

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Институт горного дела и строительства  
Кафедра «Санитарно-технические системы»

Утверждено на заседании кафедры  
«Санитарно-технические системы»  
«20» января 2022 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой



Р.А. Ковалев

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
по выполнению курсовой работы  
по дисциплине (модулю)  
«Водоподъемные сооружения»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы магистратуры**

по направлению подготовки  
**08.04.01 – "Строительство"**

с профилем  
**"Водоснабжение и водоотведение"**

Форма(ы) обучения: очная, заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 080401-01-22

Тула 2022 год

## Разработчик(и) методических указаний

Сальников Б.Ф., доцент, к.т.н., доцент  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



---

(подпись)

# Задание на КР

№ п/п	Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Наименование											
1	Полезная производительность насосной станции водоотведения, тыс. м <sup>3</sup> /сут	3,0	5,0	7,0	10,0	12,0	14,0	15,0	16,0	1,0	2,0	4,0
2	Общий максимальный коэффициент неравномерности притока сточных вод	1,4	1,4	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,4	1,4	1,4
3	Вода забирается:	Из водоотводящего коллектора городской сети										
4	Вода подается:	В приемную камеру очистных сооружений										
5	Длина, м											
5.1	всасывающей линии	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
5.2	напорной линии	2200	1800	1700	1600	1500	2500	2400	2300	1400	1500	1600
6	Отметки, м											
6.1	подводящего коллектора (лоток)	125	121	120	118	117	117	116	115	130	135	140
6.2	земли в месте расположения насосной станции	130	126	125	124	123	122	121	120	135	140	145
6.3	воды в приемной камере очистных сооружений	140	135	135	134	132	132	131	130	145	150	155

## **Схемы и классификация насосных станций. Выбор места расположения насосных станций.**

Канализационные насосные станции сооружают в тех случаях, когда рельеф местности не позволяет отводить бытовые и производственные сточные воды, атмосферные воды самотёком к месту очистки.

Сравнение различных вариантов строительства канализационной сети показывает, что наибольшую глубину заложения самотечных коллекторов при производстве работ открытым способом рекомендуется принимать в сухих нескальных грунтах 7-8 м. Если глубина заложения подводящего коллектора превышает рекомендуемые величины заглубления, то при соответствующем технико – экономическом обосновании необходимо предусматривать устройство канализационной насосной станции.

Насосные станции классифицируют следующим образом: по расположению приёмного резервуара и помещения решёток относительно машинного зала – станции с отдельным расположением резервуара и совмещённые; по расположению насосных агрегатов, относительно поверхности земли – станции незаглублённые (до 4м), полузаглублённые (до 7 м) и шахтного типа (свыше 8м); в зависимости от типов установленных насосных агрегатов – станции с горизонтальными, вертикальными или шнековыми насосами; по системе управления агрегатами станции с ручным управлением, полуавтоматизированные, автоматизированные с местным диспетчерским пунктом и автоматизированные с телеуправлением. По ряду перекачиваемой жидкости, канализационные насосные станции делятся на четыре группы: для перекачивания бытовых сточных вод, производственных сточных вод, атмосферных вод, осадков.

В системах водоотведения с нормальным заложением коллекторов главную канализационную насосную станцию размещают в конце главного самотечного коллектора. Место расположения канализационной станции назначается с учётом возможности устройства аварийного выпуска.

Насосные станции рекомендуется располагать так, чтобы они размещались на пересечении минимум двух встречных самотечных коллекторов одинакового заложения. Наиболее целесообразно канализационные насосные станции размещать на свободных территориях вблизи промышленных предприятий (исключая пищевые), складских помещений или на зелёных массивах.

Вне зоны застройки жилыми кварталами. Если же они находятся в жилой зоне, между жилыми зданиями и зданием канализационной

насосной станции должен предусматриваться санитарный разрыв 20-30м с защитными зелёными насаждениями шириной менее 10м.

## **Особенности проектирования насосных станций водоотведения.**

Технологический процесс перекачивания сточной жидкости состоит из двух последовательных операций: освобождения сточной жидкости от содержащихся в ней отбросов, которые могут вызвать засорение насосов, и перекачивания. Следовательно, технологический процесс требует строительства двух помещений: помещения приёмного резервуара с решётками и насосного зала.

Сточная жидкость освобождается от отбросов при помощи решёток, устанавливаемых в подводящих каналах или камерах, в которые жидкость поступает из коллектора. Отбросы, задержанные на решётках, снимаются с них граблями, измельчаются в дробилках и спускаются снова в канал для перекачки вместе со сточной водой. После решёток сточная жидкость поступает в приёмный резервуар, из которого забирается насосами и перекачивается по назначению. Помещения решёток и приёмный резервуар в канализационных станциях обычно совмещаются, т.е. решётки устанавливаются в каналах или камерах, устраиваемых в помещении резервуара. Приёмный резервуар служит для размещения насосов с надлежащим заглублением всасывающих воронок под горизонт жидкости и для регулирования откачки.

Расчёт насосных станций по перекачке бытовых сточных вод.

Расчёт производительности насосной станции.

График притока городских сточных вод в резервуар по часам суток принимают в зависимости от общего коэффициента неравномерности, который определяют в соответствии с расчётным расходом воды на последнем участке подводящего коллектора перед насосной станцией.

Расчёт производительности насосной станции производят по величине откачки максимального притока сточных вод  $Q_w$  (6,7 %).

Выбор рабочих и резервных агрегатов.

Необходимо назначать меньшее количество агрегатов, но более мощных. Малые станции с небольшой подачей оборудуются одним рабочим агрегатом. Два – три рабочих агрегата устанавливаются на станциях со средней и большой подачами. В общем случае на станциях большой подачи устанавливаются четыре – пять и более рабочих насосных агрегатов. Кроме рабочих, на канализационных насосных станциях предусматривают установку резервных агрегатов. Согласно [2], для насосных первой категории (население свыше 50000

жителей) число резервных агрегатов при числе рабочих 1-2 – 1 и 1 на складе, а при числе рабочих 3 и более – 2.

## **Гидравлический расчёт в насосной станции**

Диаметр трубопроводов определяют исходя из скорости движения сточных вод, их принимают по данным таблице 2.1.

Таблица 2.1. – Рекомендуемые скорости движения бытовых сточных вод во внутристанционных и наружных трубопроводах.

Диаметр трубы, мм	Скорость воды в трубопроводах, м/с		
	Всасывающих	Напорных	
		внутренних	внешних
До 250	1	1--2	1--1,5
От 300 до 800	1--1,5	1--3	1--2
От 900 до 1200	1,15--2	1,15--4	1,15--3

После вычисления диаметров трубопроводов, подсчитывается полный напор насосной станции. По результатам расчёта, строится графическая характеристика трубопроводов насосной станции. На характеристику трубопроводов накладываются рабочие напорные характеристики выбранных насосов. Полученная точка пересечения характеристик насосов с трубопроводов определяет режим работы насосной станции.

Анализ режимов работы насосной станции.

Насосные станции систем водоотведения создают сравнительно низкие напоры. При этом потери напора в коммуникациях насосных станций оказываются соизмеримыми с потерями напора во всем напорном трубопроводе. Поэтому необходимая точность расчета всей насосной станции требует особой тщательности в определении потерь напора в коммуникациях насосных станций зависят от числа работающих насосов.

## **Приемный резервуар и аварийные выпуски**

Построение графика часового притока и откачки, расчёт частоты включения насосов в зависимости от вместимости приёмного резервуара.

Частота включения насосных агрегатов в течение 1 часа допускается до трёх при ручном управлении и до пяти при автоматическом управлении. Опыт эксплуатации насосных станций показывает, что при мощности электродвигателя выше 50 кВт с автоматическим управлением рекомендуется принимать не более трёх включений в час.

Согласно п.8.2.15. СП 32.13330., вместимость подземного резервуара насосной станции следует определять в зависимости от притока сточных вод, производительности насосов и допустимой частоты включения электрооборудования и условий охлаждения насосного оборудования.

Устройство аварийного выпуска и отключение подводящего коллектора .

Наличие аварийных выпусков позволяет значительно уменьшить последствия прекращения работы насосных станций. Выпуски устраивают из ближайшего к насосной станции колодца подводящего коллектора. Они служат для сброса сточных вод в ближайший водоём, овраг, водосток и другие при длительной остановке насосов вследствие прекращения подачи электроэнергии или по другим причинам. Для этого в колодце должен быть затвор с дистанционным управлением привода для быстрого отключения коллектора. Отличие устья аварийного выпуска при сбросе в водоём должна быть ниже меженного горизонта воды. Устьевую часть аварийного выпуска устраивают обычно в виде берегового оголовка. Отметка верховья аварийного выпуска в смотровом колодце должна быть выше отметки самых высоких вод в водоёме для возможности спуска в водоём в это время сточной воды.

## **Помещения приёмных резервуаров и сороудерживающие устройства в приёмных резервуарах**

Требования к проектированию помещений приёмных резервуаров

Приёмный резервуар представляет собой головное сооружение канализационной насосной станции и предназначен для приёма перекачиваемой сточной жидкости из самотечных коллекторов. Благодаря этому обеспечивается равномерная работа насосов в наиболее экономичном режиме при неравномерном притоке сточных вод. Рабочий объём приёмного резервуара определяется регулирующей вместимостью. Глубина в средней его части должна быть не менее 1,5-2м, а наивысший расчётный уровень воды в резервуаре принимается равным отметке лотка подводящего коллектора. Чтобы защитить насосы от засорения, сточную воду пропускают через решётки, установленные на распределительных каналах при входе сточных вод в резервуар.

Сороудерживающие устройства в приёмных резервуарах.

В настоящее время рекомендуются решётки ступенчатого эскалаторного типа, в которых подвижные пластины с помощью

кривошипного устройства транспортируют отбросы с нижележащей на последующую ступени. Задержанные отбросы прессуют в горизонтальных поршневых пресс – транспортёрах типа ПТГ. Аналогичные решётки выпускают фирма «Этек» Калуга для ширины лотка 300, 600, 700, 800, 1000, 1500, 1600, 1950 мм, а также грабельного типа (РГЭ). Фирма выпускает также транспортёры шнековые (ТШЭ), шнековые (ПШЭ) для промывки и отжима отбросов.

### **Требования к устройству всасывающих и напорных трубопроводов**

Всасывающие и напорные трубопроводы, находящиеся в помещении машинного зала, выполняют из стальных труб.

При монтаже всасывающих и напорных коммуникаций в машинном зале стальные трубы соединяют на сварке. Фланцевые соединения делают только в местах установки задвижек, обратных клапанов и монтажных патрубков.

На канализационных насосных станциях всасывающие трубопроводы, как правило, подводят отдельно к каждому насосу.

Для уменьшения гидравлического сопротивления при входе жидкости в трубопровод на конце всасывающей трубы устанавливают воронкообразное расширение.

Выход всасывающего трубопровода в резервуар должен быть минимальным. Всасывающий трубопровод соединяется с всасывающим патрубком насоса с помощью косого перехода.

При напоре в трубопроводе более 30 м на отводящем трубопроводе каждого насоса между напорным патрубком насоса и задвижкой устанавливают обратный клапан.

Для облегчения демонтажа задвижек, установленных на горизонтальных участках трубопроводов, рекомендуется устанавливать монтажные патрубки. Напорные отводы от насосов присоединяют к боковой поверхности напорного коллектора шельга в шельгу.

Всасывающие и напорные трубопроводы в помещении насосной станции рекомендуется укладывать открыто на полу.

При укладке трубопровода на полу машинного зала устанавливают бетонные опоры высотой 150 – 200 мм. Расстояние между опорами на прямых участках трубопровода определяют расчётом и принимают не более 3 м.

На всасывающих и напорных трубопроводах канализационных насосных станций устанавливают водопроводные задвижки.



## **Насосные станции для перекачивания дождевых вод. Требования к устройству и размещению насосных установок и насосных станций на станциях очистки сточных вод.**

Согласно СП 32.13330.2012 п.8.2.1., производительность насосных станций перекачки дождевых вод необходимо принимать с учётом не затопляемости пониженных территорий при установленном периоде однократного переполнения сети, регулирования стока и допустимого периода откачки.

При перекачивании дождевых вод большое значение имеет правильное определение регулирующей вместимости регулирующих резервуаров. Приток атмосферных вод регулируется временным сбросом части пиковых расходов в резервуар или в пруды – накопители, опорожняемые во время и после прекращения дождя.

Так как регулирующим приёмным резервуаром является пруд или другой резервуар, то в помещении насосной станции предусматривается устройство только машинного зала для размещения всасывающих воронок насосов. Для защиты насосных агрегатов от крупных загрязнений, поступающих в дождевую канализационную сеть с потоками дождевых или талых вод, рекомендуется на входных окнах аванкамер устанавливать сороудерживающие решётки с прозорами 50 мм, которые применяют для перекрытия входных окон водоприёмника.

При выборе насосного оборудования следует стремиться к установке минимального числа рабочих насосов. Обычно приток дождевых вод к насосной станции весьма значителен, а требуемый напор небольшой. В силу этих обстоятельств на насосных станциях рекомендуется устанавливать осевые или крупные водопроводные насосы и только под залив.

Требования к устройству и размещению насосных установок и насосных станций на станциях очистки сточных вод.

Насосные станции в составе сооружений очистки сточной жидкости и обработки осадка. Также станции служат для перекачивания осадка из первичных отстойников в метантенки, сброженного осадка из метантенков на сооружения по обработке осадка, уплотнённого активного ила из вторичных отстойников в регенератор активного ила или в аэротенки, песка из песколовков.

В зависимости от высотного расположения иловых площадок сброженный осадок из метантенков можно выпускать самотёком.

На станциях очистки сточных вод небольшой пропускной способности не всегда требуется постройка самостоятельных зданий насосных станций, насосные установки размещают в камерах управления первичных отстойников.

Насосные агрегаты для перекачивания активного и избыточного активного ила, как правило, устанавливают в одном здании.

### **Перекачка сырого и сброженного осадков, активного ила, избыточного активного ила, песка. Расчёт систем по перекачке осадков на очистных сооружениях**

Перекачка сырого и сброженного осадков, активного ила, избыточного активного ила, песка

На всех станциях по перекачиванию осадка насосы следует устанавливать под залив. Кроме того, необходимо предусмотреть подачу чистой воды из водоёма для периодической промывки резервуаров, насосной установки и напорных трубопроводов.

На насосных станциях для перекачивания активного ила рекомендуется резервуары закрытого подземного типа отдельно стоящими или совмещёнными.

Насосные станции, перекачивающие свежий осадок из первичных отстойников в метантенки или в другие сооружения обработки осадка, устраивают в виде насосных установок, а также отдельных насосных станций.

Расчёт систем по перекачке осадков на очистных сооружениях

Объём осадка, осаждаемого в первичных отстойниках, и объём избыточного активного ила принимают по проекту станции очистки сточных вод.

При отсутствии этих данных для ориентированного расчёта насосной станции определяют: объём осадка в первичных отстойниках — по эффекту осветления сточной жидкости и норме сухого вещества на одного жителя в сутки, влажность осадка можно принять 95%; объём избыточного активного ила — в зависимости от степени очистки сточной жидкости и его влажности.

## **Технологические особенности обращения осадков на очистных сооружениях. Конструирование насосных станций для сооружений очистки сточных вод**

Технологические особенности обращения осадков на очистных сооружениях.

На станциях очистки сточных вод пропускной способностью по воде до 50000 рекомендуется выгружать осадок из первичных отстойников один раз в смену, поочередно из каждого отстойника. Вместимость приёмного резервуара насосной станции, перекачивающей свежий осадок, определяют по объёму осадка, выходящего из каждого первичного отстойника за один выпуск. Кроме того, следует учитывать возможность использования резервуара как дозирующего устройства для загрузки метантенков и накопителя воды для промывки напорных трубопроводов илопроводов. Минимальная вместимость приёмного резервуара при перекачке осадка за пределы очистной станции принимается из расчёта 15 – минутной непрерывной работы наибольшего насоса, установленного на насосной станции. Вместимость регулирующей ёмкости может быть уменьшена при непрерывной выгрузке осадка из первичного отстойника и откачивания его насосами.

Конструирование насосных станций для сооружений очистки сточных вод

Приёмный резервуар, запроектированный как дозирующая ёмкость, состоит из двух отделений, соединённых пропускной трубой с установленной на ней задвижкой. Уклон для резервуара к прямку принимают не менее 0,15 – 0,2.

Для предотвращения осаждения и уплотнения осадка в резервуаре необходимо предусмотреть перемешивание осадка, а также запроектировать подводящую сеть для промывания резервуара и трубопроводов. Трубопроводы промывают осветлённой сточной водой или жидкостью из поверхностного водоёма.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Институт горного дела и строительства  
Кафедра «Санитарно-технические системы»

## Пояснительная записка

к курсовой работе по дисциплине «Водоподъемные сооружения»

Тема: «Расчет и проектирование канализационной насосной станции»

Выполнил: студент группы

Проверил:

Тула, 20... г.

## Содержание

Исходные данные.....	
Введение.....	
1. Расчет производительности насосной станции бытовых сточных вод.....	
2. Выбор марки рабочих агрегатов.....	
2.1. Выбор резервных агрегатов.....	
3. Определение расчетного напора насосной станции.....	
4. Расчет диаметров трубопроводов и потерь напора в них.....	
5. Приемный резервуар и его оборудование.....	
6. Устройство аварийного выпуска.....	
7. Система технического водопровода и дренажа.....	
Заключение.....	
Список литературы.....	
Приложение 1.....	

## Исходные данные

Вариант ...

1. Полезная производительность насосной станции, тыс. м<sup>3</sup>/сут.....14,0
2. Общий максимальный коэффициент неравномерности притока сточных вод.....1,35
3. Вода забирается из водоотводящего коллектора системы канализации города
4. Вода подается в приемный резервуар очистной станции
5. Длина напорной линии, м.....2500
6. Длина всасывающей линии, м.....2,0
7. Отметки, м
  - 7.1. Подводящего коллектора.....117,0
  - 7.2. Земли у насосной станции.....122,0
  - 7.3. Воды в приемной камере очистной станции.....132,0

## **Введение**

Насосные станции являются важным элементом систем водоснабжения и водоотведения. Именно через них жидкости сообщается энергия, необходимая для поднятия ее на большую высоту или транспортирования на значительные расстояния. Насосные станции представляют собой сложный комплекс сооружений и оборудования. Правильный выбор технико-экономических параметров этого комплекса во многом определяет надежность и экономическую эффективность подачи или отведения воды.

В данной курсовой работе по исходным данным необходимо запроектировать канализационную насосную станцию, а также рассчитать и подобрать необходимое оборудование, которое включает в себя насосные агрегаты, решетки, затворы, каналы, трубопроводы, различного вида соединения труб и т.д. Причем необходимо выбирать оборудование, наименее энергозатратное и наиболее экономически выгодное. Для этой цели необходимо проверить несколько вариантов и выбрать наиболее выгодный с технико-экономической точки зрения.



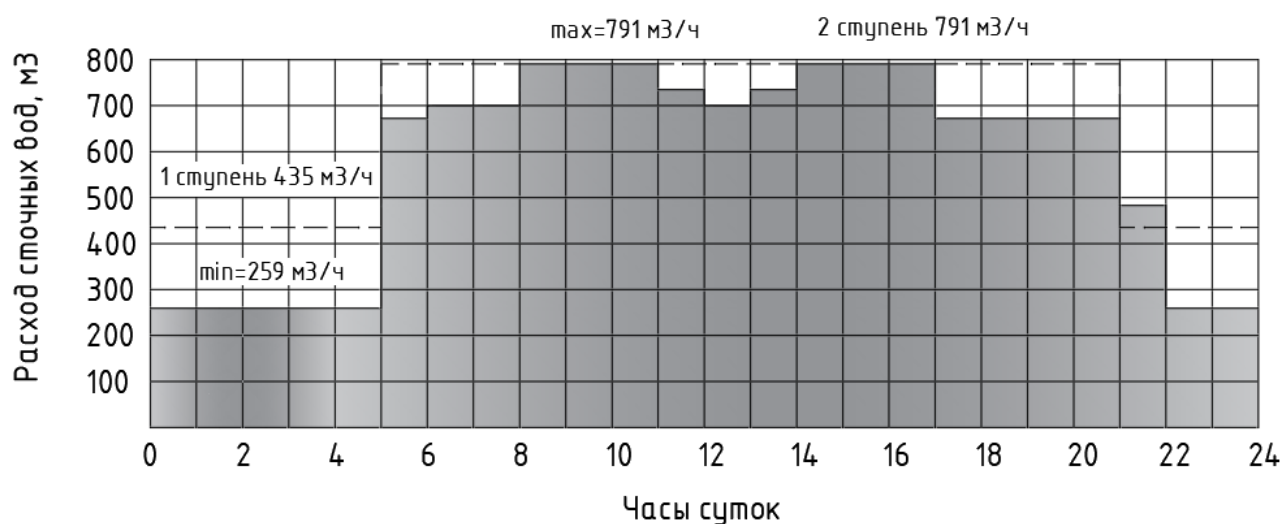
## 1. Расчет производительности насосной станции бытовых сточных вод

Приток сточных вод к насосной станции по часам суток неравномерный. График притока городских сточных вод в резервуар по часам суток принимают в зависимости от общего коэффициента неравномерности, который определяют в зависимости от расхода сточных вод на последнем участке перед насосной станцией. В таблице 1 приведено примерное распределение расхода сточных вод по часам суток при среднем расходе  $14\,000\text{ м}^3/\text{сут}$  и коэффициенте неравномерности равным 1,35.

**Таблица 1. Определение расходов сточных вод по часам суток**

Часы суток	Часовой расход, %	Часовой расход, $\text{м}^3/\text{ч}$
1	2	3
0-1	1,85	259
1-2	1,85	259
2-3	1,85	259
3-4	1,85	259
4-5	1,85	259
5-6	4,8	672
6-7	5	700
7-8	5	700
8-9	5,65	791
9-10	5,65	791
10-11	5,65	791
11-12	5,25	735
12-13	5	700
13-14	5,25	735
14-15	5,65	791
15-16	5,65	791
16-17	5,65	791
17-18	4,85	679
18-19	4,85	679
19-20	4,85	679
20-21	4,85	679
21-22	3,45	483
22-23	1,85	259
23-24	1,85	259
Итого:	100	14000

По данным таблицы 1 строим график (рис. 1).



**Рисунок 1. График притока и откачки сточных вод**

Производительность насосной станции должна быть равна величине откачки максимального притока сточных вод или несколько ее превосходить. С графика видно, что максимальный приток составляет  $791 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

В остальное время подача насосной станции ниже и стоки откачиваются не всеми, а только частью установленных насосов. Насосы могут полностью отключаться на некоторое время, в течение которого стоки накапливаются в приемном резервуаре.

## 2. Выбор марки рабочих агрегатов

При максимальном приближении графика режима работы насосов к графику притока сточных вод будет получена минимальная вместимость приемного резервуара насосной станции и, как следствие, потребуются меньшие капитальные затраты на строительство насосной станции. При этом максимальное приближение режима откачки к режиму притока может быть обеспечена при установке большого количества рабочих насосов, что увеличивает в свою очередь стоимость эксплуатации подобной насосной станции. Поэтому существует необходимость поиска такого решения, чтобы сочетались малые капитальные затраты на строительство насосной станции и приближенные к минимальным эксплуатационные затраты при работе насосных агрегатов без ущерба надежности работы насосной станции. Рациональным решением является возможность выбора наименьшего числа насосов при большей их мощности. Обычно принимают 2-3 насосных агрегата.

Анализируя график (рис. 1) с учетом полезной производительности, принимаем 2 насоса. Требуемая подача каждого насоса с учетом снижения производительности при параллельном режиме работы насосов составит:

$$Q_{1,2} = \frac{1,1 \cdot q_w}{n}, \text{ м}^3 / \text{ч} \quad (1)$$

где 1,1 – коэффициент снижения подачи при параллельной работе двух насосных агрегатов;

$q_w$  – максимально часовой приток сточных вод,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$n$  – число насосных агрегатов;

$$Q_{1,2} = \frac{1,1 \cdot 791}{2} = 435 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Выбираем насосы марки СМ 250-200-400а/6

где СМ – сточно-массный;

250 — условный диаметр входного патрубка (мм);

200 — условный диаметр напорного патрубка (мм);

400 — условный диаметр рабочего колеса (мм);

а — первая обточка рабочего колеса (б – вторая обточка р.к.);

6 — обозначение частоты вращения 960 об/мин (4 – 1450 об/мин, 2 – 2900 об/мин.);

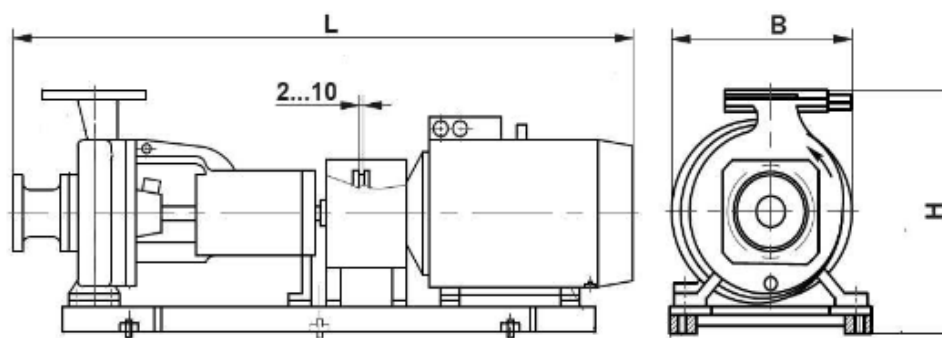
Подача 510  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

Напор 22 м.в.ст;

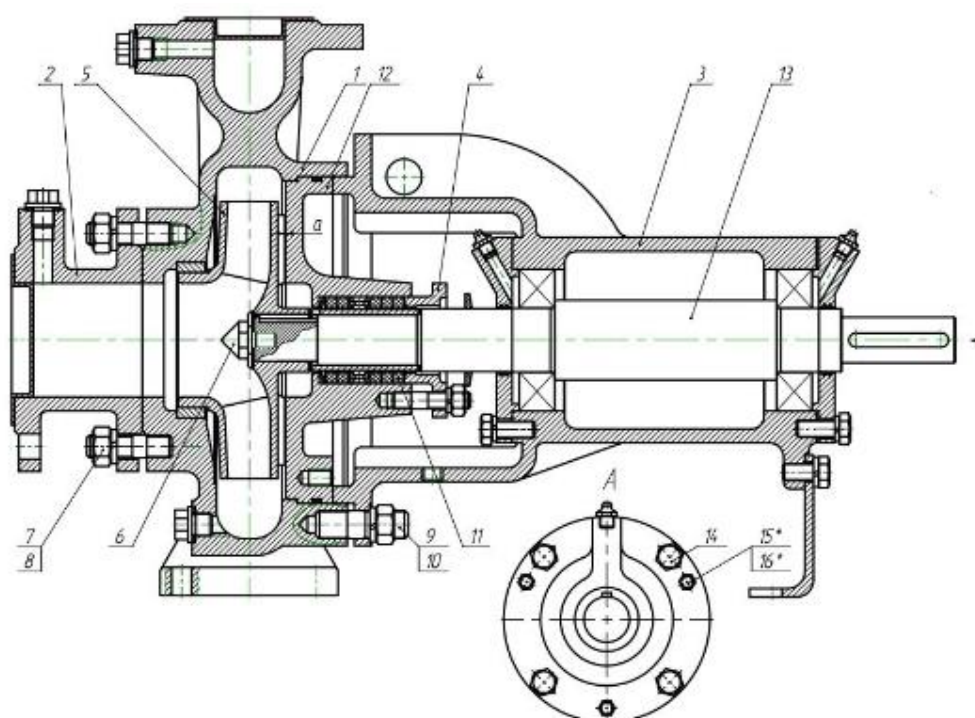
Размеры 2370x800x1150 мм;

Масса 1170 кг;

Мощность 55 х 1000 кВт х об/мин;



**Рисунок 2. Габаритные размеры насосного агрегата**



**Рисунок 3. Разрез насосного агрегата**

1 – корпус насоса; 2 – переходной патрубкок; 3 – фланец кронштейна; 4 – крышка сальника; 5 – рабочее колесо; 6 – обтекатель; 7 – гайка; 8 – шпилька; 9 – гайка; 10 – шпилька; 11 – сальниковая набивка; 12 – корпус уплотнения; 13 – вал

## 2.1. Выбор резервных агрегатов

Согласно СП для НС I категории надежности (производительность свыше 40 000 м<sup>3</sup>/сут) число резервных агрегатов при числе рабочих составляет соответственно: при числе рабочих 1-2 – 1 и 1 на складе; при числе рабочих 3 и больше – 2. Для НС II категории надежности соответственно: при числе рабочих 1-2 – 1 резервный; при числе рабочих 3 и больше – 2 резервных.

В нашем случае НС II категории надежности. Принимаем к установке 2 рабочих насосных агрегата и 1 резервный.

### 3. Определение расчетного напора насосной станции

Полный напор насосной станции при подаче сточных вод на очистные сооружения определяется согласно рис. 4.

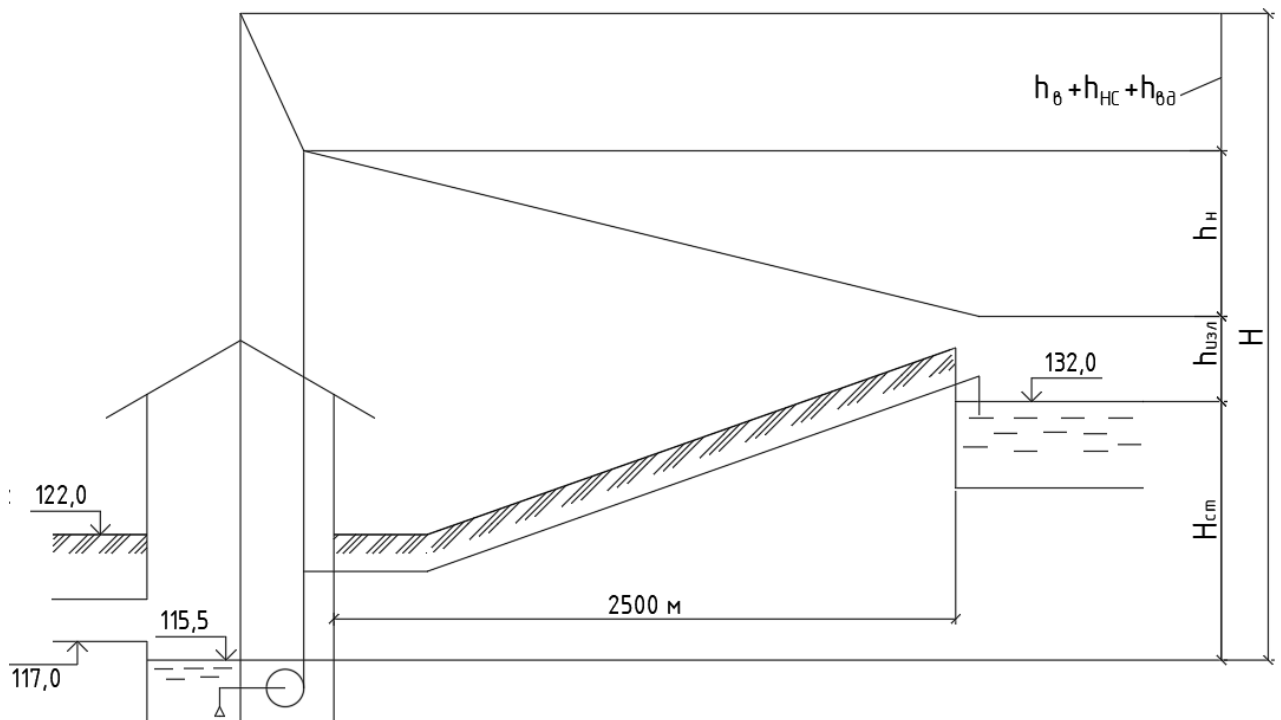


Рисунок 4. Схема к определению расчетного напора насосов станции водоотведения

$$H = H_{ст} + h_{вс} + h_{НС} + h_{вд} + h_{н} + h_{изл}, \text{ м} \quad (2)$$

где  $H$  – требуемый напор насосов, м;

$H_{ст}$  – статический напор насосов, равный разнице отметок максимального уровня воды в приемной камере очистной станции и расчетного уровня сточных вод в приемном резервуаре насосной станции, м;

$h_{вс}$  – потери напора во всасывающих трубопроводах, м;

$h_{НС}$  – потери напора во внутренних коммуникациях насосной станции, принимаемые равными 2,5 м;

$h_{вд}$  – потери напора в водомере, принимаемые равными 1,5 м;

$h_{н}$  – потери напора в наружных напорных трубопроводах, м;

$h_{изл}$  – потери напора на излив в приемную камеру очистных сооружений, принимаемые равными 0,5 м.

#### 4. Расчет диаметров трубопроводов и потерь напора в них

Для определения потерь напора во всасывающих и напорных трубопроводах необходимо знать их диаметры. Всасывающие трубопроводы подводят отдельно свой к каждому насосу, при этом диаметр рассчитывается на производительность 1-го насоса.

При 2-х параллельно рабочих насосах расход, проходящий по одному трубопроводу, составит:

$$q_1 = \frac{Q_{НС}}{2} = \frac{791}{2} \approx 396 \text{ м}^3 / \text{ч} = 0,11 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Диаметр всасывающего и напорного трубопровода назначают по скорости движения сточных вод в них по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot q_1}{\pi \cdot v}}, \text{ м} \quad (3)$$

где  $v$  – скорость движения сточных вод во всасывающем или напорном трубопроводе, м/с.

Для определения скоростей воспользуемся справочной таблицей 2.

**Таблица 2. Рекомендуемые скорости движения бытовых сточных вод во внутристанционных и наружных трубопроводах**

Диаметр трубы, мм	Скорость сточных вод в трубопроводах, м/с		
	всасывающих	напорных	
		внутристанционных	наружных
До 250	1,0	1,0 – 2,0	1,0 – 1,5
300-800	1,0 – 1,5	1,0 – 3,0	1,0 – 2,0
900-1200	1,15 – 2,0	1,15 – 4,0	1,15 – 3,0

$$d_{вс} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,11}{3,14 \cdot 1,5}} = 0,305 \text{ м} \approx 300 \text{ мм}$$

$$d_{н} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,11}{3,14 \cdot 1,0}} = 0,374 \text{ м} \approx 400 \text{ мм}$$

Для определения потерь напора во всасывающих трубопроводах воспользуемся формулой:

$$h_{вс} = 1,15 \cdot S_0 \cdot l_{вс} \cdot q_1^2, \text{ м} \quad (4)$$

где  $S_0$  – удельное сопротивление труб в зависимости от материала изготовления;  
 $l$  – длина всасывающего трубопровода, м;

$$h_{вс} = 1,15 \cdot 0,6619 \cdot 2 \cdot 0,11^2 = 0,02 \text{ м}$$

Для определения потерь напора в наружных напорных трубопроводах воспользуемся аналогичной формулой:

$$h_n = 1,1 \cdot S_0 \cdot l_n \cdot q_1^2, м \quad (5)$$

где  $l_n$  – длина наружного напорного трубопровода, м;

$$h_n = 1,1 \cdot 0,1483 \cdot 2500 \cdot 0,11^2 = 4,94 м$$

Так как потери напора в напорных трубопроводах получаются слишком большие, то увеличим диаметр трубопроводов на 1 сортament.  $d_n = 500$  мм. При таком диаметре потери напора составят:

$$h_n = 1,1 \cdot 0,04692 \cdot 2500 \cdot 0,11^2 = 1,56 м$$

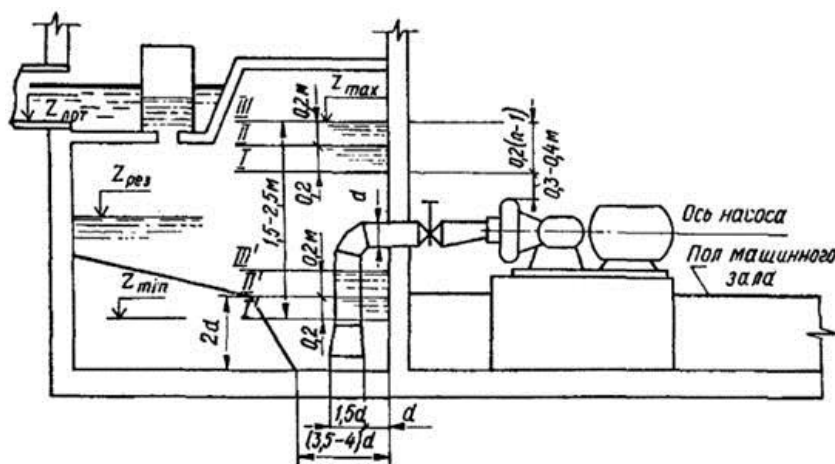
Построим график характеристики параллельной работы насосов на трубопроводах (рис. 3) Для этого прежде заполним таблицу 3.

**Таблица 3. Расчеты для построения характеристики Q – H трубопроводов канализационной насосной станции**

№ п/п	Значения потерь напора, м	Относительный расход ( $Q_{\text{нс}}'/Q_{\text{нс}}$ )						
		0	0,25	0,5	0,75	1	1,2	1,5
		Расход $Q_{\text{нс}}$ , м <sup>3</sup> /ч						
		0	198	396	593	791	949	1187
<u>Два напорных водовода (внешних)</u>								
1	$H_{\text{ст}}$	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5
2	$h_{\text{вс}}$	0	0,001	0,005	0,011	0,02	0,029	0,045
3	$h_{\text{нс}}$	0	0,16	0,63	1,41	2,5	3,6	5,63
4	$h_{\text{вд}}$	0	0,1	0,38	0,84	1,5	2,16	3,38
5	$h_{\text{н}}$	0	0,1	0,39	0,88	1,56	2,25	3,51
6	$h_{\text{изл}}$	0	0,03	0,13	0,28	0,5	0,72	1,13
7	$H=(1)+(2)+(3)+(4)+(5)+(6)$	16,5	16,89	18,04	19,92	22,58	25,26	30,2
<u>Авария. Работает 1 напорный трубопровод</u>								
8	$4h_{\text{н}}$	0	0,4	1,56	3,52	6,24	9,0	14,04
9	$H_{\text{А}}=(1)+(2)+(3)+(4)+(6)+(8)$	16,5	17,19	19,21	22,56	27,26	32,01	40,73

## 5. Приемный резервуар и его оборудование

Приемный резервуар представляет собой регулируемую емкость, которая позволяет обеспечить продолжительную равномерную работу насосов в наиболее экономичном режиме при неравномерном притоке сточных вод. Насосы автоматически включаются и отключаются при достижении уровнем воды в резервуаре определенных отметок. Например, в начальный момент времени работы насосной станции резервуар пуст, насосы – отключены. Поступающие из коллектора стоки аккумулируются в резервуаре. При заполнении резервуара до уровня, обозначенного **I**, включается **1** насос. Если его подача больше расхода поступающих стоков, уровень в резервуаре будет снижаться и при достижении уровня **I'** насос отключится. Если подача насоса меньше расхода поступающих стоков, уровень в резервуаре будет повышаться, и при достижении уровня **II** включится насос **2**, отключение которого произойдет при снижении уровня до **II'** и так далее.



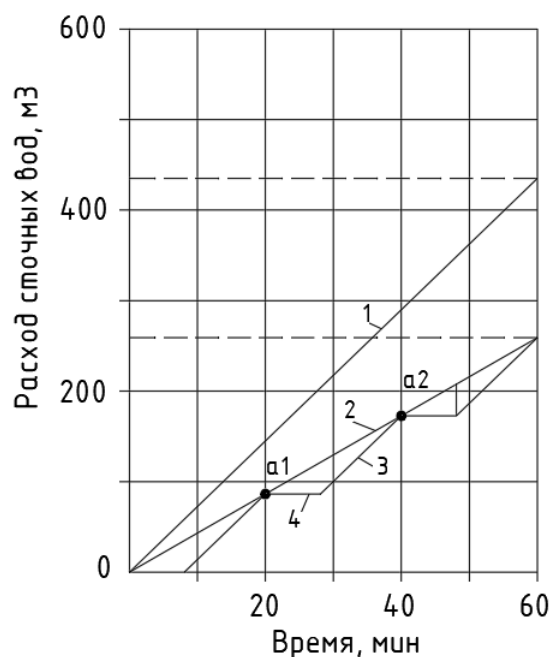
**Рисунок 5. Схема высотного расположения насосов в насосной станции водоотведения**

Минимальная вместимость приемного резервуара должна приниматься не менее максимальной подачи одного из насосов в течение 5 минут, что соответствует включениям насоса не более трех раз в час.

Объем приемного резервуара найдем графически, построив график (рис. 6).

Графически на интегральном графике равномерный приток изображается в виде прямой (3), тангенс угла наклона которой пропорционален часовому притоку (1). 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 (точки  $a_1$  и  $a_2$ ). После отключения насоса график откачки имеет вид прямой (4), 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.





**Рисунок 6. График для определения объема приемного резервуара насосной станции**

Из графика следует, что объем приемного резервуара должен составлять не менее  $7 \text{ м}^3$ .

Размеры приемного резервуара в плане назначают обычно после разработки схемы и определения размеров машинного зала. Вместимость резервуара определяют приблизительно как произведение площади на глубину резервуара, которую принимают в пределах 1,5 - 2,5 м.

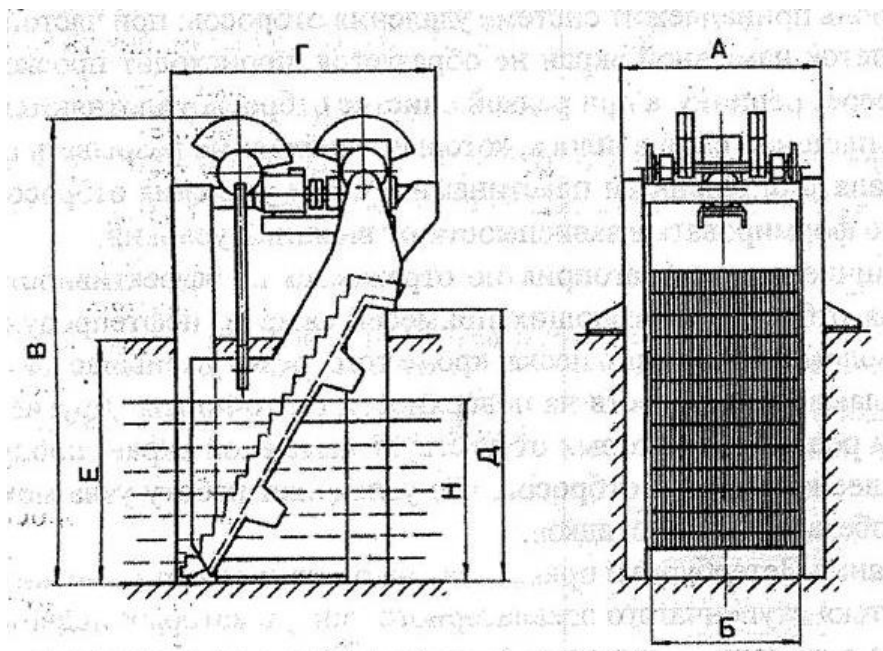
Приямки у всасывающих труб устраиваются для того, чтобы можно было максимально использовать регулируемую вместимость приемного резервуара. При больших размерах приямков в них будет оставаться много не откаченных стоков, а малые скорости приведут к отложению осадка; при малых размерах — увеличиваются гидравлические сопротивления на подходе жидкости к всасывающим трубам. Рекомендуемые размеры приведены на рис. 5: глубина —  $2d$  ( $d$  — диаметр всасывающей трубы), ширина по дну —  $(3,5 \dots 4)d$ . Наклон стенки со стороны резервуара -  $60^\circ$ .

Дно резервуара устраивается с уклоном не менее 0,1 в сторону приямков всасывающих труб.

В приямке у всасывающих труб неработающих насосов возможно выпадение осадка. Для поддержания всех насосов в постоянной готовности к запуску, к всасывающей трубе каждого насоса подводят трубопроводы для взмучивания осадка. Вода в систему взмучивания забирается от напорных линий основных насосов. Для того, чтобы через систему взмучивания можно было опорожнять трубопроводы при ремонте, трубы системы взмучивания должны быть подключены к каждому напорному водоводу и оборудованы задвижками. Диаметр трубопроводов взмучивания принимается не менее 50 мм. Взмучивание осадка можно производить по всему периметру приемного резервуара.

В станциях водоотведения стоки перед попаданием в насосы должны пройти через специальные сороудерживающие решетки. Задержанный на решетках крупный мусор поступает в шнековый транспортер, установленный в помещении над приемным резервуаром, а затем в шнековый пресс, где данный мусор обезвоживается.

1) Решетки выбраны ступенчатого эскалаторного типа фирмы «РИОТЕК» (рис. 7) с мелкими прозорами, ширина которых составляет от 2 до 6 мм.



**Рисунок 7. Схема ступенчатой решетки эскалаторного типа**

2) Транспортер шнековый типа WLS260Z (рис. 8).

Диаметр шнека (А), мм – 260;

Ширина (В), мм – 350;

Высота (Н), мм – 265;

Размеры:

L1, мм – 150;

L2, мм – 70;

L3, мм – 400;

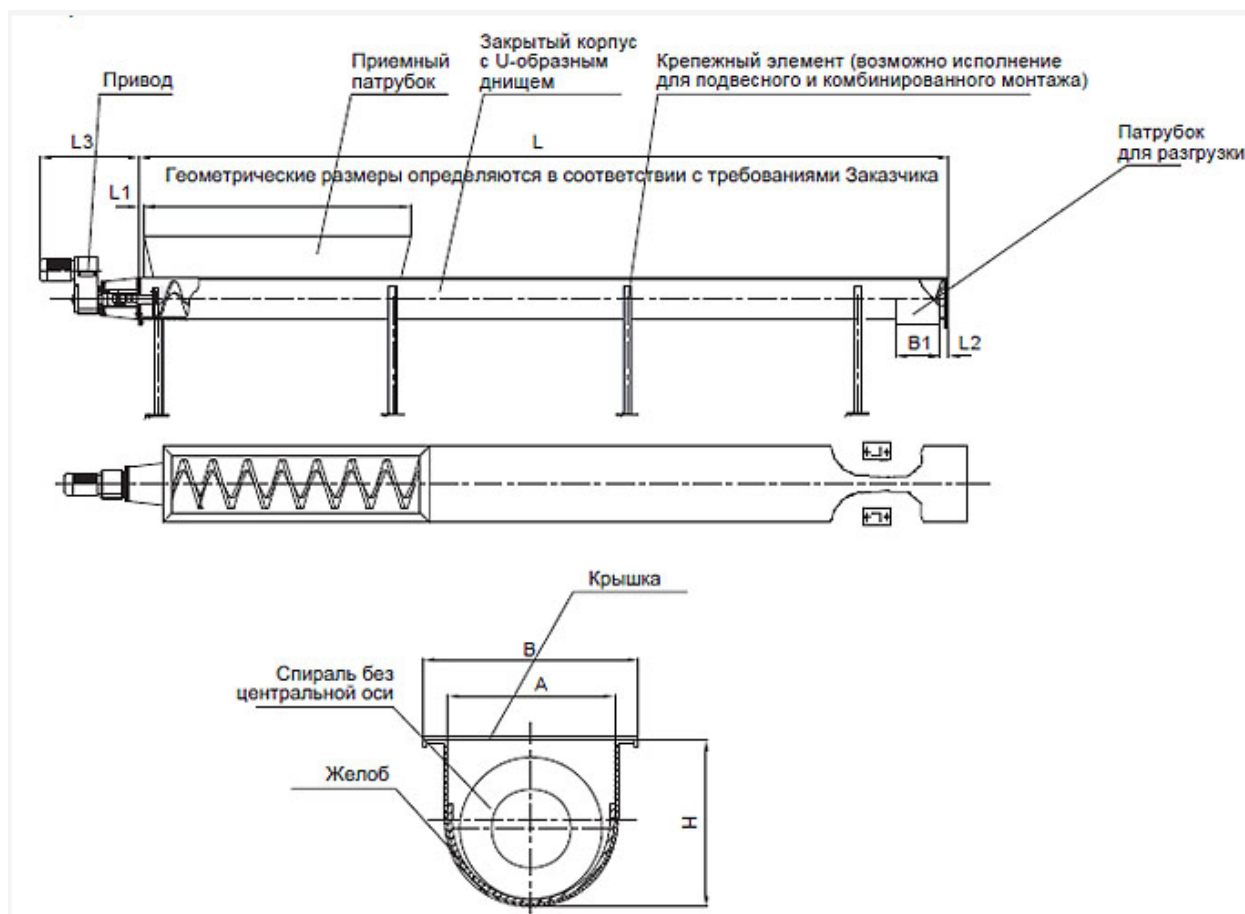
B1, мм – 280;

Длина транспортирования, м – до 15;

Угол наклона – до 30°;

Мощность, кВт – 0,75-1,5;

Производительность, м<sup>3</sup>/ч – 2,5;



**Рисунок 8. Конструкция транспортера шнекового типа WLS**

### 3) Шнековый винтовой пресс типа ЭПВП 1.150 (рис. 9)

Производительность,  $\text{м}^3/\text{ч}$  – 1-1,5;

Степень отжима по объему, % - 40-60;

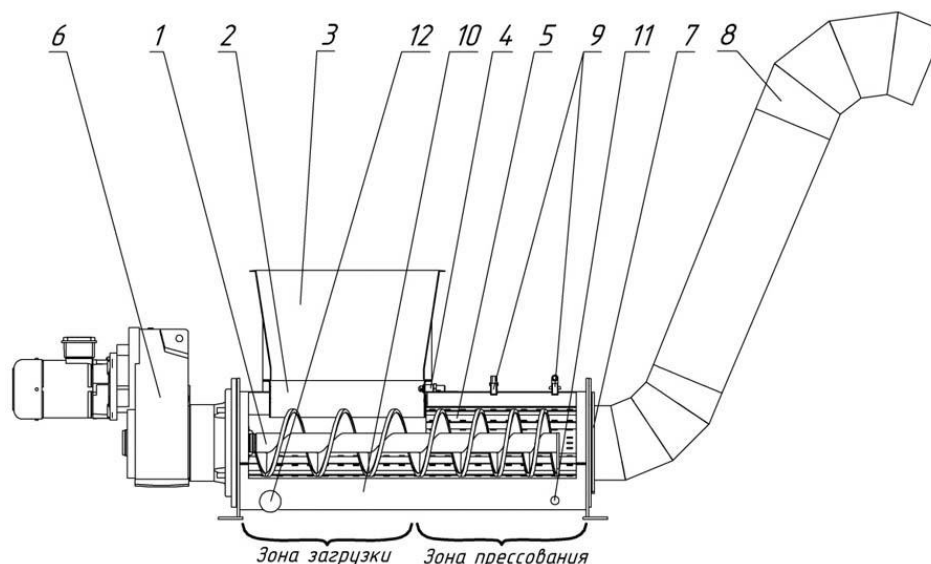
Давление технической воды, бар – 3-5;

Условный мгновенный расход технической воды,  $\text{м}^3/\text{ч}$  – до 3;

Номинальная мощность привода, кВт – 1,5;

Минимальная высота приемного окна от пола, мм – 380;

Вес для исполнения, без трубы отвода шлама, кг – не более 230;



**Рисунок 9. Устройство пресса ЭПВП**

1 – осевой шнек с переменным шагом; 2 – приемной окно; 3 – бункер (для работы ЭПВП отдельно); 4 – форсунка промывки шлама; 5 – сито; 6 – привод; 7 – камера давления; 8 – отводящая труба; 9 – форсунки промывки сита; 10 – поддон; 11 – штуцер подвода промывки поддона; 12 – сливной патрубок

## **6. Устройство аварийного выпуска**

Для предупреждения затопления помещения решеток в аварийных случаях на самотечных трубопроводах в колодце перед насосной станцией устанавливают затвор (задвижку), а для сброса воды в водоем устраивают аварийный выпуск. В начале аварийного выпуска, в колодце, устанавливают задвижку. Приводы затвора на самотечном трубопроводе и задвижки аварийного выпуска должны механизироваться, а управление ими должно осуществляться с поверхности земли. Задвижка аварийного выпуска должна быть опломбирована.

Устье (начало) аварийного выпуска следует располагать выше отметки высоких вод в водоеме для обеспечения спуска воды даже в период паводка. Оно обычно выполняется в виде берегового оголовка, но можно выносить его и на некоторое расстояние от берега. Отметка устья аварийного выпуска должна быть ниже меженного горизонта воды.

**К использованию аварийного выпуска можно прибегать лишь в исключительных случаях.** Их устройство должно согласовываться с органами санитарно-эпидемиологической службы, службы охраны рыбных запасов, а также регулирования использования и охраны вод.

## 7. Система технического водопровода и дренажа

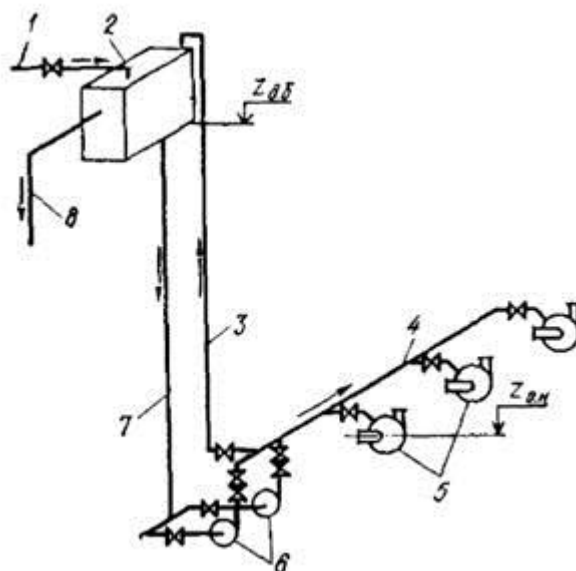
В насосных станциях водоотведения кроме основных насосов, как правило, устанавливаются еще две группы вспомогательных насосов: системы технического водоснабжения и откачки дренажных вод.

Насосные станции водоотведения оборудуют двумя системами холодного водопровода: хозяйственно-питьевой и технической. Вода для обеих систем подается в насосную станцию из сети хозяйственно-питьевого водопровода близлежащего населенного пункта или предприятия.

**Хозяйственно-питьевой водопровод** предусматривают из труб диаметром 15-20 мм с подключением к нему приборов в санузле, в душевой и кранов для мойки пола в помещении решеток и в машинном зале. Предполагается, что горячая вода для душевой поступает из центрального теплового пункта или готовится на индивидуальных водонагревателях. Сточная вода от санитарных приборов отводится в приемный резервуар.

**Технический водопровод** подает воду на охлаждение и гидроуплотнение сальников основных насосов. Существует опасность попадания сточных вод в систему технического водопровода. Для защиты сети хозяйственно-питьевого водопровода от возможного загрязнения, технический водопровод подключается к хозяйственно-питьевому через бак «разрыва струи» (рис. 10). Требуемый напор технической воды, подаваемой к сальникам насосов, перекачивающих сточную жидкость, должен быть несколько выше напора, развиваемого этими насосами. Для создания такого напора в системе технического водопровода между баком «разрыва струи» и насосами сточной жидкости устанавливают насосы-повысители: один рабочий и один резервный. Бак «разрыва струи» стремятся расположить как можно выше (на полу первого или второго этажа, либо на кронштейнах на стене в надземной части насосной станции) с тем, чтобы максимально использовать напор питающей сети. Вместимость бака для небольших насосных станций, оборудованных основными насосами с подачей до  $150 \text{ м}^3/\text{ч}$ , принимают  $0,5 \text{ м}^3$ , для средних  $1-1,5 \text{ м}^3$ , для крупных  $4-6 \text{ м}^3$ . Переливная труба диаметром 50 мм выводится из бака в приемный резервуар.

**Система откачки дренажных вод** должна предусматриваться в машинных залах всех насосных станций водоотведения. В малых, не автоматизированных насосных станциях дренажные воды можно откачивать основными насосами. Для этого к всасывающему патрубку одного из насосов подсоединяют трубу диаметром 15-20 мм с вентилем, которая свободным концом опускается в дренажный колодец (приямок). Основные насосы устанавливаются под залив от максимальных уровней в приемном резервуаре, поэтому необходимый вакуум во всасывающей трубе может возникать только при малых уровнях в приемном резервуаре или после закрытия задвижки на всасывающей трубе насоса. После откачки дренажных вод из колодца во избежание попадания воздуха в насос перекрывают вентиль на малой трубе. Эту же схему можно предусматривать для откачки воды из машинного зала при аварии на трубопроводах внутри насосной станции.



**Рисунок 10. Схема подачи воды для охлаждения и гидроуплотнения сальников канализационных насосов**

1 – хозяйственно-питьевой водопровод; 2 – бак «разрыва струи»; 3 – перепускной трубопровод; 4 – напорный трубопровод; 5 – основные канализационные насосы; 6 – насосы-повысители напора; 7 – подводящая линия к насосам-повысителям; 8 – переливной трубопровод

## **Заключение**

В данной курсовой работе была запроектирована канализационная насосная станция. В плане насосная станция выбрана круглой с диаметром колец 12 м. По полезной производительности насосной станции и максимальному коэффициенту неравномерности был построен график притока сточных вод на насосную станцию. Исходя из графика, была определена производительность насосов и их количество. Также была построена схема и посчитана таблица для определения требуемого напора насосных агрегатов. По данным параметрам были подобраны насосы марки СМ 250-200-400а/6 с числом рабочих агрегатов 2 и 1 резервный. В зависимости от расхода и скоростей были подобраны диаметры всасывающих и напорных трубопроводов. Диаметр всасывающих труб составляет 300 мм, а напорных водоводов 500 мм. С помощью интегрального графика была определена емкость приемного резервуара, которая составляет 7 м<sup>3</sup>. В приемном резервуаре предусмотрены 2 решетки ступенчатого эскалаторного типа. Отбросы с решеток поступают в шнековый транспортер, а затем обезвоживаются в шнековом прессе. На случай аварии запроектирован аварийный выпуск.

Грамотный расчет канализационной насосной станции позволяет сократить капитальные затраты на строительство, а правильный подбор оборудования обеспечивает бесперебойную работу станции и сокращает финансовые затраты на эксплуатацию рабочих агрегатов.

## Список литературы

1. СП 31.13330.2012. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения
2. СП 30.13330.2012. Внутренний водопровод и канализация.
3. СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения
4. Воронов Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод / Учебное издание: - М. Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009 – 760 с.;
5. Монтаж систем внешнего водоснабжения и водоотведения. Справочник строителя / Под ред. А.К.Перешивкина.- М.: Стройиздат, 2003;