

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Марат Шаматович

Должность: Ректор

Дата подписания: 01.12.2023 14:37:40

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

имени академика М.Д. Миллионщикова

Кафедра «Экспертиза, управление недвижимостью и теплогазоснабжение»

УТВЕРЖДЕН

на заседании кафедры

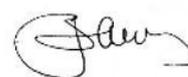
протокол № 1

«01» сентябрь 2023г.

Заведующий кафедрой

ЭУНТГ

В.Х.Хадисов



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

«НАСОСЫ И НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ»

Направление

08.03.01 - «Строительство»

Направленность (профиль)

«Инженерные системы жизнеобеспечения в строительстве»

Квалификация выпускника

Бакалавр

Составитель старший преподаватель

кафедры «ЭУНТГ»

Тазбиева З.М.

Грозный – 2023

1. Паспорт

ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «НАСОСЫ И НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ»

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1.	Классификация и особенности насосов, насосных агрегатов и насосных установок	ПК-1 ПК-2 ПК-5	Собеседование, тесты, решение задач
2.	Технологическое проектирование насосных станций систем водоснабжения	ПК-1 ПК-2 ПК-5	Собеседование, тесты, решение задач
3.	Технологическое проектирование насосных станций систем водоотведения	ПК-1 ПК-2 ПК-5	Собеседование, тесты, решение задач

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1.	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний, обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы для обсуждения
2.	Решение задач	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу учебной дисциплины	Комплект задач
3.	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
4.	Экзамен	Итоговая форма оценки знаний	Вопросы к экзамену

3. ОПИСАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЦЕНИВАНИЯ

Оценивание уровня освоения обучающимся компетенций осуществляется с помощью форм промежуточной аттестации и текущего контроля. Формы промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости по дисциплине, с помощью которых производится оценивание, указаны в учебном плане и в п.3 рабочей программы.

В таблице приведена информация о формировании результатов обучения по дисциплине разделами дисциплины, а также о контроле показателей оценивания компетенций формами оценивания.

Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)	Номера разделов дисциплины	Формы оценивания (формы промежуточно й аттестации, текущего контроля успеваемости)
ПК-1 Способность проводить оценку технических и технологических решений систем теплогазоснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения		
<i>ПК-1.1 Выбор нормативно-технических документов, регламентирующих технические (технологические) решения в сфере водоснабжения и водоотведения</i>		
Знает перечень нормативно-технических документов регламентирующих технические решения и требования к проектированию, строительству, эксплуатации и ремонту насосов и насосных станций	1, 2, 3	Экзамен
Умеет использовать нормативно-технические документы, регламентирующие технические (технологические) решения в сфере водоснабжения и водоотведения	1, 2, 3	Экзамен
Владеет выбором действующих нормативно-правовых, нормативно-технических и нормативно-методических документов, регламентирующих технические решения и требования к проектированию, строительству, эксплуатации и ремонту насосных и воздухоудувных станций систем водоснабжения и водоотведения	1, 2, 3	Экзамен
ПК-2 Способность выполнять работы по проектированию систем теплогазоснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения		
<i>ПК-2.1 Выбор исходных данных для проектирования системы (сооружения) водоснабжения водоотведения</i>		
Знает перечень нормативно-технических документов, устанавливающих требования к насосным и воздухоудувным станциям систем водоснабжения и водоотведения	1, 2, 3	Экзамен
Умеет использовать исходные данные для проектирования насосных станций систем водоснабжения и водоотведения	1, 2, 3	Экзамен
Владеет выбором исходных данных для проектирования насосных станций систем водоснабжения и водоотведения	1, 2, 3	Экзамен
<i>ПК-2.2 Выбор нормативно-технических и нормативно-методических документов, определяющих требования для проектирования системы (сооружения) водоснабжения и</i>		

<i>водоотведения</i>		
Знает виды нормативной, нормативно-технической и нормативно-методической документации, применяемой для проектирования насосных станций систем водоснабжения и водоотведения	1, 2, 3	Экзамен
Умеет использовать методику применения нормативной, нормативно-технической и нормативно-методической документации, используемой для проектирования насосных станций систем водоснабжения и водоотведения.	1, 2, 3	Экзамен
Владеет выбором действующих нормативно-правовых, нормативно-технических и нормативно-методических документов, регламентирующих технические решения и требования к проектированию, насосных и воздухоудвжных станций систем водоснабжения и водоотведения	1, 2, 3	Экзамен
ПК-2.4. Расчет и выбор технологического оборудования для сооружения водоснабжения и водоотведения		
Знает методы расчета основных энергетических параметров насосов, расчета трубопроводов насосной станции, выбора насосных агрегатов и технологического оборудования насосных станций, определения режима работы насосов	1, 2, 3	Экзамен
Умеет использовать методы расчета, типы и конструкции технологического оборудования насосных станций систем водоснабжения и водоотведения	1, 2, 3	Экзамен
Владеет расчетом и выбором насосов и технологического оборудования насосных станций систем водоснабжения и водоотведения	1, 2, 3	Экзамен
ПК-2.6. Подготовка и оформление графической части проектной и рабочей документации системы (сооружения) водоснабжения (водоотведения)		
Знает подготовку и оформление графической части проектной и рабочей документации по насосным станциям систем водоснабжения и водоотведения	1, 2, 3	Экзамен
Умеет использовать подготовку и оформление графической части проектной и рабочей документации по насосным станциям систем водоснабжения и водоотведения	1, 2, 3	Экзамен
Владеет подготовкой и оформлением графической части проектной и рабочей документации по насосным станциям систем водоснабжения и водоотведения.	1, 2, 3	Экзамен
ПК-5. Способность организовывать работы по техническому обслуживанию и ремонту систем теплогазоснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения		
ПК-5-5. Выбор нормативно-правовых и нормативно-технических документов, регламентирующих работу по эксплуатации, ремонту сооружений водоснабжения (водоотведения)		
Знает нормативно-правовые и нормативно-технические документы, регламентирующие работу по эксплуатации, ремонту сооружений насосным	1, 2, 3	Экзамен

станциям систем водоснабжения и водоотведения		
Умеет использовать нормативно-правовые и нормативно-технические документы, регламентирующие работу по эксплуатации, ремонту сооружений насосным станциям систем водоснабжения и водоотведения	1, 2, 3	Экзамен
Владеет выбором нормативно-правовых и нормативно-технических документов, регламентирующих работу по эксплуатации, ремонту сооружений насосных станций систем водоснабжения и водоотведения	1, 2, 3	Экзамен
ПК-5-7. Технический и технологический контроль выполнения работ по обслуживанию и ремонту сооружений водоснабжения (водоотведения)		
Знает технический и технологический контроль выполнения работ по обслуживанию и ремонту сооружений насосных станций систем водоснабжения и водоотведения	1, 2, 3	Экзамен
Умеет использовать технический и технологический контроль выполнения работ по обслуживанию и ремонту сооружений насосных станций систем водоснабжения и водоотведения.	1, 2, 3	Экзамен
Владеет контролем выполнения технических и технологических работ по обслуживанию и ремонту сооружений насосных станций систем водоснабжения и водоотведения.	1, 2, 3	Экзамен

4. ОПИСАНИЕ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ И ШКАЛЫ ОЦЕНИВАНИЯ

При проведении промежуточной аттестации в форме экзамена, защиты курсовых проектов используется шкала оценивания: «2» (неудовлетворительно), «3» (удовлетворительно), «4» (хорошо), «5» (отлично).

Показателями оценивания являются знания и навыки обучающегося, полученные при изучении дисциплины.

Критериями оценивания достижения показателей являются:

Показатель оценивания	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов и определений, понятий
	Знание основных закономерностей и соотношений, принципов
	Объем освоенного материала, усвоение всех дидактических единиц
	Полнота ответов на проверочные вопросы
	Правильность ответов на вопросы
	Чёткость изложения и интерпретации знаний
Навыки	Навыки выбора методик выполнения заданий
	Навыки выполнения заданий различной сложности
	Навыки самопроверки. Качество сформированных навыков
	Навыки анализа результатов выполнения заданий, решения задач
	Навыки представления результатов решения задач

**5. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНИВАНИЯ
ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ
5.1. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ**

Форма(ы) промежуточной аттестации: экзамен в 4 семестре (для очной формы обучения) и в 5 семестре (для очно-заочной формы обучения).

Перечень типовых примерных вопросов/заданий для проведения экзамена в 4 семестре (для очной формы обучения) и в 5 семестре (для очно-заочной формы обучения).

№	Наименование раздела дисциплины	Типовые вопросы/задания
1.	Классификация и особенности насосов, насосных агрегатов и насосных установок	<p>Краткая история развития насосов. Классификация насосов. Конструкция насосов: динамических, объемных. Особенности центробежных насосов, насосных агрегатов и насосных установок Параметры центробежных насосов, насосных агрегатов и насосных установок. Устройство и принцип действия центробежных насосов. Основные конструктивные элементы центробежных насосов. Регулирование работы центробежных насосных агрегатов и насосных установок. Кавитация в центробежных насосах и насосных установках.</p>
2.	Технологическое проектирование насосных станций систем водоснабжения	<p>Системы водоснабжения городов и промышленных предприятий. Определение технологических параметров насосных станций систем водоснабжения Выбор количества рабочих и резервных насосных агрегатов для насосных станций систем водоснабжения Выбор способа установки насосных агрегатов для насосных станций систем водоснабжения Расчет и конструирование всасывающих и напорных водоводов и трубопроводов для насосных станций систем водоснабжения. Компоновка зданий, сооружений и оборудования насосных станций водоснабжения.</p>
	Технологическое проектирование насосных станций систем водоотведения	<p>Назначение насосных станций в системах водоотведения городов и промышленных предприятий. Категории надежности насосных станций в системах водоотведения. Выбор количества рабочих и резервных насосных агрегатов для насосных станций систем водоотведения. Выбор способа установки насосных агрегатов для насосных станций систем водоотведения. Расчет и конструирование всасывающих и напорных трубопроводов и водоводов для насосных станций систем водоотведения.</p>

		Компоновка зданий, сооружений и оборудования насосных станций систем водоотведения. Технологическое проектирование насосных станций бытовых сточных вод.
--	--	---

5.2. РУБЕЖНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

5.2.1. ТЕСТЫ К ПЕРВОЙ РУБЕЖНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Насосом называется
 - А. машина для создания потока жидкой среды
 - В. гидроаппарат для регулирования напора жидкости
 - С. устройство для перекачивания жидкости
 - Д. прибор для уменьшения гидравлического удара в гидросистеме
 - Е. устройства для использования энергии жидкости
2. Объёмные насосы работают по принципу:
 - А. для преобразования механической энергии приводного двигателя в энергию потока жидкости
 - В. для подачи жидкости с большими скоростями
 - С. механического вытеснения жидкости твердым телом
 - Д. для преобразования энергии давления жидкости в механическую энергию выходного звена
 - Е. для создания перепада давления в трубопроводах
3. Полный напор насоса называется:
 - А. разница между полным напором на выходе из насоса и полным напором на входе в насос
 - В. количество жидкости, перекачиваемое насосом в единицу времени
 - С. высота, на которую насос поднимает жидкость
 - Д. увеличение давления при прохождении жидкости через насос
 - Е. энергия, сообщённая насосом единице веса жидкости
4. В поршневых насосах вытеснение жидкости из рабочих камер осуществляется в результате
 - А. возвратно-поступательного движения
 - В. сложного поворотного движения
 - С. вращательного движения
 - Д. прямолинейного движения
 - Е. возвратно-поворотного движения
5. Потребляемая мощность насоса это:
 - А. давление, создаваемое жидкостью в герметично открытом сосуде.
 - В. произведение силы на площадь нормальной поверхности
 - С. мощность, передаваемая насосу его приводным механизмом
 - Д. отношение массы к объёму жидкости
 - Е. давление, создаваемое жидкостью в герметично закрытом сосуде.
6. Кавитацией называется
 - А. нарушение сплошности потока жидкости
 - В. зависимость между предельной и допустимой высотой всасывания
 - С. явление парообразования и выделения воздуха, обусловленное понижением давления жидкой среды
 - Д. вдувание воздуха через трубки в жидкость
 - Е. нарушение норм работы насоса, снижение подачи, напора и КПД
7. Что представляет собой винтовой насос?

- А.эрлифт
- В.гидроэлеватор
- С.гидравлический таран
- Д.роторно-вращательный насос

8. Что подразделяется на выходную мощность насоса и потребляемую мощность насоса?

- А.напор
- В.подача
- С.КПД
- Д.высота всасывания
- Е.мощность насоса

9. Какие насосы применяют для обеспечения циркуляции воды в оборотных системах водяного охлаждения технологических агрегатов в различных отраслях промышленности?

- А.винтовые насосы
- В.осевые насосы
- С.поршневые насосы
- Д.плунжерные насосы
- Е.шнековые насосы

10. Основные параметры насосов:

- А.подача, напор, высота всасывания, мощность
- В.напор, мощность, КПД, давление
- С.подача, высота всасывания, мощность, КПД
- Д.подача, напор, высота всасывания, мощность, КПД
- Е.напор, высота всасывания, мощность, КПД

5.2.2. ТЕСТЫ К ВТОРОЙ РУБЕЖНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Что представляет собой разность отметок верха подводящего водовода на входе в приемную камеру очистных сооружений или приемный колодец вышележащего канализационного коллектора z_2 и среднего уровня сточных вод в приемном резервуаре насосной станции z_1 ?

- А.динамический напор
- В.гидравлический напор
- С.статический напор
- Д.объемный напор

2. Какие требования к надежности подачи воды предъявляют насосной станцией I категории систем водоотведения?

- А.не допускается перерыва или снижения подачи сточных вод
- В.допускается перерыв в подаче сточных вод не более 6 ч либо снижение подачи в пределах, определяемых надежностью системы водоснабжения населенного пункта или промпредприятия
- С.допускается перерыв подачи сточных вод не более суток
- Д.не допускается перерыв в подаче сточных вод не более 6 ч либо снижение подачи в пределах, определяемых надежностью системы водоснабжения населенного пункта или промпредприятия
- Е.допускается перерыва или снижения подачи сточных вод

3. Какое должно быть количество резервных насосных агрегатов на насосных станциях агрессивных производственных сточных вод при 2-3 рабочих насосных агрегатов?

- А.2 (включая 1 на складе)
- В.2
- С.3
- Д.не менее половины от общего числа рабочих насосных агрегатов

4. Что выбирают в зависимости от объема притока и физико-химических свойств сточных вод или осадков?
- А.насосные агрегаты, сальниковый компенсатор
 - В.поворотный клапан, оборудование и трубопроводы
 - С.насосные агрегаты, оборудование и трубопроводы
 - Д.фланец
 - Е.монтажную вставку
5. В каком режиме обычно работают комплектно-блочные насосные станции систем водоотведения?
- А.в ручном режиме
 - В.в дистанционном режиме
 - С.в полуавтоматическом режиме
 - Д.в автоматическом режиме
6. Что должно обеспечивать возможность замены агрегатов, арматуры и отдельных узлов без остановки работы станции водоотведения?
- А.сальниковый компенсатор
 - В.поворотный клапан
 - С.вращательный клапан
 - Д.компоновка и обвязка оборудования
 - Е.монтажная вставка
7. Как классифицируют насосные станции систем водоотведения по назначению?
- А.насосные станции для перекачки бытовых сточных вод, насосные станции для перекачки поверхностных сточных вод, насосные станции для перекачки производственных сточных вод, насосные станции для перекачки осадков
 - В.насосные станции для перекачки бытовых сточных вод, насосные станции II подъема, насосные станции для перекачки осадков
 - С.насосные станции для перекачки производственных сточных вод, насосные станции I подъема, циркуляционные насосные станции
 - Д.насосные станции для перекачки бытовых сточных вод, насосные станции для перекачки поверхностных сточных вод, циркуляционные насосные станции, насосные станции для перекачки производственных сточных вод, насосные станции для перекачки осадков
8. Какое должно быть количество резервных насосных агрегатов на насосных станциях агрессивных производственных сточных вод при 4 рабочих насосных агрегатов?
- А.2 (включая 1 на складе)
 - В.2
 - С.3
 - Д. не менее половины от общего числа рабочих насосных агрегатов
9. Чем разделяется подземная часть здания насосной станции систем водоотведения?
- А.перегородкой
 - В.обратным затвором
 - С.осесимметричным обратным клапаном
 - Д.водонепроницаемой глухой стенкой
10. Сколько частей в здании насосной станций бытовой канализации?
- А.две части
 - В.три части
 - С.четыре части
 - Д.пять и более

5.3. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ

5.3.1. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 1-Й РУБЕЖНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Контрольная работа 1. Расчет и проектирование водопроводной насосной станции второго подъема

1. Исходные данные для проектирования

Необходимо разработать ВНС-II, работающую в полуавтоматическом режиме с собственным диспетчерским пунктом, производительностью 42000 м³/сут. Вода питьевого качества поступает на ВНС-II по двум всасывающим трубопроводам из РЧВ. ВНС-II подает эту воду в бак водонапорной башни, располагающейся в населенном пункте в начале водопроводной распределительной сети.

Коэффициент часовой неравномерности водопотребления: $K = 1,35$.

Длина всасывающих трубопроводов: $l_{вс} = 13$ м.

Длина напорных водоводов: $l_n = 1657$ м.

Расход воды на пожаротушение: $q_n = 35$ л/с.

Число напорных водоводов: $n_n = 2$.

Материал труб напорных водоводов – чугун.

Отметка дня резервуара чистой воды: $Z_3 = 136$ м.

Отметка поверхности земли в точке водопотребления (у водонапорной башни): $Z_2 = 146$ м.

Отметка поверхности земли у ВНС-II: $Z_3 = 142$ м.

Высота водонапорной башни: $H_б = 18$ м.

Высота бака водонапорной башни: $h_б = 4$ м.

Требуемый свободный напор при пожаротушении: $H_{св}^{пож} = 15$ м.

Грунты на месте строительства ВНС-II – суглинки.

Глубина промерзания грунта: $h_{пром} = 1,8$ м.

Род подводимого тока – переменный трехфазный.

Напряжение – 6,6 кВ.

2. Подбор насосов

2.1. Общие положения

Необходимо подобрать насосы для водопроводной насосной станции второго подъема I категории надежности. Данная насосная станция подает воду питьевого качества из РЧВ потребителям. Подбор насосов осуществляется по их подаче и напору. Для приближения подачи насосов к суточному водопотреблению принят ступенчатый режим работы насосных агрегатов и автоматическое их включение и выключение. Число рабочих насосных агрегатов, устанавливаемых на ВНС-II, составляет от двух до четырех. В качестве регулируемого резервуара используется бак водонапорной башни, что способствует приближению подачи насосов к водопотреблению населенного пункта.

2.2. Определение режима водопотребления Режим водопотребления определяется согласно коэффициенту неравномерности. Коэффициент неравномерности задается: он равен 1,35.

Согласно приложению А, по коэффициенту неравномерности водопотребления принимается почасовое распределение суточного расхода воды. Приложение А составлено согласно рекомендациям. Дальнейшие расчеты ведутся в табличной форме (табл. 1).

2.3. Определение режима работы насосной станции

С целью максимального приближения подачи насосов к колебаниям водопотребления принят ступенчатый график их работы. Наилучшим считается такой режим работы ВНС-II, при котором объем бака водонапорной башни будет минимальным. Режим работы ВНС-II представлен в табл. 1. В графе 1 табл. 1 приведены часы суток. Графа 2 табл. 1 заполняется в соответствии с коэффициентом неравномерности

водоотведения $K=1,35$ согласно Приложению А. Число рабочих насосов, устанавливаемых на ВНС-II n_p , шт, определяется по формуле:

$$n_p = \frac{Q_{\max}}{Q_{\min}}, \quad (1)$$

где $Q_{\max}= 5,6\%$ – максимальное часовое водопотребление (табл.1);

$Q_{\min}= 2,5\%$ – минимальное часовое водопотребление (табл.1).

$$n_p = \frac{5,6}{2,5} = 2,24 \text{ шт} .$$

Число рабочих насосов округляется в большую сторону, поэтому принято три рабочих насоса. Подача ВНС-II

$$n_p = \frac{5,6}{2,5} = 2,24 \text{ шт} . \quad (2)$$

Подача одного насоса Q_{1n} , %, определяется по формуле:

$$Q_{1n} = \frac{Q_{\text{ис}}}{n_p} \cdot K_i, \quad (3)$$

где K_i – коэффициент параллельности работы i -го насоса.

Коэффициент параллельности работы насосов учитывает снижение подачи насосов, работающих параллельно на один водовод. При работе двух насосов этот коэффициент равен: $K_2=1,11$, при работе трех насосов $K_3 = 1,18$, а при работе четырех насосов – $K_4=1,25$.

$$Q_{1n} = \frac{5,04}{3} \cdot 1,18 = 1,98 \%,$$

где i_n – число параллельно работающих насосов.

Для нашего случая подача двух насосов Q_{2n} , %, определяется по формуле:

$$Q_{2n} = \frac{Q_{1n} \cdot 2}{1,11} = \frac{1,98 \cdot 2}{1,11} = 3,57\% .$$

(4)

Таблица 1

Часы суток	Водопотребление, %	Число работающих насосов, шт.	Подача насосами, %	Поступление в бак, %	Расход из бака, %	Остаток в баке, %	Ординаты интегральных графиков, %		Разность ординат, %
							водопотребление	подача насосами	
0-1	3	1	1,99	-	1,01	2,77	3	1,99	-1,01
1-2	3,2	1	1,99	-	1,21	1,56	6,2	3,98	-2,22
2-3	2,5	1	1,99	-	0,51	1,05	8,7	5,97	-2,73
3-4	2,6	1	1,99	-	0,61	0,44	11,3	7,96	-3,34
4-5	3,5	2	3,58	0,08	-	0,52	14,8	11,54	-3,26
5-6	4,1	2	3,58	-	0,52	0	18,9	15,12	-3,78
6-7	4,5	3	5,04	0,54	-	0,54	23,4	20,16	-3,24
7-8	4,9	3	5,04	0,14	-	0,68	28,3	25,20	-3,10

8-9	4,9	3	5,04	0,14	-	0,82	33,2	30,24	-2,96
9-10	5,6	3	5,04	-	0,56	0,26	38,8	35,28	-3,52
10-11	4,9	3	5,04	0,14	-	0,4	43,7	40,32	-3,38
11-12	4,7	3	5,04	0,34	-	0,74	48,4	45,36	-3,04
12-13	4,4	3	5,04	0,64	-	1,38	52,8	50,40	-2,40
13-14	4,1	2	3,58	-	0,52	0,86	56,9	53,98	-2,92
14-15	4,1	2	3,58	-	0,52	0,34	61	57,56	-3,44
15-16	4,4	3	5,04	0,64	-	0,98	65,4	62,60	-2,80
16-17	4,3	3	5,04	0,74	-	1,72	69,7	67,64	-2,06
17-18	4,1	2	3,58	-	0,52	1,2	73,8	71,22	-2,58
18-19	4,5	3	5,04	0,54		1,74	78,3	76,26	-2,04
19-20	4,5	3	5,04	0,54		2,28	82,8	81,30	-1,50
20-21	4,5	3	5,04	0,54		2,82	87,3	86,34	-0,96
21-22	4,8	3	5,04	0,24		3,06	92,1	91,38	-0,72
22-23	4,6	3	5,04	0,44		3,5	96,7	96,42	-0,28
23-24	3,3	2	3,58	0,28		3,78	100	100,00	0,00
	100		100	5,98	5,98				

Сравнивая подачи насосов с часовым водопотреблением (графа 2 табл. 1) определяем число рабочих насосов в каждый час суток, заполняя графу 3 табл. 1. Подача насосов в течение суток должна быть равна водо-потреблению, т.е. 100%, поэтому она уточняется с помощью уравнения:

$$Q_{2н} = Q_{1н} \cdot t_1 + Q_{2н} \cdot t_2 + \dots + Q_{iн} \cdot t_i = 100, \quad (5)$$

где $Q_{1н}, Q_{2н}, \dots, Q_{iн}$ подача одного, двух, i насосов, %;

t_1, t_2, \dots, t_i – время работы одного, двух, i насосов (табл. 1).

Уравнение (5) может быть представлено в виде:

$$Q_{1н} \cdot t_1 + \frac{Q_{1н} \cdot 2}{K_2} \cdot t_2 + \dots + \frac{Q_{1н} \cdot n_i}{K_i} \cdot t_i = 100. \quad (6)$$

Следовательно, имеем:

$$Q_{1н} = \frac{100}{\left(t_1 + \frac{2t_2}{K_2} + \dots + \frac{n_i t_i}{K_i}\right)}. \quad (7)$$

В нашем случае имеем:

$$Q_{1н} = \frac{100}{\left(t_1 + \frac{2t_2}{K_2} + \frac{3t_3}{K_3}\right)} = \frac{100}{\left(4 + \frac{2 \cdot 6}{1,11} + \frac{3 \cdot 14}{1,18}\right)} = 1,99 \%. \quad (8)$$

$$Q_{2н} = \frac{1,99 \cdot 2}{1,11} = 3,58 \%,$$

$$Q_{3н} = Q_{н.с.} = \frac{1,99 \cdot 3}{1,18} = 5,04 \%.$$

Уточненные подачи насосов заносятся в графу 4 табл.1. При всех дальнейших расчетах имеем дело только с уточненными подачами. Построчным сравнением граф 2 и 4 табл. 1 определяется поступление воды в бак водонапорной башни или забор воды из этого бака.

Если значение в графе 2 больше соответствующего значения в графе 4, то разность граф 2 и 4 заносится в графу 6, и в графе 5 ставится прочерк.

Если значение в графе 2 меньше соответствующего значения в графе 4, то разность граф 2 и 4 заносится в графу 5, и в графе 6 ставится прочерк.

Построчное суммирование граф 5 и 6 должно давать одинаковый результат. После заполнения граф 5 и 6 определяется остаток в баке водонапорной башни (графа 7). Нулевой остаток в баке принимается обычно в час отбора основного объема воды из этого бака. Затем производится почасовое суммирование значений графы 5 и вычитание значений графы 6.

Остаток в баке, соответственно, или увеличивается, или уменьшается.

Отрицательных значений в графе 7 быть не может.

Дойдя до строки «23–24», переходим на строку «0–1». Правильность расчетов подтверждается, если после полного круга расчетов в конце при-ходят к нулю. В нашем случае нулевой остаток принят для строки «5-6».

Для вычисления ординат интегрального графика водопотребления (графа 8) построчно сверху вниз суммируются значения графы 4.

Построчная разность граф 8 и 9 заносится в графу 10. Если значение в графе 8 больше значения в графе 9, то величина в графе 10 будет иметь знак <->. Если значение в графе 8 меньше значения в графе 9, то величина в графе 10 будет иметь знак <+>.

По значениям в графах 2 и 4 строятся ступенчатые графики водопотребления и подачи воды насосами (рис.1). По значениям в графах 8 и 9 строятся интегральные графики водопотребления и подачи воды насосами (рис. 2).

Подача одного насоса составляет:

$$Q_{1н} = 1,99 = \frac{1,99 \cdot 42000}{100} = 835,8 \text{ м}^3 / \text{ч} = 232,17 - \text{л} / \text{с} = 0,23 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Подача насосной станции составляет:

$$Q_{н.с.} = 5,04\% = \frac{5,04 \cdot 42000}{100} = 2116,8 \text{ м}^3 / \text{ч} = 588 - \text{л} / \text{с} = 0,59 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

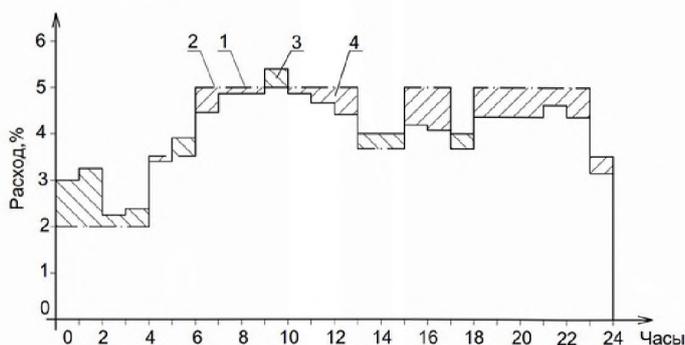


Рис. 1. Ступенчатые графики водопотребления и подачи насосами: 1 – водопотребление; 2 – подача насосами; 3 – зона забора воды из ВНБ; 4 – зона подачи воды в ВНБ.

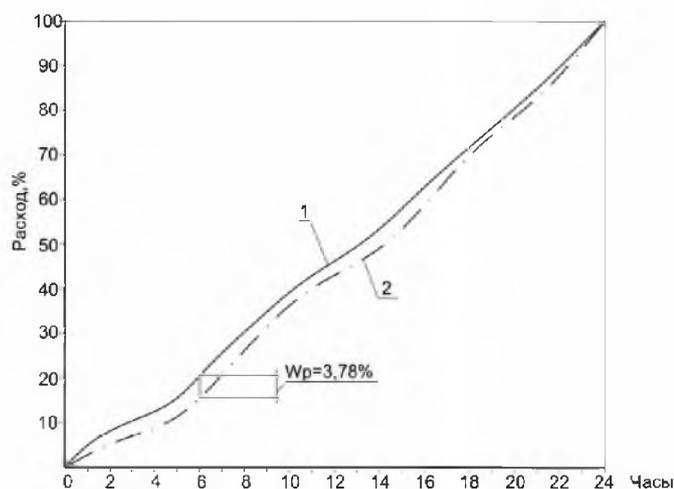


Рис. 2. Суточные интегральные графики водопотребления и подачи насосами: 1 – водопотребление; 2 – подача насосами. и

2.4. Определение объема бака водонапорной башни

Объем бака водонапорной башни W , м³, определяется по формуле:

$$W = W_p + W_n, \quad (9)$$

где W_p – регулирующий объем бака водонапорной башни, м³,
 W_n – запас воды на пожаротушение, м³.

Величина W_n , м³, определяется по формуле:

$$W_n = 0.6 \cdot q_n = 0,6 \cdot 35 = 21 \text{ м}^3. \quad (10)$$

Величина W_p , м³, определяется по формуле:

$$W_p = \left(\frac{|a| + |b|}{100} \right) \cdot Q_{\text{сут}}, \quad (11)$$

где $a = 0$ – максимальная положительная разность ординат интегральных графиков водопотребления и подачи воды насосами (табл. 1);

$b = -3,78 \%$ – максимальная отрицательная разность ординат интегральных графиков водопотребления и подачи воды насосами (табл.1);

$Q_{\text{сут}} = 42000 \text{ м}^3/\text{сут.}$ – производительность ВНС-II согласно заданию.

$$W_p = \frac{|-3,78|}{100} \cdot 42000 = 1587,6 \text{ м}^3,$$

$$W = 1587,6 + 21 = 1608,6 \text{ м}^3.$$

2.5. Расчет всасывающих трубопроводов

Количество всасывающих трубопроводов на ВНС-II, независимо от числа и групп рабочих насосов, включая пожарные, должно быть не менее двух. Устройство одного всасывающего трубопровода допускается для водопроводных насосных станций III категории надежности. Всасывающие трубопроводы внутри ВНС-II объединяются в один коллектор, от которого отдельный всасывающий водовод подводится к каждому насосу. Диаметры коллектора и водоводов равны диаметру всасывающих трубопроводов. Рекомендуемая скорость движения воды во всасывающих трубопроводах ВНС-II составляет:

- для труб диаметром до 250 мм – $0,6 \div 1 \text{ м/с}$;
- для труб диаметром до 800 мм – $0,8 \div 1,5 \text{ м/с}$;
- для труб диаметром более 800 мм – $1,2 \div 2 \text{ м/с}$.

Расход воды во всасывающих трубопроводах $Q_{вс}$, м³/с, определяется по формуле:

$$Q_{вс} = \frac{Q_{н.с}}{n_{вс}}, \quad (12)$$

где $n_{вс} = 2$ – число всасывающих трубопроводов.

$$Q_{вс} = \frac{0,59}{2} = 0,3 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Диаметр всасывающих трубопроводов $d_{вс}$, м, определяется по формуле:

$$d_{вс} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{вс}}{\pi \cdot v_{вс}}}, \quad (13)$$

где $v_{вс} = 1$ м/с – скорость движения воды во всасывающих трубопроводах.

$$d_{вс} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,3}{3,14 \cdot 1}} = 0,61 \text{ м}$$

Всасывающие трубопроводы изготавливаются из стальных труб стандартного диаметра. Рекомендуется применять для изготовления всасывающих трубопроводов стальные прямошовные электросварные трубы по ГОСТ 10704-91. Не рекомендуется применять трубы диаметром условного прохода (D_y) 350, 450, 700 и 900 мм. В нашем случае приняты стальные трубы по ГОСТ 10704-91, диаметром 600 мм. Потери напора во всасывающих трубопроводах $h_{вс}$, м, определяются по формуле:

$$h_{вс} = 1,1 \cdot i_{вс} \cdot l_{вс}, \quad (14)$$

где $i_{вс} = 2,09 \cdot 10^{-3}$ – гидравлический уклон всасывающих трубопроводов;

$$h_{вс} = 1,1 \cdot 2,09 \cdot 10^{-3} \cdot 13 = 0,03 \text{ м}$$

2.6. Расчет напорных трубопроводов

Количество напорных водоводов для водопроводных насосных станций второго подъема I и II категории надежности должно быть не менее двух, а для насосных станций III категории надежности допускается устройство одного водовода. Скорость движения воды в напорных водоводах составляет:

для труб диаметром до 250 мм – 0,8 ÷ 2 м/с;

для труб диаметром до 800 мм – 1 ÷ 3 м/с;

для труб диаметром более 800 мм – 1,5 ÷ 4 м/с.

Расход воды в напорных водоводах $Q_{н}$, м³/с, определяется по формуле:

$$Q_{н} = \frac{Q_{н.с}}{n_{н}} = \frac{0,59}{2} = 0,3 \text{ м}^3/\text{с}. \quad (15)$$

Диаметр напорных водоводов $d_{н}$, м, определяется по формуле:

$$d_{н} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{н}}{\pi \cdot v_{н}}}, \quad (16)$$

где $v_{н} = 2$ м/с – скорость движения воды в напорных водоводах.

$$d_{н} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,3}{3,14 \cdot 2}} = 0,44 \text{ м}.$$

Материал труб для изготовления напорных водоводов принимается согласно заданию. В данном случае для изготовления водоводов приняты чугунные напорные трубы по ГОСТ 9583-75, диаметром (Dy) 500 мм.

Напорные трубопроводы внутри ВНС-II изготавливаются из стальных труб. Диаметр этих трубопроводов принимается равным диаметру напорных водоводов. Таким образом, в нашем случае напорные трубопроводы ВНС-II изготавливаются из стальных трубопроводов по ГОСТ 10704-91, диаметром (Dy) 500 мм. Потери напора в напорных водоводах h_n , м, определяются по формуле:

$$h_n = 1.1 \cdot i_n \cdot l_n, \quad (17)$$

где $i_n = 5,94 \cdot 10^{-3}$ – гидравлический уклон напорных водоводов.

$$h_n = 1.1 \cdot 5,94 \cdot 10^{-3} \cdot 1657 = 10,83 \text{ м.}$$

2.7. Определение требуемого напора

Требуемый напор ВНС-II, подающей воду в водонапорную башню, которая находится в начале водопроводной сети, $H_{тр}$, м, определяется по формуле:

$$H_{тр} = z_2 + z_1 + h_{вс} + h_n + H_b + h_b + H_{н.с.}, \quad (18)$$

где $Z_2 = 146$ м – отметка земли в точке водопотребления согласно заданию;

$H_b = 18$ м – высота водонапорной башни согласно заданию;

$h_b = 4$ м – высота бака водонапорной башни согласно заданию;

Z_1 – расчетный уровень воды в РЧВ, м;

$H_{н.с.} = 1,5 - 2,5$ м – потери напора в коммуникациях ВНС-II.

Расчетный уровень воды в РЧВ z_2 , м, определяется по формуле:

$$Z_1 = Z_3 + 0,5 = 136 + 0,5 = 136,5 \quad (19)$$

$$H_{тр} = 146 - 136,5 + 0,03 + 10,83 + 18 + 4 + 2 = 44,36 \text{ м.}$$

2.8. Подбор насосов

Данные для подбора насосов представлены в табл. 2. Для перекачки водопроводной воды рекомендуется использовать насосы марок К, В или Д.

Таблица 2

Наименование параметра	Величина	
Производительность ВНС-II,	м /ч	2116,8
	л/с	588
Производительность одного насоса,	м /ч	835,8
	л/с	232,17
Требуемый напор, м	44,36	

Насос подбирается по производительности одного насоса ($Q_{1н}$) и требуемому напору ($H_{тр}$). По сводному графику полей насосов вначале предварительно определяется марка насоса. Окончательно возможность применения выбранной марки насоса определяется по его Q-N характеристике. Рабочая точка с координатами ($Q_{1н}, H_{тр}$) должна располагаться ниже или лежать на линии Q-N характеристики выбранного насоса. Кроме того, эта точка должна находиться в рабочей части Q-N характеристики принятого насоса. Согласно рекомендации, в нашем случае принят насос марки Д800-57. На рис. 3 представлены характеристики данного насоса, а на рис. 4 – его общий вид с габаритными размерами.

Рабочие характеристики насоса Д800-57 представлены в табл. 3.

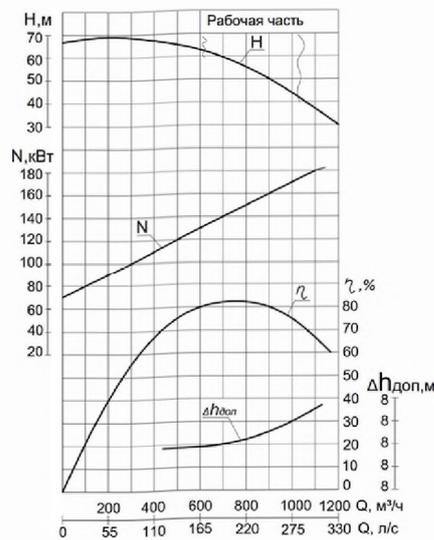


Рис. 3. Характеристика насоса Д800-57

Таблица 3

Марка насоса	Номинальная подача, м³/с	Номинальный напор, м	Мощность насоса, кВт	Частота вращения	Допустимый кавитационный запас, м	КПД, %	Диаметр рабочего колеса, мм	Диаметр, мм	
								всасывающего патрубка	напорного патрубка
Д800-57	800	57	142	1450	4	82	432	300	250

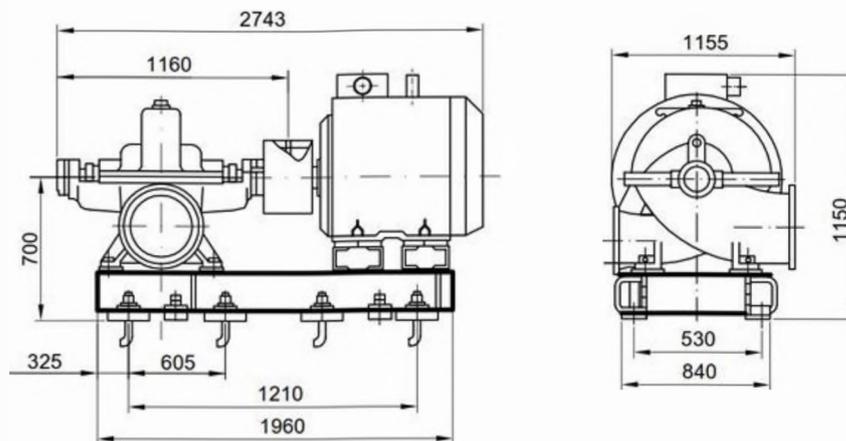


Рис.4. Габаритные и привязочные размеры насоса Д800-57

3. Подбор электродвигателя

Мощность электродвигателя, приводящего в действие насос марки Д800-57, $N_{дв}$, кВт, определяется по формуле:

$$N_{дв} = k_m \cdot N_n, \quad (20)$$

где k_m – коэффициент запаса мощности, принимаемый согласно (Приложение Б).

Требуемая мощность насоса на валу, N_n , кВт, определяется по формуле:

$$N_n = \frac{\rho \cdot g \cdot Q_{1н} \cdot H_{тр}}{1000 \cdot \eta_n}, \quad (21)$$

где $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ – плотность перекачиваемой воды;
 $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения;

$$Q_{1H} = 0,23 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$H_{mp} = 44,36 \text{ м};$$

$\eta_n = 0,82$ – КПД насоса марки Д800-57 при подаче Q_{1H}

$$N_H = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 0,23 \cdot 44,36}{1000 \cdot 0,82} = 122,06 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{ов}} = 1,15 \cdot 122,06 = 140,37 \text{ кВт.}$$

Насос Д800-57 комплектуется электродвигателем типа АОЗ-315М-4, мощностью 200 кВт. Масса насосного агрегата составляет 2600 кг.

4. Обточка рабочего колеса насоса

Если точка с координатами (Q_{1H}, H_{mp}) находится ниже Q–H характеристики выбранного насоса более чем на 2-3 м, то необходимо осуществить обточку рабочего колеса данного насоса, т.е. уменьшить развиваемый им напор. В нашем случае рабочая точка с координатами $Q_{1H}=835,8 \text{ м}^3/\text{ч}$ и $H_{mp}=44,36 \text{ м}$ располагается ниже Q–H характеристики насоса Д800-57 на 10,64 м (рис. 5). Таким образом необходимо произвести обточку рабочего колеса насоса Д800-57.

Строится парабола режимных точек по формуле:

$$H = \left(\frac{H_{mp}}{Q_{1H}^2} \right) \cdot Q^2 = \left(\frac{44,36}{835,8^2} \right) \cdot Q^2 = 6,35 \cdot 10^{-5} \cdot Q^2 \quad (22)$$

Результаты расчетов представлены в табл. 4.

Таблица 4

Q, м ³ /ч	600	700	800	900	1000
H, м	22,86	31,12	40,64	51,44	63,5

Точка пересечения параболы режимных точек и ниже Q–H характеристики насоса Д800-57 (точка А) имеет координаты $Q_A=901 \text{ м}^3/\text{ч}$ и $H_A=52,3$ (рис. 5). Диаметр обточенного колеса $D_{\text{обт}}$, мм, определяется по формуле:

$$D_{\text{обт}} = \frac{Q_{1H}}{Q_A} \cdot D_{p.k.}, \quad (23)$$

где $D_{p.k.} = 432 \text{ мм}$ – диаметр рабочего колеса насоса Д800-57.

$$D_{\text{обт}} = \frac{835,8}{901} \cdot 432 = 401 \text{ мм.}$$

Процент срезки рабочего колеса Π_{cp} , %, определяется по формуле:

$$\Pi_{cp} = \frac{D - D_{\text{обт}}}{D} \cdot 100 = \frac{432 - 401}{432} \cdot 100 = 7,18 \% \quad (24)$$

Коэффициент быстроходности насоса Д800-57 определяется по формуле:

$$n_s = \frac{365 \cdot n \cdot \sqrt{Q_{1H}}}{H_{mp}^{3/4}}, \quad (25)$$

где $n = 1450 \text{ об/мин}$ – частота вращения рабочего колеса (табл.3).

$$n_s = \frac{365 \cdot 1450 \cdot \sqrt{0,23}}{44,36^{3/4}} = 147,66.$$

Для данного насоса нормальный процент срезки составляет 11-15 % (Приложение В). Строится Q-H характеристика насоса Д800-57 с обточенным колесом. Для этого определяются значения $Q_{обт}$, м³/ч, и $H_{обт}$, м, по формулам:

$$Q_{ср} = \left(\frac{D_{обт}}{D}\right) \cdot Q. \quad (26)$$

$$H_{ср} = \left(\frac{D_{обт}}{D}\right)^2 \cdot H. \quad (27)$$

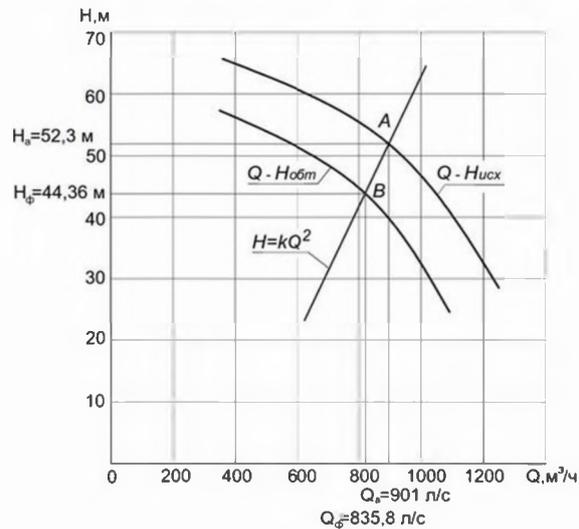


Рис.5. Расчет обточки рабочего колеса насоса Д800-57

Результаты расчетов представлены в табл. 5.

Таблица 5

№ точки	Q, м ³ /ч	H, м	Q _{ОБТ} , М ³ /ч	H _{ОБТ} , М
1	400	65	371,2	55,97
2	600	61	556,8	52,52
3	800	56	742,4	48,22
4	1000	46	928	39,61
5	1200	31	1113,6	26,69

На рис. 5 приведена Q-H характеристика насоса Д800-57 с обточенным рабочим колесом, которая используется при всех последующих расчетах.

Варианты заданий																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
K	1,2	1,2 5	1,3	1,3 5	1,4	1,4 5	1,5	1,2	1,2 5	1,3	1,3 5	1,4	1,45	1,5	1,2	1,25	1,3	1,4
$l_{вс}$	10	11	12	14	13	13, 5	14, 5	15	10	11	12	14	13	13,5	14,5	15	10,5	11,5
l_n	15 24	15 89	16 24	16 89	13 64	15 65	15 33	14 35	14 54	14 75	15 15	1575	1555	1565	1485	1625	1621	1645
q_n	30	31	32	33	34	35	30	31	32	33	34	35	30	31	32	33	34	35
n_n	2	3	4	3	2	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4

Z_3	12 6	12 5	12 7	12 8	12 9	13 0	13 1	13 2	13 3	13 4	13 3	135	138	140	139	142	141	143
Z_2	13 6	13 7	13 8	13 9	14 0	14 1	14 2	14 3	14 4	14 5	14 6	147	148	149	150	151	152	153
H_6	10	11	12	14	13	15	10	11	12	14	13	15	10	11	12	14	13	15
h_6	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5
$H_{\text{позж}}^{\text{нсв}}$	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16	14	15
$h_{\text{пром}}$	1,5	1,6	1,7	1,3 5	1,4 5	1,5 5	1,6 5	1,7	1,7 5	1,8	1,8 5	1,9	1,5	1,6	1,7	1,8	1,55	1,75

5.3.2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 2-Й РУБЕЖНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Контрольная работа 2. Расчет и проектирование канализационной Насосной станции

1. Исходные данные для проектирования

Необходимо разработать КНС, работающую в полуавтоматическом режиме, с собственным диспетчерским пунктом производительностью $Q=48000 \text{ м}^3/\text{сут.}$ Сточные воды самотеком поступают в КНС по главному канализационному коллектору населенного пункта. КНС подает эти стоки в приемную камеру канализационных очистных сооружений.

Коэффициент часовой неравномерности водоотведения – $K=1,15$.

Длина напорных водоводов – $l_n=1765 \text{ м.}$

Число напорных водоводов – $n_n=2$.

Материал труб напорных водоводов – железобетон.

Отметка лотка подводящего коллектора – $Z_3=40,24 \text{ м.}$

Отметка поверхности воды в приемной камере очистных сооружений – $Z_2=83,92 \text{ м.}$

Грунты на месте строительства КНС – суглинки.

Глубина промерзания грунта – $h_{\text{пром}}=1,6 \text{ м.}$

Род подводимого тока – переменный, трехфазный.

Напряжение – $6,6 \text{ кВ.}$

2. Подбор насосов

2.1. Общие положения

В системах водоотведения населенных пунктов применяются КНС следующих типов:

- главные, перекачивающие сточные воды, которые отводятся со всей канализуемой территории на очистные сооружения;
- районные, перекачивающие сточные воды от отдельных районов канализуемой территории из нижележащих коллекторов в вышележащие;
- сетевые, расположенные на коллекторах водоотведения с целью уменьшения глубины их заложения;
- местные, перекачивающие сточные воды от отдельных объектов;
- ливневые, перекачивающие поверхностные стоки (ливневые и талые);
- иловые, перекачивающие осадок, который образуется в процессе очистки сточных вод.

Подбор насосов осуществляется по их подаче и напору. Для приближения подачи насосов к суточному изменению притока сточных вод применяется ступенчатый режим работы насосных агрегатов и автоматическое их включение и выключение. Число рабочих насосных агрегатов, устанавливаемых на ГКНС, составляет от двух до четырех.

На КНС предусматривается регулирующий приемный резервуар, что способствует приближению подачи насосов к колебаниям притока сточных вод.

2.2. Определение режима водоотведения

Режим водоотведения определяется согласно коэффициенту неравномерности. Коэффициент неравномерности водоотведения задается: в нашем случае он равен $K=1,15$. Согласно приложению А по коэффициенту неравномерности водоотведения принимается почасовое распределение среднесуточного расхода бытовых сточных вод.

Приложение А составлено согласно рекомендациям. Дальнейшие расчеты введутся в табличной форме (табл. 1).

2.3. Определение режима работы насосной станции

С целью максимального приближения подачи насосов к колебаниям притока сточных вод принят ступенчатый график их работы. Наилучшим считается такой режим работы КНС, при котором объем ее приемного резервуара, куда сточные воды поступают по самотечному трубопроводу, будет минимальным. Режим работы КНС представлен в табл. 1.

В графе 1 табл. 1 указаны часы суток. Графа 2 табл. 1 заполняется в соответствии с коэффициентом неравномерности водоотведения $K=1,15$, согласно приложению А.

Число рабочих насосов, устанавливаемых на КНС, пр, шт., определяется по формуле:

$$n_p = \frac{Q_{\max}}{Q_{\min}}, \quad (1)$$

где $Q_{\max}=4,8\%$ – максимально часовой приток сточных вод (табл. 1);

$Q_{\min}=2,6\%$ – минимально часовой приток сточных вод (табл. 1).

$$n_p = \frac{4,8}{2,6} = 1,85 \text{ шт.}$$

Принято два рабочих насоса, хотя число рабочих насосов округляется в меньшую сторону. На КНС число рабочих насосов должно быть не менее двух. Подача КНС $Q_{н.с}$, % определяется по формуле:

$$Q_{н.с.} = Q_{\max} = Q_{2Н} = 4,8\% \quad (2)$$

Подача одного насоса $Q_{1Н}$, %, определяется по формуле:

$$Q_{1н} = \frac{Q_{н.с.}}{n_p} \cdot K_i, \quad (3)$$

где K_i – коэффициент параллельности работы i -го насоса.

Коэффициент параллельности работы насосов учитывает снижение подачи насосов, работающих параллельно на один водовод. При работе двух насосов этот коэффициент равен $K_2 = 1,11$, при работе трех насосов – $K_3=1,18$, а при работе четырех насосов – $K_4 = 1,25$.

$$Q_{1н} = \frac{4,8}{2} \cdot 1,11 = 2,64 \%$$

Подача i -го параллельно работающего насоса $Q_{iН}$, % определяется по формуле:

$$Q_{iH} = \frac{q_{1H} \cdot n_i}{K_i}, \quad (4)$$

где n_i – число параллельно работающих насосов, шт.

Таблица 1

Часы суток	При ток сточных вод, %	Число работающих насосов, шт.	Подача насосами, %	Поступление в приемный резервуар, %	Расход из приемного резервуара, %	Остаток в приемном резервуаре, %	Ординаты интегральных графиков, %		Разность ординат, %
							при тока	откачки	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0-1	2,6	1	2,63	-	0,03	0,32	2,6	2,63	-0,03
1-2	2,6	1	2,63	-	0,03	0,29	5,2	5,26	-0,06
2-3	2,6	1	2,63		0,03	0,26	7,8	7,89	-0,09
3-4	2,6	1	2,63		0,03	0,23	10,4	10,52	-0,12
4-5	2,6	1	2,63		0,03	0,2	13	13,15	-0,15
5-6	4,8	2	4,8			0,2	17,8	17,95	-0,15
6-7	4,8	2	4,8			0,2	22,6	22,75	-0,15
7-8	4,8	2	4,8			0,2	27,4	27,55	-0,15
8-9	4,8	2	4,8			0,2	32,2	32,35	-0,15
9-10	4,8	2	4,8			0,2	37	37,15	-0,15
10-11	4,8	2	4,8			0,2	41,8	41,95	-0,15
11-12	4,8	2	4,8			0,2	46,6	46,75	-0,15
12-13	4,7	2	4,8		0,1	0,1	51,3	51,55	-0,25
13-14	4,8	2	4,8		-	0,1	56,1	56,35	-0,25
14-15	4,8	2	4,8		-	0,1	60,9	61,15	-0,25
15-16	4,8	2	4,8		-	0,1	65,7	65,95	-0,25
16-17	4,8	2	4,8		-	0,1	70,5	70,75	-0,25
17-18	4,7	2	4,8		0,1	0,00	75,2	75,55	-0,035
18-19	4,8	2	4,8			0,00	80	80,35	-0,035
19-20	4,8	2	4,8			0,00	84,8	85,15	-0,035
20-21	4,8	2	4,8			0,00	89,6	89,95	-0,035
21-22	4,8	2	4,8			0,00	94,4	94,75	-0,035
22-23	3,01	1	2,63	0,38		0,38	97,4	97,37	0,03
23-24	2,6	1	2,63	-	0,03	0,35	100	100	0
	100%		100%	0,38%	0,38%				

Для нашего случая $Q_{2H} = Q_{H.C.} = 4,8\%$. Сравнивая подачи насосов с часовым притоком сточных вод (графа 2 табл. 1) определяем число работающих насосов в каждый час суток, заполняя графу 3 табл. 1.

Подача насосов в течение суток должна быть равна притоку сточных вод, т.е. 100%, поэтому она уточняется с помощью уравнения:

$$Q_{1H} \cdot t_1 + Q_{2H} \cdot t_2 + \dots + Q_{iH} \cdot t_i = 100\%, \quad (5)$$

где Q_{1H} , Q_{2H} , ..., Q_{iH} – подача одного, двух, i насосов, %;

t_1 , t_2 , ..., t_i – время работы одного, двух, i насосов (табл. 1).

Уравнение (5) может быть представлено в виде:

$$Q_{1н} \cdot t_1 + \frac{Q_{2н} \cdot 2}{K_2} + \dots + \frac{Q_{iн} \cdot t_i}{K_i} = 100\%, \quad (6)$$

следовательно:

$$Q_{1н} = \frac{100}{t_1 + \frac{2 \cdot t_2}{K_2} + \dots + \frac{n_i \cdot t_i}{K_i}} \quad (7)$$

Для проектируемой КНС имеем

$$Q_{1н} = \frac{100}{t_1 + \frac{2 \cdot t_2}{K_2}} = \frac{100}{7 + \frac{2 \cdot 17}{1,11}} = 2,63\% \quad (8)$$

По формуле (4) определяется подача всех работающих насосов. Для проектируемой КНС имеем:

$$Q_{2н} = Q_{нс} = \frac{Q_{1н} \cdot 2}{K_2} = \frac{2,63 \cdot 2}{1,11} = 4,8\% \quad (9)$$

Уточненные подачи насосов заносятся в графу 4 табл. 1. При всех дальнейших расчетах имеем дело только с уточненными подачами насосов.

Построчным сравнением граф 2 и 4 табл. 1 определяется поступление воды в приемный резервуар КНС или забор воды из этого резервуара. Если значение в графе 2 больше соответствующего значения в графе 4, то разность граф 2 и 4 заносится в графу 5, а в графе 6 ставится прочерк. Если значение в графе 2 меньше соответствующего значения в графе 4, то разность граф 4 и 2 заносится в графу 6, а в графе 5 ставится прочерк. Построчное суммирование граф 5 и 6 должно давать одинаковый результат.

После заполнения граф 5 и 6 определяется остаток в приемном резервуаре КНС (графа 7). Нулевой остаток в приемном резервуаре КНС принимается обычно в час отбора основного объема воды из резервуара.

Затем производится почасовое суммирование значений графы 5 и вычитание значений графы 6. Остаток в приемном резервуаре, соответственно, или увеличивается, или уменьшается. Отрицательных значений в графе 7 быть не может. Дойдя до строки «23–24» переходим на строку «0–1». Правильность расчетов подтверждается, если после полного круга расчетов в конце получается ноль. В нашем случае нулевой остаток принят для строки «21–22».

Для вычисления ординат интегрального графика притока сточных вод (графа 8) построчно сверху вниз суммируются значения графы 2. Для вычисления ординат интегрального графика подачи стоков насосами (графа 9) построчно сверху вниз суммируются значения графы 4. Построчная разность граф 8 и 9 заносится в графу 10. Если значение в графе 8 больше значения в графе 9, то величина в графе 10 будет иметь знак <+>.

Если значение в графе 8 меньше значения в графе 9, то величина в графе 10 будет иметь знак <->.

По значениям в графах 2 и 4 строятся ступенчатые графики притока сточной воды в приемный резервуар и подачи ее насосами (рис. 1). По значениям в графах 8 и 9 строятся интегральные графики притока сточной воды в приемный резервуар и подачи ее насосами (рис. 2).

Подача одного насоса составляет:

$$q_{н.с} = 2,63\% = \frac{2,63 \cdot 48000}{100} = 1264,4 \text{ м}^3 / \text{ч} = 350,67 \text{ л} / \text{с} = 0,35 \text{ м}^3 / \text{с} .$$

Подача насосной станции составляет:

$$q_{н.с} = q_{2н} = 4,8\% = \frac{4,8 \cdot 48000}{100} = 2304 \text{ м}^3 / \text{ч} = 640 \text{ л/с} = 0,64 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

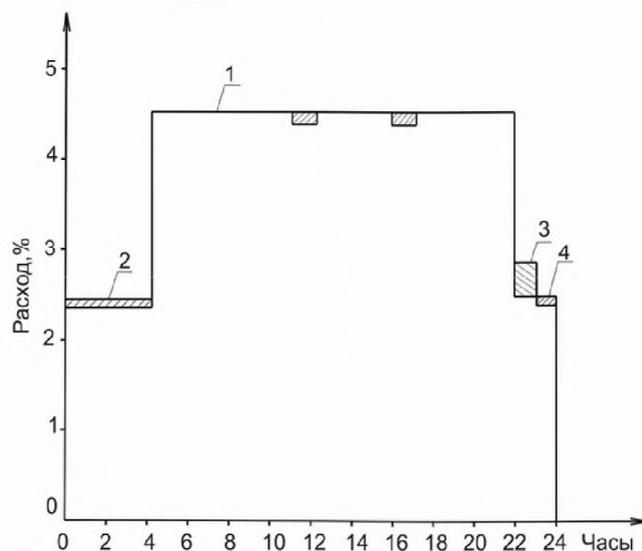


Рис. 1. Ступенчатый график притока сточной воды и подачи ее насосами: 1 – приток сточных вод; 2 – подача насосами; 3 – зона притока сточных вод; 4 – зона откачки сточной воды

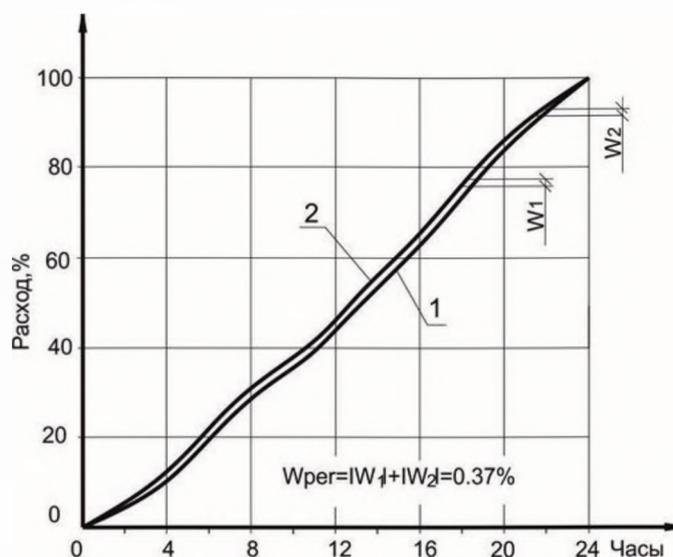


Рис. 2. Суточные интегральные графики притока сточной воды и подачи ее насосами: 1 – приток сточных вод; 2 – подача сточных вод насосами

2.4. Определение объема приемного резервуара насосной станции

Минимальный объем приемного резервуара КНС W_{\min} , % определяется исходя из того, что он должен обеспечивать работу одного насоса в течение 5 минут:

$$W_{\min} = \frac{5 \cdot Q_{1н}}{60} = \frac{5 \cdot 2,63}{60} = 0,22\% = \frac{0,22 \cdot 48000}{100} = 105,6 \text{ м}^3. \quad (10)$$

В час минимального притока сточных вод подача насосов превышает расход жидкости, поступающей на КНС, и их приходится часто включать и выключать. Большое число включений насосов позволяет сократить объем приемного резервуара КНС, но отрицательно сказывается на работе электрического оборудования станции. Поэтому число включений насосов в час не должно превышать три при ручном управлении КНС и пять при ее автоматическом управлении. Для насосных станций с электродвигателями,

мощность которых превышает 50 кВт, даже при автоматическом управлении рекомендуется принимать не более трех включений насосов в час. Минимальный объем приемного резервуара при заданном числе включений в час минимального притока W_{\min} , %:

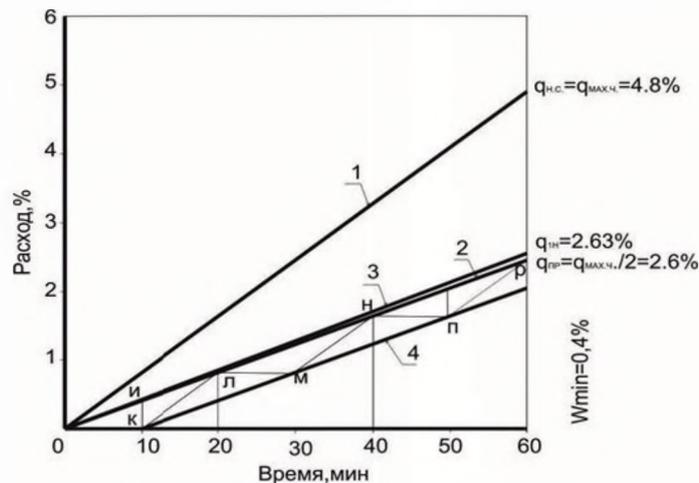
$$W_{\min}^* = \frac{Q_{\min}}{m} \left(1 - \frac{Q_{\min}}{Q_{н.с.}} \right), \quad (11)$$

где m – максимальное число включений, шт.

Для проектируемой КНС имеем

$$W_{\min}^* = \frac{2,6}{3} \left(1 - \frac{2,6}{4,8} \right) = 0,4\% = \frac{0,4 \cdot 4800}{100} = 192 \text{ м}^3.$$

Для КНС с однотипными насосами наибольшее число включений насосов будет наблюдаться в период, когда приток сточных вод равен половине подачи, или в час минимального притока стоков. На рис. 3 представлен режим работы КНС в час максимального притока, а на рис. 4 – в час минимального притока стоков.



Линия 1 представляет собой график притока сточных вод в час максимального притока. Линия 2 представляет собой график притока в часы 50% притока от максимального. Графики притока и откачки сточных вод в час максимального притока совпадают, т.е.

$$Q_{н.с.} = Q_{2н} = Q_{\max} = 4,8\%.$$

Минимальный объем приемного резервуара в этом случае определяется по формуле (10):

$$W_{\min} = \frac{5 \cdot 4,8}{60} = 0,4\%.$$

Полученные значения откладываются по оси ординат и проводятся пунктирные линии параллельные оси абсцисс. Далее проводим вертикальные линии из точек 20, 40 и 60 минут до пересечения этих линий с графиком притока 2 и получаем точки «В», «Д» и «Ж» соответствующие моменту опорожнения резервуара и выключению насосов из работы. Из точек «В», «Д» и «Ж», расположенных на графике 2, проводим линии параллельные графику 1.

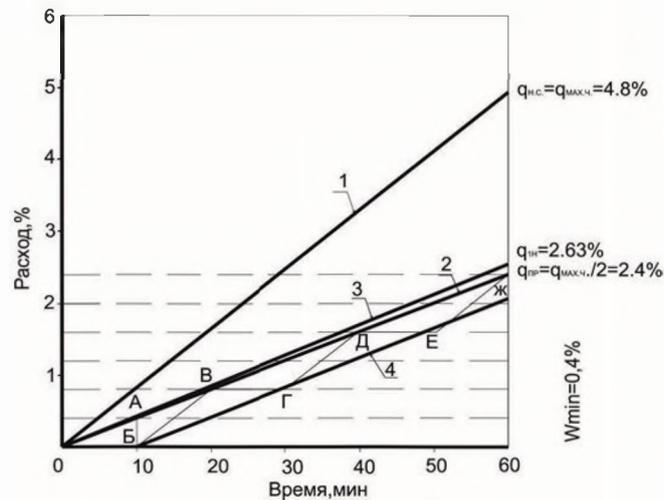


Рис. 4. График часового режима работы КНС в час минимального притока сточных вод
 Точки пересечения этих линий с осью абсцисс и линиями, параллельными этой оси $2W_{min}$ (0,8%) и $4W_{min}$ (1,6%), т.е. точки «Б», «Г» и «Е» соответствуют моменту включения насосов. Горизонтальные участки «ноль–Б», «В–Г» и «Д–Е» соответствуют времени наполнения приемного резервуара КНС, а значит и интервалу времени между включением и выключением насосов. Ломаные линии «БВГДЕЖ» (рис. 4) и «ИКЛМНПР» (рис.3) являются графиками режима работы насосов в часы 50%-го и минимального притока.

В час максимального притока сточных вод в нашем случае работают два насоса. Тогда в час 50%-го и минимального притока будет работать один насос, подача которого составит

$$\frac{1,11 \cdot 4,8}{2} = 2,64\% \quad (\text{рис. 3, линия 3}).$$

Следовательно, при 50%-ом притоке один насос будет работать постоянно, и при минимальном притоке также будет работать один насос (рис. 4, линия 4).

По ступенчатому графику притока и откачки (рис. 1) регулирующий объем приемного резервуара определяется, как наибольшая суммарная площадь, ограниченная графиками притока стоков и подачи их насосами, т.е. $W_{рег}$ равняется значению суммы графы 5, табл. 1.

По интегральному графику (рис. 2) регулирующий объем приемного резервуара ($W_{рег}$) определяется, как сумма абсолютных максимальных положительных и отрицательных значений ординат интегрального графика.

Таким образом, имеем

$$W_{рег} = |a| + |b|, \quad (12)$$

где a – максимальное положительное значение разности ординат интегральных графиков притока и подачи сточных вод насосами (табл. 1), %;

b – максимальное отрицательное значение разности ординат интегральных графиков притока и подачи сточных вод насосами (табл. 1), %.

Объем приемного резервуара КНС $W_{пр}$, m^3 определяется по формуле:

$$W_{пр} = \frac{W_{рег} \cdot Q_{сут}}{100} = \left(\frac{|a| + |b|}{100} \right) \cdot Q_{сут} = \left(\frac{|-0,35| + |0,03|}{100} \right) \cdot 48000 = 184,2 \text{ м}^3, \quad (13)$$

Объем приемного резервуара принят, исходя из наибольшего из трех рассчитанных значений, т.е. он равен $W = 192 \text{ м}^3$.

2.5 Определение диаметра подземной части насосной станции

Диаметр подземной части насосной станции ДН.С, м ориентировочно определяется по формуле:

$$D_{nc} = \sqrt{\frac{8W}{\pi \cdot h_e}}, \quad (14)$$

где $h_e = 1,5-2,5$ м – глубина воды в приемном резервуаре КНС.

$$D_{nc} = \sqrt{\frac{8 \cdot 192}{3,14 \cdot 2,5}} = 14 \text{ м.}$$

Диаметр КНС должен соответствовать унифицированным размерам: 6, 9, 12, 15, 18, 24 и 30 м. Таким образом в нашем случае он должен быть не менее 15 м. Окончательно размер подземной части КНС определяется в процессе проектирования ее машинного зала с учетом числа устанавливаемых насосов, минимального расстояния между насосами и стенами, расположения всасывающих и напорных трубопроводов, а также размеров фасонных частей и запорно-регулирующей арматуры. При необходимости диаметр подземной части КНС может быть увеличен.

2.6. Расчет всасывающих трубопроводов

На КНС для каждого насоса устраивается отдельный всасывающий трубопровод. Рекомендуемая скорость движения воды во всасывающих трубопроводах составляет 0,7–1,5 м/с.

Расход воды во всасывающем трубопроводе $Q_{вс}$, м³/с определяется по формуле:

$$Q_{вс} = \frac{Q_{nc}}{n_{вс}} = \frac{0,64}{2} = 0,32 \text{ м}^3 / \text{с.} \quad (15)$$

Диаметр всасывающего трубопровода $d_{вс}$, м определяется по формуле:

$$d_{вс} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{вс}}{\pi \cdot V_{вс}}}, \quad (16)$$

где $V_{вс} = 1,5$ м/с – скорость движения воды во всасывающих трубопроводах.

$$d_{вс} = \sqrt{\frac{4 \times 0,32}{3,14 \times 1,5}} = 0,52 \text{ м.}$$

Всасывающие трубопроводы изготавливаются из стальных труб стандартного диаметра. Для изготовления всасывающих трубопроводов рекомендуется применять стальные электросварные прямошовные трубы по ГОСТ 10704-91. Не рекомендуется применять трубы диаметром условного прохода 450, 700 и 900 мм. Для проектируемой КНС приняты стальные трубы по ГОСТ 10704-91 диаметром 600 мм.

2.7. Расчет напорных трубопроводов

Число напорных водоводов для КНС принято согласно заданию, т.е. $n_H=2$. Скорость воды в напорных водоводах КНС составляет 1–1,5 м/с.

Расход воды через напорный водовод Q_n , м³/с составляет:

$$Q_n = \frac{Q_{nc}}{n_n} = \frac{0,64}{2} = 0,32 \text{ м}^3 / \text{с} \quad (17)$$

Диаметр напорных водоводов, d_n , м определяется по формуле:

$$d_n = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_n}{\pi \cdot V_n}}, \quad (18)$$

где $V_n = 1,3$ м/с – скорость воды в напорных водоводах.

$$d_n = \sqrt{\frac{4 \times 0,32}{3,14 \times 1,3}} = 0,56 \text{ м}.$$

Материал труб для изготовления напорных водоводов принимается согласно заданию. Для изготовления напорных водоводов в нашем случае приняты напорные железобетонные виброгидропрессованные трубы по ГОСТ 12586.1-83 диаметром (Dy) 600 мм.

Напорные трубопроводы внутри КНС изготавливаются из стальных труб. Скорости движения воды в напорных трубопроводах насосов КНС принимаются 1,2...2,5 м/с. Расход сточной воды через напорный трубопровод определяется по формуле:

$$Q_{\text{нат}} = \frac{Q_{\text{нс}}}{n_p} = \frac{0,64}{2} = 0,32 \text{ м}^3/\text{с}. \quad (19)$$

где n_p – число рабочих насосов.

Диаметр напорного трубопровода $d_{\text{нат}}$, м определяется по формуле:

$$d_{\text{нат}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{нат}}}{\pi \cdot V_{\text{нат}}}}, \quad (20)$$

где $V_n = 2,0$ м/с – скорость воды в напорных трубопроводах.

$$d_{\text{нат}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,32}{3,14 \times 2,0}} = 0,45 \text{ м}.$$

Для изготовления напорных трубопроводов принимаем стальные электросварные прямошовные трубы по ГОСТ 10704-91 диаметром $d_{\text{нат}}^{\Phi} = 500$ мм. Потери напора в напорном водоводе h_n , м определяются по формуле:

$$h_n = 1,1 \cdot i_n \cdot l_n, \quad (21)$$

где $i_n = 0,003$ – гидравлический уклон напорных водоводов;

$l_n = 1765$ м – длина напорных водоводов, согласно задания.

$$h_n = 1,1 \cdot 0,003 \cdot 1765 = 5,82 \text{ м}.$$

Варианты заданий																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
K	1,1	1,1 5	1,2	1,2 5	1,3 5	1,4	1,4 5	1,5	1,1	1,15	1,2	1,25	1,35	1,4	1,45	1,5	1,3	1,4
l_n	16 24	16 89	17 24	17 89	14 64	16 65	16 33	15 35	15 54	1675	1615	1775	1655	1665	1585	1725	1721	1745
n_n	2	3	4	3	2	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Z_3	38, 25	38, 75	39, 35	39, 45	39, 95	40, 25	40, 38	40, 45	40, 65	40,8 5	40,9 5	39,3 5	39,4 5	39,9 5	40,2 5	40,3 8	40,4 5	39,9 5
Z_2	72, 75	72, 85	72, 95	73, 23	73, 48	73, 54	73, 66	73, 85	73, 95	74,4 5	74,8 5	75,8 6	76,8 9	77,8 5	78,4 5	79,5 5	80,2 5	81,4 5
$h_{\text{пром}}$	1,5	1,6	1,7	1,3 5	1,4 5	1,5 5	1,6 5	1,7	1,7 5	1,8	1,85	1,9	1,5	1,6	1,7	1,8	1,55	1,75

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок осуществления текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена в пятом семестре (для очной формы обучения), в шестом семестре (для очно-заочной формы обучения).

Правила оценивания формирования компетенций по показателю оценивания «Знания».

Критерий оценивания	Уровень освоения и оценка			
	«2» (неудовлетв.)	3» (удовлетвор.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Знание терминов и определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей и соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объём освоенного материала, усвоение всех дидактических единиц (разделов)	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в объёме	Обладает твёрдым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на проверочные вопросы	Не даёт ответы на большинство вопросов	Даёт неполные ответы на все вопросы	Даёт ответы на вопросы, но не все - полные	Даёт полные, развёрнутые ответы на поставленные вопросы
Правильность ответов на вопросы	Допускает грубые ошибки при изложении ответа на вопрос	В ответе имеются существенные ошибки	В ответе имеются несущественные неточности	Ответ верен
Чёткость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами,	Иллюстрирует изложение поясняющими схемами,	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая

	рисунками и примерами	рисунками и примерами		полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Правила оценивания формирования компетенций по показателю оценивания

«Навыки»

Критерий оценивания	Уровень освоения и оценка			
	«2» (неудовлетв.)	3» (удовлетвор.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Навыки выбора методик выполнения заданий	Не может выбрать методику выполнения заданий	Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий	Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий	Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий
Навыки выполнения заданий различной сложности	Не имеет навыков выполнения учебных заданий	Имеет навыки выполнения учебных заданий	Имеет навыки выполнения только стандартных учебных заданий	Имеет навыки выполнения как стандартных, так и нестандартных учебных заданий
Навыки самопроверки. Качество сформированных навыков	Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач	Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения	Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения	Не допускает ошибок при выполнении заданий
Навыки анализа результатов выполнения заданий, решения задач	Делает некорректные выводы	Испытывает затруднения с формулирование м корректных выводов	Делает корректные выводы по результатам решения задачи	Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий
Навыки представления результатов решения задач	Не может проиллюстрировать решение задачи поясняющими схемами, рисунками	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы верно и аккуратно

Критерии оценки:

- оценка «Неудовлетворительно» (менее 41 баллов) выставляется студенту, если он набрал по итогам двух аттестации данное количество баллов;
- оценка «Удовлетворительно» (от 41 до 60 баллов) выставляется студенту, если он не набрал по итогам двух аттестации данное количество баллов.
- оценка «Хорошо» (от 61 до 80 баллов) выставляется студенту, если он набрал по итогам двух аттестации данное количество баллов;
- оценка «Отлично» (от 81 до 100 баллов) выставляется студенту, если он не набрал по итогам двух аттестации данное количество баллов.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о зачетах, экзаменах и курсового проектирования обучающихся в ГГНТУ.

Аттестационные испытания проводятся преподавателем (или комиссией преподавателей – в случае модульной дисциплины), ведущим лекционные занятия по данной дисциплине, или преподавателями, ведущими практические и лабораторные занятия (кроме устного экзамена). Присутствие посторонних лиц в ходе проведения аттестационных испытаний без разрешения ректора или проректора не допускается (за исключением работников университета, выполняющих контролируемые функции в соответствии со своими должностными обязанностями). В случае отсутствия ведущего преподавателя аттестационные испытания проводятся преподавателем, назначенным письменным распоряжением по кафедре (структурному подразделению).

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Во время аттестационных испытаний обучающиеся могут пользоваться программой учебной дисциплины, а также с разрешения преподавателя справочной и нормативной литературой, калькуляторами.

Время подготовки ответа при сдаче экзамена в устной форме должно составлять не менее 30 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.

Оценка результатов устного аттестационного испытания объявляется обучающимся в день его проведения. При проведении письменных аттестационных испытаний или компьютерного тестирования – в день их проведения или не позднее следующего рабочего дня после их проведения.

Результаты выполнения аттестационных испытаний, проводимых в письменной форме, форме итоговой контрольной работы или компьютерного тестирования, должны быть объявлены обучающимся и выставлены в зачетные книжки не позднее следующего рабочего дня после их проведения.

БИЛЕТЫ НА ЭКЗАМЕН

**Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт строительства, архитектуры и дизайна
Группа "ИСЖ" Семестр "4"
Дисциплина "НАСОСЫ И НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ"**

Билет № 1

1. Выбор количества рабочих и резервных насосных агрегатов для насосных станций систем водоотведения.
2. Особенности центробежных насосов, насосных агрегатов и насосных установок
3. Задача

Подпись преподавателя _____ **З.М. Тазбиева**
Подпись заведующего кафедрой _____ **В.Х. Хадисов**

**Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт строительства, архитектуры и дизайна
Группа "ИСЖ" Семестр "4"
Дисциплина "НАСОСЫ И НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ"**

Билет № 2

1. Определение технологических параметров насосных станций систем водоснабжения
2. Системы водоснабжения городов и промышленных предприятий.
3. Задача

Подпись преподавателя _____ **З.М. Тазбиева**
Подпись заведующего кафедрой _____ **В.Х. Хадисов**

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт строительства, архитектуры и дизайна
Группа "ИСЖ" Семестр "4"
Дисциплина "НАСОСЫ И НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ"
Билет № 3

1. Классификация насосов.
2. Особенности центробежных насосов, насосных агрегатов и насосных установок
3. Задача

Подпись преподавателя _____ З.М. Тазбиева
Подпись заведующего кафедрой _____ В.Х. Хадисов

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт строительства, архитектуры и дизайна
Группа "ИСЖ" Семестр "4"
Дисциплина "НАСОСЫ И НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ"
Билет № 4

1. Определение технологических параметров насосных станций систем водоснабжения
2. Устройство и принцип действия центробежных насосов.
3. Задача

Подпись преподавателя _____ З.М. Тазбиева
Подпись заведующего кафедрой _____ В.Х. Хадисов

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт строительства, архитектуры и дизайна
Группа "ИСЖ" Семестр "4"
Дисциплина "НАСОСЫ И НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ"
Билет № 5

1. Расчет и конструирование всасывающих и напорных трубопроводов и водоводов для насосных станций систем водоотведения.
2. Параметры центробежных насосов, насосных агрегатов и насосных установок.
3. Задача

Подпись преподавателя _____ З.М. Тазбиева
Подпись заведующего кафедрой _____ В.Х. Хадисов

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт строительства, архитектуры и дизайна
Группа "ИСЖ" Семестр "4"
Дисциплина "НАСОСЫ И НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ"
Билет № 6

1. Назначение насосных станций в системах водоотведения городов и промышленных предприятий.
2. Выбор способа установки насосных агрегатов для насосных станций систем водоотведения.
3. Задача

Подпись преподавателя _____ З.М. Тазбиева
Подпись заведующего кафедрой _____ В.Х. Хадисов

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт строительства, архитектуры и дизайна
Группа "ИСЖ" Семестр "4"
Дисциплина "НАСОСЫ И НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ"
Билет № 7

1. Выбор способа установки насосных агрегатов для насосных станций систем водоснабжения
2. Классификация насосов.
3. Задача

Подпись преподавателя _____ З.М. Тазбиева
Подпись заведующего кафедрой _____ В.Х. Хадисов

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт строительства, архитектуры и дизайна
Группа "ИСЖ" Семестр "4"
Дисциплина "НАСОСЫ И НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ"
Билет № 8

1. Выбор количества рабочих и резервных насосных агрегатов для насосных станций систем водоотведения.
2. Расчет и конструирование всасывающих и напорных водоводов и трубопроводов для насосных станций систем водоснабжения.
3. Задача

Подпись преподавателя _____ **З.М. Тазбиева**
Подпись заведующего кафедрой _____ **В.Х. Хадисов**

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт строительства, архитектуры и дизайна
Группа "ИСЖ" Семестр "4"
Дисциплина "НАСОСЫ И НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ"
Билет № 9

1. Расчет и конструирование всасывающих и напорных трубопроводов и водоводов для насосных станций систем водоотведения.
2. Классификация насосов.
3. Задача

Подпись преподавателя _____ **З.М. Тазбиева**
Подпись заведующего кафедрой _____ **В.Х. Хадисов**

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт строительства, архитектуры и дизайна
Группа "ИСЖ" Семестр "4"
Дисциплина "НАСОСЫ И НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ"
Билет № 10

1. Системы водоснабжения городов и промышленных предприятий.
2. Кавитация в центробежных насосах и насосных установках.
3. Задача

Подпись преподавателя _____ **З.М. Тазбиева**
Подпись заведующего кафедрой _____ **В.Х. Хадисов**

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт строительства, архитектуры и дизайна
Группа "ИСЖ" Семестр "4"
Дисциплина "НАСОСЫ И НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ"
Билет № 11

1. Конструкция насосов: динамических, объемных.
2. Классификация насосов.
3. Задача

Подпись преподавателя _____ **З.М. Тазбиева**
Подпись заведующего кафедрой _____ **В.Х. Хадисов**

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт строительства, архитектуры и дизайна
Группа "ИСЖ" Семестр "4"
Дисциплина "НАСОСЫ И НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ"
Билет № 12

1. Параметры центробежных насосов, насосных агрегатов и насосных установок.
2. Выбор количества рабочих и резервных насосных агрегатов для насосных станций систем водоснабжения
3. Задача

Подпись преподавателя _____ **З.М. Тазбиева**
Подпись заведующего кафедрой _____ **В.Х. Хадисов**

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт строительства, архитектуры и дизайна
Группа "ИСЖ" Семестр "4"
Дисциплина "НАСОСЫ И НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ"
Билет № 13

1. Классификация насосов.
2. Выбор количества рабочих и резервных насосных агрегатов для насосных станций систем водоснабжения
3. Задача

Подпись преподавателя _____ **З.М. Тазбиева**
Подпись заведующего кафедрой _____ **В.Х. Хадисов**

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт строительства, архитектуры и дизайна
Группа "ИСЖ" Семестр "4"
Дисциплина "НАСОСЫ И НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ"
Билет № 14

1. Компоновка зданий, сооружений и оборудования насосных станций водоснабжения
2. Параметры центробежных насосов, насосных агрегатов и насосных установок.
3. Задача

Подпись преподавателя _____ **З.М. Тазбиева**
Подпись заведующего кафедрой _____ **В.Х. Хадисов**

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт строительства, архитектуры и дизайна
Группа "ИСЖ" Семестр "4"
Дисциплина "НАСОСЫ И НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ"
Билет № 15

1. Определение технологических параметров насосных станций систем водоснабжения
2. Выбор количества рабочих и резервных насосных агрегатов для насосных станций систем водоснабжения
3. Задача

Подпись преподавателя _____ **З.М. Тазбиева**
Подпись заведующего кафедрой _____ **В.Х. Хадисов**

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт строительства, архитектуры и дизайна
Группа "ИСЖ" Семестр "4"
Дисциплина "НАСОСЫ И НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ"
Билет № 16

1. Устройство и принцип действия центробежных насосов.
2. Кавитация в центробежных насосах и насосных установках.
3. Задача

Подпись преподавателя _____ **З.М. Тазбиева**
Подпись заведующего кафедрой _____ **В.Х. Хадисов**

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт строительства, архитектуры и дизайна
Группа "ИСЖ" Семестр "4"
Дисциплина "НАСОСЫ И НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ"
Билет № 17

1. Основные конструктивные элементы центробежных насосов.
2. Назначение насосных станций в системах водоотведения городов и промышленных предприятий.
3. Задача

Подпись преподавателя _____ **З.М. Тазбиева**
Подпись заведующего кафедрой _____ **В.Х. Хадисов**

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт строительства, архитектуры и дизайна
Группа "ИСЖ" Семестр "4"
Дисциплина "НАСОСЫ И НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ"
Билет № 18

1. Выбор количества рабочих и резервных насосных агрегатов для насосных станций систем водоотведения.
2. Выбор количества рабочих и резервных насосных агрегатов для насосных станций систем водоснабжения
3. Задача

Подпись преподавателя _____ **З.М. Тазбиева**
Подпись заведующего кафедрой _____ **В.Х. Хадисов**

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт строительства, архитектуры и дизайна
Группа "ИСЖ" Семестр "4"
Дисциплина "НАСОСЫ И НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ"
Билет № 19

1. Технологическое проектирование насосных станций бытовых сточных вод
2. Основные конструктивные элементы центробежных насосов.
3. Задача

Подпись преподавателя _____ **З.М. Тазбиева**
Подпись заведующего кафедрой _____ **В.Х. Хадисов**

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова
Институт строительства, архитектуры и дизайна
Группа "ИСЖ" Семестр "4"
Дисциплина "НАСОСЫ И НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ"
Билет № 20

1. Конструкция насосов: динамических, объемных.
2. Параметры центробежных насосов, насосных агрегатов и насосных установок.
3. Задача

Подпись преподавателя _____ **З.М. Тазбиева**
Подпись заведующего кафедрой _____ **В.Х. Хадисов**
