**Построение бетонной плотины**

Курсовую работы выполнила Еронько Ирина 3016/I группы

МВ и ССО РФ

Санкт-Петербургский Государственный технический университет

Гидротехнический факультет, кафедра гидравлики

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

1996

**Cодержание**

1. Расчет бетонной плотины

1.1 Построение эпюр избыточного гидростатического давления для граней плотины

1.2 Построение эпюр горизонтальной составляющей силы избыточного гидростатического давления , действующего на бетонное тело плотины

1.3 Построение эпюр вертикальной составляющей силы избыточного гидростатического давления , действующего на грани плотины

1.4 Определение величины и линии действия силы избыточного гидростатического давления

1.5 Построение эпюры горизонтальной составляющей силы избыточного гидростатического давления , действующего на обшивку затвора

1.6 Построение поперечного сечения “ тела давления ” для обшивки затвора

1.7 Определение величины и линии действия силы избыточного гидростатического давления , действующего на обшивку затвора

2. Расчет автоматического затвора

2.1 Определение величины силы , действующей на затвор

2.2 Определение положения горизонтальной оси затвора

Примечание: 1. нахождение площади эпюры вертикальной составляющей силы избыточного гидростатического давления , действующей на затвор плотины (Ωэп) Pz

Литература

**1. Расчет бетонной плотины .**

**1.1 Построение эпюр избыточного гидростатического давления для граней плотины .**

Для построение эпюр избыточного гидростатического давления отложим в точках 0, 1, 2, 3, 4 перпендикулярно граням отрезки , числено равные величинам давления в них . Избыточное гидростатическое давление в каждой точке определяется зависимостью :

 *pi = γ hi ,* (1.1)

где *γ* - удельный вес жидкости , *Н/м3*; *hi* - заглубление *i*-ой точки под свободной поверхностью воды *, м* .

Давление в выше указанных точках будет равно :

*p0 = γ h0 = 104 Н/м3. 3.2 м = 3.2 .104 Н/м2;*

*p1 = γ h1 =104 Н/м3. 8 м = 8 .104 Н/м2;*

*p2 = γ h2 =104 Н/м3. 10.6 м = 10.6 .104 Н/м2;*

*p3 = γ h3 =104 Н/м3. 4.2 м = 4.2 .104 Н/м2;*

*p4 = γ h4 =104 Н/м3. 0 м = 0 Н/м2 .*

 Соединив последовательно концы отложенных отрезков , получим эпюры давления на участки *0 - 1 , 1 - 2* и *3 - 4* плотины . ( рис. 1.1 )

**1.2 Построение эпюр горизонтальной составляющей силы избыточного гидростатического давления , действующего на бетонное тело плотины .**

 Для построения эпюры горизонтальной составляющей силы избыточного гидростатического давления крайние точки *0* и *2* смачиваемой жидкостью поверхности *0 - 1 - 2* и крайние точки *3* и *4* смачиваемой жидкостью поверхности *3 - 4* проектируются на вертикальные линии. Затем для полученных проекций поверхностей *0’ - 2’* и *3’ - 4’* строятся эпюры избыточного гидростатического давления площади которых числено равны величине *Px( 0 - 1 - 2 ) и Px( 3 - 4 )* . Силы *Px( 0 - 1 - 2 ) и Px( 3 - 4 )* проходят через центры тяжести этих эпюр . ( рис 1.2 )

**1.3 Построение эпюр вертикальной составляющей силы избыточного гидростатического давления , действующего на грани плотины .**

Эпюрами, выражающими вертикальную составляющую силы избыточного гидростатического давления , являются поперечные сечения “ тел давления ”. Чтобы построить поперечные сечения “ тел давления “ через крайние точки *0* и *2* смачиваемой жидкостью поверхности *0 - 1 - 2* и крайние точки *3* и *4* смачиваемой жидкостью поверхности *3 - 4* проводятся вертикальные линии до пересечения с горизонтом жидкости ( или его продолжением ) . Фигуры , ограниченные этими вертикалями , горизонтом жидкости ( или его продолжением ) и самими поверхностями , представляют собой поперечные сечения “ тел давления “ . Площади этих фигур числено равны величине *Pz( 0 - 1 - 2 )* и *Pz( 3 - 4 )* . Силы *Pz( 0 - 1 - 2 )* и *Pz( 3 - 4 )* проходят через центры тяжести этих эпюр . ( рис. 1.2 )

**1.4 Определение величины и линии действия силы избыточного гидростатического давления на поверхность *0 - 1 - 2* и *3 - 4* плотины .**

Величина горизонтальной составляющей силы гидростатического давления будет равна :

*Pxi = (Ωэп) Pxi . b . γ ,*  ( 1.2 )

где *(Ωэп) Pxi* - площадь *i-*ой эпюры горизонтальной составляющей силы избыточного гидростатического давления , *м2* ; *b* - ширина плотины , *м* ( *b=1м* ).

Площадь эпюры горизонтальной составляющей силы избыточного гидростатического давления для грани *0 - 1 - 2* будет равна площади трапеции *0’0’’2’’2’* :

*(Ωэп) Px( 0 - 1 - 2 ) = (0’0’’ + 2’2’’)(h1 - H)/2 = (3.2+10.6)(10.6 - 3.2)/2 = 51.06 м2 ;*

*Px( 0 - 1 - 2 ) = 51.06 .1 .104 = 51.06 .104 Н .*

Площадь эпюры горизонтальной составляющей силы избыточного гидростатического давления

для грани *3 - 4* будет равна площади треугольника *3’3’’4’* :

*(Ωэп) Px( 3 - 4 ) = h32/2 = 4.22/2 = 8.82 м2 ;*

*Px( 3 - 4 ) = 8.82 .1 .104 = 8.82 .104 Н .*

Величина вертикальной составляющей силы гидростатического давления будет равна :

*Pzi = (Ωэп) Pzi . b . γ ,* ( 1.3 )

где *(Ωэп) Pzi -* площадьпоперечного сечения *i-*ого“ тела давления “.

Площадь эпюры вертикальной составляющей силы избыточного гидростатического давления для грани *0 - 1 - 2* будет равна площади трапеции *12’’’0’’’0* :

*(Ωэп) Pz( 0 - 1 - 2 ) = (0’’’0+2’’’1)2’’’0’’’/2 = (3.2+8.0) .3.2/2 = 17.92 м2 ;*

*Pz( 0 - 1 - 2 )= 17.92 .1 .104= 17.92 .104 Н .*

Площадь эпюры вертикальной составляющей силы избыточного гидростатического давления для грани *3 - 4* будет равна площади треугольника *43’’’3* :

*(Ωэп) Pz( 3 - 4 ) = 3’’’4 . 3’’’3/2 = 4.2 . 8.4/2 = 17.64 м2 ;*

*Pz( 3 - 4 ) = 17.64 .1 .104 = 17.64 .104 Н .*

Величина силы гидростатического давления вычисляется по формуле :

*Рi = ( Pxi 2 + Pzi 2) .* ( 1.4 )

Положение линии действия силы избыточного гидростатического давления определяется углом наклона линии действия силы к горазонтали , тангенс этого угла равен :

*tgαi = Pzi /Pxi, ,* ( 1.5 )

где *αi -* угол наклоналинии действия силы избыточного гидростатического давления , действующей на *i*-ую грань плотины.

Величина силы избыточного гидростатического давления , действующей на грань *0 - 1 - 2* плотины будет равна :

*Р( 0 - 1 - 2 ) =(( 51.06 .104)2+( 17.92 .104)2)= 54.11 .104 H .*

Угол наклоналинии действия силы избыточного гидростатического давления , действующей на грань *0 - 1 - 2* плотины будет равен :

*tgα( 0 - 1 - 2 ) = 17.92 .104/ 51.06 .104 = 0.35 ;*

*α( 0 - 1 - 2 ) ≈ 19° .*

Величина силы избыточного гидростатического давления , действующей на грань *3 - 4* плотины будет равна :

*Р( 3 - 4 ) =(( 8.82 .104)2+( 17.64 .104)2)= 19.72 .104 H .*

Угол наклоналинии действия силы избыточного гидростатического давления , действующей на грань *3 - 4* плотины будет равен :

*tgα( 3 - 4 ) = 17.64 .104/ 8.82 .104 = 2 ;*

*α( 3 - 4 ) ≈ 63° .*

**1.5 Построение эпюры горизонтальной составляющей силы избыточного гидростатического давления , действующего на обшивку затвора .**

Для построения эпюры горизонтальной составляющей силы избыточного гидростатического давления крайние точки *0* и *а* смачиваемой жидкостью поверхности *0 - а* и крайние точки проектируются на вертикальную линию . Затем для полученной проекции поверхности *0’ - а’* строится эпюра избыточного гидростатического давления . ( рис. 1.3 )

**1.6 Построение поперечного сечения “ тела давления ” для обшивки затвора .**

Для построения поперечного сечения “ тела давления ” через крайние точки *0* и *а* смачиваемой жидкостью поверхности *0 - а* проводятся вертикальные линии до пересечения с горизонтом жидкости ( или его продолжением ) . Фигура , ограниченная этими вертикалями , горизонтом жидкости ( или его продолжением ) и самой поверхностью , представляет собой поперечное сечение “тела давления“ . ( рис. 1.3 )

**1.7 Определение величины и линии действия силы избыточного гидростатического давления , действующего на обшивку затвора .**

Величину горизонтальной составляющей силы избыточного гидростатического давления находим по формуле ( 1.2 ) . Площадь эпюры равна площади треугольника *0’0’’a’ :*

*(Ωэп) Px = H2/2 = 3.22/2= 5.12 м2 ;*

*Px = 5.12 .1 .104 = 5.12.104 Н .*

Величину вертикальной составляющей силы избыточного гидростатического давления находим по формуле ( 1.3 ) .Площадь эпюры равна площади криволинейной трапеции *0’’’a0 :*

*(Ωэп) Pz = 2.07 м2 ; ( расчет см. в примечании )*

*Pz= 2.07 .1.104 = 2.07 .104 Н .*

Величину силы избыточного гидростатического давления находим по формуле ( 1.4 ) , а угол наклона линии действия этой силы - по формуле ( 1.5 ) . Так как затвор представляет собой круглоцилиндрическую поверхность , то результирующая сила избточного гидростатического давления проходит через центр окружности , являющейся направляющей линией поверхности .

*Р=((5.12 .104)2+( 2.07 .104)2)= 5.52 .1 .104 H ;*

*tgα = 2.07 .104/ 5.12 .104 = 0.4 ;*

*α ≈ 22° .*

**2. Расчет автоматического затвора .**

**2.1 Определение величины силы , действующей на затвор .**

Сила избыточного гидростатического давления , действующей на обшивку затвора расчитвается по формуле :

*P = Pc . S ,* ( 2.1 )

где *Pc -* абсолютное гидротатическое давление в точке , являющейся центром тяжести затвора , *Н/м2* ; *S -* площадь затвора , *м2.*

Площадь затвора равна площади овала и определяется по формуле :

*S = π .ab = 3.14 .1.2 .0.84 = 3.17 м2 .*

Давление в центре тяжести затвора находится по формуле :

*Pc = ρ .g .hc ,* ( 2.2 )

где *ρ* - плотность жидкости , *кг/м3* ;*g -* ускорение свободного падения , *м/с2*; *hc -* - заглубление центра тяжести затвора под свободной поверхностью воды *, м* .

*Pc = 1000 . 9.81 . 1.2 = 1.18 . 104 .*

Сила , действующая на затвор будет равна :

*P = 1.18 . 104 . 3.17 = 3.74 . 104 Н .*

**2.2 Определение положения горизонтальной оси затвора .**

Для того , чтобы затвор был неподвижен при данном уровне воды ( горизонте жидкости ) , горизонтальная ось затвора должна проходить через центр давления . ( рис. 2.1 )

Центр давления будет иметь координату :

*yD = yC + e ,* ( 2.3 )

где *yD -* координата центра давления , *м* ; *yC* - координата центра тяжести , *м* ; *e* - эксцентриситет , *м* .

Эксцентриситет определяется по формуле :

*e = Ic / S . yC* , ( 2.4 )

где *Ic* - момент инерции затвора относительно горизонтальной оси , проходящей через центр тяжес-ти , *м4* .

Момент инерции сечения будет равен моменту инерции овала и ищется по формуле :

*Ic = π . a3b / 4 = 3.14 . 1.23 . 0.84 / 4 = 1.14 м4 .*

Указанные выще параметры затвора будут равны :

*e = 1.14 / 3.17 . 2.4 = 0.15 м ;*

*yD = 2.4 + 0.15 = 2.55 м .*

*Примечание: 1. нахождение площади эпюры вертикальной составляющей силы избыточного гидростатического давления , действующей на затвор плотины (Ωэп) Pz .*

*SOBa = (Ωэп) Pz = SABCD - SOAD - SDaC - SDOa*

*SABCD= AB .AD*

*AB = OB + OA*

*OB = H = 3.2 м*

*OA = a = 0.64 м*

*AB = 3.2 + 0.64 = 3.84 м*

*AD = ( OD2 - OA2)*

*OD = R = 4.8 м*

*AD = ( 4.82 - 0.642) = 4.76 м*

*SABCD= 3.84 . 4.76 = 18.27 м2*

*SOAD= OA . AD . 0.5 = 0.64 . 4.76 . 0.5 = 1.52 м2*

*SDaC= DC . aC*

*DC = AB = 3.84 м*

*aC = ( aD2 - DC2)*

*aD = R = 4.8 м*

*aC = ( 4.82 - 3.842) = 2.88 м*

*SDaC= 3.84 . 2.88 = 5.53 м2*

*SDOa= π . DO2 . α / 360°*

*α = ∠ aDO = 90° - β - γ*

*β = ∠ aDC = arcsin( aC / aD)= arcsin(2.88 / 4.8)= arcsin(0.6) ≈ 36.87°*

*γ = ∠ ODA = arcsin(OA / OD)= arcsin(0.64 / 4.8)= arcsin(0.13) ≈ 7.66°*

*α = 90° - 36.87° -7.66° = 45.47°*

*SDOa= 3.14 . 4.82 . 45.47° / 360° = 9.14 м2*

*SOBa = 18.27 - 1.52 - 5.53- 9.14 = 2.07 м2*

*(Ωэп) Pz = 2.07 м2*

**Список литературы**

1. Чугаев Р.Р. Гидравлика ( техническая механика жидкости ) . - Л.: Энергоиздат , 1982. - 672 с.

2. Кожевникова Е.Н. , Орлов В.Т. Методические указания по выполнению курсовых и расчетно-графических работ по курсу гидравлики . - Л. : Издание ЛПИ им. М.И. Калинина , 1985. - 48 с.