**Расчет дюкера**

**Дюкер под автомобильной дорогой**

Данные для расчета дюкера:

H

h

α

L 2

**L**3

**L**1

const

const



|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N | Q  (м3/c) | H  (м) | h  (м) | Lд  (м) | L2  (м) |
| 11 | 8.5 | 6.1 | 3.4 | 20 | 11 |

L1=L3

α=300

Q=const

**Задача №1**

Построение эпюр гидростатического давления на плоскую поверхность В

ρgh

h



ρgh = 1000\*9.81\*3.4 = 33354 кг/м\*с2

**Задача №2**

Графическое определение суммарной силы гидростатического давления на плоскую поверхность и центр давления A

H

D

C

P

C - центр давления.

D – точка приложения суммарной силы гидростатического давления.

H/2 = 6.1 / 2 = 3.05 м. – ордината центра тяжести эпюры

H/3 = 6.1 / 3 = 2.03 м. – ордината точки приложения суммарной силы гидрост. давления

P = Ω\*b = 0.5\* ρgH2b = 0.5\*1000\*9.81\*6.12 \*1 = 182.5 кПа

Ω - площадь эпюры, b – ширина стенки b=1 п.м.

**Задача №3**

Аналитическое определение суммарной силы гидростатического давления на плоскую поверхность и координат центра давления. А

H

α

D

C



hц.т. = H / 2 = 3.05 м.

hц.д. = 2H / 3 = 4.06 м.

Lц.т. = H / sinα = 3.05 м.

Ι = b\*H3 / 12 = 18.9 м4

P = ρgh ц.т.ω = 1000\*9.81\*3.05\*1\*6.1 = 182.5 кПа ω – площадь стенки

Координата центра давления: L ц.д. = L ц.т. + I/ ωLц.т.

L ц.д. = 3.05 +18.9/6.1\*1\*3.05 = 4.06 м.

**Задача №4**

Определение диаметра короткого трубопровода при истечении в атмосферу.

Для дюкера: определение размеров стенок дюкера при истечении под уровень.

Исходные данные:

t в = 100C

ν = 0.00000131 м2/с

Материал трубы: сталь

Шероховатость трубы: δ = 0.06 мм. Трубы цельносварные новые в хорошем состоянии.

Коэффициент шероховатоcти: n = 0,011. Трубы без засорений.

Коэффициенты потерь:

ξ поворота = 0.2

ξ входа = 0.5

ξ выхода = 1.0

Q = 8.5 м3/с

h = 3.4 м.

H = 6.1 м.

Lд = 20 м.

Расчет дюкера:

определяем напор H = H- h = 6.1 – 3.4 = 2.7 м.

Q = μω(2gH)1/2 → μω = Q / (2gH)1/2 = 8.5 / (2\*9.81\*2.7)1/2 = 1.17 м2

Задаемся стороной дюкера a. b = const

Площадь: ω = a\*b

Смоченный периметр: χ = 2\*a + 2\*b

Гидравлический радиус: R = ω / χ

Скорость: V = Q / ω

Число Рейнольдса: Re = 4\*V\*R / ν

Число Рейнольдса квадратичное: Reкв = 21.4 \*n-1 R1/64R / δ

При 105<Re<Reкв 3 зона движения

При Re>Reкв 4 зона движения

Коэффициент гидравлического трения: λ = 0.11 \* (δ/4R + 68/Re)0.25

Вычисляем коэффициент потерь на трение: λl / 4R

Определяем коэффициент расхода: μ = 1 / (λl / 4R + Σξм.с.)1/2

Определяем μω

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a,  м. | b,  м. | ω,  м2 | χ  м. | R  м. | V,  м/с | Re | Зона | λ | λl / 4R | Σξм.с | μ | μω |
| 2 | 1 | 2 | 6 | 0.33 | 4.25 | 4282442 | 3 | 0.05 | 0.77 | 1.9 | 0.61 | 1.22 |
| 1.5 | 1 | 1.5 | 5 | 0.3 | 5.67 | 5190839 | 3 | 0.052 | 0.87 | 1.9 | 0.6 | 0.9 |
| 2.5 | 1 | 2.5 | 7 | 0.36 | 3.4 | 3737404 | 3 | 0.049 | 0.69 | 1.9 | 0.62 | 1.55 |

Строим график зависимости a от μω

1.55

0.91

1.17

μω

a

1

1.5

1.74

2

2.5

0

1.22



Найденная по графику величина стороны дюкера a = 1.74 м. Для практических целей принимаем a = 1.80 м. b = 1 м.

Тогда с учетом новых размеров дюкера:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a,  м. | b,  м. | ω,  м2 | χ  м. | R  м. | V,  м/с | Re | Зона | λ | λl / 4R | Σξм.с | μ | μω |
| 1.8 | 1 | 1.8 | 5.6 | 0.32 | 4.72 | 4614079 | 3 | 0.051 | 0.80 | 1.9 | 0.6 | 1.1 |

Суммарные потери:

Потери по длине: hдл = λl / 4R \* V2/2g = 0.91

Потери на вход: hвх = ξм.с вх \* V2/2g = 0.56

Потери на выход: hвых = ξм.с вых \* V2/2g = 1.1

Потери при повороте: hпов = ξм.с пов \* V2/2g = 0.23

**Задача №6**

Определить Qmax при уровне воды в нижнем бьефе, равном нулю.

Это означает, что напор H = 6.1 м.

Определяем μω, при a = 1.8 м. и b = 1 м.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a,  м. | b,  м. | ω,  м2 | χ  м. | R  м. | V,  м/с | Re | Зона | λ | λl / 4R | Σξм.с | μ | μω |
| 1.8 | 1 | 1.8 | 5.6 | 0.32 | 4.72 | 4614079 | 3 | 0.051 | 0.80 | 1.9 | 0.6 | 1.1 |

Qmax = μω(2gH)1/2 = 1.1 \* (2 \* 9.81 \* 6.1)1/2 = 12.03 м3/с