

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Львівська політехніка»



Лабораторна робота ТУ №7

МЕТА РОБОТИ

Ознайомитися з особливостями сушіння капілярно-пористих твердих тіл на прикладі сушіння зразків із глини; експериментально встановити кінетичні закономірності й періоди сушіння; навчитися визначати швидкість сушіння, вологовміст матеріалу, розраховувати криві сушіння.

1. ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Сушінням називається процес видалення вологи з матеріалів шляхом її випаровування з подальшим відведенням пари з поверхні випаровування. Це процес дифузійний з перенесенням вологи від поверхні випаровування в ядро теплоносія і дифузиею вологи з внутрішніх шарів матеріалу до поверхні випаровування. Інтенсивність, як і швидкість сушіння визначається опором дифузії вологи, що виділяється. Вона залежить від форми зв'язку вологи з матеріалом, структурних властивостей матеріалу та режиму сушіння. У даному випадку вивчається штучне сушіння твердих тіл, при тиску середовища, близькому до атмосферного, за якого теплота відводиться з нагрітим повітрям – теплоносієм, і водночас теплоносієм забезпечується відведення виділеної пари.

Кінетика сушіння встановлюється з допомогою зв'язку між швидкістю сушіння або зміною вологості матеріалу і часом. Рівняння кінетики сушіння характеризується інтенсивністю видалення вологи з матеріалу в часі і використовується для визначення тривалості й режиму сушіння. Швидкість сушіння визначається кількістю вологи (кг), видаленої з 1 м^3 за 1 год:

$$u = \frac{\Delta G}{F \Delta \tau}, \quad (1)$$

де F – площа поверхні висушеного зразка, м^2 ; τ – відрізок часу, за який маса зразка знижується на ΔG , кг.

Вологовмістом матеріалу називається відношення кількості вологи до маси сухого матеріалу:

$$C_0 = \frac{W}{G_{\text{сух}}}; C_1 = \frac{W - \Delta G_1}{G_{\text{сух}}}; C_2 = \frac{W - \Delta G_1 - \Delta G_2}{G_{\text{сух}}}, \quad (2)$$

$$C_n = \frac{W - \Delta G_1 - \Delta G_2 - \dots - \Delta G_{n-1}}{G_{\text{сух}}}, \quad (3)$$

де W – загальна кількість вологи, яка знаходиться в матеріалі до його висушування:

$$W = G_0 - G_{\text{сух}}, \quad (4)$$

$G_0, G_{\text{сух}}$ – маса зразка до і після сушіння, кг.

Експериментальне визначення кінетики сушіння дозволить встановити кінетичні закономірності й побудувати графік періодів сушіння, на якому в одній системі координат за експериментальними даними будують залежність зміни вологовмісту у часі:

$$C = f(\tau), \quad (5)$$

швидкості сушки:

$$u = f(\tau), \quad (6)$$

температури носія:

$$t = f(\tau), \quad (7)$$

Приклад графіка періодів сушіння зображений на рис.1. Інтенсивність сушіння, аналогічна характеристиці його швидкості, може бути визначена за формулою:

$$N = \frac{\Delta G}{G_{\text{сух}} \Delta \tau}, \quad (8)$$

Графік залежності $N = f(C)$ (9) має вигляд, зображений на рис.2.

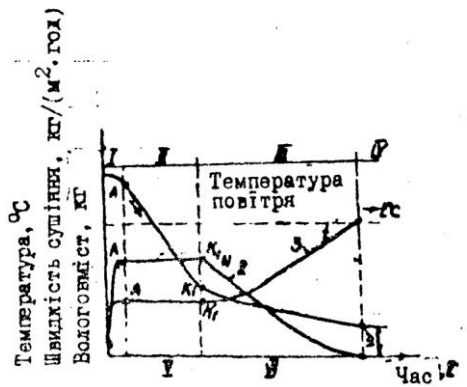


Рис.1



Рис.2

2. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Ознайомитись із структурою та роботою експериментальної установки (рис.3).

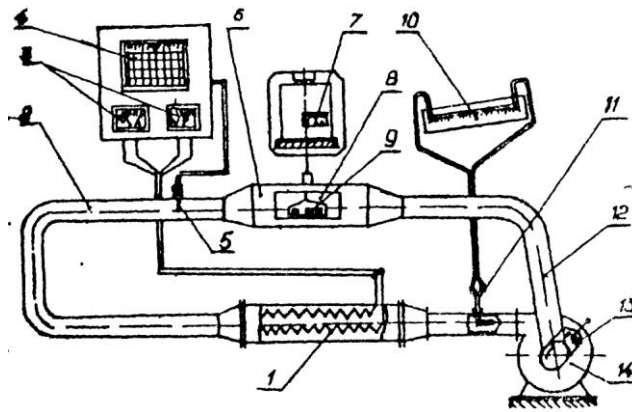


Рис.3

2. Експериментальна установка являє собою конвективну атмосферну сушарку з рециркуляцією теплоносія, яка складається з калорифера 1, комунікації 2 сушильної камери прямокутного перерізу 6 зі зйомною кришкою 8, рамки для установки зразків 9, рециркуляційного трубопроводу 12 з шибером 13 і вентилятора 14. Для вимірювання температури теплоносія є термопара 5 з потенціометром 4. Для визначення витрати теплоносія встановлена трубка Піто 11 з дифманометром 10. Для контролю живлення електроенергії калорифера й оцінити витрати потужності встановлені амперметр і вольтметр 3.

3. Провести дослід. Перед пуском установки підготувати 3-4 зразки з керамічної або глиняної маси стандартної форми розміром 60x30x 15 мм, помістити їх в ексикатор.

4. До початку досліду увімкнути вентилятор 14, пізніше калорифер 1 і прогріти установку протягом 5...7 хв., встановивши певне положення шибера 13 на регуляційному каналі 12.

5. Після прогрівання установки тимчасово вимкнути калорифер і вентилятор. Зняти кришку 8 камери 6 і на рамку 9 помістити підготовлені зразок. Закрити камеру кришкою.

6. Увімкнути вентилятор 14 і калорифер 1, підсвітку ваг 7 і зафіксувати початкові покази ваг, час початку досліду і температуру теплоносія перед камерою за показом потенціометра 4.

7. Через задані проміжки часу повторювати виміри вказаних параметрів (заносючи їх до табл.1) до досягнення зразком постійної маси.

8. Закінчивши дослід, вимкнути живлення калорифера, привод вентилятора й живлення вимірювальних приладів 4, 7.

9. Відкрити кришку 8 робочої камери 6 і через 5 хв. зразки вийняти й оцінити їхню якість (тріщини, короблення, злом тощо).

10. Обробити, дослідні дані. Розрахувати значення ΔG , u , C , W , N для кожного інтервалу часу Δt за (1)-(3), (7) і , занести до табл.1.

11. За одержаними даними побудувати графіки встановлених закономірностей.

12. За графіком залежностей встановити границі періодів сушіння і зробити висновки.

13. Звіт по даній роботі має містити схему експериментальної установки, результати досліджень і розрахунків названих параметрів, заповнену табл.1, графіки періодів (рис.1) і інтенсивності (рис.2) сушіння, висновки.

Таблиця 1

Інтервал часу, хв.	Покази ваг, кг	ΔG , кг	t , °C	C , кг/кг	U , кг/м ² /ГОД	N , %/ГОД	Шв. теплоносія в камері, м/с
5	$246,5 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$	120	0,137	$4,63 \cdot 10^6$	0,019	13
10	$244,9 \cdot 10^{-3}$	$4,1 \cdot 10^{-3}$		0,100	$3,79 \cdot 10^6$	0,016	
15	$243,6 \cdot 10^{-3}$	$5,4 \cdot 10^{-3}$		0,071	$3,33 \cdot 10^6$	0,014	
20	$242,6 \cdot 10^{-3}$	$6,4 \cdot 10^{-3}$		0,048	$2,96 \cdot 10^6$	0,012	
25	$241,4 \cdot 10^{-3}$	$7,6 \cdot 10^{-3}$		0,020	$2,81 \cdot 10^6$	0,012	
30	$240,9 \cdot 10^{-3}$	$8,1 \cdot 10^{-3}$		$9,103 \cdot 10^{-3}$	$2,50 \cdot 10^6$	0,010	
35	$240,5 \cdot 10^{-3}$	$8,5 \cdot 10^{-3}$		0	$2,49 \cdot 10^6$	$9,214 \cdot 10^{-3}$	
40	$240,5 \cdot 10^{-3}$	$8,5 \cdot 10^{-3}$		0	$1,96 \cdot 10^6$	$8,062 \cdot 10^{-3}$	

