

Лабораторна робота № 5

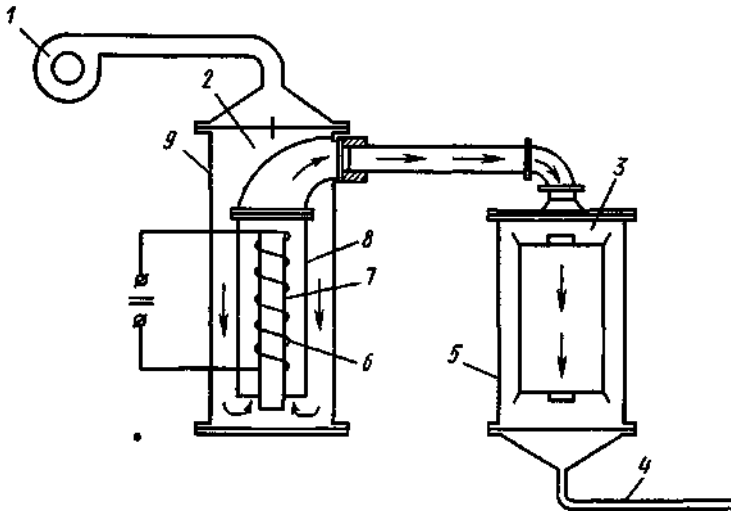
Дослідження процесів у вологому повітрі

Зміст роботи. Дослідження стану вологого повітря і процесів, що протікають в сушильній установці.

Опис експериментальної установки. Пристрій сушильної установки показаний на мал. 4.7. Повітря, що є сушильним агентом, нагнітається з приміщення лабораторії за допомогою вентилятора 1 і послідовно проходить калорифер 2 і сушильну камеру 3, а потім віддаляється через патрубок 4 в атмосферу

Калорифер 2 складається з металевого кожуха 9, в якому співісно розміщена труба 8 меншого діаметру; усередині труби 8 поміщений електричний нагрівач, що є фарфоровою трубкою 7 з намотаним на неї ніхромової дротом 6. Для того, щоб зменшити втрати теплоти в навколишнє середовище, повітря спочатку проходить по кільцевому зазору між кожухом 9 і трубою 8, а потім підіймається вгору, обтікаючи нагрівач. Нагрітий до температури 65...70°C повітря через сполучний патрубок поступає в сушильну камеру 3.

Сушильна камера складається з корпусу 5, усередині якого поміщений утримувач із закріпленою на ньому бавовняною тканиною, що піддається сушці. Перед початком досліду тканина змочується водою, наливою в піддон, потім край піддону за допомогою двох тяги підіймається вгору.



Мал. 4.7. Пристрій сушильної установки

Дозування подачі води на тканину під час досліду здійснюється крапельницею через трубочку, що веде всередину сушильної камери. Зволоження тканини під час досліду забезпечує стаціонарність процесу сушки матеріалу.

Для зменшення теплових втрат зовнішня поверхня сушильної камери захищена шаром теплової ізоляції.

На мал. 4.8 представлена схема вимірювань. Витрата повітря через установку вимірюється нестандартною діафрагмою, сполученою відведеннями з диференціальним мембранним манометром ДМ-ЭР2—1а. Вихідний сигнал манометра подається на перетворювач УПТ-20—РЗ, струмовий вихідний

сигнал якого 0... 20 мА створює на вимірювальному резисторі падіння напруги, вимірюване комбінованим приладом Ш4313—Р4.

Температура на вході і виході сушильної камери, а також температура «сухого» і «мокрого» термометрів в кінці повітропроводу вимірюються термопарами ТХК ($B1$, $B2$, $B3$ і $B4$ відповідно). Сигнали від термопар подаються через перетворювачі УПТ-20 з вимірювальними резисторами $P1$ і перемикач 5/ на цифровий вольтметр приладу Ш4313—Р4.

Потужність нагрівателя задається за допомогою тирісторного регулятора $R1$ і вимірюється за допомогою перетворювача $E829—P2$, на вході якого подаються падіння напруги на нагрівателе і на шунті $R1$. Струмівий вихідний сигнал перетворювача створює падіння напруги на вимірювальному резисторі, яке через перемикач $S1$ подається на вхід приладу Ш4313—Р4. Вимірювальні резистори підібрані так, щоб покази вольтметра приладу відповідали $^{\circ}\text{C}$, $\text{м}^3/\text{ч}$ і Вт при вимірюваннях температури, витрати повітря і потужності нагрівача відповідно.

Вологість повітря на вході в калорифер визначається за допомогою переносного психрометра.

При виконанні вимірювань в автоматичному режимі падіння напруг на вимірювальних резисторах, відповідні витраті повітря і потужності нагрівача, подаються безпосередньо на входи ПНК УКБ—Р5. Ще на один вхід ПНК подається вихідний сигнал 16-канального нормуючого перетворювача $A614—P1$, призначеного для комутації і посилення вихідних сигналів термопар. Вибір потрібної термопари здійснюється вбудованим комутатором, керованим вихідними двохпозиційними сигналами УКБ.

Порядок проведення досліду . Перед початком досліду необхідно зволожити тканину і відрегулювати витрату води через крапельницю. Загальний вигляд установки з указанням органів регулювання контролю показаний на рис. 8.9.

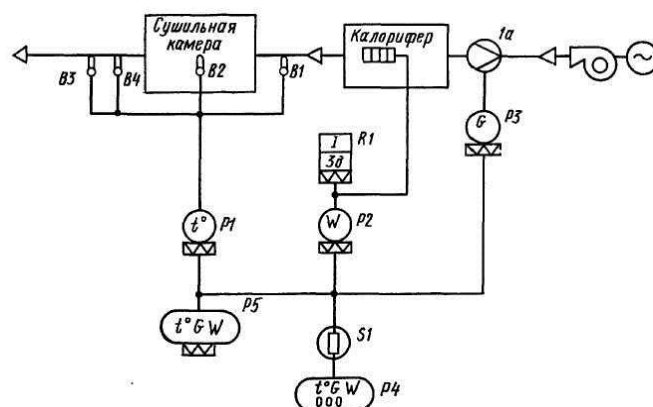


Рис. 4.8. Схема вимірювань

Вивести проти годинникової стрілки регулятор потужності електронагрівача 5 в нульове положення і включити тумблером 1 електроживлення установки. Після цього тумблером 2 включити вентилятор, а потім тумблером 3 — нагрівач калорифера.

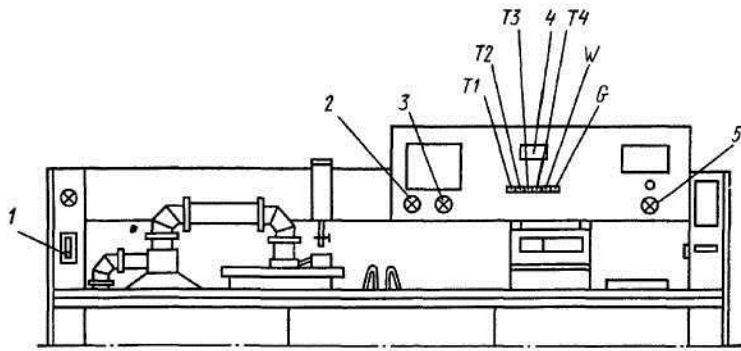


Рис. 4.9. Загальний вигляд установки ТД-5

Відрегулювати потужність нагрівача так, щоб температура на виході з калорифера складала 65...70°C.

Для того, щоб зміряти температуру t_1 на виході з калорифера, необхідно включити клавішу $T1$ і зняти покази з цифрового вольтметра 4.

Стаціонарність процесу сушки характеризується постійністю відносної вологості повітря за сушильною камерою, тому під час виходу установки на стаціонарний режим необхідно почати визначення відносної вологості φ_3 на виході за показами «сухого» t_3^c і «мокрого» t_3^M термометрів з подальшим визначенням відносної вологості по di -діаграмі.

Температури t_3^c і t_3^M відлічуються по цифровому вольтметру після натиснення відповідних клавіш $T3$ і $T4$.

У той же самий час вимірюється відносна вологість повітря, що поступає в установку, за допомогою переносного психрометра, що має два ртутні термометри — «сухий» і «мокрый», чутлива частина якого обернута тканиною (батистом), змочуваною водою. За чотири хвилини до початку вимірювань тканина змочується водою за допомогою гумової груші і включається електроживлення вентилятора психрометра. З цієї миті через кожні 30с записуються покази «сухого» і «мокрого» термометрів до тих пір, поки покази «мокрого» термометра не досягне мінімуму. Ці покази використовуються для визначення по di -діаграмі відносної вологості φ_0 на вході в установку.

Досягши стаціонарного режиму починають вимірювання всіх параметрів процесу. Протягом досліду тривалістю 15хв через кожні 3хв слід записувати в журнал спостережень витрату повітря, електричну потужність нагрівача і покази всіх термопар. Вимірювання всіх перерахованих вище параметрів здійснюється по цифровому вольтметру після натиснення відповідних клавіш (мал. 4.9). Запис в журнал спостережень ведеться формою:

Якщо відносна вологість φ_3 на виході з установки зменшується, то необхідно відповідно зменшити електричну потужність нагрівача.

Табл 5.1

№ п/п	По-ть нагрівача	Парам. повітря на вході в установку			Об'ємна витрата повітря	Барометричний тиск	Парам повітря за калорифером		Параметри повітря після сушильної камери					
		$W, \text{Вт}$	$t_0^c, ^\circ\text{C}$	$t_0^M, ^\circ\text{C}$			$\varphi_0, \%$	$Q, \text{м}^3/\text{ч}$	$B, \text{мм.рт.ст.}$	$t_1, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$\varphi_2, \%$	$t_{3c}, ^\circ\text{C}$

Обробка результатів вимірювань. Після закінчення експерименту необхідно усереднити результати вимірювань і на *di*-діаграму нанести процеси, що протікають в сушильній установці (мал. 4.10).

Крапка *O* визначається за показами «сухого» і «мокрого» термометрів переносного психрометра і характеризує стан повітря, що поступає в установку з приміщення лабораторії.

Крапка *I* визначає стан повітря після підігріву його в калорифері. Оскільки підігрів повітря в калорифері відбувається при постійному вологовмісті, то положення точки 1 визначається перетином вертикалі ($d_o=d_i = \text{const}$) з ізотермою $t_I=\text{const}$.

Процес охолодження повітря у вихідному патрубку також характеризується постійністю вологовмісту, тому точка 2 визначається по *di*-діаграмі як точка перетину вертикалі $d_3=d_2 = \text{const}$ з ізотермою t_2 .

Процес сушки вологої тканини супроводжується збільшенням вологовмісту повітря, що проходить через сушильну камеру. На *di*-діаграмі цей процес умовно зображається прямою лінією 1-2.

Побудувавши процеси, що відбуваються в сушильній установці, слід визначити значення відносної вологості і вологовміст в характерних точках процесів і приступити до обробки результатів вимірювань.

1. Кількість випарованої з тканини вологи на 1 кг сухого повітря може бути визначене по діаграмі як різниця вологовмісту в точках 2 і 1. Масова витрата сухого повітря $M_{c.v}$ (кг/год), що проходить через установку, знаходиться за формулою

$$\dot{V}_{n.a.} = 133,3 p_{n.a.} Q_0 / (R_{n.a.} T_0)$$

де $p_{n.a.} = B - p_n$ — парціальний тиск сухого повітря на вході в установку, мм рт. ст.; B — барометричний тиск, рівний тиску повітря в приміщенні лабораторії, мм рт. ст.; p_n — парціальний тиск пари води в атмосферному повітрі, визначене по *di*-діаграмі, мм рт. ст.; Q_0 — об'ємна витрата повітря, $\text{м}^3/\text{ч}$; $R_{c.v.} = 287 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ — газова постійна сухого повітря; T_0 — абсолютна температура повітря на вході в установку, К. Таким чином, кількість випарованої вологи $M_{\text{води}}$ (кг/год) розраховується за формулою

