

МВ ССО УРСР

ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ФІЛІАЛ

ЛІВІВСЬКОГО ОРДЕНА ЛЕНІНА ПОЛІТЕХНІЧНОГО ІНСТИТУТУ

ім. ЛЕНІНСЬКОГО КОМСОМОЛУ

Кафедра обладнання і технології підприємств  
будівельних матеріалів

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

з курсу "Теплові установки заводів будівельних  
матеріалів"

"Експериментальне визначення коефіцієнта  
теплопередачі через плоску стінку"

Тернопіль - 1990

## I. Мета роботи

1. Вивчити процес теплопередачі через плоску багатослоєву стінку.
2. Оволодіти методикою експериментального визначення коефіцієнта теплопередачі.
3. Порівняти значення коефіцієнта теплопередачі через плоску стінку, одержані експериментальним шляхом, з довідковими значеннями.

## II. Теоретичні відомості

Ефективність і рентабельність теплових установок залежать від умов протікання процесів теплопередачі. На практиці розрізняють три елементарних способи поширення тепла: теплопровідність, конвекцію і теплове випромінювання.

Теплопровідність – це вид теплопередачі, при якому перенесення тепла забезпечують мікрочастинки речовини: молекули, атоми, вільні електрони, які шляхом переміщення або коливання передають енергію із зони високої температури в зону низької температури.

Для розрахунку кількості тепла, яке одержало менш нагріте середовище від більш нагрітого через перегородку (стінку), використовують закон Фур'є:

$$Q = \lambda F \frac{dt}{dn} \quad (I)$$

- де  $Q$  – кількість тепла, Дж;  
 $\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності, Вт/м К;  
 $F$  – площа поверхні теплообміну, м<sup>2</sup>;  
 $\tau$  – час, с;  
 $\frac{dt}{dn}$  – температурний градієнт, К/м;

У випадку передачі тепла через плоску стінку температура по її товщині змінюється прямолінійно. При цьому кут нахилу прямої залежить від фізичних властивостей матеріалу стінки, його структури, вологості і т.д.

Схема розподілу температури при передачі тепла через багат шарову стінку показана на мал. I.

При цьому рівняння теплопередачі приймає вид

$$Q = KF(t_1 - t_2) \quad (2)$$

де  $t_1$  - температура нагрітого середовища, К;  
 $t_2$  - температура холодного середовища, К;  
 $K$  - коефіцієнт теплопередачі, Вт/м<sup>2</sup> К.

Коефіцієнт теплопередачі показує, яка кількість тепла переходить за одиницю часу від нагрітого середовища до холодного через стінку, що їх розділяє, площею 1 м<sup>2</sup> при різниці температур середовищ в 1 градус.

Для багат шарової стінки ( мал. I) рівняння для знаходження коефіцієнта теплопередачі можна записати у вигляді

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (3)$$

де  $\alpha_1$  - коефіцієнт тепловіддачі нагрітого середовища, Вт/м<sup>2</sup> К;  
 $\alpha_2$  - коефіцієнт тепловіддачі холодного середовища, Вт/м<sup>2</sup> К;

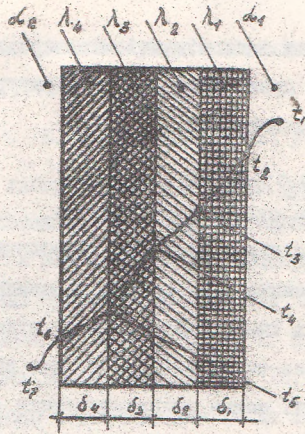
$\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$  - товщина шарів стінки, м;

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$  - коефіцієнт теплопровідності відповідних шарів

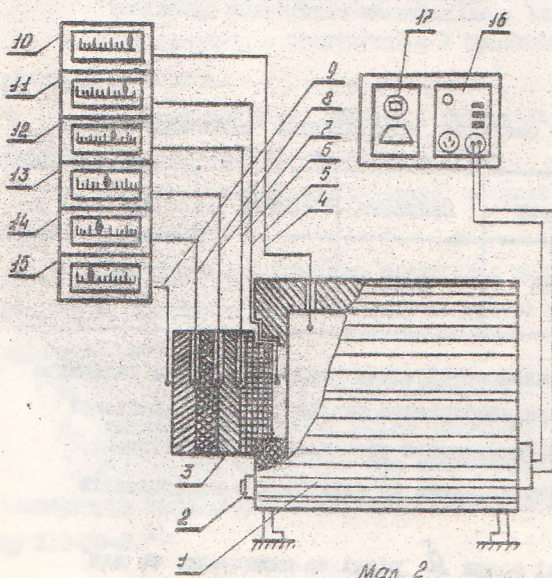
$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$  - стінки, Вт/м К.

В загальному випадку формулу (3) записують

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (4)$$



MAN. 1



MAN. 2

Для визначення коефіцієнта тепловіддачі між середовищем і плоскою стінкою в закритому приміщенні при температурі до 150°C можна використовувати залежність

$$\alpha = 9,74 + 0,07 \Delta t \quad (5)$$

де  $\Delta t$  - різниця температур стінки і середовища.

Величина  $\lambda$  характеризує здатність тіла проводити тепло шляхом теплопровідності і залежить від природи речовини, її структури, температури, деяких інших факторів. Якщо відома кількість тепла, що передається через стінку, то для визначення коефіцієнта теплопровідності можна використовувати залежність (I).

В залежності від величини коефіцієнта теплопровідності матеріали розділяються на теплопровідники  $25,5 \leq \lambda \leq 394$  Вт/мК і теплоізолятори  $0,06 \leq \lambda \leq 0,175$  Вт/м К.

Значення  $\lambda$  для досліджуваних матеріалів приведені в таблиці I.

Таблиця I.

Довідкові значення коефіцієнтів теплопровідності

Матеріал	Азбест	Скловата	Сталь	Алюміній
Величина $\lambda$ Вт/м К	0,151	0,07	46,5	203,5

З приведених залежностей можна зробити наступні висновки:

- для збільшення коефіцієнта теплопередачі і кількості тепла слід збільшувати менший з коефіцієнтів тепловіддачі, так як величина К завжди менша за найменший з коефіцієнтів тепловіддачі;

- якщо термічні опори  $\frac{L}{\lambda}$  різні за величиною, то для

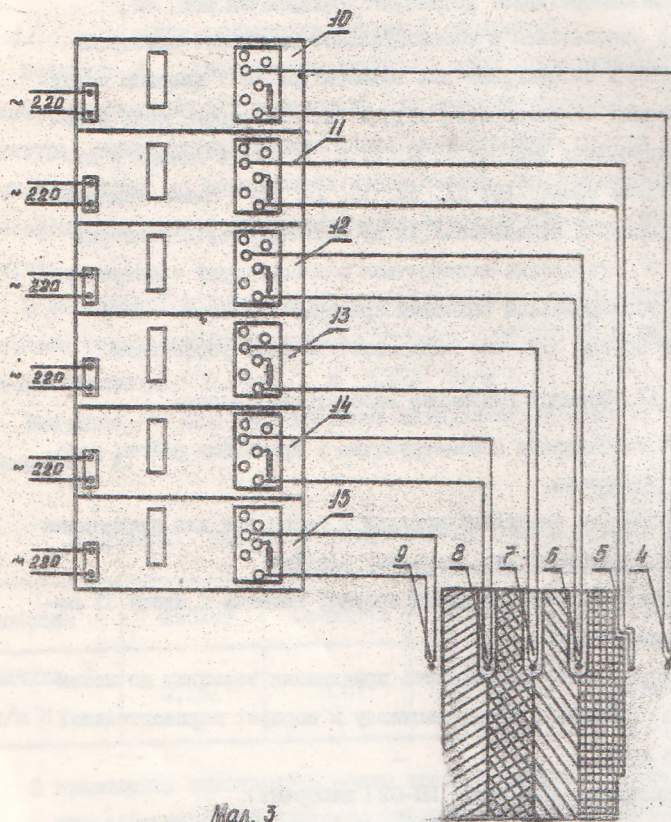
інтенсифікації теплопередачі необхідно аменшувати найбільші із них.

### III. Опис лабораторної установки

Схема лабораторної установки показана на мал. 2. Установка складається з горизонтальної муфельної електропечі СНОЛ-16 І з авторегулятором температури 2 і дверною вставкою у вигляді багаточарової стінки 3, між шарами якої встановлено термопар ТПП 4, 5, 6, 7, 8, 9, які з'єднані з потенціометрами КСП-2 ІО, ІІ, І2, І3, І4, І5. Схема встановлення термопар і підключення їх до потенціометрів показана на мал. 3. Установка включається в лабораторну електромережу через універсальний захисний пристрій УЗО-ІО-2 І6 і лічильник СО-446 І7, які амонтовані на шиті управління.

### IV. Порядок виконання лабораторної роботи

1. Познайомитися з конструкцією і принципом роботи лабораторної установки.
2. Одержати необхідні прилади і матеріали для проведення роботи: штангель-циркуль, металеву лінійку.
3. Виміряти товщину шарів дверної вставки і площу її поверхні теплообміну.
4. Перевірити правильність приєднання термопар до потенціометрів, закріпити дверну вставку в корпусі горизонтальної муфельної печі.
5. Вилучити рубильник СП-62 (лаборант).
6. Вилучити рубильник ЯРВ-ІООН (лаборант).
7. З допомогою авторегулятора температури встановити температуру нагріву муфельної печі і зв'язати її з розетку УЗО-ІО-2.



Мал. 3

8. Натиснути на пульті УЗО-ІО-2 кнопку "Пуск".
9. При загоранні лампочки "Сеть" натиснути кнопку "Контроль". Якщо лампочка "Сеть" не погасла, необхідно креслити всі види робіт і повідомити викладача.
10. Якщо лампочка "Сеть" погасла, натиснути кнопку "Пуск".
- II. Ввімкнути живлення потенціометрів.
12. Через 10 хвилин після встановлення постійної температури на потенціометрі ІО провести заміри показів потенціометрів і результати записати в таблицю 2.
13. Згідно вказівки викладача встановити іншої температурний режим і повторити дослід 2 рази.
14. Використовуючи довідкові дані (табл. І), результати заміру товщини стінок і площі теплообміну і заміри величини температура, згідно формул (5); (3); (2), розрахувати значення  $K$  і  $Q$ , дані записати в таблицю 2.
15. На основі закону збереження енергії  $Q = Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4$ , де  $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4$  - кількість тепла, що проходить через кожен із шарів двірної вставки, розрахувати значення  $\lambda$  для кожного з матеріалів і значення записати в таблицю 2.
16. Порівняти значення  $\lambda$ , одержані експериментальним шляхом, з довідковими.
17. Після закінчення роботи на пульті управління УЗО-ІО-2 натиснути кнопку "Стоп".
18. Вам вкнуте установку з розеток УЗО-ІО-2.
19. Вам вкнуті рубильники ЯРВ-ІООН (лаборант).
20. Вам вкнуті рубильники СІ-62 (лаборант).



У. Оформлення результатів досліджень

Таблиця 2.

Результати досліджень

№ пп дослідду	$F$	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$	$t_6$	$t_7$	$K$	$Q$	$\lambda_1^0$	$\lambda_2^0$	$\lambda_3^0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$
	$M^2$	$K$	$K$	$K$	$K$	$K$	$K$	$K$	$\frac{B_T}{M^2 K}$	$B_T$	$\frac{B_T}{M K}$	$\frac{B_T}{M K}$	$\frac{B_T}{M K}$	$\frac{B_T}{M^2 K}$	$\frac{B_T}{M^2 K}$
1.															
2.															

VI. Література

1. М.С.Ильмин, Ф.Т.Сидоренков. Основы теплотехники.-М.: Агропромиздат, 1987,- 144с. ©
2. Касаткина Л.Г. Основные процессы и аппараты химических производств.-М.: Химия, 1971,- 785с.
3. Левченко П.В. Расчеты печей и сушил силикатной промышленности.-М.: Высшая школа, 1968,- 368с.
4. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии.-Л.: Химия, 1987,- 576с.

Упорядники: асистент, к.т.н.

Балабан С.М.

ст.викладач, к.т.н.

Куч В.П.

ст.викладач, к.т.н.

Калужна В.П.

Відповідальний за випуск

зав.кафедров, к.х.н., доцент

Каспрук Б.І.

Здано в набір 18.06.90. Підписано до друку  
Формат 60x84/16. Зам. № 2922. Тираж 50  
Друкарня видавництва "Збруч" Тернопільського обкому  
Компартії України  
м. Тернопіль, вул. Шевченка, 11