- 18 Методические указания по проектированию водоохраных зон водных объектов и их прибрежных защитных полос. Мин-во ПР РФ,1998 г.
- 19 МУ 2.1.5.800-99 Организация Госсанэпиднадзора за обеззараживанием сточных вод. Минздрав РФ, 2000 г.
- 20 МУ 2.1.7.730-99.Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест Методические указания. Минздрав РФ, 2000г.
- 21 СанПиН 2.1.7.1287-03. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. Минздрав РФ, 2003 г.
- 22 СанПиН 2.1.7. 1322-03. Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления. М.: Минздрав РФ, 2003 г.

Схема производства работ при прокладке трубопровода Ø200 L= 1090м М 1:100

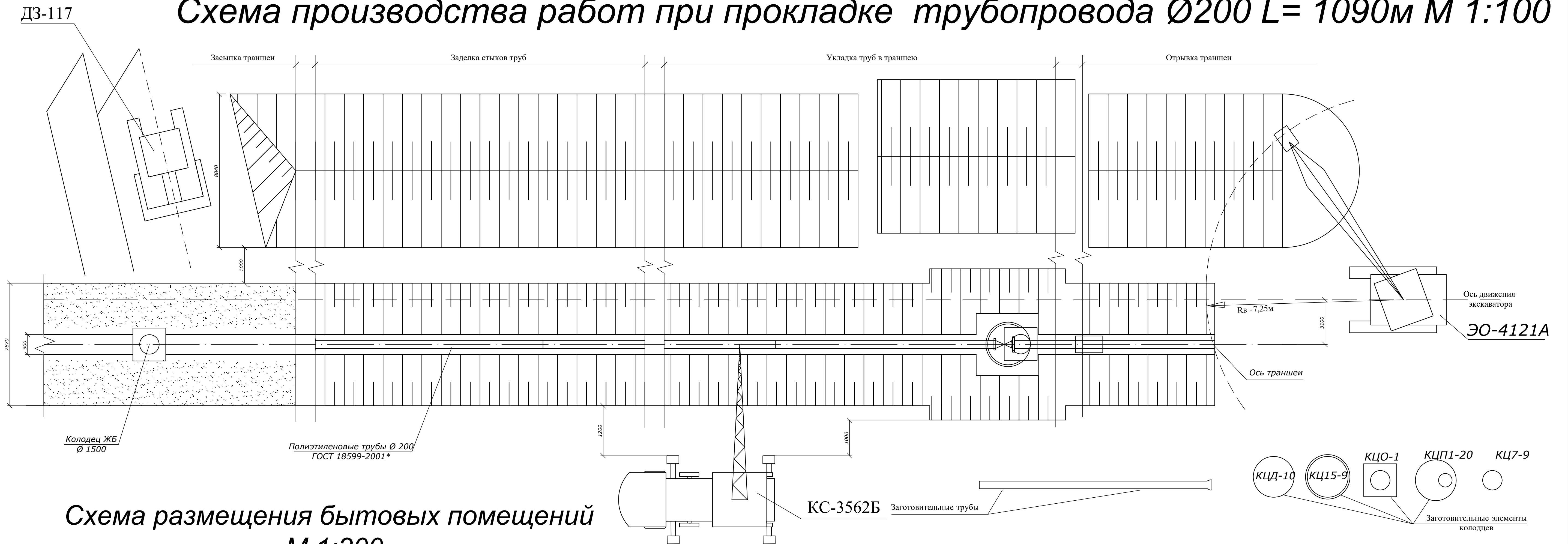


Схема размещения бытовых помещений М 1:200

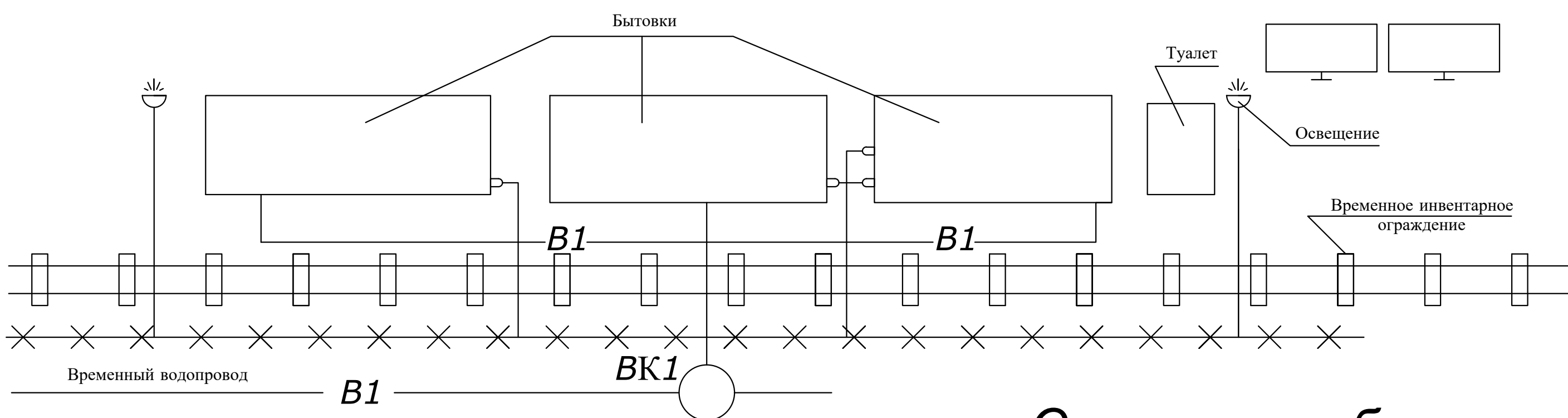


Схема укладки труб автокраном М 1:100

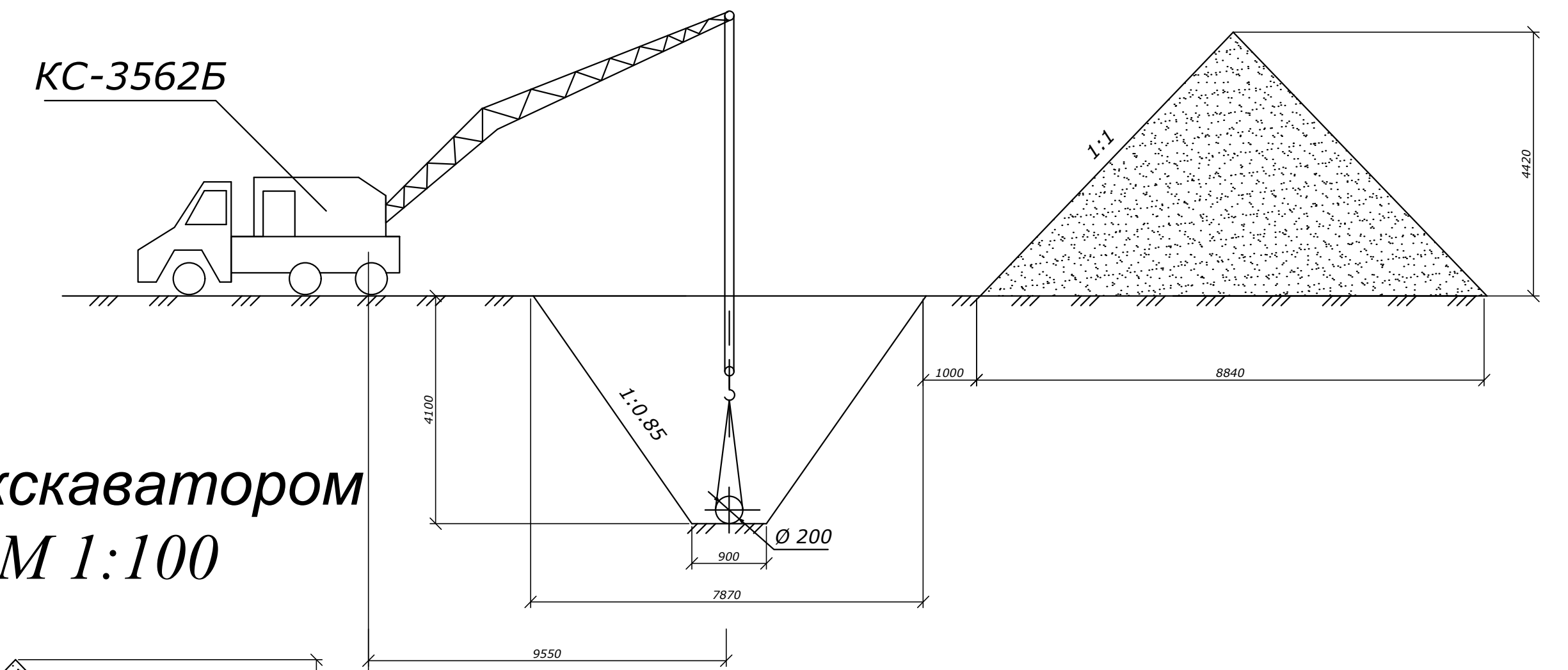


Схема засыпки траншеи бульдозером М 1:100

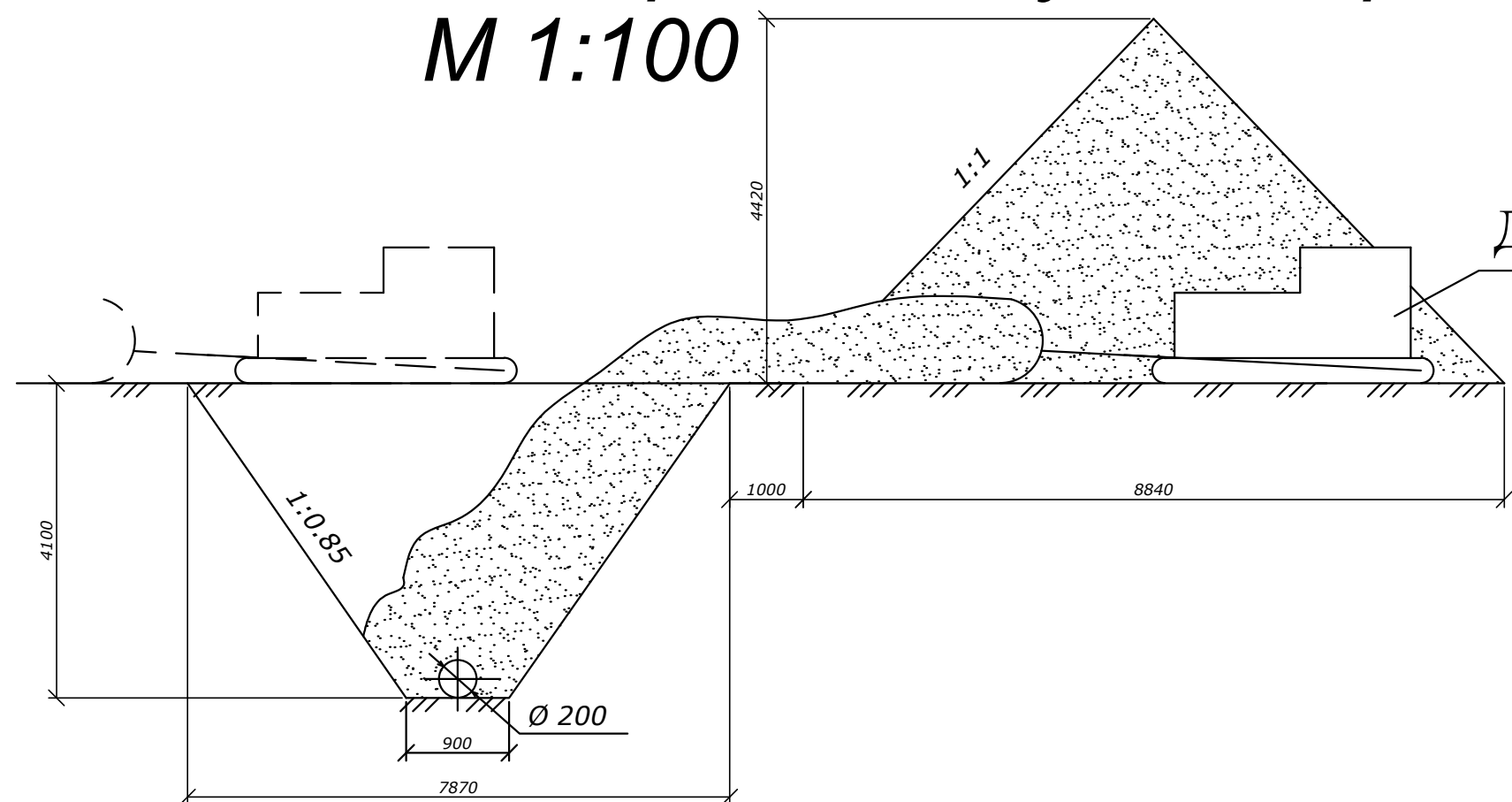
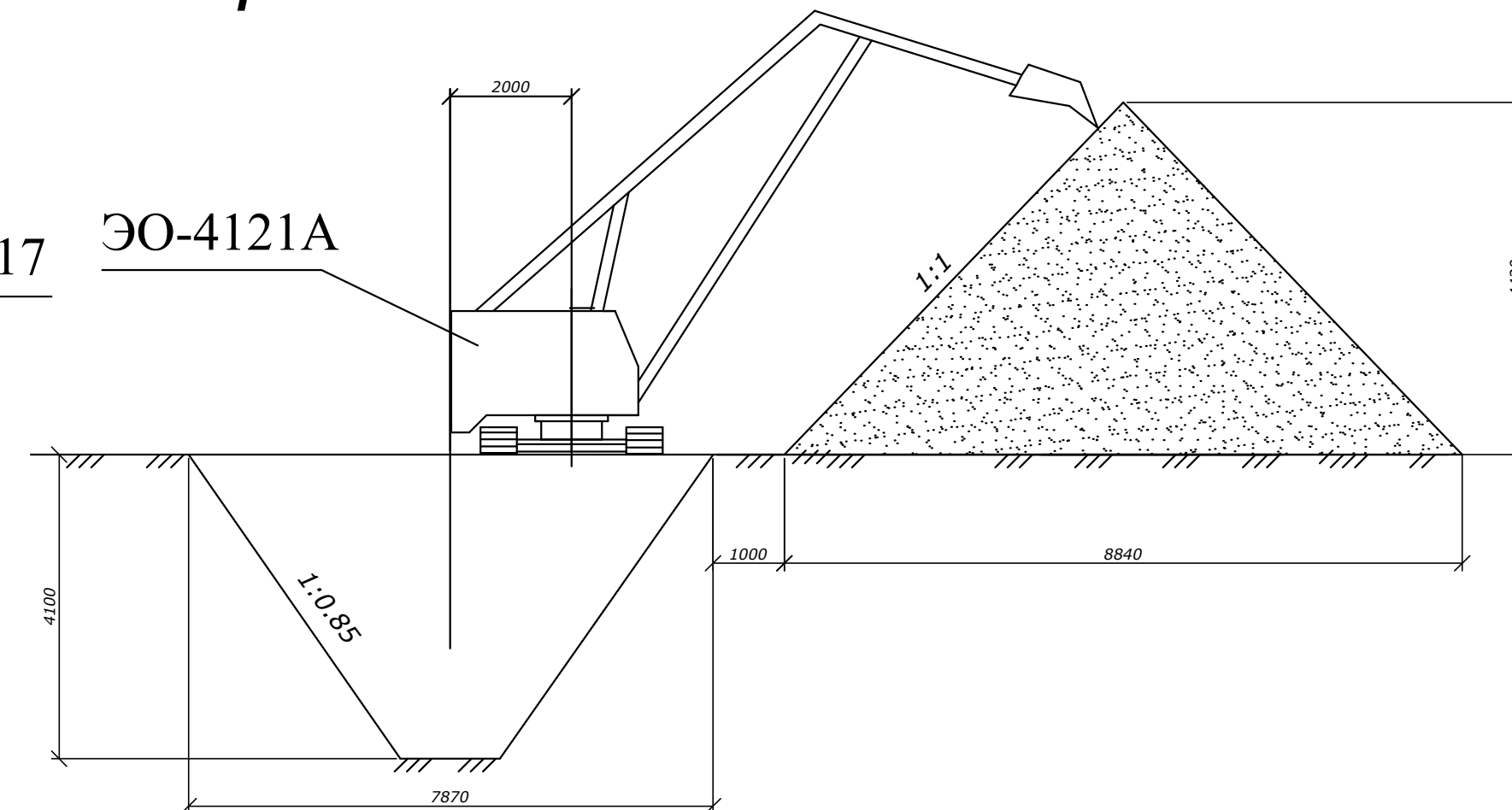
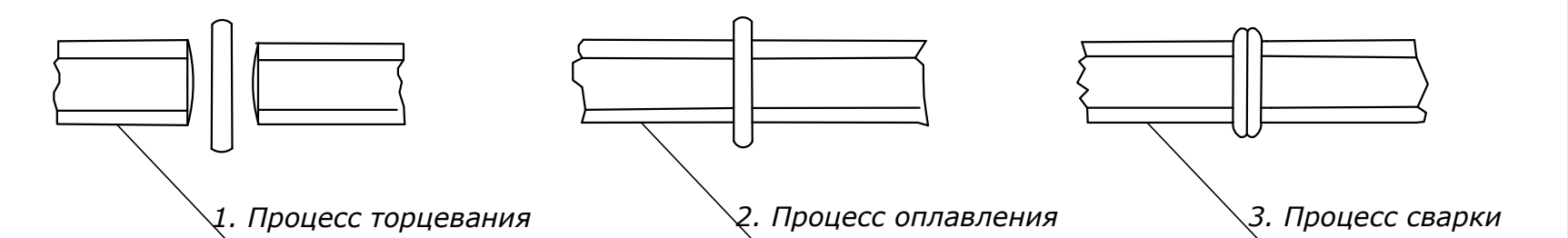


Схема разработки траншеи экскаватором с обратной лопатой М 1:100

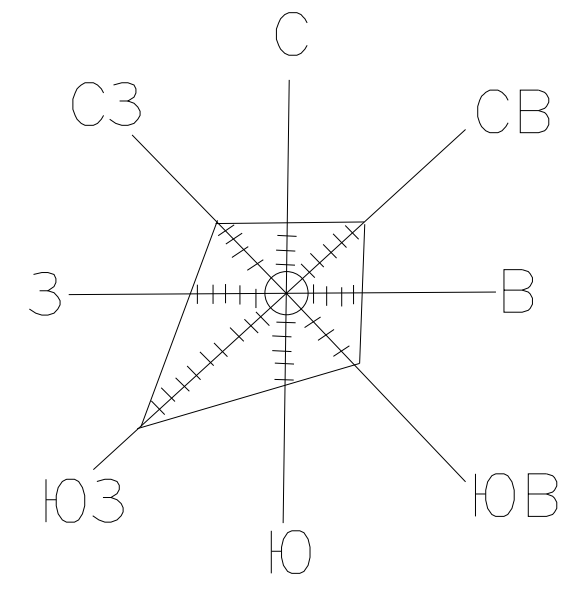


Сварка полиэтиленовых труб М 1:0,5



| | | | | | | | | | |
|-----------------|----------|------|-------|---------|------|--|---------|------|--------|
| | | | | | | ВКР 08.03.01.06 | | | |
| | | | | | | Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт | | | |
| Изм. | Колучи | Лист | № док | Подпись | Дата | Водоснабжение поёлка городского типа и промышленного предприятия | Таблица | Лист | Листов |
| Разработал | Дьяченко | | | | | | | 6 | 6 |
| Руководит. | Пазенко | | | | | | | | |
| Консульт. | Пазенко | | | | | | | | |
| Заф. каф. Сажаш | | | | | | Кафедра ИСЗиС | | | |

Генплан посёлка М1:2000



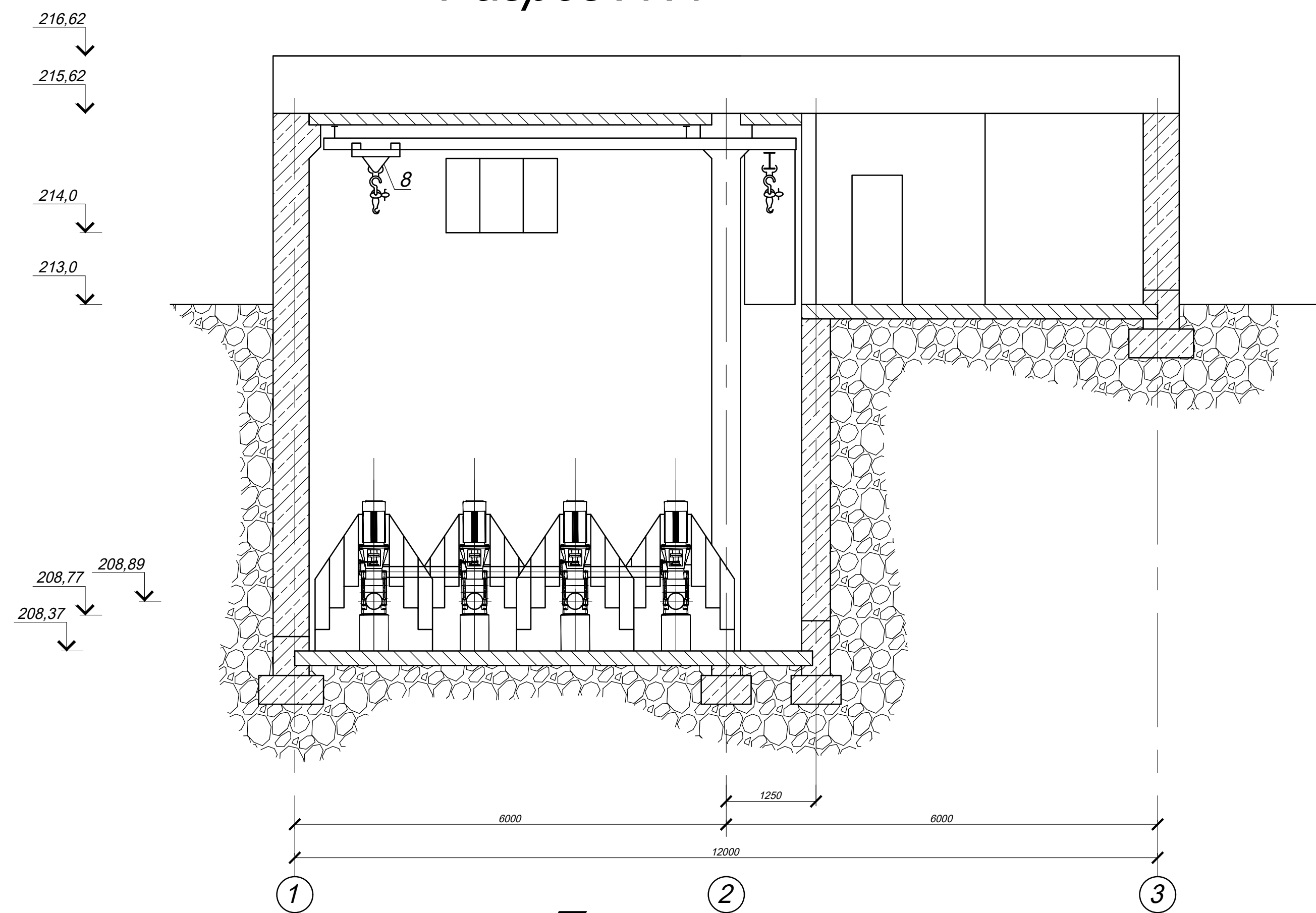
Экспликация

- 1 Оголовок
- 2 Самотечные линии
- 3 Водоприемный колодец
- 4 Очистная станция
- 5 Резервуары чистой воды
- 6 Насосная станция второго подъема

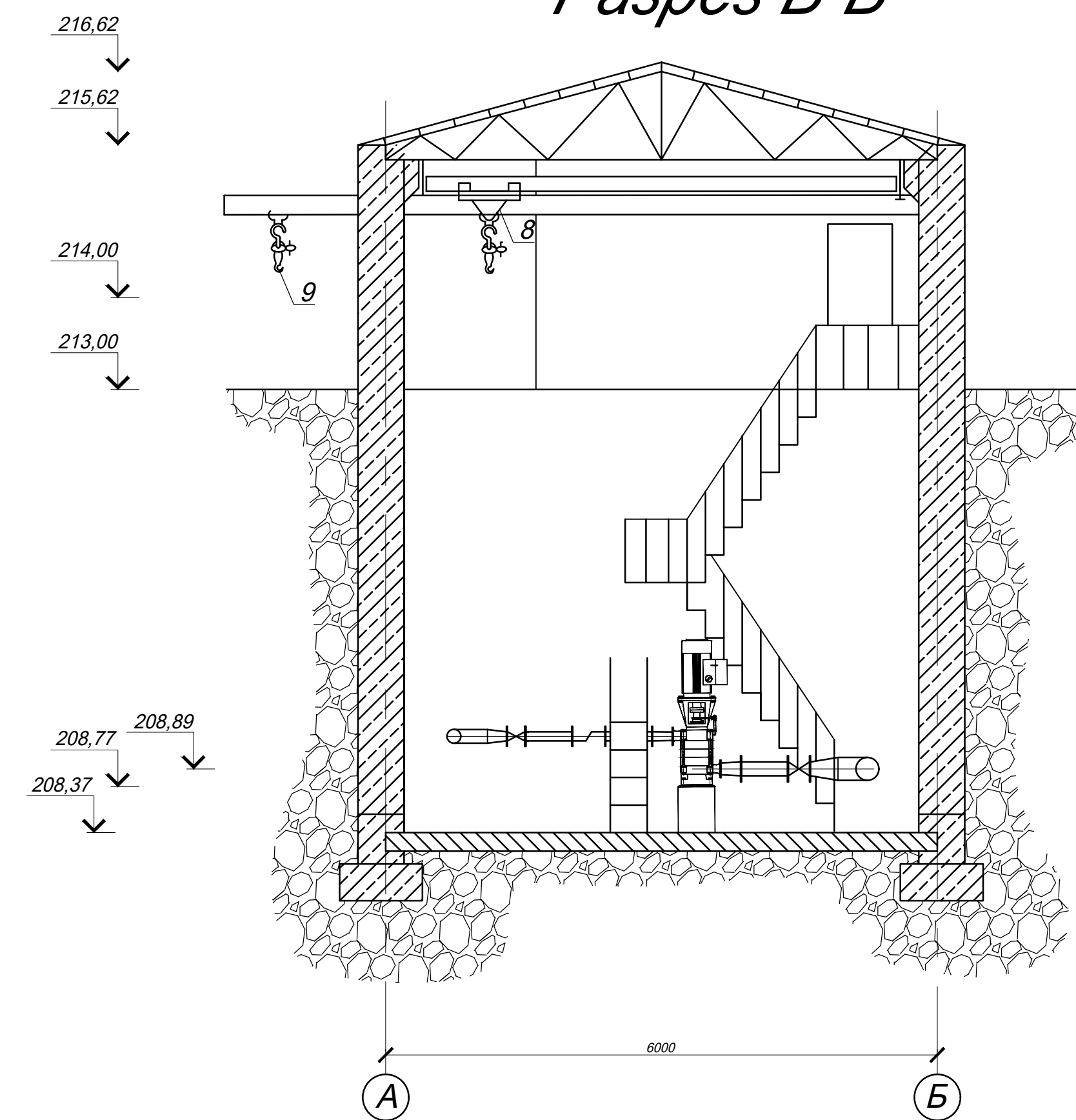
| | | | | | | | | | |
|------------|----------|------|-------|-------|------|---|---------------|------|--------|
| | | | | | | ВКР 08.03.01.06 | | | |
| | | | | | | Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт | | | |
| Изм. | Копуч | Лист | Недок | Подп. | Дата | Водоснабжение посёлка городского типа и промышленного предприятия | Стадия | Лист | Листов |
| Разработал | Дьяченко | | | | | | | 1 | 6 |
| Консульт. | Пазенко | | | | | | | | |
| Руководит. | Пазенко | | | | | | | | |
| Зав.каф. | Сакаш | | | | | Генплан посёлка М 1:2000. | Кафедра ИСЗИС | | |

Насосная станция II-го подъема

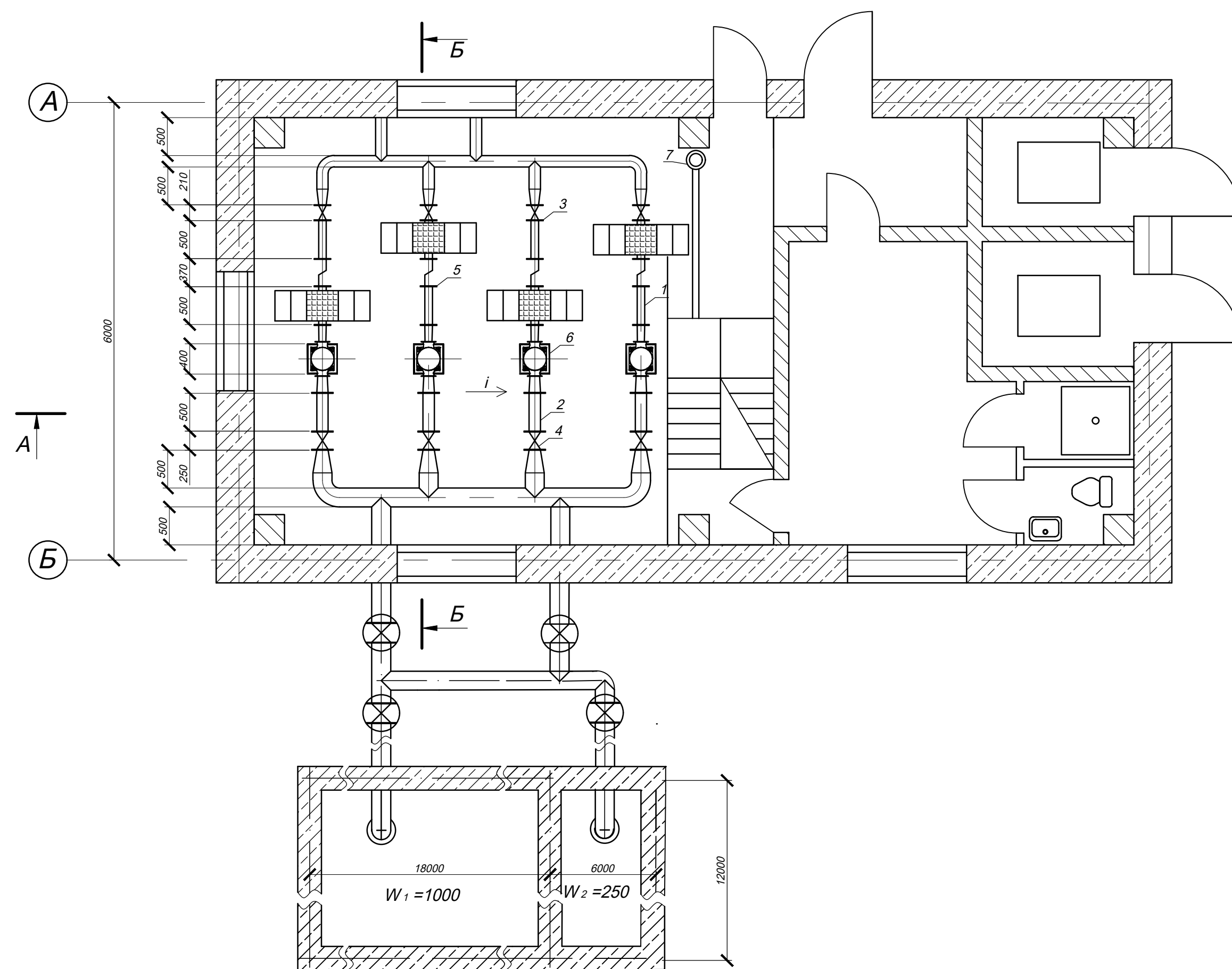
Разрез А-А



Разрез Б-Б



План



Спецификация

| № п/п | Наименование | Кол. | Масса, Кг | Примеч. |
|-------|--|-------|-----------|---------|
| 1 | Трубы стальные d=200мм | 10 м | | |
| 2 | Трубы стальные d=150мм | 10 м | | |
| 3 | Задвижка hawle DN 200 | 4 шт. | | |
| 4 | Задвижка hawle DN 150 | 4 шт. | | |
| 5 | 1GN022-16/100 Клапан обратный пружинный фланцевый Ду 200 | 4 шт. | | |
| 6 | Насос NK 80-200 | 4 шт. | | |
| 7 | Насос AP12 | 1 шт. | | |
| 8 | Кран подвесной ГОСТ 7890-73 | 1 шт. | | |
| 9 | Ручная таль | 1 шт. | | |

ВКР 08.03.01.06

Сибирский федеральный университет
Инженерно-строительный институт

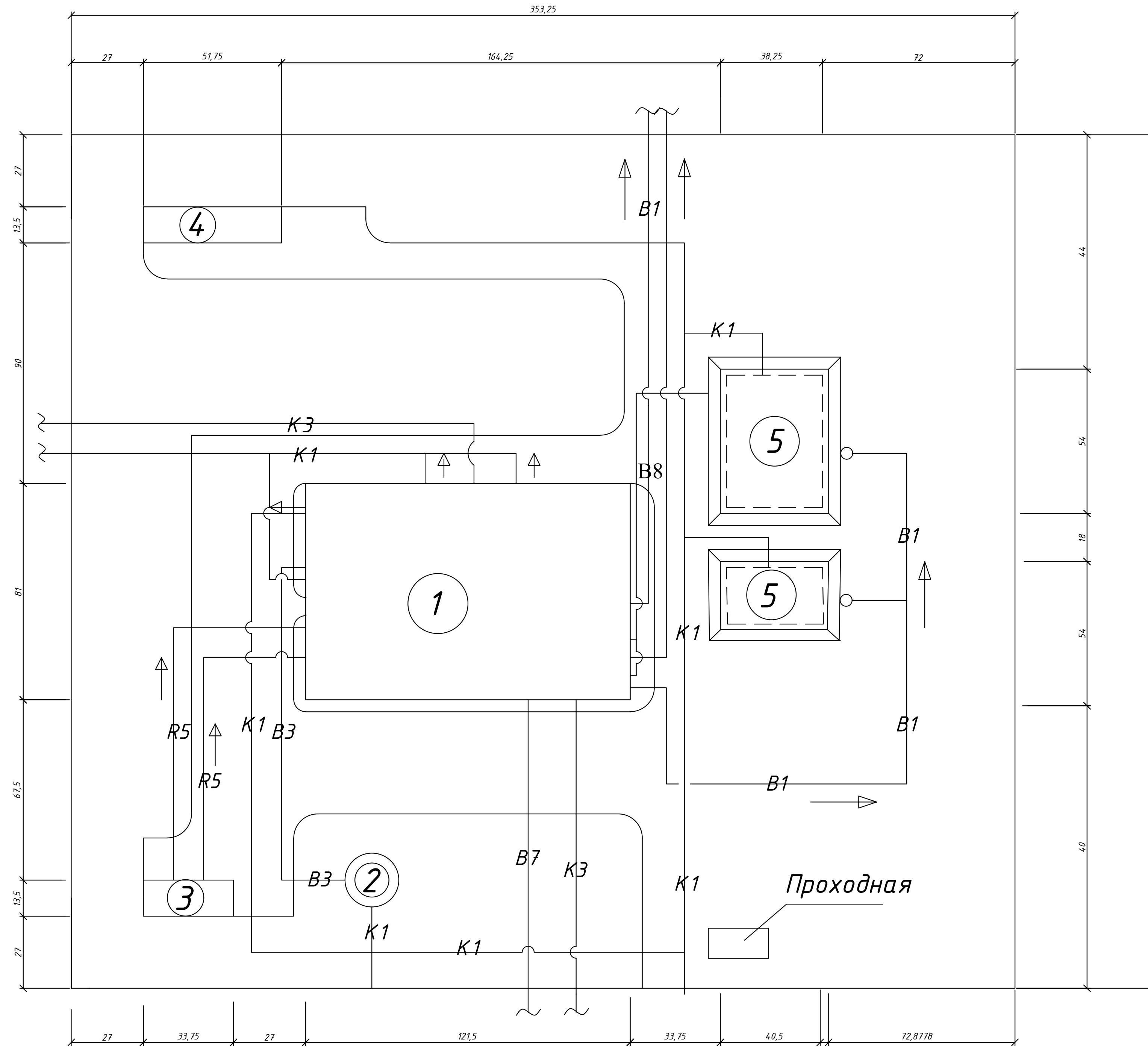
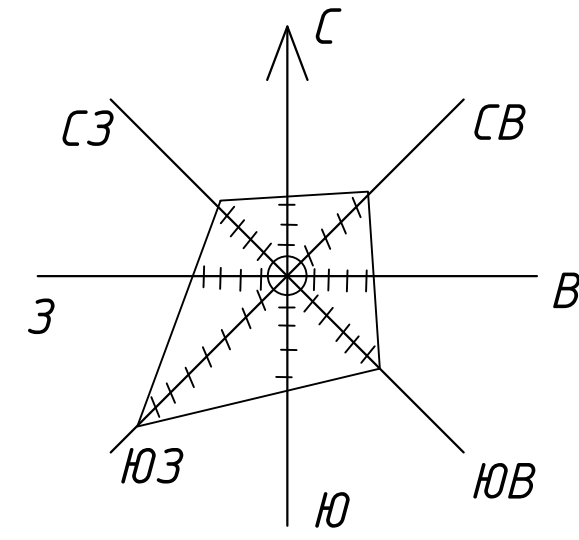
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | Водоснабжение посёлка городского типа и промышленного предприятия | Стадия | Лист | Листов |
|--------------|----------|------|--------|-------|------|---|--------|------|---------------|
| Разработал | Дьяченко | | | | | Водоснабжение посёлка городского типа и промышленного предприятия | 5 | 6 | Кафедра ИСЗИС |
| Руководитель | Газенко | | | | | | | | |
| Консультант | Газенко | | | | | | | | |
| Зав. каф. | Сакаш | | | | | План и разрез НС-II М 1:200 | | | |

Копировал

Формат А1

Согласовано
 Взам. инв. №
 Подп. и дата
 Инв. подл.

План очистных сооружений М1:500



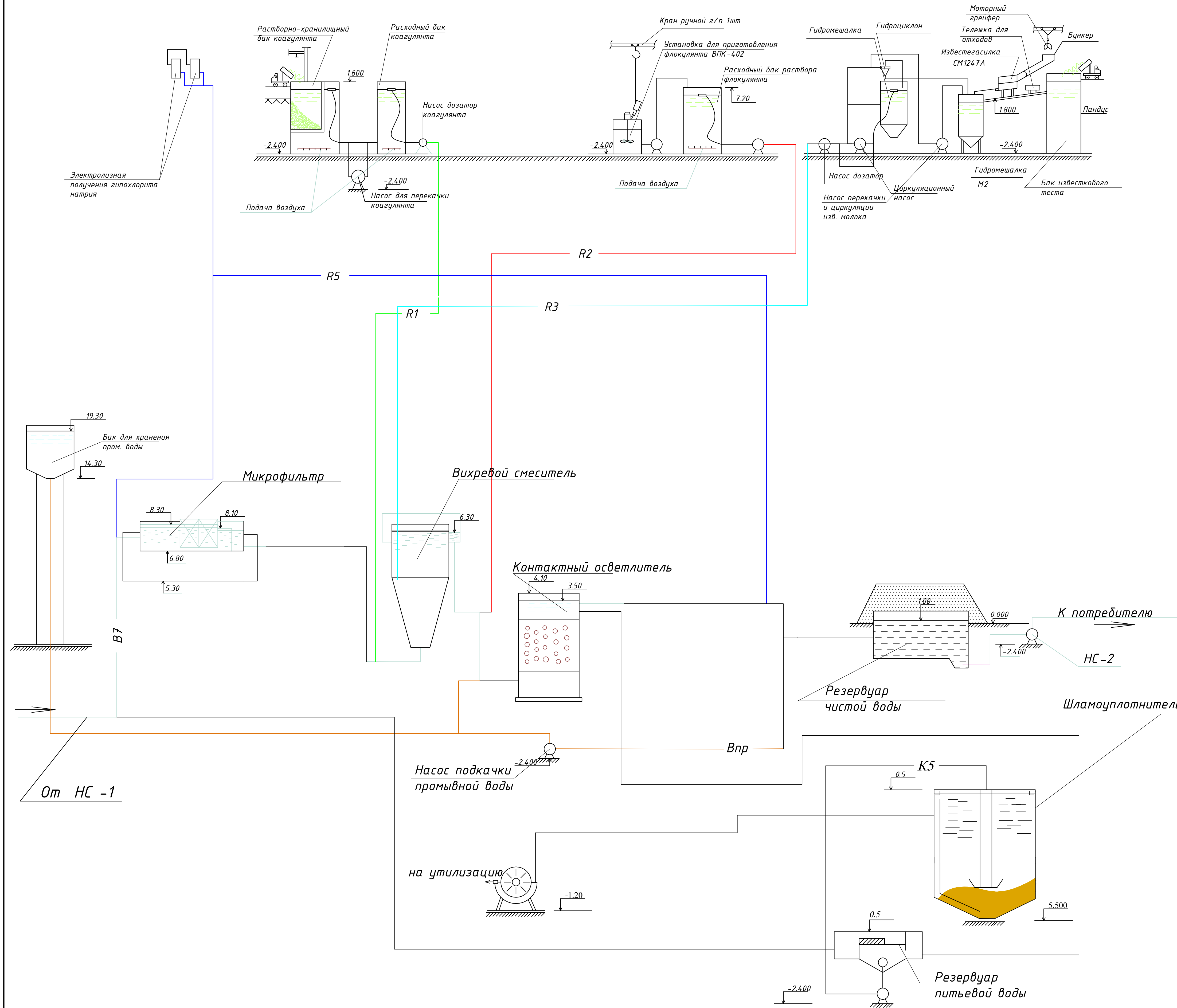
- Условные обозначения
- V1 — Трубопровод чистой воды
 - V3 — Трубопровод промывной воды
 - V7 — Трубопровод сырой воды
 - V8 — Трубопровод осветленной воды
 - R5 — Трубопровод хлорной воды
 - K1 — Трубопровод бытовой канализации
 - K3 — Трубопровод производственной канализации

Экспликация зданий и сооружений

| N п/п | Наименование | Номер типового проекта |
|-------|---|------------------------|
| | Проектируемые сооружения | |
| 1 | Главный корпус | 901-3-2 |
| 2 | Башня для хранения промывной воды, 300 м ³ | 901-3-25 |
| 3 | Электролизная получения гипохлорита натрия | |
| 4 | Котельная | 903-1-23 |
| 5 | Резервуары чистой воды | |

| | | | | | | | | | | |
|--|----------|------|-------|---------|------|---|--------|------|--------|---------------|
| ВКР 08.03.01.06 | | | | | | | | | | |
| Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт | | | | | | | | | | |
| Изм. | Колучи | Лист | № док | Подпись | Дата | | | | | |
| Разработал | Дьяченко | | | | | Водоснабжение посёлка городского типа и промышленного предприятия | Стадия | Лист | Листов | |
| Руководит. | Пазенко | | | | | Генплан очистных сооружений М1:500 | | 4 | 6 | |
| Консульт. | Пазенко | | | | | | | | | |
| Заф. каф. | Сажаш | | | | | | | | | Кафедра ИСЗиС |

Технологическая схема



Условные обозначения

- R1 — Трубопровод раствора коагулянта
- R2 — Трубопровод раствора флокулянта
- R3 — Трубопровод подачи известкового молока
- R5 — Трубопровод хлорной воды
- B1 — Трубопровод хозяйственно-питьевой воды
- B7 — Трубопровод исходной воды
- K5 — Трубопровод отвода осадка
- Vпр — Трубопровод промывной воды

| | | | | | | | | | |
|--|----------|------|-------|---------|------|---|---------------|------|--------|
| ВКР 08.03.01.06 | | | | | | | | | |
| Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт | | | | | | | | | |
| Изм. | Колучи | Лист | № док | Подпись | Дата | Водоснабжение посёлка городского типа и промышленного предприятия | Стадия | Лист | Листов |
| Разработал | Дьяченко | | | | | Технологическая схема | | 3 | 6 |
| Руководит. | Пазенко | | | | | | | | |
| Консульт. | Пазенко | | | | | | | | |
| Заф. каф. | Сажош | | | | | | | | |
| | | | | | | | Кафедра ИСЗиС | | |