

УДК 629.113.06:628.83

Зінич П.Л., Черноус О.В.

## ТЕХНІКО–ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ КОНІЧНОГО ВІДСМОКТУВАЧА З КРАПЛЕПОДІБНОЮ ВСТАВКОЮ

Важливим елементом наукових досліджень є узагальнення теоретичної, експериментальної та виробничої компонент з визначенням економічної ефективності використання досліджуваного пристрою, в даному випадку місцевого конічного напівобмеженого відсмоктувача з краплеподібною вставкою та з повітрообмежником реальних розмірів (рис. 1).

Експериментальні дослідження відсмоктувача виконані в аеродинамічній лабораторії НУ “Львівська політехніка” і представлені у вигляді графічних залежностей (рис. 3) та у таблицях 1 – 3.

Щодо виробничої компоненти, то на зварювальному пості в цеху металовиробів ТзОВ “Сантехсервіс” були проведені натурні дослідження ефективності дії напівобмеженого конічного відсмоктувача з краплеподібною вставкою (рис. 1). На цьому рисунку вказані реальні конструктивні розміри відсмоктувача. Дослідження проведені за допомогою приладів і лабораторного обладнання кафедри ТГВ НУ “Львівська політехніка” та ТзОВ “Євроекоскоп”. Використана апаратура: трансформатор ВД-402, мікроманометр ММН-240(5)-1,0 № 2000, пневматична трубка Піто-Прандтля №115, барометр-анероїд БАММ № 8795, психрометр аспіраційний № 20922, психрометр М34 №11701, термоелектроанемометр №18, крильчастий анемометр №10492, чашковий анемометр, аспіратор моделі 822 №3341, фотоколориметр КФК-2, термометр ТЛ2, електроди діаметром 3 мм марок АНО-4, MONOLIT та WELDING ELEKTRODES (сертифікат якості № 377 від 21.10.2003 р.; виробники відповідно: ТзОВ “Дніпрометиз” (м. Дніпропетровськ), ТзОВ “Плазматек” (м. Вінниця) та ВАТ “Крюківський вагонобудівний завод” (м.Кременчук)).

Для умов проведеного на виробництві експерименту відносно швидкості визначимо за формулою [1]:

$$\frac{V_{\text{ох}}}{V} = K_{\text{експ}} K_{\text{вир}} \left( \frac{74 + x}{\sqrt{5256 + (74 + x)^2}} - \frac{x}{\sqrt{13225 + x^2}} \right), \quad (1)$$

де  $K_{\text{експ}}$  - поправковий коефіцієнту на лабораторні умови (табл. 3);  $K_{\text{вир}}$  - поправковий коефіцієнту на виробничі умови (табл. 3).

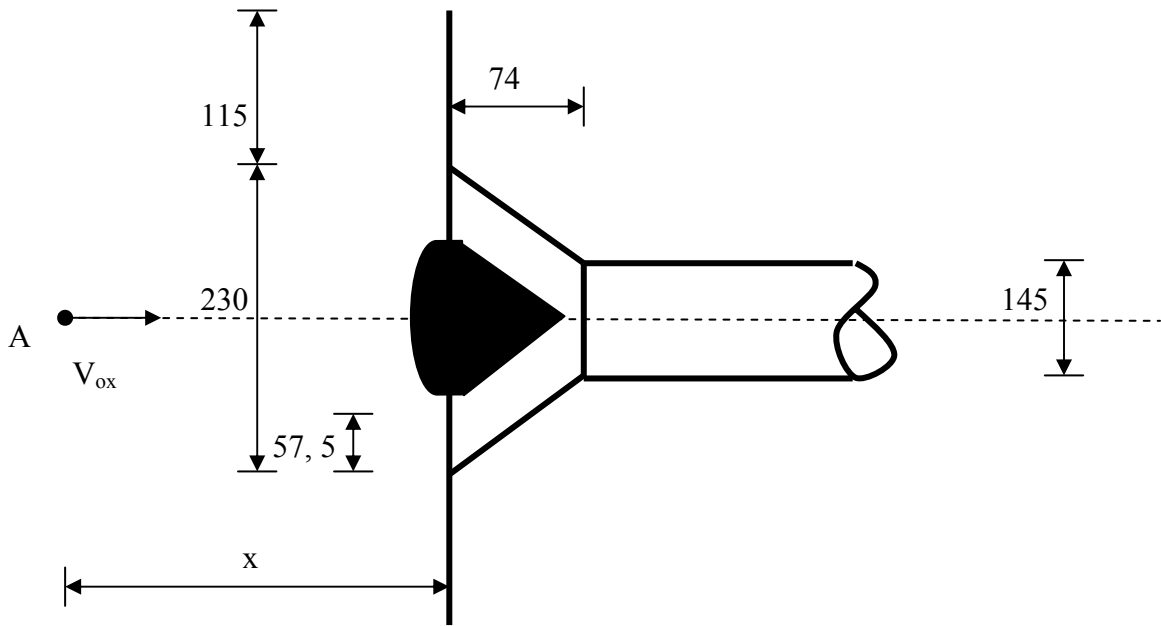


Рис. 1. Конічний відсмоктувач з повітрообмежником під кутом  $90^0$  і крапелеподібною вставкою (з усіма конкретними розмірами, мм):  $x$  – осьова біжуча координата, м;  $V_{ox}$  – осьова швидкість на відстані  $x$  від всмоктувального отвору, м/с

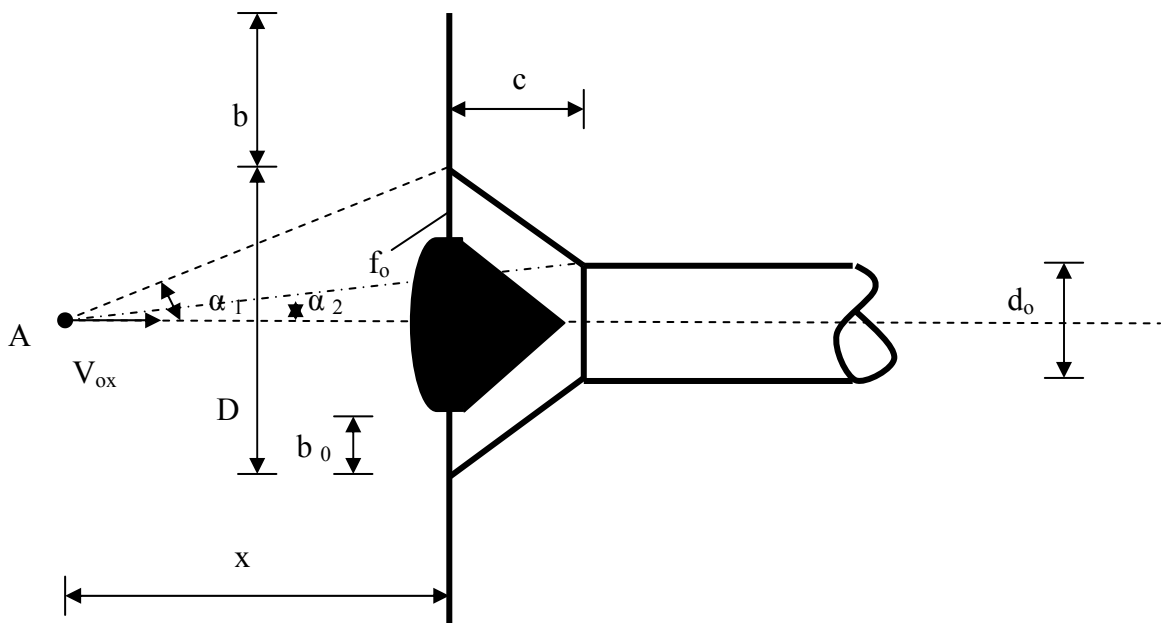


Рис. 2. До визначення зміни осьової швидкості повітряного потоку, що засмоктується у напівобмежений конічний відсмоктувач з крапелеподібною вставкою:  $x$  – осьова біжуча координата, м;  $V_{ox}$  – осьова швидкість на відстані  $x$  від всмоктувального отвору, м/с;  $V$  – середня за витратою швидкість у всмоктувальному щілинному отворі, м/с;  $c$  – висота конічного звуження відсмоктувача, м;  $d_0$  – діаметр всмоктувального патрубку, м;  $D$  – діаметр основи відсмоктувача, м;  $b$  – висота повітрообмежника, м;  $f_0$  – площа всмоктувального щілинного отвору,  $m^2$ ;  $\alpha_1, \alpha_2$  – кути, під якими з точки А видно краї відсмоктувача, град

**Приклад 1:** Розрахувати за формулою (1) зміну відносної осьової швидкості повітряного потоку, який засмоктується у напівобмежений кінчний відсмоктувач (рис.1).

Результати розрахунків наведено у табл. 1.

Таблиця 1

**Відносні осьові швидкості повітряного потоку**

Розрахунок ва формула	Розподіл відносних швидкостей $V_{ox}/V$ з відносною відстанню $x/D$ :					
	0	0,5	0,65	1,0	1,5	2,0
(1)	0,87	0,25	0,17	0,09	0,04	0,02

**Примітка:** значення коефіцієнтів  $K_{експ}$  та  $K_{вир}$  рівні одиниці.

Витрата повітря у щілинному отворі,  $m^3/c$ , визначається за формулою:

$$L = V f_o, \tag{2}$$

де  $V$  – середня швидкість повітря у щілинному отворі,  $m/c$ ;  $f_o$  - площа щілинного отвору,  $m^2$ .

Підставимо у формулу (2) з (1) залежність визначення середньої швидкості  $V$  та площу всмоктувального щілинного отвору  $f_o = 0,02355 m^2$  (рис. 1, 2) і отримаємо формулу для визначення повітропродуктивності місцевого відсмоктувача

$$L = 0,02355 V_{ox} 3600 [K_{експ} K_{вир} \left( \frac{74+x}{\sqrt{5256+(74+x)^2}} - \frac{x}{\sqrt{13225+x^2}} \right)]^{-1}, m^3/год, \tag{3}$$

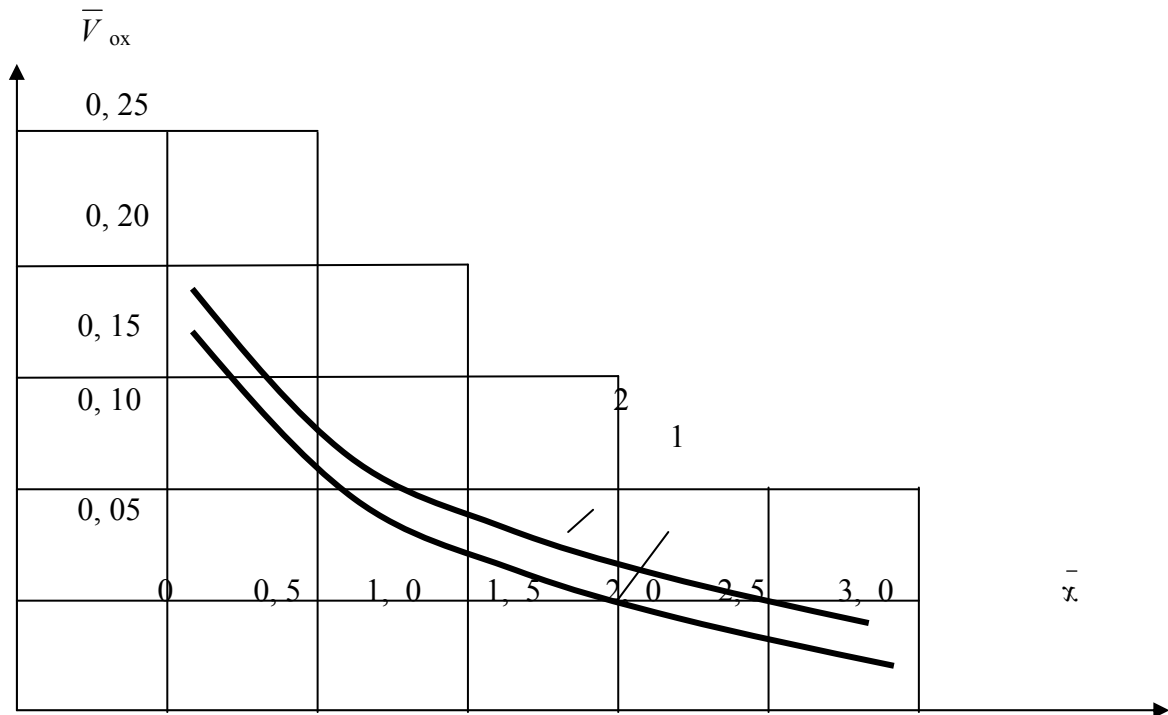


Рис. 3. Залежності відносних швидкостей  $\bar{V}_{ox}$  ( $\bar{V}_{ox}=V_{ox}/V$ ) від відносної відстані  $\bar{x}$  ( $\bar{x}=x/D$ ):  
1 – експеримент проведений на виробництві; 2 - експеримент проведений в лабораторії

Таблиця 2

**Залежності відносних швидкостей  $\bar{V}_{ox}$  ( $\bar{V}_{ox}=V_{ox}/V$ ) від відносної відстані  $\bar{x}$  ( $\bar{x}=x/D$ ) напівобмежаного відсмоктувача з краплеподібною вставкою**

№ п/п	Місце проведення експерименту	Середня швидкість $V$ , м/с	Діаметр всмоктувального отвору $D$ , мм	Діаметр вставки $d_v$ , мм	Ширина всмоктувального отвору $b_0$ , мм	Розподіл відносних швидкостей $\bar{V}_{ox}$ з відносною відстанню $\bar{x}$ (рис. 3):					
						0	0,5	0,65	1,0	1,5	2,0
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	На виробництві	2,55	230	150	40	-	0,185	0,150	0,113	0,078	0,060
2	В лабораторії					-	0,204	0,165	0,125	0,086	0,067

Таблиця 3

**Значення поправкових коефіцієнтів  $K_{експ}$  та  $K_{вир}$**

№п/п	Назва коефіцієнта	Значення поправкових коефіцієнтів при $x/D$ :				
		0,5	0,65	1,0	1,5	2,0
1	Поправковий коефіцієнт на виробничі умови $K_{вир}$	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
2	Поправковий коефіцієнт на лабораторні умови $K_{експ}$	0,80	1,00	1,40	2,20	3,10

Інженерний розрахунок відсмоктувачів (рис. 1, 2) рекомендується проводити у наступній послідовності:

1. Прийняти геометричні параметри відсмоктувача (див. рис. 1).
2. Визначити необхідну за технологічними вимогами відстань від всмоктувального отвору до джерела (точки) виділення забрудника (наприклад електродного зварювання), та значення допускної осьової швидкості на цій відстані.
3. Підставити у формулу (3) значення допускної осьової швидкості та значення поправкових коефіцієнтів  $K_{експ}$  та  $K_{вир}$  (табл. 3) і визначити повітропродуктивність відсмоктувача.

*Приклад 2:* Виконати інженерний розрахунок кінцевого напівобмежаного відсмоктувача з краплеподібною вставкою (рис. 1, 2). Відсмоктувач має наступні геометричні параметри:  $c=74$  мм,  $d_o=145$  мм,  $D=230$  мм,  $b=115$  мм

(див. рис. 1). Осьова швидкість на відстані  $x=150$  мм від всмоктувального отвору повинна бути рівною  $V_{ox} = 0, 2$  м/с.

Розрахуємо за формулою (3) повітропродуктивність напівобмеженого конічного відсмоктувача. Значення поправкових коефіцієнтів  $K_{експ.} = 1, 00$  та  $K_{вир} = 0, 9$  ( $x/D=0, 65$ , див. табл. 3).

$$L=0,02355 \cdot 0,2 \cdot 3600 \left[ 1, 0 \cdot 0, 9 \left( \frac{74+150}{\sqrt{5256+(74+150)^2}} - \frac{150}{\sqrt{13225+150^2}} \right) \right]^{-1} = 117 \text{ м}^3/\text{год.}$$

На зварювальному пості в цеху металовиробів ТзОВ «Сантехсервіс» були проведені натурні дослідження ефективності дії напівобмеженого конічного відсмоктувача з краплеподібною вставкою (рис. 1) щодо вловлення забруднювальних (шкідливих) речовин, які виділяються при ручному електродуговому зварюванні металовиробів.

Мета забору проб повітря полягає у виявленні вмісту шкідливих речовин (марганець та оксид заліза) в робочій зоні електрозварника, а отже виявленні ефективності дії місцевого відсмоктувача [2]. Засіб вимірювальної техніки аспіратор моделі 822 № 3341. Концентрація шкідливих речовин в робочій зоні,  $\text{мг}/\text{м}^3$ , при використанні електрода мароки АНО-4 наведена в табл. 4.

Місцевий відсмоктувач (рис. 1) забезпечує необхідні санітарно-гігієнічні норми на робочому місці і може бути використаний на стаціонарних та нестаціонарних зварювальних постах. Найкраще вловлення зварювального аерозолу досягається при встановленні місцевого відсмоктувача відносно факела забрудненого шкідливими речовинами, що утворились в процесі проведення зварювальних робіт, в діапазоні кутів від 0 (співвісне розташування) до 45°. За однакової витрати відсмоктуваного повітря збільшення зварювального струму в діапазоні від 100 А до 140 А спричиняє незначне збільшення концентрації шкідливих речовин в місці праці зварника (табл. 4).

На підставі досліджень ефективності дії місцевого відсмоктувача (табл. 4) можемо констатувати, що :

1. Місцевий відсмоктувач характеризується високою ефективністю щодо вловлення шкідливих речовин за мінімальної повітропродуктивності.
2. Концентрація зварювального аерозолу на робочому місці не перевищує ГДК за повітропродуктивності відсмоктувача  $73 \text{ м}^3/\text{год.}$
3. Використання місцевого відсмоктувача у зварювальному виробництві не впливає на якість зварювальних робіт.

Таблиця. 4

**Результати досліджень ефективності напівобмеженого відсмоктувача з краплеподібною вставкою**

№ п/п	Витрата відсмоктуваного повітря, м <sup>3</sup> /год	Тиски в патрубку, Па:			Коефіцієнт місцевого опору	Швидкість повітря в точці зварювання, м/с	Кут нахилу МВ, град	Зварювальний струм, А	Концентрація шкідливих речовин в робочій зоні, мг/м <sup>3</sup> , при використанні електрода марки АНО-4:				
		Повний	Статичний	Динамічний					Концентрація Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ГДК Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Концентрація Mn	ГДК Mn	
1	73	-0,55	-1,47	0,92	0,6	<0,2	0	100	3,99	6,0	0,112	0,2	
								110	4,10				0,127
								120	4,21				0,143
								130	4,32				0,159
								140	4,44				0,171
45							100	4,08	0,121				
							110	4,19	0,136				
							120	4,30	0,152				
							130	4,41	0,168				
90							140	4,53	0,179				
							100	4,35	0,141				
							110	4,46	0,155				
							120	4,57	0,169				
							130	4,68	0,175				
3							140	4,82	0,186				

**Примітки:**

- Ефективність вловлювання місцевим відсмоктувачем факелу зі шкідливими речовинами, що утворились при зварюванні електродами марок MONOLIT та WELDING ELEKTRODES, оцінювалась візуально. За витрати відсмоктуваного повітря 73 м<sup>3</sup>/год факел вловлюється повністю.
- Існуючий на підприємстві вентиляційний зонт (площа всмоктувального отвору 1,2x0,6=0,72 м<sup>2</sup>) радіусом дії 1,2 м при зварюванні електродами АНО-4 (зварювальний струм 130 А) забезпечує вловлення шкідливих речовин в робочій зоні зварювальника до концентрації марганцю 0,17 мг/м<sup>3</sup> та оксиду заліза 4,32 мг/м<sup>3</sup> при повітропродуктивності 1490 м<sup>3</sup>/год.

Річний економічний ефект, грн/рік, напівобмеженого місцевого конічного відсмоктувача із краплеподібною вставкою визначимо згідно рекомендацій [3, 4]:

$$E = [(C_1 + E_n K_1) - (C_2 + E_n K_2)] A_2,$$

де  $C_1$  і  $C_2$  - річні експлуатаційні витрати на одиницю продукції до і після впровадження нової техніки, грн / (рік × од. прод);  $K_1$  і  $K_2$  - питомі капітальні

витрати на одиницю продукції до і після впровадження нової техніки, грн / (рік  $\times$  од. прод);  $E_n$  – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних витрат (рекомендовано прийняти рівним 0,15);  $A_2$  – річний об'єм виробництва продукції за допомогою нової техніки, натуральні одиниці / рік.

Річний економічний ефект від впровадження напівобмеженого місцевого конічного відсмоктувача із краплеподібною вставкою у всмоктувальному отворі (рис.1) в цеху ТзОВ “Сантехсервіс” становить 1355 грн.

Влаштування загальнообмінної вентиляції для розчинення шкідливих речовин до рівня ГДК при проведенні зварювальних робіт передбачає подачу та вилучення великої кількості повітря. При використанні місцевої вентиляції за допомогою напівобмежених конічних відсмоктувачів із профільованою вставкою у всмоктувальному отворі (рис. 1) досягається аналогічна ефективність при значно меншій кількості відсмоктуваного повітря, що суттєво зменшує експлуатаційні економічні затрати на готування компенсуючого припливного повітря та його транспортування [5-7].

### Висновки

1. Досліджуваний напівобмежений відсмоктувач з краплеподібною вставкою забезпечує необхідні санітарно-гігієнічні параметри повітря в місці праці і може бути використаний на стаціонарних і нестаціонарних зварювальних постах.
2. Найкраще вловлення зварювального аерозолю досягається при встановленні відсмоктувача відносно факела забрудників, що утворюється при ручному електрозварюванні, в діапазоні кутів від 0 (співвісне розташування) до 45°.
3. За однакової повітропродуктивності збільшення зварювального струму в діапазоні від 100 А до 140 А спричиняє незначне збільшення концентрації забрудника в місці праці.
4. Запропонована методика придатна для добору напівобмежених конічних відсмоктувачів з краплеподібною вставкою.
5. Річний економічний ефект від впровадження напівобмеженого місцевого конічного відсмоктувача із краплеподібною вставкою у всмоктувальному отворі в цеху ТзОВ “Сантехсервіс” становить 1355 грн.

### Використана література

1. Жуковський С.С., Зінич П.Л., Черноус О.В. Визначення зміни осьової швидкості повітряного потоку при засмокуванні у напівобмежений конічний смок // Наук. зб. “Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання”. – К.: КНУБА. - 2001. – Вип. 2. – С.70 -73

2. Методические указания по определению вредных веществ в сварочном аэрозоле. – М.: МП ” Парог”, 1992. – 110 с.

3. Углонов Ж. Р. Местные отсосы с экраном в приемном отверстии // Дис. канд. техн. наук. – К.: КИСИ, 1990. – 184 с.

4. Методика определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. – М.: Стройиздат, 1977. – 54 с.

5. Zhukovsky S., Chernous A., Zinych P. Efficiency conic local suckers with inserts-screens // Zborník prednášok VII konf. s. mezinár. účasťou. – Košice: Technická univerzita v Košiciach, 2002. – S. 351- 354.

6. Жуковський С., Черноус О., Зінич П. До економічного аналізу систем локальної вентиляції // Матеріали VIII міжнар. конф. “Актуальні проблеми будівництва та інженерії довкілля”. – Львів: НУ “Львівська політехніка”. – 2003. – Ч. II. – С. 168 - 171.

7. Зінич П.Л., Жуковський С.С., Черноус О.В. Економічна оцінка використання конічних місцевих відсмоктувачів // Тези доповідей 65-ї науково-практич. конф. – К.: КНУБА. – 2004. – Ч. II. – С. 67.

#### **Анотація**

Наведені графічні залежності для розрахунку зони дії місцевого відсмоктувача. Показано, що досліджуваний напівобмежений відсмоктувач з краплеподібною вставкою забезпечує необхідні санітарно-гігієнічні параметри повітря в місці праці і може бути використаний на стаціонарних і нестаціонарних зварювальних постах.

#### **Аннотация**

Приведены графические зависимости для расчета зоны действия местного всасывателя. Показано, что исследуемый полуограниченный всасыватель с каплеобразной вставкой обеспечивает необходимые санитарно-гигиенические параметры воздуха в месте труда и может быть использован на стационарных и нестационарных сварочных постах.