**Физические свойства жидкости**

Кратко описать ход решения.

Вариант 11

2 вопроса теории. 2-3 листа на каждый вопрос

4 задачи

Есть примеры с решением.

Вариант 11 .2 вопроса теории.4 задачи.теоретический вопрос 2-3 листа на вопрос.

**2. Задания для контрольных работ**

 Контрольная работа выполняется по вариантам. Каждый вариант содержит два теоретических вопроса и четыре задачи. Студент выполняет свой вариант, соответствующий порядковому номеру по журналу.

 При выполнении контрольной работы должны быть выполнены следующие требования:

 1. Контрольная работа выполняется после изучения всего теоретического материала.

 2. Ответы на теоретические вопросы и решение задачи нужно начинать с новой страницы.

 3. Если в данных для решения задач размерность не в единицах СИ, то в условии необходимо сделать их соответствующий пересчет.

 4. ответы на теоретические вопросы следует давать кратко, полностью прописывая лишь точные формулировки и законы.

 5. Если к задаче прилагается схема или рисунок, их необходимо выполнять аккуратно карандашом с нанесением всех необходимых размеров и данных.

 6. В конце контрольной работы дается список использованной литературы.

 7. После списка литературы следует оставлять 1-2 страницы чистыми для рецензии.

 8. Если студент выполняет не свой вариант, работа возвращается без проверки.

Теоретическая часть

|  |  |
| --- | --- |
| Вариант | Вопросы |
| 11. | 1) Центр давления и эпюры давления.2) Физические характеристики взвесенесущего потока. |

**Задача № 1.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | h1, мм | h2, мм | ра, кПа |
| 11 | 50 | 150 | 96 |

*Вариант 11-20.*

Определить вакуум в резервуаре (рис. 1.2.), если заданы , , атмосферное давление ра.



Рисунок 1.2.

**Методические указания для решения задачи № 1.**

При решении задачи необходимо правильно составить уравнение равновесия системы.

Составим уравнение равновесия варианты 1-10:

*ρ1 g h1 = ρ2 g h2 ;*

уравнение равновесия варианты 11-20:

рвак = ρрт *g h2 -* ρводы *g h1* +ρводы *g (h2* - *h1) +* ρ рт *g h1,*

уравнение равновесия варианты 21-30:

рА + ρбghрт = рВ + ρрт ghрт,

уравнение равновесия варианты 31-40:

ризб. = ρgh.

Пример решения задачи № 1.

Вариант 11-20.

Рис.1.2.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | СИ |  |
| h1 = 225 мм | 225 . 10-3 м |
| h2 = 325 ммратм = 100 кПа | 325 . 10-3 м100 . 103 Па |
| рвак - ? |

Решение

Cоставим уравнение равновесия:

 рвак = ρрт *g h2 -* ρводы *g h1* +ρводы *g (h2* - *h1) +* ρ рт *g h1*

Подставим значения: рвак =13600 . 9,81  . 325 . 10-3  - 1000 . 9,81  . 225 . 10-3  + 1000 . 9,81  . (325-225). 10-3 +13600 . 9,81  . 225 . 10-3  = 72153Па=7,36 м вод.ст.

 (1 Па = 10,197 .10-5 м вод.ст.)

**Задача №2.**

*Вариант 11-20*.

Из резервуара по трубопроводу, имеющему сужение (рис.2.2.), вытекает вода. Определить диаметр d суженной части трубопровода, при котором давление p, если напор H и диаметр D.



Рис. 2.2

|  |  |
| --- | --- |
| Вариант | Данные |
| р, кПа | Н, м | D, мм |
| 11 | 27 | 8 | 50 |

|  |  |
| --- | --- |
| Вариант | Данные |
| р, кПа | Н, м | D, мм |
| 11 | 27 | 8 | 50 |

|  |  |
| --- | --- |
| Вариант | Данные |
| р, кПа | Н, м | D, мм |
| 11 | 27 | 8 | 50 |

**Методические указания для решения задачи №2.**

Для решения задачи вариантов 1-10 используем уравнение Бернулли:

$$z\_{1}+\frac{p\_{1}}{ρg}+\frac{v\_{1}^{2}}{2g}=z\_{2}+\frac{p\_{2}}{ρg}+\frac{v\_{2}^{2}}{2g},$$

где $v\_{1}=\frac{4Q}{πd\_{1}^{2}}$ ,$ v\_{2}=\frac{4Q}{πd\_{2}^{2}}$ , $\frac{м}{с}$ - cкорости в сечениях 1-1 и 2-2.

Тогда $\frac{∆р}{ρg}=∆z+\frac{v\_{2}^{2}-v\_{1}^{2}}{2g}, ∆p=\frac{ρ\left(v\_{2}^{2}-v\_{1}^{2}\right)}{2}, Па, h=\frac{∆p}{ρg}, м.$

Для решения задачи вариантов 11-20 определим скорость в сечении 1-1:

$$v\_{1}=\sqrt{2gH}, \frac{м}{с}.$$

Определим расход потока по уравнению неразрывности:

$Q=\frac{v\_{1}πD^{2}}{4}$, $\frac{м^{3}}{с}.$

Уравнение Бернулли:

$$H+\frac{v\_{1}^{2}}{2g}=\frac{p\_{2}}{ρg}+\frac{v\_{2}^{2}}{2g}.$$

Найдем отсюда $v\_{2}=\sqrt{\left(H+\frac{v\_{1}^{2}}{2g}-\frac{p}{ρg}\right)2g}, \frac{м}{с}.$

Диаметр суженой части: $d=\sqrt{\frac{4Q}{v\_{2}π}}, м.$

Для решения задачи вариантов 21-30 вакуумметрическое давление составит:

$$p\_{вак}=\frac{H\_{вак}}{ρg}=h+\frac{v^{2}}{2g}, Па.$$

 Для решения задачи вариантов 31-40 уравнение для двух сечений:

$$h=H-\left(z+\frac{v^{2}}{2g}\right), м.$$

Отсюда $v=\sqrt{\left(H+h\right)2g}, \frac{м}{с}.$

 Расход потока по уравнению неразрывности:
$$Q=\frac{πd^{2}v}{4}, \frac{м^{3}}{с}.$$

**Пример решения задачи № 2.**

*Вариант 11-20.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Дано: |  |  |
| p=28 кПа | 28.103 Па |
| H=9м |  |
| D=51 мм | 51 . 10-3 м |
| d- ? |  |
|  |  |
|  |  |

Решение

Определим скорость в сечении 1-1:

$$v\_{1}=\sqrt{2gH}=\sqrt{2∙9,81∙9}=2,18 \frac{м}{с}.$$

Определим расход потока по уравнению неразрывности:

$Q=\frac{v\_{1}πD^{2}}{4}=\frac{2,18∙π∙\left(51∙10^{-3}\right)^{2}}{4}=0,005$ $\frac{м^{3}}{с}.$

Уравнение Бернулли:

$$H+\frac{v\_{1}^{2}}{2g}=\frac{p\_{2}}{ρg}+\frac{v\_{2}^{2}}{2g}.$$

Найдем отсюда $v\_{2}=\sqrt{\left(H+\frac{v\_{1}^{2}}{2g}-\frac{p}{ρg}\right)2g}=\sqrt{\left(9+\frac{2,18^{2}}{2∙9,81}-\frac{28∙10^{-3}}{1000∙9,81}\right)2∙9,81}=13,5 \frac{м}{с}.$

Диаметр суженой части: $d=\sqrt{\frac{4Q}{v\_{2}π}}=\sqrt{\frac{4∙0,005}{13,5∙π}}=0,0005 м.$

**Задача № 3.**

*Вариант 11-21*.

По горизонтальному участку трубопровода (L, d) без местных сопротивлений движется нефть ($ρ=830 \frac{кг}{м^{3}}, η=0,05 Па∙с$). Разность давлений, фиксируемая манометрами, установленными на границах участка, $∆р=2 кПа.$ Определить расход нефти.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | d, мм | L, м | $$∆р, кПа$$ |
| 11 | 100 | 20 | 1,1 |

**Методические указания для решения задачи №3.**

*Вариант 11-21.*

 По горизонтальному участку трубопровода (L, d) без местных сопротивлений движется нефть ($ρ=830 \frac{кг}{м^{3}}, η=0,05 Па∙с$). Разность давлений, фиксируемая манометрами, установленными на границах участка, $∆р=2 кПа.$ Определить расход нефти.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Дано: |  |  |
| d = 0,1 м |  |  |
| L = 20 м |  |  |
| $$ρ=830 \frac{кг}{м^{3}}$$ |  |  |
| $$η=0,05 Па∙с$$ |  |  |
| $$∆р=2 кПа.$$ | 2.103 Па |  |
| Q -? |  |  |

Решение. Жидкость вязкая (сравните с вязкостью воды,
$η=10^{-3} Па∙с$), поэтому можно предположить ламинарный режим. Поэтому:

$$Q=\frac{π}{128}\frac{p\_{1}-p\_{2}}{ηL}d^{4}=\frac{π}{128}\frac{2∙10^{3}}{0,05∙20}\left(0,1\right)^{4}=49∙10^{-4}\frac{м^{3}}{с}.$$

Проверим предположение о ламинарном режиме, определив число Рейнольдса по формуле:

$$R\_{e}=\frac{vdρ}{η}=\frac{4Qρ}{πdη}=\frac{4∙49∙10^{-4}∙830}{π∙0,1∙0.05}=1036.$$

$R\_{e}<R\_{e}\_{кр}$, следовательно, течение ламинарное, расход определен правильно.

**Задача №4.**

 *Вариант 11-20.*

 Определить удельный расход q горизонтального водоносного пласта мощностью t при равномерном движении, зная, что разность отметок поверхности воды в скважинах, расположенных в направлении движения воды, h= 42 м при расстоянии между ними L, если коэффициент фильтрации k.

|  |  |
| --- | --- |
| Вариант | Данные |
| t, м | L, м | k, см/с |
| 11 | 2 | 1000 | 0,003 |

**Методические указания для решения задачи №4.**

 Из уравнения расхода определим площадь сечения отверстия (Коэффициент расхода для малого отверстия в тонкой стенке составляет 0,62):

$Q=μs\_{1}\sqrt{2gH\_{1}}$,

$s\_{1}=\frac{Q}{μ\sqrt{2gH\_{1}}}, м^{2}$.

 Определим диаметр:

$$d\_{1}=\sqrt{\frac{4s\_{1}}{π}}.$$

 Используя уравнение для равномерного движения грунтовых вод, найдем удельный расход:

$$q=k\frac{h^{2}-t^{2}}{2l}$$

где *q*- удельный расход;

*k* – коэффициент фильтрации, м/с;

*t –* мощность водоносного пласта, м;

*h –* потеря напора между сечениями, м;

*l –* длина рассматриваемого участка.

 Дебит совершенного грунтового колодца определяют по уравнению:

$$Q=1,36\frac{k\left(H^{2}-h^{2}\right)}{lg\frac{R}{r}}.$$

 Мощность водоносного слоя:

Н = $∇\_{г.в }- ∇\_{в.у}$ , м.

 Глубина воды в колодце:

$h= ∇\_{в.к}- ∇\_{в.у}$ , м.

**Пример решения задачи № 4.**

*Вариант 11-20.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Дано:t = 1 мh = 42 мL=900 мk = 0,003 $\frac{см}{с}$ | СИ0,003$∙10^{-2} \frac{м}{с}$ | Решение:Используя уравнение для равномерного движения грунтовых вод, найдем удельный расход:$$q=k\frac{h^{2}-t^{2}}{2l}$$ |
| q - ? |  |  |

где *q*- удельный расход;

*k* – коэффициент фильтрации, м/с;

*t –* мощность водоносного пласта, м;

*h –* потеря напора между сечениями, м;

*l –* длина рассматриваемого участка.

$$q=k\frac{h^{2}-t^{2}}{2l}=0,003∙10^{-2}\frac{42^{2}-1^{2}}{2∙900}=0.0029∙10^{-2 }\frac{\frac{м^{3}}{с}}{м}.$$

Перечень рекомендуемой литературы

1) Б.В. Ухин. Гидравлика: учебник.- Москва: ИНФРА-М, 2018.

<http://znanium.com/bookread2.php?book=405311>

2) А.А. Гусев, Основы гидравлики: учебник для СПО.- Москва: Юрайт,2018.

<https://biblio-online.ru/viewer/67B80E94-44B5-4E39-B746-F5EE58BB753F#page/1>

3) Э.В. Бабаян, Буровая гидравлика: учебное пособие.- Москва-Вологда:Инфра-Инженерия, 2018. <http://znanium.com/bookread2.php?book=989174>

4) З.Х. Замалеев, Основы гидравлики и теплотехники: учебное пособие.-Санкт-Петербург: Лань, 2018.

5) О.Н. Брюханов, Основы гидравлики и теплотехники: учебник. - Москва: ИНФРА-М, 2018.<http://znanium.com/bookread2.php?book=910884>

6) Гидравлика, пневматика и термодинамика: курс лекций / под ред. В.М. Филина. - Москва: ФОРУМ: Инфра-М, 2018.http://znanium.com/bookread2.php?book=957143