

## Содержание

1. Проектирование водозаборного сооружения .....	3
1.1. Оценка условий забора воды. Определение производительности водозабора.....	3
1.2. Определение размеров водоприёмных окон. Подбор решеток.....	3
1.3. Определение типа и размеров сороудерживающих сеток.....	4
1.4. Определение расчетных уровней.....	5
2. Проектирование насосной станции I подъема.....	6
2.1. Подбор насосов.....	6
2.2. Выбор диаметров всасывающих и напорных линий водоводов.....	7
3. Конструирование водозаборного сооружения.....	8
4. Подбор вспомогательного оборудования.....	9
5. Берегоукрепление.....	13
6. Рыбозащитные мероприятия.....	14
7. Проектирование зон санитарной охраны.....	14
Список литературы.....	19

## **1. Проектирование водозаборного сооружения**

### **1.1. Оценка условий забора воды. Определение производительности водозабора.**

В соответствии с заданными условиями принимаем береговой водозабор совмещенного типа, так как в соответствии с профилем берега реки имеются около него достаточные для забора воды глубины, берег крутой, устойчивый. Условия забора воды средние, так как мутность равна 380 мг/л. Дно и берег водоема устойчивые, есть шуга. Толщина ледостава 0,7 м. Производительность около 1,8 м³/с.

Принятая схема значительно упрощает условия эксплуатации водозабора, обеспечивает максимальное использование объема сооружения, снижает его строительную стоимость. Однако усложняет технологию возведения и эксплуатацию электросилового оборудования. Насосы устанавливаются под залив.

Для достижения маневренности водозабора, бесперебойности работы, периодической очистки и ремонта без прекращения подачи воды предусматривается секционирование. Водозабор разделен на 2 секции продольной перегородкой из железобетона. Каждая секция имеет работающие водоприемные окна, сороудерживающие устройства.

По производительности данный водозабор относится к водозаборам средней производительности и первой категории надежности.

Водоприемный колодец выполняется из железобетона круглым в плане.

### **1.2. Определение размеров водоприёмных окон.**

Размеры водоприёмных отверстий следует определять по средней скорости втекания воды в отверстия решёток:

$$\omega_p = 1,25 \cdot q_p \cdot \frac{K_{ст}}{V_{вт}}, \text{ м}^2$$

где,  $\omega_p$  - площадь водоприёмного отверстия, м²;

1,25 - коэффициент, учитывающий засорение отверстий;

$q_p$  - расчётный расход одной секции, м<sup>3</sup>/с;

$V_{BT}$  - скорость втекания в окна; с учетом требований рыбозащиты  $V = 0,25$  м/с

$K_{ст}$  - коэффициент; учитывающий стеснение отверстий стержнями решётки.

$$K_{ст} = \frac{a_{ст} + c_{ст}}{a_{ст}}$$

где,  $a_{ст}$  - расстояние между стержнями в свету;

$c_{ст}$  - толщина стержней

$$K_{ст} = \frac{50 + 10}{50} = 1,2$$

$$\omega_{бр} = 1,25 \cdot 1,2 \cdot \frac{1,8}{0,25} = 4,5 \text{ м}^2$$

При двух секциях колодца, площадь одного окна  $\omega = 2,25 \text{ м}^2$

Водоприемные окна оборудуют сороудерживающими решетками.

Принимаем 2 решетки размерами А х Н: 1500 х 2000, т.к.  $2,25 \text{ м}^2 > 2,58 \text{ м}^2$ . Масса решетки 305 кг. Потери напора при проходе воды через решетки 0,1 м.

### 1.3. Определение типа и размеров сеток

Для среднего расхода водозабора применяются вращающиеся сетки. Площадь сетки, погруженная в воду, определяется по формуле:

$$\omega_c = \frac{1,25 \cdot q \cdot K}{v_c}, \text{ м}^2$$

где  $q$  - расход, приходящийся на 1 сетку, с учётом пропуска аварийного расхода, м<sup>3</sup>/с;

$v_c$  - скорость втекания,  $v_c = 0,8$  м/с, так как вопросы рыбозащиты решены до сетки;

$K$  - коэффициент, учитывающий стеснение живого сечения сетки проволокой

$$K = \left( \frac{a + d}{a} \right)^2$$

$$K = \left( \frac{2 + 0,4}{2} \right)^2 = 1,44$$

$$\omega_n = \frac{1,25 \cdot 1,8 \cdot 1,44}{0,8} = 4,05, \text{ м}^2$$

Устанавливаем в каждой секции по одной сетке площадью 2,025 м<sup>2</sup>.

При проектировании дна приемного отделения колодца на отметки 105.00 глубина погружения сетки под низкий горизонт воды около 4,6 м. Минимальная ширина сетки:

$$b = \frac{2,025}{4,6} \approx 0,44 \text{ м}$$

При пропуске всего расхода через одну секцию:

$$b = \frac{4,5}{4,6} \approx 1 \text{ м}$$

По справочнику принимаем вращающуюся каркасную сетку с внешним подводом воды марки ТН-1500. Производительность сетки 1-5 м<sup>3</sup>/с. Ширина сетки 2 м. Масса: 1,1-1,4 т.

#### 1.4. Определение расчётных уровней

В приемном отделении:

при нормальном режиме

$$Z_{\text{макс}} = Z_{\text{вув}} - \Sigma h, \text{ м}$$

$$Z_{\text{мин}} = Z_{\text{знув}} - \Sigma h, \text{ м}$$

где,  $Z_{\text{вув}}$ ,  $Z_{\text{знув}}$  - максимальный и минимальный уровень воды в реке при расчётной обеспеченности;

$\Sigma h$  - общие потери напора в водоприемных устройствах, м.

$$Z_{\text{макс}} = 120 - 0,1 = 119,9 \text{ м}$$

$$Z_{\text{мин}} = 110 - 0,1 = 109,9 \text{ м}$$

При аварийном режиме  $Z_{\text{макс}}$  и  $Z_{\text{мин}}$  будут такими же.

Во всасывающем отделении отметки уровней воды будут при нормальном режиме:

$$Z_{l \text{ макс}} = Z_{\text{макс}} - h_c, \text{ м}$$

$$Z_{l \text{ мин}} = Z_{\text{мин}} - h_c, \text{ м}$$

где  $h_c$  - потери напора в сетке, м.

$$Z_{l \text{ макс}} = 119,9 - 0,1 = 119,8 \text{ м}$$

$$Z_{l \text{ мин}} = 109,9 - 0,1 = 109,8 \text{ м}$$

При аварийном режиме:

$$Z_{\text{ав макс}} = 119,9 - 0,2 = 119,7 \text{ м}$$

$$Z_{\text{ав мин}} = 109,9 - 0,2 = 109,7 \text{ м}$$

## **2. Проектирование насосной станции 1 подъема**

### **2.1. Подбор насосов**

Так как водозабор относится к водозаборам со средней производительностью, то для насосной станции выбираем горизонтальные центробежные насосы. Устанавливаем 2 однотипных рабочих насосов, т.к. насосная станция работает равномерно. В соответствии с принятой категорией надежности (I) производим установку двух резервных насосов, однотипных с рабочими.

Для подбора насосов необходимо вычислять производительность одного насоса по формуле:

$$q_n = \alpha \cdot \frac{q_p}{N} \cdot 1,1, \text{ м}^3/\text{с}$$

где,  $q_p$  - расчетная производительность водозаборного сооружения,

$$q_r = \frac{1,8 \cdot 1000}{2} \cdot 1,11 = 999, \text{ л/с}$$

Определяется требуемый напор по формуле:

$$H = H_{\text{ст}} + \Sigma h_{\text{вс}} + \Sigma h_n + 1, \text{ м}$$

Из опыта расчета водозаборных сооружений принимаем  $\Sigma h_{\text{вс}} = 0,1-2 \text{ м}$ ,  $\Sigma h_n = 1-6 \text{ м}$ .  $H_{\text{ст}}$  рассчитываем по формуле:

$$H_{\text{ст}} = (Z_3 + 6) - (Z_{\text{НУВ}} - 0,1 - 0,1) , \text{ м}$$

$$H_{\text{ст}} = (124,00 + 6) - (110 - 0,1 - 0,1) = 20,2 \text{ м}$$

$$H = 20,2 + 0,2 + 5,5 + 1 = 26,9 \text{ м}$$

По каталогу выбираем насос марки Д3200–33 со следующими характеристиками:

Подача  $Q = 3240 \text{ м}^3/\text{ч} = 900 \text{ л/с}$ .

Напор  $H = 32 \text{ м}$ .

Мощность электродвигателя  $N = 315 \text{ кВт}$ .

Частота вращения  $n = 985 \text{ об/мин}$ .

КПД = 88%.

Диаметр рабочего колеса = 550мм.

Допускаемая высота всасывания  $H_{\text{доп.вс}} = 2,9 \text{ м}$ .

Сумский насосный завод. Насос с электродвигателем марки АЗ-400S-6.

## 2.2. Выбор диаметров всасывающих и напорных линий водоводов

По [7] подбираем диаметр всасывающих и напорных трубопроводов.

$$D_{\text{вс}} = 800 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{нап}} = 600 \text{ мм.}$$

## 3. Конструирование водозаборного сооружения.

Основание водоприёмника принимают на 0,5 - 1 м ниже наибольшей глубины у берега. Водоприемник выполняется из железобетона.

В приёмном отделении водозабора устраиваться не менее двух секций с целью обеспечения бесперебойной его работы.

Между приёмным и всасывающим отделениями в перегородке устроены окна, в которых устраиваются сетки. Верх окон должен быть затоплен под аварийный уровень на 0,2 м. Высота окон и сетки подбирается по данным расчётов. Под нижним окном в перегородке оставляется порог, высота которого

принимается 0,5 - 1,0 м со стороны приёмного отделения и 0,3 - 0,5 м - со стороны всасывающего.

Дно во всасывающем отделении должно быть выше, чем в приёмном на 0,2 - 0,5 м для уменьшения поступления песка к всасывающим трубам.

Всасывающие трубы не должны иметь резких поворотов и внезапных расширений. Поворот труб в плане и в вертикальной плоскости осуществляют по кривой с радиусом не менее 0,5 d. Трубы укладываются с подъёмом  $i = 0,005$  к насосам во избежание образования в них воздушных мешков.

Дно секции выполняется с уклоном 0,07 - 0,1 к приямкам для сбора осадка, из которых он удаляется с помощью эжектора или насоса. Углы секций в плане округляются для удобства их очистки. Секции оборудуются лестницами для обслуживания. Толщина стен и дна колодца определяется при расчёте железобетонной конструкции, во многих случаях она составляет от 0,4 до 1,0 м, толщина перегородок - 0,2 - 0,3 м, бетонного основания 0,8 - 2,0 м.

Верх перекрытия шахты водоприёмника должен быть на 1 м выше отметки ВУВ с учётом высоты волны. Для удобства эксплуатации над водоприёмником устраивается павильон из кирпича или сборных железобетонных элементов.

#### **4. Подбор вспомогательного оборудования.**

На водозаборных сооружениях предусматриваются решётки и устройства для очистки решёток сетки и устройства для промывки сеток, устройства для подъёма решёток и сеток, оборудование для удаления осадка из водоприёмных камер, затвор, клапаны, задвижки и колонки управления ими, насосные установки и электро - устройства, система заливки насосов, дренажные насосные установки, система осушения. Оборудование зданий насосных станций первого подъёма. Затворы, задвижки.

#### **5. Берегоукрепление.**

Берегоукрепление в составе узла водозаборных сооружений предназначено: для защиты береговых сооружений от подмыва течением и волнением водных

масс; для сохранения благоприятных форм русла реки и сохранения необходимых глубин у водозаборного сооружения.

Крепление берега состоит из фильтровой подготовки, покрытия и упоров. Фильтровая подготовка предназначена для защиты основания от суффозии из него мелких частиц и устраивается по типу обратного фильтра. Фильтровая подготовка выполнена из одного слоя разнозернистого песчано-гравийного грунта. Покрытие состоит из железобетонных плит. Размеры карт покрытий из сборных омоноличенных плит принимают вдоль уреза воды – 30 м; вдоль откоса – 20 м. Горизонтальные швы покрытий располагают вне зоны максимальных волновых воздействий.

Плотность грунтов откоса должна быть доведена до состояния, исключающего опасные и неравномерные осадки. Плиты размером 3.0х2.5х0.15 м укладывают на сплошной фильтровой подготовке. Плиты проверяются на прочность трещиностойкость. Кроме того плиты рассчитывают на вырывающее воздействие примерзшего к плитам льда, т.к. толщина льда 0,7 м. Отдельные плиты в картах до омоноличивания соединяют между собой сваркой их арматуры. Между картами следует предусматривать деформационные швы, заполняемые асфальтобетоном, с шарнирным соединением стальной арматуры плит. Откосы выше верхней границы основного крепления осуществляют путем покрытия растительным грунтом толщиной 0,3 м с посевом трав.

## **6. Обеспечение рыбозащитных мероприятий.**

В период нереста рыбы на окончательной стадии процесса происходит скат молоди рыбы с мест размножения к местам обитания (с верховьев вниз), причём личинки по мере продвижения превращаются в осознанных мальков. В вечерне - сумеречное время возникает наибольшая опасность попадания личинок и молоди в водоприёмные окна водозаборов. Скат молоди может происходить как при донных слоях, так и в поверхностных, в зависимости от вида рыбы.

К любому водозабору предъявляются требования по защите рыбы. В данном проекте принята скорость втекания  $v = 0,25$  м/с.



## **7. Проектирование зон санитарной охраны.**

Зоны санитарной охраны предусматриваются для обеспечения санитарно-эпидемиологической надежности, и включает в себя:

- зону источника водоснабжения в месте забора воды, включая водозаборные сооружения;
- санитарно-защитную полосу водопроводных сооружений;
- санитарно-защитную полосу водоводов.

Зона источника водоснабжения в месте забора воды состоит из 3 поясов:

Границы I пояса:

- вверх по течению – 200 м;
- вниз по течению – 100 м;
- по прилегающему берегу – 100 м от уреза воды;
- от уреза воды противоположного берега – 100 м.

Территория этого пояса должна быть огорожена и озеленена. В ней запрещено любое строительство, проживание людей и выпуск сточных вод, купание и т.д.

Границы второго пояса устанавливаются:

- вверх по течению не менее 3-5 суток времени протекания воды;
- вниз по течению – 250 м;
- боковые границы – 500 м.

На данной территории надлежит осуществлять должную очистку сточных вод, благоустраивать территорию, производить только санитарную рубку леса.

Границы третьего пояса такие же, как и второго, но не более 3-5 км от водотока или водоема.

### **Список литературы:**

1. Методическое пособие "Водозаборные сооружения для водоснабжения из поверхностных источников", Волгоград 1998
2. СНиП 2.04.02-84 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Москва, 1985
3. Москвитин Б.А., Мирончик Г.М., Москвитин А.С. "Оборудование водопроводных и канализационных сооружений", Москва 1984
4. Абрамов Н.Н. "Водоснабжение", Москва 1982
5. Тугай А.М. "Расчет и конструирование водозаборных узлов". Киев, 1978
6. Москвитин А.С. "Оборудование водопроводно-канализационных сооружений: справочник монтажника", Москва 1979
7. Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев "Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб", Москва 1984
8. Перешивкин А. К. "Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации", Москва, 1970