

## **МЕТОДИКА ПЛАНУВАННЯ ПРАЦЕОХОРОННИХ ЗАХОДІВ У ЗВАРЮВАЛЬНОМУ ВИРОБНИЦТВІ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ**

*К. Н. Ткачук, докт. техн. наук, О. Є. Кружилко, канд. техн. наук,  
Ю. О. Полукаров, інж. (ННДЮП), О. І. Полукаров, канд. техн. наук (НТУУ „КПІ”)*

*Рассмотрены актуальные вопросы комплексной оценки факторов, влияющих на риск профессиональной заболеваемости сварщиков. Предложена методика планирования мероприятий по охране труда. Для автоматизации расчетов на разных этапах реализации методики разработана информационно-аналитическая система.*

Одним з основних технологічних процесів сучасного виробництва є зварювання. Зварювальні процеси широко застосовуються у машинобудівній та кораблебудівній галузях промисловості, при будівництві споруд, мостів, трубопроводів тощо. У зварювальному виробництві індустріально розвинутих країн зайнято сотні тисяч зварників. Їх праця характеризується високим ступенем ризику травматизму та професійних захворювань, оскільки на організм працюючого діють численні небезпечні та шкідливі виробничі фактори (НШВЧ), джерелами яких є зварювальні технологічні процеси та матеріали. Незважаючи на те, що для зниження впливу НШВЧ застосовується комплекс різноманітних заходів (технологічних, санітарно-технічних, організаційних та лікувально-профілактичних), рівень професійної захворюваності серед зварювальників продовжує зростати.

Для профілактики виникнення травматизму і професійних захворювань та підвищення зацікавленості суб'єктів господарювання у створенні безпечних і здорових умов праці необхідно посилити роботу органів виконавчої влади, науковців, виробників продукції. Здійснення профілактичних заходів має базуватись на удосконаленні технологічних процесів, застосуванні сучасних ефективних засобів колективного та індивідуального захисту працюючих, використання науково обґрунтованих методів боротьби зі шкідливими виробничими чинниками, на впровадженні раціональних режимів праці робітників. Отже, розроблення раціональних методів вибору засобів захисту працюючих в залежності від комплексної оцінки умов праці, забезпечення необхідного рівня захисту і рівня впливу виробничих чинників, що знижують ризик травматизму і професійної захворюваності людини на виробництві, є актуальною науково-технічною проблемою.

З метою забезпечення належного рівня прийняття управлінських рішень розроблено методику планування працезохоронних заходів у зварювальному виробництві. Методика регламентує порядок урахування чинників, які характеризують систему людина–зварювальний процес–виробниче середовище,

поетапне проведення відповідних розрахунків, оцінку ризику професійної захворюваності (ПЗ) пилової етіології у зварників [1].

Як свідчить практика, на ризик ПЗ впливає виконання (або невиконання) працівниками режиму праці та відпочинку, наявність та фактичне використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗОД), функціонування засобів колективного захисту тощо. Таким чином, урахування та опрацювання зазначених даних з використанням програмних засобів дозволить автоматизувати процес розрахунків, накопичення баз даних та отримання прогнозової оцінки впливу чинників на працюючих.

Для автоматизації вводу та зберігання початкових даних, візуалізації результатів проведення розрахунків при реалізації методики розроблено інформаційно-аналітичну систему забезпечення захисту (ІАС ЗЗ). Методика планування працезохоронних заходів з використанням ІАС ЗЗ, викладена у вигляді алгоритму, наведена на рис. 1.

**Етап 1.** Аналіз виробничої програми, який передбачає визначення на плановий період обсягів зварювальних робіт з урахуванням номенклатури зварювальних та витратних матеріалів тощо. Аналіз умов праці передбачає вивчення умов зварювання, вентилування робочих місць, забезпеченості працівників ЗІЗОД тощо. Проводиться формування масивів даних на паперових носіях [2].

**Етап 2.** Уведення підготовлених масивів даних до відповідних баз даних (БД). При цьому проводиться виявлення та усунення помилок, при необхідності уточнення окремих даних.

**Етап 3.** Розрахунок ризику професійного захворювання ( $R_{ПЗ}$ ) виконується як з використанням уведених початкових даних, так і накопиченого статистичного матеріалу.

Таким чином, алгоритм оцінки ризику ПЗ працівників зварювального виробництва передбачає виконання послідовності підетапів, на кожному з яких оцінюється множина чинників, виконуються необхідні розрахунки та зберігаються проміжні результати.

**Підетап 3.1.** Моделювання інтенсивності утворювання зварювального аерозолі (ЗА) для певного типу електрода:

$$V = V(D, I, B), \quad (1)$$

де  $V$  – інтенсивності утворювання ЗА, г/хв;  $D$  – діаметр електрода, мм;  $I$  – сила зварювального струму, А;  $B$  – вид струму.

**Підетап 3.2.** Моделювання концентрації ЗА:

$$C = F(V, U, M, Q), \quad (2)$$

де  $C$  – концентрація ЗА, мг/м<sup>3</sup>;  $U$  – умови зварювання;  $M$  – витрата зварювального матеріалу, кг;  $Q$  – умови вентиляції робочих місць.

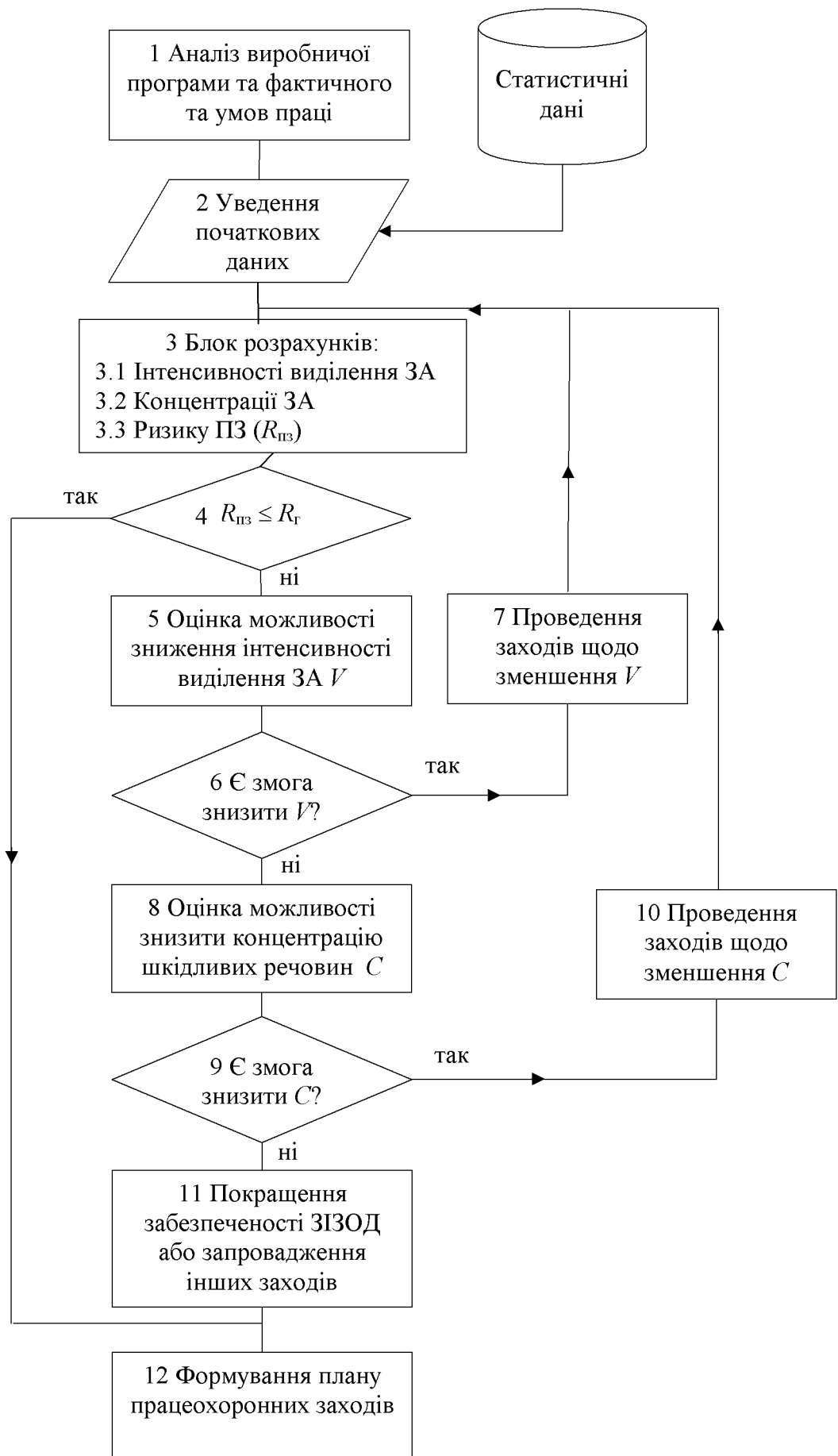


Рис. 1. Алгоритм планування працезохоронних заходів з використанням ІАС 33

Середньозважена концентрація ЗА за зміну  $C_{cз}$ , мг/м<sup>3</sup>, розраховується за формулою

$$C_{cз} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n C_i t_i, \quad (3)$$

де  $T = \sum_{i=1}^n t_i$ ;  $n$  – кількість проміжків часу  $t$ , протягом кожного з яких концентрація залишається незмінною.

**Підман 3.3.** Величина середньозмінного експозиційного пилового навантаження  $W_{cз}$ , мг, на організм працівника визначається за формулою

$$W_{cз} = C_{cз} LTZ, \quad (4)$$

де  $L$  – середньозмінний об'єм легеневої вентиляції, м<sup>3</sup>/хв;  $Z$  – коефіцієнт проникання використовуваного ЗІЗОД;  $T$  – час (протягом зміни) безпосереднього контакту працівника з пилом, хв.

**Підман 3.4.** Моделювання ризику ПЗ:

$$R_{пз} = F(G, S, K, W) = F[G, S, K, W(C(V(D, I, B), L, T, Z))], \quad (5)$$

де  $R_{пз}$  – ризик ПЗ;  $G$  – вік працівника, роки;  $S$  – загальний стаж роботи працівника, роки;  $K$  – стаж роботи в контактi з пилом, роки;  $W$  – середнє пилове навантаження на організм працівника, мг.

**Підман 3.5.** Підстановка чисельних значень чинників, що апроксимують параметри зварювання, умови праці, антропологічні дані працівника (групи працівників) в узагальнену формулу (5) та розрахунок величини ризику профзахворювання  $R_{пз}$ .

**Етап 4.** Порівняння розрахункового  $R_{пз}$  та гранично допустимого  $R_r$  значень ризику. В разі перевищення величини розрахункового ризику над величиною гранично допустимого вживаються необхідні заходи технічного або організаційного характеру для зниження рівня ризику (управління ризиком). Якщо величина  $R_{пз}$  виявилась не більшою за величину  $R_r$ , то це означає, що до працівника (групи працівників) можна не вживати ніяких додаткових заходів, спрямованих на зменшення ризику ПЗ, і слід переходити до етапу 12.

**Етап 5.** Аналіз технологічних чинників з метою виявлення можливості зміни окремих параметрів для зменшення інтенсивності виділення ЗА. На цьому етапі ретельно вивчається технологічний процес зварювання, оцінюється можливість переходу до використання інших (менш шкідливих) електродів, інших величин зварювального струму тощо. В окремих випадках доцільним є вивчення передового досвіду інших підприємств, залучення експертів, ознайомлення з результатами наукових та прикладних досліджень з цього питання.

**Етап 6.** Оцінка можливості зниження рівня інтенсивності виділення ЗА. Якщо така можливість є, і її реалізація не призведе до проблем з виконанням

виробничої програми, слід переходити до етапу 7, у противному разі – до етапу 8.

**Етап 7.** Проведення заходів щодо зниження рівня інтенсивності утворювання ЗА. Перехід до етапів 3 і 4: проведення повторного розрахунку величини  $R_{ПЗ}$  та повторної оцінки  $R_{ПЗ} \leq R_{Г}$ .

**Етап 8.** Цей етап виконується за умов, якщо розрахунковий рівень профзахворюваності не було знижено до гранично допустимого рівня в результаті поглибленого аналізу технологічних чинників та реалізації відповідних заходів. У цьому випадку проводиться аналіз чинників, що характеризують організацію роботи, насамперед умови зварювання, витрата зварювального матеріалу та умови вентиляції робочих місць. За результатами аналізу формуються пропозиції щодо зменшення впливу хоча б одного з розглянутих чинників.

**Етап 9.** Оцінка можливості зниження концентрація зварювального аерозолі. Якщо така можливість є, переходимо до етапу 10, в противному разі – до етапу 11.

**Етап 10.** Проведення заходів щодо зниження рівня концентрація зварювального аерозолі. Перехід до етапів 3 та 4.

**Етап 11.** Цей етап виконується за умов, якщо розрахунковий рівень профзахворювання не може бути знижений до рівня гранично допустимого шляхом реалізації заходів технологічного та організаційного характеру. В цьому випадку необхідно вжити заходів щодо забезпечення працюючих необхідними ЗІЗОД належної якості та забезпечити контроль їх використання.

**Етап 12.** Узагальнення результатів проведеного аналізу та формування зведеного плану заходів, спрямованих на забезпечення допустимого рівня ризику працюючих. У разі потреби розроблюється економічне обґрунтування плану або окремих заходів.

Застосування методики дозволяє одержати науково обґрунтовані рекомендації щодо планування заходів, спрямованих на зниження ризику ПЗ у працівників зварювального виробництва. Методика дозволяє використовувати поточні дані, що характеризують стан охорони праці, підвищити рівень наукової обґрунтованості планування профілактичних заходів, забезпечити системний контроль їх виконання. Крім даних про запиленість, можна також використовувати статистичні дані, які регулярно заносяться із санітарно-технічних паспортів підрозділів (відповідно до умов конкретного виробництва) про допустимі та фактичні рівні загазованості, рівні випромінювання тощо.

1. *Ещенко А. И.* Основы теории риска: Учеб. пособие для студентов, изучающих дисциплины «Охрана труда», «Безопасность жизнедеятельности», «Основы экологии» / Сумской гос. университет. – Сумы, 1998. – 147 с.

2. *Иберла К.* Факторный анализ: Пер. с нем. – М.: Статистика, 1980. – 398 с.