ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ МІСЦЕВОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ ДЛЯ РОБОЧИХ МІСЦЬ ЗВАРНИКІВ

Левченко О. Г. д.т.н., Лук'яненко А. О. асист.
(каф. ОПП та ЦБ НТУУ «КПІ»)

Аналіз фактичного стану умов праці в різних сферах народного господарства підтверджує необхідність значного розширення та поглиблення економічних досліджень, що дозволяють забезпечити вибір методів і засобів, які в найбільшій мірі направлені на досягнення оздоровчого ефекту при мінімальних затратах [1].

Незважаючи на суттєве покращення умов праці робітників зварювальних професій проблема зниження професійних захворювань зварників все ж таки залишається надзвичайно актуальною. Найбільш часто реєструються захворювання зумовлені дією на організм зварювальних аерозолів (ЗА): пневмоконіоз, хронічний пиловий бронхіт, хронічні інтоксикації оксидом вуглецю, сполуками фтору, цинку, марганцю [2-4].

Коли мова йде про зберігання здоров'я людини, медичний та соціальний аспекти слід вважати основними. Однак необхідно прагнути до того, щоб будь-який аспект був економічно обґрунтованим. Це дозволить використовувати економічні методи під час визначення доцільних варіантів розробки та впровадження заходів по оздоровленню умов праці зварників. Об'єктивні розрахунки прибутковості усіх можливих варіантів дозволяють вибирати найбільш ефективні з них для кожного конкретного випадку. Одночасно це дасть можливість подолати відношення, що склалося в багатьох господарських керівників до цих заходів як до непродуктивних, що знижують ефективність виробництва [5].

Радикальне рішення проблеми забезпечення необхідної чистоти повітряного середовища в зварювальному виробництві сьогодні принципово не може базуватися на використанні однієї лише загальнообмінної вентиляції [5-7]. Для вирішення проблеми оздоровлення повітряного середовища в зварювальних цехах набагато більш ефективним є способи вентиляції, за яких забруднене повітря відсмоктується безпосередньо із зони зварювання, очищується від шкідливих речовин фільтровентиляційними агрегатами (ФВА) та повертається в робоче приміщення. Ефективність уловлювання і очищення повітря від ЗА при цьому становить 75…95 %, що дозволяє значно зменшити об'єми припливної та витяжної вентиляції і, відповідно, знизити витрати на вентиляцію [8]. За рахунок впровадження прогресивних засобів вентиляції в 2-3 рази зменшуються витрати тепла, електроенергії та загальні витрати, вміст шкідливих речовин зменшується практично до рівня гранично допустимої концентрації (ГДК). Витрати на впровадження відповідного обладнання (в залежності від його вартості) окуповуються протягом 0,5…1,5 року, що свідчить про високу рентабельність цих заходів.

Врахування усього комплексу позитивних соціальних факторів на практиці важко оцінити через відсутність на сьогоднішній день необхідних статистичних даних і деяких нормативних показників. Тому для визначення на

передпроектній стадії приведених витрат ($З_{пр}$) і річного економічного ефекту ($Е_р$) від застосування зварювальних матеріалів зі зменшеною токсичністю в умовах зварювання з загальнообмінною вентиляцією можуть бути використані наступні емпіричні залежності, отримані під час аналізу результатів впровадження конкретних проектів:

$$З_{пр} = nKNV, \quad (1)$$

$$Е_р = nKN(V_1 – V_2), \quad (2)$$

де n – кількість зварювальних постів; K – коефіцієнт, тис. грн/тис.м^3 (при двозмінній роботі обладнання і підігріванні припливного повітря K = 0,12); N – середньогодинна витрата зварювальних матеріалів на одному зварювальному посту, кг; V – об'єм повітря, необхідний для розбавлення шкідливих речовин, що виділяються при використанні 1 кг зварювальних матеріалів, до ГДК, тис. м^3; V_1, V_2 – розрахункові об'єми загальнообмінної вентиляцій для базового та впроваджуваного зварювального матеріалу, тис. м^3/ кг.

Приведені витрати ($З^т_{пр}$) на загальнообмінну вентиляцію при використанні 1 т зварювальних матеріалів і економічний ефект ($Е_р$) від застосування зазначеної кількості зварювальних матеріалів з пониженою токсичністю можуть бути визначені за наступними формулами:

$$З^т_{пр} = KV/4 , \quad (3)$$

$$Е_р = K(V_1 – V_2)/4. \quad (4)$$

В наш час у зварювальних цехах починають використовувати комбіновані системи вентиляції (загальнообмінна вентиляція та ФВА). В цьому випадку формула (1) прийме вигляд

$$З^т_{пр}{}' = n\,[KNV(1– \eta) + 0,6], \quad (5)$$

де η – частка зварювального аерозолю, що видаляється за допомогою ФВА (приймається η = 0,75).

Тоді, з урахуванням (5), формула (2) для визначення річного економічного ефекту може бути представлена у вигляді

$$Е_р = З'_{пр1} - З'_{пр2} = n\,KN(1– \eta)\,(V_1 – V_2). \quad (6)$$

Відповідно вираз (3) для визначення приведених витрат запишеться так:

$$З^т_{пр}{}' = [KV(1– \eta) + 0,6\,]/4. \quad (7)$$

Формула для економічного ефекту від використання однієї тони зварювальних та наплавлювальних матеріалів з пониженою токсичністю в умовах комбінованої вентиляції прийме вигляд

$$Е_р{}' = [K\,(V_1 – V_2)\;\;(1– \eta)\,]/4. \quad (8)$$

На передпроектній стадії і на початкових стадіях проектування річний економічний ефект від впровадження комбінованої вентиляції з достатнім ступенем токсичності може бути визначеною за допомогою формули

$$Е_р = KN\,\eta V – 0,6. \quad (10)$$

Дані про економічний ефект від впровадження комбінованої вентиляції при двозмінній роботі і витраті 2 кг електродів за годину, визначені за формулою (10), наведені в таблиці 1. Як видно, застосування комбінованої вентиляції дозволяє не тільки оздоровити повітряне середовище під час зварювання, а й отримати економічний ефект, тим більший, чим вище токсичність зварювальних матеріалів, що використовуються.

Таблиця 1. Економічний ефект від впровадження комбінованої вентиляції

Марки електродів	Необхідні об'єми загальнообмінної вентиляції, тис. $м^3$/кг	Економічний ефект від впровадження комбінованої вентиляції, тис. грн
АНО-36	4,6	1,824
48ХН-4АН	2,268	-1,52
СМ-5	11,5	11,76
Моноліт РЦ	2,6	0,816

Якщо економічний ефект від'ємний, застосування комбінованої вентиляції доцільно за гігієнічними показниками у випадку, коли неможливо забезпечити ефективне провітрювання замкнених об'ємів.

В таблиці 2 наведені витрати в базовому ($З_{пр1}$, тис. грн) та проектному ($З_{пр2}$, тис. грн) варіанті та отримані в результаті впровадження ФВА з річним економічним ефектом (Е, тис. грн на 1 ФВА).

В базовому варіанті передбачено застосування загальнообмінної вентиляції з застосуванням вентиляційних камер із вбудованими калориферами для підігрівання повітря що подається, та дахових вентиляторів для видалення забрудненого.

В проектному – комбінована система вентиляції, при якій 90 % шкідливих речовин що виділяються, видаляють за допомогою відсмоктувачів, вбудованих у зварювальне і механічне обладнання, з наступним очищенням повітря в ФВА, а 10 % розбавляються в об'ємі приміщення загальнообмінної вентиляції. При ваговій швидкості розплавленого зварювального матеріалу, що дорівнює 1 кг/год, підігріванні повітря, яке подається і 90 % ефективності роботи ФВА економічний ефект може визначатися з урахуванням наступних залежностей:

$$З_{пр1} = 0{,}265V,$$
$$З_{пр2} = 0{,}0265V + 1{,}14,$$
$$E = 0{,}238V – 1{,}14.$$

Коефіцієнти при V мають розмірність тис. грн/(тис. $м^3$/кг); ці значення стосуються двозмінного режиму роботи і тривалості вентиляції з підігрівом припливного повітря 1800 год/рік [1].

Цифрові значення приведених витрат та річного економічного ефекту наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Необхідний об’єм загальнообмінної вентиляції

Економічний показник, тис. грн на один ФВА	Необхідний об’єм загальнообмінної вентиляції, тис. $м^3$, в залежності від витрати електродного матеріалу, кг		
	2,5	4,5	11,5
$З_{пр1}$	5,28	9,52	24,4
$З_{пр2}$	9,6	10,08	11,5
Е	-4	-0,552	12,77

Економічний ефект від застосування ФВА та комбінованої вентиляції під час дугового зварювання залежить від потужності вентиляції (місцевої, загальнообмінної чи ФВА), тобто від ступеня уловлювання ЗА.

Отже, найбільш економічно ефективним є впровадження ФВА та комбінованої вентиляції на заводах, підприємствах, де використовуються матеріали з найбільшим питомим виділенням ЗА. Для вибору менш шкідливих марок електродів, вибору необхідної вентиляції або систематизованої інформації про гігієнічні характеристики зварювальних електродів можна скористатися інформаційно-розрахунковою системою «Гігієна зварювання» [9].

Список літератури

1. Кундиев Ю. И., Мазур А. А., Горбань Л. Н. Гигиенический и экономический аспект проблемы борьбы со сварочными аэрозолями // Свароч. пр-во. – 1987. -– № 3. – С. – 1-3.

2. Ершова М. А. Причины профессиональной патологии сварщиков// Гигиена труда. – 1983. – Вып. 19. – С. 49-51.

3. Лубянова И.П. Характер и структура производственно обусловленных заболеваний у сварщиков // Довкілля та здоров’я.- 1999.- №3.- С.51-57.

4. Горбань Л.Н., Краснюк Е.П., Факторов И.Е. Влияние условий труда на состояние здоровья и заболеваемость работающих в сварочном производстве // Гигиена труда. – 1983. – Вып.19. – С. 40-49.

5. Патон Б. Е., Мазур А. А., Метлицкий В. А., Кундиев Ю. И., Горбань Л. Н. Экологические и экономические аспекты сварки плавлением // Автомат. сварка. – 1995. - № 5. – С. 40-44.

6. Мазур А. А., Горбань Л. Н., Эннан А.А. Экономика оздоровления воздушной среды при сварке // Экологические проблемы сварочного производства: Тез. докл. I Междунар. семинара Международной ассоциации сварщиков (Гливице, 13-15 окт. 1992 г.). – Гливице, 1992. – С. 37-39.

7. Вентиляция и отопление цехов машиностроительных заводов / М. И. Гримитлин, О. Н. Тимофеева, В. М. Эльтерман и др. М.: Машиностроение, 1978. – 272 с.

8. Левченко О.Г., Лук'яненко А.О. Порівняльна гігієнічна оцінка місцевої та загальнообмінної вентиляції на робочих місцях зварників // Проблеми охорони праці в Україні. – К.: ННДІПБОП, 2009. – Вип. 16. – С. 80-85.

9. Левченко О. Г., Савицкий В. В., Лукьяненко А. О., Информационно-расчетная система гигиенических характеристик сварочных электродов // Автомат. сварка. – 2011. - № 2. – С. 59-61.