Кафедра "Гидротехническое и энергетическое строительство"

**Курсовой проект:**

**"**Насосная станция"

Выполнил:

Руководитель:

Минск 2008

Содержание

Введение

1. Обоснование схемы гидроузла машинного водоподъема

2. Определение расчетных напора и подачи насосов и выбор числа насосных агрегатов

2.1 Определение расчетного напора

2.2 Определение расчетной подачи и числа устанавливаемых агрегатов

3. Выбор насосов и приводных электродвигателей

3.1 Выбор основного насоса

3.2 Выбор электродвигателя

4. Проектирование всасывающих и напорных трубопроводов

4.1 Проектирование всасывающих трубопроводов

4.2 Проектирование напорных трубопроводов

4.2.1 Внутристанционные напорные трубопроводы

4.2.2 Внешние напорные трубопроводы

5. Составление графической характеристики совместной работы насосов и трубопроводов

6. Подбор вспомогательного оборудования

6.1. Сороудерживающие устройства

6.2. Затворы

6.3. Подъемно-транспортное оборудование

6.4. Дренажно-осушительная система

6.5. Система технического водоснабжения

6.6. Система маслоснабжения и пневматическое хозяйство

7. Конструктивно-компоновочные решения зданий насосной станции, водозаборных сооружений и их параметры

7.1. Выбор типа здания станции

7.2. Определение высотного положения основных насосных агрегатов

7.3. Определение основных размеров здания насосной станции

7.3.1 Определение высоты подземной части здания

7.3.2 Плановая компоновка и размеры насосного помещения здания станции

7.3.3 Верхнее строение здания станции

7.4 Проектирование водозаборного сооружения

Литература

## Введение

Задача данного курсового проекта - составление и расчетное обоснование проекта насосной станции.

Насосными станциями называют комплексы гидротехнических сооружений и оборудования, обеспечивающие забор воды из источника, транспортировку и подъем ее к месту потребления.

Состав сооружений насосных станций, их взаимное расположение и конструктивное исполнение зависят от множества факторов: назначения, подачи и напоров, природных условий (рельеф местности, колебание уровней воды в верхнем и в нижнем бьефах, объем твердого стока, инженерно-геологические и гидрогеологические условия), наличия местных строительных материалов, технического оснащения строительной организации и др.

## 1. Обоснование схемы гидроузла машинного водоподъема

Компоновка сооружений насосной станции при минимальной стоимости и площади застройки должна обеспечивать наиболее благоприятные условия их эксплуатации.

В состав насосной станции входят следующие сооружения: подводящий канал, здание насосной станции блочного типа (совмещенное с водозаборным сооружением открытого типа) и машинный канал. Водозаборное сооружение - берегового типа.

Проектируемая насосная станция предназначена для орошения (работающая на машинный канал). Максимальная подача станции - 14,7 м3/с.

Грунт основания в районе строительства - супесь.

Береговой водозабор, совмещенный со зданием насосной станции, применяется в крупных водозаборах (Q >10м3/с) и при использовании насосов устанавливаемых под залив. Здание станции располагается на некотором удалении от берега в конце подводящего канала.

## 2. Определение расчетных напора и подачи насосов и выбор числа насосных агрегатов

## 2.1 Определение расчетного напора

Расчетный напор насоса:

(2.1)



Геодезическая высота подъема - при значительных колебаниях уровней воды в бьефах используется средневзвешенная геодезическая высота подъема

(2.2)



Расчеты по определению средневзвешенной геодезической высоты подъема удобно вести в табличной форме.

Таблица 2.1

Определение средневзвешенной геодезической высоты подъема.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Период работы насосной станции | Число суток в периоде  ti, сут. | Расход НС  QI, м3/с | Отметка уровня воды, м | | Геодезический напор  Hгi, м | QiHгiti | Qiti |
| ВБ | НБ |
| 4 | 30 | 4,85 | 240,95 | 206 | 34,95 | 5086,27 | 145,53 |
| 5 | 31 | 10,29 | 241,56 | 206 | 35,56 | 11343,28 | 318,99 |
| 6 | 30 | 10,29 | 241,56 | 204,8 | 36,76 | 11347,81 | 308,7 |
| 7 | 31 | 14,7 | 241,98 | 204 | 37,88 | 17261,92 | 455,7 |
| 8 | 31 | 14,7 | 241,98 | 203,8 | 38,08 | 17353,06 | 455,7 |
| 9 | 30 | 9,555 | 241,49 | 205 | 36,49 | 10459,86 | 286,65 |
|  | | | | | Σ | 72852,2 | 1971,27 |



Отметки уровня воды в верхнем бьефе рассчитывают по глубине наполнения машинного канала в зависимости от пропускаемого расхода по кривой связи . Потери напора в трубопроводах складываются из потерь по длине и потерь на местные сопротивления . Потерями предварительно задаются на основе существующего опыта проектирования. Местные потери напора , потерями напора по длине всасывающего трубопровода можно пренебречь, а в напорном трубопроводе они вычисляются по формуле:



Рисунок 2.1.

График связи *h=f(Q)* для машинного канала



(2.3)



i=3м/км - удельное сопротивление по длине трубопровода, l=0,29км - длина напорного трубопровода., - запас напора.



## 2.2 Определение расчетной подачи и числа устанавливаемых агрегатов

Расчетная подача насоса определяется максимальной подачей насосной станции и принятым числом насосных агрегатов.



(2.4)



Число рабочих насосных агрегатов определяется как отношение максимального и минимального расходов из графика водопотребления.

(2.5)



Резервные насосы предназначены для замены основных в случае выхода их из строя. На насосных станциях II категории надежности водоподачи устанавливается 1 резервный насосный агрегат при числе основных 1 - 8.

Число установленных агрегатов:

(2.6)



- число рабочих агрегатов;



- число резервных агрегатов;



## 3. Выбор насосов и приводных электродвигателей

## 3.1 Выбор основного насоса



Рисунок 3.1. Сводный график рабочих полей насосов типа В

Выбор основного насоса ведется по расчетному напору и расчетному расходу по сводным графикам полей насосов соответствующих типов. На сводный график наносится точка А с расчетными координатами Нр=40,33 м. и Qр=4,9 м3/с. Точка А попала в зону насоса марки 1200В - 6,3/40 n=375 об/мин.



Рисунок 3.2. Рабочая характеристика насоса 1200В-6,3/40

Имея тип и марку насоса, по каталогу находят рабочую характеристику насоса. На характеристику насоса наносят точку В с координатами Нр=40,33 м. и Qр=4,9 м3/с, которая при правильно подобранном насосе должна находиться на кривой H - Q или несколько ниже нее в пределах рабочей области. Если величины расчетного напора Нр=40,33 м и напора Н=43 м, снятого с кривой H - Q при расчетном расходе Qр=4,9 м3/с, отличаются не более чем на 5 - 10%, насос считается подобранным.



## 3.2 Выбор электродвигателя

Требуемая мощность электродвигателя определяется по максимально возможной подаче насоса Qн=4,9 м3/с, и соответствующему ей напору Нн=40,33 м.

(3.1)



К - коэффициент запаса, учитывающий возможность перегрузки двигателя (в первом приближении К=1).

ηн - КПД насоса в долях единицы, снимаемый с характеристики насоса для Qн.



Таблица 3.1

Зависимость коэффициента запаса от мощности двигателя.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Мощность двигателя, кВТ | до 20 | 21 - 50 | 51 - 300 | более 300 |
| Коэффициент запаса К | 1,25 | 1,2 | 1,15 | 1,1 |



Рисунок 3.3. Схема насосного агрегата

По расчетной мощности двигателя и частоте вращения по каталогу подбирается марка электродвигателя: ВСДН-17-49-16.

## 4. Проектирование всасывающих и напорных трубопроводов

## 4.1 Проектирование всасывающих трубопроводов

При использовании на насосной станции мощных (Q > 2 м3/с) вертикальных центробежных насосов подвод воды к ним осуществляется с помощью изогнутых всасывающих труб с давлением в них всегда выше атмосферного. Они выполняются в монолитном железобетоне в зданиях блочного типа. Число всасывающих труб равно числу установленных насосных агрегатов.



Рисунок 4.1. Всасывающая труба насоса с коленчатым подводом

Форма и размеры таких труб устанавливаются заводом изготовителем и зависят от диаметра входного патрубка.

## 4.2 Проектирование напорных трубопроводов

## 4.2.1 Внутристанционные напорные трубопроводы

Напорные трубопроводы в пределах здания станции служат для подачи воды от насосов к внешним напорным водоводам и включают в себя напорные линии насосов и соединительные трубопроводы. Для обеспечения отключения насосов от внешнего напорного трубопровода они оборудуются дисковыми затворами.

Диаметры напорных линий Dн внутри здания станции назначают по скоростям движения воды в них: при Dн > 800мм Vн = 1,8…3,0 м/с.

(4.1)



Так как значение Dн больше диаметра напорного патрубка насоса dн =1,32м, переходы выполняют в виде диффузоров длиной

(4.2)



## 4.2.2 Внешние напорные трубопроводы

Напорные трубопроводы служат для транспортировки воды к водовыпускным сооружениям. Трубопровод состоит из двух ниток, расстояние в свету между ними 2м для исключения подмыва при аварии.

Так как на насосной станции установлены насосы с идентичными характеристиками, график водоподачи ступенчатый и количество насосов подключенных к каждой нитке одинаковое расчетный расход этой нитки:

(4.3)



- условный постоянный расход, который проходя по напорным трубопроводам, вызывает такие потери энергии, какие вызвал бы фактический переменный расход, проходя по тем же трубопроводам за тот же период времени; n - число ниток напорного трубопровода; t - продолжительность периода, сут.



Для графика водоподачи и схемы соединения напорных трубопроводов с насосами, приведенных на рисунке эта формула будет иметь вид:



Рисунок 4.2. Схема соединения напорных трубопроводов с насосами

Для определенного определяется диаметр напорного водовода:



(4.4)



## 5. Составление графической характеристики совместной работы насосов и трубопроводов

Порядок построения графической характеристики системы "насосы - трубопроводы" при параллельной работе следующий:

Составляется схема соединений внутри насосной станции.

Н

Н

Н

Н

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

Рисунок 5.1. Технологическая схема насосной станции: 1 – вход в трубу плавный; 2 – переход сужающийся; 3 – колено; 4 – переход сужающийся; 5 – переход расширяющийся; 6 – задвижка; 7 – труба 8 – колено; 9 – тройник; 10 – напорные водоводы.

Определяются внутристанционные потери по формуле:

(5.1)



Где - потери напора по длине всасывающего и напорного внутристанционного трубопроводов соответственно, которыми можно пренебречь; - потери напора в местных сопротивлениях соответственно во всасывающем и в напорном внутристанционном трубопроводах.



Для технологической схемы насосной станции с насосами типа "В" и коленчатым подводом потери напора в местных сопротивлениях во всасывающем трубопроводе включают: потери на входе в трубу 1, в переходе сужающемся 2, 4, в колене 3.

(5.2)



- скорости соответственно на входе в трубу, в колене и в переходе сужающемся, м/с:



Потери напора в местных сопротивлениях в напорном внутристанционном трубопроводе определяются с учетом потерь напора в переходе расширяющемся 5, в дисковом затворе 6, колене 8 и тройнике присоединения к магистрали 9:

(5.3)



- скорости соответственно в переходе расширяющемся, в дисковом затворе, в колене и в ответвлении тройника, м/с.



Определяется удельное сопротивление внутристанционной линии:

(5.4)



Строится кривая внутристанционных потерь Q - Нвн. ст:

(5.5)



Определение координат кривой внутристанционных потерь удобно вести в табличной форме:

Таблица 5.1. Определение координат кривой внутристанционных потерь.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Q, м3/с | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|  | 0 | 0,044 | 0,176 | 0,396 | 0,704 | 1,1 | 1,584 |

Строится характеристика напорного трубопровода Q - Нтр1,2:

(5.6)



к - коэффициент, учитывающий местные потери в напорном водоводе, равен 1,1; S0=0,0001437 с2/м5 - удельное сопротивление водовода (зависит от его диаметра); l = 290 м - длина водовода.

Определение координат кривой характеристики сопротивления одного напорного водовода удобно вести в табличной форме:

Таблица 5.2. Определение координат кривой характеристики сопротивления одного напорного водовода.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Q, м3/с | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|  | 0 | 0,04 | 0,18 | 0,41 | 0,73 | 1,14 | 1,65 | 2,24 | 2,93 | 3,71 | 4,58 | 5,54 | 6,60 | 7,74 | 8,98 | 10,3 |

Для построения этой кривой откладывается определенная ранее средневзвешенная геодезическая высота подъема (Нгср+ΔН - для станций работающих на излив) и проводится линия параллельная оси абсцисс.

Суммарная характеристика обоих водоводов строится путем сложения расходов в водоводах при постоянном напоре.

Наносится паспортная характеристика насоса Q - Н1,2,3, строятся характеристики двух и трех параллельно работающих насосов Q - Н1+2 и Q - Н1+2+3.

Отложив на шкале расходов заданную производительность насосной станции Qнст и поднявшись до пересечения с кривой Q - Нтр1+2 - получим точку А с координатами (Qнст; Н1). Н1 - напор необходимый в начале водовода при расчетной производительности Qнст.

Далее строится точка В с координатами (Qн; Н1). Qн - подача одного насоса.

В точке В к напору Н1 прибавляется величина внутристанционных потерь, соответствующих расходу одного насоса. Получается точка С, соответствующая значению полного напора насоса при максимальной производительности насосной станции.

Так как точка С не попадает на паспортную характеристику насоса, то производится обточка рабочего колеса насоса.

Изменение положения характеристики насоса обточкой рабочего колеса производится в следующей последовательности:

Строится парабола подобных режимов: *k* - параметр параболы, который находится из условия прохождения ее через точку С т.е.



(5.7)



Находятся параметры точки Е пересечения параболы с паспортной характеристикой насоса при нормальном диаметре рабочего колеса (QЕ; НЕ).

Таблица 5.3. Координаты параболы подобных режимов.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Q, м3/с | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| H, м | 0 | 1,72 | 6,88 | 15,48 | 27,52 | 43 | 61,92 |

Определяется коэффициент быстроходности насоса

(5.8)



Qн, Нн - расход и напор насоса при максимальном КПД.

Определяется диаметр рабочего колеса:

(5.9)



Процент обточки

(5.10)



при ns=199,83

Через точку С строим характеристику насоса с обточенным рабочим колесом.

(5.11) (5.12)



Таблица 5.4. Результаты пересчета характеристики насоса при обточке рабочего колеса.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Точки | Параметры насоса | | | |
| При D =1610 мм | | При Dобт =1578 мм | |
| Q, м3/с | Н, м | Q, м3/с | Н, м |
| 0 | 0,5 | 50 | 0,4900621 | 48,032175 |
| 1 | 1 | 48 | 0,9801242 | 46,110888 |
| 2 | 2 | 46 | 1,9602484 | 44,189601 |
| 3 | 3 | 45,5 | 2,9403727 | 43,709279 |
| 4 | 4 | 44,7 | 3,9204969 | 42,940764 |
| 5 | 5 | 43 | 4,9006211 | 41,30767 |
| 6 | 6 | 41 | 5,8807453 | 39,386383 |

Строится приведенная характеристика насоса, проходящая через точку В. Для этого от ординат кривой Qобт - Нобт 1,2,3 отнимаются потери hвн. ст.

Строятся приведенные кривые совместной работы параллельно включенных насосов.

Определяются величины подач и напоров при индивидуальной и параллельной работе насосов на один и два водовода.

Таблица 5.2. Величины подач и напоров при индивидуальной и параллельной работе насосов на один и два водовода.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Режим работы | Н, м | Q, м3/с |
| 1 | Индивидуальная работа на один водовод | 39,3 | 5,4 |
| 2 | Индивидуальная работа на два водовода | 38,4 | 5,8 |
| 3 | Параллельная работа двух насосов на один водовод | 41,5 | 8,75 |
| 4 | Параллельная работа трех насосов на один водовод | 42,8 | 10,2 |
| 5 | Параллельная работа двух насосов на два водовода | 39,3 | 10,75 |
| 6 | Параллельная работа трех насосов на два водовода | 40,4 | 14,7 |

## 6. Подбор вспомогательного оборудования

Вспомогательное оборудование включает в себя механическое оборудование и обслуживающие станцию системы и хозяйства: дренажно-осушительная система; системы технического водоснабжения и маслоснабжения; пневматическое хозяйство.

## 6.1. Сороудерживающие устройства

Устраиваются в виде поверхностных съемных вертикальных сороудерживающих решеток на всех водоприемных отверстиях основных насосов. Служат для предотвращения попадания в водоприемные отверстия сора и плавающих тел, а в отдельных случаях и рыбы.

Решетки систематически очищаются с помощью специальных решеткоочистительных устройств.

## 6.2. Затворы

Основные или рабочие затворы - служат для оперативного регулирования расходов и уровней воды, поднимаются и опускаются в текущей воде, т.е. под напором.

Ремонтные затворы - используются для временного перекрытия входных отверстий при ремонтах и осмотрах основных затворов, а также насосов и другого оборудования станции в целом.

## 6.3. Подъемно-транспортное оборудование

Это оборудование необходимо для монтажа, ремонта и демонтажа насосных агрегатов, другого оборудования станции.

Его грузоподъемность определяется массой наиболее тяжелой монтажной единицы умноженной на коэффициент запаса к=1,1…1,15. Масса деталей принимается в пределах до 60% от общей массы насоса или приводного электродвигателя.

Насос марки 1200В - 6,3/40 имеет массу 35 тонн, значит масса самой тяжелой детали составляет 21 тонну.

По каталогу подбирается мостовой электрический кран грузоподъемностью 30 тонн.

## 6.4. Дренажно-осушительная система

Дренажно-осушительная система необходима для удаления дренажной воды из подземной части здания и для откачивания воды из проточных трактов станции.

Дренажно-осушительная система включает в себя дренажные насосные установки для откачки профильтровавшейся воды в помещение агрегатной части здания станции и систему осушения или опорожнения станции.

Для насосных станций с подачей свыше 10 м3/с подача дренажных насосов назначается Qд=10л/с.

Суммарная подача насосов системы опорожнения

(6.1)



W=35 м3 - суммарный объем воды, находящийся во всасывающей трубе и в камере осушаемого насоса при максимальном УНБ; t=5 ч - время откачки; q=1 л/с=3,6 м3/ч.

Так как удаление дренажной воды из подземных помещений ведется периодически, в дренажно-осушительной системе устраиваются только два рабочих насоса.

## 6.5. Система технического водоснабжения

Предназначена для подачи технически чистой воды к устройствам насосных агрегатов, к сальниковым уплотнениям. Источник водопитания - нижний бьеф.

Подача на каждый насосный агрегат - 1 л/с, при напоре - 50 м.

В системе технического водоснабжения используют центробежные насосы консольного типа "К" - один рабочий и один резервный.

## 6.6. Система маслоснабжения и пневматическое хозяйство

Система маслоснабжения необходима для обеспечения маслами масляных ванн и подшипников электродвигателей, насосов, трансформаторов и других маслонаполненных электроаппаратов. Насосы подбираются из условия заполнения емкости вместимостью до 20 тонн за 2 часа, а больших емкостей не более чем за 4 часа.

Пневматическое хозяйство служит для обеспечения сжатым воздухом станции, т.е. для питания устройств очистки сороудерживающих решеток и обдувки обмоток электродвигателей, котлов маслонапорных установок, торможения агрегатов, а также для снабжения аппаратуры контроля, пневмоинструментов.

## 7. Конструктивно-компоновочные решения зданий насосной станции, водозаборных сооружений и их параметры

## 7.1. Выбор типа здания станции

Так как забор воды ведется из реки с большим колебанием уровня воды в ней 2,2 м, большой отрицательной высоты всасывания насоса и подачей более 2м3/с, принимается заглубленное здание станции блочного типа.

## 7.2. Определение высотного положения основных насосных агрегатов

Отметка оси насосов определяется алгебраической суммой расчетного (минимального) уровня воды в источнике и значения допустимой геометрической высоты всасывания насоса :



ОН=УВmin+Нвсдоп, м. (7.1),



(7.2)



Напор воды соответствующий атмосферному давлению на уровне установки насоса:

(7.3)



- упругость насыщенных паров жидкости, =0,24м при t=20оС; =15,5м - допустимый кавитационный запас, снимается с характеристики насоса; =0,144м - потери напора во всасывающей линии.



ОН=203,8 - 5,8 = 198м.



## 7.3. Определение основных размеров здания насосной станции

## 7.3.1 Определение высоты подземной части здания

Высота подземной части здания насосной станции заглубленного типа определяется по формуле:

(7.4)



=0,1Нст=1,1м - толщина фундаментной плиты;



ФП=ОН-hн=198 - 2,75 = 195,25 (7.5) – отметка верха фундаментной плиты;



hн=2,75 - превышение оси рабочего колеса насоса над верхом фундаментной плиты;

(7.6) - максимально возможный напор воды на конструкцию в расчетном сечении;



- допустимая геометрическая высота всасывания;



(7.7) - амплитуда колебаний уровня воды в водоисточнике; - конструктивный запас.



## 7.3.2 Плановая компоновка и размеры насосного помещения здания станции

Насосные агрегаты располагаются в один ряд вдоль водоприемного фронта.

Ширина агрегатного блока принимается равной:

(7.8)



- толщина стены насосного помещения станции;



а1=1,52м - монтажный проход;

bНА=3,78м - поперечный размер насосного агрегата;

lком=6м - длина участка внутристанционных коммуникаций;

а2=0,5м - монтажное удаление коммуникаций от стены помещения.

Расстояние между осями агрегатов, т.е. длина агрегатного блока определяется условиями размещения насосных агрегатов и обеспечением монтажно-эксплуатационных проходов:

(7.9)



lНА=4,026м - габарит насосного агрегата в продольном направлении;

а3=1,474м - монтажный проход между агрегатами.

Длина всего здания станции определяется проходами между торцевыми стенками и агрегатами, продольным размером самих агрегатов, их числом, расстоянием между ними, а также длиной монтажной площадки:

(7.10)



- длина монтажной площадки;



а4=1м - проход между торцом оборудования и стеной;

n - число основных агрегатов.

## 7.3.3 Верхнее строение здания станции

Верхнее строение служит для размещения подъемно-транспортного оборудования, электродвигателей насосных агрегатов. Эта часть здания состоит из электромашзала с монтажной площадкой и примыкающих к нему пристроек для электротехнического оборудования, а также служебных, административных и бытовых помещений.

Конструктивно верхнее строение оформляется в виде промышленного здания каркасного типа. Оно состоит из сборных железобетонных элементов - системы колонн, ферм и ригелей покрытия, подкрановых балок на консолях.

Стены каркасных строений не несущие и выполняются из сборных стеновых панелей из легких бетонов толщиной 200 мм.

Верхнее строение насосной станции, оборудованной мостовым краном, имеет высоту:

(7.11)



hкр=3,15м - габарит кранового оборудования; hст=1м - высота строповки груза; 0,1 - минимальное расстояние от низа перекрытия до верха балки крана; hгр=3,5м - высота самой крупной транспортируемой детали; 0,5 - минимальный запас высоты от груза до установленного оборудования; hоб=3,5м - высота установленного оборудования.

Определенную высоту здания насосной станции (расстояние от уровня чистого пола до низа несущих конструкций покрытия на опоре) округляют до стандартного значения . Пролет верхнего строения или ширина машзала также округляется до стандартного значения В=15м. Длина верхнего строения также, как и насосного помещения принимается кратной 6м . Шаг колонн - 6м.



## 7.4 Проектирование водозаборного сооружения

Водозаборное сооружение открытого типа представляет собой открытые сверху камеры, разделенные бычками, между которыми устанавливаются затворы и сороудерживающие решетки. Ширину камеры принимают равной:

(7.12)



Длина камеры назначается конструктивно исходя их условия размещения служебных мостиков, сороудерживающих решеток, основных и ремонтных затворов . Коэффициент секундного водообмена:



> 15сек. (7.13)



Глубина воды в камере при минимальном уровне воды 8,55м.

Служебные мостики устраиваются выше максимального уровня воды на 1м. Общая длина водоприемного фронта:

(7.14)



- толщина быка;



n - число камер.

Насосная станция оборудуется затворами пролетом 4,5м и высотой 11м, ширина паза 0,6м, глубина паза 0,3 м.

Сопряжение каналов с береговыми сооружениями станции обеспечивает аванкамера в виде симметрично расширяющейся (центральный угол конусности 35о) и заглубляющейся концевой части канала (уклон дна i=0,4). Дно аванкамеры в плане представляет собой трапецию, меньшее основание которой b=6м, большее Вф=21м.

i=0,4

Lк=8м



Рисунок 7.1. Водозаборное сооружение открытого типа

## Литература

1. Учебно-методическое пособие к курсовому проекту "Насосная станция" по дисциплине "Насосные станции" для студентов специальности Т. 19.04 - "Водохозяйственное строительство". Минск 2000
2. Насосы и насосные станции: Учебник / Под ред. В.Ф. Чебаевского. - М.: Агропромиздат, 1989. -416с.
3. Проектирование насосных станций и испытание насосных установок: Учеб. Пособие / Под ред. В.Ф. Чебаевского. -3-е изд., перераб. и доп. -М.: Колос, 1982. -320 с.