

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГОУ ВПО МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Методические рекомендации
по выполнению курсового проекта по дисциплине
«Насосные и воздухоподводящие станции»

Москва 2011 г.

1. Водопроводная насосная станция

1.1. Состав проекта

Пояснительная записка

1. Исходные данные для проектирования и высотная схема насосной станции с нанесенными геодезическими отметками.
 2. График режима водопотребления. Определение режима работы и подачи насосной станции (в табличной и графической формах).
 4. Определение расчетного напора.
 5. Обоснование выбора насоса. Выбор электродвигателей.
 6. Расчет и построение графиков совместной работы насосов и водоводов. Построение приведенной характеристики.
 7. Анализ работы насосов и водоводов (режимы работы: нормальный, аварийный, при пожаре).
 8. Проверка работы насосов при аварийной ситуации (при снижении подачи на 30 %).
 9. Определение отметки установки насоса.
 10. Обоснование выбора количества и мощности трансформаторов.
 11. Определение технико-экономических показателей станции.
 13. Описание технологической части насосной станции.
 14. Описание элементов системы автоматики насосной станции.
 15. Описание санитарно-технических устройств станции.
- К записке прилагается задание.

Графическая часть

1. План и необходимые разрезы насосной станции в масштабе 1:50 или 1:100 (план насосной станции размещают в нижней левой части листа, продольный разрез – над планом, в правой верхней части – поперечный разрез).
 2. Ситуационный план местности с указанием расположения насосной станции, резервуаров чистой воды, камер расходомеров, очистных сооружений и соединяющих трубопроводов (М 1:500).
 3. Детали трубопроводов – по указанию руководителя (М 1:20 или 1:50).
- Чертежи должны быть выполнены карандашом, тушью или с применением электронной техники на бумаге стандартного размера 841 x 594 мм (формат А1) и иметь в правом нижнем углу штамп с названием проекта, фамилиями и подписями студента и руководителя курсового проектирования.

1.2. Указания к выполнению проекта

Для выполнения курсового проекта водопроводной насосной станции следует произвести все относящиеся к нему гидравлические и электротехнические расчеты, выбрать основное и вспомогательное гидромеханическое и подъемно-транспортное оборудование и вычертить план и разрезы в объеме технического задания.

Выполнять курсовой проект необходимо в следующей последовательности:

1. Ознакомиться с требованиями СНиП [1];
2. В соответствии с заданным коэффициентом неравномерности водопотребления $K_{\text{ч}}$ перенести на график диапазоны колебания водопотребления и подобрать (в табличной и графической форме) наиболее целесообразный режим работы насосов. Установить число и подачу рабочих насосов. По количеству рабочих насосов в соответствии с категорией насосной станции выбрать число резервных насосов.
3. Определить напор насосов. Напор насосов складывается из:
 - а) геометрической высоты подъема жидкости;
 - б) потерь напора во всасывающих и напорных трубопроводах;
 - в) запаса напора.

4. Диаметры всасывающих и напорных трубопроводов внутри и вне станции определяются по расчетному расходу воды и рекомендуемым скоростям [1]:

а) число всасывающих и напорных трубопроводов для вновь проектируемых станций должно быть не менее двух. Диаметры напорных трубопроводов вне станции определяются по расчетным расходам с учетом экономического фактора Ξ [2];

б) для всасывающих и напорных трубопроводов внутри станции следует применять стальные трубы, соединяемые между собой сваркой, а с арматурой – фланцами;

в) для напорных водоводов вне станции следует применять трубы, которые удовлетворяют требованиям потребителей;

г) при длине всасывающих трубопроводов до 50 м рекомендуется к каждому насосу подвести свою всасывающую линию. При большей длине насосы подсоединяются к общему всасывающему коллектору, к которому прокладываются два всасывающих трубопровода.

5. В соответствии с требуемым напором и подачей выбрать марку насоса (см. каталог насосов типа Д). Желательно, чтобы на станции были установлены насосы одного типоразмера. В тех случаях, когда насосные станции 2-го подъема городских водопроводов работают в распределительную сеть без регулирующих емкостей, а также при большой неравномерности водопотребления, когда невозможно подобрать для всех случаев насосы одного типоразмера, допускается установка насосов разных типоразмеров, соединенных на параллельную и последовательную работу.

Для выбранного насоса скопировать графики рабочей характеристики насоса ($H-Q$, $N-Q$, $\eta-Q$, $\Delta h_{\text{зап}}-Q$), записать частоту вращения n (об/мин), диаметр рабочего колеса, габаритные размеры и диаметры входного и выходного патрубков насоса, рекомендуемый электродвигатель, его габаритные размеры, напряжение питающего тока.

При проектировании насосных станций 1-го и 2-го подъемов городских и промышленных систем водоснабжения рекомендуется применять центробежные насосы типа Д.

Для откачки дренажных и хозяйственных (от мойки полов) вод можно использовать насосы типа ВКС (вихревой, консольный самовсасывающий, СДВ (сточно-динамический вертикальный), ГНОМ (грязевой насос, одноступенчатый моноблок).

6. Построить график совместной работы системы водовод-насос в координатах $Q-N$ и $Q-T$. Нанести кривые $H-Q$, $N-Q$, $\eta-Q$, $\Delta h_{\text{зап}}-Q$ насоса. Определить возможные варианты комбинаций работы установленных насосов [3].

7. Построить приведенную характеристику насосов к точке выхода напорных водоводов с насосной станцией.

8. Построить график совместной работы и, убедившись, что подобранные насосы создают требуемый напор и обеспечивают расчетные подачи на расчетные случаи, приступить к выполнению чертежей насосной станции (одновременно продолжать расчет необходимых параметров). Для этого необходимо выбрать схему расположения насосных агрегатов и определить основные размеры здания насосной станции [3].

9. Разработку насосной станции начинать с вычерчивания плана размещения насосных агрегатов, всасывающих и напорных трубопроводов. Как всасывающие, так и напорные трубопроводы внутри станции могут прокладываться:

а) по полу станции в специальных каналах (диаметры трубопроводов не более 500 мм);
б) на полу без устройств специальных каналов (диаметры трубопроводов 500...1000 мм), в этом случае необходимо устройство мостков, переходов и балконов;

в) на полу подвала в незаглубленных станциях (диаметры трубопроводов более 1000 мм); высота подвала не менее 1,8 м;

г) в заглубленных и шахтных станциях на высоте 2 м от пола станции.

Габаритные размеры фасонных частей принимают по справочнику монтажника под редакцией А.К. Перешивкина.

Вычертив план машинного зала, необходимо нанести на план размещение помещений электросилового хозяйства, вспомогательных и хозяйственно-бытовых помещений. Площадь

щитового и электрораспределительного помещений определяется габаритами устанавливаемого оборудования и необходимыми минимально допускаемыми проходами [1, 3].

Размеры и состав хозяйственно-бытовых помещений принимают по СНиП [4].

Для вспомогательного оборудования (дренажные насосы, вакуум-насосы) специальных площадей не предусматривают. Это оборудование устанавливают на свободных площадях (в углу помещения, под монтажным балконом и т.д.).

10. Высота помещения машинного зала определяется габаритами грузоподъемных механизмов и перемещаемой детали [3].

11. Определить отметки расположения осей насосов из условия пуска, бескавитационной работы и выполнения требований СНиП [1]. Произвести проверку допустимого кавитационного запаса.

12. Определить мощность насоса [3] при различных режимах работы и выбрать электродвигатель с учетом частоты вращения ротора насоса с напряжением тока в питающей сети [5]. Если напряжение электродвигателя равно напряжению в питающей сети, то от установки трансформаторов можно отказаться.

13. Подобрать грузоподъемное устройство по весу наиболее тяжелой части насосного агрегата (насоса или электродвигателя) [6].

14. Определить технико-экономические показатели работы станции: КПД станции в час максимального, среднего и минимального водопотребления; удельную норму затрат электроэнергии на 1000 м^3 подаваемой воды [3].

1.3. Литература

Основная

1. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат, 1985.
2. Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. – М., 2007.
3. Карелин В.Я., Минаев А.В. Насосы и насосные станции. – М.: Стройиздат, 1986.
4. Центробежные насосы. Каталог насосов.
5. Москвитин А.С. Оборудование водопроводно-канализационных сооружений: Справочник по специальным работам. – М.: Стройиздат, 1980.
6. Справочник проектировщика. Водоснабжение населенных мест и промышленных предприятий / Под. ред. И.А. Назарова. – М.: Стройиздат, 1977.

Дополнительная

- Николадзе Г.И., Сомов М.А. Водоснабжение. Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1995.
- Карелин В.Я., Новодережкин Р.А. Насосные станции с центробежными насосами. – М.: Стройиздат, 1983.
- Лобачев П.В., Шевелев Ф.А. Расходомеры для систем водоснабжения и канализации. – М.: Стройиздат, 1985.
- Справочник монтажника. Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации / Под. ред. А.К. Перешивкина. – М., 2003.

2. Насосная станция водоотведения

2.1. Состав проекта **Пояснительная записка**

1. Исходные данные.
 2. Высотная схема насосной станции с нанесенными геодезическими отметками.
 3. Определение расчетной подачи станции за расчетный период.
 4. Гидравлический расчет всасывающих и напорных трубопроводов.
 5. Вычисление требуемого напора.
 6. Подбор насосов и анализ их работы на графиках совместной работы насосов и водоводов.
 7. График совместной работы насосов и водоводов при соответствующем диапазоне колебаний напоров за расчетный период работы станции. Проверка подачи сточных вод на случай аварии на водоводах.
 8. Проверка мощности электродвигателя.
 9. Обоснование отметок установки оси насоса и пола насосной станции.
 10. Определение емкости приемного резервуара и проверка числа включений насосов.
 11. Подбор решеток.
 12. Описание системы хозяйственно-бытового, противопожарного и технического водоснабжения, подбор насосов для этих систем.
 13. Описание вспомогательных и подсобных помещений станции.
 14. Описание мероприятий по охране окружающей среды.
 15. Определение технико-экономических показателей станции:
 - КПД насосов для расчетных случаев их работы;
 - КПД насосной станции в часы наименьшего, среднего и наибольшего притока сточных вод;
 - удельной нормы расхода электроэнергии на 1000 м^3 перекаченной жидкости.
- К записке прилагается задание.

Графическая часть

В состав проекта входит чертеж 1 листе, на которых приводятся:

- 1) план и необходимые разрезы насосной станции в масштабе 1:50 или 1:100 (план размещают в нижней левой части листа; продольный разрез – над планом; поперечный разрез – в правой верхней части);
- 2) ситуационный план местности с нанесенным расположением насосной станции и других сооружений: разводящего коллектора очистных сооружений, аварийного выпуска, смотровых колодцев, камер расходомеров и соединяющих трубопроводов (М 1:500, ситуационный план размещается ниже поперечного разреза);
- 3) аксонометрическая схема трубопроводов насосной станции водоотведения (по согласованию с руководителем проекта);
- 4) детали оборудования насосной станции (по указанию руководителя, М 1:20 или 1:50).

Чертежи должны быть выполнены карандашом, тушью или с применением электронной техники на бумаге стандартного размера 841 x 594 мм (формат А1) и иметь в правом нижнем углу штамп с названием проекта, с фамилиями и подписями студента и руководителя курсового проектирования.

2.2. Указания к выполнению проекта

Для выполнения курсового проекта насосной станции водоотведения следует произвести все относящиеся к нему гидравлические и электротехнические расчеты и вычертить план и необходимые разрезы станции в объеме технического проекта. Для этого необходимо:

- 1) ознакомиться с требованиями СНиПа [1];

2) подобрать наиболее целесообразный режим работы насосов и установить число и подачу рабочих насосов, построив ступенчатый или интегральный графики притока сточных вод и работы насосов;

3) определить напор насосов. Напор включает следующие величины:

а) геометрическую высоту подъема жидкости;

б) потери напора во всасывающем и напорном трубопроводах;

в) запас напора.

Диаметры всасывающих и напорных трубопроводов внутри и вне станции определяются по расчетному расходу воды и рекомендуемым скоростям. Число напорных водоводов для проектируемой станции первой категории должно быть не менее 2-х. Их диаметры определяются по расчетной подаче с учетом экономического фактора Ξ [2]. Трубопроводы должны проверяться на безопасность их заиливания в период эксплуатации на первую очередь развития системы [3, 4].

Для всасывающих и напорных трубопроводов внутри станции следует применять стальные трубы, соединяемые между собой сваркой и с помощью фланцев; для напорных водоводов вне станции следует применять трубы. Каждый насос должен иметь всасывающую трубу, на которой устанавливается задвижка лишь в том случае, если насосы находятся под заливом.

Для осуществления соединения водоводов разных диаметров следует предусматривать переключающие камеры.

4) подобрать рабочие насосы (воздуходувные машины) в соответствии с подачей и напором. Выбрать количество резервных насосов (см. каталоги на кафедре водоснабжения). Из каталога скопировать графики рабочей характеристики выбранного насоса: $H-Q$, $N-Q$, $\eta-Q$ и $\Delta h_{\text{зап}}-Q$, при заданных диаметре рабочего колеса и частоте вращения n .

При проектировании насосных станций для перекачки сточных вод городской и производственной систем водоотведения рекомендуется применять погружные центробежные насосы.

При необходимости периодического повышения напора насосов (в часы и дни наибольшего притока, а также для промывки водоводов) допускается применение последовательного включения двух насосов.

По специальному заказу заводы могут поставлять насосы правого или левого выпуска вала.

5) машинный зал станции и приемный резервуар размещать в одном здании, причем, если глубина станции 6 и более метров и имеются грунтовые воды, станцию необходимо проектировать круглой в плане и выполнять опускным способом. При отсутствии грунтовых вод, а также при глубине станции менее 5 м она проектируется прямоугольной в плане. При наличии грунтовых вод необходимо указать гидроизоляцию (линия толщиной 0,5 мм). Гидроизоляция выполняется на 0,5 м выше уровня грунтовых вод;

6) в насосных станциях малой производительности, для которых не имеется подходящих насосов, рекомендуется работу минимальных выпускаемых промышленностью насосов с остановкой в ночное время, а емкость приемного резервуара определять по притоку в ночные часы;

7) построить график совместной параллельной работы рабочих насосов и водоводов;

8) построить приведенную характеристику насосов с учетом потерь напора во всасывающих и напорных коммуникациях насосной станции;

9) определить режимные точки работы насосов и в случае несоответствия их расчетным произвести расчет обрезки рабочего колеса насоса или регулирования подачи насоса [3];

10) в соответствии с режимами работы насосов уточнить регулируемую вместимость приемного резервуара и число включений насоса в час;

11) определить мощность насоса в различных режимах работы и выбрать электродвигатель (желательно использовать электродвигатель с напряжением, равным напряжению в питающей сети. В этом случае установка трансформаторов не требуется);

12) произвести проверку установки насосного агрегата на кавитационный запас. В соответствии с требованиями СНиПа [1] насосы на канализационных насосных станциях устанавливаются под залив;

13) определить количество решеток в соответствии с требованиями СНиПа, установив количество рабочих и резервных решеток и их типоразмер, определить размеры распределительных каналов [3];

14) определить состав и площади вспомогательных помещений, вспомогательное и подъемное транспортное оборудование [1];

15) проверить установку оборудования на случай аварии на напорных водоводах;

16) вычислить технико-экономические показатели работы станции; станции в час максимального, среднего и минимального притока сточных вод; удельную норму затраты электроэнергии на 1000 м³ перекачиваемой жидкости.

2.3. Литература

Основная

1. СНиП 8.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат, 1986.
2. Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. – М.; 2007.
3. Карелин В.Я., Минаев А.В. Насосы и насосные станции. – М.: Стройиздат, 1986.
4. Лукиных А.А., Лукиных Н.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров. 5-е изд. – М.: Стройиздат», 1987.
5. Каталог насосов.
6. Канализация населенных мест и промышленных предприятий: Справочник проектировщика /Под ред. В.Н.Самохина/ – М.: Стройиздат, 1981.

Дополнительная

1. Лобачев П.В., Шевелев Ф.Л. Расходомеры для систем водоснабжения и канализации. – М: Стройиздат, 1985.
2. Москвитин А.С. Оборудование водопроводно-канализационных сооружений: Справочник по специальным работам. – М.: Стройиздат, 1980.
3. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат, 1995.
4. ГОСТ 11379-60. Динамические насосы для сточных жидкостей. – М.: Стандарты, 1980.
5. Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации: Справочник монтажника. Под ред. А.К.Перешивкина. – М., 2003.
6. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод: Учебник для вузов. – М.: Изд-во АСВ, 2002.