Кафедра «Гидротехническое и энергетическое строительство»

Курсовая Работа

На тему: **«Бетонная водосбросная плотина»**

Минск 2009

# Содержание

Содержание 2

1. Компоновка сооружений гидроузла 3

2. Гидравлические расчеты 4

2.1 Расчет пропускной способности сифонного водосброса 4

2.2 Расчет сопряжения бьефов 6

2.3 Определение длины крепления русла за водосбросной плотиной 8

3. Конструирование тела плотины и ее элементов 10

3.1 Определение глубины заложения и ширины подошвы плотины 10

3.2 Проектирование поперечного профиля плотины 10

3.3 Конструкция гравитационной плотины 10

3.4 Выбор схемы подземного контура плотины 11

3.5 Конструирование элементов подземного контура плотины 11

3.5.1 Понур 11

3.5.2 Шпунт 12

3.5.3 Дренажные устройства 12

3.6 Конструкция водобоя 12

3.7 Конструкция рисбермы 13

3.8 Конструкция быков 13

3.9 Конструкция береговых устоев 14

4. Расчет фильтрации в основании бетонной плотины 16

5. Расчеты плотины на устойчивость и прочность 19

5.1 Нагрузки и воздействия на плотину 19

5.2 Определение контактных напряжений 20

5.3 Расчет устойчивости плотины на сдвиг 22

5.4 Расчет прочности тела плотины методами сопротивления материалов 24

6. Соображения по пропуску строительных расходов 26

Литература 27

# 1. Компоновка сооружений гидроузла

Речные плотинные гидроузлы всегда носят индивидуальный характер. В связи с разнообразием местных условий нет возможности при сооружении данного гидроузла использовать какие-либо типовые проекты

В состав гидроузла входят земляная плотина из местных материалов и бетонная гравитационная плотина с сифонным водосливом.

Створ плотины выбирается с учетом топографических условий таким образом, чтобы плотина имела минимальную длину. Схема гидроузла должна быть, возможно, более компактной, объем и стоимость работ по возведению сооружений, а также эксплуатационные расходы должны быть, возможно, наименьшими. При русловой компоновке водосливная плотина находится в русле реки.

Грунт основания – песок мелкозернистый, грунт тела плотины – песок среднезернистый.

Высота плотины Нпл=12,4, отметка верха быков – 190 м, максимальный напор Н=8 м, отметка НПУ – 187 м, глубина воды в ВБ при НПУ – 9,4 м.

Заложение верхового откоса земляной плотины – 3, низового – 2,5. Ширина гребня – 10 м.

# 2. Гидравлические расчеты

## 2.1 Расчет пропускной способности сифонного водосброса

Сифонный водосброс состоит из нескольких труб прямоугольного сечения, объединенных в батареи. Гребни отдельных сифонов располагаются на разных отметках с целью недопущения одновременного включения всей батареи при пропуске небольших паводков.

Форма поперечного сечения трубы – прямоугольная, с размерами 2х5 м. Радиус закругления оси горлового участка r0=4 м.

Пропускная способность сифонного водосброса определяется по формуле:



ωвых=a·b=2·5=10 м2 – площадь выходного сечения трубы сифона;

 – напор с учетом скорости подхода;

Н=4 м – геометрический напор;

 – коэффициент расхода;

 – сумма коэффициентов сопротивления.

Суммарный коэффициент сопротивления слагается из:

1. Местное сопротивление на вход: ξвх=0,1
2. Местное сопротивление на плавное сужение: ξпс=kпс ξвнс=0,24·0,3=0,072

 kпс=0,24

1. Местное сопротивление на закругление:  α=90о kα=1 ξ90=0,16
2. Сопротивление на трение по длине:

I участок:  

*l*1=4,4 м 

II участок:  

*l*2=9,9 м 

=0,438 

Пропускная способность одной трубы: 

Необходимое количество труб: 

Ширина водосброса

скорость подхода 



Пропускная способность одной трубы с учетом скорости подхода:



Пропускная способность всего водосброса:



Проверка пропуска максимального катастрофического расхода воды через водосброс производится по условию:



Окончательно принимаемое количество труб n=6.





Таким образом, необходимая пропускная способность сифонного водосброса обеспечена.

Для установления величины вакуума в горловом сечении и сравнивания его с допустимым значением производится определение давлений в сифоне.

Вакуум на оси трубы в горле сифона при :



## 2.2 Расчет сопряжения бьефов

Уровень в ВБ равен НПУ, а УНБ определяется по кривой связи Q=f(h).

При включении всей батареи в НБ сбрасывается 448,8 м3/с. Глубина в НБ в этом случае равна 5,1 м

Глубина воды в сжатом сечении находится по зависмости:



φ=0,95 – коэффициент скорости;

р=9,4 м – высота водослива;

Вс=40 м – ширина потока в сжатом сечении;

Для определения глубины воды в сжатом сечении требуется решить это уравнение методом последовательных приближений.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Q м3/с | hc, м | hкр, м | h'', м | hНБ, м | h''-hНБ, м |
| 448,8 | 0,75 | 2,34 | 5,5 | 5,1 | 0,4 |

h''-hНБ=0,4 м – отогнанный гидравлический прыжок. Для того, что бы бьефы сопрягались в форме затопленного гидравлического прыжка, требуется искусственно затопить его при помощи гасителей энергии.

Расчет водобойной стенки:

Длина водобоя: .

Для лучшего гашения избыточной кинетической энергии потока, ширина водобоя по течению увеличивается. Угол отклонения береговых устоев от оси водобоя составляет 11о.

Ширина водобоя около водобойной стенки: 

Скорость подхода для водобойной стенки: 

Напор на гребне водобойной стенки:



Высота водобойной стенки в первом приближении: dв.ст.=h''-H'=5,5–3,07=2,43 м.

Уточняется коэффициент расхода:



Высота подтопления hп= hНБ –dв.ст.=5,1–2,43=2,67 м, коэффициент подтопления: σп=0,9

Напор на гребне водобойной стенки во втором приближении:



Высота водобойной стенки во втором приближении: dв.ст.=h''-H''=5,5–3,2=2,3 м.

При расчете водобойной стенки требуется выяснить условие сопряжения бьефов за ней.

Глубина воды в сжатом сечении находится по зависимости:  hc=1,3 м.

Критическая глубина: .

Вторая сопряженная глубина:

 – прыжок затоплен.

## 2.3 Определение длины крепления русла за водосбросной плотиной

Во избежание разрушения дна русла за плотиной, дно и берега русла покрываются специальным креплением, которое состоит из водобоя и рисбермы.

Общая длина крепления при сопряжении бьефов в донном режиме определяется по формуле:



Длина рисбермы: 

Ширина рисбермы: 

За горизонтальным участком рисбермы для защиты ее от подмыва устраивается концевое крепление в виде ковша. Глубина ковша отсчитывается от уровня воды в НБ при пропуске расчетного расхода и определяется по зависимости:



 – удельный расход;

V01=2 м/с – допускаемая неразмывающая скорость для засыпки ковша (галька крупностью 30÷100 мм);

χ=1,2 – коэффициент неравномерности распределения удельного расхода;

kр=1,1 – коэффициент, зависящий от условий схода потока с рисбермы.

# 3. Конструирование тела плотины и ее элементов

## 3.1 Определение глубины заложения и ширины подошвы плотины

Для надежного сопряжения плотины с основанием и предотвращения контактной фильтрации подошва плотины выполняется с верховым и низовым подплотинными зубьями. Глубина зубьев – 3,6 м. Ширина зуба по низу – 4 м. Ширина подошвы плотины определяется по зависимости:

bn=(1,75÷2) Z=2·8=16 м Z – разность уровней в ВБ и НБ.

## 3.2 Проектирование поперечного профиля плотины

Поперечный профиль плотины состоит из следующих элементов:

1. Вертикальной напорной грани с консолью;
2. Криволинейного участка (дуга окружности радиусом r1=3 м);
3. Прямолинейного участка;
4. Дуги окружности, описанной радиусом R и сопрягающей поверхность водобоя с прямолинейным участком. 

## 3.3 Конструкция гравитационной плотины

Во избежание появления трещин при температурных деформациях или при неравномерной осадке плотина разрезается на отдельные секции по оси быков.

Для предотвращения фильтрации воды через тело плотины вдоль ее напорной грани устраивается дренаж в виде системы вертикальных дрен круглого сечения, которые располагаются на расстоянии . Дрены имеют диаметр 20 см и располагаются с шагом 2 м.

Для отвода дренажной воды, контроля за работой дрен и состоянием бетона плотины, прокладки коммуникаций, установки конторольно-измерительной аппаратуры, проведения цементации швов, а также ремонтно-восстановительных работ устраиваются продольную галерею. Она располагается выше меженного уровня воды в НБ для обеспечения самотечного отвода воды. Ширина галереи – 2 м, высота – 3 м.

Пол галереи – с уклоном 1/50 в сторону водосбросного кювета, который устраивается у стены галереи.

## 3.4 Выбор схемы подземного контура плотины

Так как плотина располагается на песчаных грунтах бесконечной мощности, то подземный контур состоит из понура, висячего шпунта и дренажа под телом плотины.

## 3.5 Конструирование элементов подземного контура плотины

### 3.5.1 Понур

Понур – водонепроницаемое покрытие в ВБ, которое устраивается для удлинения путей фильтрации. Анкерный понур помимо основного назначения повышает устойчивость плотины.

Длина понура устанавливается в соответствии с расчетом фильтрационной прочности грунта основания и устойчивости плотины. Предварительно длина понура назначается равной . Z=8 м – разность отметок НПУ и минимального уровня НБ.

Понур устраивается из жирной и пластичной глины, укладываемой слоями толщиной 10÷25 см с последующим уплотнением. Толщина понура в начальном сечении – 0,6 м, в месте примыкания понура к телу плотины – 2 м.

Сверху глиняный понур пригружается защитным слоем грунта толщиной 1,5 м, который предохраняется от размыва креплением в виде бетонных плит.

### 3.5.2 Шпунт

Шпунт – вертикальная противофильтрационная преграда, которая является гасителем напора фильтрационного потока. Шпунт располагается со стороны напорной грани плотины, в ее верховом зубе. Глубина забивки шпунта .

### 3.5.3 Дренажные устройства

Горизонтальный дренаж выполняется из крупнозернистого материала (щебня), защищенного обратным фильтром. Обратный фильтр устраивается из 2‑х слоев несвязных грунтов различной крупности (песок крупнозернистый и щебень). Толщина каждого слоя – 40 см.

## 3.6 Конструкция водобоя

Водобой выполняется в виде массивной железобетонной плиты, заканчивающейся зубом. Для интенсификации гашения кинетической энергии потока в пределах водобоя располагается водобойная стенка. Ширина водобоя по течению увеличивается, что способствует лучшему гашению избыточной кинетической энергии потока. Угол отклонения береговых устоев от оси водобоя составляет 11о.

Толщина водобойной плиты определяется из условия ее устойчивости и прочности: 

Vс=Q/(Bc·hc)= 448,8/(40·0,75)=15 м/с – скорость течения в сжатом сечении;

hc=0,75 м – глубина в сжатом сечении.

Для снятия фильтрационного давления на водобойную плиту под ней устраивают плоский дренаж с обратным фильтром. Профильтровавшаяся вода через дренажные колодцы отводится в НБ. Дренажные колодцы имеют диаметр 1 м и располагаются в шахматном порядке через 5 м в ряду с расстоянием между рядами 5 м.

Плиту водобоя отделяют конструктивным швом от тела плотины. В свою очередь, водобойная плита разрезается вдоль течения продольными вертикальными температурно-осадочными швами, которые совпадают с осями быков.

## 3.7 Конструкция рисбермы

Конструкция рисбермы гибкая, при возможных деформациях русла сохраняет свою прочность. Рисберма выполняется из сборных железобетонных плит толщиной 0,5 м и проницаема для фильтрационного потока выходящего в НБ. Плиты с размерами 3х4 м укладываются в шахматном порядке, длинной стороной по течению.

Концевой участок рисбермы выполняется в виде предохранительного ковша с заложением верхового откоса 1:4. Ковш загружается галькой крупностью 30÷100 мм.

В пределах рисбермы подводная часть берегового откоса крепится аналогично самой рисберме.

## 3.8 Конструкция быков

Толщина быков (перегородок между трубами) – 2 м. Отметка верха быков назначается с учетом отметки гребня глухой плотины, наличия мостового перехода и его габаритов по высоте. Исходя из этих условий, высота быка принимается на 2 м выше ФПУ.

10м

ФПУ

188

177,6

2м

Длина быка назначается из условия размещения транспортного моста. Ширина проезжей части моста определяется его габаритом и шириной тротуаров. Габарит моста Г‑8, ширина проезжей части – 6 м, ширина тротуаров 2х0,75 м, ширина полос безопасности 2х1,0 м.

С учетом выше сказанного длина быка Lб=10 м.

## 3.9 Конструкция береговых устоев

Лицевая грань устоев в пределах водослива делается аналогичной граням быков.

Береговой устой состоит из трех частей: вертикальной продольной стенки, параллельной быкам на всю длину водослива; верховой и низовой сопрягающих стенок.

Продольная вертикальная стенка объединяется с водосливной частью плотины в единую конструкцию. Отметка гребня вертикальной продольной стенки равна отметке верха быка.

Верховой и низовой открылки выполняются в виде уголковых подпорных стен. Продольная стенка отрезается от открылков конструктивными швами, которые в свою очередь разрезаются температурно-осадочными швами на секции длиной 10 м. Водонепроницаемость швов обеспечена при помощи гидроизоляционных шпонок. Верховые и низовые открылки расширяются в плане под углом 11о. Толщина открылков по верху – 0,5 м.

# 4. Расчет фильтрации в основании бетонной плотины

Фильтрация под плотиной является напорной.

На подошву плотины действуют взвешивающее и фильтрационное давление. Суммарное давление (противодавление) на подошву плотины вычисляется по формуле:



 

γ – удельный вес воды;

l=1 м – длина расчетной секции плотины;

Sвз, Sф – площадь эпюры взвешивающего и фильтрационного давления, соответственно;

α2 – коэффициент эффективной площади противодавления.

Фильтрационный расчет подземного контура плотин на нескальном основании выполняется по методу коэффициентов сопротивлений. Подземный контур приводится к расчетной схеме путем исключения различного рода деталей, существенно не влияющих на результаты расчета. Расчет выполняется на 1 погонный метр плотины.

Глубина активной зоны фильтрации определяется по зависимости:

 – при 

l0 – длина горизонтальной проекции подземного контура;

S0 – длина вертикальной проекции подземного контура.

Так как Т*д*= ∞ > Т’ак=15,78 м, то Т’рас = Т’ак=15,78 м.

Схематизированный подземный контур разбивается на ряд участков, для которых вычисляются коэффициенты сопротивления.

1. Плоский вход и уступ.



1. Горизонтальный участок 1.



1. Уступ.



1. Горизонтальный участок 2.

Т. к. , то 

1. Шпунт.



1. Горизонтальный участок 3.

Т. к. , то 

1. Уступ и плоский выход.



Сумма коэффициентов сопротивления всех участков контура 

Потеря напора на каждом участке контура определяется по зависимости: , а каждая следующая ордината эпюры фильтрационного давления определяется путем вычитания из предыдущей ординаты потерь напора на рассматриваемом участке.

 

 

 

 

 

 

 

Фильтрационная прочность грунта будет обеспеченна при выполнении условия .

Контролирующий градиент: .

Допустимый градиент: .

# 5. Расчеты плотины на устойчивость и прочность

## 5.1 Нагрузки и воздействия на плотину

В основное сочетание нагрузок входят: собственный вес плотины с учетом веса находящихся на ней постоянных устройств, гидростатическое, фильтрационное и волновое давления воды, активное давление грунта и давление наносов со стороны ВБ.

Нагрузки определяются для выделенной расчетной секции. Длина расчетной секции равна 1 м.

Собственный вес плотины находится путем разбивки поперечного профиля плотины на ряд элементов правильной формы, определения их объема и умножения на удельный вес бетона. Аналогично определяется пригрузка воды и грунта.

Гидростатическое давление воды определяется обычными методами гидравлики. Так сила гидростатического давления со стороны ВБ равна ;

Со стороны НБ – .

Для определения волнового давления необходимо знать расчетную высоту волны h в ВБ.

Высота волны 1%-й обеспеченности . k1%=2,1

 – средняя высота волны, которая зависит от безразмерных величин *gt/Vw* и *gL/ Vw2.*

*Vw*=19 м/с – расчетная скорость ветра на высоте 10 м над уровнем водоема.

L=6000 м – длина разгона волны.

 

 

 

Сила волнового давления равна 

Активное давление грунта (гор. составляющая):



Давление наносов со стороны ВБ:



Сила взвешивающего давления:.

Сила фильтрационного давления:.

В соответствии со СНиП 2.06.06–85 коэффициенты надежности по нагрузке принимаются равными единице, следовательно, расчетные нагрузки будут нормативными.

## 5.2 Определение контактных напряжений

Определение нормальных напряжений на контакте бетонная плотина – основание необходимо для расчета прочности сооружения, а также оценки несущей способности основания.

Расчет удобно выполнять в табличной форме.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование сил | Буквенное обозначение | Расчетные формулы | Величина силы, кН | Плечо, м | Момент относительно т. О, кН·м |
| Собственный вес плотины | Р1 | 0,5\*10\*7,4\*1\*24 | 888 | -1 | -888 |
| Р2 | 0,5\*7,4х5\*1\*24 | 444 | -4,3 | -1909,2 |
| Р3 | 10\*4\*1\*24 | 960 | -1 | -960 |
| Р4 | 0,5\*2\*3\*1\*24 | 72 | -6,7 | -482,4 |
| Р5 | 2\*2\*1\*24 | 96 | -7 | -672 |
| Р6 | 1\*2\*1\*24 | 48 | -5 | -240 |
| Р7 | 0,5\*1\*1\*1\*24 | 12 | -3,7 | -44,4 |
| Р8 | 0,5\*1\*1\*1\*24 | 12 | 3,7 | 44,4 |
| Р9 | 4\*3,6\*1\*24 | 345,6 | 6 | 2073,6 |
| Р10 | 0,5\*2\*1,4\*1\*24 | 33,6 | 4,5 | 151,2 |
| Пригрузка воды в ВБ | GВБ | 0,5\*(11+8)\*2\*1\*9,81 | 186,39 | -7 | -1304,73 |
| Пригрузка воды в НБ | GНБ | 0,5\*4\*1,4\*1\*9,81 | 27,468 | 6,7 | 184,0356 |
| Пригрузка грунта | Gгр | 0,5\*1\*1,6\*1\*2,66 (1–0,4) | 1,2768 | -7,7 | -9,83136 |
| Сумма | | | 3126,3348 |  |  |
| Сила взвешивающего давления | Wвз | (4\*16+1\*9)\*1\*9,81 | 716,13 | 0 | 0 |
| Сила фильтрационного давления | Wф | (2\*5,37+3 \*1,67)\*1\*9,81 | 154,5075 | -6,2 | -957,9465 |
| Сумма | | | 870,6375 |  |  |
| Сила гидростат. давления со стороны ВБ | W1 | 0,5\*132\*1\*9,81 | 828,9 | 4,4 | 3647,358 |
| Сила волнового давления | Wв | 0,5\*9,8\*0,9\*1\*9,81 | 43,2621 | 11,4 | 493,18794 |
| Сила активного давления грунта | Еа | 0,5\*15,7\* 3,62\*tg2(45–30/2)\*1 | 33,91 | 1,2 | 40,692 |
| Давление наносов | Ен |  | 3 | 4 | 12 |
| Сумма | | | 909,1 |  |  |
| Сила гидростат. давления со стороны НБ | W2 | 0,5\*52\*1\*9,81 | 122,6 | -1,6 | -196,2 |
| Сумма | | | 122,625 | Сумма М | -1018,2343 |

Нормальные напряжения в основании плотины определяются по формуле внецентренного сжатия:.

N=2255,7 кН – равнодействующая всех вертикальных сил;

F=bL=16·1=16 м2 – площадь подошвы секции плотины;

ΣМ=-1018,2343 кН·м – суммарный момент всех сил относительно точки О;

 – момент сопротивления подошвы секции плотины.

 > 0;

 

nс=1 – коэффициент сочетания нагрузок;

m=1 – коэффициент условий работы;

kн=1,1 – коэффициент надежности (IV класс капитальности);

R0=270 кПа – расчетное сопротивление грунта основания плотины.



Коэффициент неравномерности нагрузок:



## 5.3 Расчет устойчивости плотины на сдвиг

Для оснований сложенных глинистыми грунтами расчет по схеме плоского сдвига можно выполнять при выполнении условия:

σmax – максимальное нормальное напряжение в основании плотины;

b – ширина плотины по основанию;

γвз – удельный вес грунта основания во взвешенном состоянии;

Б – безразмерный критерий, принимаемый равным 3 для всех грунтов кроме плотных песков.

За расчетную поверхность сдвига принимается плоскость, проходящая по подошвам зубьев.

Определение нагрузок и воздействий на расчетную секцию плотины удобно вести в табличной форме.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование сил | Буквенное обозначение | Расчетные формулы | Величина силы, кН |
| Собственный вес плотины | Р1 | 0,5\*10\*7,4\*1\*24 | 888 |
| Р2 | 0,5\*7,4х5\*1\*24 | 444 |
| Р3 | 10\*4\*1\*24 | 960 |
| Р4 | 0,5\*2\*3\*1\*24 | 72 |
| Р5 | 2\*2\*1\*24 | 96 |
| Р6 | 1\*2\*1\*24 | 48 |
| Р7 | 0,5\*1\*1\*1\*24 | 12 |
| Р8 | 0,5\*1\*1\*1\*24 | 12 |
| Р9 | 4\*3,6\*1\*24 | 345,6 |
| Р10 | 0,5\*2\*1,4\*1\*24 | 33,6 |
| Пригрузка воды в ВБ | GВБ | 0,5\*(11+8)\*2\*1\*9,81 | 186,39 |
| Пригрузка воды в НБ | GНБ | 0,5\*4\*1,4\*1\*9,81 | 27,468 |
| Пригрузка грунта | Gгр | 0,5\*1\*1,6\*1\*2,66 (1–0,4) | 1,2768 |
| Сумма | | | 3126,3348 |
| Сила взвешивающего давления | Wвз | (4\*16+1\*9)\*1\*9,81 | 716,13 |
| Сила фильтрационного давления | Wф | (2\*5,37+3 \*1,67)\*1\*9,81 | 154,5075 |
| Сумма | | | 870,6375 |
| Сила гидростат. давления со стороны ВБ | W1 | 0,5\*132\*1\*9,81 | 828,945 |
| Сила волнового давления | Wв | 0,5\*9,8\*0,9\*1\*9,81 | 43,2621 |
| Сила активного давления грунта | Еа | 0,5\*15,7\* 3,62\*tg2(45–30/2)\*1 | 33,91 |
| Давление наносов | Ен |  | 3 |
| Сумма | | | 909,1 |
| Сила гидростат. давления со стороны НБ | W2 | 0,5\*52\*1\*9,81 | 122,63 |
| Сумма горизонтальных сил | | | 786,5 |

При выполнении условия  плотина будет устойчива на сдвиг.

nс=1 – коэффициент сочетания нагрузок;

kн=1,1 – коэффициент надежности;

m=1 – коэффициент условий работы;

Nр=786,5 кН – расчетное значение сдвигающей силы;

 – расчетное значение силы предельного сопротивления при сдвиге;



Устойчивость на сдвиг обеспечена.

## 5.4 Расчет прочности тела плотины методами сопротивления материалов

Расчет прочности материала тела плотины выполняется для эксплутационного случая при основном сочетании нагрузок. Расчетное сечение II–II проходит в месте ослабления профиля продольной галереей.

Все силы и нагрузки действующие на плотину сводятся в таблицу.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование сил | Буквенное обозначение | Расчетные формулы | Величина силы, кН | Плечо, м | Момент относительно т. О1, кН·м |
| Собственный вес плотины | Р1 | 0,5\*10\*7,4\*1\*24 | 888 | 0 | 0 |
| Р2 | 0,5\*7,4х5\*1\*24 | 444 | -3,3 | -1465,2 |
| Сумма | | | 1332 |  |  |
| Сила гидростат давления со стороны ВБ | W’1 | 0,5\*82\*1\*9,81 | 313,9 | 2,7 | 847,53 |
| Сила волнового давления | Wв | 0,5\*9,8\*0,9\*1\*9,81 | 43,3 | 6,4 | 277,12 |
| Сумма | | | 357,2 | Сумма М | -340,55 |

Нормальные напряжения в расчетном сечении определяются по формуле внецентренного сжатия:.

N=1332 кН – равнодействующая всех вертикальных сил;

F=(10–2)·1=8 м2 – площадь сечения расчетной секции плотины;

ΣМ=-340,55 кН·м – суммарный момент всех сил относительно точки О1;

 – момент сопротивления расчетного сечения.

 

Главные нормальные напряжения, действующие по площадкам, нормальным к граням плотины, определяются по зависимостям:

На напорной грани плотины  > 0;

На низовой грани плотины.

,  – нормальные напряжения, соответственно, на напорной и низовой гранях плотины.

m1, m2 – заложения напорной и низовой граней плотины, соответственно.

у=8 м – заглубление расчетного сечения под НПУ;

γ=9,81 кН/м3 – удельный вес воды.



Прочность в расчетном сечении обеспечена.

nс=1 – коэффициент сочетания нагрузок;

kн=1,15 – коэффициент надежности;

m=0,9 – коэффициент условий работы бетона;

Rпр=8,5 МПа=850 кПа – расчетное сопротивление бетона на осевое сжатие.

# 6. Соображения по пропуску строительных расходов

Пропуск строительных расходов осуществляется без отвода реки из ее бытового русла. Строительство гидроузла ведется в 2 очереди:

1. Под защитой строительной перемычки 1‑й очереди сифонный водосброс. Пропуск строительных расходов осуществляется через левый рукав реки.
2. Под защитой строительной перемычки 2‑й очереди отсыпается грунтовая плотина. Пропуск строительных расходов осуществляется через трубы уложенные в левом рукаве реки.
3. После возведения сифонного водосброса и грунтовой плотины трубы забиваются бетонной пробкой.

*Строительные перемычки 1-й очереди*

*Грунтовая плотина из местных материалов*

# Литература

1. Методическое пособие к курсовому проекту «Бетонная водосбросная плотина» для студентов специальности Т.29.04 – «Гидротехническое строительство» Г.Г. Круглов. Минск 1994.
2. Гидравлические расчеты водосбросных гидротехнических сооружений: Справочное пособие / Под ред. Д.Д. Лаппо. – М.: Энергоатомиздат, 1988. –432 с.
3. СНиП 2.06.04 – 82. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). – М.: Стройиздат, 1982. –40 с.
4. СНиП 2.06.06 – 85 Плотины бетонные и железобетонные. – М.: Стройиздат, 1986. –37 с.