

6. Пат. 46448 Україна, МПК В24С 1/10. Спосіб термічної демеркуризації: Пат. 46448 Україна, МПК В24С 1/10 Повстеня В.О., Дмитруха Т.І. (Україна); Національний авіаційний університет; Інститут міського господарства. – № u 2009 05969; Заявл. 10.06.2009; Опубл. 25.12.2009, Бюл. № 24.

7. Дмитруха, Т.І. Попередження розповсюдження ртутних забруднень у довкіллі і спосіб та пристрій демеркуризації від них приміщень [Текст] / Т.І. Дмитруха, В.О. Повстеня // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2009. – № 1. – С. 72 – 76.

8. Дмитруха, Т.І. Зменшення ртутної небезпеки приміщень в разі руйнування в них джерел оптичного випромінювання [Текст] / Т.І. Дмитруха // Електроніка та системи управління. – 2010. – № 4. – С. 121 – 124.

9. Повстеня, В.О. Термодифузійна демеркуризація забруднених ртуттю приміщень, предметів і речей [Текст] / В.О. Повстеня, Т.І. Дмитруха // Моделирование в электротехнике, электронике и светотехнике: материалы междунар. научн.-техн. конф. – К.: НАУ, 2005. – С. 71.

Стаття надійшла до редакції 17.11.2016р.

УДК 331.45

DOI: 10.20535/2079-5688.2017.32.87771

О.Г. Левченко, докт. техн. наук, професор, **Ю.О. Полукаров**, канд. техн. наук, доцент, **О.В. Землянська**, ст. викладач (КПІ ім. І. Сікорського)

ПЛАНУВАННЯ ЕКОНОМІЧНО ОБГРУНТОВАНИХ ПРАЦЕОХОРОННИХ ЗАХОДІВ У ЗВАРЮВАЛЬНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

О.Н. Levchenko, Yu.O. Polukarov, O.V. Zemlianska (National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»)

SCHEDULING OF ECONOMICALLY JUSTIFIED MEASURES FOR SAFETY OF LABOUR AT THE WELDING PRODUCTION

З метою забезпечення належного рівня прийняття управлінських рішень у зварювальному виробництві розроблено алгоритм планування економічно обгрунтованих працезохоронних заходів.

Ключові слова: алгоритм; працезохоронні заходи; зварювальне виробництво.

С целью обеспечения надлежащего уровня принятия управленческих решений в сварочном производстве разработан алгоритм планирования экономически обоснованных мероприятий по охране труда.

Ключевые слова: алгоритм; мероприятия по охране труда; сварочное производство.

With the aim to ensure a proper level of managerial decision-making in the welding production developed the scheduling algorithm of economically justified measures for protection safety of labour.

Keywords: *algorithm; the events for labor protection; the welding production.*

Вступ. На сьогоднішній день одним з найважливіших технологічних процесів сучасного виробництва є зварювання. У зварювальному виробництві індустріально розвинутих країн зайнято сотні тисяч зварників. Їх праця характеризується високим ступенем ризику травматизму та розвитком професійних захворювань, оскільки пов'язана з впливом на організм працюючого численних небезпечних та шкідливих виробничих факторів (НШВФ), джерелами яких є зварювальні технологічні процеси та матеріали [1, 2]. Незважаючи на те, що для зниження впливу НШВФ застосовується комплекс різноманітних технологічних, санітарно-технічних, організаційних та лікувально-профілактичних заходів, статистика останніх років свідчить, що рівень професійної захворюваності серед зварників в Україні залишається ще високим.

Здійснення профілактичних заходів повинно базуватися на удосконаленні технологічних процесів, застосуванні сучасних засобів колективного та індивідуального захисту працюючих, використанні науково обґрунтованих методів боротьби зі шкідливими виробничими факторами [3]. Незважаючи на це, питання економічного обґрунтування заходів, спрямованих на зниження ризику професійної захворюваності, залишається невирішеним.

Оцінка економічного та соціального ефекту від реалізації заходів щодо оздоровлення умов праці робочих зварювальних професій може бути отримана при комплексному обліку таких чинників:

різниця втрат, пов'язаних з професійною захворюваністю до і після впровадження заходів;

вартості додаткової продукції, виробленої зварником за рахунок підвищення продуктивності праці при поліпшенні санітарно-гігієнічних умов на робочому місці;

– підвищення продуктивності й якості праці, зменшення плинності кадрів;

– зменшення недовиробітку продукції робітниками, що вибули з виробництва внаслідок травматизму і профзахворювань;

– зменшення витрат на охорону здоров'я через зниження профзахворювань, травматизму і загальних захворювань;

– зменшення виплат по лікарняних листах і пенсій по інвалідності внаслідок зниження захворюваності;

– зменшення чисельності робітників, необхідної для виконання плану, та витрат на підготовку кадрів.

Мета роботи. Для забезпечення належного рівня прийняття управлінських рішень розробити алгоритм планування працезохоронних заходів у

зварювальному виробництві, який регламентує порядок обліку факторів, що комплексно характеризують систему «людина – зварювальне виробництво – виробниче середовище».

Викладення матеріалу та результати досліджень. Розроблення раціональних методів вибору засобів захисту працюючих в залежності від комплексної оцінки умов праці та з урахуванням витрат на реалізацію цих заходів є актуальним науково-технічним завданням.

Для автоматизації введення та зберігання початкових даних, візуалізації результатів, проведення розрахунків при реалізації алгоритму розроблено інформаційно-аналітичну систему забезпечення захисту ІАС 33. Алгоритм планування працезохоронних заходів складається з таких етапів:

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 ситуації щодо умов зварювання та вентилявання робочих місць, ступеня забезпеченості працівників засобами індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД). Проводяться формування масивів даних на паперових носіях;

2. Уведення підготовлених масивів даних до відповідних баз даних (БД). При цьому виявляються та усуваються помилки, за необхідності уточнюються окремі дані;

3. Розрахунок ризику (R_p) професійного захворювання (ПЗ) виконується із використанням введених початкових даних і з використанням накопичених статистичних даних.

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

Підетап 3.1. Моделювання інтенсивності утворення зварювального аерозолі (ЗА) для визначеного типу електроду:

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

де V – інтенсивність утворення ЗА, г/хв; D – діаметр електроду, мм; I – сила зварювального струму, А; B – рід струму.

Підетап 3.2. Моделювання концентрації ЗА:

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

де C – концентрація ЗА, мг/м³; V – інтенсивність утворення зварювального аерозолі, г/хв; U – умови зварювання; M – витрати зварювального матеріалу, кг; Q – умови вентиляції робочих місць.

Середньозважена концентрація за зміну розраховується за формулою:

$$C_{C3} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n C_i \cdot t_i, \quad (3)$$

де $T = \sum_{i=1}^n t_i$, n – кількість проміжків часу, протягом кожного з яких концентрацію можна вважати незмінною.

Підетап 3.3. Визначення величини середньозмінного експозиційного пилового навантаження на організм працівника:

$$W_{C3} = C_{C3} \cdot L \cdot T \cdot Z, \quad (4)$$

де W_{C3} – середньозмінне пилове навантаження на організм працівника, мг; C_{C3} – середньозмінна концентрація пилу в повітрі робочої зони, мг/м³; L – середньозмінний об'єм легеневої вентиляції, м³/хв; Z – коефіцієнт проникання ЗІЗОД, що використовується; T – час (протягом зміни) безпосереднього контакту працівника з пилом, хв.

Підетап 3.4. Моделювання ризику ПЗ:

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

де R – ризик ПЗ; G – вік працівника, роки; S – загальний стаж роботи працівника, роки; K – стаж роботи в контакті з пилом, роки; W – середнє пилове навантаження на організм працівника, мг.

Підетап 3.5. Підстановка числових значень факторів, що апроксимують параметри зварювання, умови праці, антропологічні дані працівника (групи працівників) в узагальнену формулу (5) та розрахунок величини ризику профзахворювання R_p .

4. Порівняння розрахункового (R_p) та гранично допустимого (R_r) значень ризику. Якщо величина розрахункового ризику перевищує величину гранично допустимого, здійснюється вживання необхідних заходів технічного або організаційного характеру для зниження рівня ризику (управління ризиком). Якщо величина R_p виявилась не більшою за величину R_r , то це означає, що для працівника (групи працівників) можна не вживати ніяких додаткових заходів, спрямованих на зменшення ризику ПЗ (перехід до етапу 12).

5. Аналіз технологічних факторів з метою виявлення можливості зміни окремих параметрів для зменшення інтенсивності утворення ЗА. На цьому етапі ретельно вивчається технологічний процес зварювання, оцінюється можливість переходу до використання інших (менш шкідливих) електродів, інших величин зварювального току тощо. В окремих випадках доцільно вивчати передовий досвід інших підприємств, залучати експертів, ознайомлюватися з результатами наукових та прикладних досліджень з цього питання.

6. Оцінка можливості зниження інтенсивності утворення ЗА. Якщо така можливість є, а її реалізація не призведе до проблем з виконанням виробничої програми, здійснюється перехід до етапу 7, в іншому разі – до етапу 8.

7. Проведення заходів щодо зниження інтенсивності утворення ЗА. Перехід до етапів 3 та 4: проведення повторного розрахунку величини R_p та повторної оцінки $R_p \leq R_r$.

8. Цей етап виконується за умови, якщо розрахунковий рівень профзахворювання не було знижено до рівня гранично допустимого в результаті поглибленого аналізу технологічних факторів та реалізації відповідних заходів. У цьому разі проводиться аналіз факторів, що характеризують організацію роботи, насамперед умови зварювання, обсяги витрат зварювального матеріалу та умови вентиляції робочих місць. За результатами аналізу формуються пропозиції щодо поліпшення стану хоча б одного з розглянутих факторів.

9. Оцінка можливості зниження концентрації зварювального аерозолю. Якщо така можливість є, здійснюється перехід до етапу 10, в іншому разі – до етапу 11.

10. Проведення заходів щодо зниження концентрації зварювального аерозолю. Перехід до етапів 3 та 4.

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

12. Обґрунтування плану заходів полягає в узагальненні результатів попередніх етапів алгоритму. Для економічного обґрунтування пропонується використовувати показник, який визначає ефективність варіантів плану працезахоронних заходів як добуток очікуваного середнього значення ризику професійної захворюваності (у відсотках), витрат на засоби захисту (у гривнях) та експертної оцінки варіантів забезпечення зварників засобами захисту (у балах). Для нормування отриманих значень в діапазоні 0...1 їх необхідно розділити на максимальне значення з розрахованих добутоків. Математичний вираз показника ефективності має такий вигляд [4]:

$$E_i = \frac{r_i \cdot b_i \cdot v_i}{\max_i (r_i \cdot b_i \cdot v_i)}, \quad (6)$$

де r_i – середнє значення ризику; b_i – витрати на засоби захисту; v_i – експертна оцінка варіантів забезпечення зварників засобами захисту.

Вибір остаточного варіанта з множини розглянутих полягає у визначенні мінімального показника ефективності [5]:

$$E = \arg \left(\min_i \left[\frac{r_i \cdot b_i \cdot v_i}{\max_i (r_i \cdot b_i \cdot v_i)} \right] \right). \quad (7)$$

Отже, як видно з формули (7), вирішення поставленого завдання полягає в обґрунтуванні вибору такого варіанта забезпечення зварників засобами захисту, який мінімізує очікуваний ризик професійних захворювань з урахуванням витрат на його реалізацію та експертної оцінки результатів його реалізації.

Висновки

Для реалізації алгоритму розроблено інформаційно-аналітичну систему забезпечення захисту ІАС 33. Використання накопичених статистичних даних та введення поточних даних, їх обробка та зберігання для подальшого використання, візуалізація результатів розрахунків забезпечують належний рівень прийняття управлінських рішень при плануванні працезахоронних заходів, раціональних методів вибору засобів захисту працюючих в залежності від комплексної оцінки умов праці та з урахуванням витрат на їх реалізацію. Застосування розробленого алгоритму дає можливість одержати науково обґрунтовані рекомендації для досягнення рівня прийняттого ризику професійних захворювань у працівників зварювального виробництва. При цьому слід зважати на те, що реальна соціально-економічна ефективність може бути отримана в повній мірі лише при застосуванні новітніх засобів, більш ефективних та більш прийнятних для зварників з фізіологічної та ергономічної точки зору.

У подальшому планується розроблення спеціалізованого програмного забезпечення з метою спрощення практичної реалізації розробленого алгоритму.

Список використаних джерел

1. Левченко, О.Г. Охорона праці у зварювальному виробництві: Навчальний посібник [Текст] / О.Г. Левченко, О.І. Полукаров. – К.: Основа, 2014. – 352 с.
2. Левченко, О.Г. Сварочные аэрозоли и газы: процессы образования, методы нейтрализации и средства защиты [Текст] / О.Г. Левченко. – Киев: Наукова думка, 2015. – 248 с.
3. Левченко, О.Г. Совершенствование методов и средств защиты от сварочных аэрозолей [Текст] / О.Г. Левченко // Автоматическая сварка: науч.-техн. и произв. жур. – 2001. – № 6. – С. 27-33.
4. Скапелев, Ю.М. Моделирование и управление в сложных системах [Текст] / Ю.М. Скапелев, В.А. Старосельский. – М.: Советское радио, 1974. – 264 с.

5. Полукаров, Ю.О. Дослідження впливу виробничих чинників зварювального виробництва на стан охорони праці [Текст] / Ю.О. Полукаров // Проблеми охорони праці в Україні: зб. наук. праць. – К.: ННДІОП, 2005. – Вип. 9. – С. 55-62.

Стаття надійшла до редакції 26.12.2016р.

УДК 687.174:621.039

DOI: 10.20535/2079-5688.2017.32.91656

Л.Д. Третякова, д.т.н., проф., **Л.О. Мітюк**, к.т.н., доц. (КПІ ім. Ігоря Сікорського)

СПОСОБИ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ПРАЦІВНИКІВ ВІД ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ПРОМИСЛОВОЇ ЧАСТОТИ

L.D. Tretiakova, L.O. Mitiuk (National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»)

MEANS FOR IMPROVING WORKERS PROTECTION AGAINST EFFECTS OF POWER FREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELDS

У статті розглянуто питання удосконалення захисту електротехнічних працівників від впливу електромагнітного поля промислової частоти. Для визначення можливих ризиків здійснено експериментальні дослідження рівнів напруженості електричного і магнітного полів електроустановок напругою 110–750 кВ. Проаналізовано діючі обмеження у міжнародних і вітчизняних нормативних документах. Запропоновано новий екрануючий комплект з використанням новітнього композиційного текстильного матеріалу.

Ключові слова: вплив електромагнітного поля промислової частоти; нормативні параметри; екрануючий комплект.

В статье рассмотрены вопросы усовершенствования защиты электротехнических работников от воздействия электромагнитного поля промышленной частоты. Для определения возможных рисков проведены экспериментальные исследования уровней напряженности электрического и магнитного полей электроустановок напряжением 110–750 кВ. Проанализированы действующие ограничения в международных и отечественных нормативных документах. Предложен новый экранирующий комплект с использованием инновационного композиционного текстильного материала.

Ключевые слова: влияние электромагнитного поля промышленной частоты; нормативные параметры; экранирующий комплект.

This article investigates the means for improving protection of electrical workers against the effects of power frequency electromagnetic fields. Possible risks have been identified in experimental studies exploring voltage of electric and magnetic fields produced by 110-750 kV electrical installations. Current restrictions specified in both international and local regulatory instruments have been analyzed. A new conductive clothing using novel composite textile material