

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 25.09.2026 10:35:24
Уникальный программный идентификатор:
3beb265d5d589e7ff4c954946f3ad99a1e70ac12

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Строительный институт

Кафедра водоснабжения и водоотведения

НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Методические указания
к выполнению курсового проекта
по дисциплине «Насосные и воздухоудные станции» и раздела выпускной
квалификационной работы для обучающихся
по направлению подготовки 08.03.01 Строительство
(профиль «Водоснабжение и водоотведение»)

Составитель
С. В. Максимова,
кандидат технических наук, доцент

Тюмень
ТИУ
2016

Насосные станции систем водоснабжения и водоотведения: мет. указ. к выполнению курсового проекта по дисциплине «Насосные и воздухоподводящие станции» и раздела выпускной квалификационной работы для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство (профиль «Водоснабжение и водоотведение»): методические указания / сост. С. В. Максимова; Тюменский индустриальный университет. – Тюмень: Издательский центр БИК, ТИУ, 2016. – 48 с.

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию на заседании кафедры водоснабжения и водоотведения «29» августа 2016 года, протокол № 1.

Аннотация

Методические указания разработаны с учетом изменений и дополнений, внесенных в действующие нормативные документы, а также появления новых типов оборудования, изготавливаемого отечественными и зарубежными производителями. В методических указаниях приведены методики расчетов и конструирования насосных станций систем водоснабжения и водоотведения.

Содержание

Введение	4
Содержание и объем курсового проекта	4
1 Определение режима работы насосной станции	5
1.1 Насосные станции второго подъема в системе с водонапорной башней в начале сети и контррезервуаром	5
1.2 Насосные станции второго подъема в безбашенной системе ..	7
1.3 Насосные станции систем водоотведения (канализационные) .	7
2 Определение напоров насосных станций	8
2.1 Насосные станции второго подъема в системе с водонапорной башней в начале сети	8
2.2 Насосные станции второго подъема в безбашенной системе. . .	9
2.3 Насосные станции второго подъема при подаче воды на тушение пожара	10
2.4 Насосные станции систем водоотведения (канализационные). .	12
3 Выбор основного насосного оборудования	13
3.1 Насосные станции второго подъема	13
3.2 Насосные станции систем водоотведения (канализационные). .	15
4 Построение графика совместной работы насосов и трубопроводов .	17
5 Выбор электродвигателя и определение размеров фундамента насосного агрегата	21
6 Электрическая часть насосных станций	22
7 Размещение оборудования в машинном зале	24
7.1 Водопроводные насосные станции второго подъема	24
7.2 Насосные станции систем водоотведения (канализационные). .	28
8 Приемный резервуар и его оборудование	31
9 Выбор подъемно-транспортного оборудования и определение высоты верхнего строения здания насосной станции	34
...	
10 Конструкции и стандартные размеры частей зданий насосных станций	38
11 Выбор вспомогательного насосного оборудования	40
11.1 Система технического водопровода	40
11.2 Система откачки дренажных вод	41
Библиографический список	43
Приложение А. Задания на курсовой проект	45

Введение

Насосные станции, являясь важным элементом систем водоснабжения и водоотведения, 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.

Дисциплина «Насосные и воздухоудувные станции» входит в число профилирующих дисциплин специальности «Водоснабжение и водоотведение». Являясь одним из первых проектов по специальным дисциплинам, курсовой проект насосной станции представляет для обучающегося сложную задачу, выполнение которой требует творческого подхода к разрабатываемому материалу и инженерных решений. Самым сложным для обучающегося при выполнении курсового проекта является самостоятельное принятие объемно-планировочных решений по размещению оборудования и проектированию помещений насосной станции при параллельном ведении расчетов.

При выполнении курсового проекта обучающийся получает навык работы с нормативной литературой, справочниками и каталогами. Разработка проекта насосной станции требует от обучающегося применения знаний и навыков, полученных при изучении гидравлики, архитектуры, строительных конструкций, электротехники, инженерной графики.

Цель данного учебно-методического пособия - систематизировать работу обучающихся над курсовым проектом, дать представление о последовательности выполнения расчетов и составления чертежей.

Содержание и объем курсового проекта

Проект состоит из расчетно-пояснительной записки и графического материала на листе формата А1.

Пояснительную записку объемом 25-30 страниц формата А4 с рамкой и основной надписью составляют с учетом последовательности выполнения проекта, которая представлена в данном пособии. На все выбранное оборудование необходимо привести основные технические данные. В конце пояснительной записки помещают список использованной литературы. Ссылки на литературу в тексте приводятся в квадратных скобках.

На *чертеже* должны быть представлены: план на отметке 0.000; план подземной части (для насосных станций водоотведения); продольный и поперечный разрезы насосной станции в масштабе 1:50, 1:100; спецификация оборудования.

1 Определение режима работы насосной станции

1.1 Насосные станции второго подъема в системе с водонапорной башней в начале сети

Расчет режима работы насосной станции второго подъема начинают с построения ступенчатого графика водопотребления. График водопотребления в процентах от суточного водопотребления приведен в задании на курсовой проект. При построении графика по оси абсцисс откладываются часы суток (24 часа), по оси ординат – часовое водопотребление.

Водопотребление в населенном пункте неравномерно в течение суток. Поскольку насосная станция второго подъема подает воду в сеть потребителя, то ее режим работы должен быть приближен к режиму водопотребления и принимается, как правило, ступенчатым. При ступенчатой подаче в различные часы суток работает разное число насосов.

Максимальное водопотребление может приходиться всего на 1-2 часа в течение суток, поэтому при наличии водонапорной башни можно принять подачу насосной станции меньше максимального часового водопотребления на 8-15 %:

$$Q_{н.с} = (0.85 \div 0.92) Q_{\max. ч.} \quad (1.1)$$

В час максимального водопотребления часть воды может поступать в сеть из бака водонапорной башни. В те часы, когда подача насосной станции больше водопотребления, часть воды будет поступать в бак водонапорной башни.

Далее следует задаться количеством рабочих насосов. Согласно [23, примечание 2 к таблице 23], количество рабочих насосных агрегатов должно быть не менее двух. Принимать более четырех рабочих насосов нецелесообразно, т.к. при включении каждого следующего параллельно установленного насоса приращение подачи меньше, чем при включении предыдущего, из-за возрастания требуемого напора при увеличении подачи (см. раздел 4).

Определяем подачу одного, двух,, n числа насосов по формулам:

$$Q_{н.с} = \frac{Q_{н.с.}}{n_{\text{раб}} \cdot k} \quad (1.2)$$

$$Q_n = Q_{н.с} \cdot n \cdot k, \quad (1.3)$$

где Q_{In} – подача одного насоса,
 Q_n - подача п числа насосов,
 k – коэффициент параллельности, зависящий от числа работающих насосов (таблица 1.1).

Таблица 1.1

Коэффициенты параллельности			
Число насосов	2	3	4
Коэффициент параллельности	0,9	0,84	0,8

Определяем, сколько насосов будет работать, из условия максимального приближения подачи насосной станции к графику водопотребления.

Составив уравнение из условия подачи насосной станцией второго подъема 100 %- ного суточного расхода воды в течение 24 часов:

$$Q_n \cdot x + Q_{н.с.} (24 - x) = 100\% , \quad (1.4)$$

определим время работы x п числа насосов и время работы $(24 - x)$ всех насосов, установленных на насосной станции второго подъема.

Распределяем время работы насосов по часам суток. Подачу меньшего числа насосов целесообразнее назначить в ночные часы, т.е. при минимальном водопотреблении.

Определяем емкость бака водонапорной башни W , которая складывается из регулирующего объема $W_{рег}$ и пожарного объема $W_{пож}$:

$$W = W_{рег} + W_{пож} \quad (1.5)$$

Регулирующий объем бака $W_{рег}$ равен сумме по модулю наибольшего положительного и наибольшего отрицательного значений из графы 6:

$$W_{рег} = (|+ max \%| + |- max \%|) \cdot Q_{сут} \quad (1.6)$$

Пожарный объем воды в баках водонапорных башен $W_{пож}$ должен рассчитываться на десятиминутную продолжительность тушения одного наружного и одного внутреннего пожаров [22, п. 9.5]:

$$W_{пож} = \frac{(q_{нар} + q_{вн}) \cdot 60 \cdot 10}{1000} , \quad (1.7)$$

где $q_{нар}$ – норма расхода воды на тушение одного наружного пожара, принимается по заданию на курсовое проектирование, л/с;

$q_{вн}$ – норма расхода воды на тушение одного внутреннего пожара, в курсовом проекте можно принять 5 л/с.

Определим размеры бака водонапорной башни. Рекомендуемое соотношение между диаметром бака D и высотой слоя воды в баке H_0 :

$$H_0 = (0.7 \div 0.8) D \quad (1.8)$$

Считая, что бак представляет собой цилиндр, выразим его объем W через диаметр D и высоту слоя воды H_0 :

$$W = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H_0 \quad (1.9)$$

Решая систему из двух уравнений с двумя неизвестными, определим диаметр D и высоту слоя воды H_0 .

1.2 Насосные станции второго подъема в безбашенной системе

В безбашенной системе вода подается насосной станцией второго подъема непосредственно в сеть, поэтому подача насосной станции равна максимальному часовому водопотреблению:

$$Q_{н.с.} = Q_{\max.ч.} \quad (1.10)$$

Далее следует задаться количеством рабочих насосов. Подача одного, двух, ..., n числа насосов определяется по формулам (1.2) и (1.3).

Подача насосов по часам суток распределяется из условия:

$$Q_{н.с.} / Q_{ч} \quad (1.11)$$

1.3 Насосные станции систем водоотведения (канализационные)

Расчет насосной станции системы водоотведения начинают с построения графика часового притока сточных вод (приведен в задании). Подача насосной станции должна быть равна или несколько превосходить максимальный часовой приток стоков:

$$Q_{н.с.} / Q_{\max.ч.} \quad (1.12)$$

В остальное время приток сточной жидкости меньше, и вода откачивается не всеми, а только частью установленных насосов. Насосы могут полностью отключаться на некоторое время, в течение которого стоки накапливаются в приемном резервуаре.

Режим работы насосной станции зависит от емкости приемного резервуара. Размеры приемного резервуара в плане назначают обычно после разработки схемы размещения насосных агрегатов и трубопроводов и определения размеров машинного зала (см. раздел 5.2.).

2 Определение напоров насосных станций

Перед расчетом напора насосной станции рекомендуется составить схему, на которой изображают насосную станцию, всасывающие и напорные трубопроводы, объект, куда подается вода и высотную схему с пьезометрическими линиями (см. рисунки 2.1 – 2.3).

2.1 Насосные станции второго подъема в системе с водонапорной башей в начале сети

Напор насосной станции определяется в следующем порядке:

1 Определяем расчетную подачу насосной станции, переходя от подачи в процентах от суточной производительности насосной станции к подаче, выраженной в м³/ч и в л/с. Расчетный расход воды одного водовода определяется по формуле:

$$Q_{1гp} = \frac{Q_{нс}}{n}, \quad (2.1)$$

где n – число водоводов.

Согласно [23, п.7.5 и п.7.6], количество всасывающих линий к насосной станции и напорных линий от насосных станций I и II категорий должно быть не менее двух. Для насосных станций III категории допускается устройство одной всасывающей и одной напорной линии.

2 По расчетному расходу водовода определяем диаметры всасывающих и напорных трубопроводов D , скорость движения воды в них V и гидравлический уклон (потери напора на единицу длины) i , пользуясь таблицами [27], исходя из скоростей движения воды в пределах, указанных в [23, таблица 24].

При этом диаметры 450, 700, 900 мм принимать нежелательно, т.к. не выпускается арматура указанных диаметров.

3 Определяем потери напора в трубопроводах, которые складываются из потерь на преодоление трения при движении жидкости по трубопроводу h_l и потерь на преодоление местных сопротивлений h_m , которые учитываются в процентах от потерь напора по длине и могут быть приняты равными для всасывающих трубопроводов – 20 %; для напорных трубопроводов – 10 %.

Потери напора по длине могут быть определены по формуле:

$$h_l = i \cdot l, \quad (2.2)$$

где l – длина трубопровода.

Потери напора во всасывающих трубопроводах:

$$h_{вс} = 1,2 \cdot i \cdot l. \quad (2.3)$$

Потери напора в напорных трубопроводах:

$$h_n = 1,1 \cdot i \cdot l. \quad (2.4)$$

4 Напор насосной станции определяется по формуле (рисунок 2.1):

$$H = (z_{в/б} - z_{рчв}) + H_{в/б} + H_0 + h_{вс} + h_n + h_{н.с.}, \quad (2.5)$$

где $z_{в/б}$ – отметка поверхности земли в месте расположения водонапорной башни;

$z_{рчв}$ – отметка расчетного уровня воды в РЧВ;

$H_{в/б}$ – высота водонапорной башни от поверхности земли до дна бака;

H_0 – высота слоя воды в баке водонапорной башни;

$h_{н.с.}$ – потери напора в коммуникациях насосной станции, принимаемые равными 2 – 4 м.

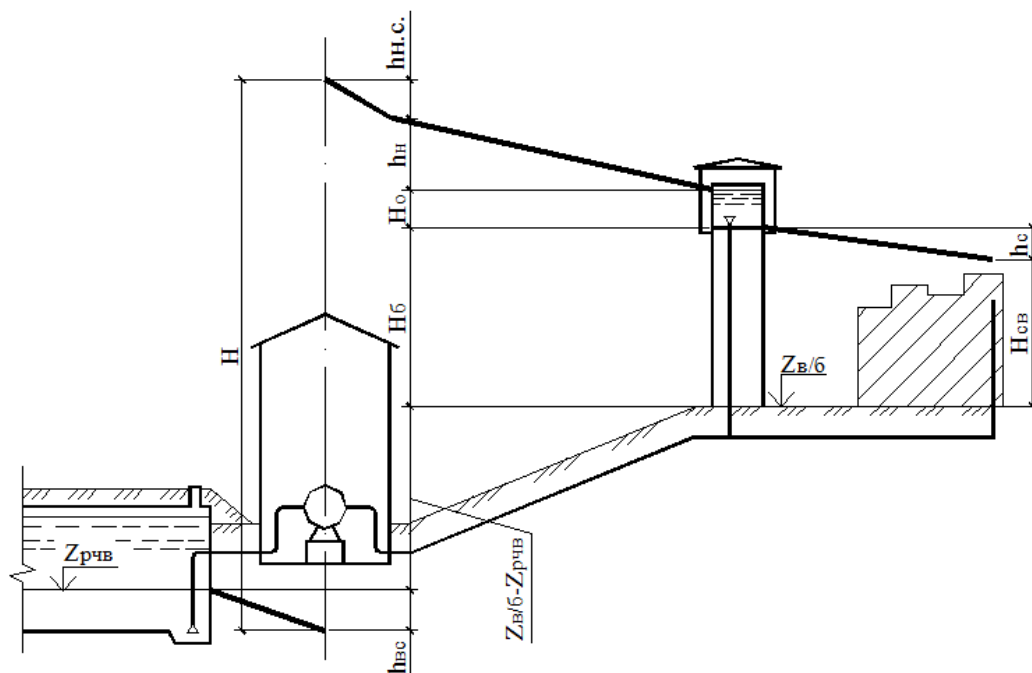


Рисунок 2.1 - Схема к определению напора насосной станции второго подъема в системе с башней в начале сети

2.2 Насосные станции второго подъема в безбашенной системе

Расчетная подача насосной станции, потери напора определяются по разделу 2.1 (п.1 – п.3).

Напор насосной станции вычисляют по формуле (рисунок 2.3):

$$H = (z_{д.т.} - z_{рчв}) + H_{св} + h_{гс} + h_n + h_{н.с.} + h_{сети}, \quad (2.6)$$

где $z_{д.т.}$ – отметка поверхности земли в диктующей точке;

$h_{сети}$ – потери напора в сети до диктующей точки.

Безбашенная система является закрытой, и создаваемый в ней насосами напор будет зависеть от подачи насосов и от водоразбора. При уменьшении водоразбора напор в сети будет повышаться, при увеличении – снижаться. При расходах, меньших подачи насосной станции, в сети возникают избыточные напоры, снижающие КПД насосной станции, увеличивающие энергозатраты на подачу воды и ведущие к утечкам и непроизводительным расходам.

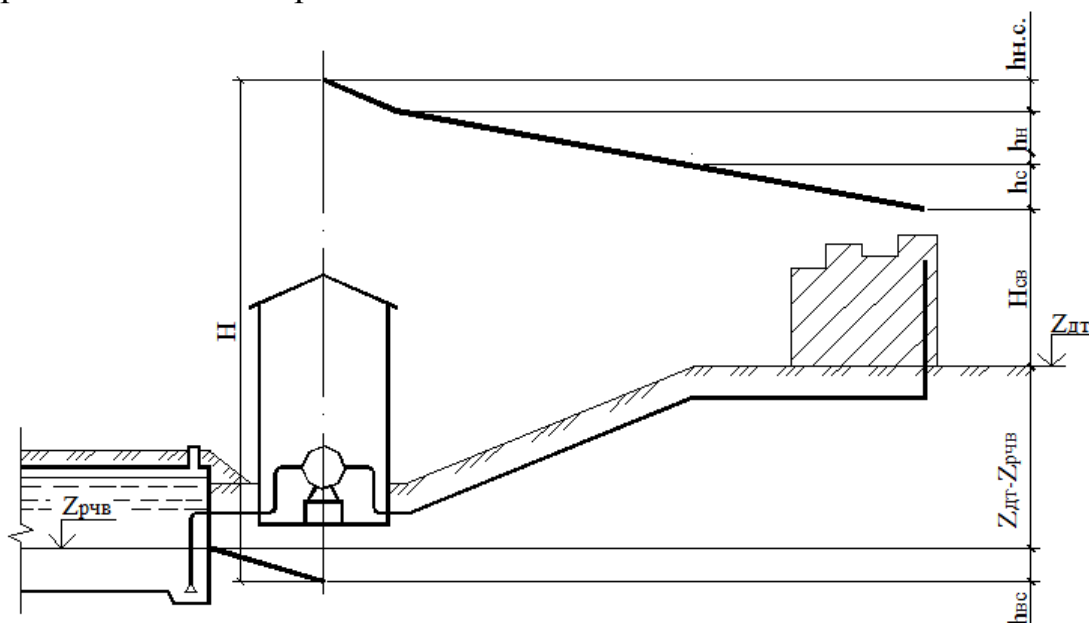


Рисунок 2.2 - Схема к определению напора насосной станции второго подъема в безбашенной системе

2.3 Насосные станции второго подъема при подаче воды на тушение пожара

1 Подача расчетного расхода воды на тушение пожара Q_n должна быть обеспечена в час максимального водопотребления, т.е. в момент наиболее напряженной работы насосной станции и водопроводной сети. Подача насосной станции второго подъема при пожаре определяется по формуле:

$$Q_{н.с.}^n = Q_{max.ч.} + Q_n, \quad (2.7)$$

где Q_n – расход воды на тушение расчетного количества одновременных пожаров n :

$$Q_n = (q_{нар} + q_{вн}) \cdot n. \quad (2.8)$$

Расчетный расход воды одного водовода при пожаре определяется по формуле (2.1).

2 При известном диаметре по расчетному расходу водовода при пожаре определяем скорость движения воды в трубопроводах V и гидравлический уклон (потери напора на единицу длины) i при пожаре (см. таблицу 2.2).

3 Определяем потери напора во всасывающих и напорных трубопроводах по формулам (2.3) и (2.4).

Потери в коммуникациях насосной станции $h_{н.с.}^n$ можно принять пропорциональными квадрату расходов:

$$h_{н.с.}^n = \left(\frac{Q_{н.с.}^n}{Q_{н.с.}} \right)^2 h_{н.с.}; \quad (2.9)$$

4 Напор насосной станции при пожаре определяют по формуле (рисунок 2.3):

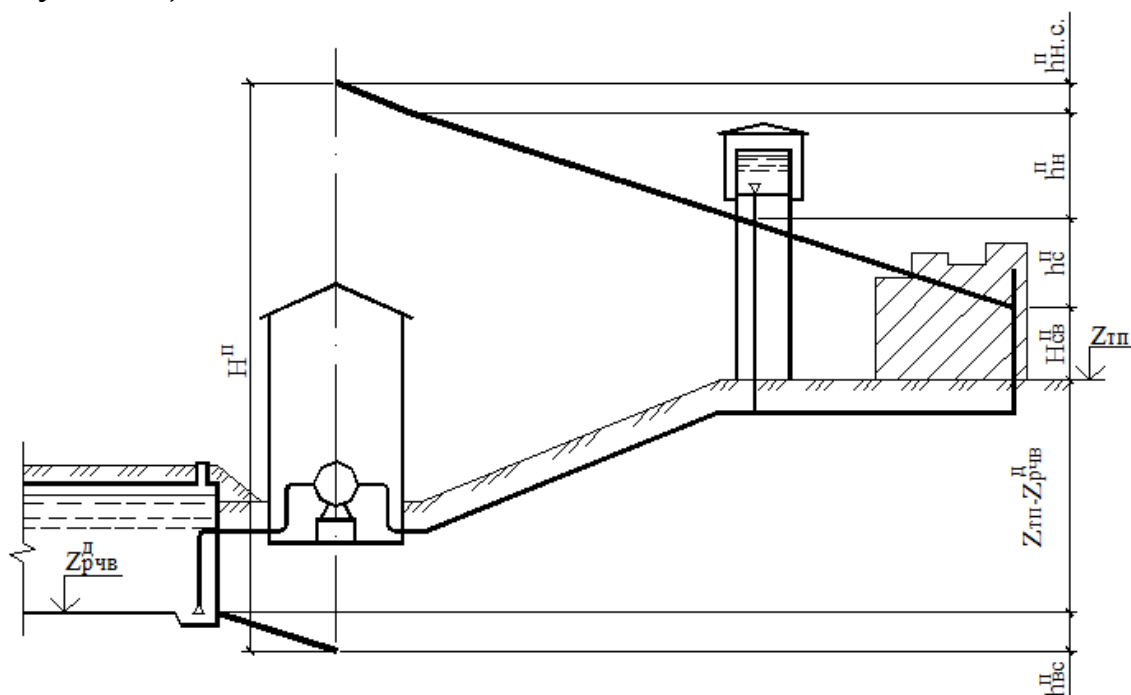


Рисунок 2.3 - Схема к определению напора насосной станции второго подъема при пожаре

$$H^n = (z_{т.п.} - z_{рчв}^{дна}) + H_{св}^n + h_{вс}^n + h_{н}^n + h_{н.с.}^n + h_{сети}^n, \quad (2.10)$$

где $z_{т.п.}$ – отметка поверхности земли в расчетной точке пожара;

$z_{рчв}^{дна}$ – отметка дна в резервуаре чистой воды;

$H_{св}''$ - свободный напор при пожаре, принимается равным 10 м [22, п.4.4];

$h_{сет\ и}''$ - потери напора в сети до расчетной точки пожара.

2.4 Насосные станции систем водоотведения (канализационные)

1 Определяем расчетную подачу насосной станции, переходя от подачи в процентах от суточной производительности насосной станции к подаче, выраженной в м³/ч и в л/с.

Расчетный расход воды одного трубопровода определяется по формуле (2.1).

Согласно [24, п.8.2.6] число напорных трубопроводов от насосных станций любой категории надежности действия необходимо принимать на основании технико-экономических расчетов с учетом возможности устройства аварийного выпуска (перепуска), регулирующей емкости, использования аккумулирующей вместимости подводящей сети, допускаемого снижения водопотребления согласно [23].

Как правило, для насосных станций первой категории необходимо принимать не менее двух напорных трубопроводов. Для насосных станций второй и третьей категорий допускается предусматривать один напорный трубопровод.

2 По расчетному расходу трубопровода определяем диаметр напорных трубопроводов D , скорость движения воды в них V и гидравлический уклон (потери напора на единицу длины) i , пользуясь таблицами [14]. Согласно [24, п.8.2.8], скорости движения сточных вод во всасывающих и напорных трубопроводах должны исключать осаждение взвесей в них. Для бытовых сточных вод наименьшие скорости следует принимать не менее 1 м/с. Если на насосной станции установлено 2 и более рабочих насоса, скорость движения воды в напорном трубопроводе в периоды работы одного насоса должна быть проверена на незаиливание труб.

3 Определяем потери напора в напорных трубопроводах по формуле (2.3). Потерями напора во всасывающих трубопроводах можно пренебречь из-за их малой длины.

4 Напор канализационной насосной станции определяется по формуле (рисунок 2.4):

$$H = (z - z_{рез}) + h_n + h_{н.с.} + h_z \quad (2.11)$$

где z – отметка максимального уровня в приемной камере очистных сооружений или в приемном колодце вышележащего коллектора;

$z_{рез}$ - отметка среднего уровня сточных вод в приемном резервуаре, принимаемая на 1 м ниже лотка подводящего коллектора:

$$z_{рез} = z_{л} - 1 \quad (2.12)$$

$h_{н.с.}$ – потери в коммуникациях насосной станции, принимаемые равными 2 – 4 м;

h_3 – запас на излив жидкости из трубопровода, принимаемый равным 1 м.

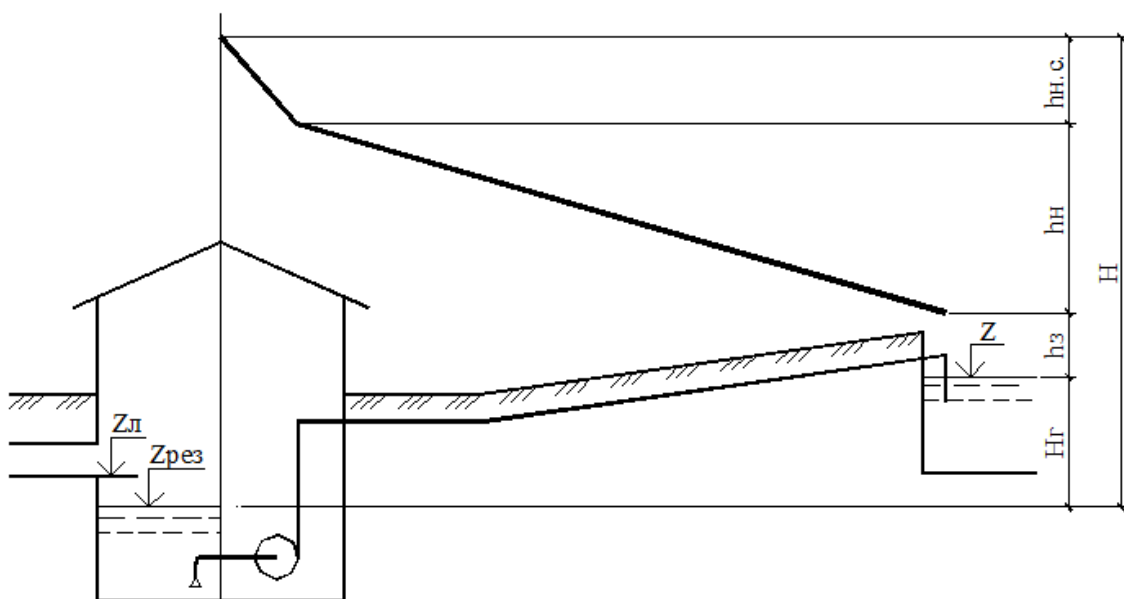


Рисунок 2.4 - Схема к определению напора насосной станции системы водоотведения

3 Выбор основного насосного оборудования

3.1 Насосные станции второго подъема

На насосной станции второго подъема можно использовать центробежные насосы двустороннего входа типа Д и консольные типа К. Вначале подбираются насосы для подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды.

1 Марка насоса определяется из сводных графиков полей [1, 9, 10, 16, 18] по подаче одного насоса Q_n и напору насосной станции H , определенному по формулам (2.5), (2.8), (2.10) (см. рисунок 3.1). Подача одного насоса составит:

$$Q_{н.с.} = \frac{Q_{н.с.}}{n_{раб}} \quad (3.1)$$

Количество рабочих насосов $n_{\text{раб}}$ было принято в разделе «Определение режима работы насосной станции».

2 Подобрав насос, необходимо выписать из каталога [1, 9, 10, 16, 18] его основные технические данные, завод – изготовитель, сделать копию его характеристики, габаритного чертежа насосного агрегата и выписать его присоединительные размеры. Размеры к габаритному чертежу удобнее выписать после выбора электродвигателя, так как часть размеров зависит от типа двигателя.

3 Перенеся на характеристику насоса требуемые значения подачи Q_n и напора H , определяют вариант обточки рабочего колеса. Принимают насос с ближайшей к точке с требуемыми координатами верхней характеристикой (см. рисунок 3.2). Напор насоса H_n , определенный по характеристике при подаче Q_n , должен быть равен или не более, чем на 10% превышать напор, вычисленный по одной формул (2.5), (2.8), (2.10). При необходимости делают расчет обточки рабочего колеса.

4 При подаче воды на пожаротушение возможны три варианта режимов работы насосной станции второго подъема, отличающиеся подбором основного насосного оборудования.

Вариант 1. Если напор насосной станции при пожаре больше напора, развиваемого хозяйственно-питьевыми насосами, требуемые значения подачи $Q_{н.с.}^n$ и напора H^n при пожаротушении обеспечиваются специальными пожарными насосами. Количество пожарных насосов принимается равным 1-2. При работе пожарных насосов хозяйственно-питьевые отключают. Для группы пожарных насосов предусматривается один резервный.

Вариант 2. Если напор при пожаротушении равен напору хозяйственно-питьевых насосов, подача насосной станции при пожаротушении $Q_{н.с.}^n$ обеспечивается включением дополнительных насосов (1-2) того же типоразмера, что и хозяйственные.

Вариант 3. Если напор при пожаре меньше напора хозяйственно-питьевых насосов, необходимый расход $Q_{н.с.}^n$ подается основными рабочими насосами за счет снижения напора. Дополнительные насосы не устанавливаются.

Сначала необходимо проверить, можно ли использовать хозяйственно-питьевые насосы при пожаре, так как желательно устанавливать насосы одного типоразмера, что упрощает эксплуатацию насосной станции. На оси напоров находим напор насосной станции при пожаре H^n и проводим горизонтальную линию до пересечения с напорной характеристикой насоса в точке **II** (рисунок 3.2). От точки **II** опускаем вертикаль на ось подач и определяем подачу одного насоса при пожаротушении Q_n^n . Количество насосов n^n , которые должны работать при пожаре, определим по формуле:

$$n^{\pi} = \frac{Q_{н.с.}^{\pi}}{Q_H^{\pi}} \quad (3.2)$$

Полученное число необходимо округлить до ближайшего большего целого значения. Если общее число насосных агрегатов более 6, то целесообразнее подобрать пожарные насосы другой марки (по варианту 1). Число резервных насосных агрегатов принимается согласно [23, таблица 23].

3.2 Насосные станции систем водоотведения (канализационные)

На канализационной станции можно устанавливать насосы типов СМ, СМС, СДВ. Марка насоса определяется из сводных графиков полей [9,10, 16, 19] по подаче одного насоса Q_H и напору насосной станции H , определенному по формуле (2.14). Подача одного насоса определяется по формуле (3.1). При выборе насосов рассматриваются варианты с одним, двумя, тремя и четырьмя рабочими насосными агрегатами. Результаты выбора марки насосов могут быть представлены в табличной форме (таблица 3.2).

Таблица 3.2

Выбор марки насоса

Количество рабочих насосных агрегатов n	Подача одного насоса Q_H	Напор насосной станции H	Марка насоса
1	$Q_{н.с.}/1$	H	Марка насоса № 1
2	$Q_{н.с.}/2$	H	Марка насоса № 2
3	$Q_{н.с.}/3$	H	Марка насоса № 3
4	$Q_{н.с.}/4$	H	Марка насоса № 4

Рассмотрение нескольких вариантов связано с необходимостью выбора оптимального; с тем, что в отличие от сводного графика полей водопроводных насосов сводный график полей канализационных насосов имеет незаполненные области. Предпочтение отдается насосу с наибольшим значением КПД в режимной точке; варианту с меньшим числом насосов, так как канализационной насосной станции, стоимость которой высока из-за наличия подземной части, желательно придавать меньшие габариты в плане. Далее расчеты проводятся по разделу 3.1 (п.2, 3).

Число резервных насосных агрегатов принимается согласно [24, таблица 18].

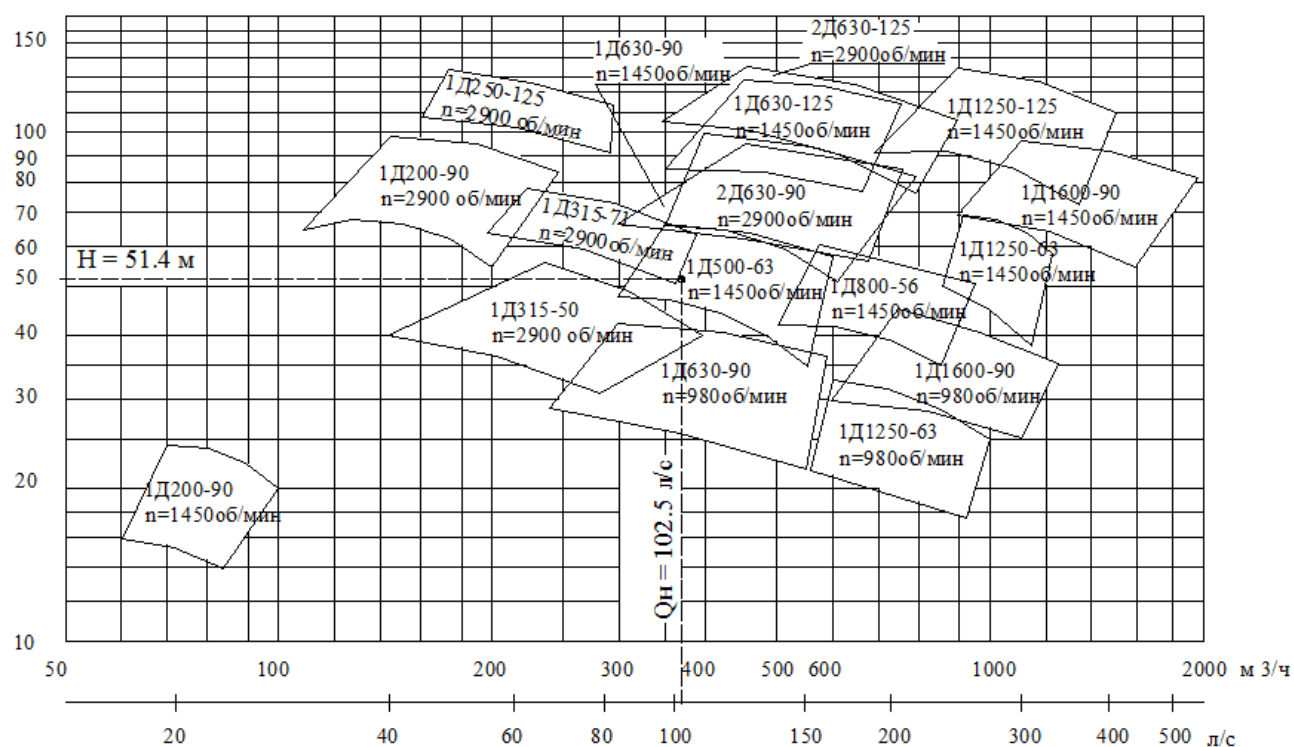


Рисунок 3.1 - Определение марки насоса по сводному графику полей насосов

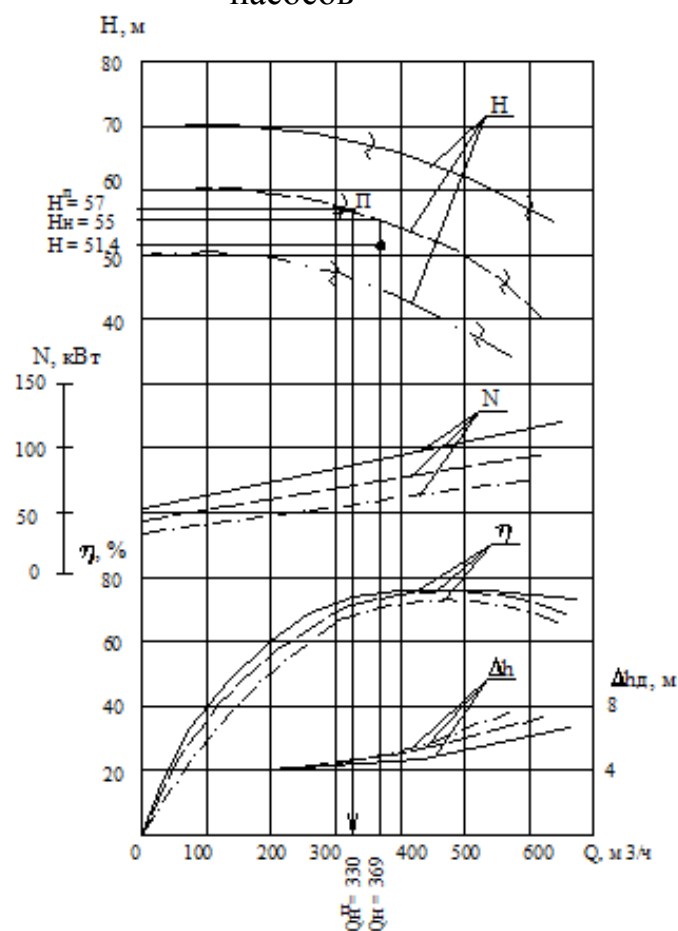


Рисунок 3.2 - Характеристика насоса 1Д500-63

4 Построение графика совместной работы насосов и трубопроводов

Насосы, установленные на насосных станциях, работают, как правило, параллельно, т.е. одновременно подают жидкость в один или несколько параллельно соединенных трубопроводов.

1 На миллиметровую бумагу переносим из каталога характеристики насоса $Q-H$, $Q-N$, $Q-\eta$, $Q-\Delta h_d$ (рисунок 4.1 а).

2 Построим характеристику двух одинаковых параллельно работающих насосов. Для этого выберем на напорной характеристике $Q-H_1$ три произвольные точки a , b , c и удвоим их абсциссы. Получаем точки a' , b' , c' . Соединяем их кривой и получаем характеристику двух параллельно работающих насосов $Q-H_{1+2}$.

3 Аналогично строим характеристику трех, четырех, ... n насосов.

4 Расчеты для построения характеристик трубопроводов удобнее выполнить в табличной форме (таблица 4.1).

Таблица 4.1

Расчеты для построения характеристик трубопроводов

№ п/п	Значения напоров и потерь	Расход Q'				
		Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q _{н.с.}	Q ₄
Два водовода						
1.	H _{ст}					
2.	h' _{вс} = h _{вс} · (Q' / Q _{н.с.}) ²					
3.	h' _н = h _н · (Q' / Q _{н.с.}) ²					
4.	h' _{нс} = h _{нс} · (Q' / Q _{н.с.}) ²					
5.	H _{2д} = (1) + (2) + (3) + (4)					
Один водовод						
6.	h' _{1н} = 4·h' _н					
7.	H _{1д} = (1) + (2) + (4) + (6)					
Два водовода, одна перемычка						
8.	h' _{1п} = α ₁ ·h' _н					
9.	H _{1п} = (1) + (2) + (4) + (8)					
Два водовода, две перемычки						
10.	h' _{2п} = α ₂ ·h' _н					
11.	H _{2п} = (1) + (2) + (4) + (10)					

В шапку таблицы заносят произвольные значения расходов Q' . В предпоследний столбец следует занести расчетную подачу насосной станции $Q_{н.с.}$, в последний столбец – расход, больший этого значения.

При расчете насосных станций второго подъема в безбашенной системе, в системе с контррезервуаром, при пожаре следует отдельной строкой выделить потери напора в сети. Для канализационной насосной

станции строку 2 «потери во всасывающих трубопроводах» можно исключить из-за их малой величины.

5 Первые пять строк таблицы заполняются для расчетного режима работы насосной станции, т.е. при подаче воды по двум водоводам. В координатной сетке Q-H откладываются требуемые напоры $H_{2d,1}$, $H_{2d,2}$, ..., $H_{2d,i}$ для соответствующих подач Q_1 , Q_2 , ... Q_i . Соединяя полученные точки плавной кривой, получим графическую характеристику трубопроводов Q- H_{2d} , имеющую форму параболы.

6 На пересечении характеристик Q- H_{1+2} и Q- H_{2d} получаем режимную точку II, координаты которой определяют напор H_{1+2} и подачу Q_{1+2} при работе двух насосов на два водовода.

7 Параметры каждого насоса при их совместной работе определяются следующим образом: из режимной точки II проводим горизонтальную линию до пересечения с характеристикой одного насоса Q- H_1 в точке 1, координаты которой определяют напор H_1 и подачу Q_1 каждого насоса при их одновременной работе. Для нахождения мощности, коэффициента полезного действия, допустимого кавитационного запаса из точки 1 проводим вертикальную линию до пересечения с соответствующими кривыми. Координаты точек пересечения дают значения мощности N_1 , коэффициента полезного действия η_1 , допустимого кавитационного запаса $\Delta h_{д1}$ каждого насоса при их параллельной работе.

8 При работе одного из рассматриваемых насосов режим его работы определяется рабочей точкой I. Из рисунка 4.1а видно, что суммарная подача двух параллельно работающих насосов Q- H_{1+2} будет меньше, чем удвоенная подача одного из них $2 \cdot Q_1$, так как с увеличением расхода возрастают потери напора в трубопроводах.

9 Работа насосной станции должна быть проверена при аварии на одном из водоводов. При прокладке водоводов в две или более линии определяется необходимость устройства переключений (перемычек) и расстояния между ними (рисунок 4.1 б).

Согласно [23, п.11.2] в случае отключения одного водовода или его участка общую подачу воды объекту на хозяйственно-питьевые нужды допускается снижать на 30 % от расчетного расхода, т.е. подача водопроводной насосной станции при аварии $Q_{ав}$ должна быть не менее $0,7 Q_{н.с.}$: $Q_{ав} / 0,7 Q_{н.с.}$.

При аварии на одном из напорных трубопроводов от канализационной насосной станции первой категории надежности действия при их протяженности более 2 километров согласно [24, п.8.2.6] должен быть обеспечен 100 % - ый расчетный расход, а при наличии аварийного выпуска - 70% - расчетный расход. При этом следует предусматривать использование резервных насосов.

10 Выполняем в таблице 4.1 расчет характеристики одного водовода (строки 6 и 7). При аварии на одном из напорных водоводов изменяются

только потери в напорных трубопроводах (строка 3). Поскольку в случае аварии расход трубопровода увеличивается в 2 раза, то потери напора, пропорциональные квадрату расхода $h = S \cdot Q^2$, возрастут в 4 раза. Новое значение потерь напора записываем в строку 6. На графике откладываем напоры $H_{1d,1}, H_{1d,2}, \dots, H_{1d,i}$ для соответствующих подач $Q_1, Q_2, \dots, Q_i$. Соединяя точки, получаем графическую характеристику одного водовода $Q-H_{1d}$.

11 На пересечении характеристик $Q-H_{1+2}$ и $Q-H_{1d}$ получаем режимную точку 2, координаты которой определяют напор и подачу Q_2 при работе двух насосов на один трубопровод. В том случае, если подача Q_2 окажется больше аварийного расхода, необходимость в устройстве переключений отпадает.

12 Если подача в точке 2 Q_2 получилась меньше аварийного расхода, определяют необходимое количество перемычек, считая, что перемычки делят длину трубопровода на равные участки. Поскольку при этом изменяются лишь потери в напорных трубопроводах h_n , пересчитываем их:

$$h_n = \alpha \cdot h_{n,}, \quad (4.1)$$

где α - коэффициент, определяемый по формуле:

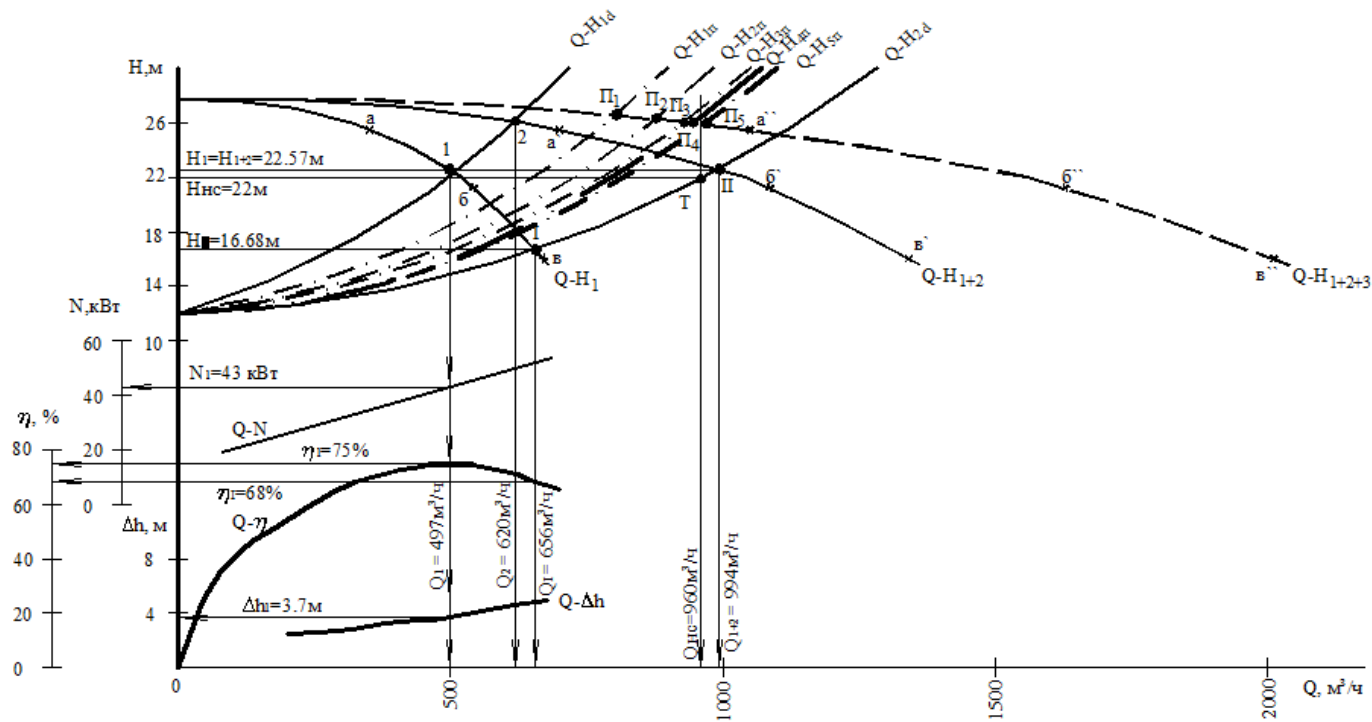
$$\alpha = (n_{уч} + 3) / n_{уч}, \quad (4.2)$$

где $n_{уч}$ – количество участков, на которые разделены трубопроводы перемычками.

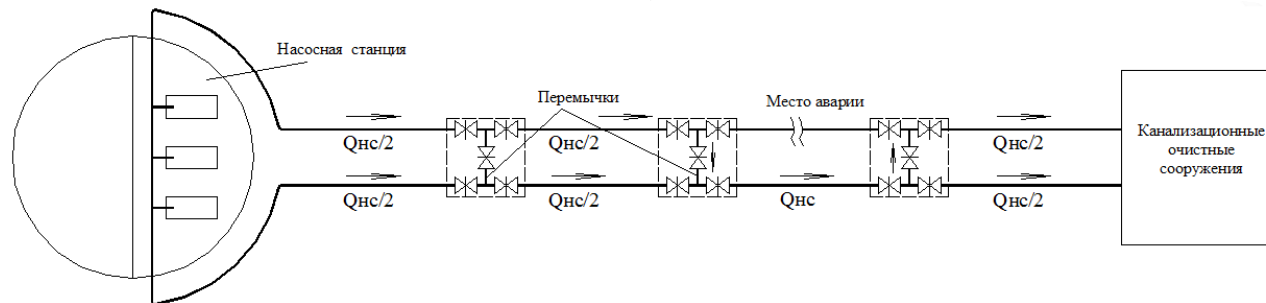
Заполняем строки 8 и 9. По результатам вычислений строим характеристику трубопроводов с одной перемычкой при аварии $Q-H_{1п}$. На пересечении ее с суммарной характеристикой рабочих насосов (для канализационной насосной станции - ее с суммарной характеристикой рабочих и резервных насосов) находим режимную точку **П₁**. Если подача в точке **П₁** больше аварийного расхода, одной перемычки будет достаточно.

13 Если подача в точке **П₁** получилась меньше аварийного расхода, то увеличиваем число перемычек до тех пор, пока не будет обеспечен аварийный расход. При увеличении числа перемычек сокращается длина участка, по которому будет пропускаться полная подача насосной станции. Потери напора, вычисляемые по формуле (4.1), при этом уменьшаются.

В данном разделе рассмотрена параллельная работа насосов с одинаковыми характеристиками, как наиболее часто встречающийся вариант. Порядок построения графика совместной работы для насосов с разными характеристиками приведен в [7, 8, 13].



а)



б)

Рисунок 4.1 - Параллельная работа трех одинаковых насосов на два трубопровода с перемычками
а – график совместной работы насосов и трубопроводов; б - схема насосной станции и трубопроводов

5 Выбор электродвигателя и определение размеров фундамента насосного агрегата

Обычно заводы – изготовители поставляют насосы, укомплектованные электродвигателями. В курсовом проекте следует проверить правильность комплектации.

Для горизонтальных насосов используются асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором общепромышленного назначения серий АИ, 5А, 6А мощностью от 1 до 400 кВт (напряжением 380 В при мощности до 160 кВт и 6000 В при больших мощностях).

Для привода вертикальных насосов выпускают асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором серии ВАН мощностью 315 – 2500 кВт и напряжением 6 кВ. Для крупных насосных агрегатов с горизонтальным валом применяют синхронные электродвигатели серии СД высокого напряжения. Для привода вертикальных насосов изготавливаются две серии синхронных двигателей ВСДН и ВДС напряжением 6 и 10 кВ.

Асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором просты, компактны, надежны, но характеризуются относительно большим пусковым током (в 3–7 раз больше номинального). У синхронных электродвигателей $\cos\varphi$ равен или больше единицы, что улучшает коэффициент мощности сети и экономит электроэнергию; при колебаниях напряжения в сети этот вид двигателей работает более устойчиво. Недостатком синхронных двигателей является их большая масса и большие габариты из-за наличия дополнительной пусковой обмотки. При подборе электродвигателя необходимо обращать внимание на вид исполнения.

Мощность насоса вычисляют по формуле, кВт:

$$N = \frac{\rho g Q H}{1000 \eta}, \quad (5.1)$$

где ρ – плотность перекачиваемой жидкости, для чистой воды $\rho_в = 1000$ кг/м³, для сточной жидкости $\rho_{см} = 1050$ кг/м³;

g – ускорение свободного падения, 9,81 м/с²;

Q – подача насоса, м³/с;

H – напор насоса, м;

η – коэффициент полезного действия насоса, в долях единицы.

Подача, напор и КПД определяют по графику совместной работы насосов и трубопроводов в точке одиночной работы насоса на два трубопровода (на рисунке 4.1 точка I), так как насос при этом потребляет наибольшую мощность.

Расчетная мощность электродвигателя к насосу определяется по формуле, кВт:

$$P_p = k \frac{N}{\eta_{пер}}, \quad (5.2)$$

где $\eta_{пер}$ – КПД передачи, при соединении насоса с двигателем через упругую муфту равен 1;

k – коэффициент запаса, учитывающий возможные перегрузки электродвигателя при эксплуатации, например при запуске, определяется в зависимости от мощности на валу насоса по таблице 5.1.

Таблица 5.1

Коэффициенты запаса

Мощность на валу насоса, кВт	До 20	20 - 60	60 - 300	Более 300
Коэффициент запаса k	1,25	1,2	1,15	1,10

Подбор электродвигателя производится по каталогам насосов. Из электродвигателей, указанных для выбранного насоса, принимается двигатель с ближайшей большей мощностью. Из каталога необходимо выписать марку, номинальную мощность, номинальную частоту вращения, номинальное напряжение, массу электродвигателя и размеры к габаритному чертежу насосного агрегата, зависящие от типа двигателя.

Подобрав насос и электродвигатель, необходимо компоновать их в один агрегат, определить его размеры, размеры и конструкцию фундамента, на котором он устанавливается, положение всасывающего и напорного патрубков, т.е. вычертить монтажное пятно насоса.

Монтажное пятно насоса служит основным элементом при компоновке оборудования и определении размеров машинного зала.

6 Электрическая часть насосных станций

Насосные станции, как правило, подключаются к линиям электропередач (ЛЭП) с напряжением 6 – 35 кВ. Насосные станции 1 категории должны снабжаться электроэнергией от двух независимых источников. Приводные двигатели основных насосов, в зависимости от их напряжения, подсоединяются к ЛЭП через понизительные трансформаторные подстанции или без них.

Электрическая подстанция, как правило, располагается в общем здании насосной станции, и в нее входят следующие помещения: помещение распределительных устройств высокого напряжения (РУ), трансформаторные камеры и щитовые помещения низкого напряжения. Помещения для электрооборудования komponуют так, чтобы камеры трансформаторов примыкали к помещениям, в которых расположены распределительные щиты.

Трансформаторы и распределительные устройства, как пожароопасное и находящееся под высоким напряжением оборудование, размещают в отдельных помещениях с капитальными стенами и наружным выходом.

Размеры помещения РУ зависят от количества и вида ячеек. В курсовом проекте площадь помещения высоковольтных РУ можно принять 20 – 30 м².

Площадь щитовой приближенно можно назначить из условия 4–6 м² на один установленный насос (включая резервные).

Необходимая для насосной станции мощность трансформаторов определяется по формуле, кВА:

$$S = k_c \sum_{i=1}^n \frac{P_{ni}}{\eta_{двнi} \cdot \cos \varphi_{ni}} + (10 \div 50), \quad (6.1)$$

где k_c – коэффициент спроса по мощности, зависит от числа работающих электродвигателей: при двух двигателях – 1, при трех – 0,9, при четырех – 0,8, при пяти и более – 0,7;

$\eta_{двн}$ – коэффициент полезного действия электродвигателя, в курсовом проекте можно принять 0,9 ... 0,93;

$\cos \varphi_n$ – коэффициент мощности электродвигателя, принимается равным 0,8 ... 0,92;

(10450) – мощность электродвигателей вспомогательного оборудования.

Количество трансформаторов принимается не менее двух. При выходе из строя одного из установленных трансформаторов допускается временная перегрузка оставшихся в работе, которая не должна превышать 20-40 % номинальной мощности трансформатора.

В зависимости от компоновки помещений камеры трансформаторов бывают двух типов: с катанием узкой стороной и с катанием широкой стороной. Минимальные размеры камер приведены в таблице 6.1 [20].

Таблица 6.1

Размер камер трансформаторов

Мощность трансформатора, кВА	Высота, м	Катание узкой стороной		Катание широкой стороной	
		Глубина камеры А, м	Ширина камеры В, м	Глубина камеры А, м	Ширина камеры В, м
160; 250	3,6	3,0	2,3	2,4	2,9
400; 630	3,6	3,5	2,9	3,0	3,5
750; 1000	4,2	3,7	2,9	3,0	3,9
1350; 1800	4,8	5,1	3,5	4,0	4,6

7 Размещение оборудования в машинном зале

7.1 Водопроводные насосные станции второго подъема

1 Находим заглубление насосной станции, которое определяется отметкой оси насосов.

Согласно [23, п.10.4] отметку оси насосов насосной станции первой категории по степени обеспеченности подачи воды следует определять, как правило, из условия установки корпуса насосов под заливом. Это упрощает их запуск. У насосов, установленных под залив, верх корпуса должен быть расположен на 0,3 – 0,5 м ниже расчетного уровня в резервуарах чистой воды: для объединенной хозяйственно-пожарной группы или пожарной группы насосов от верхнего уровня воды (определяемого от дна) неприкосновенного пожарного запаса (НПЗ) при одном пожаре, среднего уровня НПЗ — при двух и более пожарах; для хозяйственно-питьевой группы ниже среднего уровня воды. Если данные о хранении пожарного запаса отсутствуют, то верхний уровень пожарного объема можно принять на 1м выше отметки дна РЧВ. Отметка пола машинного зала и заглубление насосной станции определяются исходя из установки насосов большей подачи или габаритов, т.е., как правило, пожарных насосов.

Вычисление отметок производится по формулам:

$$\text{Отметка верха насоса} \quad Z_{\text{вн}} = Z_{\text{рчв}} - (0,3 \div 0,5) \quad (7.1)$$

$$\text{Отметка оси насоса} \quad Z_{\text{он}} = Z_{\text{вн}} - (H - h) \quad (7.2)$$

$$\text{Отметка верха фундамента} \quad Z_{\text{вф}} = Z_{\text{он}} - h \quad (7.3)$$

$$\text{Отметка пола в машинном зале} \quad Z^{\text{мз}}_{\text{пола}} = Z_{\text{вф}} - (0,2 \div 0,3) \quad (7.4)$$

$$\text{Отметка пола в наземной части} \quad Z^{\text{нч}}_{\text{пола}} = Z_{\text{земли}} + (0,15 \div 0,2) \quad (7.5)$$

Отметка пола в наземной части станции принимается за относительную нулевую отметку. Абсолютные отметки, рассчитанные по формулам (7.1) – (7.4), необходимо перевести в относительные значения.

Пример определения отметок для насосной станции второго подъема приведен на рисунке 7.1.

2 Составим схему размещения насосных агрегатов, трубопроводов, арматуры и фасонных частей. Схемы размещения насосных агрегатов и коллекторных переключений подробно рассмотрены в [7, 8, 13]. В практике проектирования насосных станций второго подъема наиболее часто встречаются три вида размещения насосных агрегатов: однорядное, параллельное продольной оси здания; однорядное, перпендикулярное продольной оси здания; двухрядное в шахматном порядке.

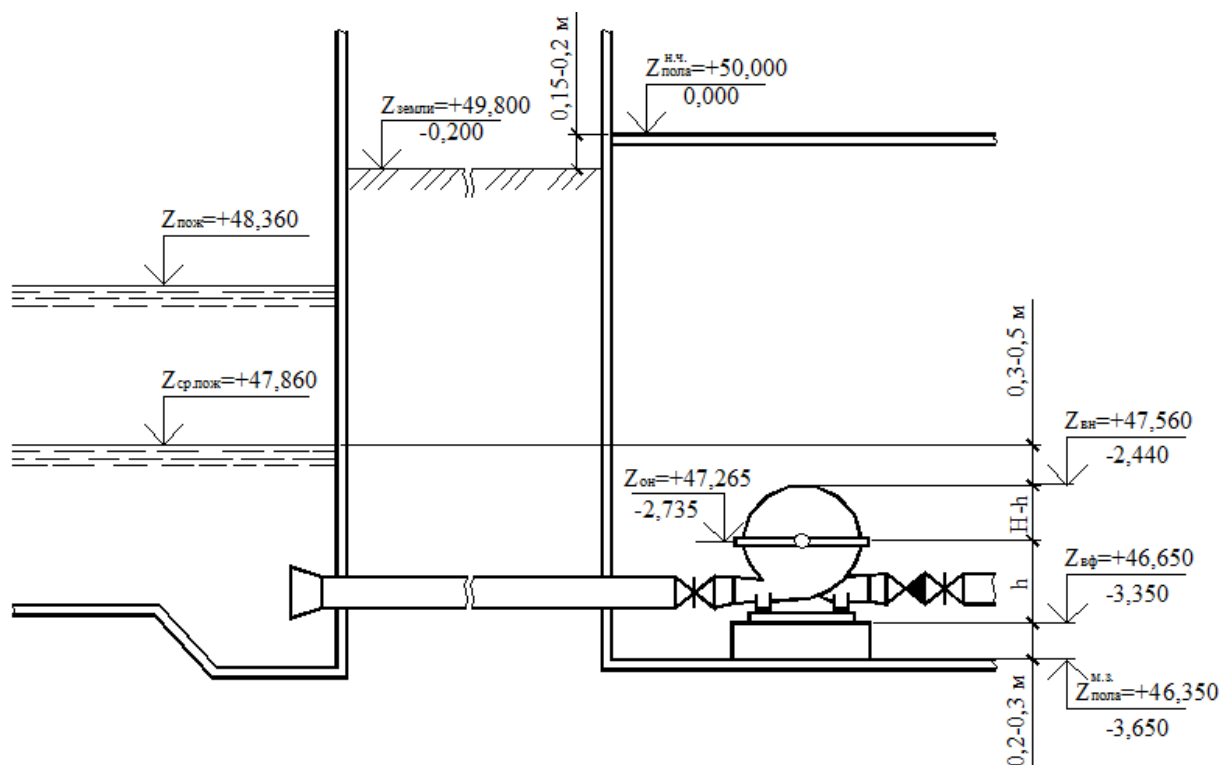


Рисунок 7.1 – Схема к определению отметки оси насосов второго подъема

После рассмотрения возможных вариантов вычерчиваем схема расположения насосных агрегатов и трубопроводов (без соблюдения масштаба) (рисунок 7.2). Согласно [23, п.10.14] внутренние трубопроводы следует выполнять из стальных труб на сварке с применением фланцев для присоединения к арматуре и насосам.

Определяем диаметры внутристанционных трубопроводов по таблицам [27], исходя из скоростей движения воды в пределах, указанных в [23, таблица 24]. Диаметры внутристанционных трубопроводов должны соответствовать стандартным диаметрам выпускаемой арматуры. Кроме диаметров 450, 700, 900 мм, на которые не выпускаются задвижки, не рекомендуется принимать диаметр 350 мм, на который не выпускаются обратные клапаны.

Результаты расчета сводятся в таблицу (таблица 7.1). Данные по наружным всасывающим и напорным трубопроводам необходимо перенести из раздела 2 «Определение напора насосной станции». Диаметры коллекторов принимаются конструктивно равными наибольшим диаметрам примыкающих трубопроводов. Расход для определения диаметра, скорости и гидравлического уклона для трубопроводов насосов принимается по расчетам, проведенным в разделе «Определение марки насоса». Расчет трубопроводов пожарного насоса (строки 4 и 6) выполняется только в том случае, если пожарный насос имеет марку, отличающуюся от марки хозяйственного насоса.

На схему расположения насосов и трубопроводов выписываются диаметры, и определяются места установки арматуры и фасонных частей (рисунок 7.2).

Таблица 7.1

Определение диаметров внутристанционных трубопроводов

Наименование трубопровода	Расход Q , л/с	Диаметр D , мм	Скорость V , м/с	Гидр. уклон i
1	2	3	4	5
1 Наружные всасывающие трубопроводы				
2 Всасывающий коллектор				
3 Всасывающий трубопровод хозяйственно-питьевого насоса				
4 Всасывающий трубопровод пожарного насоса				
5 Напорный трубопровод хозяйственно-питьевого насоса				
6 Напорный трубопровод пожарного насоса				
7 Наружные напорные трубопроводы				
8 Напорный коллектор				

3 По справочникам [15, 21] по диаметрам условного прохода и рабочему давлению (напору) подбираются арматура и фасонные части: выписываются стандартные размеры и масса с выполнением эскизов (рисунок 7.3).

4 На миллиметровой бумаге по схеме расположения насосных агрегатов, трубопроводов, арматуры и фасонных частей выполняется чертеж плана размещения оборудования в машинном зале по размерам в масштабе 1:100 (рисунок 7.4).

Размеры машинного зала в плане принимаются с учетом стандартных размеров зданий. При этом должно быть предусмотрено место под монтажную площадку, минимальные размеры которой определяются из следующих соображений: вокруг оборудования или транспортного средства, устанавливаемого на монтажной площадке в зоне обслуживания кранового оборудования, должен быть обеспечен проход шириной не менее 0,7 м [23, п.13.4]. При каркасной конструкции здания оборудование и трубопроводы размещают таким образом, чтобы трубы не пересекали колонны, а проходы между трубами и колоннами были не менее 0,7 м.

5 Вычерчиваются продольный и поперечный разрезы машинного зала. Глубина заложения наружных трубопроводов, считая до низа, должна быть согласно [23, п.11.40] на 0,5 м больше расчетной глубины проникания в грунт нулевой температуры определяемой по [25].

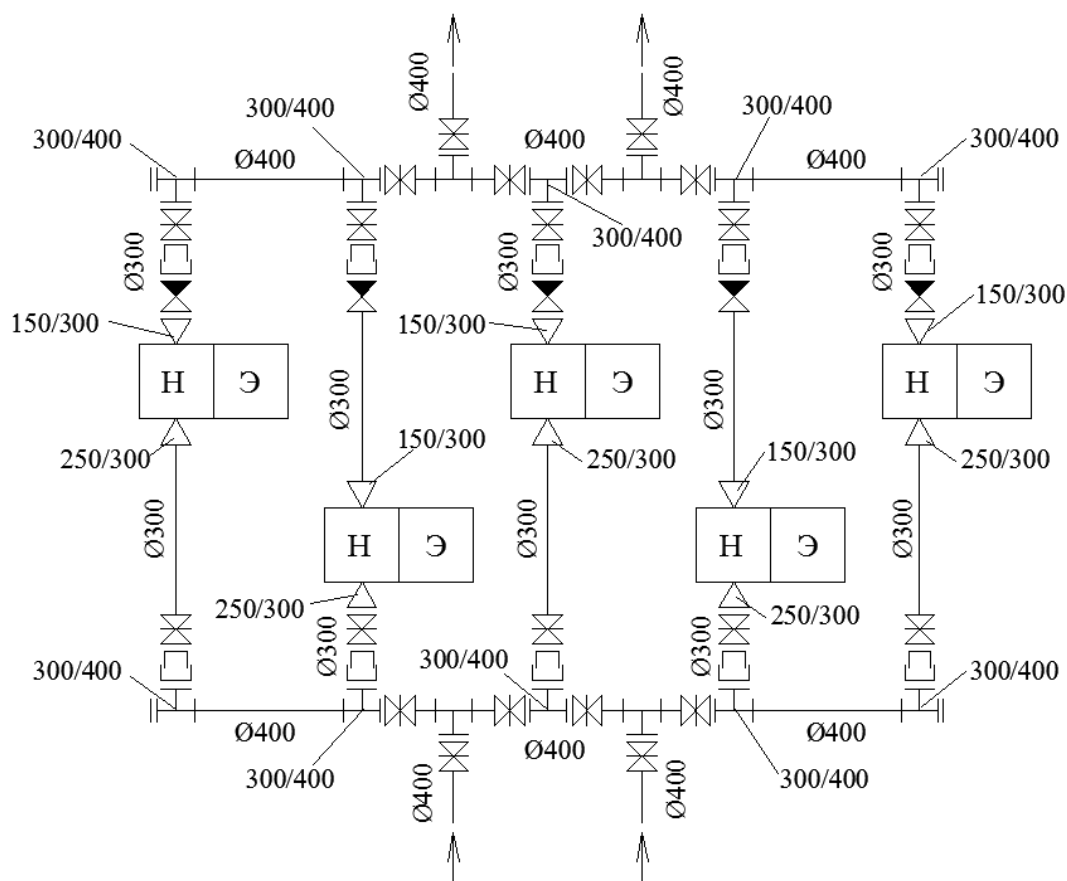
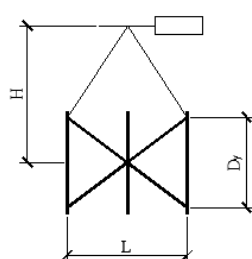


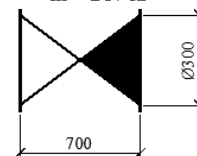
Рисунок 7.2 – Схема расположения насосных агрегатов, трубопроводов, арматуры и фасонных частей в насосной станции второго подъема



Задвижка параллельная чугунная с электроприводом
30ч9066р, Р_у=1 МПа ТУ 3721-001-00324292-2011

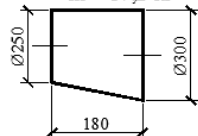
D _ф	L	H	m
300	500	1324	310
400	600	1690	500

Клапан обратный поворотный 19ч16бр
m = 217 кг

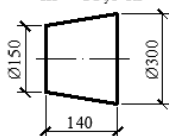


Переходы стальные ГОСТ 17378

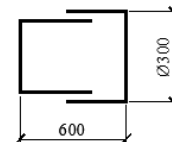
эксцентрический
m = 17,2 кг



концентрический
m = 15,6 кг

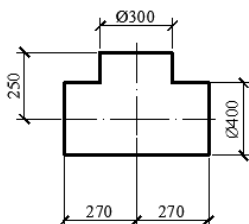


Монтажная вставка (сальниковый компенсатор)
m = 120 кг

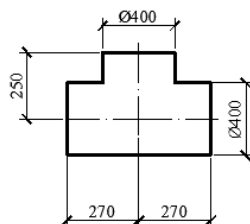


Тройники стальные бесшовные ГОСТ 17376

переходной
m = 114,7 кг



равнопроходной
m = 105,9 кг



Монтажное пятно насоса 1Д500-63

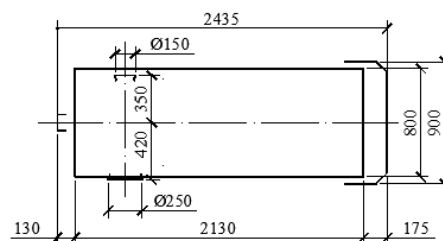


Рисунок 7.3 – Схемы фасонных частей, арматуры и монтажного пятна насоса

Насосы, как правило, необходимо устанавливать под заливом [24, п. 8.2.7].

Верх корпуса насоса должен быть расположен на 0,3 – 0,4 м ниже отметки включения первого насоса:

$$Z_{вн} = Z_{вкл} - (0,3 \div 0,4) \quad (7.7)$$

Пользуясь габаритным чертежом насоса, по формулам (7.2) – (7.4) определяем отметку оси насоса, отметку верха фундамента, отметку пола в машинном зале.

Глубина рабочей части приемного резервуара принимается равной 1,5 ÷ 2,5 м, т.е. минимальный уровень воды в приемном резервуаре (уровень отключения первого насоса):

$$Z_{min} = Z_{max} - (1,5 \div 2,5) \quad (7.8)$$

Размеры, определяющие положение воронки на всасывающем трубопроводе насоса и отметку дна резервуара, показаны на рисунке 7.5.

Отметка пола в наземной части здания определяется по формуле (7.5).

Как видно из рисунка 7.5, при уровнях воды, близких к минимальному, отметка оси насоса оказывается выше, чем уровень воды в приемном резервуаре. Поэтому необходимо сделать проверку на возникновение кавитации. Отсутствие кавитации в насосе определяется условием:

$$H_s = \frac{P_{атм}}{\gamma} - \frac{P_{нп}}{\gamma} - h_{вс} - \Delta h_{\partial}, \quad (7.9)$$

где H_s – геометрическая высота всасывания, определяется по формуле:

$$H_s = Z_{он} - Z_{min}, \quad (7.10)$$

$P_{атм}$ – атмосферное давление,

$P_{н.п.}$ – давление насыщенных паров [8, таблица 2.2].

2 Составим схему размещения насосных агрегатов, трубопроводов, арматуры и фасонных частей. В канализационных насосных станциях применяется однорядная схема, с параллельным расположением агрегатов в ряду, оси насосных агрегатов перпендикулярны стене, отделяющей приемный резервуар от машинного зала. К каждому насосу предусматривается самостоятельный всасывающий трубопровод [24, п. 8.2.5]. Напорные линии от насосов объединяются в один напорный коллектор. Существуют две основные схемы расположения напорного коллектора: у стены, разделяющий машинный зал и приемный резервуар, и с противоположной стороны машинного зала.

Схему расположения насосных агрегатов и трубопроводов удобнее вычертить в аксонометрической проекции, так как часть оборудования располагается на вертикальных участках трубопроводов (рисунок 7.6).

На схему расположения насосных агрегатов и трубопроводов выписываются диаметры, определяются места установки арматуры и фасонных частей (рисунок 7.6).

Построенный в масштабе план размещения оборудования позволяет определить размеры подземной части станции, которую принимают, как правило, круглой в плане и строят опускным способом. На плане следует предусмотреть место для монтажной площадки и лестниц, ведущих с первого этажа. Машинный зал обычно проектируется несколько больше помещения решеток, и разделительная стенка может проходить не через середину колодца. При диаметре подземной части станции до 9 м допускается принимать размеры в плане кратными 1 м, для больших насосных станций размеры кратны 3 м [23, п.15.11].

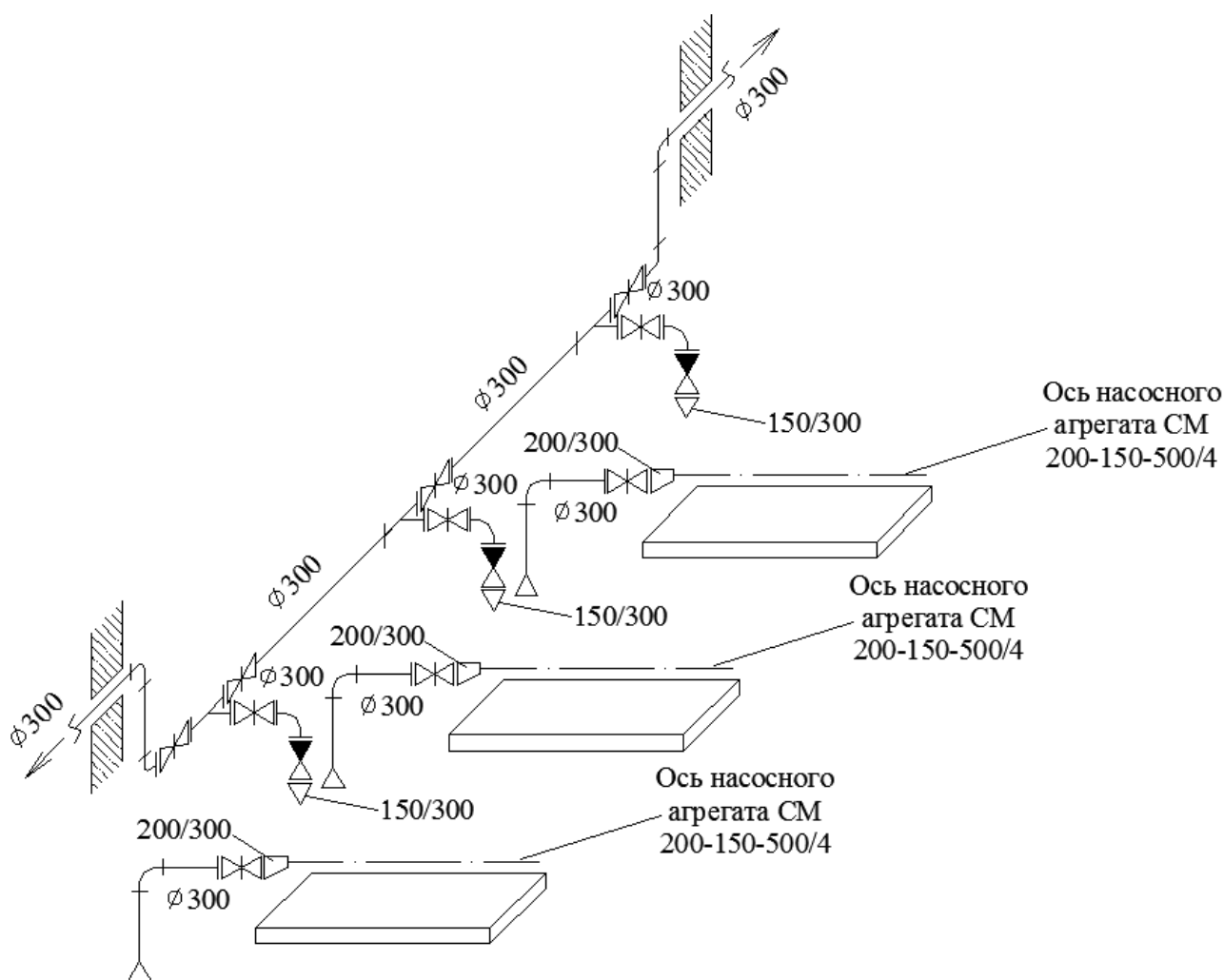


Рисунок 7.6 – Схема расположения насосных агрегатов, трубопроводов, арматуры и фасонных частей в насосной станции системы водоотведения

При необходимости перспективного увеличения производительности заглубленных насосных станций допускается предусматривать возможность замены насосов насосами большей производительности или устройство резервных фундаментов для установки дополнительных насосов [24, п.8.2.1, примечание 3].

Глубина заложения наружных трубопроводов, считая до низа, должна быть согласно [24, п.6.2.4] для труб диаметром до 500 мм — на 0,3 м; для труб большего диаметра — на 0,5 м менее глубины проникания в грунт нулевой температуры [25], но не менее 0,7 м до верха трубы, считая от отметок поверхности земли.

8 Приемный резервуар и его оборудование

Особенностью насосной станции системы водоотведения является наличие приемного резервуара, который обычно компонуется с машинным залом в одно здание. Приемный резервуар должен быть отделен от машинного

зала глухой водонепроницаемой перегородкой. Сообщение через дверь между машинным залом и помещением решеток допускается только в незаглубленной части здания при обеспечении мероприятий, исключающих попадание сточных вод в машинный зал при подтоплении сети [24, п.8.2.14].

Приемный резервуар предназначен для приема сточных вод из самотечного коллектора. Приток сточных вод к насосной станции по часам суток неравномерный, и приемный резервуар выполняет функцию регулирующей емкости, позволяющей обеспечить продолжительную равномерную работу насосов.

Размеры приемного резервуара назначают обычно после определения размеров машинного зала. 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 [24, п.8.2.15].

В приемных резервуарах насосных станций производительностью свыше 100 тыс. м³/сут необходимо предусматривать два отделения без увеличения общего объема.

При диаметре всасывающего трубопровода более 500 мм входное отверстие воронки рекомендуется располагать вертикально в плоскости поверхности разделительной стены. При этом со стороны резервуара устраивают щитовые затворы для перекрытия приемных отверстий при ремонте задвижек на всасывающих трубопроводах. Для подъема щита необходимо предусмотреть таль.

В приемных резервуарах необходимо предусматривать взмучивание осадка [24, п.8.2.17] с помощью перфорированных труб, уложенных по периметру резервуара или системой открытых выпусков труб, которые располагаются у входной воронки всасывающего трубопровода каждого насоса. Вода в систему взмучивания осадка подается от напорных трубопроводов основных насосов. Диаметр трубопроводов системы взмучивания принимается не менее 50 мм.

Уклон дна резервуара к приемку следует принимать не менее 0,1.

Для защиты насосов от засорения в приемных резервуарах насосных станций (либо перед ними) устанавливаются устройства для задержания крупных взвешенных компонентов, транспортируемых сточными водами (решетки различных типов, процеживатели, сетки и т.п.); оборудование и механизмы для измельчения крупной взвеси в потоке сточных вод [24, п.8.2.11]. На насосных станциях малой производительности допускается принимать решетки с ручной очисткой или корзины. Ширину прозоров решеток необходимо принимать на 10—20 мм менее диаметров проходных сечений устанавливаемых насосов.

Порядок выбора необходимого типоразмера решеток следующий.

1 Определяем суммарную площадь живого сечения рабочей части решеток:

$$\Sigma F_p = \frac{Q_{\max}}{V}, \quad (8.1)$$

где $Q_{\max}$ - максимальный секундный приток сточных вод на насосную станцию, м³/с,

V – скорость движения сточных вод в прозорах решеток при максимальном притоке, 0,6 – 1 м/с [21].

2 Площадь живого сечения одной решетки вычисляем, задавшись количеством рабочих решеток $n_{\text{реш}}$ (обычно 1-3):

$$F_p = \frac{\Sigma F_p}{n_{\text{реш}}}, \quad (8.2)$$

3 По справочным данным, приведенным в [7, табл.7.3; 15, табл.17.1, 11], определяем типоразмер решетки, выписываем технические характеристики решетки и копируем ее установочный чертеж с размерами.

4 По таблице 8.1 принимаем число резервных решеток.

5 Размещаем подобранные решетки (рабочие и резервные) на плане и разрезе приемного резервуара, соблюдая расстояния: вокруг решеток должен быть обеспечен проход шириной, м, не менее: с механизированными граблями — 1,2 (перед фронтом — 1,5); с ручной очисткой — 0,7. Примеры компоновки оборудования в приемном резервуаре приведены в [7, 8, 13].

Таблица 8.1

Количество резервных решеток

Тип решетки	Число решеток	
	рабочих	резервных
С механизированными граблями и с прозорами шириной, мм: св. 20 16–20	1 и более	1
	До 3	1
	Св. 3	2
С ручной очисткой	1	-

При механизированных решетках следует предусматривать установку дробилок для измельчения отбросов и подачи измельченной массы в сточную воду перед решеткой или оборудования для обезвоживания отбросов с последующим их вывозом в герметичных контейнерах в места обработки твердых бытовых и промышленных отходов [24, п.8.2.13].

Порядок расчета дробилок решеток следующий.

1 Определяем объем отбросов, снимаемых с решеток, л/сут:

$$W = \frac{N_{\text{ж}} \cdot q_{\text{от}}}{365}, \quad (8.3)$$

где $N_{\text{ж}}$ – число жителей в населенном пункте (по заданию),

$q_{от}$ – количество отбросов, задерживаемых решетками из бытовых сточных вод, принимаемое по [6, гл. 11] в зависимости от принятой ширины прозоров решетки.

2 Вычисляем массу отбросов, снимаемых с решеток, кг/сут:

$$M = \frac{W \cdot \rho}{1000}, \quad (8.4)$$

где ρ – плотность отбросов, 750 кг/м³.

3 По справочным данным, приведенным в [15, табл.17.5, 21, табл.П.3], подбираем марку дробилки, выписываем технические данные и установочный чертеж с размерами.

4 Установка резервной дробилки в приемном резервуаре предусматривается при количестве отбросов свыше 1 т/сут. При меньшем количестве отбросов резервная дробилка хранится на складе.

5 Вычерчиваем выбранную дробилку по габаритным размерам на плане приемного резервуара.

6 Необходимо предусмотреть устройство для размещения и транспортирования отбросов от решеток к дробилке [21, гл.4, 11].

Вместо решеток и дробилок можно установить решетки-дробилки или измельчители, совмещающие в себе функции по задержанию и измельчению крупного мусора. Технические характеристики и габаритные размеры решеток-дробилок приведены в [15, 21], измельчителей – в [9].

Выбранные решетки-дробилки вычерчиваются на плане и разрезе приемного резервуара с учетом расстояний: вокруг решеток-дробилок, устанавливаемых в каналах, должен быть обеспечен проход шириной не менее 1 м.

В заглубленных насосных станциях установку решеток-дробилок на трубопроводах допускается предусматривать на расстоянии не менее 0,25 м от стены.

В подводящем канале перед решетками или решетками-дробилками устанавливаются шиберные затворы, позволяющие перекрыть поток и выключить решетку из работы. Технические данные и габаритные размеры затворов можно принять по [21, гл.9, 11].

9 Выбор подъемно-транспортного оборудования и определение высоты верхнего строения здания насосной станции

Выбор типа подъемно-транспортного механизма зависит от размеров здания, массы поднимаемого элемента, компоновки технологического оборудования, схемы подъемно-транспортных операций.

1 Определяем необходимую грузоподъемность подъемно-транспортного оборудования (ПТО) и его тип. Грузоподъемность назначается по массе наибольшей монтажной единицы с учетом 10-% надбавки. За монтажную единицу принимают: насос, электродвигатель, насосный агрегат в сборе при

фундаментной плите заводского изготовления, задвижку, для приемного резервуара КНС – решетку, дробилку или решетку-дробилку. В насосной станции системы водоотведения грузоподъемное оборудование подбирается для приемного резервуара и машинного зала отдельно.

Согласно [23, п.13.3] в здании насосной станции должно быть предусмотрено следующее подъемно-транспортное оборудование: при массе груза до 5 т — таль ручная или кран-балка подвесная ручная; при массе груза более 5 т — кран мостовой ручной; при подъеме груза на высоту более 6 м или при длине подкранового пути более 18 м — электрическое крановое оборудование.

2 Если в качестве подъемно-транспортного оборудования приняты кран подвесной или кран мостовой, то определяется максимально допустимый пролет крана с учетом пролета здания насосной станции: расстояние от внутренней поверхности стены или колонны до крана должно быть не менее 0,1 м.

3 По требуемой грузоподъемности и максимально допустимому пролету выбирается тип подъемно-транспортного оборудования [21, раздел VIII]: выписываются технические характеристики и габаритные размеры, делается копия габаритного чертежа.

4 Составляется схема подъемно-транспортных операций (рисунок 9.1).

В соответствии с [23, п.13.4] в машинном зале необходимо предусмотреть монтажную площадку. Доставку оборудования и арматуры на монтажную площадку следует производить такелажными средствами или талью на монорельсе, выходящем из здания, а в обоснованных случаях — транспортными средствами. Минимальные размеры монтажной площадки определяются из следующих соображений: вокруг оборудования или транспортного средства, устанавливаемого на монтажной площадке в зоне обслуживания кранового оборудования, должен быть обеспечен проход шириной не менее 0,7 м. Размеры транспортных средств можно принять по [15, гл.26].

В насосных станциях заглубленного типа груз подается подъемно-транспортным оборудованием верхнего помещения к монтажному проему и через него опускается на монтажную площадку заглубленного машинного зала. С этой площадки груз подается к месту монтажа грузоподъемным оборудованием машинного зала. Размеры монтажного проема определяются габаритами проносимого оборудования с учетом запаса не менее 0,3 м с каждой стороны.

5 Высота верхнего строения определяется по формулам:

– для машинного зала, оборудованного подвесным краном или талью при въезде транспортного средства на монтажную площадку (рисунки 9.1, 9.2), м:

$$H_{\text{верх}} / H_{\text{№}} + H + h_c + h_z + 0,3 + h_{\text{мп}}, \quad (9.1)$$

где $H_{\text{№}}$ – высота подкранового пути, м;

H – размер крана (тали) при максимальном поднятии крюка, м;

h_c – высота строповки груза, принимается равной 0,5 – 1 м;

h_z – высота груза, м;

h_{mp} – погрузочная высота платформы автомобиля, м [15, гл.26].

– для машинного зала, оборудованного подвесным краном или талью, если въезд транспортного средства на монтажную площадку не предусмотрен (рисунок 9.2), м:

$$H_{\text{верх}} / H_{\text{нб}} + H + h_c + h_z + 0,5, \quad (9.2)$$

где 0,5 – высота, м, от груза до пола или до установленного оборудования.

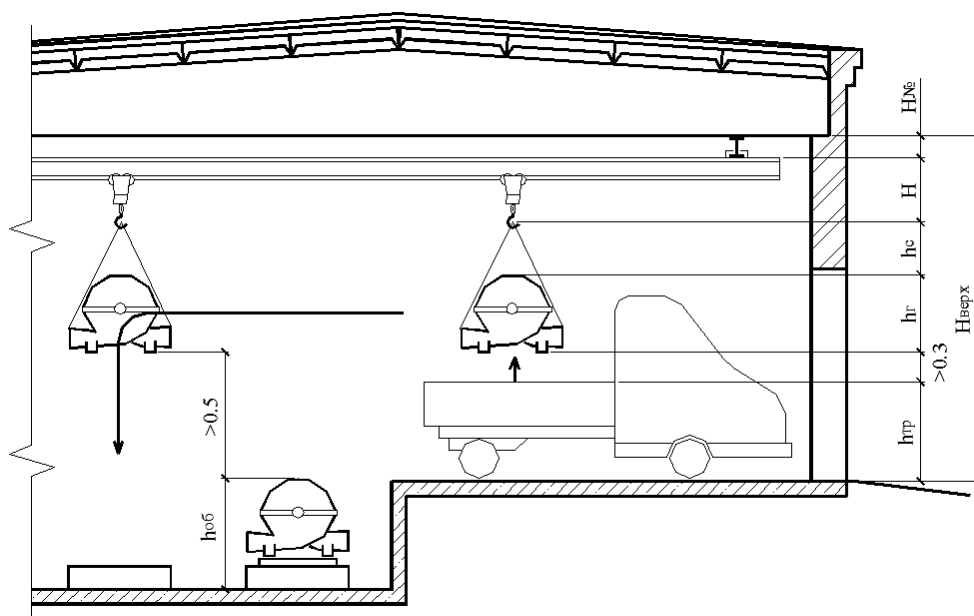


Рисунок 9.1 – Схема к определению высоты верхнего строения здания насосной станции, оборудованного подвесным краном

– для машинного зала, оборудованного мостовым краном:

$$H_{\text{верх}} / 0,1 + H_1 + H + h_c + h_z + 0,3 + h_{mp}, \quad (9.3)$$

где 0,1 – высота, м, от низа перекрытия до верха конструкции крана;

H_1 – высота крана над головкой подкранового рельса, м;

H – минимальная высота от зева крюка до головки рельса, м.

Высота верхнего строения, определенная по формулам (9.1) – (9.3), округляется до ближайшей стандартной: 3,0; 3,6; 4,2; 4,8; 5,4; 6,0; 7,2; 8,4; 9,6; 10,8; 12,0.

При высоте машинного зала более 4,8 м вспомогательные помещения могут быть выделены в отдельный блок и иметь меньшую высоту. Высота пристроя определяется высотой камер трансформаторной подстанции.

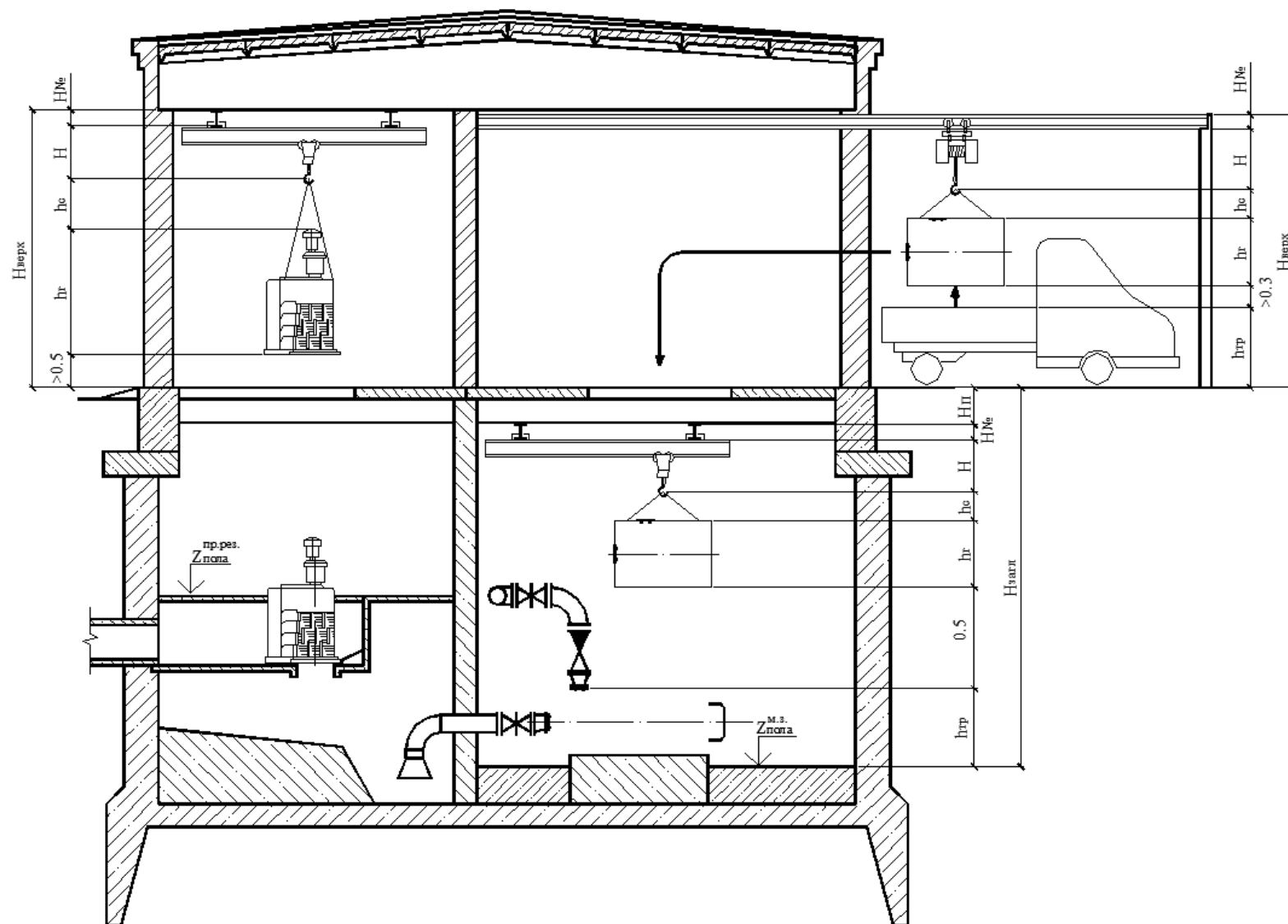


Рисунок 9.2 - Схема к определению высоты верхнего строения (подвесной кран и таль) и возможности размещения подъемно-транспортного оборудования в подземной части насосной станции

Если трансформаторная подстанция в здании отсутствует, то высоту вспомогательных помещений можно принять равной 3 м.

6 Для насосной станции системы водоотведения проверяют возможность установки подъемно-транспортного оборудования в подземной части здания (рисунок 9.3).

Расчет выполняется для приемного резервуара и машинного зала отдельно. Если глубина подземной части обеспечивает нормальную работу подъемно-транспортного оборудования, то над ней сооружают перекрытие, т.е. проектируют заглубленный тип насосной станции. Минимально допустимое заглубление, при котором возможно такое решение, определяется условием:

$$H_{\text{загл}} / H_n + H_{\text{№}} + H + h_c + h_z + 0,5 + h_{об} , \quad (9.4)$$

где H_n – высота перекрытия, м;

$h_{об}$ – высота установленного оборудования, м.

Если заглубление насосной станции, определенное конструктивно (см. разделы 7, 8), не удовлетворяет условию (9.4), и разместить грузоподъемное оборудование в подземной части нельзя, то принимают полузаглубленный тип здания.

10 Конструкции и стандартные размеры частей зданий насосных станций

Планы и разрезы, разрабатываемые в строительной части курсового проекта, совмещаются с технологическими чертежами станции. Здание насосной станции представляет собой обычное промышленное здание, которое студент должен запроектировать из унифицированных строительных элементов.

Подземная часть. Если максимальный уровень грунтовых вод расположен ниже уровня пола машинного зала, то подземная часть насосной станции (кроме станции водоотведения) проектируется как у обычных промышленных зданий: с отдельными фундаментами под насосное оборудование и под строительные конструкции. При грунтовых водах выше уровня пола подземная часть может быть блочного или камерного типа из монолитного железобетона. Наружную поверхность стен подземной части покрывают битумной изоляцией на 0,5 м выше максимального уровня грунтовых вод. Подземная часть насосной станции системы водоотведения обычно имеет круглую форму в плане и строится методом опускного колодца.

Заглубленные помещения должны сообщаться с наземными частями здания лестницами шириной не менее 0,9 м с углом наклона не более 45°, из помещений длиной до 12 м — не более 60°. Для подъема на площадки обслуживания ширина лестниц должна быть не менее 0,7 м, угол наклона не более 60°. Для одиночных переходов через трубы и для подъема к отдельным задвижкам и затворам допускается применять лестницы шириной 0,5 м с углом наклона более 60° или стремянки [23, п.15.15].

Верхнее строение, или наземная часть здания, состоит из машинного зала, помещений для электрических устройств, административных и бытовых помещений. При здании заглубленного типа машинный зал располагается в подземной части, а в наземной части находится монтажная площадка и монтажный проем. Во всех насосных станциях должны быть: санузел на 1 унитаз и 1 раковину площадью 3 м², помещение со шкафчиками для хранения одежды эксплуатационного персонала (8-25 м²), механическая мастерская (10-25 м²), кладовая (6-10 м²). На всех станциях водоотведения и на крупных водопроводных насосных станциях с подачей более 40 000 м³/сут следует предусматривать душ (4-6 м²).

Верхнее строение здания насосной станции может быть каркасным или бескаркасным. Каркасная конструкция применяется: при наличии мостового крана; при высоте стен более 6 м; при пролете здания 24 м и более. В остальных случаях возможны каркасные и бескаркасные конструкции с несущими стенами из кирпича. Обычно машинный зал выполняют каркасным, а пристрой со вспомогательными помещениями – бескаркасным.

Пролеты зданий принимаются стандартными: 6, 9, 12, 18, 24 м при шаге несущих конструкций 6 м. Колонны каркаса без мостовых кранов принимаются сечением 400х400 мм, при наличии кранов - 400х600 мм. При 6-метровом пролете здания оно покрывается железобетонными плитами без прогонов. Подъемно-транспортное оборудование в этом случае крепится к дополнительным двутавровым стальным балкам. Пролеты 9, 12, 18 м перекрываются полигональными двутавровыми балками, пролеты 24 м – сегментными или полигональными фермами. По балкам и фермам укладываются железобетонные плиты размерами 1,5х6, 3х6, 1,5х12, 3х12 м. По ним выполняются следующие слои: выравнивающий слой, пароизоляция, теплоизоляция, стяжка и гидроизолирующий кровельный ковер. Стены здания могут быть сложены из кирпича или смонтированы из железобетонных панелей или блоков.

Наземная часть канализационных насосных станций имеет, как правило, прямоугольную форму. Стены сооружаются на железобетонных балках, опирающихся на опускной колодец. При необходимости можно выносить консоли этих балок на 1–1,5 м за пределы колодца. Верхнее строение здания может опираться на собственные фундаменты, которые могут быть свайного, ленточного, столбчатого и других типов, в зависимости от инженерно-геологических условий.

Площадь окон в помещении с естественным освещением принимается не менее 12,5% площади пола. В помещениях камер трансформаторов и распределительных устройств окна не предусматриваются. Ширину оконных проемов в машинном зале можно принимать 3 м при высоте каждой секции окна 1,2 или 1,8 м. Ширину окон во вспомогательных помещениях можно принять 0,9; 1,2 и 1,5 м. Габариты провозимого оборудования и автомобиля определяют размеры ворот: 3х3; 3,6х3; 4х3; 4х4,2; 4,8х5,4; 4,7х5,6 м. Типовые двери имеют высоту 2,4 м при ширине 1; 1,5 и 2 м.

В пояснительной записке необходимо привести описание строительных конструкций здания с обоснованием принятой конструктивной схемы здания. Размеры стандартных строительных элементов и конструкции узлов зданий можно принять по [2, 12, 26, 28].

При выполнении планов и разрезов здания необходимо руководствоваться требованиями стандартов на выполнение чертежей [3, 4, 5].

Чертежи выполняются в масштабах 1:50, 1:100. На планах и разрезах должны быть нанесены координационные оси, обозначенные арабскими цифрами и прописными буквами русского алфавита в кружках диаметром 6-12 мм. Цифрами обозначают координационные оси по стороне здания с большим количеством осей. Оси назначаются при несущих стенах без внутренних пилостр в толще стен на расстоянии 200 мм от их внутренней поверхности, при наличии пилостр под фермы в продольных стенах – по внутренней поверхности стен, в торцовых несущих стенах – в толще их на 200 мм от внутренней поверхности. При наличии каркаса продольные оси ставятся на наружной поверхности колонн каркаса, поперечные – по оси колонн, кроме колонн последнего ряда в торцах, где они ставятся по внутренней поверхности торцовых стен.

Отметки даются относительно пола первого этажа. Отметки пола первого этажа, пола машинного зала, осей основных насосов и внешних трубопроводов дублируются (в скобках) абсолютными значениями. «Нулевая» отметка указывается без знака; отметки выше нулевой – со знаком «+»; ниже нулевой – со знаком «-». На разрезах отметки помещают на выносных линиях или линиях контура, на планах – в прямоугольнике.

На плане здания насосной станции вдоль наружных стен приводятся три линии размеров: размеры проемов и простенков; осевые размеры; контурные размеры здания. Оси технологического оборудования и трубопроводов привязываются к строительным осям и внутренним стенам здания. Указываются размеры оборудования, проходов и расстояния между оборудованием.

Конструкции кровли, междуэтажных перекрытий и полов обозначаются как многослойные, с помощью выносных надписей, где указываются примененные материалы и размеры всех слоев конструкции.

11 Выбор вспомогательного насосного оборудования

11.1 Система технического водопровода

Насосные станции систем водоотведения оборудуются двумя системами водопровода: хозяйственно-питьевым и техническим. Вода подается, как правило, по одному вводу от городской водопроводной сети. Технический водопровод предназначен для подачи воды на охлаждение и гидроуплотнение сальников основных насосов. Для защиты сети хозяйственно-питьевого

водопровода от возможного загрязнения при аварийном снижении давления в сети технический водопровод подключается к хозяйственно-питьевому через бак разрыва струи. Требуемый напор в сети технического водопровода должен быть несколько выше напора основных насосов. Для создания такого напора между баком разрыва струи и основными насосами устанавливаются насосы технического водоснабжения: один рабочий и один резервный.

Если на насосной станции используются насосы с торцовым уплотнением вала, то к такому уплотнению вода извне не подается.

1 Определяем местоположение бака разрыва струи. Бак стремятся расположить как можно выше (на полу первого или второго этажа, на кронштейнах на стене в наземной или подземной частях здания насосной станции) с тем, чтобы максимально использовать свободный напор сети. Принимаем объем бака: для небольших насосных станций, оборудованных основными насосами с подачей до $150 \text{ м}^3/\text{ч} - 0,5 \text{ м}^3$; для средних – $1-1,5 \text{ м}^3$; для крупных, оборудованных насосами с подачей более $1000 \text{ м}^3/\text{ч} - 4-6 \text{ м}^3$.

2 Напор насосов технического водопровода определяется по формуле, м:

$$H_{мс} = H - (Z_{д.б.} - Z_{он}) + \Delta H, \quad (11.1)$$

где H – напор основных насосов, м;

$Z_{д.б.}$ – отметка дна бака разрыва струи, м;

$Z_{он}$ – отметка оси основного насоса, м;

ΔH – рекомендуемое превышение напора в сети технического водопровода над напором основных насосов, определяется по техническому паспорту насоса, обычно $2 - 3 \text{ м}$. Для насосов с подачей более $1000 \text{ м}^3/\text{ч} - 10 \text{ м}$.

3 Подача насоса технического водоснабжения:

$$Q_{мс} = q \cdot n_{раб}, \quad (11.2)$$

где q – потребление технической воды каждым рабочим насосом, $0,3 - 0,5 \text{ л/с}$;

$n_{раб}$ – число основных рабочих насосов.

4 По [17] подбираем марку насосов технического водоснабжения. Как правило, используются вихревые насосы типа ВК. Из каталога выписываются основные технические данные, габаритные размеры. Насосы технического водоснабжения (1 рабочий и 1 резервный) устанавливаются обычно на одном фундаменте на свободном месте так, чтобы не вызвать увеличения размеров машинного зала.

11.2 Система откачки дренажных вод

Система предназначена для откачивания из подземной части насосной станции фильтрационных вод, которые просачиваются через стены и днище, утечек через сальниковые устройства насосов и воды, изливающейся при ремонте оборудования. Для сбора дренажных вод в машинном зале

устраивается дренажный колодец. Объем колодца принимают равным 10-15-минутной подаче дренажного насоса. Вода к колодцу подводится дренажными лотками. Пол машинного зала выполняется с уклоном в сторону лотков (0,002-0,005). Дренажные насосы включаются и отключаются автоматически в зависимости от уровней воды в колодце. Система дренажа должна иметь не менее двух насосов (второй – резервный, автоматически включается в случае выхода из строя первого, и при аварийном переполнении дренажного колодца). Дренажная вода откачивается в насосных станциях второго подъема в наружную систему водоотведения, в насосных станциях водоотведения – в приемный резервуар.

1 Напор дренажного насоса определяется по формуле, м:

$$H_0 = H_{cm} + h, \quad (11.3)$$

где H_{cm} – статический напор, определяемый глубиной насосной станции, м;

h – потери напора, принимаются равными 2-4 м;

2 Подача дренажного насоса:

$$Q_0 = (1,542) (q_1 + q_2), \quad (11.4)$$

где q_1 – утечки через сальники насосов, по 0,05 – 0,1 л/с на каждый рабочий насос;

q_2 – фильтрационный расход через стены и днище здания, л/с, определяется по формуле:

$$q_2 = 1,5 + 0,0002W, \quad (11.5)$$

где W – объем части здания, расположенной ниже уровня грунтовых вод, м³.

3. По [9, 10, 17] подбираем марку дренажного насоса. Можно применять вихревые самовсасывающие насосы типа ВКС или погружные моноблочные канализационные насосы. Насосы ВКС устанавливаются на фундаменте, погружные насосы опускают в приямок.

Из каталога выписываются основные технические данные, габаритные размеры.

В малых насосных станциях дренажные воды можно откачать основными насосами. Для этого к всасывающему патрубку одного из насосов присоединяют трубу диаметром 15-20 мм с вентилем, которая свободным концом опускается в дренажный колодец.

При небольшом заглублении насосной станции дренажные воды можно отвести самотеком в наружную систему водоотведения.

Библиографический список

- 1 Агрегаты электронасосные типа «К» [Электронный ресурс] / ЗАО Катайский насосный завод. – Режим доступа: http://www.knz.ru/katalog/8_13.pdf– Загл. с экрана.
- 2 Байков, В.Н.Строительные конструкции : учеб. для вузов по специальности "Теплогазоснабжение и вентиляция" и "Водоснабжение и канализация" / В.Н. Байков, С. Г. Стронгин . – 2-е изд., перераб. – М.: Стройиздат, 1980 . – 364 с.
- 3 ГОСТ 21.601-79. Система проектной документации для строительства. Водопровод и канализация. Рабочие чертежи.
- 4 ГОСТ Р 21.1101-92. Система проектной документации для строительства. Основные требования к рабочей документации.
- 5 ГОСТ Р 21.1501-92. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения архитектурно-строительных рабочих чертежей.
- 6 Канализация населенных мест и промышленных предприятий/ Н.И.Лихачев, И.И.Ларин, С.А.Хаскин и др.; Под общ. ред. В.Н.Самохина. – М.: Стройиздат, 1981. – 639 с. – (Справочник проектировщика).
- 7 Карасев, Б.В. Насосы и насосные станции. – Мн.: Выш.школа, 1979. – 288 с.
- 8 Карелин, В. Я. Насосы и насосные станции: учебник/ В. Я. Карелин, А. В. Минаев.- 3-е изд., перераб. и доп.- М.: Бастет, 2010.- 448 с.: ил.
- 9 Каталоги [Электронный ресурс] / GRUNDFOS. – Режим доступа: <http://ru.grundfos.com/documentation/catalogues.html> – Загл. с экрана.
- 10 Каталоги [Электронный ресурс] / WILO. – Режим доступа: http://www.wilo.ru/glavnaja-stranica/library/dokumentacija/katalogs/#.UvMV4Pl_tf0 – Загл. с экрана.
- 11 Компания «Экотон». Каталог продукции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ekoton.com/o-nas/informacionnye-materialy-2013/>– Загл. с экрана.
- 12 Конструкции водопроводно-канализационных сооружений: Справочное пособие/ Б.Ф.Белецкий, Н.И.Зотов, Л.В.Ярославский; Под общ.ред. Б.Ф.Белецкого. – М.: Стройиздат, 1989. – 448 с.
- 13 Лобачев, П.В. Насосы и насосные станции. – М.: Стройиздат, 1990. – 320 с.
- 14 Лукиных, А.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н. Н. Павловского : справ. пособие / А. А. Лукиных, Н. А. Лукиных. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : БАСТЕТ, 2011. – 383 с.
- 15 Монтаж систем внешнего водоснабжения и водоотведения: Справочник строителя/ А.К.Перешивкин, С.А.Никитин, В.П.Алимов и др. Под ред. А.К.Перешивкина, С.А.Никитина. – М.: ГУП ЦПП, 2001. – 828 с.
- 16 Насосное оборудование [Электронный ресурс] / Насосный завод «Взлет». – Режим доступа: <http://www.vzlet-omsk.ru/katalog-oborudovaniya> – Загл. с экрана.

- 17 Насосы вихревые типов ВК, ВКС, ВКО и агрегаты электронасосные на их основе [Электронный ресурс] / ОАО "ГМС Насосы". – Режим доступа: <http://www.hms-pumps.ru/upload/iblock/b04/b0424bdb94dd2173d31c575622fc29d1.pdf> – Загл. с экрана.
- 18 Насосы центробежные двустороннего входа типа Д и агрегаты электронасосные на их основе [Электронный ресурс] / ОАО "ГМС Насосы". – Режим доступа: <http://www.hms-pumps.ru/upload/iblock/b2a/b2acd547f7cc0dd8025853bb05d16b0f.pdf> – Загл. с экрана.
- 19 Электронасосные агрегаты типа 2СМ, СМ, СМС [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://promnasos.net/catalog/1/2CM-CM-CMC/> – Загл. с экрана.
- 20 Насосные станции. Курсовое проектирование/ Э.В.Залуцкий, А.И.Петрухно. – К.: Вища школа, 1987. – 167 с.
- 21 Оборудование водопроводно-канализационных сооружений/ А.С.Москвитин, Б.А.Москвитин, Г.М.Мирончик, Р.Г.Шапиро. Под ред. А.С.Москвитина. – М.: Стройиздат, 1979. – 430 с. (Справочник монтажника).
- 22 СП 8.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности
- 23 СП 31.13330.2012. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения Актуализированная редакция СНиП 2.04.02–84*.
- 24 СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения Актуализированная редакция СНиП 2.04.03–85*.
- 25 Строительная климатология: справочное пособие к СНиП 23-01-99*/ под ред. Савина В.К..- М.: НИИ строительной физики РААСН, 2006.- 258 с.
- 26 Типовые железобетонные конструкции зданий и сооружений для промышленного строительства: Под общ. ред. Г.И.Бердичевского. – М.: Стройиздат, 1981. – 488 с. – (Справочник проектировщика).
- 27 Шевелев, Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: справочное пособие/ Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. – 6-изд., доп. и перераб. – Тверь, 2005. – 116 с.
- 28 Шерешевский, И.А. Конструирование промышленных зданий и сооружений: учеб. пособие / И. А. Шерешевский. – Изд. стер. – М.: Архитектура, 2010. – 168 с.

Приложение А

Задания на курсовой проект

Исходные данные	По последней цифре шифра				
	1	3	5	7	9
Вид насосной станции	Насосная станция второго подъема в системе с водонапорной башней в начале сети				
Длина всасывающих водоводов	23	30	29	28	27
Длина напорных водоводов	900	1200	1500	2100	1800
Высота водонапорной башни	18	20	22	24	26
Потери напора в сети при пожаре	14,4	16,1	20,3	21,5	26,2
Область строительства	Тюменская	Свердловская	Омская	Курганская	Кировская
Напряжение подводимой эл.-энергии	6	6	6	6	6

Исходные данные	По первой букве фамилии													
	А Б	В Г	Д Е	Ж З	И К	Л М	Н О	П Р	С Т	У Ф	Х Ц	Ч Ш	Щ Э	Ю Я
Суточная подача насосной станции, тыс. м ³ /сут	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	34	35
График водопотребления	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Число жителей в населенном пункте	33	40	47	53	60	67	74	80	87	93	100	107	113	120
Расход воды на 1 пожар, л/с	25	25	25	35	35	35	35	35	35	35	35	40	40	40
Количество одновременных пожаров	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3

Отметки, м	По второй букве фамилии													
	АБ В	ГД Е	Ё ЖЗ	ИЙ К	Л М	Н О	П Р	СТ У	Ф Х	Ц Ч	Ш Щ	Ъ Ы	Ь Э	Ю Я
земли в месте расположения н.с.	23,3	35,1	40,9	25,6	48,0	56,6	68,3	60,6	46,9	77,8	39,8	84,6	76,9	87,9
дна РЧВ	20,6	32,0	37,6	25,5	45,1	53,1	65,2	57,1	45,8	73,8	36,2	81,1	73,1	84,1
расчетного уровня воды в РЧВ	23,0	34,4	40,0	27,9	47,5	55,5	67,6	59,5	48,2	76,2	38,6	83,5	75,5	86,5
земли в точке пожара	25,4	37,0	44,8	28,1	51,4	60,5	71,6	63,1	51,8	78,1	43,2	88,6	82,9	91,7
земли в месте расположения водонапорной башни	26,1	37,2	45,2	28,9	52,3	60,7	71,9	64,3	52,1	80,3	43,6	88,9	83,3	92,2
уровня грунтовых вод	16,2	25,0	36,2	20,2	42,6	52,1	64,9	55,1	41,3	72,1	35,2	80,2	72,9	80,5

Исходные данные	По последней цифре шифра				
	2	4	6	8	0
Вид насосной станции	Насосная станция системы водоотведения (канализационная)				
Расстояние от н.с. до очистных сооружений	1300	900	2100	1700	2300
Область строительства	Тюмен- ская	Сверд- ловская	Омская	Курган- ская	Киров- ская
Напряжение подводимой эл.-энергии	6	6	6	6	6

Исходные данные	По первой букве фамилии													
	А Б	В Г	Д Е	Ж З	И К	Л М	Н О	П Р	С Т	У Ф	Х Ц	Ч Ш	Щ Э	Ю Я
Суточная подача насосной станции, тыс. м³/сут	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	26	28	30	32
График водо-отведения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Число жителей в населенном пункте	12	17	24	30	37	43	50	60	70	80	90	100	110	120

Отметки, м	По второй букве фамилии													
	АБ В	ГД Е	Ё ЖЗ	ИЙ К	Л М	Н О	П Р	СТ У	Ф Х	Ц Ч	Ш Щ	Ъ Ы	Ь Э	Ю Я
лотка подводящего коллектора	18,5	29,3	34,5	20,1	41,6	50,9	62,8	54,3	40,3	71,5	33,9	79,4	70,2	81,8
земли в месте расположения н.с.	23,8	34,9	39,9	25,6	47,2	55,9	68,7	59,6	45,9	76,8	38,8	84,7	75,9	86,9
уровня воды в приемной камере очистных сооружений	30,4	42,5	46,5	34,6	55,3	63,9	76,4	68,3	53,2	84,9	47,2	92,6	83,5	95,2
уровня грунтовых вод	16,3	25,1	30,9	18,2	40,1	45,1	60,3	52,3	38,2	70,6	30,5	74,9	68,2	79,9

График водопотребления (водоотведения) населенного пункта

Ча- сы су- ток	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0-1	1,50	1,51	2,45	1,56	1,95	1,4	1,41	1,96	1,98	2,31	2,39	2,16	2,7	2,78
1-2	1,50	1,51	2,45	1,55	1,9	1,37	1,36	2	1,96	2,37	2,41	2,19	2,74	2,78
2-3	1,50	1,51	2,55	1,55	1,76	1,37	1,36	1,82	1,79	2,03	2,14	1,91	2,49	2,69
3-4	1,50	1,51	2,46	1,55	1,79	1,37	1,37	1,85	1,83	2,07	2,17	1,94	2,52	2,72
4-5	1,50	1,51	2,48	1,55	2,31	2,58	2,02	2,92	2,92	3,12	2,75	3,28	3,36	3,37
5-6	2,40	4,22	4,22	4,29	2,77	3,97	3,36	3,54	3,51	3,66	3,66	3,71	3,76	3,67
6-7	3,20	5,98	5,41	5,88	4,65	4,80	5,03	4,86	4,92	4,78	4,75	5,2	4,56	4,42
7-8	3,60	5,74	5,50	5,76	5,08	5,26	5,72	5,45	5,49	5,24	5,12	4,83	4,59	4,42
8-9	7,00	6,66	6,68	6,70	6,25	6,15	6,03	5,57	5,55	5,27	5,22	5,19	5,12	5,16
9-10	7,00	6,90	6,69	6,72	6,29	6,13	5,99	5,73	5,66	5,63	5,47	5,46	5,37	5,23
10-11	6,90	6,83	6,77	6,68	6,16	6,13	5,97	5,55	5,49	5,24	5,17	5,15	5,09	5,15
11-12	5,80	4,84	4,56	4,86	6,11	6,13	5,99	5,47	5,42	5,16	5,11	5,09	5,03	5,11
12-13	5,10	4,02	3,99	4,03	5,05	5,09	5,17	4,81	4,79	4,88	4,70	4,69	4,67	4,78
13-14	4,90	5,50	3,56	5,56	4,98	5,09	5,13	4,73	4,71	4,52	4,59	4,56	4,55	4,74
14-15	5,50	6,00	5,51	6,03	5,18	5,51	5,46	4,99	4,96	4,66	4,71	4,69	4,67	4,86
15-16	5,90	6,06	5,54	6,07	5,31	5,92	5,82	5,18	5,13	4,66	4,71	4,69	4,67	4,95
16-17	5,60	5,58	5,30	5,60	5,14	5,79	5,56	5,24	5,29	4,76	4,85	4,89	4,69	4,67
17-18	5,60	5,61	5,30	5,58	4,78	5,34	5,15	4,91	4,96	4,76	4,71	4,76	4,59	4,49
18-19	5,20	4,29	4,22	4,31	4,68	4,92	4,81	4,77	4,77	4,69	4,65	4,71	4,48	4,43
19-20	4,50	4,38	3,48	4,35	4,49	4,87	5,14	4,87	4,95	4,86	5,02	5,32	4,73	4,61
20-21	4,00	4,35	3,47	4,32	4,33	4,45	4,79	4,65	4,74	4,78	4,96	5,26	4,67	4,49
21-22	3,50	2,43	2,46	2,35	3,99	3,06	4,10	4,20	4,31	4,63	4,84	5,14	4,56	4,26
22-23	3,50	1,55	2,48	1,59	2,73	1,86	1,80	2,93	2,94	3,59	3,32	2,96	3,45	3,25
23-24	3,30	1,51	2,47	1,56	2,32	1,44	1,46	2,00	1,93	2,33	2,58	2,22	2,94	2,97
Σ	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Учебное издание

**НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ СИСТЕМ
ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ**

Методические указания
к выполнению курсового проекта

Составитель
МАКСИМОВА Светлана Валентиновна

В авторской редакции

Подписано в печать 14.09.2016. Формат 60х90 1/16. Усл. печ. л. 3,0.
Тираж 100 экз. Заказ № 16-1159.

Библиотечно-издательский комплекс
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Тюменский индустриальный университет».
625000, Тюмень, ул. Володарского, 38.

Типография библиотечно-издательского комплекса.
625039, Тюмень, ул. Киевская, 52.