

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ»**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ № 6  
З КУРСУ «ОСНОВНІ ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНОЇ  
ТЕХНОЛОГІЇ» ДЛЯ СТУДЕНТІВ ІІІ-ІV КУРСІВ УСІХ  
СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ**

**Розділ «Випробування вентиляційної установки»**

**Дніпропетровськ УДХТУ 2009**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ»

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ № 6  
З КУРСУ «ОСНОВНІ ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ»  
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ІІІ-ІV КУРСІВ УСІХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Розділ «Випробування вентиляційної установки»

Затверджено  
на засіданні кафедри процесів  
та апаратів хімічної технології.  
Протокол № 12 від 26.06.2008.

Дніпропетровськ УДХТУ 2009

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 6 з курсу “Основні процеси та апарати хімічної технології” до розділу «Випробування вентиляційної установки» для студентів III-IV курсів усіх спеціальностей / Укл.: В.М. Задорожний, С.О. Опарін. – Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2009. – 8 с.

Укладачі: В.М. Задорожний, канд. техн. наук  
С.О. Опарін, канд. техн. наук

Відповідальний за випуск П.Г. Сорока, д-р техн. наук

#### Навчальне видання

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 6 з курсу  
«Основні процеси та апарати хімічної технології» до розділу  
«Випробування вентиляційної установки»

Укладачі: ЗАДОРЖНИЙ Володимир Михайлович  
ОПАРІН Сергій Олександрович

Редактор Л.М. Тонкошкур  
Коректор Л.Я. Гоцуцова

Підписано до друку 23.12.08. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Папір ксерокс. Друк  
різограф. Умов.-друк. арк. 0,38. Обл.-вид. арк. 0,41. Тираж 80 прим. Зам. №  
52. Свідоцтво ДК № 303 від 27.12.2000.

---

ДВНЗ УДХТУ, 49005, Дніпропетровськ, 5, пр. Гагаріна, 8.

Видавничо-поліграфічний комплекс ІнКомЦентру

## Лабораторна робота № 6

### ВИПРОБУВАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ

Мета роботи – ознайомитись з роботою та будовою вентиляційної установки, дослідним шляхом зробити характеристику вентилятора та побудувати графік роботи вентилятора на мережу.

#### 6.1. Основні поняття та означення

Вентиляторами називаються машини, які призначені для переміщення газу при атмосферному тискові або близькому до нього. Газ, який переміщується, піддається у вентиляторі незначному стисканню – різниця тисків після вентилятора і до нього не перевищує  $10^4$  Па (0,1 кгс/см<sup>2</sup> або 1000 мм вод. ст.), а часто буває значно меншою. За будовою вентилятори поділяють на відцентрові та осьові. Відцентрові вентилятори створюють більшу, ніж осьові, різницю тисків.

Стиснення та переміщення газу у відцентровому вентиляторі відбувається під дією відцентрової сили, яка виникає при обертанні з великою швидкістю робочого колеса вентилятора. Це колесо має вигнуті лопатки, між якими проходить газ, який всмоктується робочим колесом у центрі та викидається робочим колесом з периферії в спіралеподібний корпус вентилятора.

При сталій частоті обертання (при сталому значенні відцентрової сили) робота відцентрового вентилятора характеризується:

- об'ємною витратою газу, який переміщується,  $Q$ , м<sup>3</sup>/с;
- різницею тисків після вентилятора і до нього  $\Delta P$ , Па;
- потужністю,  $N$ , кВт;
- коефіцієнтом корисної дії (ККД)  $\eta$ .

У відцентрових вентиляторів значення  $Q$ ,  $\Delta P$ ,  $N$  зв'язані між собою, і зміна одного з них викликає зміну інших.

Графічні залежності  $\Delta P = f_1(Q)$ ,  $N = f_2(Q)$ ,  $\eta = f_3(Q)$  називаються характеристикою вентилятора.

Характеристики вентиляторів використовують для дослідження їх роботи за різних умов та підбору вентиляторів при проектуванні вентиляційних установок.

Різниця тисків, яка створюється вентилятором:

$$\Delta P = P_2 - P_1, \quad (6.1)$$

де  $P_1$ ,  $P_2$  – тиск повітря перед вентилятором і після нього в точках приєднання трубок дифманометра.

Гідравлічний опір трубопроводу (мережі) залежить від його геометричних параметрів та витрати газу, який переміщується по трубопроводу. Якщо газ – повітря, яке з мережі виходить в атмосферу, то ця залежність виражається теоретичним рівнянням:

$$\Delta P_c = a Q^2, \quad (6.2)$$

де  $\Delta P_c$  – гідравлічний опір – (втрата тиску в мережі) Па;

$a$  – коефіцієнт, який характеризує геометричні параметри мережі (сталий для даної мережі);

$Q$  – витрата повітря, яке проходить через мережу (продуктивність),  $\text{м}^3/\text{с}$ .

Графік рівняння (6.2) називається характеристикою мережі.

Для побудови характеристики мережі витрату повітря не можна регулювати засувкою тому, що при цьому мережа геометрично змінюється. Змінювати витрату повітря можна іншим чином, а саме, змінюючи частоту обертання вентилятора.

Повний гідравлічний опір мережі складається з опорів всмоктуючої та нагнітальної частини мережі:

$$\Delta P_M = \Delta P_{AB} + P_{CD} = (P_0 - P_1) + (P_2 - P_0) = P_2 - P_1. \quad (6.3)$$

Порівнюючи (6.1) та (6.3), бачимо, що

$$\Delta P = \Delta P_M, \quad (6.4)$$

тобто вентилятор створює таку різницю тисків, яка дорівнює гідравлічному опору мережі. Суміщаючи характеристики вентилятора та мережі, одержимо графік роботи відцентрового вентилятора на мережу (рис. 6.1).

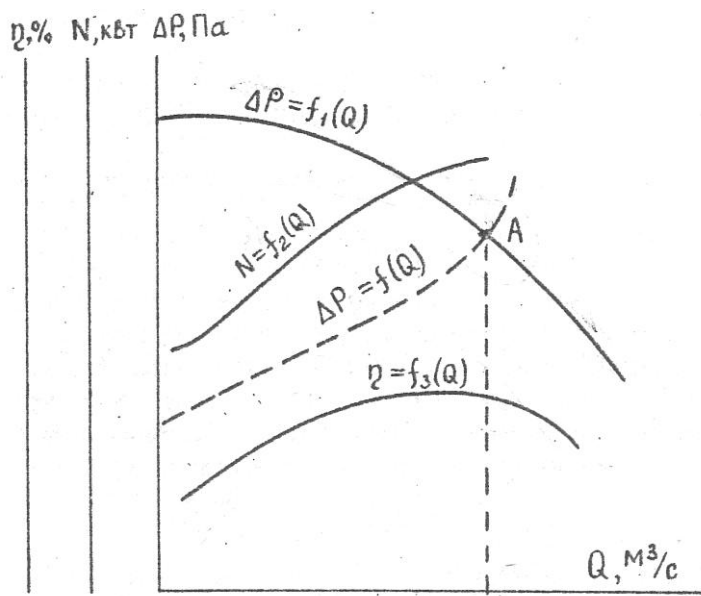


Рис. 6.1. Графік роботи відцентрового вентилятора на мережу

Точка перехрещення ліній  $Q - \Delta P$  та  $Q - \Delta P_M$  на цьому графіку, називається робочою точкою. Положення робочої точки визначає всі величини, які характеризують роботу вентилятора на дану мережу:  $Q$ ,  $\Delta P$ ,  $N$ ,  $\eta$ .

## 6.2. Опис установки

Установка складається з відцентрового вентилятора 1, змонтованого на одному валу з електродвигуном постійного струму, який дозволяє легко змінювати частоту обертання вентилятора за допомогою випрямляча струму 10 (рис. 6.2).

До вентилятора приєднані труби – нагнітальна АВ та всмоктуюча СД однакового діаметра. На вхідній ділянці всмоктуючої труби є сітка 2 для запобігання від всмоктування в трубопровід сторонніх предметів. У вихідному отворі нагнітальної труби встановлено засувку 3, яка дозволяє плавно змінювати площу вихідного отвору і тим самим опір нагнітального трубопроводу. На одному валу з вентилятором встановлено датчик електротахометра 4. Частота обертання вентилятора змінюється за допомогою реостата, який вмонтовано у випрямляч, і може бути визначена за шкалою приладу. Напряга та струм, які споживаються електродвигуном, визначаються за показами вольтметра 5, амперметра 6. На трубопроводі встановлено діафрагму 7 діаметром 40 мм з дифманометром 8. Дифманометр 9 фіксує перепад тисків у всмоктуючому та нагнітальному трубопроводах.

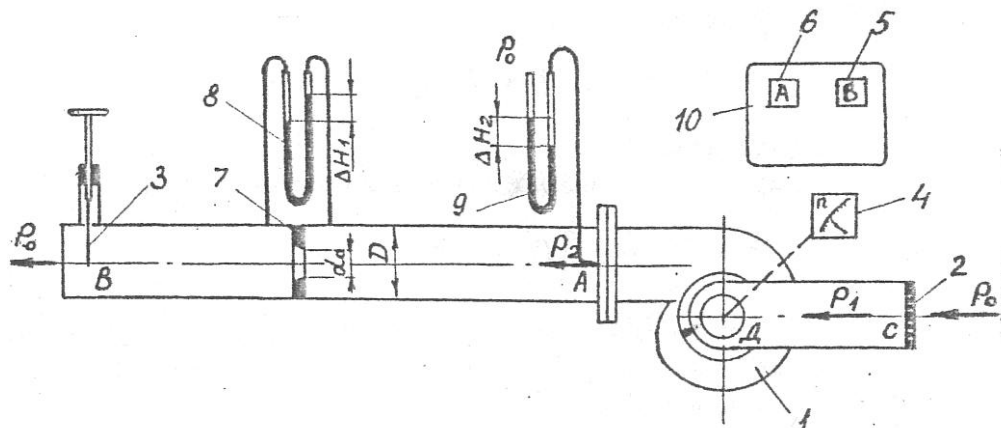


Рис. 6.2. Принципова схема вентиляційної установки

## 6.3. Порядок проведення роботи

### 1. Пуск установки:

а) вмикають головний рубильник лабораторії, в якій знаходиться установка;

б) повертають ручку реостата на випрямлювачі до кінця вліво, а ручку випрямляча «Мережа» – в положення «Вкл.», переконавшись, що горить контрольна лампа;

в) плавно повертаючи ручку реостата вправо, встановлюють необхідну частоту обертання вентилятора.

2. Для отримання характеристики вентилятора проводять 5-6 дослідів при постійній частоті обертання вентилятора (за завданням викладача). Продуктивність вентилятора змінюють засувкою 3. Рекомендується перше

вимірювання роботи проводити при зовсім закритій засувці, а кожне наступне вимірювання – відкриваючи засувку на п'ять обертів маховичка. При кожному досліді фіксують перепад тисків  $\Delta P_1$ , на діафрагмі 8 та вентиляторі  $\Delta P_2$ , показання амперметра та вольтметра.

Для більш точної побудови характеристики дослід повторюють 5-6 разів. Показання дифманометрів 8 та 9, амперметра та вольтметра заносять до табл. 6.1.

3. Для одержання характеристики мережі проводять другу серію дослідів, при якій ступінь відкривання засувки, тобто характеристика мережі, залишається сталою, а витрата  $Q$  регулюється зміною частоти обертання вентилятора. Показання дифманометрів 8 та 9 заносять до табл. 6.2. Ступінь відкривання засувки змінюють 5-6 разів.

#### 6.4. Порядок розрахунку

1. Визначають:

а) продуктивність вентилятора (секундна витрата),  $\text{м}^3/\text{с}$ ,

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} \varphi \sqrt{\frac{2\Delta P_1}{\rho}}, \quad (6.5)$$

де  $d$  – діаметр отвору діафрагми,  $d=40$  мм;

$\varphi$  – коефіцієнт витрати для дросельних шайб, його знаходять за відношенням діаметра отвору до діаметра  $D$  трубопроводу;

$$\text{при } \left(\frac{d}{D}\right)^2 = \left(\frac{40}{80}\right)^2 = 0,35 ; \quad \varphi = 0,624; \quad (\text{табл. XV});$$

$\Delta P_1$  – перепад тиску, на дифманометрі 8, Па;

$\rho$  – густина повітря,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

б) потужність, яка споживається вентилятором, кВт,

$$N = \frac{U \cdot I}{1000}, \quad (6.6)$$

де  $U, I$  = показання вольтметра та амперметра відповідно;

в) ККД вентилятора:

$$\eta = \frac{Q \cdot \Delta P_2}{1000N}. \quad (6.7)$$

2. За значеннями  $\Delta P_2$ ,  $Q$ ,  $N$ ,  $\eta$  в обраному масштабі будують характеристику вентилятора.

3. Для побудови характеристики мережі (табл. 6.2):

а) розраховують витрату повітря для кожного досліді за (6.5);

б) за показами дифманометра 9 визначають гідравлічний опір мережі при різних витратах повітря;

в) на характеристику вентилятора наносять характеристику мережі і знаходять робочу точку.

Таблиця 6.1

## Характеристика вентилятора

Номер дослід	Вимірювана величина				Розрахункова величина				
	Показання дифманометра на діафрагмі $\Delta H_1$		Показання дифманометра на вентиляторі $\Delta H_2$		Сила струму I, А	Напруга U, В	Продуктивність вентилятора Q, $\text{м}^3/\text{с}$	Потужність вентилятора N, Вт	ККД вентилятора $\eta$
	мм. водн. ст.	$\Delta P_1$ , Па	мм. водн. ст.	$\Delta P_2$ , Па					

Таблиця 6.1

## Характеристика мережі

Номер дослід	Вимірювана величина				Розрахункова величина
	Показання дифманометра на діафрагмі $\Delta H_1$		Показання дифманометра на вентиляторі $\Delta H_2$		Витрата повітря в мережі Q, $\text{м}^3/\text{с}$
	мм. водн. ст.	$\Delta P_1$ , Па	мм водн. ст.	$\Delta P_2$ , Па	



## Контрольні питання

1. Вказати мету роботи.
2. Пояснити поняття «ступінь стиснення» газу.
3. За яким принципом поділяються машини для переміщення газів?
4. Для якої мети застосовують вентилятори, газодувки, компресори?
5. Які існують види стиснення газу?
6. Якому виду стиснення газу відповідає найменша робота?
7. З якою метою при стисненні газу відводять тепло?
8. Назвати основні типи вентиляторів та навести їх будову.
9. У який бік загнуті лопатки робочого колеса вентилятора? Відповідь пояснити.
10. Для якої мети наводять характеристику вентилятора?
11. Показати, як змінюється характеристика вентилятора при зміні частоти обертання.
12. За якими показниками та яким чином вибирають вентилятор за наведеній характеристикою?
13. Як експериментально знаходиться напір вентилятора?
14. Як розраховується витрата повітря в вентиляційній установці?
15. Навести будову та пояснити принцип дії мірної діафрагми.
16. Яким чином на установці змінюють опір мережі? Від чого він залежить?
17. Який вигляд має характеристика мережі при різних опорах. Її рівняння?
18. Як знаходиться «робоча точка» та в чому полягає її зміст?
19. Розрахувати ступінь стиснення газу за дослідними результатами.
20. Як дослідним шляхом зняти характеристику вентилятора та мережі?
21. Навести сумісну характеристику двох однакових вентиляторів, підключених послідовно до мережі.
22. Навести сумісну характеристику двох однакових вентиляторів, підключених паралельно до мережі.
23. Коли доцільно підключати вентилятори послідовно та паралельно?
24. Яку назву мають вентилятори або газодувки великої продуктивності?