

## ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕМАТИЧНИХ ТА АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВІДСМОКТУВАЧІВ РІЗНОЇ ФОРМИ

Удосконалення конструктивного вирішення місцевих відсмоктувачів за ефективними аеродинамічними характеристиками при забезпеченні якомога більшої зони дії при мінімальній кількості відсмоктуваного повітря є важливим і складним завданням.

У зв'язку з цим, проведено дослідження розподілення осьових швидкостей (рис. 3, таблиця) та коефіцієнтів місцевих опорів (рис. 4, таблиця), відсмоктувачів різної форми (рис. 2, таблиця) при ізотермічних умовах.

Схему експериментального стенду зображено на рис. 1.

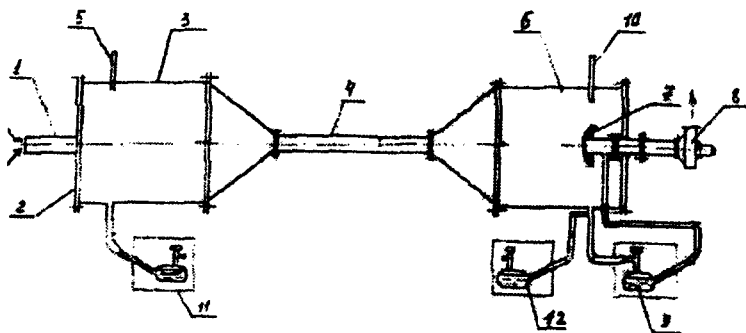


Рис. 1. Схема експериментального стенду:

- 1 — об'єкт досліджень; 2 — стінка, що знімається; 3,6 — камери статичного тиску;  
4 — повітропровід; 5,10 — термометри; 7 — витратомірний колектор; 8 — радіальний  
вентилятор постійного струму; 9,11,12 — диференціальні мікроманометри

Коефіцієнт місцевого опору  $\zeta$  відсмоктувачів різної форми визначався за методикою І. Є. Ідельчика [7,8]. Статичний тиск у повітропроводі замірявся мікроманометром ММН-240(5)-1,0 № 2220. Штуцери для зняття тиску на вхідній частині відсмоктувача встановлювались симетрично з двох сторін на відстані до  $0,4 d_0$  через кожні  $0,01\text{м}$ , а далі на відстані від  $0,4d_0$  до  $4d_0$  — через кожні  $0,1\text{м}$  (де  $d_0$  — діаметр всмоктувального патрубка (рис. 2)). При визначенні  $\zeta$  приймалось розрідження, що відповідає максимальному виміряному статичному тиску з враху-

ванням його зміни на вхідній частині патрубку на відстані до  $4d_0$ . Динамічний тиск визначався за допомогою насадки Піто-Прандтля та порівнювався з визначеним за допомогою тарованого витратовимірювального колектора 7.

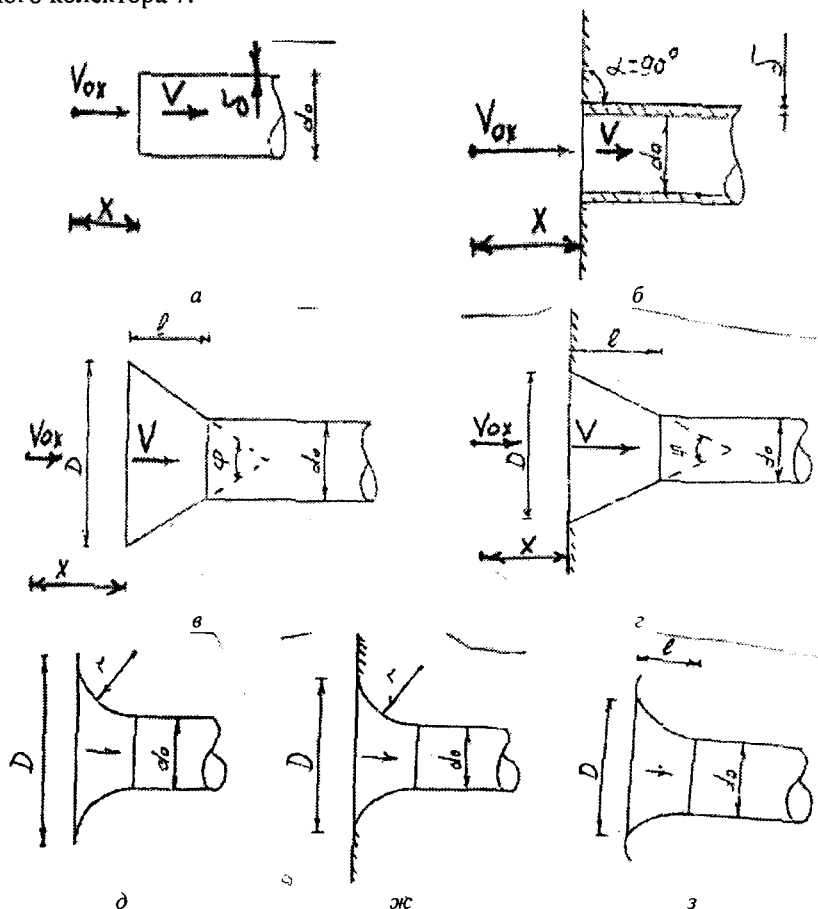


Рис. 2. Схеми відсмоктувачів:

а) вільний циліндричний з діаметром всмоктувального отвору  $d_0$  та товщиною краю  $\delta$ ,  $\delta/d_0=0$  (гострі краї); б) напівобмежений циліндричний з діаметром всмоктувального отвору  $d_0$  та товщиною краю  $\delta$ ,  $\alpha = 90^\circ$ ; в) з діаметром всмоктувального отвору  $D$  вільний конічний при куті розкриття вхідних країв  $\varphi = 60^\circ$ ; г) з діаметром всмоктувального отвору  $D$  напівобмежений конічний при куті розкриття вхідних країв  $\varphi = 60^\circ$ ; д) з діаметром всмоктувального отвору  $D$  вільний зі скругленими по дузі радіусом  $r$  вхідними краями; ж) з діаметром всмоктувального отвору  $D$  напівобмежений зі скругленими по дузі радіусом  $r$  вхідними краями; з) вільний з вхідними краями профільованими за лемнісатою

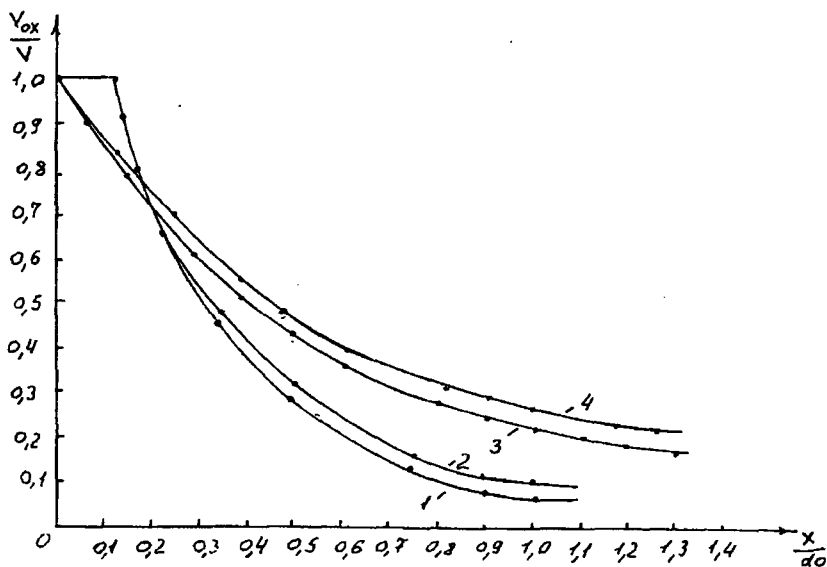


Рис. 3. Зміна відносної осьової швидкості  $\overline{V}_x$  ( $\overline{V}_x = V_{ox}/V$ ,  $V_{ox}$  — осьова швидкість на відстані  $x$  від всмоктувального отвору, м/с;  $V$  — середня за витратою швидкість у всмокувальному отворі, м/с) з відносною відстанню  $\overline{X}$  ( $\overline{X} = X/d_0$ , — біжуча осьова координата, м;  $d_0$  — діаметр патрубку (рис. 2), м) при втіканні повітря у відсмоктувачі різної форми (рис. 2, а-г):

- 1 — вільний циліндричний (рис. 2, а); 2 — напівобмежений циліндричний (рис. 2, б);  
 3 — вільний конічний (рис. 2 в,  $\varphi = 60^\circ$ ,  $l/D = 0.49$ ); 4 — напівобмежений конічний (рис. 2, г,  $\varphi = 60^\circ$ ,  $l/D = 0.49$ )

Результати експериментальних досліджень зміни відносних швидкостей ( $V_{ox}/V$ ) та коефіцієнтів місцевого опору  $\zeta$  при втіканні повітря у відсмоктувачі різної форми (рис. 2) ізотермічних умовах наведені на рис. 3, 4 та у таблиці. Встановлено, що для інтенсифікації активної зони вільних відсмоктувачів (рис. 2, а, в, д) та зменшення їх коефіцієнтів місцевих опорів  $\zeta$  доцільно трансформувати вільне стікання відсмоктуваного повітря у напівобмежене (рис. 2, б, г, ж; рис. 3, 4; таблиця).

Виявлено, що збільшення довжини активної зони циліндричного відсмоктувача та зменшення його коефіцієнта місцевого опору  $\zeta$  можливо досягнути за рахунок трансформації форми його торця з циліндричної у конічну (рис. 2, а-г, рис. 3, 4, таблиця). Подальше зменшення коефіцієнта місцевого опору  $\zeta$  можливе за рахунок трансформування

конічної форми торця у більш профільовану (рис. 2, д-з, рис. 4, таблиця). Завдяки профільованій формі торця відбувається відносно плавне підтікання до полюса струменю та більше вирівнювання лінії течії.

Таблиця

Математичні залежності зміни відносної осьової швидкості  $\bar{V}_{ox}$  ( $V_{ox} / V$ ) повітряного потоку з відстанню  $\bar{X}$  ( $X/d_0$ ) та зміни коефіцієнтів місцевого  $\zeta$  для відсмоктувачів різної форми (рис. 2)

№ п/п	Тип місцевого відсмоктувача	Вид місцевого відсмоктувача	Графічна залежність	Номер кривої	Формули
1	2	3	4	5	6
1	Вільний циліндричний діаметром $d_0$	Рис. 2, а	Рис. 3	1	$\frac{V_{ox}}{V} = 1.25 - 2.72 \left( \frac{X}{d_0} \right) + 1.57 \left( \frac{X}{d_0} \right)^2$
			----	----	$\zeta = 1[1 - 3]$
2	Напівобмежений циліндричний діаметром $d_0$	Рис. 2, б	Рис. 3	2	$\frac{V_{ox}}{V} = 1.23 - 2.6 \left( \frac{X}{d_0} \right) + 1.49 \left( \frac{X}{d_0} \right)^2$
			----	----	$\zeta = 0.5[1 - 3]$
3	Вільний конічний з діаметром всмоктувального отвору $D$ ( $\varphi=60^\circ$ )	Рис. 2, в	Рис. 3	3	$\frac{V_{ox}}{V} = 0.99 - 1.43 \left( \frac{X}{d_0} \right) + 0.66 \left( \frac{X}{d_0} \right)^2$
			Рис. 4	1	$\zeta = 0.75 - 3.32 \left( \frac{1}{d_0} \right) + 4.29 \left( \frac{1}{d_0} \right)^2$
4	Напівобмежений конічний з діаметром всмоктувального отвору $D$ ( $\varphi=60^\circ$ )	Рис. 2, г	Рис. 3	4	$\frac{V_{ox}}{V} = 0.98 - 1.15 \left( \frac{X}{d_0} \right) + 0.42 \left( \frac{X}{d_0} \right)^2$
			Рис. 4	2	$\zeta = 0.325 - 1.06 \left( \frac{1}{d_0} \right) + 1.43 \left( \frac{1}{d_0} \right)^2$
5	Вільний зі скругленими по дузі з радіусом $r$ вхідними краями з діаметром всмоктувального отвору $D$	Рис. 2, д	Рис. 4	3	$\zeta = 0.97 - 12.5 \left( \frac{r}{d_0} \right) + 40.2 \left( \frac{r}{d_0} \right)^2$
6	Напівобмежений зі скругленими по дузі з радіусом $r$ вхідними краями з діаметром всмоктувального отвору $D$	Рис. 2, ж	Рис. 4	4	$\zeta = 0.44 - 4.16 \left( \frac{r}{d_0} \right) + 9.52 \left( \frac{r}{d_0} \right)^2$

1	2	3	4	5	6
7	Вільний з вхідними краями профільованими за лемніскаатою	Рис. 2, 3	----	----	$\zeta=0.02[1-3]$

**Примітки:** 1.  $x$  – біжуча осьова координата, м;  $V_{ox}$  – осьова швидкість на відстані  $x$  від всмоктувального отвору, м/с;  $V$  – середня за витратою швидкість у всмоктувальному отворі, м/с;  $d_0$  – діаметр всмоктувального патрубку, м;  $D$  – діаметр всмоктувального отвору, м. 2.  $l$  – змінна відстань, м;  $\varphi$  – кут розкриття відсмоктувача, град;  $r$  – радіус скруглення, м; 3. Визначення відносних швидкостей  $\overline{V_{ox}}$  ( $V_{ox}/V$ ) для конічних відсмоктувачів (рис. 2 в, г) проводились при  $l/D=0.49$ . 4. Математичні залежності можна використовувати при  $l/D < 0.2$  та  $r/d_0 < 0.3$ .

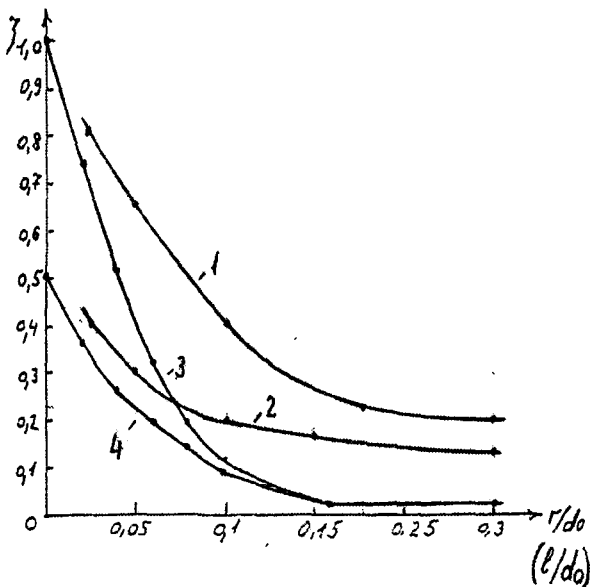


Рис. 4. Зміна коефіцієнтів місцевого опору для відсмоктувачів різної форми (рис. 2, в–ж):

1 – вільний конічний (рис. 2, в) з діаметром всмоктувального отвору  $D$  при куті розкриття вхідних країв  $\varphi=60^\circ$ ; 2 – напівобмежений конічний (рис. 2, г) з діаметром всмоктувального отвору  $D$  при куті розкриття вхідних країв  $\varphi=60^\circ$ ; 3 – вільний зі скругленими по дузі радіуса  $r$  вхідними краями (рис. 2, д) з діаметром всмоктувального отвору  $D$ ; 4 – напівобмежений зі скругленими по дузі радіуса  $r$  вхідними краями (рис. 2, ж) з діаметром всмоктувального отвору  $D$

Аналіз кривих (рис. 3, 4) показав: напівобмежені місцеві відсмоктувачі мають у 1,3—1,5 раза більшу зону дії, ніж вільні такої ж форми; напівобмежені місцеві відсмоктувачі мають приблизно у 1,1—2 рази

менше значення коефіцієнтів місцевого опору, ніж вільні такої ж форми; влаштування профільованого торця місцевого відсмоктувача зменшує величини коефіцієнтів місцевого опору (рис. 2, 4, таблиця).

Математичний аналіз результатів дослідження, проведений на основі методу найменших квадратів [5,6], зведений у таблиці.

### Висновки:

Графічні залежності (див. рис. 3, 4) є придатними для визначення осьової швидкості, довжини зони дії та значень коефіцієнтів місцевого опору відсмоктувачів різної форми.

Математичні залежності (таблиці) є придатними для наближеного розрахунку осьової швидкості, довжини зони дії та значень коефіцієнтів місцевого опору відсмоктувачів різної форми. Використання цих залежностей дозволяє оптимізувати місцеві відсмоктувачі як за конструктивним вирішенням (формою), так і за кількістю всмоктуваного повітря.

Профільовання форми торця місцевого відсмоктувача призводить до покращання його кінематичних (збільшення довжини зони дії і значень швидкостей) та аеродинамічних (зменшення значень місцевого опору  $\zeta$ ) характеристик.

### Література

1. *Талиев В. Н.* Аэродинамика вентиляции. — М.: Стройиздат, 1979. — 295 с.
2. *Торговников Б. М., Табачник В. Е., Ефенов Е. М.* Проектирование промышленной вентиляции / Справочник. — К.: Будівельник, 1983 — 256.
3. *Богословский В. Н.* и др. Отопление и вентиляция. — Ч II: / Под ред. В. Н. Богословского. — М.: Стройиздат, 1976. — 439 с.
4. *Czernous A., Zukowski S.* Wykorzystanie wywiewników miejscowych dla ochrony powietrza w pomieszczeniu. Politechnika Warszawska. XXI Sympozjum-AQUA 2000. Plock, 2000. — S. 324—329.
5. *Леянов С. П.* Определение параметров нелинейной регрессии методом наименьших квадратов. Заводская лаборатория, 1967. — № 1. — С. 14—17.
6. *Львовский Е. Н.* Статистические методы построения эмпирических формул. — Высшая школа, 1988. — 238 с.
7. *Идельчик И. Е.* Гидравлические сопротивления. — М.: Госэнергоиздат, 1954. — 316 с.
8. *Идельчик И. Е.* Справочник по гидравлическим сопротивлениям — М.: Машиностроение, 1975. — 559 с.