

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Кафедра електричної інженерії

Методичні вказівки для виконання
індивідуальної та самостійної роботи
з дисципліни

«Гідрогазодинаміка»

для студентів денної та заочної форм навчання
технічних спеціальностей

Покровськ-2020

Методичні вказівки для виконання індивідуальної та самостійної роботи з дисципліни «Гідрогазодинаміка» для студентів денної та заочної форм навчання технічних спеціальностей [Електронний ресурс] / уклад. О.М. Любименко. – Покровськ : ДонНТУ, 2020. – 29 с.

В методичних вказівках надано рекомендації до самостійної роботи студентів при вивченні дисципліни «Гідрогазодинаміка», а також до виконання індивідуальних домашніх завдань; перелік рекомендованої літератури; вимоги до оформлення та захисту домашніх завдань; вихідні дані та довідкові дані.

Методичні вказівки можуть бути використані студентами денної та заочної форми навчання технічних спеціальностей.

Укладач: Любименко О.М., доц., к.ф.-м.н., доц. кафедри електричної інженерії

Рецензент: Штепа О.А. доц., к.т.н., доц. кафедри електронної техніки

Відповідальний за випуск: Колларов О.Ю., доц., к.т.н., зав. каф. електричної інженерії

Затверджено навчально-методичним відділом ДонНТУ,
протокол № 9 від 24.03.2020 року

Розглянуто на засіданні кафедри електричної інженерії,
протокол № 11 від 03.03.2020 року

© Донецький національний
технічний університет, 2020

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП..... | 4 |
| 1. ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ, ОФОРМЛЕННЯ, ТА ОЦІНЮВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ | 6 |
| 2.РОЗРАХУНКОВО- ГРАФІЧНІ ЗАВДАННЯ | 8 |
| ЗАВДАННЯ 1. | 8 |
| ЗАВДАННЯ 2. | 8 |
| ЗАВДАННЯ 3. | 9 |
| ЗАВДАННЯ 4. | 9 |
| ЗАВДАННЯ 5. | 9 |
| ЗАВДАННЯ 6. | 10 |
| ЗАВДАННЯ 7. | 11 |
| ЗАВДАННЯ 8. | 12 |
| ЗАВДАННЯ 9. | 14 |
| ЗАВДАННЯ 10. | 15 |
| 3.ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ..... | 17 |
| 4.ТЕСТИ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ..... | 19 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | 28 |
| ДОДАТОК А. ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА..... | 29 |

ВСТУП

Гідрогазодинаміка є прикладною дисципліною, яка вивчає питання, що пов'язані з механічним рухом рідини в різних середовищах, та природних і техногенних умовах. Оскільки рідина (і газ) розглядається як безперервні і неподільні фізичні тіла, то гідравліку часто розглядають як один з розділів механіки так званих суцільних середовищ, до яких прийнято відносити і особливе фізичне тіло - рідина. З цієї причини гідравліку часто називають механікою рідини або гідромеханікою, так як тут розглядають закони не тільки руху, а й рівноваги, що відносяться до розділу статyki.

Наука про рух рідини і газу в широкому значенні слова є предметом гідрогазодинаміки. В залежності від галузі застосування гідрогазодинаміка має і інші назви: **гідравліка**, якщо розглядаються закони спокою і руху при сталій густині краплинної чи газової рідини; **аеродинаміка** — пов'язано з тією роллю, яку відіграє знання законів руху повітря в галузях вентиляції; **газодинаміка** — наука про рух газу (і повітря) при великих швидкостях, близьких до швидкості звуку і більших.

Гідрогазодинаміка як розділ механіки на підставі математичних методів намагалася перейти від поведінки елемента рідини до опису поведінки всієї рідини.

Метою викладення навчальної дисципліни є підготовка фахівців до роботи з енергетичним обладнанням, забезпечення рівня знань по основам гідрогазодинаміки. Основними завданнями вивчення дисципліни є забезпечення знаннями щодо основних особливостей поведінки об'єктів, законів збереження, що визначають поведінку суцільного текучого середовища, розрахунку характеристик течії рідин та газів. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми, студенти мають досягти таких результатів навчання:

Знати:

- основні поняття та визначення механіки суцільного текучого середовища;

- закони збереження маси, імпульсу, енергії;
- рівняння Бернуллі;
- режими течії;
- вплив режимів течії на протікання теплогідравлічних процесів;
- шляхові та місцеві втрати тиску;
- методи розрахунку потікорозподілу.

Вміти:

- визначати силовий вплив потоку, тяги двигуна з використанням закону збереження імпульсу;
- розраховувати втрати тиску в трубопроводах і каналах;
- визначати режими течії, коефіцієнти втрати тиску в трубах, місцевих опорах;
- формувати та розв'язувати систем рівнянь для розрахунку потікорозподілу в гідравлічних системах.

1. ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ, ОФОРМЛЕННЯ, ТА ОЦІНЮВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

Індивідуальні домашні завдання (ДЗ) охоплюють усі розділи, та складається з 10 завдань. Номер варіанта завдання задає викладач по журналу обліку. При виконанні ДЗ студент повинен знати відповідний теоретичний матеріал. Для виконання ДЗ необхідне користуватися відповідними довідниками, посилання на які надані у рекомендаціях до кожного ДЗ.

Текстова частина ДЗ виконується на листах одностороннього білого паперу формату А4. Першою сторінкою текстової частини є титульний лист, приклад оформлення якого надано у Додатку А. На другій та наступних сторінках переписується завдання, вихідні дані та наводять розрахунки. Усі сторінки ДЗ, окрім першої, повинні бути пронумеровані та скріплені степлером (включаючи графічну частину). Перша сторінка (титульний лист) не нумерується, але враховується.

Кожна частина закінчується висновком, куди виписуються результати розрахунку. Робота, оформлена не відповідно належним вимогам, на перевірку не приймається. Якщо робота виконана не вірно, або в роботі є помилки вона повертається на доопрацювання.

Вихідні дані для виконання завдання з №7 по №10 надані після умови задачі в таблицях та обираються за варіантом відповідно. Завдання з №1 по №6 максимально оцінюються в 0,5 балів, з №7 по №10 по 1 балу.

Максимальна кількість балів отриманих за розрахунково- графічну роботу (домашні завдання), визначається з робочої програми дисципліни. За вірно виконану розрахункову роботу студент має можливість отримати 10 балів, а саме:

- За теоретичну частину – 2 балів;
- За практичну частину – 7 балів;
- захист розрахункової роботи – 1 бал.

«8 - 10 балів» «відмінно» - одержують роботи, в яких містяться самостійні висновки, дається самостійний аналіз фактичного матеріалу на основі глибоких знань літератури з даного предмету.

«5 – 7» «добре» - ставиться в тому випадку, коли в роботі допущені незначні розрахункові неточності.

«3 – 4» – «задовільно» - заслуговують роботи, в яких містяться окремі помилкові положення та не чітко висвітлені відповіді на запитання.

«0 – 3» – «незадовільно» - студент одержує у випадку, коли не може відповісти на запитання викладача, в розрахунках допущені грубі помилки, не володіє матеріалом роботи, не в змозі дати пояснення висновкам і теоретичним положенням даної проблеми. У цьому випадку студенту має бути надана можливість повторного захисту.

Захист і оцінка розрахункової роботи – це підведення підсумків самостійної роботи студента й одержання права допуску до екзамену (заліку) з дисципліни «Гідрогазодинаміка».

Відпрацьовування пропущених лекцій та практичних занять здійснюється під час консультацій та передбачає наявність теоретичного матеріалу у конспекті та позитивних усних відповідей на запитання викладача по даній темі. Тобто студент повинен самостійно вивчити тему та вміти розв'язувати задачі. Для відпрацьовування пропущених практичних занять викладач назначає додатковий час консультацій.

Оцінки, отримані при виконанні індивідуального завдання та практичних робіт, враховуються при виставленні екзамену. При отриманні незадовільної оцінки з будь-якого виду занять студенту назначається додаткова консультація (не більше двох на одне заняття) для перездачі.

2. РОЗРАХУНКОВО- ГРАФІЧНІ ЗАВДАННЯ

Завдання 1

Частина 1: Визначити об'єм розширювальної посудини системи водяного опалювання, якщо відомо, що теплова потужність системи 1,047 ГДж/год. Об'єм води у водогрійних котлах, опалювальних батареях і трубах системи прийняти рівним 30 л на кожні 4,19 МДж/год теплової потужності. Запас за об'ємом розширювальної посудини прийняти трикратним.

Дано :

Рішення

Відповідь : Об'єм розширювальної посудини м^3

Частина 2: Як зміниться об'єм води в системі опалювання, що має ємність $W_1=100 \text{ м}^3$, після підігрівання води від початкової температури $t_{\text{х.в}}=15^\circ\text{C}$ до $t_{\text{г.в}}=95^\circ\text{C}$. Температурний коефіцієнт об'ємного розширення води прийняти рівним $\alpha_t=6 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$.

Дано :

Рішення

Відповідь : Об'єм м^3

Завдання 2

Межова висота рівня мазуту у вертикальній циліндричній цистерні дорівнює $h_0=10 \text{ м}$ при температурі 0°C . Визначити, до якого рівня можна налити мазут, якщо температура навколишнього середовища підвищиться до 35°C . Розширенням цистерни нехтувати, температурний коефіцієнт об'ємного розширення для мазуту прийняти рівним: $\beta_t = 0,001 \text{ K}^{-1}$.

Дано :

Рішення

Відповідь: $h =$ м

Завдання 3

Гідростатичний напір на дно посудини, що заповнена водою при температурі 4°C , дорівнює 104 кПа . Визначити висоту стовпа рідини в посудині. Як і на яку величину зміниться висота стовпа води, якщо воду нагріти на 25°C (коефіцієнт температурного розширення води прийняти $0,00015\text{ 1/K}$)?

Дано :

Рішення

Відповідь: м, збільшиться на м.

Завдання 4

Посудина заповнена ртуттю на висоту $1,6\text{ м}$, зверху якої знаходиться $5,6\text{ м}$ води. Визначити надлишковий гідростатичний тиск на межі поділу “вода – ртуть” і на дно посудини.

Дано :

Рішення

Відповідь : тиск дорівнює на межі поділу “вода – ртуть” кПа , а на дні посудини – кПа .

Завдання 5

Посудина висотою $h = 1,2\text{ м}$, яка повністю заповнена водою $t = 4^{\circ}\text{C}$ (рис. 1), накривають зверху поршнем (діаметр поршня $0,1\text{ м}$, маса $m_{\text{п}} = 1,5\text{ кг}$) і встановлюють на нього зверху вантаж масою $m_{\text{вант}} = 5\text{ кг}$. Визначити надлишковий і абсолютний тиски на дно посудини. Стисливістю води знехтувати.

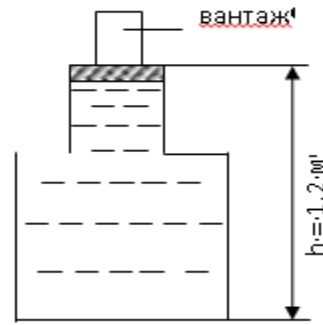


Рисунок 2.1 – Посудина, яка повністю заповнена водою під поршнем

Дано :

Рішення

Відповідь : гідростатичний, надмірне і абсолютний тиск на дно посудини рівні відповідно кПа, кПа, кПа

Завдання 6

Чому дорівнює сила надлишкового тиску на кришку люка, який вбудований в нижнє днище вертикально розташованої циліндричної посудини висотою 9 м, якщо відомо:

посудина доверху заповнена гліцерином,

діаметр люка 450 мм,

у верхнє днище посудини вбудовано поршень діаметром 600 мм

масою 35 кг,

температура гліцерину $t = 20^{\circ}\text{C}$.

Дано :

Рішення

Відповідь : тиск к Н.

Завдання 7

У бокову стінку ємності А, що наповнена рідиною Р з температурою t , встановлена п'єзометрична трубка В. Визначити абсолютний тиск P_1 на вільній поверхні рідини в ємності, якщо під дією даного тиску рідина в трубці піднялась на висоту h (рис. 2.2). Вихідні данні для вирішення задачі беремо з таблиці 2.1. по шифру з залікової книжки.

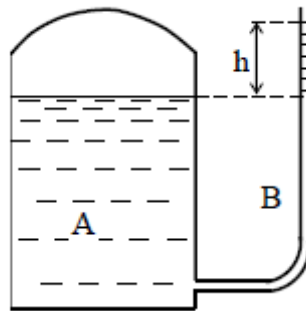


Рисунок 2.2 – Ємність А, що наповнена рідиною Р з температурою t , де встановлена п'єзометрична трубка

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для вирішення задачі

| Передостання цифра шифру | h , см | Остання цифра шифру | Рідина (Р) | t , °C |
|--------------------------|----------|---------------------|----------------------------|----------|
| 0 | 50 | 0 | бензин авіаційний (БА) | 20 |
| 1 | 60 | 1 | нафта | 20 |
| 2 | 75 | 2 | спирт етиловий (СЕ) | 20 |
| 3 | 100 | 3 | масло трансформаторне (МТ) | 70 |
| 4 | 80 | 4 | вода | 30 |
| 5 | 65 | 5 | гас | 20 |
| 6 | 90 | 6 | масло касторове (МК) | 20 |
| 7 | 55 | 7 | вода морська (ВМ) | 20 |
| 8 | 85 | 8 | М Т | 20 |
| 9 | 70 | 9 | хлористий натрій (ХН) | 20 |

Варіант:

Дано :

$H =$ см

.....

$t =$ °C

P^A абс-?

Рішення

Використовуємо таблицю 2.2 для визначення густини рідини

Таблиця 2.2 – Густина крапельних рідин при 20 °C

| Рідина | Густина ρ , кг/м ³ | Рідина | Густина ρ , кг/м ³ |
|--------------------|------------------------------------|------------------|------------------------------------|
| Анілін | 945 | Масло касторове | 970 |
| Бензол | 876...880 | Масло лляне | 930 |
| Бензин авіаційний | 739...780 | Масло мінеральне | 877...892 |
| Бітум рідкий | 1050 | Нафта | 850...950 |
| Вода прісна | 998,2 | Ртуть | 13547 |
| Вода морська | 1002...1030 | Спирт етиловий | 790 |
| Гліцерин безводний | 1250 | Хлористий натрій | 1200 |
| Гас | 792...840 | Ефір етиловий | 715...719 |
| Масло турбінне | 940...952 | Паливо дизельне | 878,7 |

Відповідь : абсолютний тиск кПа

Завдання 8

У перерізах 1 і 2 горизонтального трубопроводу, по якому перекачується рідина P_1 , приєднані трубки диференціального манометра із рідиною P_2 . Визначити різницю тисків у вказаних перерізах, якщо різниця рівнів в двох колінах манометра h (рис. 2.3). Вихідні данні для вирішення задачі беремо з таблиці 2.3. по шифру з залікової книжки.

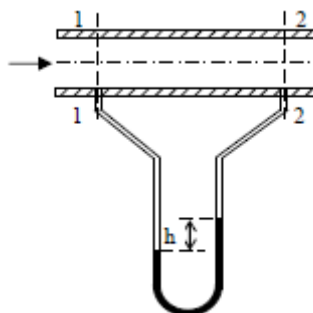


Рисунок 2.3 – Горизонтальний трубопровід

Таблиця 2.3 – Вихідні дані для вирішення задачі

| Передостання цифра шифру | h, мм | Остання цифра шифру | Рідина (P1) з температурою t | Рідина (P2) з температурою t |
|-----------------------------|----------|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 0 | 5000 | 0 | СЕ, 20 °С | ВМ, 20 °С |
| 1 | 6000 | 1 | БА, 20 °С | ХН, 20 °С |
| 2 | 7050 | 2 | нафта, 20 °С | анілін, 20 °С |
| 3 | 5000 | 3 | М Т, 90 °С | вода, 20 °С |
| 4 | 1200 | 4 | вода, 50 °С | ртуть, 20 °С |
| 5 | 6050 | 5 | гас, 20 °С | ВМ, 20 °С |
| 6 | 4900 | 6 | МК, 20 °С | ХН, 20 °С |
| 7 | 5500 | 7 | ВМ, 20 °С | анілін, 20 °С |
| 8 | 8500 | 8 | М Т, 60 °С | вода, 20 °С |
| 9 | 1700 | 9 | ХН, 20 °С | ртуть, 20 °С |

Варіант ...

Дано :

| | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| Рідина (P1) з температурою t | Рідина (P2) з температурою t |
| БА, 20С | ХН, 20 °С |

h= мм= м

Рідина (P1) = з температурою $t =$ °C

Рідина (P 2)= , з температурою $t =$ °C

$\Delta P = ?$

Рішення

Відповідь :

дано

Рішення

Відповідь різниця тисків у вказаних перерізахПа

Завдання 9

Для вимірювання тиску у посудині, що заповнена газом, застосовується вакуумметр, заповнений рідиною Р. Визначити величину вакууму у місці встановлення вакуумметра, якщо висота підняття рідини в його трубці h (рис.2.4). Вихідні данні для вирішення задачі беремо з таблиці 2.4. по шифру з залікової книжки.

Таблиця 2.4 – Вихідні дані для вирішення задачі

| Передостання цифра шифру | h , мм | Остання шифру | Рідина (Р) з температурою t |
|-----------------------------|----------|------------------|----------------------------------|
| 0 | 300 | 0 | СЕ, 20 °C |
| 1 | 450 | 1 | БА, 20 °C |
| 2 | 550 | 2 | нафта, 20 °C |
| 3 | 500 | 3 | М Т, 90 °C |
| 4 | 700 | 4 | вода, 50 °C |
| 5 | 650 | 5 | гас, 20 °C |
| 6 | 400 | 6 | МК, 20 °C |
| 7 | 350 | 7 | ВМ, 20 °C |
| 8 | 450 | 8 | ртуть, 20 °C |
| 9 | 700 | 9 | ХН, 20 °C |

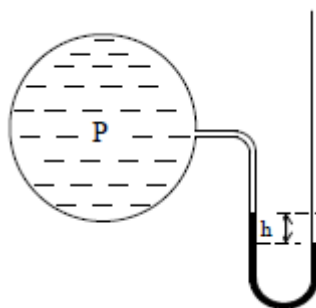


Рисунок 2.4 – Посудина, що заповнена газом

Варіант.....

Дано :

$H = \dots 0 \text{ мм} = \dots \text{ м}$

Рідина -

густина кг/м^3

$T = ^\circ\text{C}$

Рішення

Відповідь : величина вакууму у місці встановлення вакуумметра Па

Завдання 10

У рідину Р з температурою t на глибину h занурене плоске тіло. Барометричний тиск над поверхнею В. Визначити абсолютний тиск на глибині h . Вихідні данні для вирішення задачі беремо з таблиці 2.5. по шифру з залікової книжки.

Таблиця 2.5 – Вихідні дані для вирішення задачі

| Передостання цифра шифру | h , см | В, мм рт. ст. | Остання шифру | Рідина(Р) | t , $^\circ\text{C}$ |
|-----------------------------|----------|---------------|------------------|-----------|------------------------|
| 0 | 80 | 738 | 0 | нафта | 20 |
| 1 | 100 | 760 | 1 | СЕ | 20 |
| 2 | 125 | 741 | 2 | БА | 20 |

| | | | | | |
|---|-----|-----|---|------|----|
| 3 | 90 | 750 | 3 | МК | 20 |
| 4 | 110 | 734 | 4 | гас | 20 |
| 5 | 135 | 745 | 5 | вода | 60 |
| 6 | 115 | 730 | 6 | М Т | 50 |
| 7 | 145 | 756 | 7 | ВМ | 20 |
| 8 | 105 | 736 | 8 | ХН | 20 |
| 9 | 120 | 740 | 9 | М Т | 20 |

Варіант

Дано :

$h = \dots \text{ см} = \dots \text{ м}$

рідина- , де густина при 20 °С $\rho = \dots \text{ кг/ м}^3$,

$T = \dots \text{ }^{\circ}\text{C}$

$V = \dots \text{ мм рт. Ст}$

Рішення

Відповідь : абсолютний тиск $p_{\text{абс}} = \dots \text{ кПа}$

3. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Предмет і завдання гідрогазодинаміки. Основні допущення.
2. Поверхневі і масові сили і описують їх величини.
3. В'язкість. Коефіцієнти динамічної і кінематичної в'язкості. В'язка і нев'язка рідини.
4. Ідеальний і реальний газ. Стисливість. Модуль стиснення. Модуль пружності.
5. Поширення малих збурень і швидкість звуку.
6. Вектор швидкості як кінематична характеристика континууму. Лінія струму. Трубка струму. Цівка. Об'ємна витрата.
7. Рівняння нерозривності для одиничної цівки.
8. Рівняння енергії для одиничної цівки.
9. Гранична швидкість руху газу. Критична швидкість. Число Маха. наведена швидкість.
10. Механічна форма рівняння енергії для одиничної цівки. (Рівняння Бернуллі).
11. Рівняння кількості руху для одиничної цівки.
12. Рівняння моментів кількості руху для одиничної цівки.
13. Ротор і циркуляція швидкості. Вихрова лінія. Вихрова трубка. Вихровий шнур. Інтенсивність вихрового шнура. Потенційне і вихровий течії.
14. Тензор напруженостей поверхневих сил.
15. Рівняння деформації поточного середовища. Релаксаційна в'язкість.
16. Закон Нав'є-Стокса. Ньютонівська рідина.
17. Інтегральні рівняння нерозривності, руху і енергії.
18. Диференціальні рівняння нерозривності, руху і енергії.
19. Рівняння Нав'є-Стокса.

20. Перетворення рівняння енергії в систему рівнянь «живих сил» і «припливу теплоти».
21. Замикають співвідношення системи диференціальних рівнянь нерозривності, руху і енергії.
22. Умови однозначності системи диференціальних рівнянь нерозривності, руху і енергії. Типові спрощення математичної моделі течії.
23. Інтеграли рівняння руху нев'язкої середовища: інтеграл Бернуллі, рівняння Бернуллі, інтеграл Лагранжа-Коші.
24. Елементи теорії подібності. Умови подібності процесів.
25. Критерії подібності в гідрогазодинаміки. Числа Фруда, Ейлера, Рейнольдса, Струхала, Прандтля, Пуассона і їх фізичний зміст.
26. Рівняння для турбулентних потоків. Тензор турбулентних напружень. Турбулентна в'язкість. Турбулентна теплопровідність.
27. Рівняння строго одновимірної моделі течії нев'язкої середовища.
28. Гідравлічний підхід до створення одновимірної моделі течії нев'язкої середовища. Середньорасходна швидкість. Модифіковане рівняння Бернуллі.
29. Колійні втрати тиску. Формула Дарсі.
30. Місцеві втрати тиску. Формула Вейсбаха.

4. ТЕСТИ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Коефіцієнт об'ємного стиснення визначається за формулою (Б)

$$\begin{array}{ll} \text{а)} \beta_V = -\frac{1}{dV} \frac{V}{dP}; & \text{б)} \beta_V = -\frac{1}{V} \frac{dV}{dP}; \\ \text{в)} \beta_V = \frac{1}{V} \frac{dP}{dV}; & \text{г)} \beta_V = -\frac{1}{P} \frac{dP}{dV}. \end{array}$$

2. Середнє гідростатичний тиск, що діє на дно резервуара визначається за формулою (Г)

$$\text{а)} P_{cp} = \frac{G}{V}; \quad \text{б)} P_{cp} = \frac{V}{P_{атм}}; \quad \text{в)} P_{cp} = \frac{\gamma V}{G}; \quad \text{г)} P_{cp} = \frac{P}{S}.$$

3. Основне рівняння гідростатичного тиску записується у вигляді (В)

$$\begin{array}{ll} \text{а)} P = P_{атм} + \rho gh; & \text{б)} P = P_0 - \rho gh; \\ \text{в)} P = P_0 + \rho gh; & \text{г)} P = P_0 + \rho \gamma h. \end{array}$$

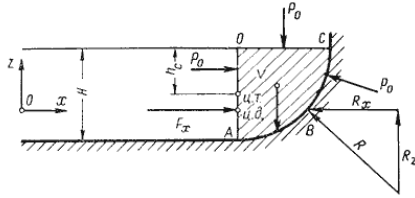
4. Рівнодіюча гідростатичного тиску в резервуарах з плоскою похилою стінкою дорівнює (Г)

$$\begin{array}{l} \text{а)} F = \gamma \rho S; \\ \text{б)} F = \frac{\gamma h S}{2} \cos \alpha; \\ \text{в)} F = \rho S h_c; \\ \text{г)} F = \frac{\gamma H}{2} S. \end{array}$$

5. Точка прикладання рівнодіючої гідростатичного тиску лежить нижче центра ваги плоскої бічній поверхні резервуара на відстані (А)

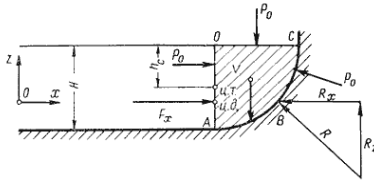
$$\begin{array}{ll} \text{а)} \ell = \frac{J_{Ax}}{\ell_{ц.м.} S}; & \text{б)} \ell = J_{Ax} \frac{\ell_{ц.м.}}{S}; \\ \text{в)} \ell = \frac{S}{J_{Ax} \ell_{ц.м.}}; & \text{г)} \ell = S J_{Ax} \ell_{ц.м.}. \end{array}$$

6. Сила гідростатичного тиску на циліндричну бічну поверхню по осі Ох дорівнює (Г)



- а) $F_z = \frac{\gamma}{V}$;
 б) $F_z = \gamma V$;
 в) $F_z = \gamma V H$;
 г) $F_z = \gamma S_z h_c$.

7. Сила гідростатичного тиску на циліндричну бічну поверхню по осі Oz дорівнює (Б)



- а) $F_z = \frac{\gamma}{V}$;
 б) $F_z = \gamma V$;
 в) $F_z = \gamma V H$;
 г) $F_z = \gamma S_z h_c$.

8. Рівнодіюча гідростатичного тиску на циліндричну бічну поверхню дорівнює (А)

- а) $F = \sqrt{F_x^2 + F_z^2 + F_y^2}$; б) $F = \sqrt{F_x^2 - F_z^2 - F_y^2}$;
 в) $F = \sqrt[3]{F_x^3 + F_z^3 + F_y^3}$; г) $F = \sqrt[3]{(F_x + F_z + F_y)^3}$.

9. Сила, що діє з боку рідини на занурене в неї тіло дорівнює (Г)

- а) $P_{\text{випл}} = \rho_{\text{тіла}} g V_{\text{тіла}}$;
 б) $P_{\text{випл}} = \rho_{\text{ж}} g V$;
 в) $P_{\text{випл}} = \rho_{\text{ж}} g h_{\text{погр}}$;
 г) $P_{\text{випл}} = \rho_{\text{ж}} g V_{\text{погр}}$.

10. Для однорідного тіла, що плаває на поверхні справедливо співвідношення (А)

$$\text{а) } \frac{V_{\text{позр}}}{V_m} = \frac{\rho_m}{\rho_{\text{ж}}} ;$$

$$\text{б) } \frac{V_{\text{позр}}}{\rho_{\text{ж}}} = \frac{V_m}{\rho_m} ;$$

$$\text{в) } \frac{V_m}{V_{\text{позр}}} = \frac{\rho_m}{\rho_{\text{ж}}} ;$$

$$\text{г) } \frac{V_{\text{позр}}}{V_m} = \frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho_m} .$$

11. Рівняння Бернуллі для ідеальної рідини має вигляд (В)

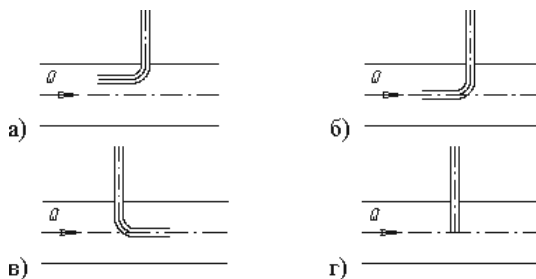
$$\text{а); } z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g}$$

$$\text{б) } z_1 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \sum h ;$$

$$\text{в) } z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} ;$$

$$\text{г) } z_1 + \frac{v_1}{\rho g} + \alpha_1 \frac{P_1^2}{2g} = z_2 + \frac{v_2}{\rho g} + \alpha_2 \frac{P_2^2}{2g} .$$

12. На якому малюнку трубка Піто встановлена правильно (Б)



13. Рівняння Бернуллі для реальної рідини має вигляд (Г)

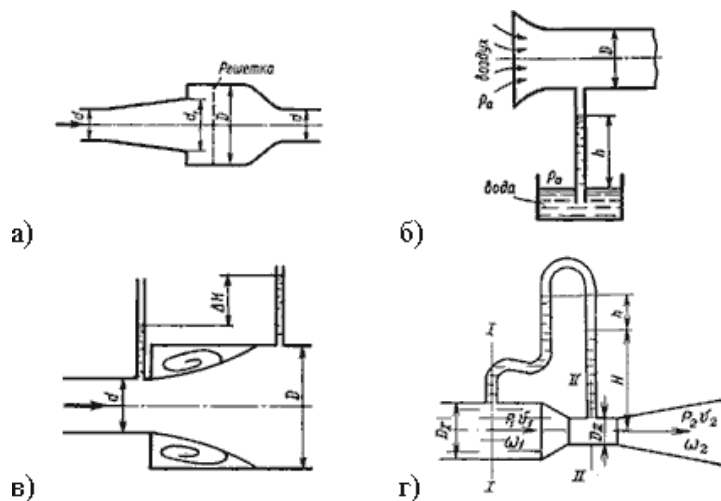
$$\text{а) } z_1 + \alpha_1 \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \alpha_2 \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} - \sum h ;$$

$$\text{б) } z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \sum h ;$$

$$\text{в) } z_1 + \frac{P_1}{2g} + \alpha_1 \frac{v_1^2}{\rho g} = z_2 + \frac{P_2}{2g} + \alpha_2 \frac{v_2^2}{\rho g} + \sum h ;$$

$$\text{г) } z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \alpha_1 \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} + \sum h .$$

14. Вкажіть, на якому малюнку зображений витратомір Вентурі (Г)



15. Критична швидкість, при якій спостерігається перехід від ламінарного режиму до турбулентного визначається за формулою (Г)

а) $v_{кр} = \frac{Q_{кр}}{d \cdot Re_{кр}}$;

б) $v_{кр} = \frac{d}{\nu} \cdot Re_{кр}$;

в) $v_{кр} = \frac{\nu d}{Re_{кр}}$;

г) $v_{кр} = \frac{\nu}{d} \cdot Re_{кр}$.

16. Число Рейнольдса визначається за формулою (Б)

а) $Re = \frac{\nu d}{\mu}$;

б) $Re = \frac{\nu d}{\nu}$;

в) $Re = \frac{\nu d}{\nu}$;

г) $Re = \frac{\nu \ell}{\nu}$.

17. За якою формулою визначається коефіцієнт гідравлічного тертя для ламінарного режиму? (Б)

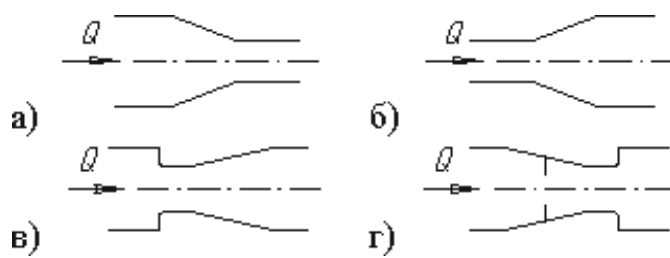
а) $\lambda_T = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}$;

б) $\lambda = \frac{75}{Re}$;

в) $\lambda_T = 0,11 \left(\frac{\Delta \vartheta}{d} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25}$;

г) $\lambda_T = 0,11 \left(\frac{\Delta \vartheta}{d} \right)^{0,25}$

18. На якому малюнку зображений дифузор (Б)



19. Вкажіть правильну запис формули Вейсбаха-Дарсі (В)

а) $h_{\text{ном}} = \ell \frac{d}{\lambda} \cdot \frac{v^2}{2g}$;

б) $h_{\text{ном}} = \lambda \frac{\ell}{v} \cdot \frac{d^2}{2g}$;

в) $h_{\text{ном}} = \lambda \frac{\ell}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}$;

г) $h_{\text{ном}} = \lambda \frac{\ell}{d} \cdot \frac{2v^2}{g}$.

20. Коефіцієнт стиснення струменя визначається за формулою (В)

а) $\varepsilon = \frac{d_c}{d_0}$; б) $\varepsilon = \frac{S_0}{S_c}$; в) $\varepsilon = \frac{S_c}{S_0}$; г) $\varepsilon = \frac{S_c^2}{S_0^2}$.

21. Швидкість витікання рідини через отвір дорівнює (Г)

а) $v = \varphi^2 \sqrt{2gH}$;

б) $v = 2\sqrt{\varphi gH}$;

в) $v = \sqrt{\varphi 2gH}$;

г) $v = \varphi \sqrt{2gH}$.

22. Витрата рідини через отвір визначається як (Б)

а) $Q = S_0 v$; б) $Q = S_c v$;

в) $Q = \varphi v \varepsilon$; г) $Q = \mu S_0$.

23. Число Рейнольдса при закінченні струменя через отвір в резервуарі визначається за формулою (Б)

$$\begin{aligned} \text{a) } Re_u &= \frac{v\sqrt{2dH}}{g}; \\ \text{б) } Re_u &= \frac{d\sqrt{2gH}}{v}; \\ \text{в) } Re_u &= dv\frac{1}{\sqrt{2gH}}; \\ \text{г) } Re_u &= \sqrt{\rho g H} \frac{d}{v}. \end{aligned}$$

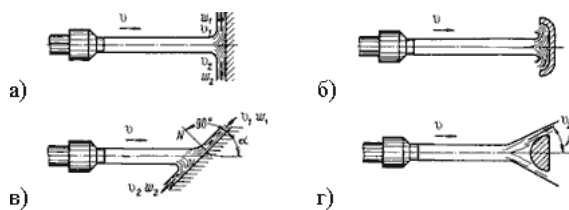
24. Швидкість витікання рідини з-під затвора в горизонтальному лотку визначається (А)

$$\begin{aligned} \text{a) } v_c &= \varphi\sqrt{2g(H_0 - h_c)}; & \text{б) } v_c &= \varphi\sqrt{2g(H_0 + h_c)}; \\ \text{в) } v_c &= 2g\sqrt{\varphi(H_0 - h_c)}; & \text{г) } v_c &= 2\varphi\sqrt{g(H_0 + h_c)}. \end{aligned}$$

25. Тиск струменя рідини на огорожувальну майданчик визначається за формулою (В)

$$\begin{aligned} \text{a) } P &= \frac{v}{g} Q\gamma; & \text{б) } P &= \frac{g}{\gamma} Qv; \\ \text{в) } P &= \frac{\gamma}{g} Qv; & \text{г) } P &= \frac{\gamma}{v} Qg. \end{aligned}$$

26. В якому випадку тиск струменя на майданчик буде максимальним (Б)



26. Коефіцієнт швидкості визначається за формулою (А)

$$\begin{aligned} \text{a) } \varphi &= \frac{1}{\sqrt{\alpha + \zeta}}; & \text{б) } \varphi &= \frac{\alpha}{\sqrt{1 + \zeta}}; \\ \text{в) } \varphi &= \frac{1}{\sqrt{\alpha - \zeta}}; & \text{г) } \varphi &= \frac{\zeta}{\sqrt{\alpha - 1}}. \end{aligned}$$

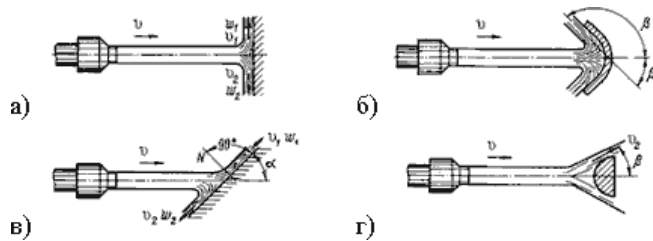
27 . Напір рідини Н, який використовується при знаходженні швидкості витікання рідини в повітряний простір визначається по формулі (Г)

- а) $H = H_0 + \frac{P_0 + P_1}{2\rho g}$; б) $H = H_0 + \frac{P_0 + P_1}{\rho g}$;
 в) $H = H_0 - \frac{P_0 - P_1}{\rho g}$; г) $H = H_0 + \frac{P_0 - P_1}{\rho g}$.

28. Витрата рідини при закінченні через отвір дорівнює (А)

- а) $Q = \mu S_o \sqrt{2gH}$; б) $Q = \mu S_c \sqrt{2gH}$;
 в) $Q = 2\mu S_c \sqrt{gH}$; г) $Q = g S_o \sqrt{2\mu H}$.

29. В якому випадку тиск струменя на майданчик буде мінімальним (Г)



30. Потрібних напір визначається за формулою (Г)

- а) $H_{нотр} = \Delta z + \frac{P_2}{\rho g}$;
 б) $H_{нотр} = \frac{128\nu l_{расч}}{\pi g d^4}$;
 в) $H_{нотр} = KQ^m$;
 г) $H_{нотр} = H_{см} + KQ^m$.

31. Статичний напір визначається за формулою (Г)

- а) $H_{см} = H_{см} + KQ^m$;
 б) $H_{см} = \frac{128\nu l_{расч}}{\pi g d^4}$;
 в) $H_{см} = KQ^m$;
 г) $H_{см} = \Delta z + \frac{P_2}{\rho g}$.

32. Підвищення тиску при гідравлічному ударі визначається за формулою (В)

- а) $\Delta P_{уд} = \sqrt{\frac{K}{\rho}}$; б) $\Delta P_{уд} = \rho g h$;
 в) $\Delta P_{уд} = \rho u_0 c$; г) $\Delta P_{уд} = \rho u_0^2 c$

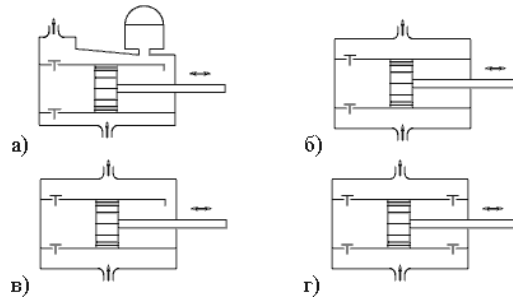
33. Швидкість поширення ударної хвилі при абсолютно жорстких стінках трубопроводу (Б)

$$\begin{array}{ll} \text{а)} \quad c = \frac{1}{\sqrt{\frac{\rho}{K} + \frac{2\rho r}{\delta E}}}; & \text{б)} \quad c = \sqrt{\frac{K}{\rho}}; \\ \text{в)} \quad c = \sqrt{\frac{\rho}{K}}; & \text{г)} \quad c = \sqrt{\frac{K}{\Delta P_{\text{зд}}}} \end{array}$$

34. Енергія насоса на виході при відомому тиску і швидкості рідини визначиться як (Б)

$$\text{а)} \quad \frac{P + v^2}{2\rho g}; \quad \text{б)} \quad \frac{P}{\rho g} + \frac{v^2}{2g}; \quad \text{в)} \quad \frac{v}{\rho g} + \frac{P^2}{2g}; \quad \text{г)} \quad \rho gh + \frac{v^2}{2g}$$

35. На якому малюнку зображений поршневий насос подвійної дії? (Г)



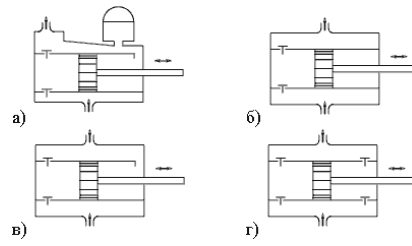
36. Теоретична подача поршневого насоса простої дії (Г)

$$\begin{array}{ll} \text{а)} \quad Q_T = F \ell n \eta_o; & \text{б)} \quad Q_T = \frac{F \ell}{n}; \\ \text{в)} \quad Q_T = \frac{\ell n}{F}; & \text{г)} \quad Q_T = F \ell n \end{array}$$

37. Дійсна подача поршневого насоса простої дії (Г)

$$\begin{array}{ll} \text{а)} \quad Q_T = F \ell n; & \\ \text{б)} \quad Q_T = \frac{F \ell}{n}; & \\ \text{в)} \quad Q_T = \frac{\ell n}{F}; & \\ \text{г)} \quad Q_T = F \ell n \eta_o & \end{array}$$

38. На якому малюнку зображений поршневий насос подвійної дії? (Г)



39. Теоретична подача диференціального поршневого насоса визначається за формулою (А)

а) $Q_T = F\ell n$; б) $Q_T = F\ell n + (F - f)\ell n$;

в) $Q_T = (F - f)\ell n$; г) $Q_T = 2F\ell n$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы : учеб. для машиностроит. вуз. / Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов и др. – 2-е изд., перераб. – М. : Машиностроение, 1982. – 423 с.
2. Вильнер, Я.М. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам / Я.М. Вильнер, Я.Т. Ковалев, Б.Б. Некрасов ; [под ред. Б.Б. Некрасова]. – Минск : Вышэйш. шк., 1976. – 416 с.
3. Мандус, В.І. Машинобудівна гідравліка. Задачі та приклади розрахунків / В.І. Мандрус, Н.П. Лещій, В.М. Звягін. – Львів : Світ, 1995. – 264 с.
4. Стрелов, К.К. Технология огнеупоров / К.К. Стрелов, И.П. Кащеев, П.С. Мамыкин. – М. : Металлургия, 1988. – 510 с.
5. Соколов, Г.А. Производство стали / Г.А. Соколов. – М. : Металлургия, 1982. – 496 с.
6. Честерс, Д.Х. Огнеупоры в сталеплавильном производстве / Д.Х. Честерс. – Изд. 2-е. – М. : Metallurgizdat, 1969. – 510 с.

ДОДАТОК А

ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Факультет комп'ютерно- інтегрованих технологій, автоматизації,
електроінженерії та радіоелектроніки
Кафедра електричної інженерії

ІНДИВІДУАЛЬНА РОБОТА

з дисципліни ГІДРОГАЗОДИНАМІКА

Виконав: студент 3 курсу, групи ПРМ-7 варіант 184782

(шифр групи)

напряму підготовки (спеціальності) 144 теплоенергетика.

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

ІВАНОВ ІВАН ІВАНОВИЧ

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Видав _____.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Покровськ–2020 р