

**Перелік завдань для комплексної контрольної роботи
за дисципліною
«Теплові процеси в технологіях ТНСМ»**

Завдання 1.

Користуючись табл. 1, проведіть необхідні розрахунки та визначить для таких варіантів:

Варіант 1. Кількість димових газів та висоту цегляного димаря для їх видалення, якщо:

- витрата палива, $X_{\text{п}} = 342$ кг/год;
- загальний коефіцієнт витрати повітря, $\alpha_{\text{заг}} = 2,05$;
- температура повітря – 18 °С;
- температура газів біля основи димаря – 260 °С;
- втрати напору димових газів, $h_{\text{втр}} = 160$ Н/м²;
- коефіцієнти тертя газів та місцевих опорів відповідно – 0,036 та 1,065.

Варіант 2. Кількість димових газів та висоту цегляного димаря для їх видалення, якщо:

- витрата палива, $X_{\text{п}} = 340$ м³/год;
- загальний коефіцієнт витрати повітря, $\alpha_{\text{заг}} = 2$;
- температура повітря – 17 °С;
- температура газів біля основи димаря – 250 °С;
- втрати напору димових газів, $h_{\text{втр}} = 150$ Н/м²;
- коефіцієнти тертя газів та місцевих опорів відповідно – 0,035 та 1,06.

Варіант 3. Кількість димових газів та висоту цегляного димаря для їх видалення, якщо:

- витрата палива, $X_{\text{п}} = 346$ кг/год;
- загальний коефіцієнт витрати повітря, $\alpha_{\text{заг}} = 2,15$;
- температура повітря – 21 °С;
- температура газів біля основи димаря – 270 °С;
- втрати напору димових газів, $h_{\text{втр}} = 170$ Н/м²;
- коефіцієнти тертя газів та місцевих опорів відповідно – 0,038 та 1,075.

Варіант 4. Кількість димових газів та висоту цегляного димаря для їх видалення, якщо:

- витрата палива, $X_{\text{п}} = 344$ м³/год;
- загальний коефіцієнт витрати повітря, $\alpha_{\text{заг}} = 2,1$;
- температура повітря – 19 °С;
- температура газів біля основи димаря – 265 °С;
- втрати напору димових газів, $h_{\text{втр}} = 165$ Н/м²;
- коефіцієнти тертя газів та місцевих опорів відповідно – 0,037 та 1,07.

Варіант 5. Кількість димових газів та висоту цегляного димаря для їх видалення, якщо:

- витрата палива, $X_{\text{п}} = 350$ кг/год;
- загальний коефіцієнт витрати повітря, $\alpha_{\text{заг}} = 2,25$;
- температура повітря – 23 °С;
- температура газів біля основи димаря – 285 °С;
- втрати напору димових газів, $h_{\text{втр}} = 180$ Н/м²;
- коефіцієнти тертя газів та місцевих опорів відповідно – 0,04 та 1,085.

Варіант 6. Кількість димових газів та висоту цегляного димаря для їх видалення, якщо:

- витрата палива, $X_{\text{п}} = 348$ м³/год;
- загальний коефіцієнт витрати повітря, $\alpha_{\text{заг}} = 2,2$;
- температура повітря – 22 °С;
- температура газів біля основи димаря – 280 °С;
- втрати напору димових газів, $h_{\text{втр}} = 175$ Н/м²;
- коефіцієнти тертя газів та місцевих опорів відповідно – 0,039 та 1,08.

Варіант 7. Кількість димових газів та висоту цегляного димаря для їх видалення, якщо:

- витрата палива, $X_{\text{п}} = 354$ кг/год;

- загальний коефіцієнт витрати повітря, $\alpha_{\text{заг}} = 2,35$;
- температура повітря – 25 °С;
- температура газів біля основи димаря – 300 °С;
- втрати напору димових газів, $h_{\text{втр}} = 195 \text{ Н/м}^2$;
- коефіцієнти тертя газів та місцевих опорів відповідно – 0,042 та 1,095.

Варіант 8. Кількість димових газів та висоту цегляного димаря для їх видалення, якщо:

- витрата палива, $X_{\text{п}} = 352 \text{ м}^3/\text{год}$;
- загальний коефіцієнт витрати повітря, $\alpha_{\text{заг}} = 2,3$;
- температура повітря – 24 °С;
- температура газів біля основи димаря – 290 °С;
- втрати напору димових газів, $h_{\text{втр}} = 185 \text{ Н/м}^2$;
- коефіцієнти тертя газів та місцевих опорів відповідно – 0,041 та 1,09.

Таблиця 1 – Склад продуктів згоряння, дійсні витрати сухого повітря для горіння та теплотворність деяких видів палива

Варіант	Склад продуктів згоряння, в одиницях об'єму					L_{α} м ³ /м ³ або м ³ /кг	$Q_{\text{н}}^{\text{р}}$ кДж/м ³ або кДж/кг
	CO ₂	SO ₂	N ₂	O ₂	H ₂ O		
1	1,538	0,022	10,618	0,651	1,952	13,438	39773
2	1,090	0,035	9,230	0,407	2,133	11,638	35824
3	1,55	0,019	10,765	0,66	1,885	13,628	40099
4	0,985	-	9,59	0,588	2,165	12,142	35133
5	1,564	0,006	9,598	0,425	1,66	12,145	38698
6	1,011	-	10,539	0,799	2,213	13,328	35845
7	0,985	-	8,627	0,38	2,065	10,845	34060
8	1,534	0,022	10,605	0,651	1,921	13,423	39456

Завдання 2.

Користуючись табл. 1, розрахуйте для вказаних варіантів температуру димових газів та визначте:

Варіант 1. Тепловий потік від димових газів та кладки конвейерної печі в секції випалу на поверхню плиток, а також температуру внутрішньої поверхні кладки, якщо температура плиток 1100 °С; $\epsilon_{\text{газ}} = 0,2$; $\epsilon_{\text{м}} = 0,82$; ширина та висота пічного каналу відповідно 1,15 та 0,73 м; довжина секції – 2,5 м.

Варіант 2. Тепловий потік від димових газів та кладки конвейерної печі в секції випалу на поверхню плиток, а також температуру внутрішньої поверхні кладки, якщо температура плиток 1120 °С; $\epsilon_{\text{газ}} = 0,21$; $\epsilon_{\text{м}} = 0,8$; ширина та висота пічного каналу відповідно 1,3 та 0,75 м; довжина секції – 2,6 м.

Варіант 3. Тепловий потік від димових газів та кладки конвейерної печі в двох секціях випалу на поверхню плиток, а також температуру внутрішньої поверхні кладки, якщо температура плиток 1020 °С; $\epsilon_{\text{газ}} = 0,23$; $\epsilon_{\text{м}} = 0,77$; ширина та висота пічного каналу відповідно 1,1 та 0,65 м; довжина секції – 2,8 м.

Варіант 4. Тепловий потік від димових газів та кладки конвейерної печі в чотирьох секціях випалу на поверхню плиток, а також температуру внутрішньої поверхні кладки, якщо температура плиток 1000 °С; $\epsilon_{\text{газ}} = 0,25$; $\epsilon_{\text{м}} = 0,79$; ширина та висота пічного каналу відповідно 0,9 та 0,47 м; довжина секції – 2,95 м.

Варіант 5. Тепловий потік від димових газів та кладки ванної печі на поверхню скломаси, а також температуру внутрішньої поверхні кладки, якщо температура скломаси 1500 °С; $\epsilon_{\text{газ}} = 0,22$; $\epsilon_{\text{м}} = 0,82$; розміри ванни 8 на 19 м; висота полум'яного простору 1,7 м.

Варіант 6. Тепловий потік від димових газів та кладки ванної печі на поверхню скломаси, а також температуру внутрішньої поверхні кладки, якщо температура скломаси 1430 °С; $\epsilon_{\text{газ}} = 0,22$; $\epsilon_{\text{м}} = 0,82$; розміри ванни 7 на 21 м; висота полум'яного простору 1,55 м.

Варіант 7. Тепловий потік від димових газів та кладки ванної печі на поверхню скломаси, а також температуру внутрішньої поверхні кладки, якщо температура скломаси $1580\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\epsilon_{\text{газ}} = 0,22$; $\epsilon_{\text{м}} = 0,82$; розміри ванни 6 на 15 м; висота полум'яного простору 1,5 м.

Варіант 8. Тепловий потік від димових газів та кладки ванної печі на поверхню скломаси, а також температуру внутрішньої поверхні кладки, якщо температура скломаси $1460\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\epsilon_{\text{газ}} = 0,22$; $\epsilon_{\text{м}} = 0,82$; розміри ванни 7 на 17 м; висота полум'яного простору 1,4 м.

Завдання 3.

Скористуйтесь довідковими даними щодо теплофізичних параметрів деяких матеріалів для розв'язання задач у таких варіантах.

Орієнтовний набір вогнетривких та теплоізоляційних матеріалів

Найменування матеріалу	Припустима робоча температура, $^{\circ}\text{C}$	λ_t , Вт/(м· $^{\circ}\text{C}$)	Товщина, мм
Шамот	1500	$0,7 + 0,00064 \cdot t$	400
Шамот	1300	$0,61 + 0,00018 \cdot t$	300
Динас	1700	$0,81 + 0,00076 \cdot t$	500
Динас	1700	$0,81 + 0,00076 \cdot t$	300
Динас	1500	$0,58 + 0,00043 \cdot t$	250
Мулiт	1750	$2,96 - 0,00110 \cdot t$	500
Мулiт	1750	$2,96 - 0,00110 \cdot t$	300

Варіант 1. Доберіть теплоізоляційний матеріал для одношарової футерівки ділянки печі довжиною 2,9 м, розрахуйте температуру зовнішньої поверхні, втрати тепла в навколишнє середовище, якщо: $t_{\text{вн}} = 1200\text{ }^{\circ}\text{C}$, $q_{\text{нс}} = 4,3\text{ кВт/м}^2$, ширина і висота робочого каналу печі відповідно – 2,8 та 2 м.

Варіант 2. Доберіть теплоізоляційний матеріал для одношарової футерівки ділянки печі довжиною 3 м, розрахуйте температуру зовнішньої поверхні, втрати тепла в навколишнє середовище, якщо: $t_{\text{вн}} = 1500\text{ }^{\circ}\text{C}$, $q_{\text{нс}} = 6,5\text{ кВт/м}^2$, ширина і висота робочого каналу печі відповідно – 3 та 3,1 м.

Варіант 3. Доберіть теплоізоляційний матеріал для одношарової футерівки ділянки печі довжиною 3,5 м, розрахуйте температуру зовнішньої поверхні, втрати тепла в навколишнє середовище, якщо: $t_{\text{вн}} = 1400\text{ }^{\circ}\text{C}$, $q_{\text{нс}} = 8,5\text{ кВт/м}^2$, ширина і висота робочого каналу печі відповідно – 3 та 3,3 м.

Варіант 4. Доберіть теплоізоляційний матеріал для одношарової футерівки ділянки печі довжиною 4 м, розрахуйте температуру зовнішньої поверхні, втрати тепла в навколишнє середовище, якщо: $t_{\text{вн}} = 1450\text{ }^{\circ}\text{C}$, $q_{\text{нс}} = 5\text{ кВт/м}^2$, ширина і висота робочого каналу печі відповідно – 2,9 та 3,1 м.

Варіант 5. Визначте температуру внутрішньої поверхні печі після 3 годин охолодження, якщо піч, яку викладено з шамоту (товщина шару 0,23 м), нагрівали 10 годин від 20 до $1100\text{ }^{\circ}\text{C}$, а потім охолоджували до $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ впродовж 4 годин.

- Щільність шамоту – 1200 кг/м^3 ;
- $C_t = 0,837 + 0,000264 \cdot t\text{ кДж/(кг}\cdot^{\circ}\text{C)}$;
- $\lambda_t = 0,35 + 0,00035 \cdot t\text{ Вт/(м}\cdot^{\circ}\text{C)}$.

Варіант 6. Піч, яку викладено з динасу завтовшки 0,5 м та шамоту завтовшки 0,2 м, розігрівали від 20 до $1100\text{ }^{\circ}\text{C}$ впродовж 8 годин, потім охолоджували до $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ впродовж 5 годин. Визначте на скільки за кожний проміжок часу буде підвищуватись та знижуватись температура внутрішньої поверхні печі, а також температуру на поверхні зіткнення футерівок, якщо температури в сусідніх шарах динасу та шамоту після 9 годин теплової обробки склали відповідно 247 та $138\text{ }^{\circ}\text{C}$.

- Щільність динасу – 1900 кг/м^3 ;
- Щільність шамоту – 800 кг/м^3 ;
- $C_t = 0,795 + 0,000335 \cdot t\text{ кДж/(кг}\cdot^{\circ}\text{C)}$;
- $C_t = 0,837 + 0,000264 \cdot t\text{ кДж/(кг}\cdot^{\circ}\text{C)}$;
- $\lambda_t = 1,07 + 0,00093 \cdot t\text{ Вт/(м}\cdot^{\circ}\text{C)}$;
- $\lambda_t = 0,21 + 0,00043 \cdot t\text{ Вт/(м}\cdot^{\circ}\text{C)}$.

Варіант 7. Піч, яку викладено з силіманіту завтовшки 0,2 м та діатоміту завтовшки 0,12 м, розігрівали від 20 до $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ впродовж 6 годин, потім охолоджували до $850\text{ }^{\circ}\text{C}$ впродовж 4

годин. Визначте на скільки за кожний проміжок часу буде підвищуватись та знижуватись температура внутрішньої поверхні печі, а також температуру на поверхні зіткнення футерівок, якщо температури в сусідніх шарах силіманіту та діатоміту після 7 годин теплової обробки склали відповідно 133 та 72 °С.

- Щільність силіманіту – 2400 кг/м³;
- Щільність діатоміту – 1100 кг/м³;
- $C_t = 0,67 + 0,000167 \cdot t$ кДж/(кг·°С);
- $C_t = 0,837 + 0,00092 \cdot t$ кДж/(кг·°С);
- $\lambda_t = 1,66 - 0,00018 \cdot t$ Вт/(м·°С);
- $\lambda_t = 0,27 + 0,00092 \cdot t$ Вт/(м·°С).

Варіант 8. Піч, яку викладено з динасу завтовшки 0,3 м та шамоту завтовшки 0,18 м, розігрівали від 20 до 1000 °С впродовж 7 годин, потім охолоджували до 500 °С впродовж 5 годин. Визначте на скільки за кожний проміжок часу буде підвищуватись та знижуватись температура внутрішньої поверхні печі, а також температуру на поверхні зіткнення футерівок, якщо температури в сусідніх шарах динасу та шамоту після 9 годин теплової обробки склали відповідно 247 та 138 °С.

- Щільність динасу – 1900 кг/м³;
- Щільність шамоту – 800 кг/м³;
- $C_t = 0,795 + 0,000335 \cdot t$ кДж/(кг·°С);
- $C_t = 0,837 + 0,000264 \cdot t$ кДж/(кг·°С);
- $\lambda_t = 1,07 + 0,00093 \cdot t$ Вт/(м·°С);
- $\lambda_t = 0,21 + 0,00043 \cdot t$ Вт/(м·°С).