

Министерство образования и науки Челябинской области  
Государственное бюджетное профессиональное  
образовательное учреждение  
**«Южно-Уральский государственный технический колледж»**

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

по выполнению практических работ

**ПМ.01 Разработка технологий и проектирование элементов систем  
водоснабжения и водоотведения**

**МДК 01.03 Технологии и оборудование объектов водоснабжения и  
водоотведения**

**Тема 2.1 Насосные и воздухоподводящие станции**

для специальности

08.02.04 Водоснабжение и водоотведение

(учебный план 2023)

Челябинск, 2023

## **АКТ СОГЛАСОВАНИЯ**

**на методические рекомендации по выполнению практических работ по теме 2.1 «Насосные и воздухоудные станции» ПМ.01 «Разработка технологий и проектирование элементов систем водоснабжения и водоотведения», разработанных преподавателем ГБПОУ Южно-Уральского государственного технического колледжа Юсуповой Л. В.**

Методические рекомендации по выполнению практических работ по теме «Насосные и воздухоудные станции» ПМ.01 «Разработка технологий и проектирование элементов систем водоснабжения и водоотведения», разработаны в рамках рабочей программы профессионального модуля, являющегося частью программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС по специальности СПО 08.02.04 Водоснабжение и водоотведение базовой подготовки в части освоения основного вида профессиональной деятельности (ВДП): Разработка технологий и проектирования элементов систем водоснабжения и водоотведения и соответствующих профессиональных компетенций (ПК).

Настоящие методические рекомендации по выполнению практических работ представляют собой индивидуальные практические задания и служат для закрепления у студентов специальных знаний и умений о различных видах насосов и их принципе действия, насосных станциях водоснабжения и водоотведения.

В ходе выполнения студентами практических заданий осуществляется обучение применению полученных знаний и умений, приобретается практический опыт при решении комплексных задач, связанных со сферой профессиональной деятельности будущих специалистов.

Методические рекомендации по выполнению практических работ по теме «Насосные и воздухоудные станции» ПМ.01 «Разработка технологий и проектирование элементов систем водоснабжения и водоотведения» соответствуют установленным требованиям и могут быть рекомендованы для использования в учебном процессе.

Генеральный директор  
Маркштетера»



директор

ООО

«Архитектурная  
А.А. Маркштетер

Мастерская

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по выполнению практических работ по теме 2.1 «Насосные и воздухоудные станции» МДК 01.03. Технологии и оборудование объектов водоснабжения и водоотведения, предназначены для обучающихся по специальности 08.02.04 Водоснабжение и водоотведение.

Практические занятия являются важным элементом учебного процесса. В ходе выполнения практических работ обучающиеся систематизируют и закрепляют полученные теоретические знания, развивают интеллектуальные и профессиональные умения, формируют элементы компетенций будущих специалистов.

Методические рекомендации предназначены для организации выполнения практических работ по теме «Насосные и воздухоудные станции»

Программой ПМ.01 Разработка технологий и проектирование элементов систем водоснабжения и водоотведения предусмотрено выполнение 6 практических работ, направленных **на формирование элементов следующих компетенций:**

<i>Шифр и наименование компетенций</i>	<i>Умения</i>	<i>Знания</i>	<i>Код ЛР</i>
<b>ОК 1 . Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.</b>	Распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; Анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; Правильно определить и найти информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; Составить план действия, Определить необходимые ресурсы; Владеть актуальными методами работы в профессионально й и	Знать актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; Знать основные источники информации и ресурсов для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте. Знать актуальные стандарты выполнения работ в профессиональной и смежных областях; Знать актуальные	ЛР 4 ЛР 11 ЛР 13 ЛР 14 ЛР 15 ЛР 16 ЛР 17

	смежных сферах; Реализовать составленный план; Оценить результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника).	методы работы в профессиональной и смежных сферах.	
<b>ОК 2. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.</b>	Определять задачи поиска информации. Определять необходимые источники информации Планировать процесс поиска Структурировать получаемую информацию Выделять наиболее значимое в перечне информации Оценивать практическую значимость результатов поиска Оформлять результаты поиска	Номенклатуру информационных источников применяемых в профессиональной деятельности Приемы структурирования информации Формат оформления результатов поиска информации	ЛР 4 ЛР 11 ЛР 13 ЛР 14 ЛР 15 ЛР 16 ЛР 17
<b>ОК 3. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие</b>	Определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности	Содержание актуальной нормативно-правовой документации Современная научная и профессиональная терминология Возможные траектории профессионального развития и самообразования	ЛР 4 ЛР 11 ЛР 13 ЛР 14 ЛР 15 ЛР 16 ЛР 17
<b>ОК 4. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами</b>	Организовывать работу коллектива и команды. Взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.	Психология коллектива Психология личности Основы проектной деятельности	ЛР 4 ЛР 11 ЛР 13 ЛР 14 ЛР 15 ЛР 16 ЛР 17
<b>ОК 6Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих</b>	описывать значимость своей специальности;применять стандарты антикоррупционного поведения	сущность гражданско-патриотической позиции, общечеловеческих ценностей; значимость профессиональной деятельности по специальности	ЛР 1 ЛР 2

<i>ценностей.</i>			
<b>ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях</b>	Соблюдать нормы экологической безопасности Определять направления ресурсосбережения в рамках профессиональной деятельности по профессии (специальности)	Правила экологической безопасности при ведении профессиональной деятельности Основные ресурсы задействованные в профессиональной деятельности Пути обеспечения ресурсосбережения.	ЛР 10
<b>ОК9. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.</b>	Применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач. Использовать современное программное обеспечение	Современные средства и устройства информатизации Порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности	ЛР 4 ЛР 11 ЛР 13 ЛР 14 ЛР 15 ЛР 16 ЛР 17
<b>ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языке.</b>	Понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы, строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности, кратко обосновывать и объяснить свои действия (текущие и планируемые), писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы	Правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы, основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика), лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности, особенности произношения, правила чтения текстов профессиональной направленности	ЛР 4 ЛР 11 ЛР 13 ЛР 14 ЛР 15 ЛР 16 ЛР 17

ПК 1.1. Принимать участие в проектировании элементов систем водоснабжения и водоотведения

ПК 1.2. Определять расчётные расходы воды

ПК 1.3. Разрабатывать технологические схемы очистки воды и обработки осадков

ПК 1.4. Производить расчеты элементов систем водоснабжения и водоотведения

ПК 1.6. Определять, анализировать и планировать технико-экономические показатели систем водоснабжения и водоотведения

ПК 1.7. Устанавливать соответствие проектных решений природоохранным требованиям.

**умений:**

- читать и выполнять чертежи элементов систем водоснабжения и водоотведения;
- работать с нормативными документами и каталогами, осуществлять поиск необходимого оборудования;
- составлять ведомости и спецификации оборудования и материалов, элементов проектируемых систем водоснабжения и водоотведения;
- выполнять и оформлять расчеты проектируемых элементов систем водоснабжения и водоотведения;
- пользоваться расчетными программами;
- применять современные технологии строительства систем водоснабжения и водоотведения;
- использовать информационные технологии при подборе и поиске необходимого оборудования;

**знаний:**

- основы проектирования и конструирования;

- состав и порядок разработки проектной документации;
- строительные нормы и правила;
- технологию выполнения строительно-монтажных работ;
- передовые технологии и современное оборудование;
- основные гидротехнические сооружения, используемые в системах водоснабжения и водоотведения;
- современное насосное оборудование.

### Перечень практических работ

№ работы	Наименование	Количество часов
1.	Выбор числа и типа насосов водопроводной насосной станции по сводному графику полей.	2
2.	Построение графика совместной работы: водопроводная насосная станция - сеть.	2
3.	Анализ работы оборудования насосной станции водоснабжения.	4
4.	Выбор числа и типа насосов насосной станции водоотведения.	2
5.	Построение графика совместной работы: насосная станция водоотведения - сеть.	2
6.	Анализ работы оборудования насосной станции водоотведения.	4
		16

## **Содержание отчёта и требования к его оформлению**

1. Отчёт по практической работе выполняется в соответствии с требованиями действующих стандартов (ГОСТ).

2. Отчёт включает в себя разделы, отражающие все этапы выполнения работы.

2.1. Номер, название и цель работы.

Цель работы отражает основные задачи теоретического плана в данной работе.

2.2. Расчётное задание.

Каждый этап расчёта должен иметь свой подзаголовок, приводится расчётная схема (при необходимости), исходные данные, расчётные формулы, результаты расчётов в виде таблицы.

3. Графическая часть отчёта (схемы, таблицы, диаграммы, графики) выполняется карандашом с применением чертёжных инструментов.

4. Каждая отчетная работа должна быть аккуратно оформлена и вложена в папку с файлами. Отчет можно выполнять в рукописном варианте или с применением ПК. Первый файл в папке должен содержать титульный лист установленного образца (приложение А). Каждая отчетная работа подписывается преподавателем после её защиты и хранится в папке у студента до конца текущего семестра. В конце семестра студент обязан сдать папку со всеми, подписанными преподавателем, работами и получить зачет по практическим работам за семестр. Зачет по практическим работам за семестр ставится при наличии в папке всех отчетных работ, проведенных в группе.

### **Критерии оценивания:**

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся за работу, выполненную безошибочно, в полном объеме с учетом рациональности выбранных решений;



- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся за работу, выполненную в полном объеме с недочетами;
- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся за работу, выполненную в не полном объеме (не менее 50% правильно выполненных заданий от общего объема работы);
- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся за работу, выполненную в не полном объеме (менее 50% правильно выполненных заданий от общего объема работы).

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1**

### **НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ:**

#### **ВЫБОР ЧИСЛА И ТИПА НАСОСОВ ВОДОПРОВОДНОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ ПО СВОДНОМУ ГРАФИКУ ПОЛЕЙ**

#### **Цель работы:**

- 1) определить производительность водопроводной станции;
- 2) определить количество и тип рабочих и резервных насосных агрегатов.

#### **Знания (актуализация):**

- Основные энергетические параметр и насосов.
- Центробежные насосы.

#### **умения:**

- работать с нормативными документами;
- выполнять и оформлять расчеты проектируемых элементов систем водоснабжения.

### **ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ**

Насосные станции по степени обеспеченности подачи воды следует подразделять на три категории, принимаемые в соответствии с п. 4.4 СНиП 2.04.02-84.

Категорию насосных станций необходимо устанавливать в зависимости от их функционального назначения в общей системе водоснабжения.

Полная производительность насосной станции водоснабжения складывается из расчетного расхода воды для суток максимального

водопотребления ( $Q_{\text{max сут}}$ ) и дополнительного расхода воды на пополнение противопожарного запаса ( $Q_{\text{доп}}$ ).

Станция должна рассчитываться на равномерную работу в течение суток максимального водопотребления.

Полная производительность насосной станции определяется максимальным суточным расходом воды и дополнительным расходом по формуле:

$$Q_{\text{расч}} = Q_{\text{max сут}} + Q_{\text{доп}}, \quad (1)$$

$Q_{\text{max сут}}$  – максимальный расход воды в сутки наибольшего водопотребления, определяемый по формуле:

$$Q_{\text{max.сут}} = K_{\text{сут. max}} \cdot q_{\text{max}} \cdot N / 1000 \quad (2)$$

где  $K_{\text{сут. max}}$  – коэффициент суточной неравномерности водопотребления, учитывающий уклад жизни населения, режим работы предприятий, степень благоустройства зданий, изменения водопотребления по сезонам года и дням недели, принимаемый согласно СНиП ([1], п. 2.2);

$q_{\text{max}}$  – норма расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды на одного жителя [1];

$N$  – расчетное число жителей в районах жилой застройки с различной степенью благоустройства;

$Q_{\text{доп}}$  – расход, который учитывает воду на пожаротушение в населенном пункте,  $\text{м}^3/\text{сут}$ :

$$Q_{\text{доп}} = \frac{3,6 \cdot q \cdot n \cdot t}{\Gamma}, \quad (3)$$

где  $q$  – норма расхода воды на пожар (табл. 5 [1]);

$n$  – число одновременных пожаров, которые могут возникнуть в населенном пункте (табл. 5 [1]);

$t$  – время тушения одного пожара (п. 2.24 [1]);

$\Gamma$  – время восстановления пожарного объема воды (п. 2.25 [1]).

Выбор типа насосов и количества рабочих агрегатов надлежит производить на основании расчетов совместной работы насосов, водоводов,

сетей, регулирующих емкостей, суточного и часового графиков водопотребления, условий пожаротушения, очередности ввода в действие объекта.

При выборе типа насосных агрегатов надлежит обеспечивать минимальную величину избыточных напоров, развиваемых насосами при всех режимах работы, за счет использования регулирующих емкостей, регулирования числа оборотов, изменения числа и типов насосов, обрезки или замены рабочих колес в соответствии с изменением условий их работы в течение расчетного срока.

В насосных станциях для группы насосов одного назначения, подающих воду в одну и ту же сеть или водоводы, количество резервных агрегатов следует принимать согласно таблице 1.

Таблица 1 – Количество рабочих и резервных насосных агрегатов

Количество рабочих агрегатов одной группы	Количество резервных агрегатов в насосных станциях для категории		
	I	II	III
До 6	2	1	1
от 6 до 9	2	1	—
свыше 9	2	2	—

Примечание: В количество рабочих агрегатов включаются пожарные насосы.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Рассчитать полную производительность насосной станции.
2. По каталогу насосов подобрать марку насосных агрегатов.
3. Определить количество резервных насосных агрегатов.
4. Ответить на контрольные вопросы.

### **Контрольные вопросы:**

1. Дать определения насоса и насосной станции.
2. Укажите виды насосных станций в зависимости от степени надёжности.

**Исходные данные:**

№ Варианта	Степень благоустройства зданий	Количество жителей, чел.
1	1	20000
2	1	27000
3	2	27700
4	2	26500
5	3	24000
6	3	31000
7	2	28000
8	1	22000
9	3	26000
10	3	24500

**Литература:**

1. СП 31.13330.2012 (с изменениями №1,2) со СНиП 2.04.02.-84\*  
Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. - М.: ФГУП ЦПП, - 80 с.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2**

### **НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ:**

**ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКА СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ:**

**ВОДОПРОВОДНАЯ НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ – СЕТЬ**

#### **Цель работы:**

- 1) построить характеристики совместной работы насосов и сети;
- 2) выбрать способы регулирования работы насосов по графику совместной работы.

#### **Знания (актуализация):**

- Насосные станции водоснабжения

#### **умения:**

- работать с нормативными документами;
- выполнять и оформлять расчеты проектируемых элементов систем водоснабжения.

### **ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ**

Насосное оборудование подбирается на подачу расчетного расхода в час максимального водозабора и проверяется на подачу пожарного расхода, расчетного расхода при аварии на одной из ниток водоводов.

1. Подача насосной станции в час максимального водоразбора.

Среднесуточный расход воды городом составляет:

$$Q_{\text{ч.ср}} = Q_{\text{max сут}} / 24 \quad (4)$$

Расчетная максимальная подача насосной станции определяется исходя из графика водопотребления и работы насосов (рисунок 1):

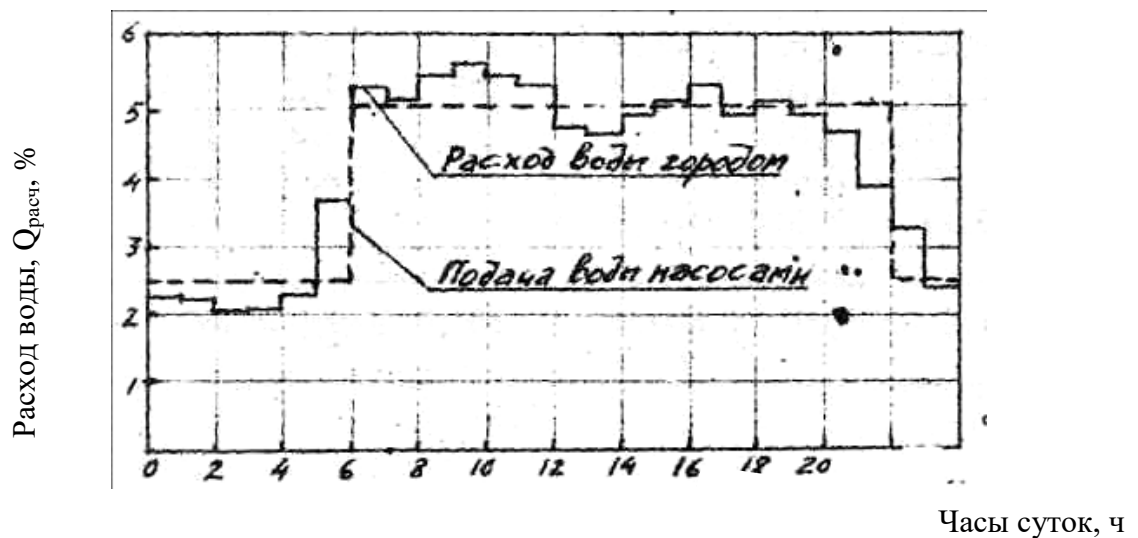


Рисунок 1 – Пример графика водопотребления и работы насосов насосной станции II-го подъёма

$$Q_{н.с.маx} = Q_{ч.ср} \cdot K_{маx} / K_{маx} , \quad (5)$$

где  $K_{маx}$  – расход воды в часы максимального водопотребления, %.

2. Подача насосной станции в час минимального водозабора определяется исходя из графика водопотребления и работы насосов.

$$Q_{н.с.мин} = Q_{ч.ср} \cdot K_{мин} / K_{маx} , \quad (6)$$

где  $K_{мин}$  – расход воды в часы минимального водопотребления, %.

3. Подача расчетного расхода воды на тушение пожара  $Q_{пoж}$  следует предусматривать в час максимального водопотребления.

$$Q_{н.с.пoж} = Q_{н.с.маx} + n \cdot q_{пoж} \quad (7)$$

4. Подача расчетного расхода при аварии на одной из ниток водоводов. При выключенной одной линии остальные линии должны быть рассчитаны на пропуск 70% расчетного расхода.

$$Q_{н.с.авар} = 0,7 \cdot Q_{н.с.маx} \quad (8)$$

### **Порядок выполнения работы:**

- 1) определить расходы воды;
- 2) построить характеристики совместной работы насосов и сети;
- 3) пользуясь справочной литературой, выбрать способы регулирования работы насосов по графику совместной работы.
- 4) Ответить на контрольные вопросы.

### **Контрольные вопросы:**

1. Дать определения коэффициента полезного действия насоса.
2. Укажите способы регулирования работы насосов.

### **Исходные данные:**

№ Варианта	Требуемые напоры сети при максимальном водоразборе, м	Требуемые напоры сети при минимальном водоразборе, м	Требуемые напоры сети при пожаре, м	Требуемые напоры сети при аварии, м
1	23	20	28	23
2	24	21	29	24
3	25	22	30	25
4	26	23	31	26
5	27	24	32	27
6	28	25	33	28
7	29	26	34	29
8	30	27	35	30
9	31	25	36	31
10	32	24	37	32

### **Литература:**

1. СП 31.13330.2012 (с изменениями №1,2) со СНиП 2.04.02.-84\*  
Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. - М.: ФГУП ЦПП, - 80 с.



## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3**

### **НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ:**

#### **АНАЛИЗ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

**Цель работы:** ознакомиться с насосными агрегатами действующей водопроводной насосной станции, с ее коммуникациями, запорно-регулирующей арматурой, КИПиА.

#### **Знания (актуализация):**

- Насосные станции водоснабжения

#### **умения:**

- работать с нормативными документами;
- выполнять и оформлять расчеты проектируемых элементов систем водоснабжения.

### **ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ**

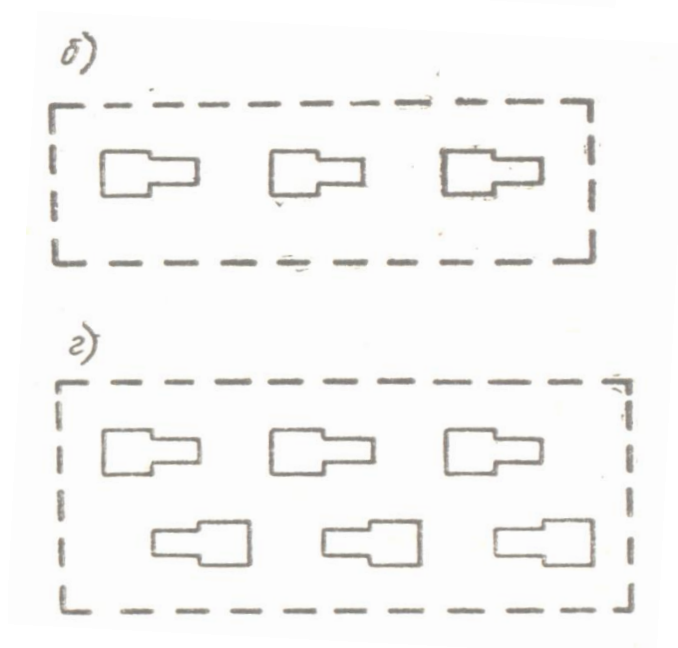
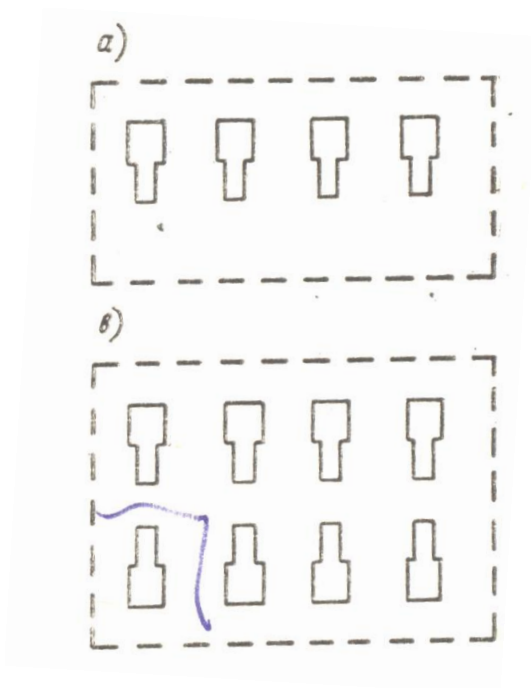
Насосы и трубопроводы в насосной станции следует располагать таким образом, чтобы обеспечивалась надежность действия станций, удобство, простота и безопасность обслуживания агрегатов, простота узлов коммуникаций трубопроводов, а также предусматривалась возможность расширения станции с минимальными затратами средств.

Наиболее распространены следующие схемы расположения агрегатов в зданиях насосных станций:

- а) однорядное, перпендикулярно продольной оси здания;
- б) однорядное, но в параллельно продольной оси здания;
- в) двухрядное;
- г) двухрядное, но в шахматном порядке;

д) концентрическое (в здании круглой формы в плане).

Однорядное расположение агрегатов (рис. 2, а) обеспечивает компактность размещения оборудования при небольшой ширине здания. Особенно удобна такая схема при установке насосов консольного типа. По такой схеме komponуют преимущественно крупные агрегаты, но эту же схему можно использовать при компоновке небольших насосов.



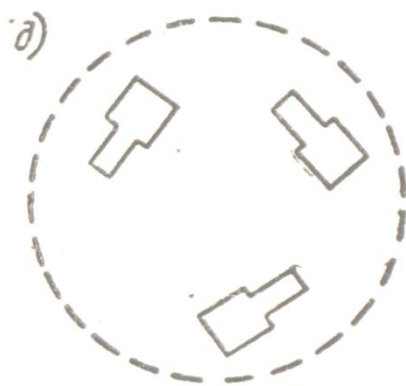


Рисунок 2 - Схемы расположения насосных агрегатов

Вторая схема однорядного расположения насосных агрегатов (рис. 2,б) также обеспечивает компактность размещения оборудования и, кроме того, здание насосной станции в этом случае уже, чем при расположении агрегатов по первой схеме, а компоновка системы трубопроводов обеспечивает наименьшие потери напора.

Недостатком такой схемы расположения агрегатов является значительное увеличение длины насосной станции. Поэтому ее применяют для компоновки станций с небольшим числом крупных агрегатов.

При большом числе агрегатов различного назначения (производственные, противопожарные, для подачи хозяйственно-питьевой воды и т. п.) применяют двухрядное расположение агрегатов (рис. 2, в). Такое расположение требует увеличения ширины здания, а схема коммуникации трубопроводов при этом усложняется.

Расположив насосы в два ряда, но в шахматном порядке удастся сократить ширину здания и упростить схему коммуникаций трубопроводов. Насосная станция наиболее компактна, когда двигатели в одном ряду расположены против насосов в другом, в таких случаях приходится, как правило, применять насосные агрегаты правого и левого вращения, что не всегда возможно. В зданиях круглой формы в плане насосы располагают концентрически. Удобнее всего в таких зданиях размещать насосы с вертикальной осью. Чтобы обеспечить безопасность обслуживания и удобство

монтажа и демонтажа агрегатов, последние должны иметь свободный доступ со всех сторон.

В насосных станциях, как правило, внутри здания, устраивают площадки для монтажа и ремонта агрегатов (монтажные площадки).

Вспомогательное оборудование (дренажные насосы, вакуум-насосы и т.п.) располагают таким образом, чтобы не увеличивать размеры здания, т.е. в свободных местах машинного зала. Проход около таких насосов оставляют лишь с одной стороны, они большие вакуум-насосы иногда располагают на кронштейнах.

В зависимости от назначения насосной станции подбор и размещение оборудования (основного и резервного) имеет специфические особенности. При этом меняются строительные конструкции зданий, а также компоновка оборудования.

**Насосные станции первого подъема** обычно устраивают заглубленными. Подземную часть здания насосных станций первого подъема возводят из железобетона и тщательно изолируют от грунтовых вод. В плане эти здания могут иметь круглое или прямоугольное очертание. Круглые в плане здания насосных станций удобно строить опускным способом, поэтому станции такой формы устраивают при большом заглублении. Так как размещать в них насосное оборудование менее удобно, чем в прямоугольных станциях, круглые в плане здания возводят лишь при небольшом числе насосных агрегатов (3—5). При большем числе агрегатов строят прямоугольные здания.

Здания насосных станций первого подъема трудно расширять в процессе эксплуатации, поэтому их строят с учетом дальнейшего развития водопровода и возможности размещения дополнительного или более мощного оборудования. На насосных станциях первого подъема часто устанавливают два рабочих насосных агрегата и один или два резервных.

Требования к резервному оборудованию и бесперебойности работы станции в целом зависят от ее назначения. Наиболее высокие требования предъявляются к бесперебойности работы насосных станций первого подъема

прямоточных систем водопровода, обслуживающих производства, не допускающие перерыва в подаче воды, а также хозяйственно-питьевые водопроводы больших городов. Менее жесткие требования предъявляются к бесперебойности работы насосных станций первого подъема, подающих воду в циркуляционные (оборотные) системы, так как кратковременный перерыв в подаче воды не вызывает серьезных нарушений в эксплуатации этих систем. Насосные станции первого подъема, заглубленные более чем на 4—5 м, целесообразно оборудовать вертикальными центробежными насосами с электродвигателями, расположенными на уровне земли. При этом можно существенно уменьшить площадь машинного зала и, кроме того, улучшить условия работы электродвигателей. Как правило, в насосных станциях первого подъема устраивают отдельные всасывающие линии для каждого насоса. Коллекторы или узлы переключения напорных трубопроводов монтируют в отдельных камерах, примыкающих к насосной станции или расположенных в непосредственной близости от нее. В этих же камерах располагают задвижки и обратные клапаны, предохраняющие машинный зал от затопления в случае аварии на трубопроводах в пределах насосной станции. В случае осадки грунта в пазухах котлована станции для обеспечения надежности стыков трубопроводов, проложенных между камерой и насосной станцией, трубы укладывают на балках и опорах, заглубленных до ненарушенного массива грунта.

Всасывающие трубопроводы между водоприемным колодцем и зданием насосной станции часто прокладывают в галереях. В местах примыкания галереи к зданию насосной станции устраивают герметичный осадочный шов. Размеры галереи (ширину и высоту) устанавливают из расчета такого размещения всасывающих труб, при котором между ними, а также между стенками галереи и трубами остается расстояние не менее 0,3—0,4 м. Это создает удобства при проведении монтажных и ремонтных работ. Если трубы пересекают стену заглубленной станции, то в местах будущих пересечений при бетонировании стен следует закладывать ребристые патрубки, обеспечивающие

герметичность конструкции пересечения.

Все трубопроводы как в пределах насосной станции, так и вне ее (проложенные в грунте) защищают от наружной коррозии соответствующей изоляцией.

Для удаления воды, проникшей в здание через неплотности стен и днища станции, а также выливающейся из внутренних трубопроводов при ремонте оборудования, в машинном зале насосных станций первого подъема устанавливают дренажный насос. Дренажный насос откачивает 5—15 л/с, создавая напор в зависимости от заглубления станции и местных условий в 10—20 м вод. ст.

**Насосные станции второго подъема** устраивают или незаглубленными (пол машинного зала находится на уровне земли), или полузаглубленными (пол машинного зала на 2—3 м ниже поверхности земли). Необходимую величину заглубления пола насосной станции определяют из условия, что высота всасывания не превышает величины, допустимой для принятого типа насосов.

*Незаглубленные насосные станции* проще и экономичнее заглубленных, но не всегда обеспечивают допустимую высоту всасывания насосов, удобство прокладки трубопроводов и их нормальную эксплуатацию.

*В полузаглубленных насосных станциях*, возможно, упростить коммуникации трубопроводов, обеспечить работу насосов с небольшой высотой всасывания или под заливом, но, как правило, устройство здания насосной станции в этом случае несколько дороже, чем сооружение незаглубленных станций. В зданиях полузаглубленных насосных станций необходимо предусматривать выпуск воды из прямков в канализацию, водосток или в пониженную часть прилегающей территории. Если такой возможности нет, то, как и в насосных станциях первого подъема, необходимо устанавливать дренажные насосы.

Насосные станции второго подъема предназначены для подачи воды в распределительную сеть из резервуаров очистных сооружений или артезианских водозаборов.

**Циркуляционные насосные станции** служат для подачи воды в системы обратного водоснабжения. В таких насосных станциях часто устанавливают две группы насосов: для подачи отработавшей (нагретой) воды на охладительные сооружения (градирни, пруды-охладители, брызгальные бассейны) и для подачи охлажденной воды потребителям и цехам промышленных предприятий. Циркуляционные станции располагают, как правило, вблизи от сооружений для охлаждения воды, откуда вода к приемным камерам насосной станции подается по самотечным трубам или каналам.

Число насосов на таких станциях и их подачу следует назначать так, чтобы можно было регулировать расход воды на охлаждение в зависимости от сезонных колебаний температуры. Для этого устанавливают несколько насосов со сравнительно небольшой подачей и в случае необходимости отключают те или иные насосы. При этом нужно выбирать насосы с такими характеристиками, которые обеспечивают их совместную работу при оптимальных режимах.

В целях обеспечения надежности работы циркуляционные насосы следует устанавливать под заливом, т. е. ниже уровня воды в приемной камере, поэтому циркуляционные насосные станции устраивают заглубленными или полузаглубленными.

Подводящие каналы циркуляционных станций бывают двух- или многосекционными, что гарантирует надежную подачу воды в случаях аварии или ремонта секций подводящего канала.

**Насосно-компрессорные станции** устраивают в случаях оборудования артезианских скважин воздушными водоподъемниками. На таких станциях устанавливают компрессоры для подачи воздуха и насосы второго подъема, которые забирают воду из сборного резервуара и подают ее в сеть.

Компрессоры устанавливают на уровне земли, а насосы в некоторых случаях заглубляют для обеспечения оптимальных условий всасывания.

Воздух к компрессорам подводят по всасывающим воздушным линиям, которые выводят к месту забора атмосферного воздуха, где обычно устанавливают фильтры. При большой подаче компрессоров устраивают

отдельное помещение для фильтров воздуха. На нагнетательных линиях компрессоров (до ресивера) не устанавливают ни задвижек, ни вентилей во избежание поломок компрессоров в случае их пуска при закрытой задвижке.

**Насосные станции подкачки** устраивают для повышения напора в отдельных микрорайонах города или отдельных цехов (группы цехов) промышленных предприятий. Насосные станции подкачки с приемными резервуарами практически не отличаются от небольших насосных станций второго подъема и принципы их компоновки те же, что и у насосных станций второго подъема. Насосные станции подкачки без резервуаров более компактны. Их часто размещают в заглубленных зданиях небольшого размера. Режим работы таких станций жестко связан с режимом водопотребления.

В зарубежной практике получили распространение станции подкачки с погружными насосными агрегатами. Такие станции располагают в подземных камерах (колодцах), не устраивая надземной части здания. Как правило, насосные станции подкачки делают автоматизированными.

К специальному оборудованию водопроводных насосных станций относятся сороудерживающие и рыбозащитные устройства и щитовые затворы.

**Сороудерживающие устройства** предназначены для защиты насосов от попадания в них сора и плавающих тел, а **рыбозащитные** — для защиты мальков и молоди рыб от попадания их в водоприемники и насосы. В последнее время рыбозащитным устройствам уделяют особое внимание, так как с ростом числа водозаборов поверхностных вод возрастает процент гибели мальков и молоди рыб в водоприемных сооружениях. Часто сороудерживающие и рыбозащитные устройства совмещают.

Сороудерживающие решетки устанавливают на крупных насосных станциях в окна водоприемников. Для защиты решеток от обледенения устраивают их обогрев паром или током низкого напряжения. Если в водоеме содержится большое количество загрязнений (водорослей, щепы и т.д.), то применяют решетки с механической очисткой с помощью движущихся щеток.

Сороудерживающие сетки предназначены для задержания взвешенных



частиц, плавающих предметов и рыб. Их устраивают плоскими неподвижными или ленточными вращающимися. Для очистки съемных сеток от загрязнений их поднимают с помощью механизмов, например лебедок, и промывают струей воды. Во время промывки прекращают забор воды через окно, на котором установлена промываемая сетка.

**Щитовые затворы** применяют в насосных станциях первого подъема, циркуляционных насосных станциях и станциях перекачки для частичного или полного перекрытия каналов или отверстий прямоугольного сечения.

*Деревянные* или *металлические* плоские затворы устанавливают в пазах сооружения и приводят в движение, как правило, с помощью специальных механизмов. На малых сооружениях применяют ручной привод, а на больших — электропривод. По назначению различают *основные, аварийные и ремонтные затворы*.

#### **Порядок выполнения работы:**

- 1) проанализировать работу насосной станции и ее оборудования;
- 2) составить отчет по насосной станции.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Укажите виды насосных водопроводных насосных станций.
2. Перечислите основное оборудование водопроводной насосной станции.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4**

### **НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ: ВЫБОР ЧИСЛА И ТИПА НАСОСОВ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ ВОДООТВЕДЕНИЯ**

#### **Цель работы:**

- 1) определить расчетную производительность насосной станции водоотведения;
- 2) подобрать число и тип рабочих и резервных насосов;
- 3) определить характеристики выбранных насосов по каталогам.

#### **Знания (актуализация):**

- Насосные станции водоотведения.

#### **умения:**

- работать с нормативными документами;
- выполнять и оформлять расчеты проектируемых элементов систем водоснабжения.

### **ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ**

К надежности канализационных насосных станций предъявляются такие же высокие требования, как и к надежности водопроводных, поскольку выход из строя канализационной станции может привести к затоплению территории сточными водами со всеми вытекающими отсюда тяжелыми последствиями. В связи с этим необходимо правильно выбирать число и тип насосов, точно определять их подачу и в соответствии с этим рассчитывать вместимость приемного резервуара.

Режим работы насосной станции, число насосов и вместимость резервуара зависят от режима притока сточных вод, обычно неравномерного в течение

суток. Исключение составляют некоторые случаи перекачки производственных сточных вод, приток которых может быть равномерным. Для уменьшения влияния неравномерности притока на режим работы насосов в канализационных насосных станциях устраивают приемные резервуары. Вместимость последних устанавливают в зависимости от графика притока сточных вод, подачи насосов и принятого режима работы насосной станции.

Объем приемного резервуара ограничивается условиями его нормальной эксплуатации. При слишком большом объеме происходит выпадение осадка из сточной жидкости и загнивание осадка и жидкости. Поэтому вместимость резервуара должна быть, возможно меньшей, но не менее 5-минутной подачи одного из насосов станции.

Максимальную частоту включения насосов устанавливают в зависимости от типа и мощности электродвигателей, степени автоматизации насосной станции и других условий. Обычно допускают максимально три включения в 1 ч — при ручном управлении насосным агрегатом и пять-шесть включений — при автоматическом управлении.

Подачу насосов и их число определяют исходя из общего притока сточных вод к станции. При этом для расчета подачи насосов и вместимости резервуаров можно пользоваться суточным интегральным графиком притока. Однако из-за большой частоты включения насосов пользование этим графиком затрудняется, и для расчетов вместимости резервуаров обычно используют часовой интегральный график притока и откачки. При этом считают, что приток в час наибольшего водоотведения можно принять равномерным.

Графически на интегральном графике равномерный приток изображается в виде прямой, тангенс угла наклона которой пропорционален часовому притоку.

Подачу насосов выбирают равной максимальному часовому притоку, поэтому в час максимального водоотведения графики притока и откачки совпадают. При уменьшении притока наступает момент, когда резервуар опорожняется и насос отключают.

После отключения насоса график откачки имеет вид прямой, параллельной

оси абсцисс. Разность ординат кривой притока и откачки соответствует объему жидкости в резервуаре в данный момент времени. В момент максимально допустимого заполнения резервуара насос включают и процесс повторяется снова. Теоретически доказано, что максимальное число включений насоса при заданной вместимости резервуара наступает в том случае, когда приток составляет 50 % подачи насосов. Из этого следует, что вместимость резервуара насосной станции необходимо рассчитать при заданном числе включений насоса исходя из притока, равного половине подачи насоса. Подачу насоса следует принимать наиболее близкой к максимальному часовому притоку. Если на станции установлено два рабочих насоса, а подача каждого из них при совместной работе равна половине максимального притока, то вместимость резервуара может быть уменьшена в 2 раза.

Дальнейшего уменьшения вместимости резервуара можно достичь путем увеличения числа агрегатов насосной станции. При большом числе агрегатов часть из них работает постоянно (без выключения), так как откачивает постоянную часть притока, а неравномерность оставшейся части притока компенсируется включением и выключением других насосов. В этом случае все расчеты, связанные с неравномерностью притока, относятся лишь к переменной части притока (в больших городах эта часть незначительна по отношению к общему притоку). Поэтому на крупных насосных станциях с большим числом насосов вместимость приемного резервуара рассчитывают исходя из времени, необходимого для запуска резервного агрегата в случае остановки рабочего насоса. Обычно вместимость резервуара принимают равной притоку жидкости со среднесуточным расходом в течение 3—5 мин.

Число насосных агрегатов зависит от назначения станции, режима ее работы и общего притока сточных вод. На небольших районных станциях перекачки устанавливают два насоса: *один рабочий* и *один резервный* (при этом второй резервный насос должен находиться в собранном виде на складе). Чаще же на районных станциях устанавливают три насоса: два рабочих и один резервный (плюс один на складе). Если на станции установлено больше двух

рабочих насосов, то принимают два резервных насоса. Резерв насосных агрегатов зависит также и от того, насколько часто можно пользоваться аварийным выпуском. В ряде районов санитарная инспекция разрешает использовать аварийный выпуск лишь в исключительных случаях. Для таких районов число резервных агрегатов принимают согласно требованиям санитарной инспекции.

Насосы, оборудование и трубопроводы следует выбирать в зависимости от расчетного притока и физико-химических свойств сточных вод и осадков, высоты подъема и с учетом характеристик насосов и напорных трубопроводов, а также очередности ввода в действие объекта. Число резервных насосов надлежит принимать по таблице 2.

Таблица 2 – Количество резервных канализационных насосных агрегатов

Бытовые и близкие к ним по составу производственные сточные воды				Агрессивные сточные воды	
Число насосов					
Рабочих	Резервных при категории надежности действия насосных станций			Рабочих	Резервных при всех категориях надежности действия насосных станций
	первой	второй	третьей		
1	2	1	1	1	1 и 1 на складе
2	2	1	1	2-3	2
3 и более	2	2	1 и 1 на складе	4	3
-	-	-	-	5 и более	Не менее 50%
<b>Примечания:</b> 1. В насосных станциях дождевой канализации резервные насосы, как правило, предусматривать не требуется, за исключением случаев, когда аварийный сброс дождевых вод в водные объекты невозможен. 2. При реконструкции, связанной с увеличением производительности, допускается для перекачки бытовых и близких к ним по составу производственных сточных вод в насосных станциях третьей категории не устанавливать резервные агрегаты, предусматривая хранение их на складе.					

1. Определение средних и максимальных расходов от жилой застройки

В соответствии с заданной степенью благоустройства жилых зданий, принимается среднесуточное удельное водоотведение согласно рекомендациям СНиП 2.04.02-85.

$$Q_{\text{ср.сут}} = \frac{q_6 \cdot N}{1000}, \quad (1)$$

где  $q_6$  – удельная норма водоотведения;

$N$  – расчетное число жителей.

2. Максимальный суточный расход сточных вод составляет:

$$Q_{\text{макс.сут}} = K_{\text{сут}} \cdot Q_{\text{ср.сут}}, \quad (2)$$

где  $K_{\text{сут}}$  - коэффициент суточной неравномерности, принимаемый согласно п.2.2 [21]

3. Среднечасовой расход сточных вод:

$$q_{\text{ср.час}} = \frac{q_6 \cdot N}{1000 \cdot 24}, \quad (3)$$

4. Максимальный часовой расход сточных вод:

$$q_{\text{макс.час}} = K_{\text{общ}} \cdot q_{\text{ср.час}}, \quad (4)$$

где  $K_{\text{общ}}$  - максимальный общий коэффициент неравномерности притока сточных вод, принимается по п.2.7 СНиП 2.04.03-85.

5. Среднесекундный расход сточных вод составляет:

$$q_{\text{ср.сек}} = \frac{q_6 \cdot N}{24 \cdot 3600}, \quad (5)$$

6. Максимальный секундный расход сточных вод составляет:

$$q_{\text{макс.сек}} = K_{\text{общ}} \cdot q_{\text{ср.сек}} \quad (6)$$

7. Минимальный секундный расход сточных вод составляет:

$$q_{\text{мин.сек}} = K_{\text{общ}} \cdot q_{\text{ср.сек}} , \quad (7)$$

где  $K_{\text{общ}}$  – минимальный общий коэффициент неравномерности притока сточных вод, принимается по п.2.7 СНиП 2.04.03-85.

8. Минимальный часовой расход сточных вод составляет:

$$q_{\text{мин.час}} = K_{\text{общ}} \cdot q_{\text{ср.час}} . \quad (8)$$

#### **Порядок выполнения работы:**

- 1) определить расчетные расходы сточных вод;
- 2) подобрать марку насосных агрегатов и их характеристики;
- 3) определить количество резервных агрегатов.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Укажите основные параметры, по которым осуществляется подбор канализационных насосов.
2. Перечислите основное оборудование канализационной насосной станции.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5**

### **НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ: ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКА СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ: НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ ВОДООТВЕДЕНИЯ - СЕТЬ**

#### **Цель работы:**

1. определить вместимость приёмного резервуара;
2. построить график притока и откачки сточных вод.

#### **Знания (актуализация):**

- Насосные станции водоотведения.

#### **умения:**

- работать с нормативными документами;
- выполнять и оформлять расчеты проектируемых элементов систем водоснабжения.

### **ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ**

1. Гидравлический расчет насосных станций.

При подборе насосов руководствуются следующими условиями:

- общая подача рабочих насосов должна равняться максимальному расчетному притоку сточных вод или несколько превышать его;
- число и подача насосов должны обеспечить устойчивый режим работы станции при периодических колебаниях притока воды;
- насосы целесообразно принимать однотипные.



Требуемый напор насосов, м, определяют по формуле

$$H = H_{\Gamma} + h_{\text{п.в.}} + h_{\text{п.н.}} + h_3, \quad (9)$$

где  $H_{\Gamma}$  — геометрическая высота подъема (разность отметок подачи и откачки сточных вод), м;

$h_{\text{п.в.}}$  - потери напора во всасывающем трубопроводе, м;  $h_{\text{п.н.}}$  - потери напора в напорном трубопроводе (в наружном и внутри насосной станции), м;

$h_3$  —запас на излив жидкости из трубопровода (принимается равным 1м).

Потери напора в трубопроводах складываются из потерь на трение и местные сопротивления. Потери на трение по длине трубопроводов определяют по расчетным таблицам для напорных трубопроводов (Ф. А. Шевелева, Н. Ф. Федорова или А. А. и Н. А. Лукиных). Местные сопротивления, м, вычисляют по формуле

$$H_{\text{м}} = \sum \zeta \frac{v^2}{2g}, \quad (10)$$

где  $v$  — расчетная скорость движения воды по трубопроводу, м/с;

$g$  — ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$\zeta$ — коэффициент местных сопротивлений (принимается по гидравлическим справочникам).

#### ***Последовательность гидравлического расчёта насосной станции:***

- ориентировочно намечаются диаметр и количество напорных трубопроводов по максимальному притоку сточных вод;
- определяется требуемый напор насосов для принятых напорных трубопроводов;
- по расходу сточной воды и напору насосов по каталогам производится предварительный выбор насосов;
- на характеристики, представляющие собой кривые зависимости напора,

КПД и мощности насосов от их подачи (при постоянной частоте вращения), наносят характеристики трубопроводов  $Q-H$ , построенные в том же масштабе; для этого определяют потери напора в трубопроводах при различных значениях расхода воды и прибавляют к этим потерям геометрическую высоту подачи; точки пересечения характеристик  $Q-H$  насосов и  $Q-H$  трубопроводов дают расчетные точки работы насосов.

– окончательный выбор трубопроводов и насосов должен быть сделан с учётом рассмотрения всех возможных вариантов и обоснован технико-экономическими расчетами.

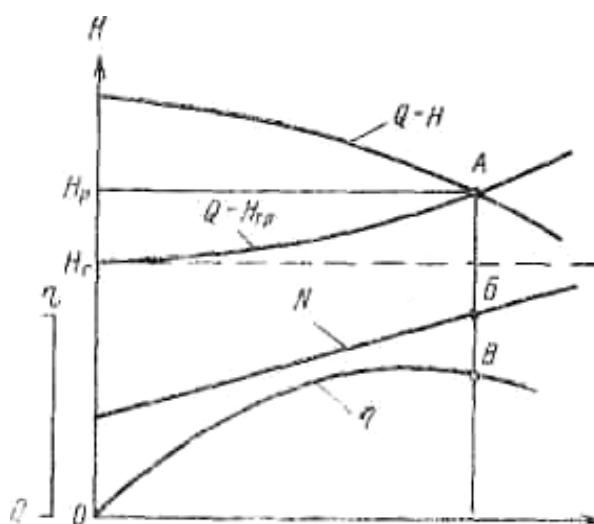


Рисунок 3 – Характеристика работы одного насоса в один напорный трубопровод

На рисунке 3 показан простейший случай расчёта — работа одного насоса в один трубопровод. Точка  $A$  пересечения кривых  $Q - H$  и  $Q - H_{тр}$  является расчетной точкой работы насоса. Расход  $Q_p$  соответствует подаче насоса при напоре  $H_p$ ; КПД насоса определяется точкой  $B$ ; потребляемая мощность — точкой  $B'$ .

## 2. Расчет требуемой вместимости приемного резервуара насосной станции

Требуемую вместимость приемного резервуара определяют в зависимости от притока сточных вод, подачи насосов и режима их работы. При

этом она должна быть не менее 5-минутной максимальной подачи одного из насосов.

Проверяют вместимость резервуара на частоту включения насосов исходя из условия, чтобы число включений в течение 1 ч. было не более пяти при автоматической работе насосов и не более трех при ручном управлении; при мощности электродвигателей насосов с автоматическим управлением свыше 50 кВт рекомендуется принимать не более трех включений. Если предварительно назначенная вместимость не удовлетворяет этим условиям, ее соответственно увеличивают.

Проверка на частоту включений делается графически — путем построения интегрального графика притока и откачки сточных вод в течение 1 ч для среднего (50% максимального) и минимального притоков при работе одного насоса.

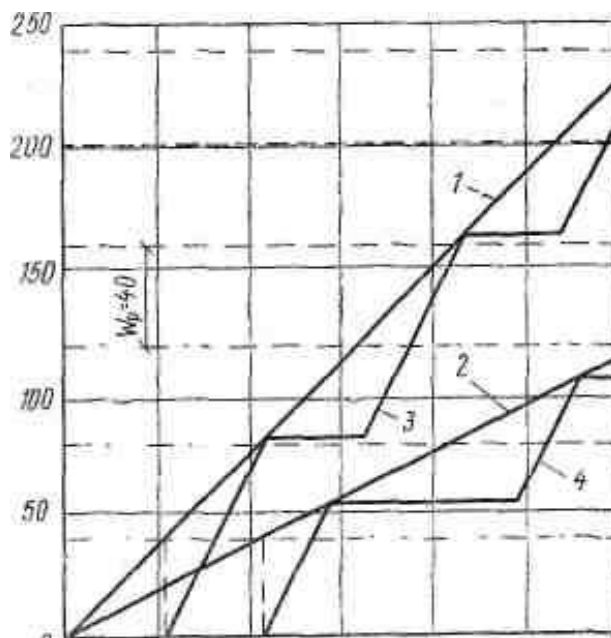


Рисунок 4 – График притока и откачки сточных вод

1 — средний приток сточных вод; 2 — минимальный приток; 3 и 4 — режимы работы насоса ФГ-450/22,5

На рисунке 4 приведен пример проверки вместимости резервуара на частоту включения насоса при ручном управлении. Для откачки воды принят

насос ФГ-450/22,5, подача которого составляет  $450 \text{ м}^3/\text{ч}$ , что соответствует максимальному притоку. Требуемая вместимость резервуара из условия обеспечения 5-минутной подачи насоса составляет:  $W_p = 450 : (60 : 5) = 37,5 \text{ м}^3$ ; принята вместимость  $40 \text{ м}^3$ . Как следует из графика, число включений насоса за 1 ч. при среднем и минимальном притоках не превышает трех. Следовательно, увеличения вместимости резервуара не требуется.

### Исходные данные:

№ варианта	$H_r$	$h_{п.в.}$	$h_{п.н.}$	$\zeta$
1	1	3	1	0,41
2	1,5	5	0,5	0,45
3	1,2	2,5	0,8	0,3
4	0,8	1,6	0,9	0,35
5	0,5	4	2	0,38
6	0,7	2	1,5	0,5
7	1,3	1,5	1,3	0,8
8	1,4	1,3	1,2	0,75
9	0,3	3	1,7	0,65
10	0,7	2,9	0,8	0,4

### Порядок выполнения работы:

1. определить вместимость приёмного резервуара;
2. построить график притока и откачки сточных вод;
3. ответить на контрольные вопросы.

### Контрольные вопросы:

1. Укажите назначение приемного резервуара.
2. Укажите виды потерь напора, возникающих в трубопроводах.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6**

### **НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ:**

#### **АНАЛИЗ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ ВОДООТВЕДЕНИЯ**

#### **Цель работы:**

1. Ознакомиться с принципом действия, особенностями эксплуатации, основными параметрами КНС.
2. Ознакомиться с оборудованием приёмного резервуара и машинного зала.
- 3.

#### **Знания (актуализация):**

- Насосные станции водоотведения.

#### **умения:**

- работать с нормативными документами;
- выполнять и оформлять расчеты проектируемых элементов систем водоснабжения.

### **ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ**

В связи с бурным развитием городов и строительством новых промышленных предприятий со сложными технологическими процессами при устройстве почти каждой системы канализации возникает необходимость перекачки сточных вод. Если учесть, что высокие требования к составу сточных вод, выпускаемых в водоемы, побуждают в большинстве

случаев предусматривать системы с биологической очисткой сточных вод, в которых необходимо иметь насосные станции для перекачивания илов и осадка, то становится очевидным, что насосные станции являются обязательным элементом практически каждой системы канализации.

К надежности канализационных насосных станций предъявляются такие же высокие требования, как и к надежности водопроводных, поскольку выход из строя канализационной станции может привести к затоплению территории сточными водами со всеми вытекающими отсюда тяжелыми последствиями. В связи с этим необходимо правильно выбирать число и тип насосов, точно определять их подачу и в соответствии с этим рассчитывать вместимость приемного резервуара.

Режим работы насосной станции, число насосов и вместимость резервуара зависят от режима притока сточных вод, обычно неравномерного в течение суток. Исключение составляют некоторые случаи перекачки производственных сточных вод, приток которых может быть равномерным. Для уменьшения влияния неравномерности притока на режим работы насосов в канализационных насосных станциях устраивают приемные резервуары. Вместимость последних устанавливают в зависимости от графика притока сточных вод, подачи насосов и принятого режима работы насосной станции.

### **Компоновка и основные конструктивные типы канализационных насосных станций**

Компоновка и конструктивное решение канализационных насосных станций зависят от глубины заложения подводящего коллектора, грунтовых условий, типа применяемых насосов (горизонтальные или вертикальные), а также от степени автоматизации управления насосными агрегатами.

Практикой установлены следующие конструктивные типы насосных станций:

- 1) круглые или прямоугольные в плане;
- 2) со встроенным или отдельно стоящим приемным резервуаром;

3) с насосами, расположенными выше или ниже уровня жидкости в приемном резервуаре.

Выбор того или иного типа насосной станции основывается на технико-экономическом сравнении вариантов. Для ориентировочного выбора варианта можно руководствоваться приводимыми ниже рекомендациями.

Выбор типа здания в плане зависит от грунтовых условий и метода производства работ, а также от размера станции. *Круглые в плане станции* более удобны при сооружении опускным способом. Однако при большом числе насосов такая форма зданий неэкономична. Поэтому для крупных станций с числом насосов более трёх-четырёх предпочтительнее *прямоугольные в плане здания*. Такая форма здания удобна и при устройстве станций мелкого за-нижения с любым числом агрегатов.

Схема круглой в плане насосной станции, совмещенной с приемным резервуаром, показана на рис. 5, а. Эта станция рассчитана на установку трех насосов ниже уровня жидкости в резервуаре. По такой схеме устраивают насосные станции не более чем на четыре насосных агрегата.

На рис. 5,б изображена схема прямоугольной в плане станции, совмещенной с прямоугольным приемным резервуаром. Пол машинного зала и дно приемного резервуара расположены на одной отметке, горизонтальные насосы работают под заливом (с подпором со стороны резервуара). Машинный зал отделен от резервуара железобетонной водонепроницаемой стеной. В помещении приемного резервуара установлены решетки, оборудованные механическими граблями. Такая схема компоновки широко применяется при устройстве станций средней и большой подачи и небольшом заглублении подводящего коллектора.

Отличие схемы, изображенной на рис. 2, в, от рассмотренной состоит в том, что пол машинного зала расположен выше уровня воды в приемном резервуаре и насосы работают со всасыванием. Такую схему компоновки иногда применяют для малых и средних станций при условии, что в их основании залегают твердые или скальные грунты.

Компоновка насосной станции при раздельном расположении машинного зала и приемного резервуара показана на рис. 6. По такой схеме устраивают насосные станции для перекачки производственных сточных вод, выделяющих вредные и взрывоопасные газы, также станции с глубоким заложением подводящего коллектора. В последнем случае круглый в плане приемный резервуар сооружают опускным способом, а прямоугольный машинный зал с подсобными помещениями — обычным способом.

При такой компоновке насосной станции машинный зал и другие помещения полностью изолируются от приемного резервуара. Недостатками схемы являются высокая стоимость здания и сравнительно большая длина всасывающих линий. Всасывающие линии устраивают из стальных труб, прокладываемых непосредственно в грунте, а при слабых грунтах — в галерее, соединяющей машинный зал с приемным резервуаром.

Приведенные схемы компоновки не исчерпывают многообразия конструктивных решений насосных станций. Например, по схеме, изображенной на рис. 6, а, можно устроить и насосную станцию с горизонтальными насосами, а по схеме, изображенной на рис. 6, б, — с вертикальными и т. п., но эти схемы являются примерными схемами компоновки канализационных насосных станций основных типов.

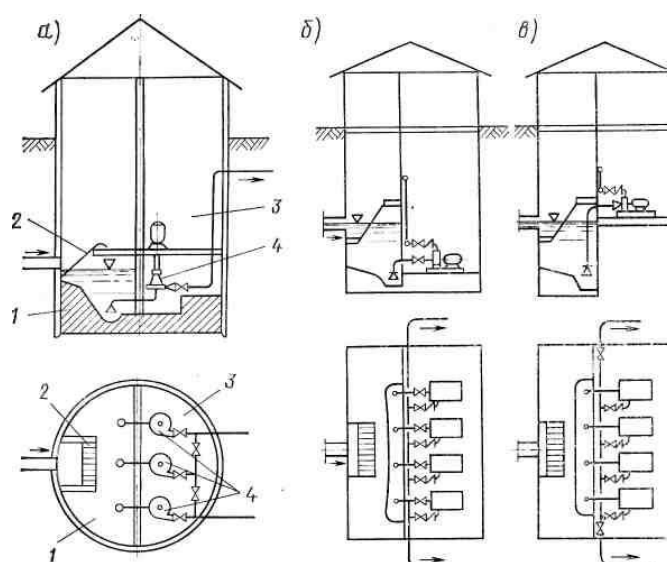


Рисунок 5 – Схемы компоновок канализационных насосных станций

1-приемный резервуар; 2 - решетка; 3-машинный зал; 4 - насос



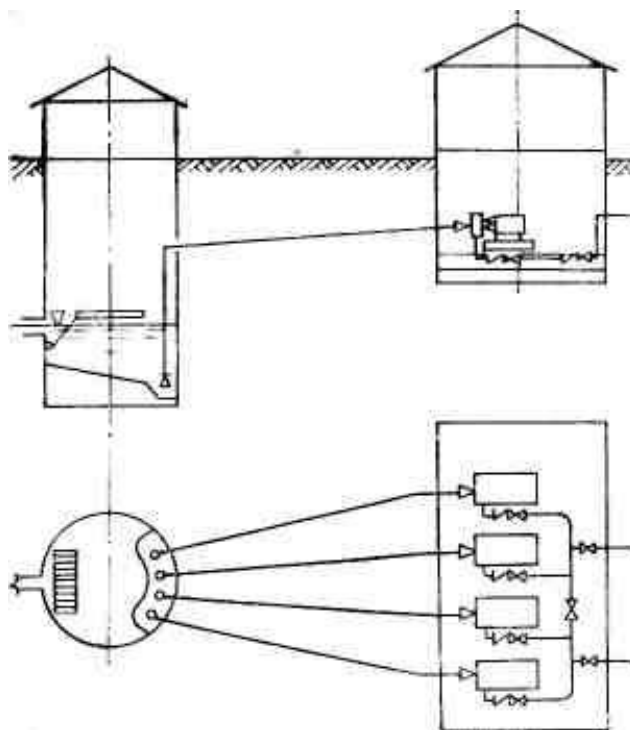


Рисунок 6 – Схема насосной станции с отдельно расположенным приемным резервуаром

Тип насосной станции зависит от места ее расположения. В свою очередь расположение насосной станции зависит от ряда условий: рельефа местности, гидрогеологической ситуации и санитарных норм.

По санитарным нормам, например, расстояние между зданием насосной станции, перекачивающей хозяйственно-бытовые сточные воды, и жилым или общественным зданием должно быть не менее 25 м.

Участок для сооружения насосной станции должен находиться на территории, не заливаемой паводковыми водами. При его выборе следует предусматривать возможность устройства аварийного сброса (на случай перерыва в снабжении электроэнергией и другом аварийной ситуации).

Насосные станции, перекачивающие сточные воды с какого-либо объекта (города, предприятия), следует располагать как можно ближе к объекту, так как в этом случае уменьшается длина дорогостоящих самотечных коллекторов.

### ***Приемные резервуары и их оборудование***

Приемные резервуары предназначены для кратковременного регулирования притока сточных вод, подводимых к насосам. Эти резервуары могут быть отделены от насосной станции или совмещены с ней. Отдельно стоящие резервуары, хотя и обеспечивают лучшие санитарные условия обслуживания станции, но значительно дороже совмещенных и поэтому применяются сравнительно редко.

Резервуары состоят из рабочей (приемной) части, куда поступает сточная жидкость, и расположенного над ней помещения для оборудования (дробилок, транспортеров и т. д.). В этом же помещении размещают и механическую часть решеток.

Глубину рабочей части приемного резервуара принимают равной 1,5—2 м, считая от лотка подводящего коллектора. На участке расположения всасывающих труб насосов устраивают приямок глубиной 0,5—0,7 м. Дно резервуара должно быть с уклоном не менее 0,1 в сторону приямка.

Для взмучивания осадка в резервуар подводят жидкость по ответвлению от напорной трубы. Этим же ответвлением пользуются при опорожнении напорного трубопровода. В резервуар должна быть подведена также линия от напорного водопровода технической воды для смыва загрязнений со стен и пола.

Приемные резервуары оборудуют решетками (ручными или механизированными), дробилками, корытами, тележками, контейнерами и другими приспособлениями для удаления крупных отбросов. Решетки устанавливают на выходе из канала, подводящего воду к резервуару, с целью предотвращения попадания в насосы крупных отбросов. Ширину прозоров в решетках выбирают в зависимости от типоразмеров насосов, установленных на станции.

Для измельчения задержанных на решетках отбросов применяют специальные машины-дробилки. Наибольшее распространение получили дробилки молоткового типа.

Механические решетки и дробилки нельзя полностью автоматизировать, и некоторые операции по выгрузке и перегрузке отбросов обслуживающему персоналу приходится выполнять в тяжелых антисанитарных условиях. Поэтому в настоящее время применяется более совершенная схема задержания и измельчения отбросов с помощью комбинированных решеток-дробилок (комминаторов).

### ***Расположение насосных агрегатов и трубопроводов в машинном зале***

Число рабочих насосных агрегатов в насосной станции следует определять по расчетному притоку с учетом характеристики насосов, диаметра и длины напорных трубопроводов.

Число резервных насосов зависит от числа рабочих агрегатов на станции. Если на станции установлены один или два однотипных агрегата, то предусматривают один резервный насос. При большем числе однотипных агрегатов устанавливают два резервных насоса.

Всасывающие патрубки большинства канализационных насосов расположены с торца корпуса, поэтому в канализационных насосных станциях насосы удобнее размещать в один ряд. Такое расположение насосов обеспечивает прямолинейную трассировку всасывающих трубопроводов.

В насосных станциях глубокого заложения предпочтительнее применять вертикальные насосы, что позволяет сократить размеры машинного зала и улучшить условия работы обслуживающего персонала.

В канализационных насосных станциях для каждого насоса, как правило, устраивают отдельный всасывающий трубопровод, укладываемый с подъемом от всасывающей воронки до насоса. Диаметр всасывающей линии устанавливают, исходя из скорости движения жидкости в них около 0,8—1,5 м/с. Для коротких всасывающих линий допускается скорость до 2 м/с.

Приемных и обратных клапанов на всасывающих линиях не устанавливают, а оборудуют их приемными воронками, диаметр которых составляет 1,3—1,5 диаметра всасывающей трубы.

На всасывающих линиях насосов, расположенных под заливом, устанавливают задвижку.

### ***Аварийные выпуски***

Аварийные выпуски предназначены для защиты насосной станции от затопления сточными водами при внезапной остановке насосов путем сброса сточных вод в ближайший водоем или овраг. Согласно СНиП устройство аварийного выпуска для насосных станций, перекачивающих загрязненные сточные воды, допускается только по согласованию в каждом отдельном случае с органами Госсанинспекции.

Как правило, аварийный выпуск устраивают из ближайшего к станции смотрового колодца на подводящем коллекторе.

На аварийных выпусках в целях предупреждения загрязнения окружающей местности и водоемов предусматривают устройство накопителей, откуда после ликвидации аварии накопившиеся сточные воды удаляют в подводящий коллектор насосной станции с помощью привозных аварийных насосов.

### ***Примеры компоновки канализационных насосных станций***

При проектировании канализационных насосных станций (правда, в меньшей степени, чем при проектировании водопроводных) используется возможность компоновки в одном и том же типовом здании разных технологических схем насосных агрегатов и трубопроводов.

На рисунке 7 приведен разрез типовой канализационной насосной станции на два насоса типов ФГ-29/40 и ФГ-51/58, при глубине заложения подводящего коллектора 4—7 м. Общая подача станции 20—90 м<sup>3</sup>/ч. Типовой проект может быть использован для устройства как районной, так и главной насосной станции (для небольших объектов).

Эта насосная станция предназначена для перекачки хозяйственно-бытовых и близких к ним по составу производственных сточных вод с нейтральной или слабощелочной реакцией. Насосная станция имеет круглую в

плане подземную часть диаметром 8 м и наземную прямоугольную часть размером 9×9 м.

В подземной части здания расположены машинный зал, а также отделенные от него водонепроницаемой стенкой приемный резервуар и грабельное помещение. В наземной части здания размещаются щиты управления двигателями, приборы контроля и устройства автоматики, вентиляционно-отопительное оборудование, служебные помещения, душевая, санитарный узел, монтажные площадки и грузоподъемные устройства.

Вместимость приемного резервуара составляет около 35 м<sup>3</sup>, что соответствует объему сточных вод, перекачиваемых насосом ФГ 81/18 (при максимальной подаче) в течение 23 мин. Дно приёмного резервуара имеет уклон 0,1 к приямку для всасывающих воронок насосов.

Грабельное помещение оборудовано вертикальной решеткой с механизированной очисткой типа РМВ 600/800 и молотковой дробилкой типа Д-3а. Кроме того, здесь установлены резервная решетка с ручной очисткой и дырчатое корыто для сброса загрязнений с резервной решетки. Перед решетками в каналах предусмотрены щитовые затворы. Количество отбросов, задерживаемых решеткой, колеблется в пределах 0,1—0,2 м<sup>3</sup>/сут.

В машинном зале насосной станции установлены под заливом два насоса ФГ 81/18, один из которых резервный. Предусмотрено автоматическое включение и выключение насосных агрегатов в зависимости от уровня сточных вод в приемном резервуаре. Насосы включают при открытых задвижках на напорных линиях. Задвижки имеют ручной привод и закрываются только при ремонте агрегатов.

В насосной станции запроектировано два напорных трубопровода, но в ряде случаев (например, при небольшой длине напорного трубопровода) можно устраивать только один. Для взмучивания осадка в приемном резервуаре и смыва отбросов с деталей дробилки предусмотрено ответвление от напорного трубопровода диаметром 50 мм.

Сальники фекальных насосов имеют гидравлическое уплотнение с питанием водопроводной водой под давлением, большим, чем давление, развиваемое фекальным насосом. Для подачи воды в сальники установлены два (один резервный) вихревых насоса 1В-0,9 м. Питание водой этих насосов осуществляется через бак разрыва струи.

Дренажные воды, а также воды от мытья полов и аварийных изливов удаляются основными фекальными насосами через трубы диаметром 20 мм, присоединенные к всасывающим патрубкам и опущенные в приямок.

Расход перекачиваемой жидкости измеряют электромагнитными расходомерами, установленными на напорных трубопроводах. Расход можно измерять также с помощью расходомеров переменного перепада, приняв в качестве сужающих устройств трубы Вентури.

Для монтажа и ремонта оборудования предусмотрены ручные передвижные тали и кошки грузоподъемностью 0,5 т — в машинном зале и 1 т — в грабельном помещении.

Размеры насосной станции позволяют в случае необходимости увеличить ее подачу путем установки насосов с большей подачей или третьего насоса.

На рисунке 8 приведен чертеж насосной станции с тремя горизонтальными насосами типа ФГ-115/38; ФГ-81/31 или ФГ-81/18. Круглая в плане подземная часть разделена железобетонной перегородкой на две равные части: машинный зал и резервуар. В машинном зале установлены насосы 11, которые подают сточную воду в водоводы 6, дренажный насос 12 и насос 10 для подачи воды на уплотнение сальников. В подземной части здания над машинным залом установлена ручная таль 7. В резервуаре размещены всасывающие трубопроводы 5 и труба для взмучивания осадка 4. В резервуар входит подводящий коллектор 1. Над резервуаром на перекрытии установлены загрузочный лоток 2 и вертикальная механизированная решетка 3. На отводе от подводящего коллектора установлена решетка с ручной очисткой и дырчатым корытом. Это оборудование установлено на случай поломки основного

оборудования — механизированной решетки и дробилки 4; и этом случае сточные воды направляются на решетку 8 с ручной очисткой.

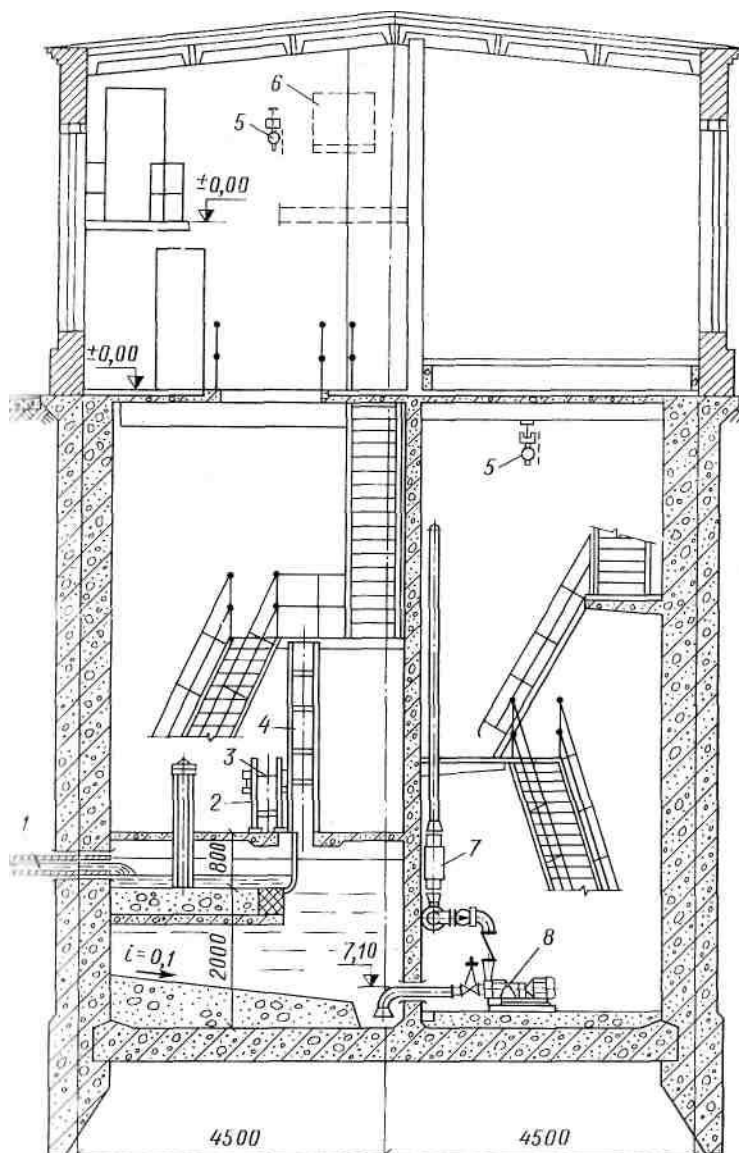


Рисунок 7 – Канализационная насосная станция на два насоса

1- коллектор; 2 - механизированная решетка; 3 -дырчатое корыто; 4 - дробилка; 5 - таль с ручным приводом; 6 -бак технической воды; 7-датчик расходомера;8 - насосный агрегат.

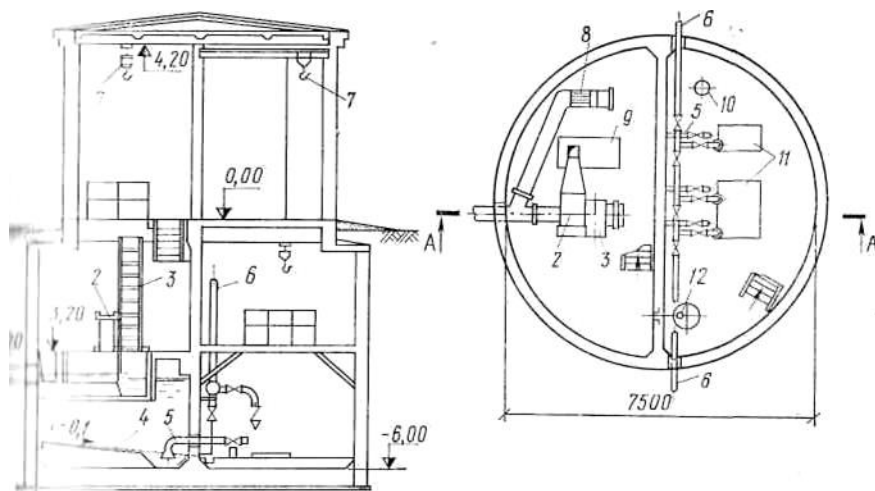


Рисунок 8 –Канализационная насосная станция на три агрегата

### Порядок выполнения работы:

1. Проанализировать принцип действия, особенности эксплуатации, основные параметры КНС.
2. Проанализировать работу оборудования приёмного резервуара и машинного зала.
3. Составить отчет.
4. Ответить на контрольные вопросы.

### Контрольные вопросы:

1. Укажите виды канализационных насосных станций.
2. Перечислите основное оборудование канализационной насосной станции.
3. Основные требования, предъявляемые к канализационной насосной станции.
4. Назначение присоединения напорной трубы к приёмному резервуару.



## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. СП 31.13330.2012 (с изменениями №1,2) со СНиП 2.04.02.-84\*  
Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. - М.: ФГУП ЦПП, - 80 с.
2. СанПиН 2. 1. 4. 1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к  
качеству воды централизованных систем водоснабжения. Контроль  
качества».

## **ПРИЛОЖЕНИЕ А**

Министерство образования и науки Челябинской области  
Государственное бюджетное профессиональное  
образовательное учреждение  
**«Южно-Уральский государственный технический колледж»**

### **ОТЧЕТ**

по выполнению практических работ  
**по теме 2.1 «Насосные и воздухоудные станции»**

**ПМ.01 Разработка технологий и проектирование элементов систем  
водоснабжения и водоотведения**

Выполнил: студент группы ВВ-325/б

Иванов В.И.

Проверил: преподаватель Юсупова Л.В.

Челябинск, 20\_\_