


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 проведению практических (семинарских) занятий
по дисциплине (модулю)
«Водоподъемные сооружения»

основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы магистратуры

по направлению подготовки
08.03.01 – "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)

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

[1] (с. 212 – 214).

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

[1] (с. 230 – 233).

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 внутривансионных 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 [2] (п.8.2.6.).

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. [1] (стр. 217 – 219).

Устройство аварийного выпуска и отключение подводящего коллектора [1] (стр. 224 – 225).

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 [1] (с. 219 – 220), [2] (п.8.2.4.; 8.2.14.; 8.2.17.)

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 [2] (п.8.2.11.; 8.2.13.).

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

[2] (п.8.2.5.; 8.2.8.; 8.2.21.; 8.2.22.).

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.

[1] (с. 245 – 246).

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 [1] (с. 247).

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 [1] (с. 247).

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, поочерёдно 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 [1] (с. 249), [2] (п.8.2.16.; 8.2.7.; 8.2.9.).

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.

Литература:

1. Карелин В. Я., Минаев А. В. Насосы и насосные станции. – М.: Стройиздат., 1986. – 320 с.: ил.
2. Свод правил СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения. Москва 2012.