

## ПРОГНОЗУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ ЗАХВОРЮВАНОСТІ ЗВАРНИКІВ ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ПРАЦІ

**О. Є. Кружилко, Я. Б. Сторож, В. С. Гуць**

Державна установа «Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці»  
вул. Вавілових, 13, м. Київ, 04060, Україна. E-mail: ndiop@ndiop.kiev.ua

**Ю. О. Полукаров, О. В. Землянська**

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна. E-mail: mail@kpi.ua

Проаналізовано сучасне зварювальне виробництво як складна система «людина–зварювальний процес–виробниче середовище» та характеризується наявністю численних чинників, що впливають на умови праці і ризик професійних захворювань зварників. Запропоновано комплексний підхід для визначення ризику професійної захворюваності зварників з урахуванням технологічних, організаційних, санітарно-технічних, медичних, соціально-економічних і людських чинників. Уперше використано дозовий підхід щодо пилового навантаження на організм зварника, який враховує середньозмінну концентрацію пилу в повітрі робочої зони, середньозмінний об'єм легеневої вентиляції, що залежать від категорії важкості праці, часу безпосереднього контакту зварника з пилом і коефіцієнта ефективності використання засобів захисту зварника. Розроблено інформаційно-аналітичну систему захисту зварників, яка дозволяє комплексно вирішувати задачу щодо попередження захворюваності пилової етіології.

**Ключові слова:** прогнозування, пилове навантаження, професійна захворюваність, зварювальне виробництво.

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНЛЬНОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ СВАРЩИКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ТРУДА

**О. Е. Кружилко Я. Б. Сторож, В. С. Гуць**

ГУ «Национальный научно-исследовательский институт промышленной безопасности и охраны труда»  
ул. Вавиловых, 13, г. Киев, 04060, Украина. E-mail: ndiop@ndiop.kiev.ua

**Ю. О. Полукаров, Е. В. Землянская**

НТУ Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»  
просп. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина. E-mail: mail@kpi.ua

Проанализировано современное сварочное производство, рассматриваемое как сложная система «человек–сварочный процесс–производственная среда» и характеризуется наличием многочисленных факторов, влияющих на условия труда и риск профессиональных заболеваний сварщиков. Предложен комплексный подход для определения риска профессиональной заболеваемости сварщиков с учетом технологических, организационных, санитарно-технических, медицинских, социально-экономических и человеческих факторов. Впервые использован дозовый подход к пылевой нагрузке на организм сварщика, учитывающий среднесменную концентрацию пыли в воздухе рабочей зоны, среднесменный объем легочной вентиляции, зависящие от категории тяжести труда, времени непосредственного контакта сварщика с пылью и коэффициента эффективности использования средств защиты сварщика. Разработана информационно-аналитическая система защиты сварщиков, позволяющая комплексно решать задачу предотвращения заболеваемости пылевой этиологии.

**Ключевые слова:** прогнозирование, пылевая нагрузка, профессиональная заболеваемость, сварочное производство.

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** Праця зварника супроводжується впливом комплексу шкідливих чинників, серед яких одним з найсуттєвіших є зварювальний пил (аерозоль). Зварювальний пил за певних умов може створювати небезпеку для здоров'я не лише зварників, але й оточуючого персоналу, який бере участь у технологічному процесі. Проблеми запобігання негативного впливу на людину зварювального пилу необхідно приділяти належну увагу, оскільки медичними дослідженнями встановлено, що між показниками захворюваності пневмоконіозом, пиловим бронхітом і концентрацією пилу у повітрі робочої зони існує тісний кореляційний зв'язок.

Мета роботи – встановити чинники, що визначають умови праці в системі «людина–зварювальний процес–виробниче середовище» і розробити підходи до прогнозування формування та виникнення професійної захворюваності зварників залежно від умов праці.

**МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.** До чинників, що формують умови праці, належать: технологічні, організаційні, санітарно-технічні, медико-соціальні, санітарно-гігієнічні, соціально-економічні і людські, серед яких людському чиннику відведена провідна роль при оцінці ризику формування та виникнення професійної захворюваності.

На основі аналізу вказаних чинників стає зрозуміло, що їх врахування є складною теоретичною і практичною задачею, вирішення якої можливе лише шляхом створення спеціалізованої інформаційно-аналітичної системи забезпечення захисту зварників (ІАС 33).

До складу ІАС 33, розробленої авторами, структурно-функціональна схема якої наведена на рис. 1, входять комп'ютеризовані бази даних, програмний комплекс, що дозволяє шляхом використання методів математичного моделювання встановлювати функціональні залежності умов праці, формування та виникнення професійної захворюваності (ПЗ) від чинників, що впливають.

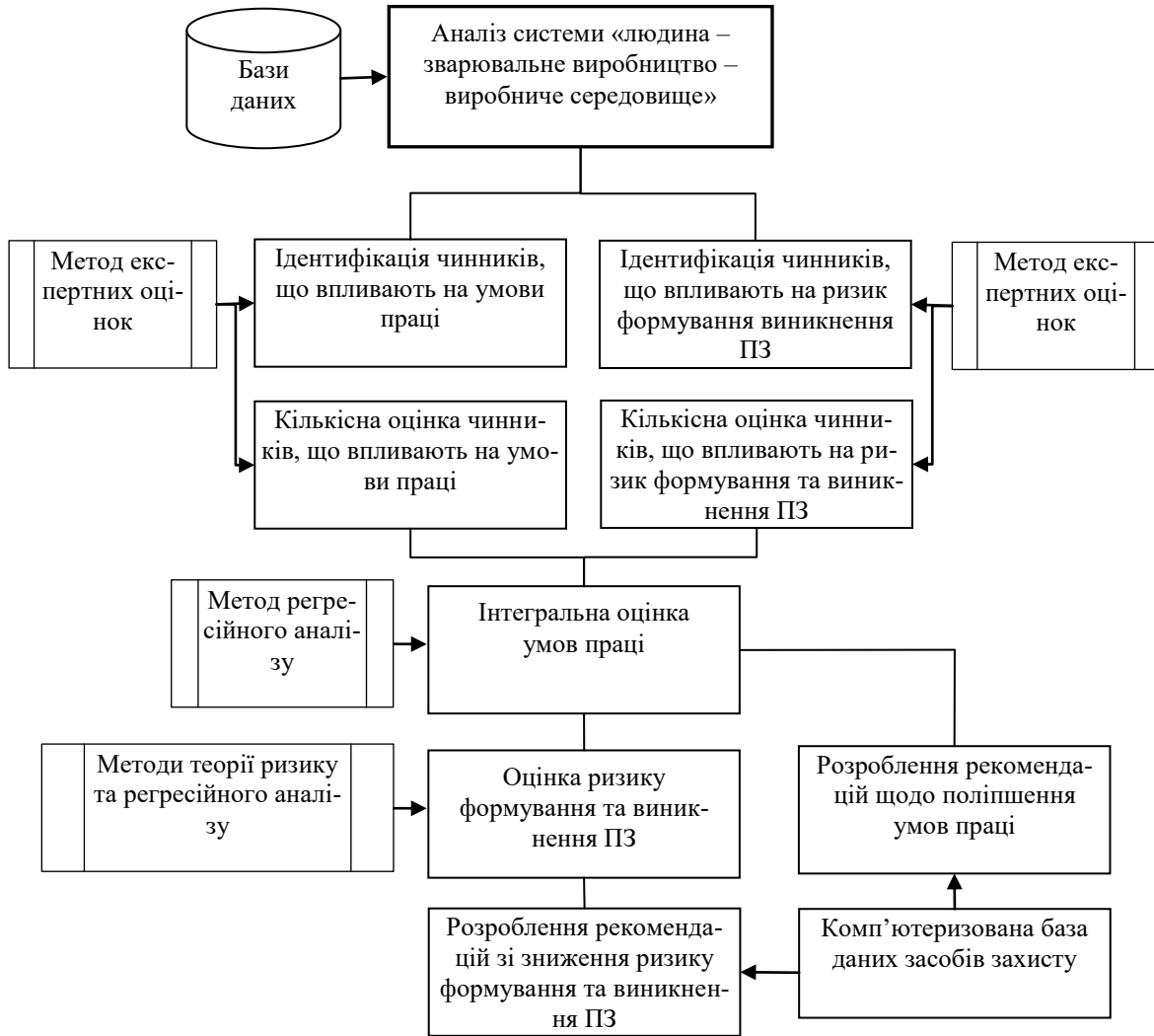


Рисунок 1 – Структурно-функціональна схема інформаційно-аналітичної системи забезпечення захисту зварників

У результаті аналізу методів вирішення задач, що мають, як правило, якісно-кількісний та невизначений характер, обрані для реалізації інформаційної структурно-функціональної схеми ІАС 33 методи регресійно-кореляційного аналізу і експертних оцінок [1–3]. У роботі надана стисла характеристика методів, що застосовуються, відзначені особливості виконаної автором адаптації цих методів для вирішення задач щодо зниження рівня професійної захворюваності зварників, виходячи з аналізу впливу шкідливих чинників на умови праці.

Регресійна модель має вигляд

$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i X_i + \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n a_{ik} X_i X_k + \dots, \quad (1)$$

де  $Y$  – показник (параметр), що моделюється;  $X_1, \dots, X_n$  – чинники, що впливають на показник, що моделюється;  $n$  – кількість чинників, що враховуються;  $a_0, a_i, a_{ik}$  – постійні коефіцієнти моделі.

При побудові регресійних моделей автором були оцінені області зміни чинників. Для кожного чинника визначались статистичні характеристики та коефіцієнти кореляції. Застосування запропонованої

процедури відсіювання дозволяє виключати із множини чинники ті, що не впливають на показник  $Y$ . Точність розрахованої моделі оцінювалась за коефіцієнтом множинної детермінації. Значимість коефіцієнта множинної кореляції і коефіцієнтів регресії встановлювалась за допомогою критеріїв Фішера і Стьюдента.

Функціональні можливості ІАС 33 та алгоритм обчислення реалізовані у розробленому проблемно-орієнтованому програмному комплексі.

Важливою складовою частиною ІАС 33 є комп'ютеризована база даних щодо засобів захисту, яка розроблена для забезпечення керівників і фахівців, що беруть участь у створенні безпечних і нешкідливих умов праці, інформацією з питань застосування засобів захисту. Інформаційні ресурси цієї комп'ютеризованої бази даних містять інформацію про назву, призначення, сертифікати, захисні характеристики засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) і колективного захисту (ЗКЗ) зварників, виробників (реквізити), нормативні документи, методичні, довідкові, науково-технічні та інші матеріали з питань засобів захисту.

Розроблена ІАС 33 сприяє підвищенню ефектив-

ності та вдосконаленню заходів, спрямованих на запобігання професійної захворюваності.

З використанням розробленої ІАС 33 проведені теоретичні дослідження умов праці зварників при ручному дуговому зварюванні. За допомогою математичного моделювання на базі статистичних даних, отримані функціональні залежності інтенсивності утворення зварювального аерозолу від технологічних параметрів (марки та типу покриття, діаметра електроду, величини зварювального струму) для найбільш розповсюджених типів електродів, що використовуються для ручного дугового зварювання: АНО-4, АНО-6, УОНИ 13/55 з відповідними типами покриття (рутиловим, ільменітовим, флуористо-кальцієвим), які охоплюють широкий спектр гігієнічних особливостей.

Отримані регресійні моделі мають такий вигляд:

$$V_1 = 0,966 + 0,009 \cdot X_1 - 0,002 \cdot X_2; \quad (2)$$

$$V_2 = 1,966 - 0,602 \cdot X_1 + 0,006 \cdot X_2; \quad (3)$$

$$V_3 = 0,087 + 0,303 \cdot X_1 - 0,005 \cdot X_2, \quad (4)$$

де  $V_1, V_2, V_3$  – інтенсивність утворення зварювального аерозолу, г/хв., для електродів АНО-4, АНО-6, УОНИ 13/55 відповідно;  $X_1$  – діаметр електроду (мм);  $X_2$  – сила зварювального струму, А.

Точність отриманих моделей, оцінена за коефіцієнтом множинної кореляції, становить 0,83...0,88.

Приклад графічного зображення залежності інтенсивності утворення зварювального аерозолу від сили зварювального струму для електроду УОНИ 13/55 діаметром 4 і 5 мм наведено на рис. 2.

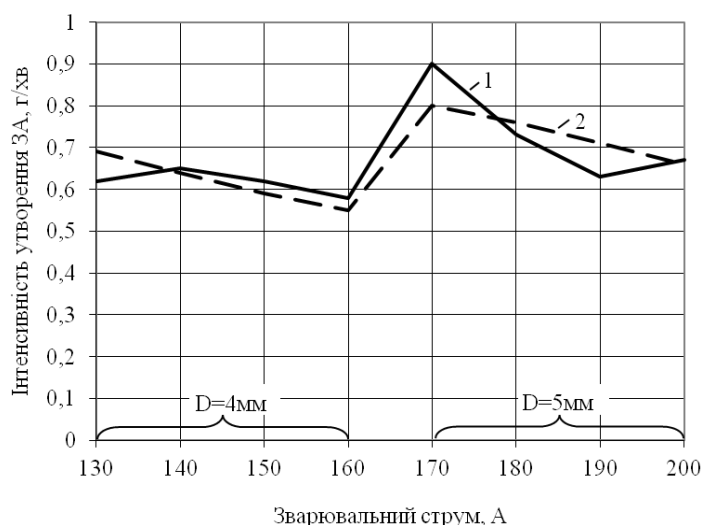


Рисунок 2 – Залежності інтенсивності утворення зварювального аерозолу від сили струму та діаметру електроду (для електроду марки УОНИ 13/55) при змінному струму: 1 – експериментальні дані; 2 – розрахункові дані

Аналіз отриманих залежностей показує достатньо високу збіжність експериментальних і розрахункових даних, можливість одержання математичних моделей, які встановлюють кількісний взаємозв'язок інтенсивності утворення зварювального аерозолу від чинників, що характеризують технологічний процес зварювання для будь-яких марок електродів з різними типами покриття.

Методами математичного моделювання встановлено також залежність концентрації зварювального аерозолу від чинників, що впливають. Цей показник є найважливішим при визначенні ризику формування та виникнення професійної захворюваності у зварників.

На прикладі електроду УОНИ 13/55 з урахуванням результатів обробки статистичних даних та експертних оцінок впливу чинників отримано регресійне рівняння другого порядку, яке встановлює залежність концентрації зварювального аерозолу від

множини чинників, що впливають:

$$C = 0,161 + 19,6 \cdot X_1 + 5,317 \cdot X_2 + 27,808 \cdot X_4 - 22,483 \cdot X_1 \cdot X_2 + 27,236 \cdot X_2 \cdot X_4, \quad (5)$$

де  $C$  – концентрація зварювального аерозолу, мг/м<sup>3</sup>;  $X_1$  – інтенсивність утворення зварювального аерозолу, г/хв;  $X_2$  – умови зварювання, бали;  $X_3$  – витрати зварювального матеріалу, бали;  $X_4$  – умови вентиляції робочих місць, бали.

Графічне зображення отриманої залежності для різних комбінацій значень чинників, що впливають, приведено на рис. 3.

Отримана модель використана для оцінки ризику формування та виникнення професійної захворюваності у зварників з урахуванням розглянутих виробничих чинників, що зумовлюють концентрацію шкідливих речовин у зоні дихання.

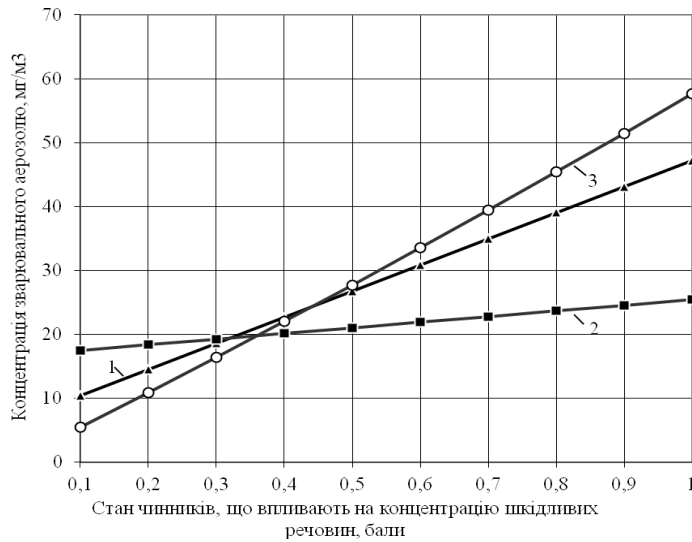


Рисунок 3 – Залежність концентрації зварювального аерозолю від чинників, що впливають: 1 – умов вентиляції (при середніх значеннях інших чинників); 2 – інтенсивності утворення зварювального аерозолю (при середніх значеннях інших чинників); 3 – усіх розглянутих чинників (при зміні їх значень у діапазоні від 0,1 до 1)

Під пиловим експозиційним навантаженням на організм працівника розуміється маса частинок пилу, які знаходяться в повітрі робочої зони (зоні дихання) та надходять до органів дихання разом з повітрям за визначений відрізок часу – зміну, місяць, рік тощо. Пилове експозиційне навантаження, згідно з [2, 3] залежить від концентрації пилу в повітрі робочих місць, величини об’єму легеневої вентиляції (визначається категорією важкості роботи) у працюючого в запиленій атмосфері та тривалості пилової дії. Для розрахунку пилових експозиційних навантажень використовуються результати вимірювань запиленого повітря, виконаних існуючими в галузі службами пилового контролю, а також дані про середньозмінну концентрацію у повітрі робочої зони пилу, визначені в гравіметричних показниках (мг/м³) за загальною масою пилу.

Дані про середньозмінну концентрацію можна отримати у такі способи:

- на підставі результатів безперервного, протягом всієї робочої зміни, відбору (вимірюванні) однієї проби пилу;
- шляхом розрахунку середньозмінної концентрації аерозолю на основі дискретного відбору проб пилу при основних і допоміжних операціях, а також у перервах у роботі з урахуванням їх тривалості протягом зміни;

Інформацію про тривалість часу виробничих процесів, перерв одержують у відповідній службі підприємства.

Розрахунок величини середньозмінного експозиційного пилового навантаження на організм працівника проводиться за виразом:

$$W_{C3} = F(C_{C3} \cdot L \cdot T \cdot Z) = C_{C3} \cdot L \cdot T \cdot Z, \quad (6)$$

де  $W_{C3}$  – середньозмінне пилове навантаження на організм працівника, мг;  $C_{C3}$  – середньозмінна концентрація пилу в повітрі робочої зони (зона дихання), мг/м³, розраховується як

$$C_{C3} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n C_i \cdot T_i, \quad \text{де } T = \sum_{i=1}^n T_i, \quad (7)$$

$n$  – кількість проміжків часу, протягом кожного з яких концентрацію можна вважати незмінною;  $L$  – середньозмінний об’єм легеневої вентиляції, який залежить від категорії важкості праці – середньозважена величина за аналізований період дії пилу, м³/хв;  $T$  – час (протягом зміни) безпосереднього контакту працівника з пилом, хв.;  $Z$  – коефіцієнт, що враховує ефективність застосування засобів захисту, бала.

Значення змінної  $C$  визначається залежно від значень множини чинників, що впливають: інтенсивності утворення зварювального аерозолю, умов зварювання, витрат зварювального матеріалу та умов вентиляції робочих місць.

Здорова людина в стані спокою та під час виконання найбільш легкої роботи в середньому пропускає через свої легені при кожному вдихуванні 0,001 м³ повітря, здійснюючі в середньому 15 вдихувань за хвилину, тобто за хвилину людина пропускає через свої легені 0,015 м³ повітря.

При зростанні важкості праці людині потрібно повітря більше, ніж в стані спокою. Дані про обсяги легеневої вентиляції для різних категорій робіт, згідно рекомендацій медиків, наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Значення об’ємів легеневої вентиляції залежно від категорії важкості праці

Показник	Категорії важкості праці				
	Ia – легка робота	Iб – легка робота	IIa – середньої важкості	IIб – середньої важкості	III – важка робота
$L, \text{ м}^3/\text{хв}$	0,015	0,020	0,025	0,030	0,040

Робота зварника залежно від особливостей умов праці та виробничого завдання може належати до категорії важкості Па або Пб (середньої важкості). Забезпеченість працівника необхідними засобами захисту сприяє зменшенню пилового навантаження [4]. Якщо у виробничому приміщенні не функціонують засоби колективного захисту, зварник не застосовує засоби індивідуального захисту органів дихання, але працює зі зварювальним щитком (маскою), значення змінної  $Z$  становить 0,81...1,0. При використанні засобів індивідуального захисту органів дихання ізолюючого типу  $Z$  набуває нульового значення. У загальному випадку для умов зварювального виробництва значення змінної  $Z$  знаходиться у межах 0...1 (табл. 2).

Таблиця 2 – Ранжування ефективності роботи засобів захисту органів дихання

Використання засобів захисту	$Z$ , бали
ЗІЗОД ізолюючого типу з примусовою подачею повітря під маску	0
Респіратори зі ступенем очищення повітря від пилу більш 98 %	0,01...0,20
Фільтровентиляційні агрегати із ступенем очищення від пилу 91...98 %	0,21...0,40
Витяжні пристрої із ступенем очищення від пилу 85...90 %	0,41...0,60
Інші засоби із ступенем очищення від пилу менше 85 %	0,61...0,80
Зварювальний щиток або маска	0,81...1,0

При одночасному застосуванні засобів індивідуального захисту органів дихання та засобів колективного захисту враховується зниження концентрації ЗА та зменшення пилового навантаження на організм зварника.

Тривалість безпосереднього контакту працівника з пилом протягом зміни визначається виробничим завданням, але не може перевищувати сім годин (при тривалості робочої зміни вісім годин), значення змінної  $T_i$  становить 0...420 хв.

При розрахунку середнього значення показника  $W$  за визначений період часу слід враховувати, що умови праці можуть змінюватись, оскільки вони визначаються виробничим завданням, ефективністю функціонування засобів колективного захисту, наявністю необхідних засобів індивідуального захисту органів дихання тощо:

$$W = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N W_{CЗ}^i = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N C_i \cdot L_i \cdot T_i \cdot Z_i, \quad (8)$$

де  $N$  – кількість робочих змін за аналізований період часу;  $C_i, L_i, T_i, Z_i$  – значення відповідних чинників в  $i$ -ту зміну.

Розглянемо як приклад розрахунок показника середньорічного пилового навантаження на організм зварника ( $W$ ). Загалом відпрацьовано 210 робочих змін, причому умови праці були однаковими для груп робочих змін: 90, 60, 50, 10. Дані про умови праці зведено до табл. 3.

У результаті розрахунку за виразом (8) отримано:

$$W = \frac{1}{210} (129,6 + 362,9 + 2425,5 + 27) = 14,02 \text{ мг.}$$

Таблиця 3 – Приклад даних про умови праці зварника

Кількість робочих змін	$C_i, \text{мг/м}^3$	$L_i, \text{м}^3/\text{хв.}$	$Z_i$ , бали	$T_i$ , хв.	$W_i$ , мг
90	24	0,025	0,01	240	129,6
60	32	0,03	0,03	210	362,9
50	28	0,025	0,33	210	2425,5
10	10	0,03	0,03	300	27,0

За результатами проведеного аналізу встановлено, що на ризик формування та виникнення професійних захворювань зварників впливають такі чинники: вік, стаж загальний та стаж роботи у контакті з пилом, а також середнє пилове навантаження [5].

Для побудови математичної моделі залежності ризику формування та виникнення захворювання

пилової етіології від множини чинників, що впливають, були використані медичні статистичні дані, приведені в табл. 4. (дані щодо ризику професійної захворюваності взяті з аналізу цього явища за останні 10 років, виконаного Інститутом медицини праці АМН України).

Таблиця 4 – Статистичні дані, які характеризують ризик професійної захворюваності зварників

Вік працівника, роки	Загальний стаж роботи працівника, роки	Стаж роботи у контакті з пилом, роки	Середнє пилове навантаження на організм працівника, мг	Ризик професійного захворювання, %
32	10	4	12	15
32	10	8	15	21
40	20	10	20	27
45	23	15	18	29
50	27	20	22	37
55	33	27	18	41

Математична модель залежності ризику професійних захворювань від чинників, що впливають, має вигляд:

$$R = F(X_1, X_2, X_3, X_4), \quad (9)$$

де  $R$  – показник ризику професійних захворювань, %;  $X_1$  – вік працівника, роки;  $X_2$  – загальний стаж роботи працівника, роки;  $X_3$  – стаж роботи в контакті з пилом, роки;  $X_4$  – середнє пилове навантаження на організм працівника, мг.

У результаті математичної обробки даних табл. 4 отримано регресійне рівняння другого порядку:

$$R = 0,971 + 0,013 \cdot X_2 + 1,18 \cdot X_4 + 0,025 \cdot X_3^2 \quad (10)$$

Аналіз моделі (10) дозволяє зробити такі висновки. Найбільший вплив на ризик формування та виникнення професійних захворювань визначають чинники  $X_4$  і  $X_3$ , що апроксимують середнє пилове навантаження на організм працівника, та його стаж роботи в контакті з пилом. Дані про вік працівника не впливають на точність моделювання ризику виникнення професійних захворювань, оскільки в отриманій моделі відсутній чинник  $X_1$ . У загальному випадку це можна пояснити наявністю функціональної залежності між чинниками  $X_1$  і  $X_2$ .

Розглянемо різні варіанти залежності ризику виникнення профзахворювання від загального стажу роботи зварника з урахуванням множини чинників, що впливають на нього в процесі роботи [6, 7].

Слід відзначити, якщо зварник протягом аналізованого періоду часу має постійне пилове навантаження (10 мг) і не переводився на іншу роботу (має безперервний стаж роботи в контакті з пилом), то ризик виникнення профзахворювання зі збільшенням стажу буде вищим порівняно з випадком, коли зварник періодично переводиться на роботу, за якої не має контакту з пилом.

Наявність вільного члену в формулі (10) зумовлює мінімальну величину ризику виникнення професійних захворювань (близько 1 %). Це означає, що навіть при забезпеченні належних умов праці, виконанні необхідних профілактичних заходів для умов зварювального виробництва, існує незначний ризик настання професійного захворювання.

При мінімальному пиловому навантаженні на організм працівника, ризик виникнення професійного захворювання пилової етіології буде визначатися, насамперед, загальним стажем роботи працівника та стажем роботи в контакті з пилом, а вираз (10), при  $X_4=1$ , матиме вигляд:

$$R = 2,151 + 0,013 \cdot X_2 + 0,025 \cdot X_3^2$$

Для дослідження впливу забезпеченості працівників засобами індивідуального захисту органів дихання на рівень професійної захворюваності підставимо в формулу (10) значення змінної  $X_4$  – середнє пилове навантаження на організм працівника ( $W_{C3}$ ) з формули (7) та отримаємо:

$$R = 0,971 + 0,013 \cdot X_2 + 1,18 \cdot C_{C3} \cdot L \cdot T \cdot Z + 0,025 \cdot X_3^2 \quad (11)$$

Розглянемо випадок, коли відповідно до виробничих умов протягом аналізованого періоду часу

значення середньозмінної концентрації пилу в повітрі робочої зони ( $C_{C3}=10$  мг/м<sup>3</sup>), середньозмінний об'єм легеневої вентиляції ( $L = 0,03$  м<sup>3</sup>/хв) і час безпосереднього контакту працівника з пилом ( $T = 240$  хв) залишається незмінним, загальний та пиловий стаж на початок аналізованого періоду становить 10 років.

Динаміка ризику формування та виникнення профзахворювання залежно від забезпеченості засобами захисту (табл. 2) показана на рис. 4.

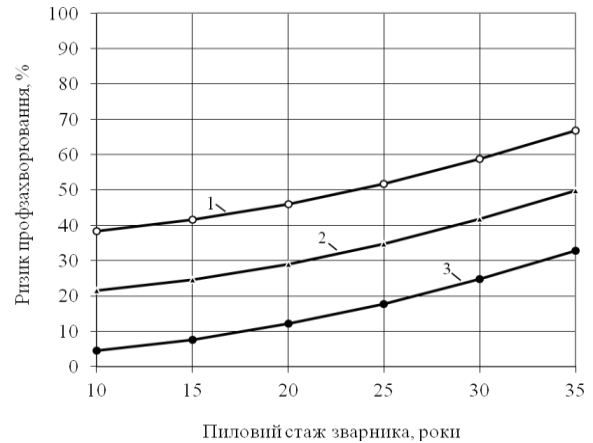


Рисунок 4 – Залежність ризику профзахворювання від пилового стажу працівника з урахуванням забезпеченості засобами захисту: 1 – застосовуються витяжні пристрої із ступенем очищення від пилу 85...90 %; 2 – застосовуються фільтровентиляційні агрегати із ступенем очищення від пилу 91...98 %; 3 – застосовуються респіратори з ефективністю очищення повітря від пилу більш 98 %

**ВИСНОВКИ.** Удосконалено метод визначення пилового навантаження на організм зварника за рахунок використання дозового підходу, що враховує середньозмінну концентрацію пилу у повітрі робочої зони, середньозмінний об'єм легеневої вентиляції, яка залежить від важкості праці, час (протягом зміни) безпосереднього контакту зварника з пилом і коефіцієнт ефективності застосування засобів захисту зварника.

Аналіз отриманих залежностей дозволяє кількісно оцінити ефективність використання різних засобів захисту зварників з позиції зниження ризику виникнення профзахворювання та приймати науково обґрунтовані управлінські рішення щодо розробки комплексу заходів, спрямованих на покращення умов праці на підприємстві.

Упровадження зазначеної методики з відповідним програмним комплексом забезпечує підвищення оперативності розробки і прийняття управлінських рішень зі створення належних умов праці на зварювальному виробництві, а також вирішення проблеми попередження профзахворюваності пилової етіології у зварників.

Окрім того, розроблена методика може бути використана для інших технологій зварювання (у захисних газах, під флюсом тощо), при застосуванні різних марок електродів з різними типами покриття.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кружилко О.С., Богданова О.В. Алгоритм вибору методів та визначення результативності оцінки ризику // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2016. – Вип. 2/2016 (97), част. 1. – С. 76–81.

2. Іщенко С.В., Пряхіна К.А., Капінос О.С. Особливості організації інформаційної підтримки при прийнятті управлінських рішень в сфері ЗЕД // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2015. – Вип. 3/2015 (92). – С. 16–21.

3. Безручко О.О. Особливості управління економічним потенціалом підприємства в умовах мінливого зовнішнього середовища // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. Економічні науки. – 2014. – Вип. 1/2014 (3). – С. 96–107.

4. Berlinger B., Benker N., Weinbruch S., L’Vov B., Ebert M., Koch W., Ellingsen D.G., Thomassen Y. Physicochemical characterisation of different welding aerosols // *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. – 2011. – Vol. 5 (399). – PP. 73–80.

5. Левченко О.Г. Сварочные аэрозоли и газы: процессы образования, методы нейтрализации и средства защиты. – К.: Наукова думка, 2015. – 248 с.

6. Полукаров Ю.О. Дослідження впливу виробничих чинників зварювального виробництва на стан охорони праці // Проблеми охорони праці в Україні: зб. наук. праць. – 2005. – Вип. 9. – С. 55–62.

7. Yushchenko K.A., Levchenko O.G., Bulat A.V., Bezushko O.N. etc. Sanitary and hygienic characteristics of covered electrodes for welding high-alloy steels // *The Paton Welding Journal*. – 2007. – No. 12. – PP. 34–36.

PREDICTION OF WELDERS’ OCCUPATIONAL MORBIDITY  
DEPENDING ON THE WORKING CONDITIONS

**O. Kruzhilko, Ya. Storozh, V. Goots**

State Agency «National Scientific and Research Institute of Industrial Safety and Occupational Safety and Health»  
vul. Vavilovych, 13, Kyiv, 04060, Ukraine. E-mail: ndiop@ndiop.kiev.ua

**Y. Polukarov, O. Zemlyanska**

National Technical University of Ukraine «Kyiv Igor Sikorsky Polytechnic Institute»  
prosp. Peremohy, 37, Kyiv, 03056, Ukraine. E-mail: mail@kpi.ua

**Purpose.** To present specialized information-analytical system of ensuring the protection of welders (IAS PW) from the effects of the complex of harmful factors, among which the most significant is the welding dust (aerosol). **Originality.** The modern welding production has been analyzed, which is considered as a complex system "man – welding process – production environment" and is characterized by the presence of numerous factors affecting the working conditions and the risk of professional diseases of welders. **Methodology.** The complex approach for definition of risk of welders’ professional morbidity concerning technological, organizational, sanitary-technical, medical, social and economic and human factors has been offered. **Results.** For the first time, a dose approach to the dust load on the welder's body has been used, which takes into account the average concentration of dust in the air of the working area, the average volume of pulmonary ventilation, depending on the severity of labor, the time of direct contact between the welder and the dust, and the efficiency of using the welder's protection equipment. **Practical value.** An information-analytical system for the protection of welders has been developed that allows a comprehensive solution of the problem of preventing the incidence of dust etiology. References 7, figure 4, table 4.

**Key words:** prediction, dust load, occupational morbidity, the welding production.

REFERENCES

1. Kruzhylko, O.E., Bogdanova, O.V. (2016), "Methods selection and determination of risk assessment effectiveness algorithm", *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskiy National University*, iss. 2, no. 97, part. 1, pp. 76–81.

2. Ishchenko, S.V., Pryakhina, K.A. and Kapinos, O.S. (2015), "Features of informational support in decision-making in the field of foreign trade", *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskiy National University*, iss. 3, no. 92, pp. 16–21.

3. Bezruchko, O.O. (2014), "Features of the economic potential management of the enterprise in a changing environment", *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskiy National University, Economics*, iss. 1, no. 3, pp. 96–107.

4. Berlinger, B., Benker, N., Weinbruch, S., L’vov, B., Ebert, M., Koch, W., Ellingsen, D.G., Thomassen, Y. (2011), "Physicochemical characterisation of different welding aerosols", *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, vol. 5, no. 399, pp. 73–80.

5. Levchenko, O.G. (2015), *Svarochnyie aerzoli i gazyi: protsessyi obrazovaniya, metodyi neytralizatsii i sredstva zaschityi* [Welding aerosols and gases: education processes, neutralization methods and protective equipment], Naukova dumka, Kiev, Ukraine.

6. Polukarov, Y.O. (2005), "Investigation of the influence of production factors of welding production on the state of labor protection", *Problems of labor protection*, vol. 9, pp. 55–62.

7. Yushchenko, K.A., Levchenko, O.G., Bulat, A.V., Bezushko, O.N. etc. (2007), "Sanitary and hygienic characteristics of covered electrodes for welding high-alloy steels", *The Paton Welding Journal*, no. 12, pp. 34–36.

Стаття надійшла 14.12.2017.