**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ГИДРАВЛИКЕ**

**для студентов заочной и дистанционной форм обучения**

*Составил доц. Дорошенко В.А.,2021*

**Таблица вариантов**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вар-нтианты | Номера задач и вариантов | | | | | |
| **I** | **II** | **III** | **IV** | **V** | **VI** |
| **1** | 1. *10* | **2** – *1* | **4** – *5* | **6** – *1* | **7** – *6* | **10** – *5* |
| **2** | **2** – *2* | **3** – *1* | **5** – *1* | **7** – *5* | **8** – *1* | **9** – *3* |
| **3** | **1** – *2* | **2** – *7* | **4** – *4* | **6** – *2* | **7** – *7* | **10** – *4* |
| **4** | **2** – *3* | **3** – *2* | **5** - *2* | **7** – *4* | **8** – *2* | **9** – *4* |
| **5** | **1** – *5* | **2** – *4* | **4** – *3* | **6** – *3* | **7** – *10* | **10** – *3* |
| **6** | **2** – *9* | **3** – *3* | **5** – *3* | **7** – *3* | **8** – *3* | **9** – *5* |
| **7** | **1** – *6* | **2** – *5* | **4** – *2* | **6** – *4* | **7** – *9* | **10** – *2* |
| **8** | **2** – *8* | **3** – *4* | **5** – *4* | **7** – *2* | **8** – *4* | **9** – *6* |
| **9** | **1** – *7* | **2** – *6* | **4** – *1* | **6** – *5* | **7** – *8* | **10** – *1* |
| **10** | **2** – *10* | **3** - *5* | **5** – *5* | **7** – *1* | **8** – *5* | **9** – *7* |

**Задача 1.**

*р*о

***F***

*V*кл

*В*

θ

*Z*1

ρ1

ρ2

*Z*2

*а*

ρ3

*Z*3

Кл*D* Кр

Гравитационный сепаратор предназначен для разделения трех жидкостей с плотностями ρ1, ρ2 и ρ3. Давление над жидкостями *р*о, высоты наполнения соответственно *Z*1, *Z*2 и *Z*3. После их достижения сброс жидкостей производится через квадратное отверстие (*а = Z*3), закрытое крышкой «Кр», удерживаемой тросом с усилием *F*, натянутым под углом *θ* = 30o. Аварийный сброс (при переполнении) производится через клапан «Кл» в днище диаметром *D* массой *т* с поплавком объемом *V*кл.

Определить:

1. Силу давления на крышку «Кр» и усилие натяжения троса *F* при полной загрузке сепаратора;
2. Объем *V*кл и радиус шарового поплавка, необходимый для всплытия и подъема крышки клапана «Кл» массой *т*;
3. Эпюру давления на боковую стенку (в масштабе);

*Таблица данных и вариантов*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вар-ты | ***р*о**, кПа | **ρ1**, кг/м3 | **ρ2**, кг/м3 | **ρ3**, кг/м3 | ***Z***1, м | ***Z***2, м | ***Z***3, м | ***D***, мм | *т,* кг | ***В*,** м |
| **1** | 80 | 800 | 980 | 1600 | 1,0 | 0,75 | 0,5 | 0,7 | 10 | 2,0 |
| **2** | 75 | 810 | 975 | 1650 | 0,95 | 0,7 | 0,45 | 0,68 | 1,8 |
| **3** | 70 | 820 | 980 | 1640 | 0,98 | 0,7 | 0,48 | 0,65 | 9,4 | 1,7 |
| **4** | 65 | 830 | 985 | 1650 | 0,96 | 0,68 | 0,42 | 0,6 | 1,75 |
| **5** | 60 | 840 | 990 | 1630 | 1,05 | 0,65 | 0,4 | 0,55 | 8,5 | 1,9 |
| **6** | 55 | 850 | 970 | 1645 | 1,1 | 0,8 | 0,65 | 0,65 | 1,85 |
| **7** | 50 | 860 | 985 | 1620 | 0,95 | 0,8 | 0,6 | 0,68 | 8,0 | 1,95 |
| **8** | 45 | 870 | 990 | 1630 | 0,97 | 0,75 | 0,55 | 0,7 | 2,0 |
| **9** | 40 | 875 | 995 | 1610 | 1,15 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 9,2 | 2,2 |
| **10** | 30 | 880 | 1000 | 1625 | 1,08 | 0,78 | 0,63 | 0,65 | 2,1 |

**Задача 2.**

Водовод диаметром *D* и длиной *L* подвергается гидравлическому испытанию на герметичность, для чего его заполняют водой под давлением Δ*р* (модуль упругости воды *Еж* = 2,1 Па). Закачку воды производят насосом высокого давления с подачей *qo* за время *t.*

Определить величины, обозначенные знаком вопроса, приняв значение *∆р =* 2 МПа.

*Таблица данных и вариантов*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Величины | **варианты** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **1** | | **2** | | **3** | | | **4** | | **5** | **6** | | **7** | | **8** | | **9** | | **10** | |
| ***D,****мм* | 400 | | 450 | | 500 | | | 550 | | 600 | 650 | | 700 | | 750 | | 800 | | 850 | |
| ***L,****км* | 2,5 | | 2,3 | | 2,0 | | | 1,9 | | 1,8 | 1,7 | | 1,6 | | 1,55 | | 1,5 | | 1,45 | |
| ***qo,****л/с* | | 2 | | ? | | 2,2 | ? | | 2,6 | | | ? | | 3,0 | | ? | | 3,5 | | ? | |
| ***t,*** *мин* | | **?** | | 8 | | **?** | 10 | | **?** | | | 15 | | ? | | 20 | | ? | | 25 | |

**Задача 3.**

Определить вертикальную, горизонтальную и общую силу давления нефти плотностью ρн *=* 800 кг/м3 на цилиндрическую поверхность крышки люка радиусом *R* и шириной *В*, если высота наполнения бака равна *Н,* а давление на поверхности жидкости *ро.*

***H***

***R***

*Таблица данных и вариантов*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Величины | **Варианты** | | | | | | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |  |
| ***Н***, м | 5,0 | 4,0 | 4,2 | 4,3 | 4,5 | 4,8 | 5.2 | 4,4 | 5,5 | 4,9 |
| ***R,* м** | 1,0 | 0,8 | 0,85 | 0,9 | 0.95 | 1,0 | 1,1 | 0,75 | 1,2 | 1,0 |
| ***В***, м | 2,0 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 2,2 | 1.5 | 2,4 | 2,1 |
| ***ро***,кПа | 10 | 20 | | | 15 | 25 | | 15 | 10 | 15 |

**Задача 4.**

По диффузору диаметрами ***d***и ***D***движется жидкость плотностью ***ρ***, скорость которой измеряется трубкой Пито, заполненной ртутью. Перепад в трубке, установленной в середине *L*, равен **Δ*h*рт.**

*Δh*рт

*D*

*d*

Определить величины, обозначенные в таблице вариантов «?».

Плотность ртути принять ρрт =13600 кг/м3; *d =* 0,5 *D*,*L = 2* м

*Таблица данных и вариантов*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вели-  чины | Варианты | | | | | | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |  |
| ***D****,*мм | 100 | 110 | 120 | 150 | 125 | 175 | 180 | 200 | 210 | 240 |
| ***Q****,*л/с | 28 | ? | 34 | ? | 46 | ? | 76 | ? | 100 | ? |
| **ρ,** кг/м3 | 1000 | | 990 | | 980 | | 860 | | 880 | |
| **Δ*h*рт**,  *мм* | ? | 25 | ? | 32 | ? | 38 | ? | 42 | ? | 48 |

**Задача 5.** ***D d***

Расход жидкости плотностью **ρ** измеряют с помощью трубы Вентури и дифманометра, показывающего разность давлений **Δр** между входом и горловиной. Модуль расходомера ***m =*** 0,15; диаметры: входа ***D***, горловины – ***d*.**

Найти расходы жидкости ***Q****m* и ***Q*** и скорости на входе и в горловине.

*Таблица данных и вариантов*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вели-чины | **варианты** | | | | | | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |  |
| **ρ**,кг/м3 | 1000 | | 980 | | 940 | | 900 | | 880 | |
| **Δр**,кПа | 50 | 60 | 70 | 75 | 60 | 65 | 40 | 45 | 50 | 55 |
| ***D***,*мм* | 200 | 150 | 210 | 160 | 220 | 175 | 240 | 200 | 275 | 200 |

**Задача 6.**

*р1* *р2*

***ξ***

На водопроводной трубе установлены два манометра, показывающие давление на входе ***р1*** и выходе ***р2***, а также дифманометр, определяющий перепад давления на вентиле **Δ*р*.** Расстояние между манометрами ***L*,** диаметр трубы ***d*,** коэффициент сопротивления вентиля ***ξ*,** коэффициент трения ***λ*=**0,02**;** расход воды по трубе ***Q*.**

Определить величины, отмеченные в таблице вариантов «?».

*Таблица данных и вариантов*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вели- чины | Варианты | | | | | | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |  |
| ***р1*,**кПа | 125 | ? | 130 | ? | 135 | ? | 140 | ? | 150 | ? |
| ***р*2.**кПа | ? | 80 | ? | 85 | ? | 90 | ? | 95 | ? | 100 |
| **Δ*р****,*кПа | ? | 2,5 | ? | 3 | ? | 2,8 | ? | 3,1 | ? | 3,5 |
| ***ξ*** | 2 | ? | 2,5 | ? | 3 | ? | 3,5 | ? | 4 | ? |
| ***d****,* мм | 40 | 42 | 45 | 50 | 55 | 56 | 58 | 60 | 62 | 65 |
| ***L****,* м | 10 | 12 | 15 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | 27 | 28 |
| ***Q****,* л/с | 2,5 | ? | 2,8 | ? | 3.2 | ? | 3.6 | ? | 4.0 | ? |

**Задача 7.**

Емкость состоит из двух частей: из первой жидкость перетекает во вторую через насадок (μн = 0,82), из второй жидкость вытекает через отверстия диаметром *do*.

Н1

**Н2**

*ро*

Н2

Определить необходимое число отверстий (μо = 0,62) при заданных значениях давления в баке *ро*, и постоянных уровнях *Н1* и *Н2*,z=0,5*H1*.

*z*

*Таблица данных и вариантов*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вели-чины. | **Варианты** | | | | | | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |  |
| ***ро,***кПа | 10 | 12 | 15 | 17 | 20 | 22 | 25 | 28 | 30 | 32 |
| ***Н1****,*м | 2 | 1,9 | 1,8 | 1,7 | 1,7 | 1,65 | 1,6 | 1,55 | 1,5 | 1,45 |
| ***Н2,***м | 2,1 | 2,1 | 2,0 | 2,2 | 2,3 | 2,35 | 2,4 | 2,42 | 2,5 | 2,55 |
| ***d*н**,мм | 30 | 32 | 35 | 40 | 42 | 44 | 46 | 48 | 50 | 52 |
| ***do,***мм | 3 | 3,2 | 3,5 | 3,7 | 3,8 | 3,9 | 4,0 | 4,2 | 4,4 | 4.5 |

**Задача 8.**  ***ро***

Насос подает воду в бак на высоту ***Н*** по

трубе с характеристиками: ***d, L, λ =*** 0,02**;**  *d, L, λ*

Избыточное давление над уровнем воды ***р****о*,  ***H***

давление насоса ***р*н**, расход воды ***Q*.**

Определить необходимую мощность насоса *р*н

и построить характеристику насосной установки.

*Таблица данных и вариантов*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вели-чины. | Варианты | | | | | | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | | **9** | **10** |
| ***Н***, м | 50 | 45 | 42 | 40 | 38 | 35 | 32 | 30 | | 28 | 27 |
| ***ро,***кПа | 20 | | | 30 | | | 40 | | 50 | | |
| ***d,*** мм | 100 | | 105 | 120 | | 125 | 150 | | | 155 | 175 |
| ***L***, м | 75 | 80 | 85 | 70 | 65 | 60 | 65 | 55 | | 50 | 45 |
| ***Q,*** л/с | 16 | | 17 | 20 | | 22 | 28 | | | 30 | 35 |

**Задача 9.**

Последовательно-параллельное соединение труб *1, 2* и *3* с характеристиками, представленными в таблице вариантов, пропускает расход по системе ***Q***o**= *Q*1**.

Построить общую характеристику системы ***Q = f(H)*** и характеристики отдельных участков.

***L2, d2, K2***

***L1, d1, K1***

***Q2*** ***L3, d3, K3***

***Q1 = Qo Q3***

*Таблица данных и вариантов*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вар | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| ***L1,***м | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 |
| ***L2,*** | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 110 | 115 | 120 | 125 | 130 |
| ***L3*** | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 120 | 130 | 150 | 155 | 160 |
| ***d*1**,мм | 200 | 210 | 220 | 250 | 275 | 300 | 330 | 350 | 380 | 400 |
| ***d2*** | 80 | 85 | 90 | 100 | 125 | 150 | 155 | 175 | 180 | 190 |
| ***d3*** | 120 | 125 | 140 | 150 | 175 | 175 | 180 | 190 | 200 | 210 |
| ***К1,***л/с | 330 | 380 | 455 | 620 | 810 | 1030 | 1300 | 1570 | 1900 | 2200 |
| ***К2*** | 30 | 45 | 50 | 61 | 98 | 150 | 165 | 230 | 270 | 295 |
| ***К3*** | 90 | 98 | 120 | 150 | 230 | 230 | 260 | 280 | 330 | 375 |
| ***Q1***,л/с | 90 | - | 120 | - | 175 | - | 240 | - | 300 | - |
| ***Q2*** | - | 40 | - | 65 | - | 85 | - | 130 | - | 175 |

**Задача 10.**

Три трубы (из задачи 9) соединены по тупиковой схеме: давления на выходе из участков равны ***р2***, ***p*3** давление в узловой точке - ***ро*.**

Найти давление на входе в систему ***р1*,** необходимое для обеспечения расходов ***Q2***, ***Q3*,** а также получаемые в этом случае расходы в линиях *1* и *2.*

***p2, Q2***

***р1  Q1  po***

***p*3. *Q*3**

*Таблица данных и вариантов*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вели-чины | **варианты** | | | | | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| ***р***о, кПа | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 |
| ***р***2, кПа | 25 | - | 35 | - | 45 | - | 55 | - | 65 | - |
| ***p3,*** кПа | - | 30 | - | 40 | - | 50 | - | 60 | - | 70 |
| ***Q2***, л/с | 35 | - | 50 | - | 70 | - | 105 | - | 150 | - |
| ***Q*3,** л/с | - | 40 | - | 65 | - | 85 | - | 135 | - | 175 |

**Литература**

1. *Лапшев Н. Н****.***Гидравлика: учебник для студ. высш. учеб. завед. – М.: Издат. Центр «Академия», 2007. - 272 с.
2. *Тужилкин А.М****.***Примеры гидравлических расчетов: учебное пособие / А.М. Тужилкин, Степанов В.М., Злобин Е.К. и др. – М.: Изд-во АСВ, 2008. – 167 с.
3. *Сборник задач по машиностроительной гидравлике*: Учеб. пособие / под ред. И.И. Куколевского и Л.Г. Подвидза. 6-е изд. М.: Изд-во МВТУ, 2012. 464 с.
4. *Дорошенко В.А.* Основы гидравлики (краткий курс). (электронные лекции – Teams -2021). УрФУ, 2021 г.