


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

« 13 » 06 2017г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

08.03.01. 06 «Водоснабжение и водоотведение»  
код – наименование направления

Водоснабжение города и промышленного предприятия на территории  
Красноярского края  
тема

Руководитель

  
подпись, дата

доцент, канд. тех. наук  
должность, ученая степень

Т.Я. Пазенко  
инициалы, фамилия

Выпускник

  
подпись, дата

Д.С. Дубров  
инициалы, фамилия

Красноярск 2017

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  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

08.03.01. 06 «Водоснабжение и водоотведение»  
код – наименование направления

Водоснабжение города и промышленного предприятия на территории Красно-  
ярского края  
тема

Руководитель	_____	<u>доцент, канд. тех. наук</u>	<u>Т.Я. Пазенко</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>Д.С. Дубров</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия

Красноярск 2017

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Водоснабжение города и промышленного предприятия расположенного на территории Красноярского края» содержит 81 страница текстового документа, 10 иллюстраций, 14 таблиц, 223 формулы, 19 использованных источников, 6 листов графического материала.

**ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДОПОДГОТОВКА, УЗЛОВОЙ РАСХОД, ОБОРОТНАЯ ВОДА, ВСАСЫВАЮЩАЯ КАМЕРА, САДКОУПЛОТНИТЕЛЬ, ВОДОРАЗБОР, НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ.**

Объект – Населенный пункт расположенный на территории Красноярского края.

Цели и задачи:

- Выбор источника водоснабжения;
- Обеспечение водой населенного пункта и промышленных предприятий;
- Расчет количества и качества питьевой воды;
- Выбор метода подготовки воды питьевого качества и обеззараживания

воды.

Поскольку уровень жизни людей зависит от качества подаваемой питьевой воды, то тема является актуальной.

В результате проведения работы были определены необходимые расходы воды на хозяйственно-питьевые и технологические нужды промышленных предприятий, а также на хозяйственно-питьевые, противопожарные и поливочные нужды населенного пункта. Был произведен расчет технологических параметров и подбор наиболее подходящих водозаборных сооружений из поверхностного источника. Определено влияние проектируемых сооружений на окружающую среду. Рассчитаны параметры насосных станций и подобрано насосное оборудование. Проведено трассирование водопроводной сети и сделан ее гидравлический расчет. Подобран состав и сделан расчёт сооружений станций водоподготовки. Выбран метод обеззараживания воды.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
1 Определение расчетных расходов воды. Гидравлический расчет водопроводной сети.....	5
1.1 Общие сведения об объекте водоснабжения.....	5
1.2 Характеристика промышленного предприятия.....	6
1.3 Определение расчетных расходов воды.....	6
1.4 Режим водопотребления в течение суток.....	10
1.5 Гидравлический расчет водопроводной сети.....	14
2 Расчет и проектирование водозабора .....	23
2.1 Русловой водозабор. Гидравлический расчет.....	23
2.2 Расчет площади водоочистой плоской сетки.....	24
3 Расчет станции водоподготовки.....	27
3.1 Определение производительности очистной станции.....	27
3.2 Воздуходувки и воздухопроводы.....	28
3.3 Расчет суженного участка.....	30
3.4 Приготовление известкового молока.....	31
3.5 Склады реагентов.....	31
3.6 Расчет вертикального (вихревого) смесителя.....	32
3.7 Сбор воды периферийным лотком.....	33
3.8 Коридорный осветлитель с вертикальным осадкоуплотнителем .....	35
3.9 Расчет скорых безнапорных фильтров .....	40
3.10 Расчет сборного канала.....	44
3.11 Обеззараживание воды.....	47
4 Расчет и проектирование насосных станций.....	52
4.1 Насосная станция I подъема.....	52
4.2 Оборудование для промывки скважины при заиливании.....	54
4.3 Насосная станция II подъема.....	54
5 Технология и организация строительного производства.....	60
5.1 Определение объемов земляных работ.....	60
5.2 Определение объема земли подлежащей вывозу в отвал за пределы стройки.....	65
5.3 Предварительный выбор комплекта машин.....	66
5.4 Выбор кранового оборудования для монтажа трубопровода.....	74
5.5 Календарный план производства работ.....	75
Заключение.....	78
Список использованных источников.....	79

## ВВЕДЕНИЕ

Одной из серьезных проблем является недостаток качественной питьевой воды, ее изменения и несоответствие санитарно - гигиеническим требованиям. Серьезные последствия употребления недостаточно хорошо очищенной питьевой воды имеют для здоровья населения.

Получении питьевой воды зависит от ряда факторов, основными из которых являются: состояние источников водоснабжения, а также состояние централизованных систем питьевой воды, санитарно техническое состояние водопроводных сетей, уровень лабораторного контроля за качеством воды на всех этапах ее подготовки и подачи ее населению.

В общем объеме подаваемой воды основное положение занимают поверхностные водоемы, интенсивным загрязнением которых являются недостаточно очищенные сточные воды.

Развитие промышленности и энергетики, сельского и коммунального хозяйства, значительный рост водопотребления, возросшие требования к качеству воды обуславливают строительство новых систем и сооружений водоснабжений, расширению и реконструкцию существующих.

От количества и качества подаваемой воды населению в полной мере зависят состояние здоровья людей, уровень санитарно-эпидемиологического благополучия, благоустройство и комфортность жилищ.

В связи с общим ухудшением экологической обстановки в мире, особенно в последние 50-60 лет, отмечается значительное ухудшение качественных показателей воды в поверхностных.

Вопросы улучшения существующих и разработки новых методов очистки воды, разработки высокоэффективных сооружений, инновационных технологий и установок, являются актуальной проблемой и задачей для благополучия населения.

# 1 Определение расчетных расходов воды. Гидравлический расчет водопроводной сети

## 1.1 Общие сведения об объекте водоснабжения

Город расположен на правом берегу Енисея, в четырнадцати километрах к северо-востоку от г. Красноярска. Территория города — 27,4 км<sup>2</sup>. Ширина реки на этом участке от 400 до 650 м. Город с северо-запада ограничен железнодорожными путями, с северо-востока и юго-востока – дачными участками, а с юго-запада – проточной рекой.

Город имеет 100% благоустроенное жилье. Жилищный фонд, состоящий исключительно из пяти и девятиэтажных домов, обслуживается стабильно работающим предприятием жилищно-коммунального хозяйства. Дома, оборудованы горячим и холодным водоснабжением, канализацией и центральным отоплением.

Имеется сеть детских учреждений, пять общеобразовательных школ, общественно – торговые центры, которые позволяют организовать культурно – бытовое обслуживание в пределах пешеходной доступности, а также имеется больничный комплекс, развлекательный кино-комплекс, кафе, бани, спортивный комплекс и лыжная база.

Улицы населенного пункта озеленены и заасфальтированы. Основной путь сообщения населенного пункта с городами – автомобильные дороги, основным видом транспорта являются маршрутные такси и автомобили, внутри города ходят рейсовые автобусы.

На территории города расположено предприятие по производству пенополиуретановых изделий и компания по промышленной переработке и реализации рыбной продукции.

Источником водоснабжения города является река. Река полностью обеспечивает город водой в течение года.

Абсолютная отметка высшего уровня стояния воды (УВВ) – 541,5 м, низший уровень (УВН) – 537 м. Амплитуда колебания уровня воды в реке – 6 м.

Средний годовой расход источника водоснабжения – 145 м<sup>3</sup>/с. Грунты в основании берега плотные. Климат района водоснабжения – резко – континентальный, с длинной продолжительной зимой и коротким летом. Средняя температура зимой –25°С, летом +18°С, максимальная температура воздуха зимой –29°С, летом +30°С

Вода в источнике относится к 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 Сан-ПиН 2.1.4.1074-01
1	2	3
Мутность, мг/л	118	1,5
Цветность, град.	42	20

Окончание таблицы 1.1

1	2	3
Щелочность, мг – экв/л	1,3	
Фтор, мг/л	0,3	1,2
Железо общее, мг/л	0,23	0,3
Хлориды, мг/л	1,4	350
Сульфаты, мг/л	14,1	500
Минерализация, мг/л	120,9	1000
Азот нитритный, мг/л	0,003	3,3
Азот нитратный, мг/л	0,04	45
Азот аммонийный, мг/л	0,18	1,5
БПК <sub>5</sub> , мг O <sub>2</sub> /л	1,5	не норм
Фенолы летучие	0,001	0,001
СПАВ, мг/л	0,03	0,5

## 1.2 Характеристика промышленного предприятия

На предприятии по производству пенополиуретановых изделий основное количество чистой воды (до 90% общего объема водопотребления) расходуется на производственные нужды. Система водоснабжения в производственных и вспомогательных цехах оборотная с повторным использованием отработавшей воды. В холодильных установках, компрессорных, пластинчатых теплообменниках и вакуум – выпарных аппаратах используется оборотная вода. Отработавшая вода от охлаждения используется повторно на горячее водоснабжение, питание котлов, наружное мытье, полив территории и т.д. Полив территории и наружное мытье автомашин, может иметь незначительные отклонения от ГОС-та на питьевую воду.

Кроме того на территории города расположена компания по промышленной переработке и реализации рыбной продукции. На рыбообрабатывающих предприятиях вода расходуется в основном на разделку и мытье рыбы, дефростации мороженой рыбы, охлаждение консервов, мытье банок, тары, оборудования инвентаря и др. Система водоснабжения прямоточная. Частично применяется последовательное использование воды для гидротранспортирования сырья или отходов производства.

Для охлаждения конденсаторов и компрессоров холодильных установок используется оборотная вода.

На рыбообрабатывающих предприятиях для технологических нужд применяется вода питьевого качества. Использование технической воды допускается лишь в тех производственных процессах, где исключается соприкосновение воды с продуктом.

## 1.3 Определение расчетных расходов воды

### *Потребители воды*

Задачей проектирования водопроводной системы является определение количества потребляемой воды и ее режима расходования.

Общее количество воды, подаваемое в городской водопровод следующее:

- расход воды на хозяйственно – питьевые нужды населения ;
- 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.

*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 – 220л/(чел·сут.).

Расчетное число жителей  $N$ , чел., определяется по формуле

$$N = F_{ж} \cdot \rho = 225 \cdot 210 = 47250 \text{ чел.}, \quad (1.1)$$

где  $F_{ж}$  – площадь жилой застройки, 225 га;

$\rho$  – плотность населения, 210 чел/га.

Необходимое количество воды для водоснабжения города характеризуется суточным расходом. Суточный расход воды определяется по формуле

$$Q_{ср.сут} = \frac{q_{ж} \cdot N}{1000} = \frac{47250 \cdot 220}{1000} = 10395 \text{ м}^3/\text{сут.}, \quad (1.2)$$

где  $q_{ж}$  – норма водопотребления, принимаемая согласно (СНиП 2.04.02 – 84\* по таблице 1.1) в зависимости от степени благоустройства жилого района;

$N$  – расчетное число жителей в жилой застройке, чел.

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

$$Q_{сут.макс} = K_{сут.макс} \cdot Q_{ср.сут} = 1,3 \cdot 10395 = 13513,5 \text{ м}^3/\text{сут.}, \quad (1.3)$$

$$Q_{сут.мин} = K_{сут.мин} \cdot Q_{ср.сут} = 0,7 \cdot 10395 = 7276,5 \text{ м}^3/\text{сут.}, \quad (1.4)$$

где  $K_{сут., макс., мин.}$  – коэффициенты суточной неравномерности водопотребления, учитывающие уклад жизни населения, режим работы предприятий, степень благоустройства зданий, принимаются равными:

$$K_{сут. макс.} = 1,1 \div 1,3; \quad K_{сут. мин.} = 0,7 \div 0,9$$

Расчетные часовые расходы воды  $q_{ч}$ , м<sup>3</sup>/ч, определяются по формулам



$$q_{ч.макс.} = K_{ч.макс.} \cdot \frac{Q_{сут.макс.}}{24} = 1,4 \cdot \frac{13513,5}{24} = 788,28 \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.5)$$

$$q_{ч.мин.} = K_{ч.мин.} \cdot \frac{Q_{сут.мин.}}{24} = 0,4 \cdot \frac{7276,5}{24} = 121,27 \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.6)$$

где  $K_q$  – коэффициент часовой неравномерности, который определяется по формулам

$$K_{ч.макс.} = \alpha_{макс.} \cdot \beta_{макс.} = 1,3 \cdot 1,08 \approx 1,4, \quad (1.7)$$

$$K_{ч.мин.} = \alpha_{мин.} \cdot \beta_{мин.} = 0,5 \cdot 0,8 = 0,4, \quad (1.8)$$

где  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия, принимается согласно (СП 31.13330.2012)  $\alpha_{макс.} = 1,2 \div 1,4$ ;  $\alpha_{мин.} = 0,4 \div 0,6$ ;

$\beta$  – коэффициент, учитывающий число жителей в населенном пункте, принимается (по таблице 2, СП 31.13330.2012) величина которого при численности жителей 101250 чел. составляет  $\beta_{макс.} = 1,1$ ;  $\beta_{мин.} = 0,7$ .

*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 (по табл. 1, СП 31.13330.2012).

Расход воды на полив  $Q_{полив}$ ,  $\text{м}^3/\text{сут}$ , определяем по (СП 31.13330.2012 табл. 3) из расчета на одного жителя 50 л/(чел·сут)

$$Q_{полив} = \frac{47250 \cdot 50}{1000} = 2362,5 \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (1.9)$$

где 47250 – количество жителей, чел.

*Расходы воды на пожаротушение*

Расчетный расход воды на наружное пожаротушение (на один пожар) и количество одновременных пожаров в населенном пункте для расчета магистральных и кольцевых линий водопроводной сети принимаем по табл. 1 и 2 СП 8.13130.2009. При застройке населенного пункта зданиями высотой более 3-х этажей с общей численностью до 50 тыс. чел. количество одновременных пожаров – 2, расход воды на один пожар – 35 л/с.

Расчетный расход воды на наружное пожаротушение промышленного предприятия принимаем равным 30 л/с, что соответствует III степени огнестойкости промышленных зданий категории производства по пожарной опасности Г и Д, общим объемом зданий до 50 тыс.  $\text{м}^3$ . Количество одновременных пожаров на пром. предприятии – 1.

### *Расход воды на нужды местной промышленности*

Расход воды на местную промышленность составляет 10% от максимального суточного расхода

$$Q_{\text{м.пр}} = 0,1 \cdot Q_{\text{ср.сут.}} = 0,1 \cdot 10395 = 1,039.5 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (1.10)$$

На территории города расположены предприятия: компания по промышленной переработке и реализации рыбной продукции и завод предприятие по производству пенополиуретановых изделий.

На предприятии по переработке рыбной продукции работает 500 человек в две смены. Расход воды на хозяйственно питьевые нужды рабочих определяется по формуле

$$Q_{\text{см}} = \frac{q_{x-n} \cdot N}{1000}, \quad (1.11)$$

где  $q_{x-n}$  – норма водопотребления, принимаемая 25л/см на человека

$N$  – расчетное число рабочих в смену, чел.

В первой и второй сменах работает 250 человек.

Тогда расход воды на хозяйственно-питьевые нужды рабочих в каждую смену будет:

$$Q_{\text{см}} = \frac{q_{x-n} \cdot N}{1000} = \frac{250 \cdot 25}{1000} = 6,25 \text{ м}^3 / \text{см}$$

На технологические нужды предприятия необходимо взять из городского водопровода 30 м<sup>3</sup>/час воды.

На предприятии по производству пенополиуретановых изделий работает 900 человек. Предприятие работает в 3 смены. ! первую смену работает 350 человек, из них в холодных цехах 200 человек, в горячих цехах 150 человек.

Расход воды на хозяйственно питьевые нужды рабочих в холодных цехах равен:

1 смена:

$$Q_{\text{см}} = \frac{q_{x-n} \cdot N}{1000} = \frac{200 \cdot 25}{1000} = 5 \text{ м}^3 / \text{см}$$

2 смена:

$$Q_{\text{см}} = \frac{q_{x-n} \cdot N}{1000} = \frac{150 \cdot 25}{1000} = 3,75 \text{ м}^3 / \text{см}$$

3 смена:

$$Q_{см} = \frac{q_{x-n} \cdot N}{1000} = \frac{100 \cdot 25}{1000} = 2,5 м^3 / см$$

Расход воды на нужды рабочих в горячих цехах равен:

1 смена:

$$Q_{см} = \frac{q_{x-n} \cdot N}{1000} = \frac{150 \cdot 45}{1000} = 6,75 м^3 / см$$

2 смена:

$$Q_{см} = \frac{q_{x-n} \cdot N}{1000} = \frac{100 \cdot 45}{1000} = 4,5 м^3 / см$$

3 смена:

$$Q_{см} = \frac{q_{x-n} \cdot N}{1000} = \frac{100 \cdot 45}{1000} = 4,5 м^3 / см$$

Расход воды на пользование душем определяем по формуле

$$Q_{душ} = 0,375 \cdot N / a, \tag{1.12}$$

где N - число пользующихся душем в данную смену;

a- количество человек, приходящихся на одну душевую сетку.

1 смена:

$$Q_{душ} = 0,375 \cdot 150 / 6 = 9,4 м^3 / см$$

2 и 3 смена:

$$Q_{душ} = 0,375 \cdot 100 / 6 = 6,25 м^3 / см$$

#### 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 таблицу 1.2.

Таблица 1.2 - график водопотребления по часам суток

Часы суток	хозяйственно – питьевые нужды,		Нужды местной промышленности	Поливка улиц и зеленых насаждений	I промышленное предприятие, м <sup>3</sup>		II промышленное предприятие, м <sup>3</sup>				Всего	
	K=1,5 %	м <sup>3</sup>			Технологическое	Хозяйственно-питьевое,	Технологическое	Хозяйственно-питьевое,	Горячие цеха	Душ, м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0–1	1,5	202,644	5,63	265,2			60			6,25	539,724	2,99
1–2	1,5	202,644	5,63	265,2			60	0,53	0,064		534,068	2,97
2–3	1,5	202,644	5,63	265,2			60	0,53	0,064		534,068	2,97
3–4	1,5	202,644	5,63	265,2			60	0,53	0,064		534,068	2,97
4–5	2,5	337,74	5,63	265,2			60	0,53	0,064		669,164	3,72
5–6	3,5	472,836	5,63	265,2			60	0,53	0,064		804,26	4,46
6–7	4,5	607,932	5,63				60	0,53	0,064		674,156	3,75
7–8	5,5	743,028	5,63				60	0,53	0,064		809,252	4,50
8–9	6,25	844,35	5,63				60			6,25	916,23	5,10
9–10	6,25	844,35	5,63		30	0,89	60	0,71	0,96		942,54	5,25
10–11	6,25	844,35	5,63		30	0,89	60	0,71	0,96		942,54	5,25
11–12	6,25	844,35	5,63		30	0,89	60	0,71	0,96		942,54	5,24
12–13	5	675,48	5,63		30	0,89	60	0,71	0,96		773,67	4,31
13–14	5	675,48	5,63		30	0,89	60	0,71	0,96		773,67	4,31
14–15	5,5	743,028	5,63		30	0,89	60	0,71	0,96		841,218	4,68
15–16	6	810,576	5,63		30	0,89	60	0,71	0,96		908,766	5,06
16–17	6	810,576	5,63		30		60			9,4	915,606	5,08
17–18	5,5	743,028	5,63		30	0,89	60	0,53	0,064		840,142	4,68
18–19	5	675,48	5,63		30	0,89	60	0,53	0,064		772,594	4,30
19–20	4,5	607,932	5,63		30	0,89	60	0,53	0,064		705,046	3,92
20–21	4	540,384	5,63		30	0,89	60	0,53	0,064		637,498	3,55
21–22	3	405,288	5,63	265,2	30	0,89	60	0,53	0,064		767,602	4,27
22–23	2	270,192	5,63	265,2	30	0,89	60	0,53	0,064		632,506	3,52
23–24	1,5	202,644	5,63	265,2	30	0,89	60	0,53	0,064		564,958	3,14
Итого	100	13509,6	135,12	2386,8	450	12,46	1440	12,39	7,616	21,9	17975,89	100,

Строим совмещенный ступенчатый график водопотребления в населенном пункте и работы НС -I ,НС-II по данным таблицы 1.2

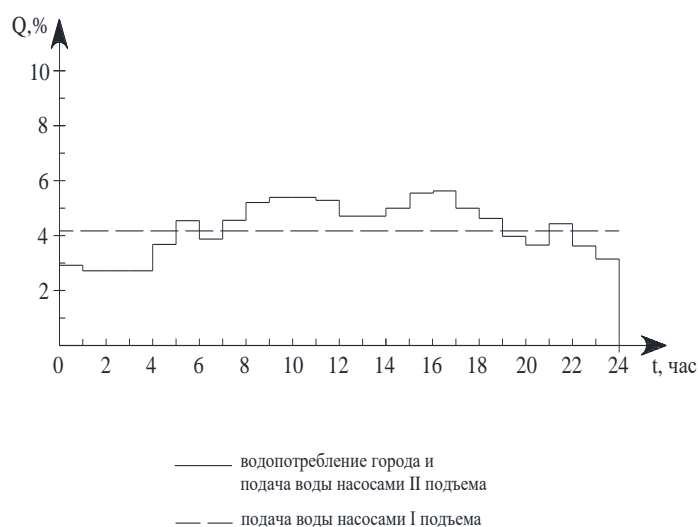


Рисунок 1.1 – Совмещенный график водопотребления города, подачи воды насосами НС-I и подачи воды потребителю насосами НС-II

Определяем регулирующий объем резервуара чистой воды. Расчет емкости резервуара чистой воды приведен в таблицу 1.3.

Таблица 1.3 – Расчет регулирующей емкости резервуара чистой воды

Часы суток	Подача воды НС-I подъема, %	Поступление воды в РЧВ, %	Расход воды из РЧВ, %	Остаток воды в РЧВ, %
1	2	3	4	5
0–1	4,16	1,17		3,58
1–2	4,16	1,19		4,77
2–3	4,16	1,19		5,96
3–4	4,16	1,19		7,15
4–5	4,16	0,44		7,58
5–6	4,17		-0,29	7,29
6–7	4,17	0,42		7,71
7–8	4,17		-0,33	7,38
8–9	4,17		-0,93	6,45
9–10	4,17		-1,08	5,37
10–11	4,17		-1,08	4,29
11–12	4,17		-1,07	3,22
12–13	4,17		-0,14	3,08
13–14	4,17		-0,14	2,95
14–15	4,17		-0,51	2,44
15–16	4,17		-0,89	1,55
16–17	4,17		-0,91	0,64
17–18	4,17		-0,51	0,13

Окончание таблицы 1.3

1	2	3	4	5
18–19	4,17		-0,13	0
19–20	4,17	0,25		0,25
20–21	4,17	0,62		0,87
21–22	4,16		-0,11	0,76
22–23	4,16	0,64		1,40
23–24	4,16	1,02		2,41
Итого	100	8,11	8,11	

Полный объем резервуаров чистой воды,  $W_{РЧВ}$ , м<sup>3</sup>, определяется по формуле

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

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 4,12% суточного расхода воды.

$$W_{рег} = \frac{7,71 \cdot 17975,89}{100} = 1385,9 \text{ м}^3$$

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

$$W_{пож} = T_{пож} \cdot 3,6 \cdot \left( n_{н.п} \cdot q_{н.п} + n_{н.пр} \cdot q_{н.пр} \right) = 3 \cdot 3,6 \cdot (2 \cdot 25 + 30) = 864 \text{ м}^3, \quad (1.14)$$

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

$$W_{соб.н} = 0,05 \cdot Q_{ср.сут} = \frac{5 \cdot 17975,89}{100} = 898,79 \text{ м}^3 \quad (1.15)$$

Полный объем резервуаров чистой воды

$$W_{PЧВ} = 1385,9 + 864 + 898,79 = 3148,69\text{м}^3$$

Принимаем 2 резервуара объемом по 2000м<sup>3</sup> каждый. Размеры типового резервуара – 18×24×4,8м.

## 1.5 Гидравлический расчет водопроводной сети

### *Принципы трассировки водопроводной сети*

Водопроводная сеть – один из основных элементов системы водоснабжения, взаимосвязана в работе с водоводами, насосными станциями, подающими воду в сеть, и регулирующей емкостью контррезервуаров.

Правильный выбор конфигурации водопроводной сети обеспечивает надежность ее работы.

Основные принципы трассировки водопроводной сети:

- а) сеть должна охватывать всех потребителей;
- б) подачу воды потребителям необходимо подавать по кратчайшим расстояниям;
- в) должна быть обеспечена бесперебойная подача воды потребителям.

Бесперебойная подача воды потребителям обеспечивается устройством кольцевой сети.

После проведенной трассировки сети основная магистральная сеть состоит из 4-х колец. Конфигурация кольцевой сети приведена на рисунках 1.2 и 1.3.

Производим гидравлический расчет магистральной сети методом Лобачева–Кросса.

### *Расчетная схема отдачи воды потребителю*

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

$$q_{уд} = \frac{Q - Q_{соср.}}{\sum l}, \text{ л/(с·м)}, \quad (1.16)$$

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

$Q$  – общий расход воды, л/с;

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

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

$$q_{узл} = \frac{\sum q_{пут}}{2}, \text{ л/с} \quad (1.17)$$

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	
		водоразборе	водоразборе при пожаре
1-2	375	13,52	13,52
2-3	325	11,72	11,72
3-4	400	14,42	14,42
4-5	650	23,43	23,43
5-6	225	8,11	8,11
6-7	325	11,72	11,72
7-8	275	9,91	9,91
8-9	200	7,21	7,21
9-10	475	17,12	17,12
10-11	375	13,52	13,52
11-12	775	27,94	27,94
3-9	550	19,83	19,83
3-12	600	21,63	21,63
12-1	625	22,53	22,53
5-8	375	13,52	13,52
Итого	6550	236,1079	236,1079

Удельный расход определяется при максимальном водозаборе

$$q_{уд} = \frac{2028,16 - 20,3}{3,6 \cdot 8710} = 0,06403 \text{ л/(с·м)}$$

Таблица 1.5 – Узловые расходы

№ узла	№ участка, примыкающего к узлу	Расчетный узловой расход, л/с, в час максимального водоразбора
1	1-2,1-12	18,02
2	1-2,2-3	12,62
3	2-3,3-4,3-9,3-12	33,79
4	3-4,4-5	18,92
5	4-5,5-6, 5-8	22,53
6	5-6,6-7	9,91
7	6-7,7-8	10,81
8	7-8,8-9,8-5	15,32
9	8-9,9-10, 9-3	22,08
10	9-10,10-11	15,32
11	10-11,11-12	20,73
12	11-12,12-1,12-3	36,05
	Итого	236,11

*Подготовка сети к гидравлическому расчету*

Кольцевую сеть проектируем из чугунных напорных труб ВЧШГ по ТУ 14-161-183-2000. *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.

Допускаемая невязка при расчете  $\Delta h \leq \pm 0,5$  м.

Расчетные случаи работы сети:

– в час наибольшего водопотребления. Гидравлический расчет случая приведен в таблицы 1.6 и 1.7, схема гидравлического расчета приведена на рисунке. 1.2;

– при пожаре в час наибольшего водопотребления. Гидравлический расчет приведен в таблицы 1.8 и 1.9, схема гидравлического расчета приведена на рисунок 1.3.

Таблица 1.6 – Гидравлический расчет сети в час наибольшего водопотребления

№ кольца	№ участка	l, м	q, л/с	d, мм	v, м/с	K	$S_0$	$S = \frac{S_0 \cdot K \cdot l}{10^6}$	$S \cdot q$	$h = S \cdot q^2$
Предварительное распределение										
I	1-2	375	153,8	400	1,278	0,965	0,176	0,000064	0,00979	-1,51
	2-3	325	141,18	400	1,173	0,972	0,176	0,000056	0,00784	-1,11
	3-12	600	20	150	1,256	0,968	33,49	0,019451	0,38902	-7,78
	1-12	625	90	250	1,925	0,915	2,044	0,001169	0,10520	9,47
									0511867	$\Delta h = -0,93$ $\Delta q = 0,905$
II	3-12	600	20	150	1,256	0,968	33,49	0,019451	0,38902	7,78
	3-9	550	20	150	1,256	0,968	33,49	0,017830	0,35660	-7,13
	9-10	475	29,31	200	0,999	1	6,868	0,003262	0,09561	2,80
	10-11	375	44,63	250	0,954	1,007	2,044	0,000772	0,03444	1,54
	11-12	775	65,36	300	0,984	1,007	0,825	0,000644	0,04208	2,75
									0,91777	$\Delta h = 7,74$ $\Delta q = -4,22$
III	3-4	400	67,39	300	1,014	0,998	0,825	0,000329	0,02219	-1,50
	4-5	650	48,47	300	0,73	1,049	0,825	0,000563	0,02726	-1,32
	5-8	375	5,92	100	0,891	1,017	322,91	0,123150	0,72904	4,32
	8-9	200	27,24	200	0,929	1,011	6,868	0,001389	0,03782	1,03
	9-3	550	20	150	1,256	0,968	33,49	0,017830	0,35660	7,13
									1,17297	$\Delta h = 9,66$ $\Delta q = 4,12$
IV	5-8	375	5,92	100	0,891	1,017	322,91	0,123150	0,72907	-4,32
	5-6	225	14,68	150	0,921	1,0126	33,49	0,007630	0,11201	-1,64
	6-7	325	4,77	100	0,718	1,052	322,91	0,110403	0,52662	-2,51
	7-8	275	6	100	0,903	1,016	322,91	0,090221	0,54136	3,25
									1,90906	$\Delta h = -5,224$ $\Delta q = -1,36$

Таблица 1.7 – Продолжение гидравлического расчета сети в час наибольшего водопотребления

№ кольца	№ участка	$\Delta q$ , л/с	$\Delta q$ см, л/с	$q$ , л/с	$S \cdot q$	$h = S \cdot q^2$
Первое исправление						
I	1-2	-0,905		152,895	0,009738	-1,49
	2-3	-0,905		140,275	0,007799	-1,09
	3-12	-0,905	-4,22	14,875	0,289334	-4,30
	1-12	-0,905		89,095	0,104144	9,28
					0,411015	$\Delta h = 2,39$ $\Delta q = -3,36$
II	3-12	0	-0,905	19,095	0,371417	7,09
	3-9	4,22	-4,12	20,096	0,358315	-7,20
	9-10	-4,22		25,090	0,081851	2,05
	10-11	-4,22		40,410	0,031191	1,26
	11-12	-4,22		61,140	0,039365	2,41
					0,882139	$\Delta h = 5,61$ $\Delta q = -1,76$
III	3-4	4,12		71,508	0,023551	-1,68
	4-5	4,12		52,590	0,029583	-1,56
	5-8	-4,12	-1,36	0,440	0,054186	0,02
	8-9	-4,12		23,120	0,032107	0,74
	9-3	-4,12	4,22	20,100	0,358385	7,20
					0,497811	$\Delta h = 4,73$ $\Delta q = -4,75$
IV	5-8	-1,36	-4,12	0,440	0,054186	-0,02
	5-6	-1,36		13,320	0,101634	-1,35
	6-7	-1,36		3,410	0,376474	-1,28
	7-8	1,36		7,360	0,664027	4,89
					1,196321	$\Delta h = 2,23$ $\Delta q = -0,93$
Второе исправление						
I	1-2	2,91		155,80	0,00992	-1,55
	2-3	3,36		143,64	0,00799	-1,15
	3-12	3,36	-1,76	16,48	0,32046	-5,28
	1-12	-3,36		85,74	0,10022	8,59
					0,43858	$\Delta h = 0,62$ $\Delta q = -1,11$
II	3-12	-1,76	3,36	20,70	0,40254	8,33
	3-9	3,18	-4,75	18,53	0,33034	-6,12
	9-10	-1,76		23,33	0,07611	1,78
	10-11	-1,76		38,65	0,02983	1,15
	11-12	-1,76		59,38	0,03823	2,27
					0,87705	$\Delta h = 7,41$ $\Delta q = -3,44$
III	3-4	4,75		76,26	0,02512	-1,92
	4-5	4,75		57,34	0,03226	-1,85
	5-8	-4,75	0,93	3,38	0,41625	-1,41
	8-9	-4,75		18,37	0,02551	0,47
	9-3	-4,75	1,76	17,11	0,30507	5,22
					0,80420	$\Delta h = 0,52$ $\Delta q = -0,32$

Окончание таблицы 1.7

№ кольца	№ участка	$\Delta q$ , л/с	$\Delta q$ см, л/с	$q$ , л/с	$S \cdot q$	$h = S \cdot q^2$
IV	5-8	0,93	-4,75	3,38	0,41625	1,41
	5-6	0,93		14,25	0,10873	-1,55
	6-7	0,93		4,34	0,47915	-2,08
	7-8	-0,93		6,43	0,58012	3,73
					1,584247	$\Delta h = 1,51$ $\Delta q = -0,48$
Третье исправление						
I	1-2	0,71		156,51	0,009968	-1,56
	2-3	1,11		144,75	0,008048	-1,16
	3-12	1,11	-3,42	14,17	0,275523	-3,90
	1-12	-1,11		84,63	0,098919	8,37
					0,392458	$\Delta h = 1,74$ $\Delta q = -2,65$
II	3-12	-3,42	1,11	18,39	0,357606	6,57
	3-9	4,22	-0,32	22,43	0,399947	-8,97
	9-10	-3,42		19,91	0,064952	1,29
	10-11	-3,43		35,22	0,027185	0,96
	11-12	-3,44		55,94	0,036017	2,01
					0,885708	$\Delta h = 1,87$ $\Delta q = -0,58$
III	3-4	0,32		76,58	0,025221	-1,93
	4-5	0,32		57,66	0,032435	-1,87
	5-8	0,32	-0,48	3,22	0,396542	-1,28
	8-9	-0,32		18,05	0,025066	0,45
	9-3	-0,32	3,42	20,21	0,360346	7,28
					0,839611	$\Delta h = 2,66$ $\Delta q = -1,58$
IV	5-8	-0,48	0,32	3,22	0,396542	1,28
	5-6	0,48		14,73	0,11237	-1,65
	6-7	0,48		4,82	0,532142	-2,56
	7-8	-0,48		5,95	0,536815	3,19
					1,577869	$\Delta h = 0,25$ $\Delta q = 0$

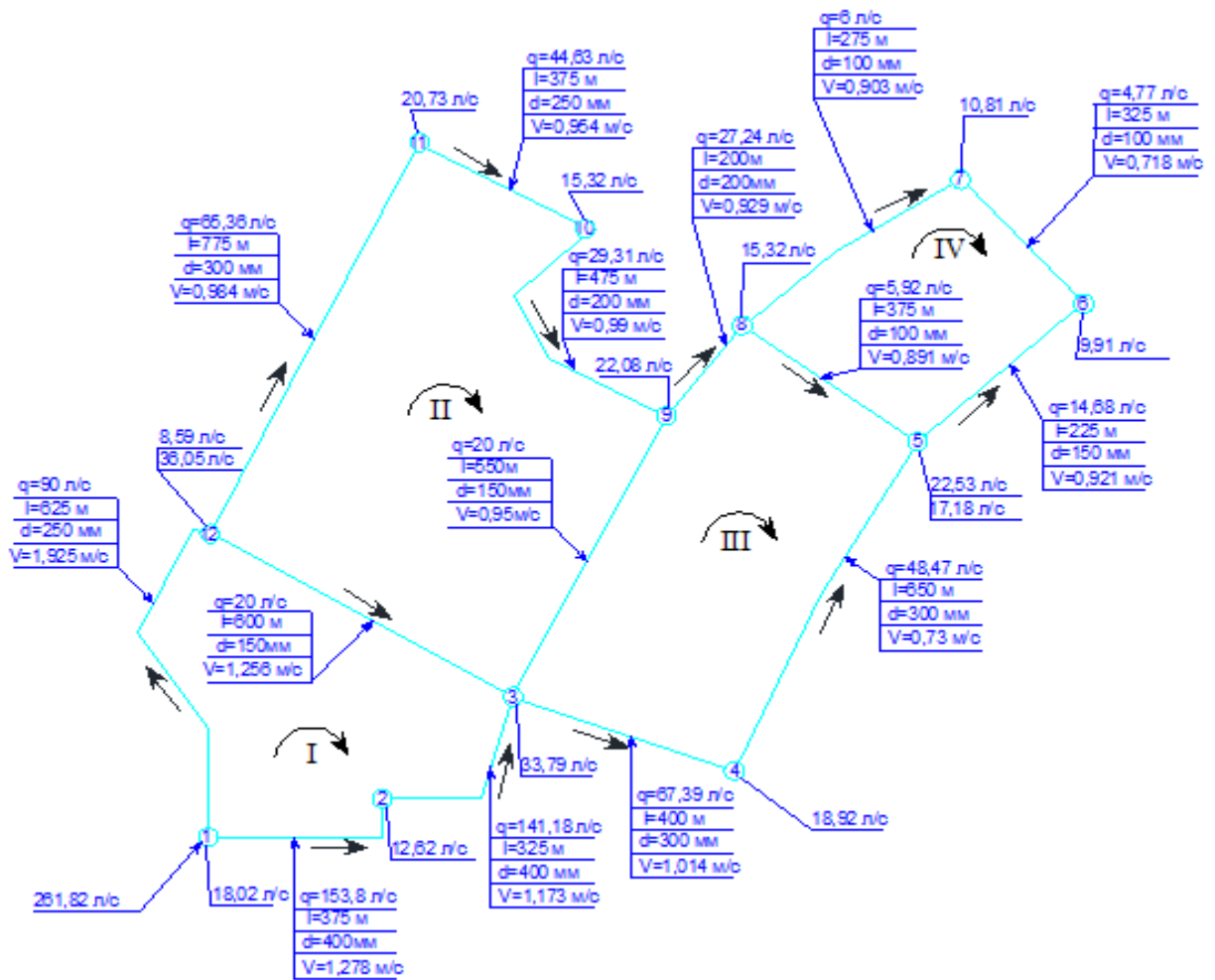


Рисунок 1.2 – Схема гидравлического расчета кольцевой сети в час наибольшего водозабора

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

№ кольца	№ участка	l, м	q, л/с	d, мм	v, м/с	$S_0$	K	$S = \frac{S_0 \cdot K \cdot l}{10^6}$	$S \cdot q$	$h = S \cdot q^2$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Предварительное распределение										
I	1-2	750	600	800	1,2	0,004712	0,97	0,000003	0,0020	1,23
	2-3	1000	548,38	800	1,2	0,004712	0,96	0,000005	0,0024	1,36
	3-20	700	120	450	0,7	0,096920	1,036	0,000070	0,0084	1,01
	20-15	900	72,8	350	0,7	0,360500	1,034	0,000335	0,0244	1,78
	15-16	1050	607,84	800	1,2	0,004712	0,968	0,000005	0,0029	-1,77
	16-1	500	653,56	800	1,2	0,004712	0,965	0,000002	0,0014	-0,97
									0,0417	$\Delta h = 2,64$ $\Delta q = -63,26$
II	3-4	1550	332,51	700	0,8	0,009431	1,017	0,000015	0,0049	1,64
	4-17	900	75	300	1,1	0,792500	0,984	0,000702	0,0526	3,95
	17-19	800	24,85	200	0,8	5,101000	1,028	0,004195	0,1042	2,59
	19-12	1000	150	400	1,2	0,179600	0,968	0,000174	0,0260	-3,91

Окончание таблицы 1.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	12-13	650	512,5	800	1,0	0,004712	0,992	0,000003	0,0015	-0,80
	13-14	900	558,22	800	1,1	0,004712	0,98	0,000004	0,0023	-1,30
	14-15	650	603,94	800	1,2	0,004712	0,969	0,000003	0,0017	-1,08
	15-20	900	72,8	350	0,7	0,360500	1,034	0,000335	0,0244	-1,78
	20-3	700	120	450	0,7	0,096920	1,036	0,000070	0,0084	-1,01
									0,2264	$\Delta h = -1,70$ $\Delta q = -11,23$
III	4-5	760	162,82	450	1,0	0,096920	0,99	0,000073	0,0118	1,93
	5-6	750	118,28	400	0,9	0,179600	1,002	0,000135	0,0159	1,89
	6-7	820	31,97	200	1,0	5,101000	0,99	0,004141	0,1323	4,23
	7-8	850	17,95	200	0,6	5,101000	1,081	0,004687	0,0841	-1,51
	8-18	700	53,9	250	1,1	1,627000	0,981	0,001117	0,0602	-3,25
	18-19	800	130,6	400	1,0	0,179600	0,987	0,000142	0,0185	-2,42
	4-17	900	75	300	1,1	0,792500	0,984	0,000702	0,0526	-3,95
17-19	800	24,85	200	0,8	5,101000	1,028	0,004195	0,1042	-2,59	
									0,4799	$\Delta h = -5,66$ $\Delta q = -11,79$
IV	19-18	800	130,6	400	1,0	0,179600	0,987	0,000142	0,0185	2,42
	18-8	700	53,9	250	1,1	1,627000	0,981	0,001117	0,0602	3,25
	8-9	1190	79,43	300	1,1	0,792500	0,977	0,000921	0,0731	-5,81
	9-10	800	138,13	400	1,1	0,179600	0,979	0,000141	0,0194	-2,68
	10-11	900	228,28	500	1,1	0,055260	0,981	0,000049	0,0111	-2,54
	11-12	1000	284,33	600	1,0	0,021160	0,994	0,000021	0,0059	-1,70
	12-19	1000	150	400	1,2	0,096920	0,968	0,000094	0,0140	2,11
									0,2025	$\Delta h = -4,96$ $\Delta q = -12,25$

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

№ кольца	№ участка	$\Delta q$ , л/с	$\Delta q$ см, л/с	$q$ , л/с	$S \cdot q$	$h = S \cdot q^2$
1	2	3	4	5	6	7
<b>Первое исправление</b>						
I	1-2	2,22		158,73	0,01011	-1,60
	2-3	2,65		147,40	0,008195	-1,21
	3-12	2,65	-0,58	16,24	0,315787	-5,13
	1-12	-2,65		81,98	0,095822	7,85
					0,43211	$\Delta h = 0,24$ $\Delta q = 0$
II	3-12	-0,58	2,65	20,46	0,39787	8,14
	3-9	1,05	-1,58	21,91	0,390586	-8,56
	9-10	-0,58		19,33	0,06306	1,22
	10-11	-0,58		34,64	0,026737	0,93
	11-12	-0,58		55,36	0,035644	1,97
					0,913898	$\Delta h = 3,70$ $\Delta q = -1,70$
III	3-4	1,58		78,16	0,025742	-2,01

Продолжение таблицы 1.9

1	2	3	4	5	6	7
	4-5	1,58		59,24	0,033324	-1,97
	5-8	1,58	0,08	4,88	0,600971	-2,93
	8-9	-1,58		16,47	0,022872	0,38
	9-3	-1,58	0,58	19,21	0,342516	6,58
					1,025425	$\Delta h = 0,04$ $\Delta q = -0,02$
IV	5-8	0,080	1,58	4,88	0,600919	-2,93
	5-6	0		14,73	0,11237	-1,65
	6-7	0		4,82	0,532142	-2,56
	7-8	0		5,95	0,536815	3,19
					1,782246	$\Delta h = -3,96$ $\Delta q = 1,11$
<b>Второе исправление</b>						
I	1-2	0		160,00	0,0102	-1,63
	2-3	0		147,40	0,0082	-1,21
	3-12	0,28	-1,70	14,81	0,2881	-4,27
	1-12	0		83,79	0,0979	8,21
					0,4045	$\Delta h = 1,10$ $\Delta q = -1,36$
II	3-12	-1,70	0,28	19,04	0,3702	7,05
	3-9	2,02	-0,02	23,91	0,4263	-10,19
	9-10	-1,70		17,63	0,0575	1,01
	10-11	-1,70		32,94	0,0254	0,84
	11-12	-1,70		53,66	0,0345	1,85
					0,91	$\Delta h = 0,56$ $\Delta q = 0,00$
III	3-4	0,00		78,16	0,0257	-2,01
	4-5	0,00		59,24	0,0333	-1,97
	5-8	0,02	-1,11	3,79	0,4665	-1,77
	8-9	0,00		16,47	0,0229	0,38
	9-3	-0,02	1,70	20,89	0,3725	7,78
					0,9209	$\Delta h = 2,40$ $\Delta q = -1,31$
IV	5-8	-1,11	0,02	3,79	0,46664	-1,77
	5-6	-1,11		13,62	0,10390	-1,41
	6-7	-1,11		3,71	0,40959	-1,52
	7-8	1,11		7,06	0,63696	4,50
					1,61709	$\Delta h = -0,21$ $\Delta q = 0,00$
<b>Третье исправление</b>						
I	1-2	1,36		161,36	0,0103	-1,66
	2-3	1,36		148,76	0,0083	-1,23
	3-12	1,36	-0,12	16,05	0,3123	-5,01
	1-12	-1,36		82,43	0,0963	7,94
					0,4271	$\Delta h = 0,04$
II	3-12	-0,12	1,36	20,28	0,3944	8,00
	3-9	0,31	-1,31	22,91	0,4084	-9,36

Окончание таблицы 1.9

1	2	3	4	5	6	7
	9-10	0,00		17,63	0,0575	1,01
	10-11	0,00		32,94	0,0254	0,84
	11-12	0,00		53,66	0,0345	1,85
					0,9203	$\Delta h = 2,35$
III	3-4	1,31		79,47	0,0262	-2,08
	4-5	1,31		60,55	0,0341	-2,06
	5-8	1,31	-0,06	5,04	0,6205	-3,13
	8-9	-1,31		15,16	0,0211	0,32
	9-3	-1,31	0,12	19,70	0,3513	6,92
					1,0530	$\Delta h = -0,03$
IV	5-8	-0,06	1,31	5,04	0,6201	-3,12
	5-6	0,00		13,62	0,1039	-1,41
	6-7	0,00		3,71	0,4096	-1,52
	7-8	0,00		7,06	0,6370	4,50
					1,77	$\Delta h = -1,56$

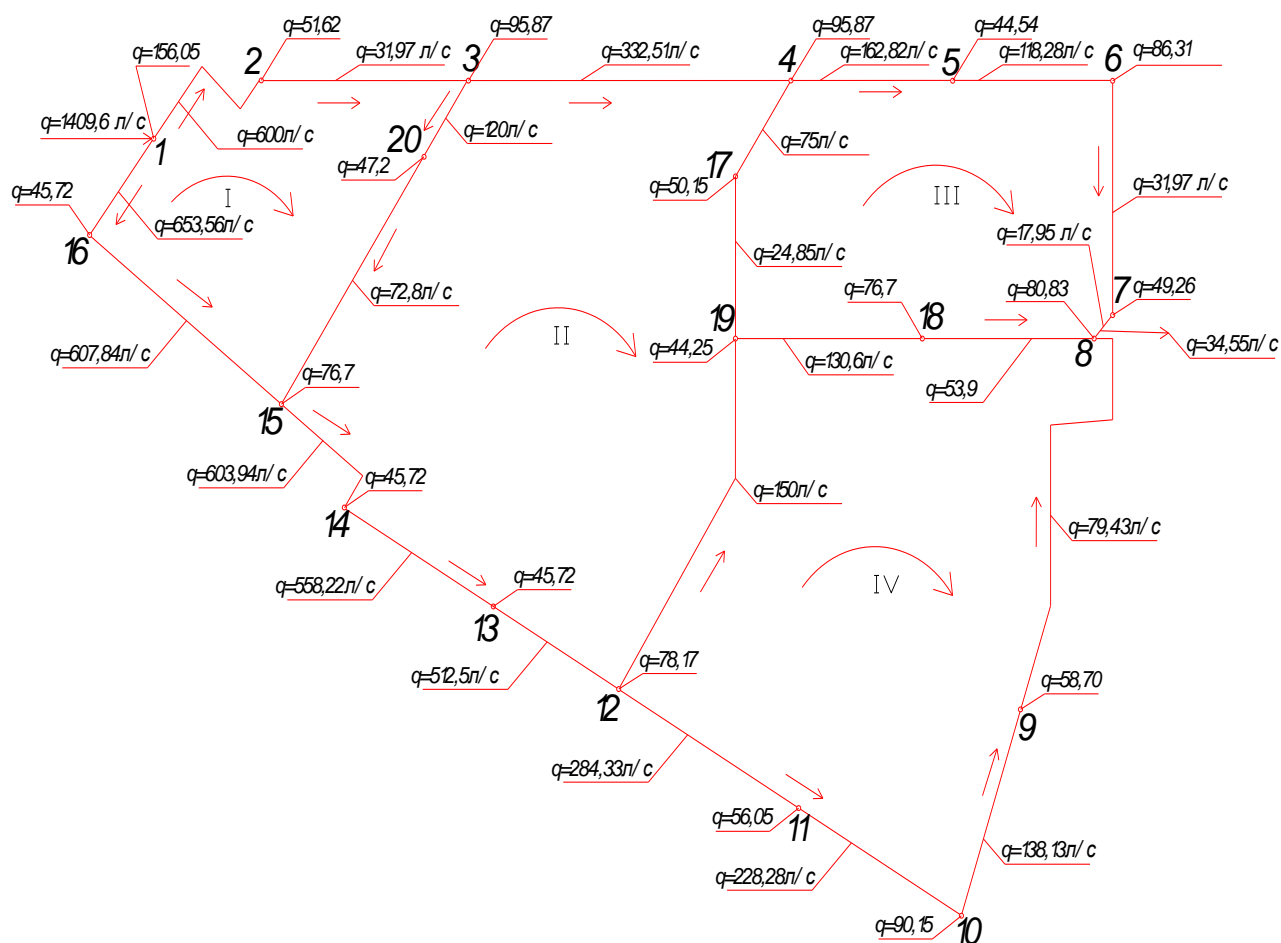


Рисунок 1.3 – Схема гидравлического расчета кольцевой сети при пожаре в час наибольшего водоразбора

## 2 Расчет и проектирование водозабора

### 2.1 Руслевой водозабор. Гидравлический расчет

Состав сооружений: оголовок, самотечные линии, береговой колодец, совмещенный с насосной станцией.

Гидравлические расчеты водозабора выполняют для определения:

- размеров водоприемных отверстий, диаметров трубопроводов, решеток, водоочистных сеток и других элементов водозабора;
- потерь напора, отметок уровней воды и высшей отметки оси насосов;
- гидравлических характеристик режима работы водозабора.

Гидравлические расчеты производят для нормальных и чрезвычайных условий водозабора. Под нормальными условиями работы водозабора подразумевается одновременная работа всех секций водозабора, кроме резервных. При чрезвычайных условиях эксплуатации одна из двух секций предполагается выключенной, вследствие чего весь забираемый расход воды или значительная его часть проходит по другой секции.

Размеры элементов водозабора определяют применительно к нормальным условиям эксплуатации, а расчеты потерь напора и наибольшей допустимой отметки оси насосов выполняют применительно к чрезвычайным условиям.

*Расчет площади водоприемных отверстий (брутто), оборудованных решетками*

Площадь одной секции водозабора определяется по формуле

$$\Omega_{бр} = 1,25 \cdot K_{см} \cdot \frac{Q_p}{v_B}, \quad (2.1)$$

где  $Q_p$  – расчетный расход воды одной секции водозабора. Для нормальных условий эксплуатации

$$Q_p = \frac{\alpha \cdot Q_e}{n} = \frac{19252,65}{2} = 9626,3 \text{ м}^3 / \text{сут} = 111,4 \text{ л/с} \quad (2.2)$$

Для аварийных условий

$$\begin{aligned} Q_p' &= \frac{(1 - 0,01 \cdot p) \cdot Q_e}{n - 1} = \frac{(1 - 0,01 \cdot 30) \cdot 19252,65}{2 - 1} = 13476,85 \text{ м}^3 / \text{сут} = \\ &= 0,156 \text{ м}^3 / \text{с}, \end{aligned} \quad (2.3)$$

где  $n = 2$  – число секций водозабора;

$p = 30\%$  – допустимое уменьшение подачи воды в аварийном режиме (для первой категории водозаборных сооружений);



$U_e$  – условная средняя скорость входа в водоприемное отверстие, исчисляемая по площади отверстия в свету. Скорость входа принимается в зависимости от типа применяемых рыбозаградительных устройств, 0,3 м/с;

1,25 – коэффициент, учитывающий засорение отверстий;

$K_{cm}$  – коэффициент, учитывающий стеснение приемного отверстия для решеток, определяется по формуле

$$K_{cm} = \frac{a + e}{a} = \frac{5 + 1}{5} = 1,2, \quad (2.4)$$

где  $a$  – расстояние между стержнями решеток в свету, принимается 5 – 10 см в труднодоступных отверстиях и 5 см во всех других случаях;

$e$  – толщина стержней, принимается 0,6 – 1,0 см.

$$\Omega_{бр} = 1,25 \cdot 1,2 \cdot \frac{0,1114}{0,3} = 0,57 \text{ м}^2$$

Принимаем размеры водоприемного отверстия 600x800 мм (bхh). Соответственно, типовая сороудерживающая решетка имеет следующие технические характеристики: площадь решетки: нетто – 0,43 м<sup>2</sup>, брутто – 0,48 м<sup>2</sup>;

ширина рамы решетки по наружному обмеру – 700 мм; высота рамы решетки по наружному обмеру – 900 мм; общая высота решетки – 1050 мм; масса – 33 кг.

В целях рыбозащиты сороудерживающие решетки совмещены с рыбозащитными фильтрующими кассетами. Принимаем кассеты толщиной 80 мм, заполненные керамзитом диаметром зерен 15-30 мм (25 мм). Потери напора в фильтрующих кассетах определяются по формуле

$$h_{ф.к} = 1,25 \cdot s \cdot \left( \frac{U_{вт}}{K_{ф}} \right)^2 = 1,25 \cdot 0,08 \cdot \left( \frac{0,25}{0,2} \right)^2 = 0,156 \text{ м}, \quad (2.5)$$

где  $s$  – толщина кассеты, м, 0,08;

$U_{вт}$  – скорость втекания воды, м/с, 0,25;

$K_{ф}$  – коэффициент фильтрации, м/с, принимается по опытным данным, для керамзита диаметром зерен 25 мм  $K_{ф}=0,2$  м/с.

Помимо рыбозащитных фильтрующих кассет водоприемные отверстия оборудуются рыбоотводящей системой РОС.

## 2.2 Расчет площади водоочистной плоской сетки

Площадь водоочистной плоской сетки, располагаемой под минимальным расчетным уровнем воды в водоприемно – сеточном отделении водозаборного сооружения определяется по формуле

$$\Omega_c = \frac{Q_p}{v_c} \cdot K_{ст} \cdot K_3, \quad (2.6)$$

где  $v_c$  – допустимая скорость течения воды в сетки (не является рыбозащитными) принимается равным  $0,2 \div 0,4$  м/с для плоских сеток;

$K_3$  – коэффициент, учитывающий засорение сеток сором, принимается равным 1,5 для плоских сеток;

$K_{ст}$  – коэффициент, учитывающий стеснение отверстия сеткой и опорными рамами, определяется по формуле

$$K_{ст} = \left( \frac{a + d}{a} \right)^2 \cdot K_p = \left( \frac{2 + 1,2}{2} \right)^2 \cdot 1 = 2,56, \quad (2.7)$$

где  $a$  – расстояние между проволоками в свету, мм, 2;

$d$  – диаметр проволоки, мм, 1,2;

$K_p$  – коэффициент, учитывающий стеснение отверстия рамами и межрамочными уплотнениями.

$K_p$  определяют по особенностям конструкции сетки; для предварительных расчетов принимают равным 1 для плоских сеток.

$$\Omega_c = \frac{0,1114}{0,3} \cdot 2,56 \cdot 1,5 = 1,43 \text{ м}^2$$

Подбираем типовую плоскую сетку со следующими техническими характеристиками: ширина сетки (В) – 1130 мм; высота сетки – 1380 мм; масса сетки – 68 кг.

Размер отверстия: ширина – 1000 мм; высота – 1250 мм.

Потери напора в сетке  $h_c$  принимаем 0,1 м.

Диаметры трубопроводов коммуникаций водозабора подбирают по таблицам для расчета водопроводных труб, принимаем стальные трубы:

– для самотечных водоводов при скорости движения воды 0,7– 1,5 м/с  $d=400$  мм;  $v=0,84$  м/с;  $i \cdot 1000 = 2,52$ ;

– для всасывающих водоводов при скорости движения воды 1– 1,8 м/с  $d=350$  мм;  $v=1,08$  м/с;  $i \cdot 1000=4,76$ ;

– для напорных водоводов при скорости движения воды 1,5 – 2,5 м/с  $d=300$  мм;  $v=1,5$  м/с;  $i \cdot 1000=10,6$ .

*Определение отметок уровней воды и отдельных конструкций в водоприемной камере*

Отметки расчетных уровней воды в приемном отделении колодца при нормальном режиме определяют по формулам

Максимальная отметка воды в камере:

$$Z_{\max} = H_{\max} - \sum h_{\Pi}, \quad (2.8)$$

где  $H_{\max}$  – максимальный уровень воды в реке при расчетной обеспеченности;  
 $\sum h_{\Pi}$  – общие потери напора в водоприемных устройствах, м, определяются по формуле

$$\sum h_{\Pi} = \sum h_{\text{решетки}} + \sum h_{\text{сам.линиях}}, \quad (2.9)$$

где  $\sum h_{\text{решетки}}$  – потери напора на решетках,  $\sum h_{\text{решетки}} = 0,05$  м;  
 $\sum h_{\text{сам.линиях}}$  – потери напора по длине в самотечных водоводах на участке от входа воды в водовод до выхода в колодец, определяются по формуле

$$\sum h_{\text{сам.линиях}} = i \cdot l + \sum h_{\text{м}}, \quad (2.10)$$

где  $\sum h_{\text{м}}$  – местные потери напора;  
 $i = 0,00252$  – уклон трения в водоводе находят по таблицам А. Ф. Шевелева в зависимости от расхода и диаметра. Местные потери напора  $\sum h_{\text{м}}$  вычисляют по формуле

$$\sum h_{\text{м}} = \sum \zeta_{\text{м}} \cdot \text{---}, \quad (2.11)$$

где  $\sum \zeta_{\text{м}}$  – коэффициент местного сопротивления, величина принимаем справочника. Потери напора на конфузоре  $\zeta_{\text{к}} = 1$  м; на задвижке  $\zeta_{\text{з}} = 0,06$  м; на выходе  $\zeta_{\text{в}} = 1$  м.

$$\sum h_{\text{м}} = (1 + 0,06 + 1) \cdot \text{---} = 0,072 \text{ м},$$

$$\sum h_{\text{сам.линиях}} = (0,00252 \cdot 70) + 0,072 = 0,24 \text{ м},$$

$$\sum h_{\Pi} = 0,05 + 0,24 = 0,406 \text{ м} = 0,29,$$

$$Z_{\max} = 165,87 - 0,406 = 165,464 \text{ м} = 170,0 - 0,29 = 169,71$$

Максимальная отметка камеры:

$$Z_{\max \text{ кам}} = Z_{\max} + 0,3 + 0,35 = 169,71 + 0,3 + 0,35 = 170,36 \text{ м} \quad (2.12)$$

Минимальная отметка воды в камере:

$$Z_{\min} = H_{\min} - \sum h_{\Pi}, \quad (2.13)$$

где  $H_{\min}$  – минимальный уровень воды в реке при расчетной обеспеченности.

$$Z_{\min} = 165,3 - 0,29 = 165,01 \text{ м}$$

Минимальная отметка камеры:

$$Z_{\min \text{ кам}} = Z_{\min} - 0,3 - 0,35 = 165,01 - 0,3 - 0,35 = 164,36 \text{ м} \quad (2.14)$$

*Определение отметок уровней воды и отдельных конструкций во всасывающей камере*

Во всасывающем отделении колодца отметки уровня воды будут меньше, чем в приемном, на величину потерь напора в сетке  $h_{\text{сетки}}$ . Практически потери напора в сетках при нормальном режиме принимают  $h_{\text{сетки}} = 0,1$  м, а при форсированном (аварийном) режиме  $h_{\text{сетки}}^{\Phi} = 0,15 \div 0,2$  м. В таком случае:

$$Z_{\text{ВСmax}} = Z_{\text{max}} - h_{\text{сетки}}, \quad (2.15)$$

$$Z_{\text{ВСmin}} = Z_{\text{min}} - h_{\text{сетки}}, \quad (2.16)$$

где  $h_{\text{сетки}}$  – потери напора в сетке,  $h_{\text{сетки}} = 0,1$  м.

$$Z_{\text{ВСmax}} = 170,36 - 0,1 = 170,26 \text{ м},$$

$$Z_{\text{ВСmin}} = 164,36 - 0,1 = 164,26 \text{ м}$$

### **3 Расчет станции водоподготовки**

#### **3.1 Определение производительности очистной станции**

Водоочистные станции должны рассчитываться на равномерную работу в течении суток, если их производительность составляет не менее 19252,65 м<sup>3</sup>/сутки.

По производительности станции, и качеству воды в источнике принимаем технологическую схему очистных сооружений: осветлители со взвешенным слоем осадка, скорые фильтры.

В качестве коагулянта принимаем полиоксихлорид алюминия. Доза коагулянта принимаем  $D_K^{\text{ПОХА}} = 40$  мг/л По формуле проверяется достаточность безводного коагулянта для обесцвечивания воды:

- безводного коагулянта

$$D_K = 4 \cdot \sqrt{Ц} = 4 \cdot \sqrt{45} = 29,66 \text{ мг / л} \quad (3.1)$$

- щелочи

$$D_{\text{щ}} = K \cdot \left( \frac{D_K}{e} - \text{Щ} + 1 \right) = 29 \left( \frac{40}{57} - 0,2 + 1 \right) = 43,5 \text{ мг / л} \quad (3.2)$$

Так как щелочность не отрицательна, то подщелачивание требуется. Дозу флокулянта принимаем  $D_{\text{праестол}} = 0,2$  мг/л [ 2]. Производительность мешалки для приготовления раствора ВПК-402, кг/ч:

$$q_m = \frac{Q_{\text{ос}} \cdot D_{\text{ПАА}}}{24 \cdot 1000} = \frac{19252,65 \cdot 0,2}{24 \cdot 1000} = 0,16 \text{ кг / час} \quad (3.3)$$

Определяем емкость растворного бака

$$W_{\text{раств}} = \frac{Q_{\text{ч}} \cdot n \cdot D_{\text{к}}}{10000 \cdot B_p \cdot \gamma} = \frac{802,19 \cdot 40 \cdot 8}{10000 \cdot 10 \cdot 1} = 2,56 \text{ м}^3, \quad (3.4)$$

где  $Q_{\text{ч}}$  - расход воды, м<sup>3</sup>/час;

$D_{\text{к}}$  – доза коагулянта в пересчете на безводный продукт, г/м<sup>3</sup>;

$n$  - время, на которое заготавливают раствор коагулянта, ч;

$B_p$  – концентрация раствора коагулянта в растворном баке, % (10-17%);

$\gamma$  - объемный вес раствора коагулянта, т/м<sup>3</sup>, принимается равным 1 т/м<sup>3</sup>.

Размеры бака: высота 1,4 м ,  $F=2,56/1,4=1,84$  м<sup>2</sup>, размеры 1,4×1,4.

Емкость расходного бака:

$$W = \frac{W_p \cdot B_p}{B} = \frac{2,56 \cdot 10}{5} = 5,12 \text{ м}^3, \quad (3.5)$$

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

Размеры бака: высота 2,2 м ,  $F=5,12/2,2=2,32$  м<sup>2</sup> , размеры 1,6×1,6.

Принимаем: 1 растворный бак, 1 расходный бак и 1 запасной (равный емкостью расходному баку).

### 3.2 Воздуходувки и воздухопроводы

Воздуходувка подбирается для:

а) растворных баков (одновременно работают два бака) при их площади равной  $2 \cdot (1,4 \times 1,4) = 3,92 \text{ м}^2$

$$q'_{\text{возд}} = 3,92 \cdot 9 = 35,28 \text{ л / с}$$

б) расходного бака при его площади  $1,6 \times 1,6 = 2,56 \text{ м}^2$

$$q''_{\text{возд}} = 2,56 \cdot 5 = 12,8 \text{ л / с}$$

Таким образом, общий потребный расход воздуха составит:

$$q_{\text{возд}} = 35,28 + 12,8 = 48,08 \text{ л/с} = 2,88 \text{ м}^3 / \text{мин}$$

По полученному результату подбираем воздуходувку ВК-3 (кольцевая, простого действия со следующими параметрами: производительность 3,1 м<sup>3</sup>/мин, габариты (1225x527x990), мощность электродвигателя 7,5 кВт). Предусматриваем, кроме того, резервную воздуходувку ВК-3.

Находим скорость движения воздуха в трубе:

$$V = \frac{W}{60(p+1) \cdot 0,785 \cdot d^2} = \frac{3,1}{60(1,5+1) \cdot 0,785 \cdot 0,06^2} = 7 \text{ м/с}, \quad (3.6)$$

где  $W$  – производительность воздуходувки, м<sup>3</sup>/мин;

$p$  – давление в воздуходувке, равное 1,5 кгс/см<sup>2</sup>;

$d$  – диаметр воздуходувки, м.

Определяем вес воздуха, проходящего через трубопровод в течение часа:

$$G = W \cdot 60 \cdot \gamma = 3,1 \cdot 60 \cdot 1,9 = 364,8 \text{ кг/ч}, \quad (3.7)$$

где  $\gamma$  – удельный вес сухого воздуха, равный 1,9 кг/м<sup>3</sup>.

Определяем потери давления в воздуходувке:

$$P_1 = \frac{12,5 \cdot \beta \cdot G^2 \cdot l}{\gamma \cdot d^5} = \frac{12,5 \cdot 1,16 \cdot 364,8^2 \cdot 20}{1,9 \cdot 60^5} = 0,02, \quad (3.8)$$

где  $\beta$  – коэффициент сопротивления, принятый равным 1,19;

$l$  – длина воздухопровода, м;

$d$  – диаметр труб, мм.

Определяем потери напора в фасонных частях воздухопровода:

$$P_2 = 0,063 \cdot V^2 \cdot \Sigma \zeta = 0,063 \cdot 7^2 \cdot 10,5 = 32,4 \text{ мм.вод.ст.}, \quad (3.9)$$

где  $V$  – скорость движения воздуха в трубопроводе;

$\Sigma \zeta$  – сумма коэффициентов местного сопротивления.

$$\Sigma \zeta = 1,5 \cdot n = 1,5 \cdot 3 = 4,5, \quad (3.10)$$

где  $q$  – расход воды в водоводе, м<sup>3</sup>/с;

$n$  – число колен, равное числу растворного и расходных баков.

Определяем диаметр одного подводящего водовода:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,28}{3,14 \cdot 1,2}} = 0,54 \text{ м} = 540 \text{ мм} \quad (3.11)$$

### 3.3 Расчет суженного участка

Ввод раствора реагента производят в месте примыкания к смесителю двух линий водовода, подводящих исходную воду на очистную станцию.

Расход воды на одну нитку  $Q_{сут}=19252,65 \text{ м}^3/\text{сут}$ , или  $q_{сек}=0,223 \text{ м}^3/\text{сек}$ , диаметр водовода  $D=500 \text{ мм}$  при скорости  $V_1=1,13 \text{ м/сек}$  допускается 1-1,2 м/сек.

Диаметр суженного участка трубы принимаем  $d=350 \text{ мм}$  при скорости движения  $V_2=2,3 \text{ м/с}$ .

Динамическое давление воды в водоводе:

$$h_{дин1} = \frac{V_1^2}{2 \cdot g} = \frac{1,13^2}{2 \cdot 9,81} = 0,065 \text{ м} \quad (3.12)$$

Диаметр суженного участка:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot q}{\pi \cdot V}}, \quad (3.13)$$

$$D^2 \cdot \pi \cdot V = 4 \cdot Q, \quad (3.14)$$

$$V = \frac{4 \cdot Q}{D^2 \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 0,223}{3,14 \cdot 0,35^2} = 2,3 \text{ м/с}, \quad (3.15)$$

$$h_{дин2} = \frac{V_2^2}{2 \cdot g} = \frac{2,3^2}{2 \cdot 9,81} = 0,26 \text{ м} \quad (3.16)$$

Потери напора в суженном участке:

$$h_c = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} = \frac{5,29 - 1,27}{2 \cdot 9,81} = 0,2 \text{ м}, \quad (3.17)$$

где  $V_2, V_1$  - скорости движения воды соответственно в трубе нормального сечения и в суженной части трубопровода.

Площадь поперечного сечения водовода:

$$f_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,6^2}{4} = 0,28 \text{ м}^2 \quad (3.18)$$

Площадь поперечного сечения суженного участка:

$$f_2 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,35^2}{4} = 0,096 \text{ м}^2 \quad (3.19)$$

Отношение площадей сечений:

$$m_1 = \frac{f_1}{f_2} = \frac{0,28}{0,0096} = 2,91 \quad (3.20)$$

Разность отметок уровней воды в пьезометрах:

$$\sqrt{h} = \frac{q_c \sqrt{m_1 - 1}}{\mu \cdot f_1 \cdot \sqrt{2g}}, \quad (3.21)$$

где  $\mu = 0,98$  – коэффициент расхода

$$\sqrt{h} = \frac{0,223 \cdot \sqrt{2,91^2 - 1}}{0,98 \cdot 0,28 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81}} = 0,5 \text{ м}$$

### 3.4 Приготовление известкового молока

Известкование применяют для умягчения воды, т.е. для понижения ее жесткости, обусловленной наличием солей кальция и магния. Сущность этого метода сводится к связыванию ионов кальция и магния химическими веществами в малорастворимые и легко осаждаемые соединения.

Емкость бака для приготовления известкового молока

$$W_u = \frac{q_u \cdot n \cdot D_u}{10000 \cdot b_u \cdot \gamma_u} = \frac{802,2 \cdot 6 \cdot 43,5}{10000 \cdot 5 \cdot 1} = 4,18 \text{ м}^3, \quad (3.22)$$

где  $b_u = 5\%$ -концентрация известкового молока.

Принимаем два бака прямоугольной формы в плане с размерами: ширина  $b=1,5$  м, длина  $l=2,0$  м, и высота 1,4 м (при высоте слоя известкового молока 1,05 м). Перемешивание извести с водой осуществляется сжатым воздухом.

### 3.5 Склады реагентов

Хранение коагулянта осуществляется на складах, рассчитанных на наибольшую суточную потребность в реагентах. Такие склады примыкают к помещениям, в которых установлены баки для приготовления раствора коагулянта.

Площадь оптимального склада коагулянтов рассчитывается по формуле



$$F_{\text{скл}}^{\text{к}} = \frac{Q_{\text{ос}} \cdot D_{\text{к}} \cdot T \cdot \alpha}{P_{\text{с}}^{\text{к}} \cdot 10000 \cdot h_{\text{к}} \cdot G_0^{\text{к}}} = \frac{19252,65 \cdot 40 \cdot 15 \cdot 1,15}{33,5 \cdot 10000 \cdot 2 \cdot 1,1} = 18,02 \text{ м}^2, \quad (3.23)$$

где  $T=15$  сут – продолжительность хранения коагулянта на складе;  
 $\alpha=1,15$  – коэффициент учета дополнительной площадки проходов;  
 $P_{\text{с}}^{\text{к}} = 33,5\%$  - содержание безводного продукта в коагулянте;  
 $h_{\text{к}} = 2\text{м}$  - высота слоя коагулянта;  
 $G_0^{\text{к}} = 1,1\text{т/м}^3$  - объемный вес коагулянта при загрузке склада навалом.  
 Определить площадь склада извести можно по формуле

$$F_{\text{скл}}^{\text{и}} = \frac{Q_{\text{ос}} \cdot D_{\text{и}} \cdot T \cdot \alpha}{10000 \cdot \rho_{\text{с}}^{\text{и}} \cdot h_{\text{с}}^{\text{и}} \cdot G_0^{\text{и}}} = \frac{19252,65 \cdot 43,5 \cdot 15 \cdot 1,15}{10000 \cdot 50 \cdot 1,5 \cdot 1} = 19,2 \text{ м}^2, \quad (3.24)$$

где  $\rho_{\text{с}}^{\text{и}} = 50\%$ ;  
 $h_{\text{с}}^{\text{и}} = 1,5\text{ м}$ ;  
 $G_0^{\text{и}} = 1\text{ т/м}^3$ .

### 3.6 Расчет вертикального (вихревого) смесителя

Принимаем 1 вертикальный вихревой смеситель, производительностью  $Q_{\text{час}} = 802,2\text{ м}^3 / \text{час}$  и один резервный.

Обрабатываемая вода по трубе подводится в нижнюю часть смесителя с входной скоростью  $V_{\text{н}} = 1 - 2\text{ м/с}$ .

Площадь горизонтального сечения в верхней части смесителя:

$$f_{\text{в}} = \frac{Q_{\text{ч}}}{V_{\text{в}}} = \frac{802,2}{100} = 8,02 \text{ м}^2 \quad (3.25)$$

Сторона квадратной верхней части смесителя:

$$b_{\text{в}} = \sqrt{f_{\text{в}}} = \sqrt{8,02} = 2,83 \text{ м} \quad (3.26)$$

Диаметр подводящего трубопровода:

$$d_{\text{н}} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{\text{с}}}{\pi \cdot V_{\text{н}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,223}{3,14 \cdot 1,13}} = 0,5 \text{ м} \quad (3.27)$$

Наружный диаметр

$$d_{\text{н}} = 500 \text{ мм} + 30 \text{ мм} = 530 \text{ мм}$$

Площадь нижней части смесителя:

$$f_n = D^2 = 0,53^2 = 0,28\text{м}^2 \quad (3.28)$$

Высота нижней части смесителя:

$$h_n = 0,5(B_B - B_H) \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}, \quad (3.29)$$

где  $\alpha = 45^\circ$  – величина центрального угла в смесителе;  
 $B_H = D$ .

$$h_n = 0,5(2,83 - 0,28) \operatorname{ctg} \frac{40}{2} = 3,5\text{м}$$

Объем пирамидальной части смесителя:

$$W_n = \frac{1}{3} h_n (f_B + f_n + \sqrt{f_B \cdot f_n}) = \frac{1}{3} \cdot 3,5 \cdot (8,02 + 0,28 + \sqrt{8,02 \cdot 0,28}) = 11,4\text{м}^3 \quad (3.30)$$

Полный объем смесителя:

$$W = \frac{Q_u \cdot t}{60} = \frac{802,2 \cdot 1,5}{60} = 20,1\text{м}^3 \quad (3.31)$$

где  $t = 1,5$  мин - продолжительность смешения.

Объем верхней части смесителя:

$$W_B = W - W_n = 20,1 - 11,4 = 8,7\text{м}^3 \quad (3.32)$$

Высота верхней части смесителя:

$$h_B = \frac{W_B}{f_B} = \frac{8,7}{8,02} = 1,08\text{м} \quad (3.33)$$

Полная высота смесителя:

$$h_c = h_n + h_B = 3,5 + 1,08 = 4,58\text{м} \quad (3.34)$$

### 3.7 Сбор воды периферийным лотком

Расход воды в лотке:

$$Q_{\text{л}} = \frac{Q_{\text{ч}}}{2} = \frac{802,2}{2} = 401,1 \text{ м}^3 / \text{ч} \quad (3.35)$$

Площадь живого сечения лотка:

$$\omega_{\text{л}} = \frac{Q_{\text{л}}}{V_{\text{л}} \cdot 3600} = \frac{401,1}{0,6 \cdot 3600} = 0,19 \text{ м}^2, \quad (3.36)$$

где  $V_{\text{л}} = 0,6 \text{ м} / \text{с}$  – скорость движения воды через отверстия.

Высота слоя воды в лотке:

$$h_{\text{л}} = \frac{\omega_{\text{л}}}{B_{\text{л}}} = \frac{0,19}{0,27} = 0,7 \text{ м} = 70 \text{ см}, \quad (3.37)$$

где  $B_{\text{л}} = 0,27 \text{ м}$  – ширина лотка.

Площадь затопленных отверстий в стенках сборного лотка:

$$F_{\text{о}} = \frac{Q_{\text{ч}}}{V_{\text{о}} \cdot 3600} = \frac{802,2}{1 \cdot 3600} = 0,22 \text{ м}^2, \quad (3.38)$$

где  $V_{\text{о}} = 1 \text{ м} / \text{с}$  – скорость движения воды через отверстия.

Площадь одного отверстия:

$$f_{\text{о}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{о}}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,08^2}{4} = 0,005 \text{ м}^2, \quad (3.39)$$

где  $d_{\text{о}} = 80 \text{ мм}$  – диаметр отверстия.

Количество отверстий:

$$n_{\text{о}} = \frac{F_{\text{о}}}{f_{\text{о}}} = \frac{0,22}{0,005} = 44 \text{ шт} \quad (3.40)$$

Внутренний периметр лотка:

$$P_{\text{л}} = 4 \cdot [(B_{\text{л}} - 2 \cdot (b_{\text{л}} + 0,06))] = 4 \cdot [2,83 - 2(0,27 + 0,06)] = 11,1 \text{ м} \quad (3.41)$$

Шаг оси отверстий:

$$l_{\text{о}} = \frac{P_{\text{л}}}{n_{\text{о}}} = \frac{11,1}{44} = 0,25 \text{ м} \quad (3.42)$$

Расстояние между отверстиями:

$$l = l_0 - d_0 = 0,25 - 0,08 = 0,17 \text{ м} \quad (3.43)$$

Из сборного лотка вода поступает в боковой карман. Размеры кармана принимаются конструктивно с тем, чтобы в его нижней части поместить трубу для отвода воды, прошедшей смеситель.

Расход воды, протекающей по отводящей трубе для подачи в камеру хлопьеобразования,  $q=223$  л/сек. Скорость в этом трубопроводе должна быть  $0,8 - 1$  м/сек, а время пребывания – не более 2 минут. Принят стальной трубопровод наружным диаметром 630 мм (ГОСТ 3262 – 75) при скорости движения в нем воды  $1,16$  м/сек.

### 3.8 Коридорный осветлитель с вертикальным осадкоуплотнителем

Среднюю концентрацию взвеси в воде, поступающей в осветлитель, определяем по формуле:

$$C = M + K D_k + 0,25 C + I, \quad (3.44)$$

где  $M$  – количество взвешенных веществ в исходной воде,  $\text{г/м}^3$ ,  $M=230 \text{ г/м}^3$ ;

$K$  – переводной коэффициент, равный для очищенного сернокислого алюминия  $0,55$ ;

$D_k$  – доза коагулянта в пересчете на безводный продукт,  $\text{г/м}^3$ ,  $D_k=40 \text{ г/м}^3$ ;

$C$  – цветность воды, град.;

$I$  – количество нерастворимых веществ, вводимых с известью для подщелачивания воды,  $\text{мг/л}$ .

$$I = (1 - 0,4) \cdot D_u = (1 - 0,4) \cdot 43,5 = 24,36, \quad (3.45)$$

где  $D_u$  – доза извести,  $\text{мг/л}$ ,  $D_u=43,5 \text{ мг/л}$ ;

$0,4$  – содержание  $\text{CaO}$  в извести (в долях по весу).

$$C = 230 + 0,55 \cdot 40 + 0,25 \cdot 55 + 26,1 = 311,85 \text{ мг/л} = 0,3 \text{ кг/л}$$

Количество воды, теряемой при сбросе осадка

$$g = \frac{\kappa_p \cdot (c - m)}{\delta_{cp}} \cdot 100\% = \frac{1,2 \cdot (311,85 - 10)}{24000} \cdot 100\% = 1\% = 1,5 \text{ м}^3 / \text{сут}, \quad (3.46)$$

где  $\kappa_p=1,2$  – коэффициент взвеси в воде после 3-12 часов;

$\delta_{cp}=24000$  – концентрация взвешенных веществ;

$m=8 \text{ мг/л}$  – количество взвеси в воде;

$C=311,85 \text{ мг/л}$  – средняя концентрация взвеси, поступающей в осветлитель.

При сбросе осадка мы теряем  $Q=24602,3 \text{ м}^3/\text{сут}=1025 \text{ м}^3/\text{ч}$ , далее ведем расчет с учетом этих потерь, т.е. на  $Q= 1025 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Площадь зоны осветления,  $\text{м}^2$

$$F_{з.о.} = \frac{K_{рв} \cdot Q_{расч}}{3,6 \cdot V_{з.о.}} = \frac{0,8 \cdot 802,19}{3,6 \cdot 0,8} = 222,8 \text{ м}^2, \quad (3.47)$$

где  $K_{рв}=0,8$  – коэффициент распределения воды

$V_{з.о.}=0,8\text{м/с}$  – скорость в зоне осветления

Площадь зоны отделения,  $\text{м}^2$

$$F_{з.отд.} = \frac{(1 - K_{рв}) \cdot Q_{расч}}{3,6 \cdot \alpha \cdot V_{з.о.}} = \frac{(1 - 0,8) \cdot 802,19}{3,6 \cdot 0,9 \cdot 0,8} = 62 \text{ м}^2, \quad (3.48)$$

где  $\alpha=0,9$  – коэффициент снижения скорости в зоне осветления осадка;

$K_{рв}=0,8$ – коэффициент распределения воды;

$V_{з.о.}=0,8\text{м/с}$  – скорость в зоне осветления.

Общая площадь осветлителя,  $\text{м}^2$

$$F_{осв} = F_{з.о.} + F_{з.отд.} = 222,8 + 62 = 284,8 \text{ м}^2 \quad (3.49)$$

Количество осветлителей

$$N = \frac{F_{осв}}{f} = \frac{284,8}{108} = 2,66 \approx 3 \quad (3.50)$$

где  $f=100-150 \text{ м}^2$  – площадь осветлителя.

По типовому проекту принимаем 3 осветлителя с размерами в плане  $2,5 \times 9 \text{ м}$ .

Площадь коридора осветлителя

$$f_{кор} = \frac{F_{з.о.}}{N \cdot \Pi} = \frac{284,7}{3 \cdot 2} = 47,4 \text{ м}^2, \quad (3.51)$$

где  $\Pi = 2$  – количество коридоров.

Площадь осадкоуплотнителя,  $\text{м}^2$

$$f_{о.у.} = \frac{F_{з.онл.}}{N} = \frac{62}{3} = 20,6 \text{ м}^2 \quad (3.52)$$

Принимаем ширину коридора  $B=2,6 \text{ м}$ .

Ширина осадкоуплотнителя,  $\text{м}$

$$V_{o,y} = \frac{f_{oy}}{l_{кор}}, \quad (3.53)$$

где  $l_{кор}$  – длина коридора.

$$l_{кор} = f_k / B_k = 20,6 / 2,6 = 7,9 \text{ м} \quad (3.54)$$

Длину коридора принимаем 9 м по типовому проекту.

$$V_{o,y} = \frac{20,6}{17,9} = 2,6 \text{ м}$$

Ширину осадкоуплотнителя принимаем 2,5 м по типовому проекту.

Для распределения воды в нижней части коридора осветлителя размещают водораспределительный дырчатый коллектор, рассчитанный на наибольший расход.

$$g_{кол} = Q_{час} / 2 \cdot N = 802,2 / 2 \cdot 3 = 133,7 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,0437 \text{ м}^3/\text{с} \quad (3.55)$$

Диаметр коллектора, м

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot g_{кол}}{\pi \cdot V_{кол}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,037}{3,14 \cdot 0,5}} = 0,3 \text{ м} = 300 \text{ мм}, \quad (3.56)$$

где  $V_{кол} = 0,5 - 0,6 \text{ м/с}$ .

Принимаем диаметр коллектора  $D = 300 \text{ мм}$ .

Площадь отверстий,  $\text{см}^2$

$$\sum f_o = g_{кол} / V_o = 0,037 / 1,5 = 0,025 \text{ м}^2 = 250 \text{ см}^2, \quad (3.57)$$

где  $V_o = 1,5 - 2 \text{ м/с}$ .

Принимаем диаметр отверстий 20 мм, следовательно их площадь

$$f_o = \frac{\pi \cdot d_o^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 4}{4} = 3,14 \text{ см}^2 \quad (3.58)$$

Количество отверстий в каждом коллекторе

$$n_o = \sum f_o / f_o = 250 / 3,14 = 80 \text{ отв} \quad (3.59)$$

Отверстия размещаются в два ряда по обеим сторонам коллектора в шахматном порядке.

Шаг отверстия, м

$$l_o = 2 \cdot l_{\text{кор}} / n_o = 2 \cdot 7,9 / 80 = 0,1 \text{ м} \quad (3.60)$$

Сбор осветленной воды осуществляется сборными желобами с затопленными отверстиями, в верхней его части, вдоль боковых стен коридоров.

Расход воды в водосборном желобе, м<sup>3</sup>/ч

$$g_{\text{ж}} = \frac{K \cdot Q_{\text{ч}}}{N \cdot 2 \cdot 2} = \frac{0,7 \cdot 802,2}{3 \cdot 2 \cdot 2} = 46,8 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,012 \text{ м}^3/\text{с} \quad (3.61)$$

Ширина желоба, м

$$b_{\text{ж}} = 0,9 \cdot g_{\text{ж}}^{0,4} = 0,9 \cdot 0,012^{0,4} = 0,15 \text{ м} = 15 \text{ см} \quad (3.62)$$

Глубина желоба в его начале, см

$$h_{\text{нач}} = 7 + 1,5 \cdot b_{\text{ж}} / 2 = 7 + 1,5 \cdot 15 / 2 = 18,3 \text{ см} \quad (3.63)$$

Глубина желоба в его конце, см

$$h_{\text{кон}} = 7 + 2,5 \cdot b_{\text{ж}} / 2 = 7 + 2,5 \cdot 15 / 2 = 25,7 \text{ см} \quad (3.64)$$

Площадь отверстий в стенке желоба, см<sup>2</sup>

$$\sum f_{\text{омб}} = \frac{g_{\text{ж}}}{\mu \cdot \sqrt{2gh}} = \frac{0,012}{0,65 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,05}} = 0,0186 \text{ м}^2 = 186 \text{ см}^2, \quad (3.65)$$

где  $h = 0,05 \text{ см}$  – разность уровней воды в осветлителе и желобе;

$\mu = 0,65$  – коэффициент расхода.

Количество отверстий в желобе

$$n = \sum f_o / f_o = 186 / 3,14 = 59 \text{ шт.}, \quad (3.66)$$

где  $f_o = 3,14 \text{ см}^2$ .

Шаг оси отверстий, м

$$l = l_{\text{кор}} / n = 7,9 / 59 = 0,13 \text{ м} \quad (3.67)$$

Расход воды через сборную дырчатую трубу, м<sup>3</sup>/ч

$$Q_{\text{сб}} = ((1-k) \cdot Q_{\text{расч}} - Q_{\text{ос}}) / 2 = ((1-0,8) \cdot 267,3 - 2,7) / 2 = 25,38 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,00711 \text{ м}^3/\text{с} \quad (3.68)$$

Потери воды при продувке осветлителя, м<sup>3</sup>/ч

$$Q_{oc} = \frac{Q_{расч} \cdot P_{oc}}{N \cdot 100} = \frac{802,2 \cdot 1}{3 \cdot 100} = 2,7 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.69)$$

Диаметр сборной трубы, м

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot g_{сб}}{\pi \cdot V_{сб}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0071}{3,14 \cdot 0,1}} = 0,3 \text{ м} = 300 \text{ мм} \quad (3.70)$$

Принимаем диаметр сборной трубы  $D = 300 \text{ мм}$ .

Площадь отверстий в сборной трубе,  $\text{м}^2$

$$\Sigma f_o = \frac{g_{сб}}{V_o} = \frac{0,0071}{1,5} = 0,19 \text{ м}^2 \quad (3.71)$$

Число отверстий

$$n_o = \Sigma f_o / f_o = 19 / 3,14 = 6 \text{ шт} \quad (3.72)$$

Диаметр отверстий  $d_o = 20 \text{ мм}$ , их площадь  $3,14 \text{ см}^2$ .

Шаг отверстий, м

$$l = l_{кор} / n_o = 7,9 / 6 = 1,3 \text{ м} \quad (3.73)$$

Высота осветителя, м

$$H_{осв} = \frac{B_{кор} - 2 \cdot B_{ж}}{2 \cdot \text{tg} \frac{\alpha}{2}} = \frac{2,6 - 2 \cdot 0,16}{2 \cdot \text{tg} \frac{30}{2}} = 5,0 \text{ м} \quad (3.74)$$

По типовому проекту принимаем высоту  $4,5 \text{ м}$ .

Высота пирамидальной части осветителя, м

$$h_{пир} = \frac{B_{кор} - a}{2 \cdot \text{tg} \frac{\alpha_1}{2}} = \frac{2,6 - 0,4}{2 \cdot \text{tg} 40^\circ} = 1,55 \text{ м} \quad (3.75)$$

где  $a = 0,4 \text{ м}$  – ширина коридора по низу;

$\alpha_1 = 60^\circ - 90^\circ$  – наклон стенок к горизонту.

Высота зоны взвешенного осадка вдоль вертикальных стенок, м

$$h'_{верт} = H_{осв} - h_{пир} - h_{защ} - h_{ок} = 5,0 - 1,55 - 1,5 - 0,2 = 1,75 \text{ м} \quad (3.76)$$



Общая высота зоны взвешенного осадка

$$h'_{з.в.о.} = h'_{верт} + h_{нур}/2 = 1,75 + 1,55/2 = 2,53 \text{ м} \quad (3.77)$$

Объем осадкоуплотнителя, м<sup>3</sup>

$$W = 1_{кор} \cdot \left[ B_{oy} \cdot h_{верт} + 2 \left( \frac{h_{нур} \cdot 0,5 B_{oy}}{2} \right) \right] = 7,9 \left[ 2,5 \cdot 1,75 + 2 \left( \frac{1,55 \cdot 0,5 \cdot 2,5}{2} \right) \right] = 49,9 \text{ м}^3 \quad (3.78)$$

Количество осадка, поступающего в осадкоуплотнитель, кг/ч

$$Q_{oc} = C \cdot Q_{расч} = 0,3118 \cdot 802,2 = 250,12 \text{ кг/ч} \quad (3.79)$$

Продолжительность пребывания осадка в осадкоуплотнителе, ч

$$T = W \cdot \sigma_{ср} / Q_{oc} = 49,9 \cdot 24 / 250,12 = 5 \text{ ч}, \quad (3.80)$$

где  $\sigma_{ср}$  – средняя концентрация осадка,  $\sigma_{ср} = 24 \text{ кг/м}^3$ .

### 3.9 Расчет скорых безнапорных фильтров

Суммарная площадь скорых фильтров будет:

$$F = \frac{Q_{сут}}{T \cdot v_{р.н.} - 3,6 \cdot n \cdot \omega \cdot t_1 - n \cdot t_2 \cdot v_{р.н.}}, \quad (3.81)$$

где  $T$  – продолжительность работы станции в течение суток в ч;

$v_{р.н.}$  – расчетная скорость фильтрования при нормальном режиме эксплуатации, равная 6 м/ч;

$n$  – количество промывок каждого фильтра за сутки, равное 2;

$\omega$  – интенсивность промывки, равная 12,5 л/сек · м<sup>2</sup>;

$t_1$  – продолжительность промывки, равная 0,1 ч;

$t_2$  – время простоя фильтра в связи с промывкой, равное 0,33 ч.

$$F = \frac{19252,65}{24 \cdot 6 - 3,6 \cdot 2 \cdot 12,5 \cdot 0,1 - 2 \cdot 0,33 \cdot 6} = 146,92 \text{ м}^2$$

Количество фильтров принимаем  $N = 5$  шт. Площадь одного фильтра будет 36 м<sup>2</sup> с размером в плане 6х6 м. Тогда скорость фильтрования воды при форсированном режиме составит:

$$v_{p.ф.} = v_{p.н.} \cdot \frac{N}{N - N_1}, \quad (3.82)$$

где  $N_1$  – количество фильтров, находящихся в ремонте ( $N_1=1$ ).

$$v_{p.ф.} = 6 \cdot \frac{5}{5-1} = 7,5 \text{ м/ч}$$

В проектируемом фильтре распределительная система служит как для равномерного распределения промывной воды по площади фильтра, так и для сбора профильтрованной воды.

Интенсивность промывки принята  $\omega = 12,5 \text{ л/сек} \cdot \text{м}^2$ . Тогда количество промывной воды, необходимой для одного фильтра, будет равна:

$$q_{пр} = F \cdot \omega = 36 \cdot 10,5 = 337,5 \text{ л/с} = 0,337 \text{ м}^3 / \text{с} \quad (3.83)$$

Диаметр коллектора распределительной системы определяют по скорости входа промывной воды  $d_{кол} = 600 \text{ мм}$ , что при расходе  $337 \text{ л/сек}$  соответствует скорости  $v_{кол} = 1,2 \text{ м/сек}$  (в начале коллектора рекомендуется  $v = 1 \div 1,2 \text{ м/сек}$ ).

Площадь дна фильтра, приходящаяся на каждое ответвление распределительной системы при расстоянии между ними  $m = 0,27 \text{ м}$  (рекомендуется  $m = 0,25 \div 0,35 \text{ м}$ ) и наружном диаметре коллектора  $D_{кол} = 630 \text{ мм}$ , составит:

$$f_{отв} = ((L - D_{кол}) \cdot m) / 2 = ((6,0 - 0,63) \cdot 0,27) / 2 = 0,72 \text{ м}^2, \quad (3.84)$$

где  $a$  – расход промывной воды, поступающей через одно ответвление.

$$q_{отв} = f_{отв} \cdot \omega = 0,72 \cdot 12,5 = 9 \text{ л/сек} \quad (3.85)$$

Диаметр труб ответвлений принимаем  $d_{отв} = 80 \text{ мм}$  (ГОСТ 3262-75), тогда скорость входа воды в ответвления будет  $v = 1,7 \text{ м/сек}$  (что не превышает рекомендуемой скорости  $1,8-2 \text{ м/сек}$ ).

В нижней части ответвлений под углом  $60^\circ$  к вертикали предусматривается отверстия диаметром  $10-12 \text{ мм}$ .

Отношение площади всех отверстий в ответвлениях распределительной системы  $\sum f_0$  к площади фильтра  $F$  принимается равным  $0,25-0,3\%$ .

При площади одного фильтра  $F = 30 \text{ м}^2$  суммарная площадь отверстий составит:

$$\sum f_0 = \frac{0,45 \cdot 27}{100} = 0,12 \text{ м}^2 = 1200 \text{ см}^2$$

При диаметре отверстий  $\delta_0 = 14 \text{ мм}$  площадь отверстия  $f_0 = 1,54 \text{ см}^2$ . Следовательно, общее количество отверстий в распределительной системе каждого фильтра:

$$n_0 = \frac{\sum f_0}{f_0} = \frac{1200}{1,54} = 780 \text{ шт} \quad (3.86)$$

Общее количество ответвлений на каждом фильтре при расстояниях между осями ответвлений 0,27 м составит  $(4,5:0,27) \times 2 = 40$  шт. Количество отверстий, приходящихся на каждое ответвление, будет  $780:40 = 12$  шт.

При длине каждого ответвления:

$$l_{\text{отв}} = \frac{(6 - 0,63)}{2} = 2,69 \text{ м}$$

Шаг оси отверстий на ответвлении будет:

$$e_0 = l_{\text{отв}} : 12 = 0,224 \text{ м} = 224 \text{ мм} \quad (3.87)$$

Рекомендуется принимать  $e_0 = 200 \div 250 \text{ мм}$ .

Отверстия располагают в два ряда в шахматном порядке под углом  $60^\circ$  к вертикальной оси трубы.

Для удаления воздуха из трубопровода, подающего воду на промывку фильтра, в повышенных местах распределительной системы предусматривают установку стояков-воздушников диаметром 75-150 мм с автоматическим устройством для выпуска воздуха. Сбор и отвод загрязненной воды при промывки скорых фильтров осуществляется при помощи желобов, размещаемых над поверхностью фильтрующей загрузки. Расстояние между осями желобов составляет  $7,8:3 = 2,6$  м.

Расход промывной воды, приходящейся на один желоб:

$$q_{\text{ж}} = 337,5 : 3 = 112,5 \text{ л / с} = 0,112 \text{ м}^3 / \text{сек} \quad (3.88)$$

Принимаем,  $a = 1,5$ , находим ширину желоба:

$$B = K \cdot \sqrt[5]{\frac{q^2}{(1,57 + a)^3}}, \quad (3.89)$$

где  $b = 1,57 + a$  – величина, одинаковая для желобов как с треугольным, так и с прямоугольным основанием;

$a$  – отношение высоты прямоугольной части желоба к половине его ширины; принимается в пределах от 1 до 1,5;

$K$  – коэффициент, принимаемый равным для желобов с треугольным основанием 2.

$$B = 2,1 \cdot \sqrt[5]{\frac{0,112^2}{(1,57 + 1,5)^3}} = 0,45 \text{ м}$$

Высота прямоугольной части желоба:

$$h_{\text{пр}} = 0,75 \cdot B = 0,75 \cdot 0,45 = 0,34 \text{ м} \quad (3.90)$$

Полезная высота желоба:

$$h = 1,25 \cdot B = 1,25 \cdot 0,45 = 0,56 \text{ м} \quad (3.91)$$

Конструктивная высота желоба (с учетом толщины стенки):

$$h_{\text{к}} = h + 0,08 = 0,56 + 0,08 = 0,64 \text{ м} \quad (3.92)$$

Скорость движения воды в желобе  $v=0,62$  м/сек.

Размеры желоба составляют:  $B=0,47$  м;  $h_{\text{к}}=0,67$  м;  $v=0,62$  м/сек.

Высота кромки желоба над поверхностью фильтрующей загрузки при  $H=1,8$  м и  $e=30\%$  составляет:

$$\Delta h_{\text{ж}} = \frac{0,7 \cdot 45}{100} + 0,3 = 0,62 \text{ м}$$

Расход воды на промывку фильтра:

$$p = \frac{\omega \cdot f \cdot t_1 \cdot 60 \cdot N}{Q_{\text{час}} \cdot T_p \cdot 1000} \cdot 100\% , \quad (3.93)$$

где  $T_p$  – продолжительность работы фильтра между двумя промывками, равная:

$$T_p = T_0 - (t_1 + t_2 + t_3) = 12 - (0,1 + 0,33 + 0,17) = 11,4 \text{ ч}, \quad (3.94)$$

где  $T_0$  – продолжительность рабочего фильтроцикла, обычно принимаемая равной 8-12 ч при нормальном режиме работы фильтра;

$t_3$  – продолжительность сброса первого фильтрата в сток.

При  $Q_{\text{час}} = 802,2$  м<sup>3</sup>/ч,  $\omega = 12,5$  л/сек · м<sup>2</sup>,  $N=7$  шт и  $f=27$  м<sup>2</sup>, расход воды на промывку фильтра:

$$p = \frac{12,5 \cdot 27 \cdot 6 \cdot 60 \cdot 7}{802,2 \cdot 11,4 \cdot 1000} \cdot 100\% = 9,3\%$$

Скорость фильтрования на фильтрах при промывке одного из них можно принимать постоянной или с увеличением на 20 %.

### 3.10 Расчет сборного канала

Загрязненная промывная вода из желобов скорого фильтра свободно изливается в сборный канал, откуда отводится в сток.

Расчитываем расстояние от дна желоба до дна бокового сборного канала должно быть не менее:

$$H_{\text{кан}} = 1,73 \cdot \sqrt[3]{\frac{q_{\text{кан}}^2}{g \cdot b_{\text{кан}}^2}} + 0,2, \quad (3.95)$$

где  $q_{\text{кан}}$  – расход воды в канале в м<sup>3</sup>/сек, принимаемый равным 0,337 м<sup>3</sup>/сек;  
 $b_{\text{кан}}$  – минимально допустимая ширина канала (по условиям эксплуатации), принимаемая равной 0,7м;  
 $g = 9,81$  м/сек<sup>2</sup>.

Тогда:

$$H_{\text{кан}} = 1,73 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,337^2}{9,81 \cdot 0,7^2}} + 0,2 = 0,69\text{м}$$

Скорость движения воды в конце сборного канала при размерах поперечного сечения  $f_{\text{кан}} = 0,7 \cdot 0,69 = 0,49\text{м}^2$  составит:

$$v_{\text{кан}} = q_{\text{кан}} : f_{\text{кан}} = 0,337 : 0,49 = 0,68\text{м/сек} \quad (3.96)$$

$v_{\text{кан}} = 0,68$  м/сек примерно отвечает рекомендуемой минимальной скорости, равной 0,7 м/сек.

Потери напора слагаются из следующих величин:

а) потери напора в отверстиях труб распределительной системы фильтра:

$$h_{\text{р.с.}} = \left( \frac{2,2}{\alpha^2} + 1 \right) \cdot \frac{v_{\text{кол}}^2}{2 \cdot g} + \frac{v_{\text{р.т.}}^2}{2 \cdot g}, \quad (3.97)$$

где  $v_{\text{кол}}$  – скорость движения воды в коллекторе в м/сек;

$v_{\text{р.т.}}$  – то же, в распределительных трубах в м/сек;

$\alpha$  - отношение суммы площадей всех отверстий распределительной системы к площади сечения коллектора,  $\alpha = 0,12 : 0,337 = 0,35$ .

При  $v_{кол} = 0,25$  м/сек и  $v_{р.м.} = 1,7$  м/сек:

$$h_{p.c.} = \left( \frac{2,2}{0,35^2} + 1 \right) \cdot \frac{1,25^2}{2 \cdot 9,81} + \frac{1,96^2}{2 \cdot 9,81} = 5,22 \text{ м}$$

б) потери напора в фильтрующем слое высотой  $H_{\phi}$ :

$$h_{\phi} = (a + b \cdot \omega) \cdot H_{\phi} \quad (3.98)$$

Здесь  $a = 0,76$  и  $b = 0,017$  – параметры для песка с крупностью зерен 0,5-1 мм или  $a = 0,85$  и  $b = 0,004$  – параметры для песка с крупностью зерен 1-2 мм.

При  $\omega = 10,0$  л/сек  $\cdot$  м<sup>2</sup> и  $H_{\phi} = 0,7$  м:

$$h_{\phi} = (0,76 + 0,017 \cdot 12,5) \cdot 0,7 = 0,68 \text{ м}$$

в) потери напора в гравийных поддерживающих слоях высотой  $H_{п.с.}$  по формуле проф. В. Т. Турчиновича:

$$h_{п.с.} = 0,022 \cdot H_{п.с.} \cdot \omega \quad (3.99)$$

При  $H_{п.с.} = 0,5$  м:

$$h_{п.с.} = 0,022 \cdot 0,5 \cdot 12,5 = 0,14 \text{ м}$$

г) потери напора в трубопроводе, подводящем промывную воду к общему коллектору распределительной системы.

При  $q = 337$  л/сек,  $d = 600$  мм и  $v = 1,12$  м/сек гидравлический уклон  $i = 2,55$ . Тогда при общей длине трубопровода  $l = 100$  м:

$$h_{п.т.} = i \cdot l = 2,55 \cdot 100 = 0,255 \text{ м} \quad (3.100)$$

д) потери напора на образование скорости во всасывающем и напорном трубопроводах насоса для подачи промывной воды:

$$h_{o.c.} = \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad (3.101)$$

При двух одновременно действующих центробежных насосов 12НДс, каждый из которых подает 50% расхода промывной воды, т.е. по 250 л/сек, скорость в патрубках насоса  $d=350\text{мм}$ , составит  $v=2,7$  м/сек. Тогда:

$$h_{\text{о.с.}} = \frac{1,12^2}{2 \cdot 9,81} = 0,06\text{м} \quad (3.102)$$

е) потери напора на местные сопротивления в фасонных частях и арматуре:

$$h_{\text{м.с.}} = \sum \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad (3.103)$$

Коэффициенты местных сопротивлений равны:  $\xi_1 = 0,984$  для колена;  $\xi_2 = 0,26$  для задвижек;  $\xi_3 = 0,5$  для входа во всасывающую трубу и  $\xi_4 = 0,92$  для тройника.

Таким образом:

$$h_{\text{м.с.}} = \sum \xi \cdot \frac{V_{\text{кол}}^2}{2g} = \sum (0,984 + 0,26 + 0,5 + 0,92) \cdot \frac{1,8^2}{2 \cdot 9,81} = 0,6\text{м} \quad (3.104)$$

Следовательно, полная величина потерь напора при промывке скорого фильтра составит:

$$\sum h = h_{\text{р.с.}} + h_{\text{п.с.}} + h_{\text{ф}} + h_{\text{п.т}} + h_{\text{а.с.}} + h_{\text{м.с.}}, \quad (3.105)$$

$$\sum h = 1,4 + 0,62 + 0,68 + 0,255 + 0,06 + 0,6 = 3,6\text{м}$$

Геометрическая высота подъема воды  $h_r$  от дна резервуара чистой воды до верхней кромки желобов над фильтром будет:

$$h_r = 0,7 + 1,2 + 4,5 = 6,4\text{м},$$

где  $0,7$  м – высота кромки желоба над поверхностью фильтра;

$1,8$  м – высота загрузки фильтра;

$4,5$  м – глубина воды в резервуаре.

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

$$H = h_2 + \sum h + h_{\text{з.н.}} = 0,7 + 1,2 + 4,5 = 11,9\text{м}, \quad (3.106)$$

где  $h_{\text{з.н.}} = 1,5$  м – запас напора (на первоначальное загрязнение фильтра и т.п.).

### 3.11 Обеззараживание воды

Для обеззараживания воды используется жидкий хлор.

Доза хлора рассчитывается по формуле

$$D_{\text{хл}} = \frac{Q_{\text{сут}} \cdot D_{\text{хл}}}{1000 \cdot 24} = \frac{19252,65 \cdot 2}{1000 \cdot 24} = 1,6 \text{ кг / ч} \quad (3.107)$$

Хлор поступает на склад хлораторной установки в контейнерах в жидком состоянии (давление – 1,6 МПа; температура – минус 34,6°С). Масса хлора в контейнере 1000 кг или 800 л. При потреблении сжиженный хлор испаряют в змеевиковых испарителях и используют в виде газа, так как жидкий хлор не смешивается с водой и плохо растворяется в ней. Переход хлора из жидкого состояния в газообразное происходит при потреблении тепла извне. Температура воздуха в складе всегда плюсовая, поэтому хлор, потребляя тепло воздуха через стенки контейнера, частично испаряется и переходит в газообразное состояние, то есть в контейнере образуются две фазы хлора: в нижней части – жидкий хлор, в верхней – влажный газообразный. Контейнер с хлором устанавливается на весы на металлическую подставку в наклонном положении (горловина приподнята), чтоб вентили на горловине располагались вертикально друг над другом, при этом верхний вентиль через сифон сообщается с газовой фазой, а нижний вентиль – с жидкой фазой.

При отборе газообразного хлора из контейнера осуществляется контроль за давлением, расходом хлора и окончанием опорожнения емкости. Остаточное давление в опорожненном сосуде должно быть не менее 0,05 МПа (0,5 кгс/см<sup>2</sup>).

Подсоединение контейнера к хлоропроводу осуществляется при помощи гибкой трубки, которая фиксируется к контейнеру и хлоропроводу накидными крепежными гайками. Влажный хлор-газ из контейнера по гибкой трубке поступает в хлоропровод, который проходит через испаритель в виде змеевика. В испарителе змеевик омывается подогретой водой и за счет теплообмена происходит дальнейший переход хлор – газа в более сухую фазу.

Далее хлор – газ поступает в корпус грязевика, где теряется скорость его движения за счет разности диаметров хлоропровода и грязевика. Примеси, находящиеся во взвешенном состоянии, под собственным весом оседают на дно грязевика, а хлор, для более глубокой очистки, проходит через фильтр.

После фильтра очищенный хлор – газ поступает в хлоратор ЛОНИИ-100КМ. Хлоратор ЛОНИИ – 100КМ представляет собой вакуумный аппарат обеспечивающий: фильтрование хлорного газа; отключение подачи хлора в ротаметр при отсутствии разрежения; - измерение разрежения; индикацию и регулирование производительности по хлору; - защиту конструкции от проникновения воды из эжектора; - смешивание газообразного хлора с потоком рабочей воды. Хлоратор установлен в отапливаемом и вентилируемом помещении (рабочий диапазон температур от 10 до 35°С).



Часть хлорированной воды после резервуаров сырой воды поступает на распределительное устройство хлораторной установки. Распределительное устройство предназначено для подачи воды: в бак разрыва струи, на эжектор хлор-дозаторов, на пожарные и поливочные краны, в резервуар нейтрализующего раствора и на собственные нужды персонала хлораторной установки. Поэтому давление на распределительное устройство устанавливается редукционным клапаном не менее 6 кгс/см.

Бак разрыва струи служит для снижения давления воды после испарителя и для подачи подогретой воды необходимого давления в испаритель.

Снижение давления в баке разрыва струи происходит за счет разности диаметров входящего трубопровода и самого бака. Необходимое давление (не более 3 кгс/см) создается насосом повышения давления, так как давление воды в испарителе должно быть ниже давления хлора в змеевике хлоропровода во избежание попадания туда воды.

Хлор, поступающий с завода, содержит примеси мышьяка, серной кислоты, хлорного железа, треххлористого азота, компрессорного масла и влаги.

При смешивании жидкого хлора с водой образуется гидрат хлора (желтые октаэдрические кристаллы), который уменьшает проходное сечение коллекторов. Поэтому попадание воды в хлоропровод и контейнер недопустимо.

Подогрев воды происходит в электроводонагревателе.

Насос повышения давления одновременно подает воду одновременно в испаритель и электроводонагреватель, а затем подогретая (не выше 35°C) вода после электроводонагревателя и охлажденная вода после испарителя возвращается в бак разрыва струи. Таким образом, происходит циркуляция теплой воды через испаритель, где происходит теплообмен между теплой водой и холодным хлоропроводом. После подогрева воды до 35°C электроводонагреватель отключается автоматически. При снижении температуры воды в испарителе до 10°C электроводонагреватель также автоматически включается в работу.

Небольшие потери теплой воды в баке разрыва струи (утечка через сальниковые уплотнения насоса и запорной арматуры, отбор пробы на анализ рН среды) восполняются холодной водой от распределительного устройства.

Холодная вода после распределительного устройства поступает на эжектор хлоратора и должна быть 4-5 кгс/см, где происходит смешение воды с газообразным хлором и хлорная вода поступает в камеру переключений №3 в трубопроводы сырой воды и далее в резервуары.

Для нейтрализации аварийных выбросов хлора предусматривается применение аппарата обеззараживания хлора «ОЛИМП-2002», разработанный ЗАО «ОЛИМП» г. Санкт-Петербург, имеющего разрешение Госгортехнадзора РФ, что позволит повысить эффективность поглощения аварийных выбросов хлора.

*Аппарат «ОЛИМП»*

Аппарат комплектуется: вытяжными вентиляторами, циркуляционными насосами, системой автоматического слежения, автоматического пуска и

управления установкой, емкостью на 16 м<sup>3</sup> для приготовления 10%-ного раствора кальцинированной соды.

Аппарат «ОЛИМП» представляет собой противоточный 2-х тарельчатый абсорбер, в котором в качестве контактных устройств используются тканевые сетки (ТКУ).

ТКУ способны работать с малым гидравлическим сопротивлением в широком диапазоне нагрузок по газовой фазе. Входной патрубок газа аппарата находится под ТКУ и заглублен в нейтрализующий раствор, что обеспечивает хороший контакт газа с жидкостью и исключает проскок хлора в пусковой период.

В аппарате имеются две ступени нейтрализации хлора - 2 последовательно работающие сетчатые тарелки, на которых при включении аппарата в работу (подаче нейтрализующего раствора на верхнюю тарелку и включении вытяжного вентилятора) создаются 2 «кипящих пенных «слоя», обеспечивающих интенсивные массообменные процессы по связыванию и обезвреживанию хлора. Уносимые с верхней тарелки капли жидкости улавливаются многослойным каплеуловителем.

Аппарат имеет разрешение Ростехнадзора России на применение № РРС 02-5630 от 05.04.2002г.

Технологическая схема представлена на Рисунке 1.

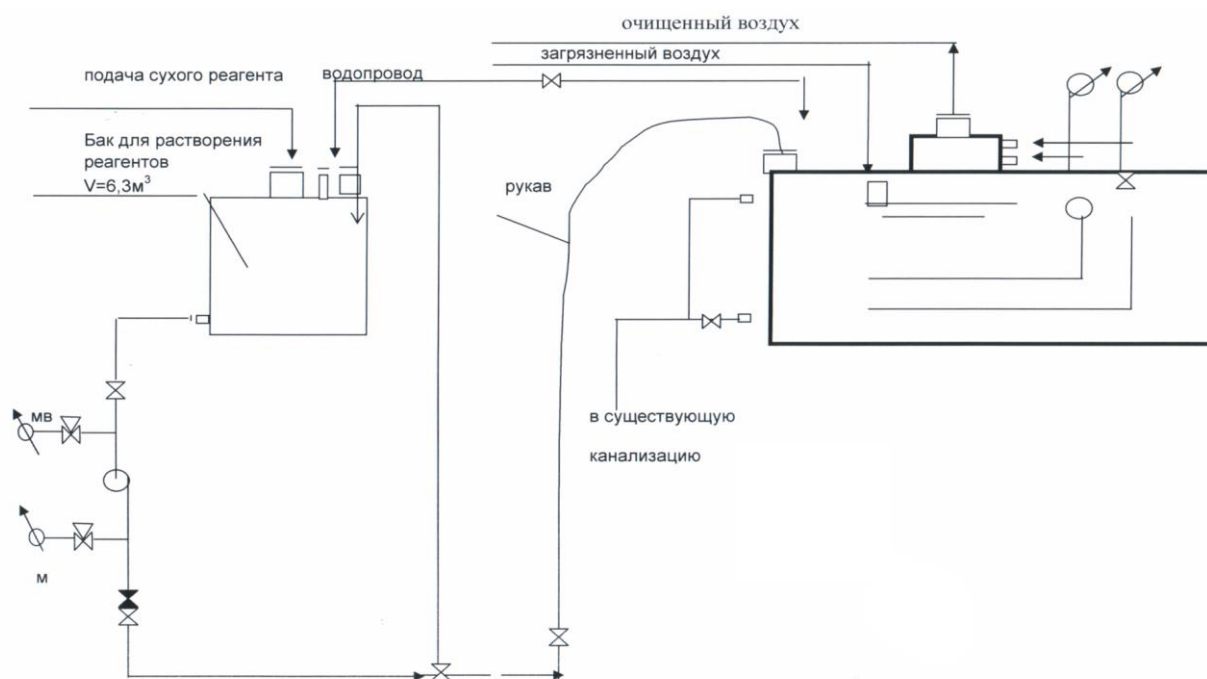


Рисунок 3.1 – Технологическая схема аварийной вентиляции и поглощения выброса хлора

#### *Технологическая схема работы установки обеззараживания*

Аппарат представляет собой цилиндрическую конструкцию без днища, состоящую из корпуса и крышки, соединенных фланцами. Между фланцами установлена абсорбционная тарелка. К боковой стенке корпуса приварен патрубок для ввода воздуха. Патрубок во внутреннем пространстве корпуса пе-

реходит в карман цилиндрической формы. Верхняя часть кармана заканчивается фланцем, на котором укреплена вторая абсорбционная тарелка. Под крышкой симметрично с патрубком выхода обезвреженного воздуха установлен каплеотбойник, представляющий собой каркас цилиндрической формы с глухим днищем, боковая фильтрующая которого обтянута тканой сушильной синтетической сеткой ТУ 8388-001-45530221-98.

Из этой же сетки выполнены абсорбционные тарелки.

Аппарат устанавливается в емкости, заполненной 10% раствором соды ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) в воде. На корпусе аппарата закреплены два насоса, всасывающие патрубки которых погружены в раствор заполняющий емкость, а нагнетательные - соединены с соплами подачи раствора, установленными в крышке аппарата. Для установки тарелок в горизонтальной плоскости в основании аппарата имеются регулировочные винты. Для наблюдения за подачей раствора над верхней тарелкой в крышке предусмотрено смотровое окно. Разрежение в аппарате контролируется по тягомеру, установленному на патрубке для выхода очищенного воздуха и не должно превышать 3500 Па. Давление на насосах нейтрализующего раствора должно быть в пределах 0,1 – 0,3 кгс/см<sup>2</sup>.

Аппарат входит в состав установки аварийной вентиляции и соединен с вытяжным вентилятором. Для подготовки аппарата к работе емкость необходимо заполнить раствором. При этом минимальный уровень находится на 100 мм выше нижней отметки корпуса аппарата, а максимальный уровень - на 50 мм ниже фланцевого соединения насоса с электроприводом.

При превышении в воздухе помещения 20 ПДК по хлору в воздухе срабатывает двухпороговый сигнализатор хлора типа Хоббит. По этому сигналу включается один из двух насосов (другой - резервный, и через 10 секунд вентилятор, засасывающий воздух, насыщенный хлором, в аппарат). Насос подает раствор соды в сопло, которое разбрызгивает его на сетку верхней абсорбционной тарелки. Воздух с примесью хлора поступает через патрубок в карман и просасывается последовательно через две абсорбционные тарелки.

Благодаря значительной поверхности контакта воздуха и раствора происходит интенсивное поглощение хлора из воздуха в результате химической реакции. Очищенный от хлора воздух осушают, выводя его из аппарата через каплеотбойник. После достижения содержания хлора в воздухе помещения меньше ПДК, аппарат отключается оператором в следующем порядке:

- отключает циркуляционный насос;
- переводит аппарат в холостой режим для продувки. Воздух для продувки забирается из помещения, протягивается аварийным вентилятором через аппарат и выбрасывается в атмосферу;
- отключает аварийный вентилятор.

Емкость с 10% раствором кальцинированной соды оборудуется датчиками уровня раствора. Раствор соды постоянно должен проверяться на концентрацию и корректироваться. Приготовление раствора соды предусматривается в существующей емкости 6,3 м<sup>3</sup>. Перемешивание раствора осуществляется сжатым воздухом. После перемешивания замеряется плотность

### *Меры безопасности*

Конструкция аппарата соответствует требованиям ГОСТ 12.2.003-91; ОСТ 26-291-94, Правил № 554, ПУЭ.

Требования к среде:

- класс опасности по хлору по ГОСТ12.1.007-76 – 2;
- ПДК хлора в воздухе рабочей зоны - не более 1 мг/м<sup>3</sup>;
- мощность приводов насоса - не более 3,5кВт;
- число циклов нагружения – не менее 1000;
- срок службы – не менее 10 лет.

Электроприводы должны быть заземлены в соответствии с ПУЭ и требованиями сопроводительной документации на них. Величина электрического сопротивления между заземляющими зажимами и каждой доступной прикосновению металлической нетоковедущей частью, которая может оказаться под напряжением не должна превышать 0,1 Ом по ГОСТ 12.2.007.0-75.

Степень защиты оболочки электродвигателей – JP54 по ГОСТ 17494-87.

В аппарате имеются две ступени нейтрализации хлора – 2 последовательно работающие сетчатые тарелки, на которых при включении аппарата в работу (подаче нейтрализующего раствора на верхнюю тарелку и включении вытяжного вентилятора) создается 2 «кипящих пенных слоя», обеспечивающих интенсивные массообменные процессы по связыванию и обезвреживанию хлора. Уносимые с верхней части тарелки жидкости улавливаются многослойным каплеуловителем.

Преимуществом аппарата являются:

- высокая эффективность поглощения при компактности и резком снижении высоты по сравнению со скруббером;
- безинерционность;
- исключение уноса капель нейтрализующего раствора в результате применения каплеуловителя;
- полное соответствие требованиям Правил ПБ 09-594-03;
- аппарат имеет разрешение Госгортехнадзора России на применение.

Основные технические характеристики аппарата:

- а) аппарат-абсорбер с двумя ступенями контактирования;
- б) производительность по воздуху – 5000 м<sup>3</sup>/час;
- в) разряжение – не более 3500 Па;
- г) температура рабочей среды – от +5<sup>0</sup>С до +40<sup>0</sup>С;
- д) производительность циркуляционного насоса – 12 м<sup>3</sup>/час;
- е) состав среды:
  - 1) газовая фаза - воздух с примесью хлора (концентрация нерегулируется);
  - 2) жидкая фаза – 10%-ный раствор кальцинированной соды;
- ж) необходимое количество нейтрализующего раствора (для ликвидации аварий с контейнером) – 15,8 м<sup>3</sup>;
- з) степень очистки – 99,99 %.

## 4 Расчет и проектирование насосных станций

### 4.1 Насосная станция I подъема

Насосные станции систем водоснабжения это сложный комплекс сооружений и оборудования для подачи воды потребителю. Насосные станции 1-го подъема забирают воду из источника водоснабжения и подают её на водоочистные сооружения.

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

$$H = H_{ст} + h_{w,вс} + h_{w,н} + 1, \quad (4.1)$$

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

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

1 – запас напора на излив воды из трубопровода.

Статический напор определяют по формуле

$$H_{ст} = H_S - H_{г.н.} \quad (4.2)$$

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

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

$$H_{ст} = (245,77+6) - 224,77 = 27 \text{ м}$$

Потери напора соответственно во всасывающем трубопроводе:

$$h_{w,вс} = h_{хода} + h_{выхода} + h_{колена} \quad (4.3)$$

$$h_{w,вс} = 1,5 \text{ м}$$

Потери напора соответственно в нагнетательном трубопроводе:

$$h_{w,вс} = i \cdot l, \quad (4.4)$$

где  $i$  – гидравлический уклон;

$l$  – длина трубопровода от водозабора до резервуара.

$$h_{w,вс} = 0,0106 \cdot 160 = 1,69 \text{ м},$$

$$H = 27 + 1,5 + 1,69 + 1 = 35\text{ м} = 7,94 + 1,5 + 1,69 + 1 = 12,13\text{ м}$$

### Подбор насоса

Принимаем насос фирмы Grundfos марки SP 125-2-AA (один рабочий и один резервный) со следующими техническими характеристиками:

- подача –  $78\text{ м}^3/\text{ч}$ ;
- напор – 35 м;
- КПД насоса – 68,3 %;
- NPSH – 3,5 м;
- мощность электродвигателя – 13 кВт;
- частота вращения – 2894 об/м;
- напряжение – 3x400В;
- диаметр рабочего колеса – 138 мм.

Изображение характеристик, размеров и вид насоса представлены на рисунках 4.1 – 4.2.

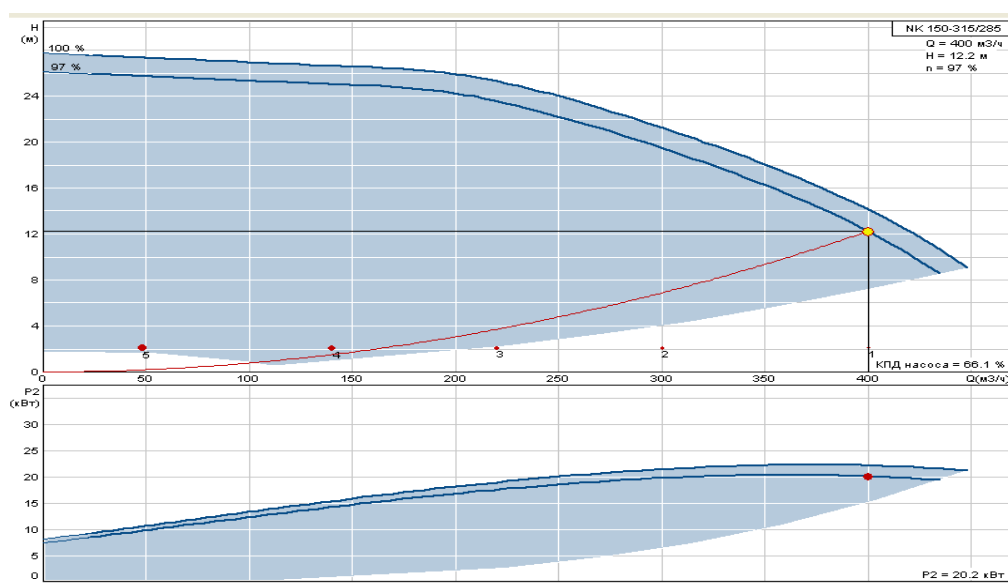


Рисунок 4.1 – Диаграмма характеристик насоса

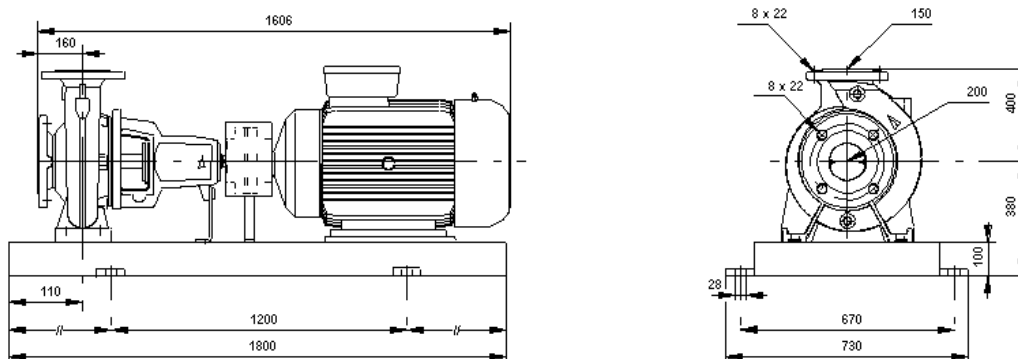


Рисунок 4.2 – Скважинный насос

## 4.2 Оборудование для промывки скважины при заиливании

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

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

Для прокачки необходим насос, способный качать воду вместе с содержащейся в ней грязью, илом и песком. Такой насос может прокачивать воду даже с мелкими, до 0,5 сантиметра камешками. Перед прокачкой желательно взболтать воду поданной через шланг струёй воздуха, –при этом

слежавшийся на дне осадок равномерно распределиться в воде и большая часть его удалится при откачке. Выкачиваемую воду можно сливать в любое удобное место, соблюдая чистоту возле скважины.

Для производства монтажа устанавливаем грузоподъемное оборудование. Так как скважина оборудована павильоном, то для опускания насоса на глубину 26 м подбираем таль.

### *Подбор насоса для прокачки*

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

- подача – 100 м<sup>3</sup>/ч;
- напор – 80 м;
- КПД насоса – 68 %
- мощность электродвигателя – 45 кВт;
- частота вращения– 3000об/м;
- масса– 440 кг;
- температура перекачиваемой среды – +3...+60 С<sup>0</sup>.

### *Подбор грузоподъемного оборудования*

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

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

## 4.3 Насосная станция II подъема

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

По данным расчета часовой неравномерности водопотребления построен график водопотребления города. График режима работы насосной станции II

подъема принят из условия максимального приближения его к графику водопотребления.

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

#### *Определение уровней воды в РЧВ*

Для хранения рассчитанного объема воды принимаю прямоугольные железобетонные резервуары. Полный объем РЧВ составляет  $W_p = 2000 \text{ м}^3$

Число резервуаров  $N_p$  выбираются в зависимости от величины аккумулированного объема и в количестве не менее двух. Принимаю 2 РЧВ, объемом  $W_p = 2000 \text{ м}^3$  каждый. Размеры резервуара определяют исходя из размеров сборных унифицированных конструкций заводского изготовления.

Принимаем резервуар длиной  $L = 24 \text{ м}$ , шириной  $B = 18 \text{ м}$  и высотой  $H = 4,8 \text{ м}$ .

Отметку дна резервуара определяют по формуле

$$Z_d = Z - \frac{H}{2}, \quad (4.5)$$

где  $Z$  – отметка земли у резервуара,  $Z = 172,2 \text{ м}$ ;

$H$  – высота резервуара, м

$$Z_d = 172,2 - \frac{4,8}{2} = 169,8 \text{ м}$$

Максимальный уровень воды в резервуаре определяют по формуле

$$Z_{\max} = Z_d + h_{\max}, \quad (4.6)$$

Максимальную высоту слоя воды в резервуаре определяют по формуле

$$Z_d = \frac{W_{\text{РЧВ}}}{F_{\text{РЧВ}}}, \quad (4.7)$$

где  $W_{\text{РЧВ}}$  – полный объем резервуаров чистой воды;

$F_{\text{РЧВ}}$  – площадь резервуаров.

$$Z_d = \frac{3148,79}{2 \cdot 432} = 3,6 \text{ м},$$

$$Z_{\max} = 169,8 + 3,6 = 173,4 \text{ м}$$

Отметку слоя пожарного запаса воды в резервуаре определяют по формуле



$$Z_{\text{п}} = Z_{\text{д}} + h_{\text{п}}, \quad (4.8)$$

Максимальную высоту слоя противопожарного запаса воды, определяют по формуле

$$h_{\text{п}} = \frac{W_{\text{п1}}}{F_{\text{РЧВ}}}, \quad (4.9)$$

где  $F_{\text{РЧВ}}$  – площадь резервуара;

$W_{\text{п1}}$  – неприкосновенный противопожарный объем в одном резервуаре.

Неприкосновенный противопожарный объем в одном резервуаре, определяют по формуле

$$W_{\text{п1}} = \frac{W_{\text{пож}}}{N}, \quad (4.10)$$

где  $W_{\text{пож}}$  – неприкосновенный противопожарный объем,  $270 \text{ м}^3$ ;

$N$  – количество резервуаров,  $N=2$ .

$$W_{\text{п1}} = \frac{864}{2} = 432 \text{ м},$$

$$h_{\text{п}} = \frac{864}{2 \cdot 432} = 1,0 \text{ м},$$

$$Z_{\text{п}} = 169,8 + 1,0 = 170,8 \text{ м}$$

Найденные отметки представлены на рисунке 4.3.

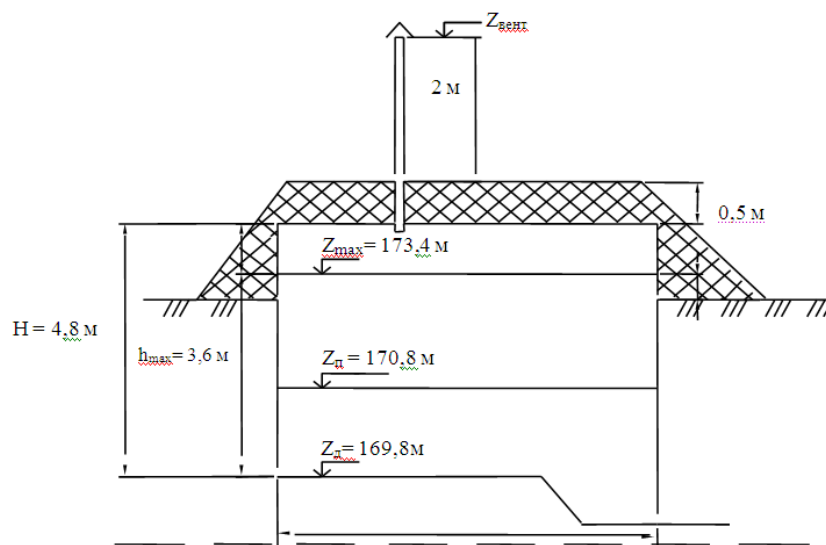


Рисунок 4.3 – Расчетная схема резервуара чистой воды

### *Расчет диаметров всасывающих и напорных трубопроводов*

Диаметр всасывающих и напорных труб определяют по расчетному расходу при нормальном режиме работы водозабора и скорости движения воды в трубах:

$$D = \sqrt{\frac{Q_1}{0,785 \cdot V_m}}, \quad (4.11)$$

где  $Q_1$  – расчетный расход;

$V_m$  – допустимая расчетная скорость в трубопроводе, для трубопроводов насосных станций  $V_T^{bc} = 0,8-1$  м/с и  $V_T^{нап} = 1,5-2,0$  м/с.

Диаметр всасывающих трубопроводов насосной станции:

$$D = \sqrt{\frac{0,253}{0,785 \cdot 0,89}} = 0,6 = 600 \text{ мм}$$

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

Диаметр напорных трубопроводов насосной станции:

$$D = \sqrt{\frac{0,253}{0,785 \cdot 1,59}} = 0,45 = 450 \text{ мм}$$

*Определение требуемого напора насосов.*

Высота подъема насосов определяют по формуле

$$H_H = H_r + h_{w,вс.л} + h_{w,н.л}, \quad (4.12)$$

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

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

Потери напора во всасывающем трубопроводе:

$$h_{w,вс.л} = S_{o,вс} \cdot L_B \cdot Q_{вс}^2 + h_{к,вс}, \quad (4.13)$$

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

$L_B$  – длина всасывающего трубопровода, м (его значение принимаются по генплану);

$Q_{вс}$  – расчетные расходы всасывающих линий, м<sup>3</sup>/с;

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

$$h_{w,вс.л} = (0,01859/1000000) \cdot 100 \cdot 0,253^2 + 1,5 = 1,5 \text{ м}$$

Потери напора в напорном трубопроводе определяют по формуле

$$h_{w,н} = h_{к.н} + h_{wн,д}, \quad (4.14)$$

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

$h_{wн,д}$  – сумма потерь на напорной линии.

$$h_{w,н} = 2 + (1,66 + 1,23 + 10,44 + 0,32 + 5,07) = 20,72 \text{ м}$$

Геометрическая высота подъема воды:

$$H_{г} = H_{z} = Z_{д,т} - Z_{п}, \quad (4.15)$$

где  $H_{z}$  – разность отметок поверхности земли у диктующей точки  $Z_{д,т}$  и расчетного (пожарного) уровня в резервуаре чистой воды  $Z_{прчв}$ .

$$H_{г} = H_{z} = 255,20 - 242,5 = 12,7 \text{ м} = 178,3 - 170,8 = 7,5$$

Полная высота подъема насосов:

$$H_{п} = (H_{г} + h_{wвс.л} + h_{wн,л}) + H_{св}, \quad (4.16)$$

где  $h_{wвс.л}$  – потери напора во всасывающем трубопроводе;

$h_{wн,л}$  – потери напора в напорном трубопроводе.

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

$$H_{св} = 4 \cdot (n - 1) + 10, \quad (4.17)$$

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

$$H_{св} = 4 \cdot (9 - 1) + 10 = 42 \text{ м},$$

$$H_{п} = (7,5 + 1,5 + 20,72) + 42 = 71,72 \text{ м}$$

### Подбор насосов

Насосы в насосных станциях и крупных установках, как правило, работают совместно, т. е. несколько насосов подают жидкость в одну систему. Под-

бор марки насосов производится по требуемым подаче и напору. По сводному графику рабочих зон насосов предварительно намечается марка насоса. Окончательный выбор производится по рабочим характеристикам насосов.

$$Q_n = 911,83 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$H_n = 71,72 \text{ м}$$

Принимаем насос Grundfos марки NK125 – 250/243 (два рабочих и два резервных) со следующими техническими характеристиками:

- подача – 400 м<sup>3</sup>/ч;
- напор – 70,4 м;
- КПД насоса – 81,7 %
- мощность электродвигателя – 93,8 кВт;
- частота вращения – 2900 об/м;
- напряжение – 3x400 В;
- диаметр рабочего колеса – 243 мм.

Диаграмма характеристик, размеров и вид насоса представлены на рисунках 4.4, 4.5 и 4.6.

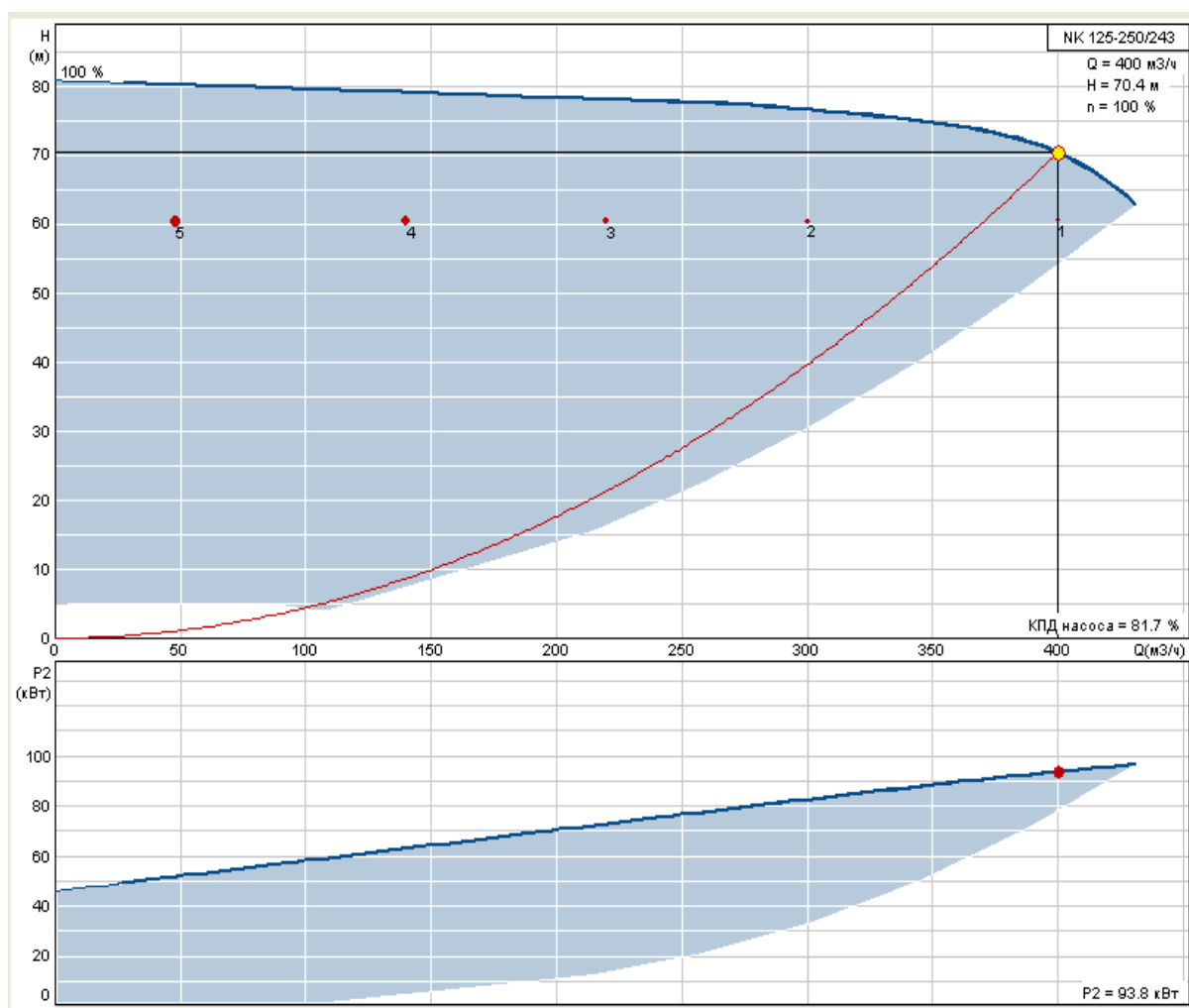


Рисунок 4.4 – Диаграмма характеристик

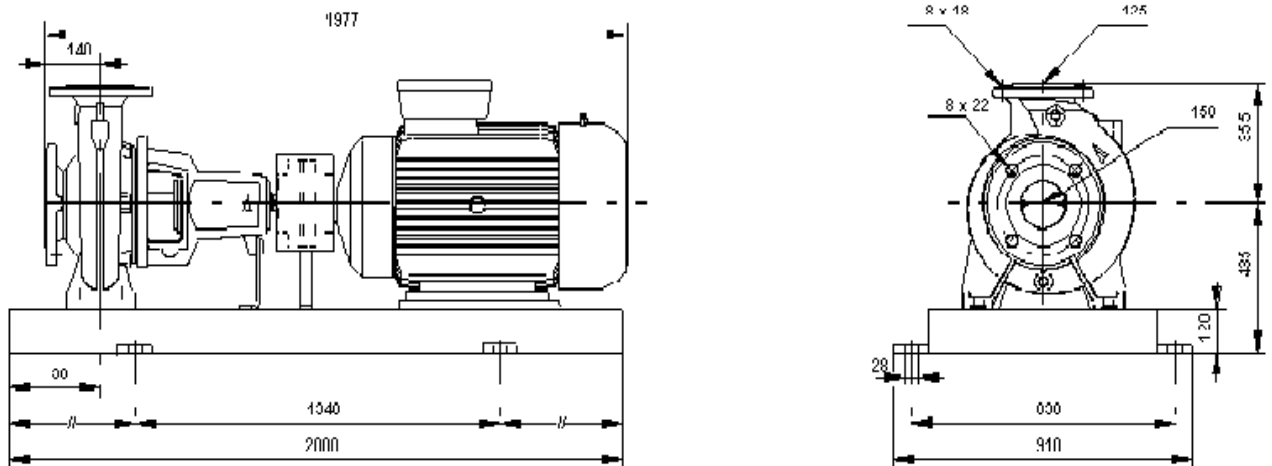


Рисунок 4.5 – Размеры насоса



Рисунок 4.6 – Вид насоса

## 5 Технология и организация строительного производства

### 5.1 Определение объемов земляных работ

Объемы земляных работ рассчитаны для участков от точки 1 до точки 4 кольцевой водопроводной сети. Длина трубопровода 1100 м. Участки запроектированы из чугунных труб  $d_y = 400$  мм. Масса 6 м трубы 364 кг.

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

Глубину заложения трубопровода устанавливаем

В начале участка (точка 1):

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

где  $h_{np}$  – глубина промерзания грунта, 2,5 м;  
 $h_{от}$  – глубина оттаивания 0,5 м.

$$h_1 = 2,5 + 0,5 = 3,0 \text{ м}$$

Глубина  $h_2$  прокладки труб в конце участка (точка 4):

$$h_2 = h_1 + i_{np} \cdot L = 3,0 + 0,002 \cdot 1100 = 5,2 \text{ м}, \quad (5.2)$$

Средняя глубина траншеи:

$$h_{cp} = (3,50 + 5,2) : 2 = 4,1 \text{ м}$$

Ширина  $B$  траншеи по дну определяется в зависимости от материала труб и их наружного диаметра (при наружном диаметре до 0,5 м) по формуле

$$B = d_{нар} + 0,2 = 0,44 \text{ м}, \quad (5.3)$$

Ширина траншеи поверху в точке 1:

$$E_1 = B + 2 \cdot m \cdot h_1 = 0,44 + 2 \cdot 0,85 \cdot 3,0 = 5,54 \text{ м} \quad (5.4)$$

Ширина траншеи поверху в точке 4:

$$E_2 = B + 2 \cdot m \cdot h_2 = 0,44 + 2 \cdot 0,85 \cdot 5,2 = 9,28 \text{ м}, \quad (5.5)$$

$$E_{cp} = B + 2 \cdot m \cdot h_{cp} = 0,44 + 2 \cdot 0,85 \cdot 4,1 = 7,41 \text{ м} \quad (5.6)$$

Для подсчета объемов земляных работ по разработке траншей определяем площади поперечного сечения траншеи на пикетах.

При трапециевидальной форме сечения траншеи площадь сечения поперечника определяется по формуле

$$F_{cp} = \frac{h_{cp} \cdot (B + E)}{2} = h_{cp} \cdot (B + m \cdot h_{cp}), \quad (5.7)$$

где  $h$  – глубина траншеи, м;

$E$  – ширина траншеи поверху, м;

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

$B$  – ширина траншеи по дну, м.

$$F_{cp} = 4,1 \cdot (0,44 + 0,85 \cdot 4,1) = 37,5 \text{ м}^2 \quad (5.8)$$

Разработку грунта в траншеях одноковшовыми экскаваторами следует вести без нарушения естественной структуры грунта в основании с недобором, принимаемым равным 0,2 м и отрываемым вручную.

Объем грунта, подлежащий разработке,  $V$ , м<sup>3</sup>:

$$V = V_m + V_p, \quad (5.9)$$

где  $V_m$  – объем грунта, разрабатываемый механизированным способом, м<sup>3</sup>;

$V_p$  – объем грунта, разрабатываемый вручную, м<sup>3</sup>.

Объем грунта разрабатываемый экскаватором:

$$V_m = V_m^1 + V_m^2, \quad (5.10)$$

где  $V_m^1$  – объем грунта, извлекаемого экскаватором при отрывке из траншеи под трубопровод, м<sup>3</sup>;

$V_m^2$  – объем грунта, извлекаемого экскаватором для устройства котлованов под колодцы, м<sup>3</sup>.

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

$$V_m^1 = \left( F_{cp} + \frac{m \cdot [(h_1 - 0,2) + (h_2 - 0,2)]^2}{12} \right) \cdot l_1, \quad (5.11)$$

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.

$$l_1 = L - a_2 \cdot N = 1100 - 3,2 \cdot 8,7 = 1072,16 \text{ м}, \quad (5.12)$$

где  $N$  – количество котлованов, равное количеству колодцев.

$$N = \frac{L}{100} + 1 = \frac{1100}{100} + 1 = 12, \quad (5.13)$$

$$V_m^1 = \left( 37,5 + \frac{0,85 \cdot [(3,0 - 0,2) + (5,2 - 0,2)]^2}{12} \right) \cdot 1072,16 = 44826,5 \text{ м}^3$$

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

$$V_m^2 = \frac{h_{cp} \cdot [(2a_1 + a_2) \cdot b_1 + (2a_2 + a_1) \cdot b_2]}{6} \cdot N, \quad (5.14)$$

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.

$$a_2 = b_2 = a_1 + 2 \cdot m \cdot h_{cp} = 3,2 + 2 \cdot 0,85 \cdot 4,1 = 8,7 \text{ м}, \quad (5.15)$$

$$V_M^2 = \frac{3,9 \cdot [(2 \cdot 3,2 + 8,7) \cdot 3,2 + (2 \cdot 8,7 + 3,2) \cdot 8,7]}{6} \cdot 12 = 1865,8 \text{ м}^3,$$

$$h_{cp} = 4,1 - 0,2 - 0,2 = 3,9 \text{ м}$$

Объем грунта, разрабатываемый экскаватором:

$$V_M = 44826,5 + 1865,8 = 46692,3 \text{ м}^3$$

Объем грунта, разрабатываемого вручную:

$$V_p = V_p^1 + V_p^2, \text{ м}^3 \quad (5.16)$$

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, 3;

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

$B$  – ширина траншеи понизу.

$$l_1^H = L - a_1 N = 1100 - 3,2 \cdot 12 = 1061,6 \text{ м}, \quad (5.18)$$

$$V_p^1 = 0,2 \cdot (0,44 \cdot 1061,6 + 3,2 \cdot 3,2 \cdot 12) = 68,8 \text{ м}^3$$

Объем грунта, извлекаемого при устройстве прямков:

$$V_p^2 = V_{пр} \cdot N_1 = 0,41 \cdot 178 = 72,98 \text{ м}^3, \quad (5.19)$$

где  $V_{пр}$  – объем одного прямка,

$N_1$  – количество прямков.

$$N_1 = \frac{L - D_{кол} \cdot N}{l_{пр}} - 1 = \frac{1100 - 2,0 \cdot 12}{6} - 1 = 178 \text{ шт} \quad (5.20)$$

Размер прямков для колодца  $D_{кол} = 1,5$  м:



- длина  $a^1=1$  м;
- ширина  $b^1=0,326+0,7=1,026$  м;
- глубина  $c^1=0,4$  м.

Объем одного приемка:

$$V_{\text{пр}}=a^1b^1\cdot c^1=1\cdot 1,026\cdot 0,4=0,41 \text{ м}^3 \quad (5.21)$$

Объем грунта, разрабатываемого вручную:

$$V_p = 68,6+72,98=141,58 \text{ м}^3$$

Весь объем грунта, подлежащий разработке:

$$V=3357,087+70,9=3427,987 \text{ м}^3$$

#### *Подбор колодца*

Характеристика задвижки:

- Материал: чугун, 3706-93\*;
- Высота задвижки:  $h=0,875$  м;
- Масса задвижки:  $m=242$  кг;
- Длина задвижки:  $l=500$  мм.

Размеры колодца в плане:

Требуемый размер: строительная длина задвижки  $0,5+1\text{ м}=1,5$  м. Принимаем размер колодца в плане 1,5 м. Высота рабочей камеры колодца не должна быть меньше 1,8 и равна: высота задвижки +  $0,7\text{ м}=0,875+0,7=1,575\text{ м}$ .

Принимаем высоту рабочей камеры равной 1,8 м, а кольца для сбора рабочей камеры высотой 180 см. Марка колец КС –15– 6 (3 шт.).

Таблица 5.1 - Характеристики колец рабочей части

Размеры колец	Марка колец
	КС–15.6
Внутренний диаметр, м	1,5
Наружный диаметр, м	1,68
Высота, м	0,59
Масса колец, кг	660

Плита днища: ПН – 15 (круглая в плане),  $d=15$  м. Толщина плиты: 0,12 м. Масса плиты:  $m=940$  кг.

При определении параметров горловины высота горловины рассчитывается по формуле

$$H_{\text{горл}} = h_{\text{ср}} - 1,8 = 3,74 - 1,8 = 1,94 \text{ м} \quad (5.22)$$

Принимаем кольца стеновые для горловины.

Таблица 5.2 - Характеристики колец горловины

Размеры колец	Марка кольца	Марка кольца
	КС -7 - 9 (2 шт)	КС -7 - 3 (1 шт)
Внутренний диаметр, м	0,7	0,7
Наружный диаметр, м	0,84	0,84
Высота, м	0,89	0,29
Толщина стенки, см	0,7	0,7
Масса колец, кг	380	130

Данные для плиты перекрытия:

- марка плиты: ПП15;
- внутренний диаметр лаза:  $d = 0,7\text{м}$ ;
- наружный диаметр:  $d = 1,68\text{м}$ ;
- масса:  $m = 290\text{ кг}$ .

На плиту перекрытия опирается плита опорная ПО10:

- внутренний диаметр  $d_{\text{вн}} = 1\text{м}$ ;
- толщина плиты  $\delta = 0,15\text{м}$ ;
- длина и ширина  $l \times b = 1,7\text{м}$ ;
- масса  $m = 800\text{кг}$ .

Кольцо опорное вставляется внутрь, его марка КО – 6:

- внутренний диаметр  $d_{\text{вн}} = 0,58\text{м}$ ;
- наружный диаметр  $d_{\text{нар}} = 0,84\text{м}$ ;
- толщина  $\delta = 0,07\text{м}$ ;
- масса  $m = 50\text{ кг}$ .

## 5.2 Определение объёма земли подлежащей вывозу в отвал за пределы стройки

Основная часть грунта, извлекаемого при разработке траншеи, понадобится для обратной засыпки после монтажа и предварительного испытания трубопровода. Вместе с тем часть грунта окажется лишней, так как вытиснится трубопроводом и колодцами. Этот объем земли подлежит вывозу в отвал за пределы строительства. После окончания земляных работ по разработке траншеи осуществляют монтаж трубопровода.

Объем грунта, вывозимого в отвал за пределы строительства:

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

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

Объем грунта, вытесняемый трубопроводом,  $V_{\text{тр}}$ ,  $\text{м}^3$ :

$$V_{\text{тр}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{н}}^2}{4} \cdot \ell_1 \cdot K_p = \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} \cdot 1076 \cdot 1 = 3378,64 \text{ м}^3, \quad (5.24)$$

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

$\ell_1$  – длина трубопровода за вычетом суммарного диаметра всех колодцев.

$$\ell_1 = L - D_n^{кол} \cdot N = 1100 - 2 \cdot 12 = 1076 \text{ м}, \quad (5.25)$$

где  $D_n^{кол}$  – наружный диаметр колодца, 2 м;

$N$  – количество колодцев.

Объём грунта, вытесняемый колодцами:

$$V_{кол} = \frac{\pi \cdot D_n^2}{4} \cdot h_{кол} \cdot N = \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} \cdot 4 \cdot 12 = 51,14 \text{ м}^3, \quad (5.26)$$

где  $h_{кол}$  – глубина колодца, м.

$$V_{отв} = (3378,64 + 51,14) \cdot 1,15 = 3437,5 \text{ м}^3$$

Результаты расчета объемов земляных работ приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Бланк объемов земляных масс

Вид работ	Основные параметры выемки				Объем грунта	
	Ширина, м		Глубина, $h_{ср}$ м	Длина, м	Обозначение	Кол-во, $\text{м}^3$
	По верху, $E_{ср}$	По низу, В				
<b>Механизированные земляные работы</b>						
Разработка траншеи	7,41	0,44	4,1	1061,6	$V_M^1$	44826,5
Разработка котлованов под колодцы	8,7	8,7	4,35	38,4	$V_M^2$	1865,8
Вывоз грунта в отвал за пределы строительства	131,1	131,1	0,20	131,1	$V_{изб}$	3437,5
<b>Ручные земляные работы</b>						
Разработка недобора грунта	0,44	0,44	0,20	1100	$V_p^1$	68,8
Рытье приямков	1,1	1,1	0,26	0,4	$V_p^2$	72,98
Общий объем разработки:					V	46833,88
в т. ч. механизированной;					$V_M$	46692,3
в т. ч. ручной					$V_p$	70,9

### 5.3 Предварительный выбор комплекта машин

Состав комплекта машин определяется видами работ, которые должны быть механизированы. К ним относятся следующие: разработка грунта в траншее и котлованов под колодцы; вывоз избыточного грунта в отвал за пределы строитель-

ства; разгрузка труб, элементов колодцев, арматуры, монтаж трубопровода и арматуры в проектное положение, разравнивание грунта в отвале; обратная засыпка траншеи и котлованов под колодцы; планировка траншеи.

Ведущей машиной в данном комплекте является экскаватор. Марки и тип остальных машин подбираются в зависимости от производительности экскаватора. Для механизированной отрывки траншеи используются одноковшовые экскаваторы, оборудованные обратной лопатой или экскаваторы-драглайны. Подбор экскаватора начинается с определения объема его ковша.

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

Принимаем одноковшовый экскаватор типа обратная лопата, марки ЭО 4312А. Основные характеристики:

- вместимость ковша  $V_k - 1 \text{ м}^3$ ;
- наибольшая глубина копания  $H_k - 6,7 \text{ м}$ ;
- наибольшая глубина выгрузки  $H_b - 5 \text{ м}$ ;
- наибольший радиус выгрузки  $R_b - 6,9 \text{ м}$ ;
- наибольший радиус резания  $R_p - 9 \text{ м}$ .

Марка драглайна ЭО-5111 ЕХЛ. Основные характеристики:

- вместимость ковша  $V_k - 1 \text{ м}^3$ ;
- наибольшая глубина копания  $H_k - 9,4 \text{ м}$ ;
- наибольшая глубина выгрузки  $H_b - 4,1 \text{ м}$ ;
- наибольший радиус выгрузки  $R_b - 12,2 \text{ м}$ ;
- наибольший радиус резания  $R_p - 13,5 \text{ м}$ .

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

$$H_k^{Др} \geq h_2,$$

$$9,4 > 6,25,$$

$$H_k^{Обр. лоп.} \geq h_2$$

При  $6,7 > 6,25$  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; вместимость кузова должна обеспечивать погрузку не менее трех ковшей экскаватора. Грузоподъемность самосвала при расстоянии транспортирования более 1 км и ковша экскаватора  $1 \text{ м}^3$  принимается равной 10 т.

На основании этого подбираем марку автосамосвала: КАМАЗ - 5511.

Количество ковшей экскаватора, необходимое для загрузки самосвала:

$$n = \frac{G}{\gamma \cdot \varepsilon \cdot K_n} = \frac{10}{1,3 \cdot 1 \cdot 0,85} = 9, \quad (5.27)$$

где  $G$  – грузоподъемность самосвала, 10 т;

$\gamma$  – плотность грунта, 1,3 т/м<sup>3</sup>;

$\varepsilon$  – емкость ковша экскаватора, 1 м<sup>3</sup>;

$K_n$  – коэффициент наполнения ковша, 0,85.

Длительность погрузки одного самосвала:

$$t_{\text{пог}} = \frac{n}{n_y \cdot K_T} = \frac{9}{1 \cdot 0,85} = 10,59 \approx 11 \text{ мин}, \quad (5.28)$$

где  $n_y$  – число циклов экскавации в минуту;

$K_T$  – коэффициент, учитывающий условия подачи самосвала в забой, 0,85.

Количество рейсов самосвалов в смену:

$$P_p = \frac{t_{\text{см}} \cdot 60}{t_{\text{пог}} + \frac{2 \cdot L}{V \cdot 60} + t_p + t_m} = \frac{8 \cdot 60}{11 + \frac{2 \cdot 3}{30 \cdot 60} + 1 + 3} = 32 \text{ рейса}, \quad (5.29)$$

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;

$t_{\text{см}}$  – продолжительность смены, ч.

Производительность самосвала в смену, выраженная в м<sup>3</sup> грунта в плотном теле:

$$P_a = \frac{G}{\gamma} \cdot P_p = \frac{10}{1,3} \cdot 32 = 246,2 \text{ м}^3 \quad (5.30)$$

Для перевозки избыточного грунта принимаем 1 самосвал, вывоз грунта будет осуществляться в две смены.

Производительность работы автосамосвала  $T_a$  принимаем равной продолжительности работы экскаватора  $T_3$  и равна 8 ч.

Объем грунта  $V_{\text{см}}$  вывозимого самосвалом за смену равен:

$$V_{\text{см}} = V_{\text{отв}} / T_a = 3437,5 / 8 = 429,7 \text{ м}^3 \quad (5.31)$$

Количество самосвалов  $N_a$ , необходимых для транспортировки избыточного грунта определяется:

$$N_a = V_{\text{см}} / P_a = 429,7 / 246,2 = 1,7 \text{ шт} \quad (5.32)$$

Принимаем 1 самосвал марки КАМАЗ-5511.

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

$$N_a = V_{cm} / \Pi_a \cdot K_{оч}, \quad (5.33)$$

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

Значение  $K_{оч}$  определяется по формуле

$$K_{оч} = (\Pi_{нав} / \Pi_{трансп}) / [(V_{нав} / V_{трансп}) + (\Pi_{нав} / \Pi_{трансп})], \quad (5.34)$$

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

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

$$K_{оч} = (441,4/2,8) / [(43254,8 / 3437,5) + (441,4/2,8)] = 0,92$$

Производительность экскаватора при работе навывет определяется по формуле

$$\Pi_{нав} = t_{см} \cdot 100 \cdot (1 - P) / H_{вр1}, \quad (5.35)$$

где  $P$  – количество избыточного грунта, погружаемого в транспорт, в долях единицы (за единицу принят весь объем грунта, разрабатываемого экскаватором);

$H_{вр1}$  – норма времени на разработку грунта экскаватором при работе навывет, 1,8.

$$P = V_{отв} / V_M = 3437,5 / 46692,3 = 0,007, \quad (5.36)$$

$$\Pi_{нав} = 8 \cdot 100 \cdot (1 - 0,007) / 1,8 = 441,3$$

Производительность экскаватора при работе в транспорт определяется по формуле

$$\Pi_{трансп} = t_{см} \cdot 100 \cdot P / H_{вр2}, \quad (5.37)$$

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

$$\Pi_{трансп} = 8 \cdot 100 \cdot 0,007 / 2,4 = 2,8$$

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

$$V_{нав} = V - V_p - V_{отв} = 46833,88 - 141,58 - 3437,5 = 43254,8 \text{ м}^3, \quad (5.38)$$

$$V_{\text{тран.}} = V_{\text{нав}} = 3437,5, \quad (5.39)$$

$$N_a = 429,7 / 246,2 \cdot 0,92 = 1,89$$

При  $N_a = 1,89$  выбираем 2 самосвала.

*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:

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

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

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

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

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

$b$  – ширина траншеи, м;

$h_2$  – глубина прокладки в конце трубопровода, м;

$m$  – коэффициент откоса траншеи, 0,85

$$b = 2 \cdot H_{\text{отв}} = 2 \cdot 6,5 = 13 \text{ м}, \quad (5.43)$$

$$H_{\text{отв}} = F_{\text{отв}}^{0,5} = 6,5 \text{ м}, \quad (5.44)$$

$$F_{\text{отв}} = F_{\text{ср}} \cdot K_{\text{перв}} \cdot K = 37,5 \cdot 1,13 \cdot 0,99 = 41,95 \text{ м}^2, \quad (5.45)$$

где  $K$  – коэффициент, учитывающий уменьшение площади поперечного сечения отвала при вывозе за пределы строительной площадки избыточного грунта в объеме равном объему грунта, вытесняемому трубопроводом и колодцами,  $K = 0,99$ .

$$F_{\text{пл1}} = [7,41 + 13 + 5,2 \cdot (1 - 0,85)] \cdot 1100 = 23309 \text{ м}^2$$

Площадь планируемой поверхности на месте свалки избыточного грунта:

$$F_{\text{пл2}} = \frac{V_{\text{омс}}}{h} = \frac{3437,5}{0,2} = 17187,5 \text{ м}^2, \quad (5.46)$$

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

$$F_{\text{пл}} = 23309 + 17187,5 = 40496,5 \text{ м}^2,$$

$$T_6 = \frac{40496,5 \cdot 1,2}{1000 \cdot 8} = 6,07 = 6 \text{ смены}$$

*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  $1 \text{ м}^3$  грунта и трудоемкости разработки  $1 \text{ м}^3$  грунта.

Продолжительность работы экскаватора по отрывке траншеи  $T_{\text{э}}$  определяется по формуле

$$T_{\text{э}} = \frac{V_M}{\Pi_{\text{э}}} \text{ смен}, \quad (5.47)$$

где  $V_M$  – объём грунта, вырабатываемого механизированным способом,  $\text{м}^3$ ;  
 $\Pi_{\text{э}}$  – нормативная производительность экскаватора в смену:

$$\Pi_{\text{э}} = t_{\text{см}} \cdot 100 \cdot \left( \frac{1-P}{H_{\text{вр}1}} + \frac{P}{H_{\text{вр}2}} \right), \text{ м}^3 \text{ в смену}, \quad (5.48)$$

где  $t_{\text{см}}$  – продолжительность смены, 8 ч;

$P$  – количество избыточного грунта, погружаемого в транспорт в долях единицы, определяем по формуле

$H_{\text{вр}1}$ ,  $H_{\text{вр}2}$  – соответственно норма времени на разработку экскаватором при работе в отвал и при погрузке в транспорт.

$$P = \frac{V_{\text{отв}}}{V_M} = \frac{3437,5}{466923} = 0,07 \quad (5.49)$$

Нормативная производительность экскаватора в смену:

$$\Pi_{\text{э}}^{\text{о}} = 8 \cdot 100 \cdot \left( \frac{1-0,07}{1,8} + \frac{0,07}{2,4} \right) = 439 \text{ м}^3 \text{ в смену}$$

Нормативная производительность драглайна в смену:

$$\Pi_{\text{э}}^{\text{д}} = 8 \cdot 100 \cdot \left( \frac{1-0,07}{1,9} + \frac{0,07}{2,5} \right) = 414 \text{ м}^3 \text{ в смену}$$



Продолжительность работы экскаватора с обратной лопатой по отрывке траншеи:

$$T_{\text{Э}}^{\text{О}} = \frac{466923}{439} = 106,3 \text{ смен}$$

Продолжительность работы драглайна по отрывке траншеи:

$$T_{\text{Э}}^{\text{Д}} = \frac{46692,3}{414} = 112,8 \text{ смен}$$

Себестоимость отрывки 1 м<sup>3</sup> грунта траншеи:

$$C_{\text{тр}} = \frac{1,08 \cdot \sum C_{\text{маш.ч.}} \cdot T_i + 1,5 \cdot \sum Z_p}{V} \quad (5.50)$$

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

$T_i$  – продолжительность работы отдельных машин на стройке в сменах;

$\sum Z_p$  – заработная плата рабочих, выполняющих ручные работы.

$$\sum C_{\text{маш}}^{\text{О}} \cdot T = 42,80 \cdot 106,3 + 48,56 \cdot 5 + 36,8 \cdot 96,2 = 8332,6 \text{ руб. ч,} \quad (5.51)$$

$$\sum C_{\text{маш}}^{\text{Д}} \cdot T = 49,44 \cdot 112,8 + 48,56 \cdot 5 + 36,8 \cdot 101,5 = 9560,83 \text{ руб. ч,} \quad (5.52)$$

$$\sum Z_p = Z_p \cdot V_p = 0,544 \cdot 141,58 = 77 \text{ руб,} \quad (5.53)$$

где  $Z_p$  – расценка на разработку 1 м<sup>3</sup> грунта;

$V_p$  – объём грунта подлежащей выемке при прокладке трубопровода.

$$C_{\text{О}} = \frac{1,08 \cdot 8332,6 + 1,5 \cdot 172,5}{468338} = 0,196 \text{ руб/м}^3$$

Себестоимость отрывки 1 м<sup>3</sup> грунта траншеи драглайном:

$$C_{\text{Д}} = \frac{1,08 \cdot 9560,83 + 1,5 \cdot 172,5}{468338} = 0,303 \text{ руб/м}^3$$

Трудоёмкость отрывки 1 м<sup>3</sup> грунта:

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

где  $\Sigma M_M$  – затраты труда по управлению и обслуживанию машин, чел.-ч/маш.-ч;  
 $\Sigma M_p$  – затраты труда на ручные операции, чел.-ч/маш.-ч.

$$\Sigma M_M^{\text{Э}} = M_{\text{Э}} + M_{\text{б}} + M_{\text{а}} \text{ чел.-ч/маш.-ч,} \quad (5.55)$$

$$\Sigma M_M^{\text{Э}} = 2,69 \cdot 106,3 + 1,48 \cdot 5 + 1,79 \cdot 96,2 = 465,4 \text{ чел.-ч/маш.-ч,}$$

$$\Sigma M_M^{\text{Д}} = M_{\text{Д}} + M_{\text{б}} + M_{\text{а}} \text{ чел.-ч/маш.-ч,} \quad (5.56)$$

$$\Sigma M_M^{\text{Д}} = 2,81 \cdot 112,8 + 1,48 \cdot 5 + 1,79 \cdot 101,5 = 505,9 \text{ чел.-ч/маш.-ч,}$$

$$M_p = N_{\text{вр}} \cdot V_p = 0,9 \cdot 11 = 285,4 \text{ чел.-ч/маш.-ч,} \quad (5.57)$$

где  $N_{\text{вр}}$  – норма времени на ручную разработку 1 м<sup>3</sup> грунта, равна 0,9.

$$M_{\text{тр}}^{\text{Э}} = \frac{465,4 + 285,4}{468338} = 0,016 \text{ чел.-ч/маш.-ч,}$$

$$M_{\text{тр}}^{\text{Д}} = \frac{505,9 + 285,4}{468338} = 0,017 \text{ чел.-ч/маш.-ч}$$

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

Таблица 5.4 - Техничко-экомические показатели

Техничко-экомические показатели	Единицы измерения	Экскаватор	
		с обратной лопатой	драглайн
Продолжительность работы, Т	смена	106,3	112,8
Себестоимость разработки, 1 м <sup>3</sup> грунта, С <sub>отр</sub>	руб./м <sup>3</sup>	0,196	0,303
Трудоемкость разработки 1 м <sup>3</sup> грунта, М <sub>отр</sub>	чел.- ч/м <sup>3</sup>	0,016	0,017

Как видно из таблицы 5.2 наиболее экономичным является вариант с экскаватором обратная лопата.

#### 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:

$$a = h_2 \cdot (1 - m) = 5,2 \cdot (1 - 0,85) = 3,42 \text{ м,} \quad (5.58)$$

где  $h_2$  – наибольшая глубина траншеи, 5,2 м.

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

Общая ширина забоя, включая отвал:

$$A = E_{cp} + a + b = 7,41 + 3,42 + 13 = 23,83 \text{ м} \quad (5.59)$$

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

$$R_b \geq A_1, \quad (5.60)$$

где  $R_b$  – наибольший радиус выгрузки экскаватора, 6,9 м;

$A_1$  – расстояние, определяемое по формуле

$$A_1 = \frac{E_{cp}}{2} + a + \frac{b}{2} = \frac{7,41}{2} + 3,42 + \frac{13}{2} = 13,6 \text{ м} \quad (5.61)$$

Так как условие не выполняется, то ось движения экскаватора смещается от оси траншеи в сторону отвала на расстоянии  $S$

$$S = A_1 - R_b = 13,6 - 6,9 = 6,7 \text{ м} \quad (5.62)$$

При этом необходимо соблюдать условие

$$R_p \geq (E_{cp} \div 2) + S \quad (5.63)$$

где  $R_p$  – наибольший радиус резания экскаватора, принимаемый на 0,5 м меньше паспортного значения.

Так как последнее условие не выполняется, то следует принять зигзагообразное движение экскаватора между двумя линиями. Первая расположена на некотором расстоянии  $Y$  от дальней бровки, которое определяется по формуле

$$Y = (E_{cp} \div 2) + S - R_p, \quad (5.64)$$

$$Y = (7,41 \div 2) + 6,7 - 8,5 = 1,9 \text{ м}$$

Вторая линия находится на расстоянии  $S$  от оси траншеи в сторону отвала.

#### **5.4 Выбор кранового оборудования для монтажа трубопровода**

Для укладки труб, монтажа элементов колодцев и арматуры, размещаемой в колодцах, используют автомобильные или пневмоколесные краны. При выборе кранового оборудования учитываем массу самого тяжелого элемента

(одной трубы или звена, элемента колодца и арматуры), массу грузозахватных приспособлений и требуемый вылет стрелы крана. Необходимую грузоподъемность крана подсчитывают, исходя из максимального груза, который должен поднять кран при требуемом вылете стрелы. Это груз определяется массой монтируемых труб или их секций с учетом массы грузозахватных приспособлений. Самым тяжелым элементом является кольцо стеновое КЦ –20 – 9 с массой  $m=1470$  кг.

Требуемая грузоподъемность крана:

$$G=Q \cdot K_{гр}=1470 \cdot 1,1=1617 \text{ кг}, \quad (5.65)$$

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

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

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:

$$L_c = \frac{b_1}{2} + 1,2 \cdot m \cdot h_2 + \frac{B_{кр}}{2} + = \frac{3,7}{2} + 1,2 \cdot 0,85 \cdot 5,1 + \frac{2,5}{2} = 14,47 \text{ м}, \quad (5.66)$$

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.

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 ЭО4312А, объем ковша 1 м<sup>3</sup>;
- автосамосвал марки КАМАЗ 5111, грузоподъемность 10 т;
- бульдозер ДЗ 117;
- кран КС-3562Б.

## 5.5 Календарный план производства работ

Календарный план производства работ приведен в таблице 5.5.





## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В бакалаврской работе рассмотрено водоснабжение города расположенного на правом берегу Енисея, в четырнадцати километрах к северо-востоку от г. Красноярска. В городе проживает 47250 человек. Источником водоснабжения являются поверхностные воды реки. На территории города имеется два промышленных предприятия. Вода из реки забирается водозабором руслового типа. Насосная станция первого подъема запроектирована отдельно стоящей.

Сеть города кольцевая из чугунных труб.

Так как качество воды источника не соответствует требованию СанПин предусматривается ее обработка на осветлителях со слоем взвешенного осадка и скорых фильтрах. Обеззараживание воды происходит жидким хлором. Для нейтрализации аварийных выбросов хлора предусматривается применение аппарата обеззараживания хлора «ОЛИМП-2002», разработанный ЗАО «ОЛИМП» г. Санкт-Петербург, имеющего разрешение Госгортехнадзора РФ, что позволит повысить эффективность поглощения аварийных выбросов хлора. Аппарат «ОЛИМП» представляет собой противоточный 2-х тарельчатый абсорбер, в котором в качестве контактных устройств используются тканевые сетки (ТКУ).

ТКУ способны работать с малым гидравлическим сопротивлением в широком диапазоне нагрузок по газовой фазе. Входной патрубок газа аппарата находится под ТКУ и заглублен в нейтрализующий раствор, что обеспечивает хороший контакт газа с жидкостью и исключает проскок хлора в пусковой период.

В аппарате имеются две ступени нейтрализации хлора - 2 последовательно работающие сетчатые тарелки, на которых при включении аппарата в работу (подаче нейтрализующего раствора на верхнюю тарелку и включении вытяжного вентилятора) создаются 2 «кипящих пенных «слоя», обеспечивающих интенсивные массообменные процессы по связыванию и обезвреживанию хлора. Уносимые с верхней тарелки капли жидкости улавливаются многослойным каплеуловителем

Обеззараженная вода поступает в РЧВ и насосами НС2 подается потребителю.

НС 2 запроектирована незаглубленного типа. Принято  $\eta_{nsht}$  насоса 2 рабочих и 2 резервных, фирмы грундфос. Энергоэффективность НС2 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 чугунного трубопровода диаметром 400 мм и длиной 1100 м на участке 1-4 кольцевой водопроводной сети. Подобраны оборудование и механизмы, определены объемы земляных масс, составлен календарный план производства работ, график передвижения рабочей силы.

Кроме того дана оценка воздействия проектируемых объектов водоснабжения на природно – окружающую среду. Определены зоны санитарной охраны источника водоснабжения.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

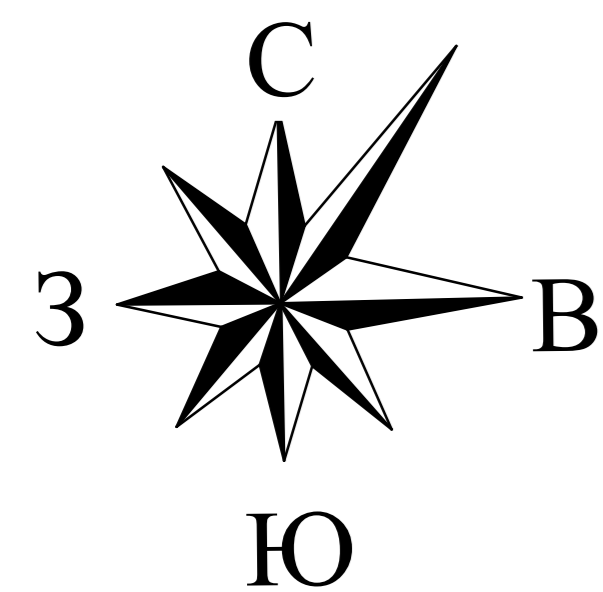
1. СанПиН 2.1.5.980–00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод», Минздрав России 2000 г.
2. ГН 2.1.5.1315–03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». М.: Минздрав России, 2003.
3. ГОСТ 2761–84\* «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора» от 27 ноября 1984 г. N 4013.
4. СанПиН 2.1.4.1074–01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». Минздрав России. М.: 2002 г., 103 с.
5. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий, ОНД–86. ГОСКОМГИДРОМЕТ
6. 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).
7. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84\*; введ. 01.01.2013. – Москва: Минрегион России, 2012. – 156 с.
8. Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения. Справочник/Б.Н. Репин. – М.: Высш. шк., 1995. – 431 с.
9. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб/Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев. – М.: Стройиздат, 1984. – 116 с.
10. Курганов А.М. Водозаборные сооружения систем коммунального водоснабжения: Учеб. пособие/ Изд-во «АСВ», СПбГАСУ.-М.; СПб., 1998 – 246 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. СанПиН 2.1.4.1110-02 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения Госкомсанэпиднадзор РФ, 2002 г.



15. СанПиН 2.1.7. 1322-03. Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления. М.: Минздрав РФ, 2003 г.

16. СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования; введ. 01.05.2009 – Москва 2009. – 102 с.

17. СТО 4.2–07–2014 Система менеджмента качества. Организация учета и хранения документов. – введ. 09.01.14. – Красноярск: ИПК СФУ, 2014. – 60 с.



# ГЕНПЛАН М 1:5000



## Условные обозначения

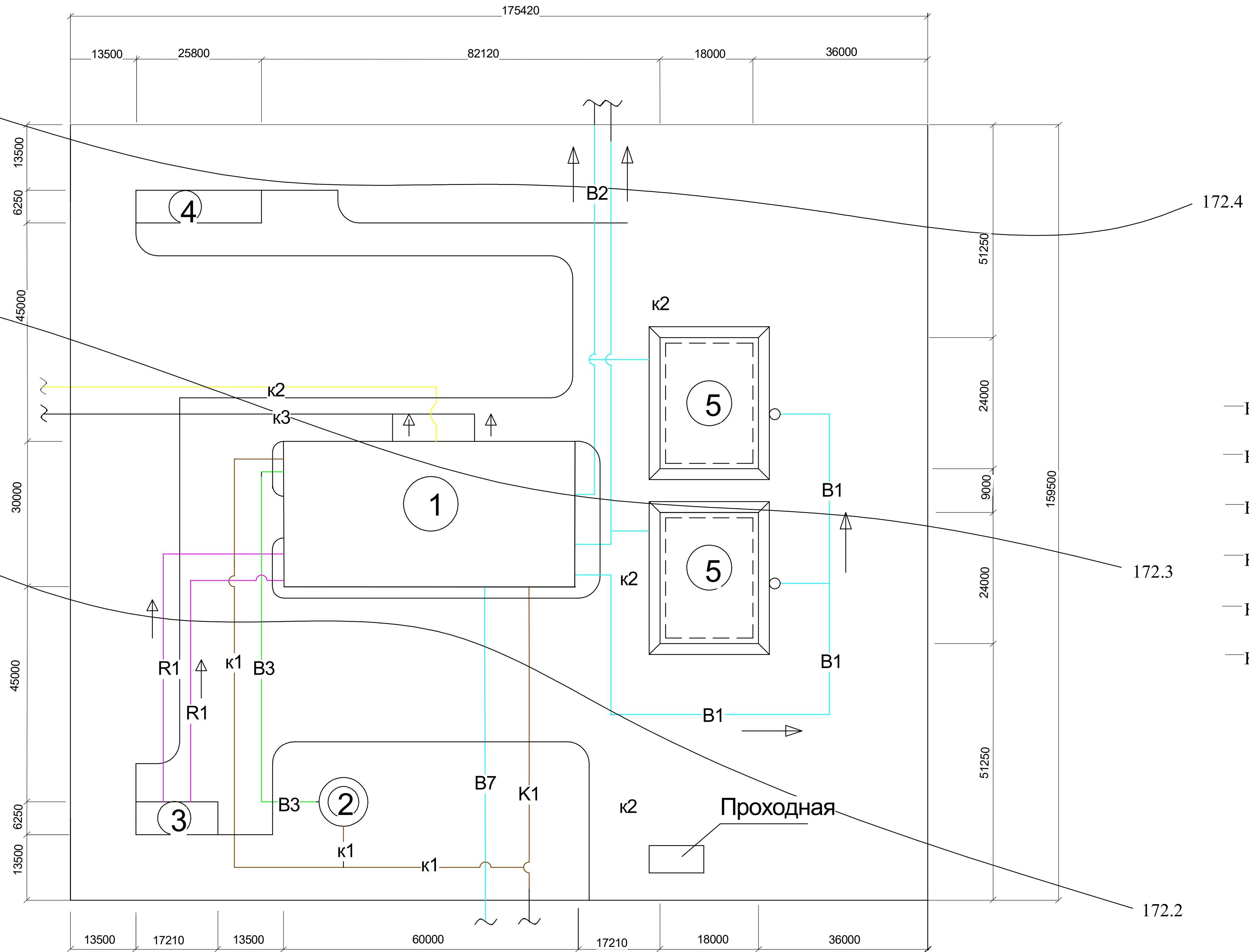
- В1 — Водоводы питьевой воды
- В7 — Водоводы речной воды
- I район
- II район
- зона I промышленного предприятия
- граница первого пояса зоны санитарной охраны

## Экспликация

№	Наименование	Кол-во
1	Оголовок	1
2	Самотечные линии	2
3	Водозабор берегового типа совмещенный с НС-I	1
4	НС-I	1
5	Очистные сооружения	1
6	Резервуары чистой воды	2
7	НС-II	1

		<b>ВКР-08.03.01.06</b>	
		Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт	
Изм.	Лист	№ докумен.	Подпись
Разработчик	Дубров		
Руководитель	Павленко		
Консультант	Павленко		
Н.Контр.	Павленко		
Зав.каф.	Сакаш		
		Водоснабжение города промышленных предприятий расположенного на территории Красноярского края	
		Студия	Лист
		1	7
		Генплан города	
		Кафедра ИСЗиС	

# ПЛАН ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ М 1:500



## Условные обозначения

- |      |  |      |                                 |
|------|--|------|---------------------------------|
| —B7— | Трубопровод сырой воды                   | —R1— | Трубопровод хлорной воды        |
| —B1— | Трубопровод чистой воды                  | —R2— | Трубопровод раствора коагулянта |
| —B3— | Трубопровод промывной воды               | —R3— | Трубопровод раствора флокулянта |
| —K2— | Трубопровод производственной канализации |      |                                 |
| —K1— | Трубопровод бытовой канализации          |      |                                 |
| —K3— | Трубопровод дождевой канализации         |      |                                 |

## Экспликация зданий и сооружений

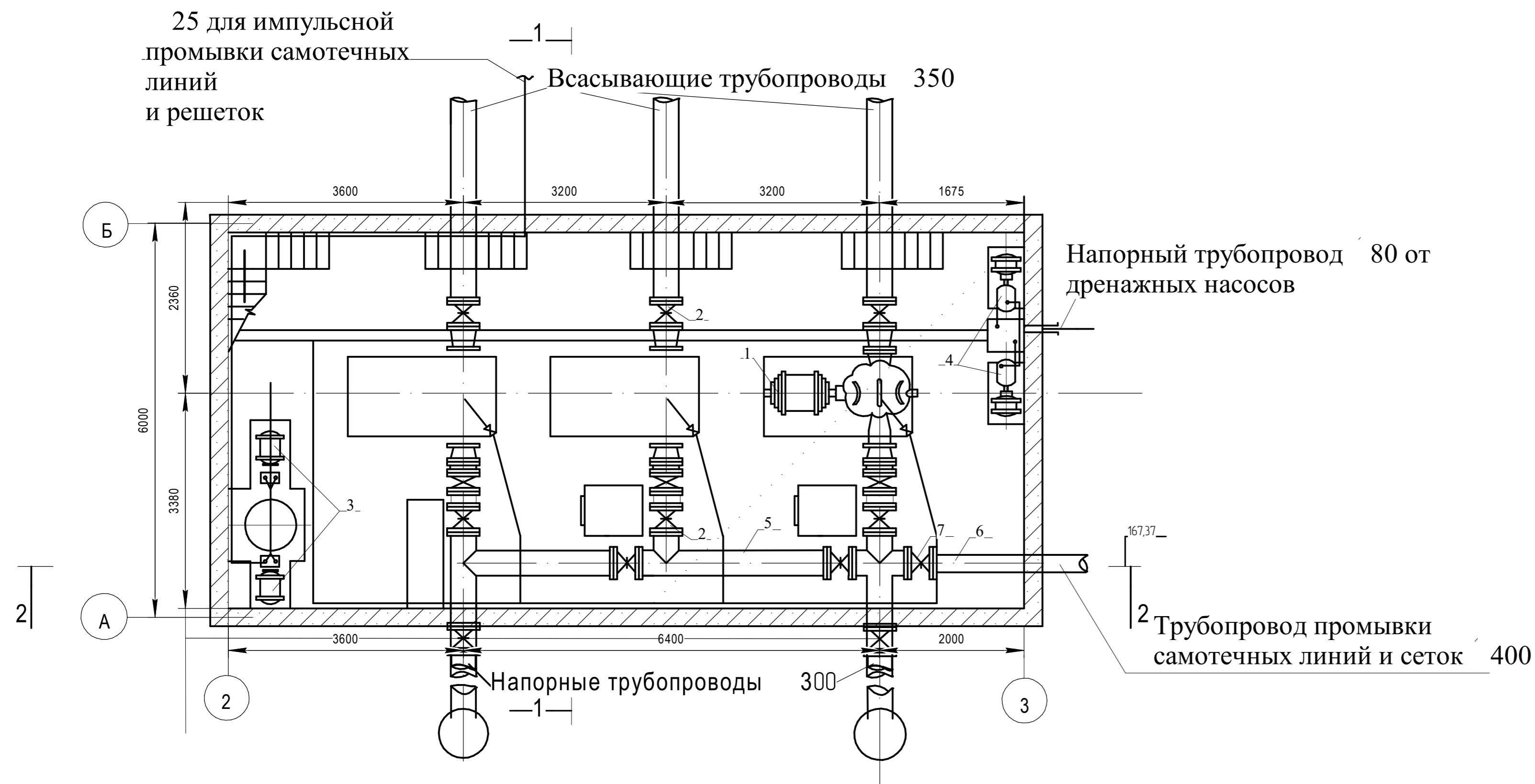
№	Наименование	Номер типового проекта
	Проектируемые сооружения	
1	Главный корпус	
2	Башня для хранения промывной воды, 300 м <sup>3</sup>	
3	Хлораторная совмещенная с расходным складом	
4	Котельная	
5	Резервуары чистой воды W=2*2000 м <sup>3</sup>	

				<b>ВКР-08.03.01.06</b>				
				Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт				
Изм.	Лист	№ докумен.	Подпись	Дата	Водоснабжение города промышленных предприятий расположенного на территории Красноярского края	Стдия	Лист	Листов
Разраб.	Дубров							
Руковод.	Пазенко							
Консульт.	Пазенко							
Н.Контр.	Пазенко							
				Генплан очистных сооружений			Кафедра ИСЗиС	
Зав.каф.	Сакаш							

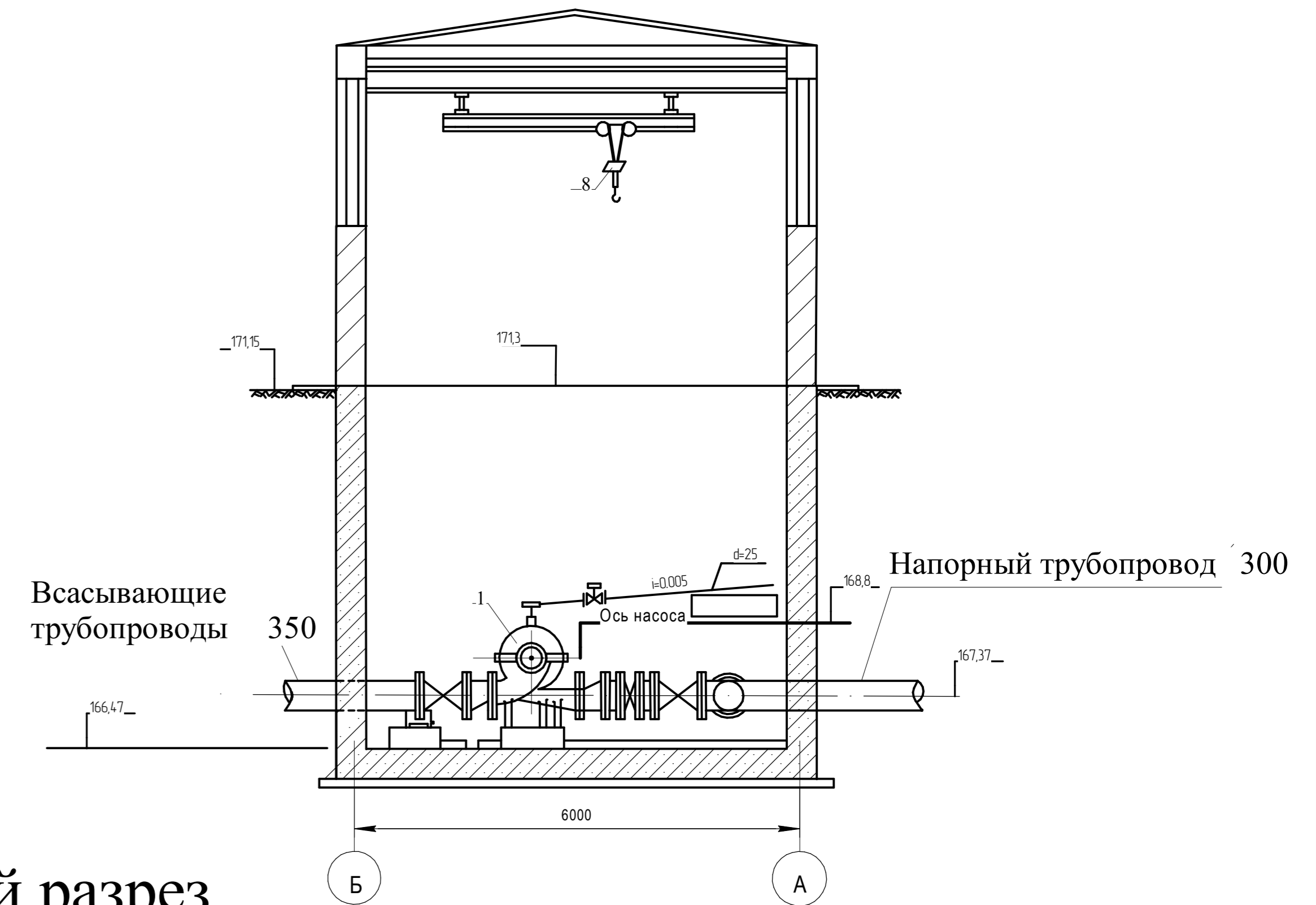


# НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ I ПОДЪЕМА

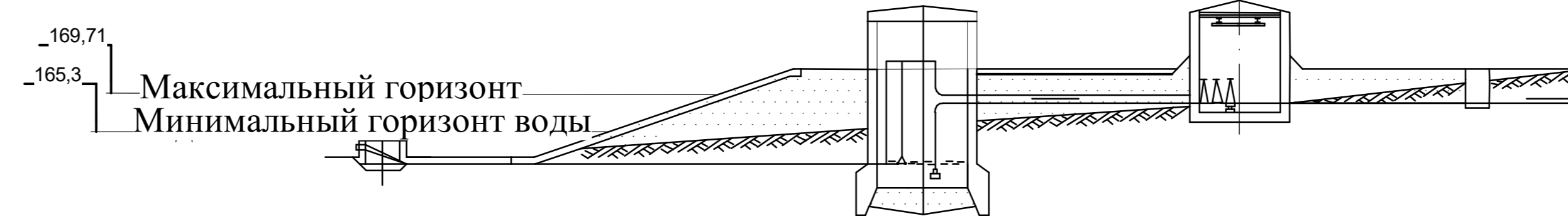
План



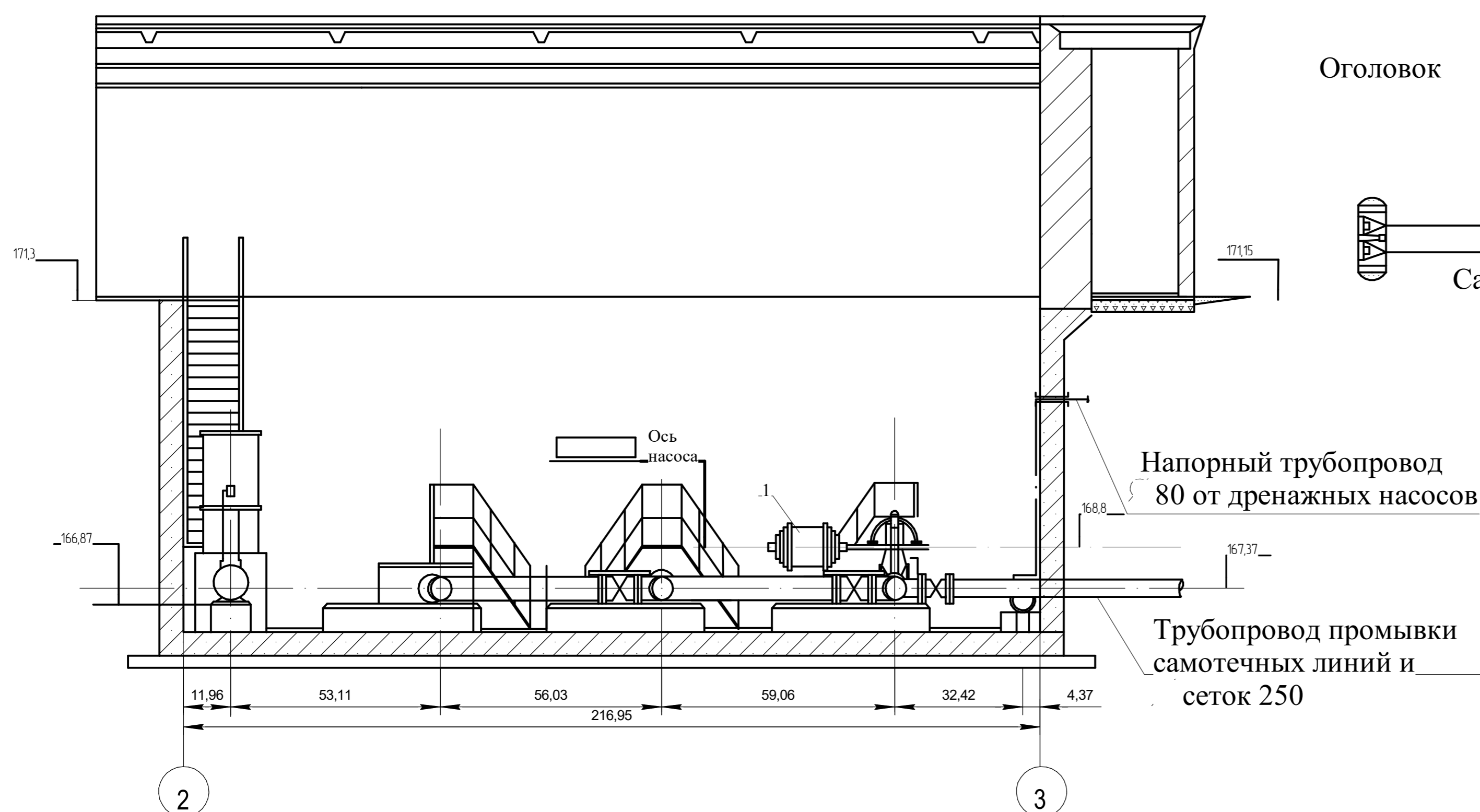
Разрез 1-1



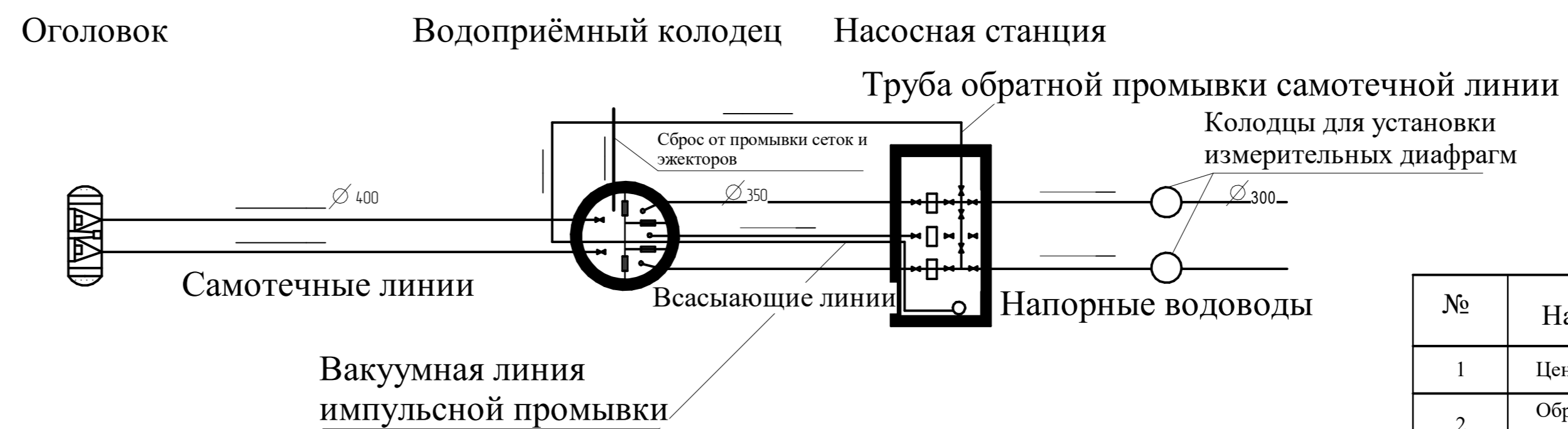
Продольный разрез



Разрез 2-2



План



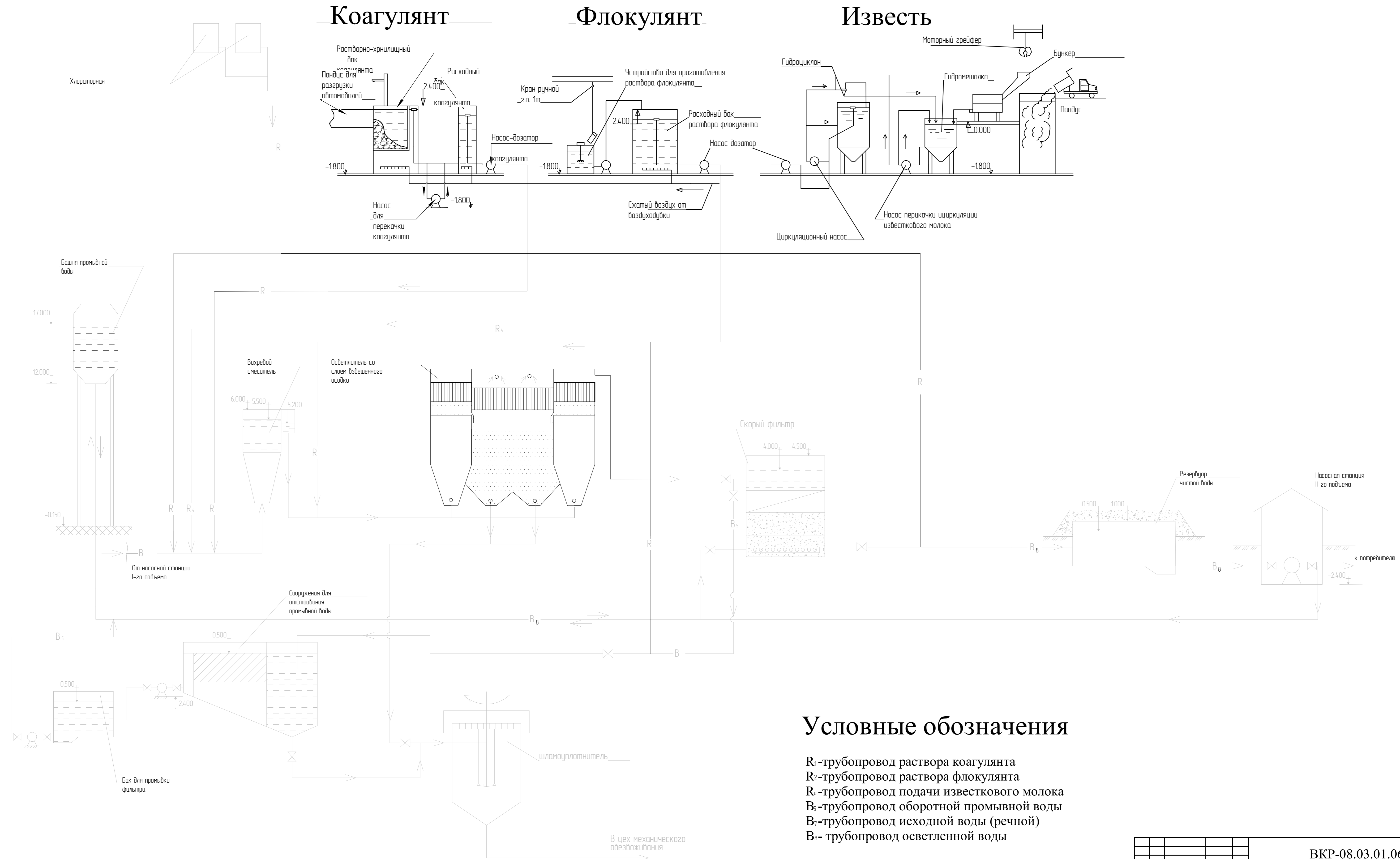
Спецификация

№	Наименование	Обозначение	Кол.	Масса, кг	Примечание
1	Центробежный насос	SP 125-2-AA	3		1 раб+2рез
2	Обратный клапан	19ч 21бр	6	25	
		Д <sub>в</sub> =200			
3	Насосы промывки сеток	ГНОМ 16-15	1		
4	Дренажный насос	ГНОМ 16-15	1	32	
5	Напорный коллектор	D=300мм			Сталь
6	Трубопровод отвода воды на промывку	D=200мм			Сталь
7	Задвижка линий промывки	30ч 6бр		145	
		Д <sub>в</sub> =200 Р <sub>з</sub> =1,6МПа			
8	Кран подвесной однобалочный			5 т	

ВКР-08.03.01.06					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Лист	№ докумен.	Подпись	Дата	
Разраб.	Дубров				
Руковод.	Пазенко				Водоснабжение города промышленных предприятий расположенного на территории Красноярского края
Консульт.	Пазенко				Стация
И.Контр.	Пазенко				Лист
Зав.каф.	Сакин				7
План и разрезы насосной станции I подъема					Кафедра ИСЗиС



# ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОДГОТОВКИ ВОДЫ



ВКР-08.03.01.06			
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт			
Изм. Лист	№ докумен.	Подпись	Дата
Разраб. Дубров			
Руковод. Пазенко			
Консульт. Пазенко			
Н.Контр. Пазенко			
Зав.каф. Сакап			
Водоснабжение города промышленных предприятий расположенного на территории Красноярского края		Стадия	Лист
Технологическая схема		3	7
		Кафедра ИСЭиС	