

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

**ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ НА ПЕРСОНАЛЬНИХ  
ЕЛЕКТРОННО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ МАШИНАХ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання домашньої контрольної роботи  
для студентів заочної форми навчання за напрямом підготовки  
6.050503 «Машинобудування»

*Рекомендовано Вченою радою інженерно-хімічного факультету*

Київ  
НТУУ «КПІ»  
2013

Методичні вказівки до виконання домашньої контрольної роботи для студентів заочної форми навчання з дисципліни «Інженерні розрахунки на персональних електронно-обчислювальних машинах», для студ. спец. «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» за напрямом підготовки 6.050503 «Машинобудування» / Уклад.: Д.Е. Сідоров, І.О. Казак. – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 17 с.

*Гриф надано Вченою радою ІХФ  
(Протокол № 8 від 30.09.2013 р.)*

Навчальне видання

ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ НА ПЕРСОНАЛЬНИХ  
ЕЛЕКТРОННО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ МАШИНАХ

Методичні вказівки до виконання домашньої контрольної роботи для студентів заочної форми навчання за напрямом підготовки 6.050503 «Машинобудування»

Авторська редакція

Укладачі:	Д.Е. Сідоров, к.т.н., доц. І.О. Казак
Відповідальний редактор	Є.М. Панов, д.т.н., проф.
Рецензент:	А.Р. Степанюк, к.т.н., доц.

## ВСТУП

Домашня контрольна робота з дисципліни “Інженерні розрахунки на ПЕОМ” проводиться у студентів заочної форми навчання за напрямом підготовки 6.050503 «Машинобудування» на четвертому курсі у сьомому семестрі навчання бакалаврів. Зміст цих методичних вказівок відповідає робочій програмі дисципліни «Інженерні розрахунки на персональних електронно-обчислювальних машинах».

В практичній діяльності інженера-механіка все більш необхідною стає обчислювальна техніка. Вона використовується при обробці експериментальних даних, прогнозуванні навантаження, розрахунку і оптимізації режимів роботи технологічного обладнання, розподіленні технологічних ресурсів, проектуванні, при вирішенні багатьох інших завдань сучасного машинобудування.

В цих методичних вказівках приділено увагу основним правилам написання вихідного коду, синтаксису одній з найбільш поширених в інженерних розрахунках мов програмування - ФОРТРАН, прийомам консольної роботи з компіляторами Фортрану, наведено приклади алгоритмізації і програмування задач. Запропоновано комплект індивідуальних завдань для виконання домашньої контрольної роботи на основі прикладних задач, які найчастіше розв’язують в інженерній галузевій практиці.

## 1. МЕТА І ЗАВДАННЯ ВИКОНАННЯ ДОМАШНЬОЇ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

*Мета домашньої контрольної роботи (ДКР)* - організувати та активізувати самостійну роботу студентів з вивчення дисципліни «Інженерні розрахунки на персональних електронно-обчислювальних машинах» щодо набуття практичного досвіду відповідних розрахунків на ПЕОМ.

Завдання на домашню контрольну роботу студенти отримують паралельно з вивченням даної дисципліни. Термін виконання домашнього завдання - 7-10 днів. Домашня контрольна робота виконується на аркушах формату А4, де розташовуються відповідні результати виконання та необхідні пояснення.

У даних методичних вказівках розглядається методика виконання домашньої контрольної роботи за матеріалами основних розділів дисципліни «Інженерні розрахунки на персональних електронно-обчислювальних машинах», які ґрунтуються на вивченні мови програмування ФОРТРАН.

Типовою інженерною задачею з домашньої контрольної роботи є розрахунок теплового процесу або напружено-деформованого стану конструкцій машин і апаратів хімічних виробництв при термосиловій взаємодії з тепловими полями та середовищами.

*Завданнями виконання домашньої контрольної з дисципліни «Інженерні розрахунки на персональних електронно-обчислювальних машинах» студентами заочної форми навчання є формування наступних знань і умінь:*

- на підставі аналізу алгоритмів складати блок-схеми програм для інженерних розрахунків;
- користуючись можливостями ОС ПЕОМ автоматизувати роботу у консолі;
- користуючись алгоритмічною мовою високого рівня (ФОРТРАН) складати програми для розрахунків на ПЕОМ;

- користуючись алгоритмічною мовою високого рівня (ФОРТРАН) читати, аналізувати та редагувати вихідний програмний код.

## 2. ОРГАНІЗАЦІЯ І ПРИКЛАДИ ВИКОНАННЯ ДКР

Основні етапи виконання кожного індивідуального завдання - написання, налагодження, виконання програми і оформлення результатів роботи. Підготовку починають з вивчення теоретичного матеріалу дисципліни. Далі – розглядаються і виконуються приклади, що наведені у методичних вказівках. Після цього студентом виконується індивідуальне завдання за варіантом. Номер варіанта домашнього завдання для виконання призначається викладачем (як за правило, обирається згідно з порядковим номером у списку академічної групи).

Студенти самостійно готують текст програми, налагоджують і виконують розрахунок за допомогою персональної електронно-обчислювальної машини (ПЕОМ) на мові програмування Фортран. Потім студент здійснює самостійно перевірку правильності одержаних результатів розрахунку програми за індивідуальним завданням.

Переконавшись у правильності результатів, студенти оформлюють домашню контрольну роботу і захищають її. Викладач має право повернути на доопрацювання недбало оформлену або з помилками роботу, а також не зарахувати роботу, якщо теоретична підготовка студента недостатня.

В загальному випадку, виконання індивідуального завдання на ПЕОМ складається з наступних етапів:

- аналіз умови індивідуального завдання;
- вибір методу розв'язання індивідуального завдання;
- розробка алгоритму;
- складання таблиці ідентифікаторів;
- написання програми;
- налагодження програми;
- отримання коду, що виконується;

- виконання програми при заданих значеннях вихідних даних.

Власне, програмування складається з двох етапів: розробка алгоритму і написання програми. Особливо важко при підготовці завдання до розв'язання на ПЕОМ розробити і перевірити алгоритм.

Алгоритмом називають систему формальних правил, яка однозначно веде до розв'язання даної задачі.

Алгоритм прийнято представляти у вигляді блок-схем – графічного подання, яке доповнюється елементами словесного запису. Кожний пункт алгоритму відображається на схемі у вигляді умовних графічних позначень - блоків. Найбільш вживані блоки наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1. Найбільш вживані блоки

Найменування	Позначення	Зображена функція
Блок обчислень		Виконання дій, в результаті яких змінюються значення даних
Логічний блок		Вибір напрямку виконання алгоритму в залежності від деяких умов (оператори IF, ELSE)
Блок введення-виведення даних		Введення-виведення даних (оператори DATA, READ, WRITE)
Пуск-зупинка		Початок чи кінець обробки даних
Міжсторінковий з'єднувач		Позначення зв'язків між частинами блок-схеми, розташованими на різних сторінках
б. Цикл		Повторення операцій (оператор циклу DO)

Для зручності опису схем, установлення зв'язків і відношень між їх частинами, всі блоки мають наскрізну нумерацію. Послідовність виконання алгоритму, що описується схемою, встановлюється упорядкованим розміщенням блоків на схемі і об'єднанням їх лініями, котрі називаються лініями потоку інформації, або – лініями зв'язку.

Домашня контрольна робота з виконання індивідуального завдання оформлюється студентом у роздрукованому вигляді на аркушах формату А4 і повина мати наступну структуру:

- титульний лист домашньої контрольної роботи з обов'язково вказаними прізвищем (ім'я та по-батькові) студента, позначенням його групи, номера варіанту індивідуального завдання;
- текст індивідуального завдання згідно до варіанту;
- блок-схему алгоритмів розв'язання завдання;
- таблиці ідентифікаторів;
- розробленні програми;
- результати розрахунків за розробленими програмами
- висновки, що виконують на підставі аналізу результатів розрахунків і що пов'язані з метою роботи.

Належні файли з програмами і результатами розрахунків за індивідуальним завданням демонструються під час захисту і підтверджують працездатність програм на ПЕОМ та вірність розрахунків.

### **Порядок і рекомендації щодо виконання роботи**

Мета завдання: навчитись застосовувати дані різних типів, оператори вводу та виводу; здобути навички запису і обчислення арифметичних виразів.

Студент спочатку повинен розібрати приклади, вміти пояснити будь-які елементи, реалізувати на ПЕОМ, виправити помилки та добитися вірних результатів роботи прикладів. Після цього він приступає до виконання індивідуального завдання для домашньої контрольної роботи, яке виконується у двох варіантах:

- 1) з використанням операторів явного завдання типів даних і оператору DATA;
- 2) без застосування операторів завдання типів даних і оператору DATA, з діалоговим режимом роботи користувача.

### Приклад виконання індивідуального завдання ДКР

Приклад індивідуального завдання: Димові гази з пічної установки виводяться крізь димову трубу, висота якої  $H=19$  м. Склад газів:  $CO_2 = 12,7\%$ ;  $O_2 = 4,9\%$ ;  $N_2 = 77,5\%$ ;  $H_2O = 4,9\%$ . Визначити швидкість газів  $W$  та супутні величини, якщо їх температура  $T_2 = 250$  °С. Густина повітря у навколишньому середовищі  $\rho_n = 1,216$  мл/м<sup>3</sup>,  $T_0 = 273$ °С,  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>. Швидкість

газу:  $W = \sqrt{\frac{2(\rho_n - \rho_z)gH}{27,3\rho_z}}$ . Інші розрахункові залежності:

$$\rho_z = \frac{M}{22,4} \cdot \frac{T_0}{T_0 + T_2}; \quad M = \frac{(44 \cdot CO_2 + 32 \cdot O_2 + 28 \cdot N_2 + 18 \cdot H_2O)}{100}$$

*1 спосіб виконання індивідуального завдання ДКР.*

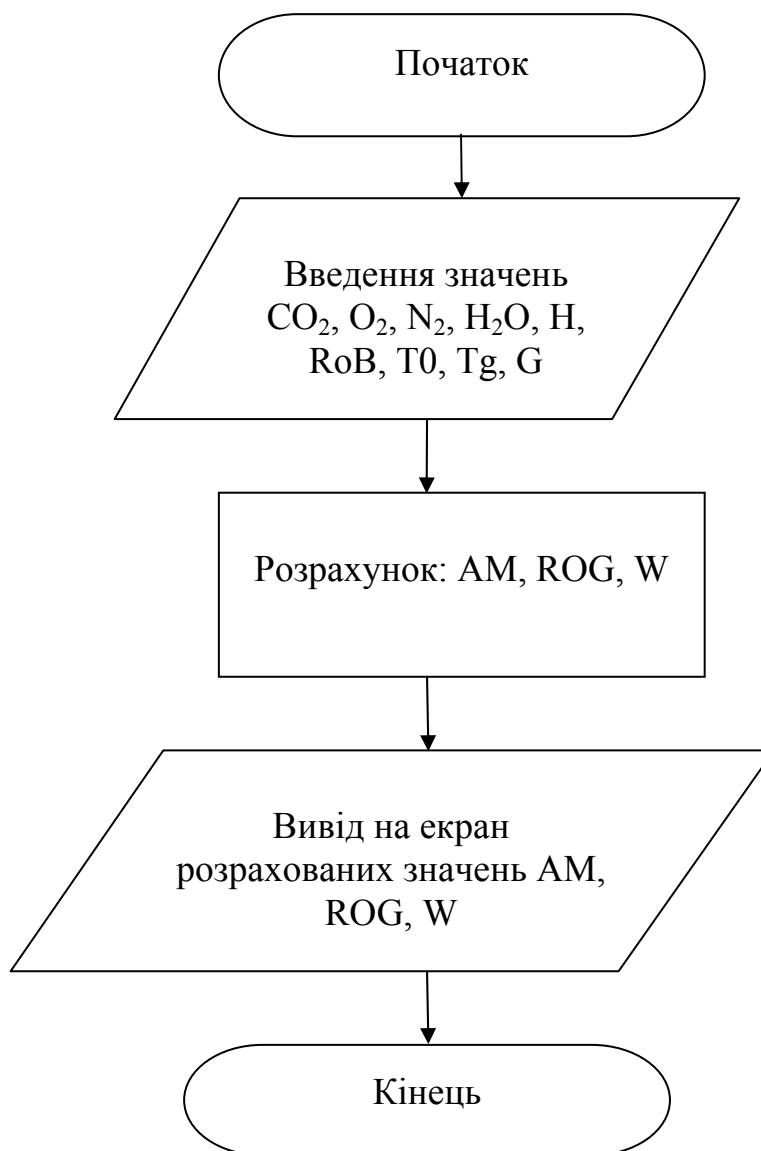


Рис. 2.1. Блок – схема алгоритму розрахунку до прикладу



Таблиця відповідності ідентифікаторів за 1-м способом виконання прикладу завдання (з використанням операторів явного завдання типів даних і оператору DATA):

Таблиця 2.2. Таблиця відповідності ідентифікаторів

№ п/п	За текстом	у програмі	Числове значення	Одиниці вимірювання	Тип	Запис (вводу)	Прим.
1	$CO_2$	CO2	12,7	%	Real	12.7	-
2	$O_2$	O2	4,9	%	Real	4.9	-
3	$N_2$	N2	77,5	%	Real	77.5	-
4	$H_2O$	H2O	4,9	%	Real	4.9	-
5	$T_z$	TG	250	$^{\circ}C$	Real	250.	-
6	$\rho_6$	ROB	1,216	кг/м <sup>3</sup>	Real	1.216	-
7	$T_0$	T0	273	К	Real	273.	-
8	$H$	H	19	м	Real	19.	-
9	$g$	G	9,81	м/с <sup>2</sup>	Real	9.81	-
10	$\rho_z$	ROG	Обчислюється	кг/м <sup>3</sup>	Real	-	-
11	$M$	M	Обчислюється		Real	-	-
12	$W$	W	Обчислюється	м/с	Real	-	-

Текст програми за 1-м способом виконання прикладу завдання (з використанням операторів явного завдання типів даних і оператору DATA):

Program Zavd1

C Завдання типів даних

REAL CO2,O2,N2,H2O,ROB,G, TG,T0,H,ROG,M,W

C Завдання початкових значень

DATA CO2/12.7/,O2/4.9/,N2/77.5/,H2O/4.9/,TG/250./,ROB/1.216/,  
\*T0/273./,G/9.81/,H/19./

C Вивід вихідних даних на екран

WRITE(\*,\*)'CO2=', CO2, ' O2=', O2, ' N2=', N2

WRITE(\*,\*)'H2O=', H2O, ' TG=', TG, ' ROB=', ROB

WRITE(\*,\*)'T0=', T0, ' G=', G, ' H=', H

C Розрахунок арифметичних виразів

M=(44.\*CO2+32.\*O2+28.\*N2+18.\*H2O)/100.

$$ROG=(M/22.4)*T0/(T0+TG)$$

$$W=SQRT(2.*(ROB-ROG)*G*H/27.3/ROG)$$

C Вивід результатів розрахунків

WRITE(\*,\*) 'M=', M, ' ROG=', ROG, ' kg/m3', ' W=', W, ' m/c'

C Закінчення програми

STOP

END

2 спосіб виконання індивідуального завдання ДКР.

Таблиця відповідності ідентифікаторів за 2-м способом виконання прикладу індивідуального завдання (без застосування операторів завдання типів даних і оператору DATA, з діалоговим режимом роботи користувача):

Таблиця 2.3. Таблиця відповідності ідентифікаторів

№ п/п	За текстом	у програмі	Числове значення	Одиниці вимірювання	Тип	Запис (вводу)	Прим.
1	$CO_2$	CO2	12,7	%	Real	12.7	-
2	$O_2$	O2	4,9	%	Real	4.9	-
3	$N_2$	AN2	77,5	%	Real	77.5	-
4	$H_2O$	H2O	4,9	%	Real	4.9	-
5	$T_2$	TG	250	$^{\circ}C$	Real	250.	-
6	$\rho_в$	ROB	1,216	кг/м <sup>3</sup>	Real	1.216	-
7	$T_0$	T0	273	К	Real	273.	-
8	$H$	H	19	м	Real	19.	-
9	$g$	G	9,81	м/с <sup>2</sup>	Real	9.81	-
10	$\rho_2$	ROG	Обчислюється	кг/м <sup>3</sup>	Real	-	-
11	$M$	AM	Обчислюється	-	Real	-	-
12	$W$	W	Обчислюється	м/с	Real	-	-

Текст програми за 2-м способом виконання прикладу завдання (без застосування операторів завдання типів даних і оператору DATA, з діалоговим режимом роботи користувача):

Program Zavd2

C Діалог введення вихідних даних

```

WRITE(*,*)'*****INPUT DATA*****'
WRITE(*,*)'CO2= '
READ(*,*)CO2
WRITE(*,*)'O2= '
READ(*,*)O2
WRITE(*,*)'AN2= '
READ(*,*)AN2
WRITE(*,*)'H2O= '
READ(*,*)H2O
WRITE(*,*)'ROB= '
READ(*,*)ROB
WRITE(*,*)'G= '
READ(*,*)G
WRITE(*,*)'ROG= '
READ(*,*)ROG
WRITE(*,*)'AM= '
READ(*,*)AM
WRITE(*,*)'W= '
READ(*,*)W

```

C Розрахунок арифметичних виразів

$$AM=(44.*CO2+32.*O2+28.*AN2+18.*H2O)/100.$$

$$ROG=(AM/22.4)*T0/(T0+TG)$$

$$W=\text{SQRT}(2.*(ROB-ROG)*G*H/27.3/ROG)$$

C Вивід результатів

```
WRITE(*,*) 'M=', AM, '   ROG=', ROG, ' kg/m3', '   W=', W, ' m/c'
```

C Закінчення програми

```
STOP
```

```
END
```

Результати розрахунків:

M= 29.7380000 ROG= 6.929864E-001 kg/m3 W= 3.2102520 m/c

Stop - Program terminated.

### 3. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Основні символи, що застосовуються у ФОРТРАНі.
2. Типи даних. Чому застосовуються різні типи даних. Призначення типів. Приклади.
3. Постійні. Змінні. Постійні та змінні цілого та дійсного типів.
4. Символи арифметичних операцій. Порядок виконання арифметичних операцій. Застосування дужок.
5. Стандартні функції ФОРТРАНУ.
6. Оператори вводу і виводу.
7. Правила для роботи з даними.

### 4. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

1. Визначити час, що необхідний для спорожнення бака діаметром  $D=1$  м. Бак наповнено на висоту  $h=2$  м. Отвір у днищі  $d=3$  см. Коефіцієнт витрати  $\alpha=0,61$ ;  $g=9,81$  м/с<sup>2</sup>,  $\pi=3,1415$ . Формула для обчислення:

$$\tau = \frac{2f\sqrt{h}}{\alpha f_0 \sqrt{2g}},$$

де  $f = \pi \frac{D^2}{4}$  – площа перерізу ємності, м<sup>2</sup>;  $f_0 = \pi \frac{d^2}{4}$  – площа отвору, м<sup>2</sup>.

2. Визначити значення критерію Рейнольдса  $Re$  в міжтрубному просторі теплообмінника типу “труба у трубі” та супутні величини, якщо труби мають наружні діаметри  $d_1=22$  мм,  $d_2=51$  мм, товщину стінки  $\delta_1=2$  мм,  $\delta_2=2,5$  мм; масова витрата рідини  $v=1,730$  кг/с, густина  $\rho=1150$  кг/м<sup>3</sup>, динамічна в’язкість  $\mu=1,2 \cdot 10^{-3}$  Па·с. Розрахункові формули:

$$Re = \frac{\omega d_3}{\mu} \rho; d_3 = d_2^1 - d_1; \omega = \frac{v}{0.785 \rho [(d_2^1)^2 - d_1^2]}; d_2^1 = d_2 - 2\delta_2.$$

3. Повітря масою 1 кг при початкових параметрах  $P_1=1 \cdot 10^5$  Па,  $T_1=303$  К стискується за адіабатою до  $P=1 \cdot 10^6$  Па. Знайти кінцевий об’єм повітря при  $R=292,7$  Дж/(кг·К),  $K=1,4$  використовуючи формулу:

$$V_2 = \frac{RT_1}{P_1} \left( \frac{P_1}{P_2} \right)^{1/K}.$$

4. Визначити об'ємні витрати повітря за нормальних умов та супутні величини, якщо він проходить по трубах теплообмінника (кількість труб  $\eta=100$ , зовнішній діаметр  $d^1=20$  мм, товщина стінки  $\delta=2$  мм) швидкість  $\omega=9$  м/с при  $T=50$  °С, тиск  $P_{MAN}=2 \cdot 10^5$  Па, барометричний тиск  $P_{бар}=1,68 \cdot 10^5$  Па,  $\rho_0=1.293$  кг/м<sup>3</sup>,  $T_0=273$  К. Формули для обчислення:

$$V_0 = \frac{M}{\rho_0}; M = \omega \eta 0.785 d^2 \rho; \rho = \rho_0 \frac{PT_0}{P_0(T_0 - T)}; d = d^1 - 2\delta; P = P_{бар} + P_{ман}.$$

5. Знайти діаметр трубопровода для транспортування водню при масових витратах  $V=0,04$  кг/с та супутні величини. Довжина трубопроводу  $L=1000$  м. Корисне падіння тиску  $\Delta P=1080$  Па. Густина водню  $\rho=0,0825$  кг/м<sup>3</sup>;  $\lambda=0,03$ . Формули для розрахунків:

$$d = c \sqrt{\frac{LW^2 \rho}{\Delta P}}; c = \sqrt[5]{\frac{0,5\lambda}{0.785^2}}; W = \frac{V}{\rho}.$$

6. Визначити зміщення серединної лінії труби гідроциліндра  $r_{вн}=0,1$  м,  $r_{зов}=0,25$  м та супутні величини. Навантаження тиском  $P_{вн}=200$  МПа,  $P_{зов}=80$  МПа. Гідроциліндр зроблений з сталі, у котрій коефіцієнт Пуассона  $\mu=0,3$ ; модуль пружності  $E=2 \cdot 10^5$  МПа;  $\eta=2$ . Розрахункова формула:

$$U = \frac{1 - \mu}{E} \cdot \frac{r_{вн}^n P_{вн} - r_{зов}^n P_{зов}}{r_{зов}^n - r_{вн}^n} r_{сер} + \frac{1 + \mu}{E} \cdot \frac{r_{вн}^n r_{зов}^n (P_{зов} - P_{вн})}{(r_{зов}^n - r_{вн}^n) r_{сер}}, \text{ де } r_{сер} = \frac{r_{зов} + r_{вн}}{2}.$$

7. Розрахувати коефіцієнт тепловіддачі  $\alpha$  та критерій Нуссельта  $Nu$ , в цементній обертовій печі при температурі  $T_r=1600$  °С, температурі футеровки  $T_\phi=1100$  °С, коефіцієнті заповнення та чорноти поверхні  $C_b=1,18$ . Швидкість руху потоку  $\omega_r=6$  м/с, теплопровідність  $\lambda_r=0,048$  Вт/(м °С), кінематична в'язкість  $\nu_r=80,7 \cdot 10^6$  м<sup>2</sup>/с. Діаметр печі  $D_n=4,6$  м,  $m=4$ . Розрахункові формули:

$$\alpha = \frac{\text{Nu}\lambda_r}{D_n} + \frac{C_b \left[ \left( \frac{T_r + 273}{100} \right)^m - \left( \frac{T_\phi + 273}{100} \right)^m \right]}{(T_r - T_\phi)}; \text{Nu} = 0.418 \left( \frac{\omega_r D_r}{\nu_r} \right)^{0.67}.$$

8. Визначити напруження  $P$  від гарячої посадки, що виникає на стику двох складених труб. Величина натягу  $\delta = 12 \cdot 10^{-5}$  м, радіуси першої труби  $r_a = 0,1$  м,  $r_b = 0,3$  м, пружний радіус другої труби  $r_c = 0,4$  м. Труби виконані з однакової сировини з модулем пружності  $E = 2 \cdot 10^5$  МПа,  $\kappa = 3$ ,  $n = 2$ .

Розрахункова формула: 
$$P = \frac{\delta E (r_c^n - r_b^n) \cdot (r_b^n - r_a^n)}{2r_b^\kappa (r_c^n - r_a^n)}.$$

9. Визначити критичну швидкість течії сухої водяної пари при початковому тиску  $P_1 = 1 \cdot 10^6$  Па, питомий об'єм  $V_1 = 0,263$  м<sup>3</sup>/кг, показник політропи  $K = 1,135$  та  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>.

Розрахункова формула: 
$$W_{\text{кр}} = \sqrt{\text{kg} \frac{2}{\kappa + 1} P_1 V_1}.$$

10. Знайти максимальний прогин пластинки, радіус якої  $r = 0,2$  м, товщина  $h = 0,03$  м, що жорстко закріплена по контуру та підвернена дії рівномірно розподіленого навантаження  $q = 0,3$  МПа при модулі пружності  $E = 2 \cdot 10^5$  МПа, коефіцієнт Пуассона  $\mu = 0,3$ ,  $n = 4$ . Розрахункова формула:

$$W_{\text{max}} = \frac{qr^n}{64D}; \quad D = \frac{En^3}{12(1-\mu)}.$$

11. Визначити максимальні витрати пару за умов: площа перетину сопла  $f = 1 \cdot 10^{-5}$  м<sup>2</sup>, питомий об'єм  $V_1 = 0,5$  м<sup>3</sup>/кг, початковий тиск  $P_1 = 1 \cdot 10^6$  Па, показники політропи  $\kappa = 1,135$ ,  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>. Розрахункова формула:

$$G_{\text{max}} = 1,99f \sqrt{\left( \text{kg} \frac{2}{\kappa + 1} \right)^{\frac{\kappa+1}{\kappa-1}} \frac{P_1}{V_1}}.$$

12. Визначити максимальні напруження в круглій жорстко закріпленій по контуру пластині радіусом  $r = 0,35$  м, товщиною  $h = 0,05$  м, під дією рівномірного навантаження  $q = 5,8$  МПа. Коефіцієнт Пуассона  $\mu = 0,3$ ;  $n = 2$ . Розрахункова формула:

$$(\sigma_r)_{\max} = -\frac{3}{4} \frac{qd^n}{h^n}; \quad (\sigma_\tau)_{\max} = -\frac{3}{4} \mu \frac{qd^n}{h^n}; \quad d=2r.$$

13. Визначити максимальні витрати газу через сопло що звужується, якщо початкові параметри газу  $P_0=6,4 \cdot 10^6$  Па,  $V_0=0,0139 \text{ м}^3/\text{м}$ ,  $\kappa=1,4$ , площа отвору сопла  $f=5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$ . Розрахункова формула:

$$G = f \sqrt{2 \frac{\kappa}{\kappa+1} \left( \frac{2}{\kappa+1} \right)^{\frac{2}{\kappa-1}}} \cdot \frac{P_0}{V_0}.$$

14. Визначити переміщення  $U$  зовнішньої поверхні диску із зовнішнім радіусом  $b=0,15$  м і внутрішнім радіусом  $Q=0,05$  м, що виникають під дією відцентрових сил. Швидкість обертання диску  $\omega=157$  рад/с,  $E=2 \cdot 10^5$  МПа,  $g=9,81 \text{ м/с}^2$ ,  $\gamma=7,65 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^3$ ,  $n=2$ ,  $\mu=0,3$ . Розрахункові формули:

$$N = (1 - \mu^n) \frac{\gamma \omega^n}{gE}; \quad U = \frac{Nb}{8} \left[ \frac{3 + \mu}{1 + \mu} (a^n + b^n) + \frac{31\mu}{1 - \mu} (a^n - b^n) \right].$$

15. Знайти коефіцієнт теплопередачі і витрати теплоти з  $1 \text{ м}^2$  поверхні стінки печі з вогнетривкої (товщина  $\delta_1=0,5$  м, теплопровідність  $\lambda=1,16 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ) та будівної ( $\delta_2=0,25$  м,  $\lambda_2=0,5 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ) цегли. Температура та коефіцієнт тепловіддачі в печі  $T_r=1700$  К,  $\alpha_1=34,8 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$ ; зовні  $T_0=295$  К,  $\alpha_2=16,2 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$ . Розрахункові формули:

$$q = k(T_r - T_0); \quad k = \frac{1}{\left( \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_2} \right)}.$$

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Брич З.С. Фортран 77 для ПЭВМ ЕС [Текст]: Справочник / З.С. Брич, Д.В. Капилевич, Н.А. Клецкова. – М.: Финансы и статистика, 1991. - 286 с.
2. Брич З.С., Гулецкая О.Н., Капилевич Д.В. и др. Фортран 77 для ЕС ЭВМ.М.: Финансы и статистика, 1989. - 351 с.
3. Бухтияров А.М. и др. Практикум по программированию на Фортране (ОС ЕС ЭВМ). М.: Наука, 1979. - 304 с.
4. Дрейфус М. и др. Практика программирования на Фортране. М.: Мир, 1978. - 224 с.
5. Я. Белецки. Фортран 77. Серия: Алгоритмические языки. Изд-во: М.: Высшая школа, 1991. – 207 с.
6. Методичні вказівки до виконання завдань з комп'ютерного практикуму та самостійної роботи студентів з дисципліни «Інженерні розрахунки на ПЕОМ – 1. Програмування», для студ. спец. «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» напрямів підготовки 6.050503 «Машинобудування», 6.050502 «Інженерна механіка» / Уклад.: Д.Е. Сідоров, І.О. Казак. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 86 с.



Зміст	Стор.
ВСТУП.....	3
1. МЕТА І ЗАВДАННЯ ВИКОНАННЯ ДОМАШНЬОЇ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ.....	4
2. ОРГАНІЗАЦІЯ І ПРИКЛАДИ ВИКОНАННЯ ДКР.....	5
3. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ.....	12
4. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ.....	12
5. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	16