

**Відгук офіційного опонента**  
**на дисертаційну роботу Хондак Інни Іванівни на тему:**  
**«Підвищення безпеки працівників при електродуговому зварюванні**  
**за рахунок вдосконалення заходів захисту», подану на здобуття наукового**  
**ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю**  
**05.26.01 – охорона праці**

*Актуальність обраної теми.* Електродугове зварювання є одним із основних технологічних процесів у будівництві, широко використовується на підприємствах різних галузей та у побуті при виконанні ремонтних та монтажних завдань. Зварювальні технології характеризуються наявністю шкідливих та небезпечних чинників, які можуть призвести до професійних захворювань та нещасних випадків робочих зварювальних професій. В Україні за останні 2 роки кількість професійних захворювань збільшилась більш ніж на 28 %. Серед професійних захворювань перше місце займають хвороби органів дихання, які саме притаманні професійним захворюванням працівників, що займаються зварюванням. Серед детермінованих чинників, які впливають на стан здоров'я, є такий як монооксид вуглецю, який супроводжує усі технології горіння та спалювання. Як це наведено у дисертації, аналіз доступних джерел інформації показав, що недостатньо уваги приділяється виявленню та захисту від монооксиду вуглецю, який є небезпечним для працівників при виконанні процесів зварювання, особливо у приміщеннях, де немає вентиляції або вона недосконала. Не дивлячись на постійне удосконалення способів електродугового зварювання та зварювальних матеріалів, до цього часу багато гігієнічних проблем зварювального виробництва остаточно не вирішено. Це викликає необхідність шукати наукові підходи до вирішення нагальних питань безпеки при застосуванні вищевказаних технологій та втілювати заходи та засоби захисту здоров'я зварювальників.

*Вас. Кост. - 05/12/16*  
*дз. 04, 2021*

Таким чином, підвищення безпеки працівників при електродуговому зварюванні за рахунок вдосконалення заходів захисту є актуальним науково-практичним завданням.

*Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.* Дисертаційна робота виконувалась згідно з Законом України «Про охорону праці» від 14.10.1992 р. № 2695-XII, Законом України «Про затвердження Загальнодержавної соціальної програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на 2014-2018 роки» від 4 квітня 2013 р. № 178-VII. Наукові дослідження, викладені в дисертації, виконані згідно з напрямком наукової діяльності кафедри безпеки праці та навколишнього середовища Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» та кафедри зварювання Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», відповідно до теми науково-дослідної роботи «Теоретичні і практичні основи збільшення надійності експлуатації ТЕС» (№ держреєстрації 0120U101658, 2020-2022 рр., рівень участі здобувача - виконавець).

*Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації.*

Обґрунтованість наукових положень та розроблених на їх основі висновків доведено: значним обсягом проведених експериментальних та теоретичних досліджень в галузі охорони праці з питань підвищення безпеки працівників при електродуговому зварюванні; використанням стандартних та розрахункових методів дослідження та високою збіжністю одержаних теоретичних, експериментальних результатів та дослідно-промислових впроваджень.

Широка апробація та позитивна оцінка результатів на науково-практичних конференціях також підтвердила достовірність основних положень.

*Оцінка наукової новизни та теоретичної цінності результатів, які винесено на захист.*

У дисертації вперше:

- досліджено утворення монооксиду вуглецю в процесі зварювання при виконанні робіт при різних режимах роботи систем вентиляції та при її відсут-

ності, у тому числі, у замкнутому просторі, побудовані математичні моделі залежності утворення концентрації чадного газу та зварювального аерозолі в повітрі робочих зон від електричного струму, часу та відстані зони дихання працівника до джерела утворення газів з урахуванням характеристик основних типів електродів, які використовуються на виробництві;

- застосовано елементи теорії надійності щодо побудови дерева відмов системи захисту людини від чадного газу і встановлено, що ризик отруєння чадним газом значно перевищує допустиму величину ( $10^{-6}$ ) при використанні шоломів захисту зварювальника, які не облаштовані системою контролю та сигналізації щодо наявності монооксиду вуглецю. Виявлено основні причини відмов елементів і визначено вихідні дані для розрахунку ймовірності відмови системи;

- встановлено у процесі досліджень, що з трьох типів електродів, які найбільш розповсюджені на підприємствах при зварювальних роботах, найбільша концентрація ЗА утворюється у робочій зоні при використанні електродів з основним покриттям, менше - з рутиловим. Дослідженнями доведено, що із трьох типів електродів найменше зварювального аерозолі утворюється при роботі із з рутилово-целюлозним покриттям. Встановлено, що при використанні електродів з рутиловим типом покриття через відповідний час (310-320 секунд) ці електроди стають більш небезпечними чим основні за кількістю утворень ЗА. Визначено, що концентрація зварювального аерозолі зменшується при збільшенні відстані від джерела не лінійно;

- визначено ризик отруєння зварювальника монооксидом вуглецю за шкідливістю його утворення, при дослідженні трьох типів електродів, які розподілились наступним чином, від найбільш небезпечного до практично безпечного: рутилові-целюлозні; основні; рутилові;

- створено навчальну комп'ютерну програму з питань оцінки впливу шкідливих виробничих чинників у робочій зоні в процесі зварювання, а саме: рівня шуму, температури повітря робочої зони, електромагнітного випромінювання (ЕМВ), інфрачервоного випромінювання, ультрафіолетового випромінювання

на зварювальника, а також запропоновані заходи щодо зменшення цього впливу;

удосконалено: методику дослідження утворення монооксиду вуглецю в робочій зоні зварювання. Встановлено, що викиди зварювального аерозолу можуть потрапляти у зону дихання не тільки зварювальника, а також оточуючих при відсутності припливно-витяжної вентиляції та не ефективної місцевої витяжної вентиляції, використання тільки витяжної вентиляції без припливно-витяжної не може забезпечити припустимий рівень забруднень у робочій зоні зварювання та у приміщенні. Визначено, що необхідно працівнику проводити підготовку до виконання процесу зварювання та робити вибір електродів з меншою кількістю забруднюючих викидів ЗА та монооксиду вуглецю у повітря робочої зони.

#### *Практична цінність дисертаційної роботи.*

У дисертації удосконалено методику відбору монооксиду вуглецю із використанням приладу «ДОЗОР-С-М». Відмінною новизною удосконаленого методу є необхідність використання додаткового обладнання для уловлювання легко летючого газу.

Здобувачка прийняла участь у створенні комп'ютерної програми «Зварювальник», яку рекомендовано до використання у навчальному процесі в якості лабораторної роботи для студентів денної, заочної і дистанційної форми навчання в різних технічних вузах України. Вона також може бути корисною для тренінгу спеціалістів в області захисту навколишнього середовища. З метою удосконалення стандартного засобу оцінки чадного газу на робочих місцях автором у співавторстві було розроблено деклараційний патент на створення нової модифікації сучасної маски зварювальника, яка забезпечує адекватний і ефективний захист обличчя людини від впливу електричної дуги і одночасно виявляє і вимірює чадний газ, що дуже важливо для працюючого, особливо в замкнутих приміщеннях.

Результати дисертації було впроваджено у виробничому структурному підрозділі «Харківське територіальне управління» філії «Центр будівельно-

монтажних робіт та експлуатації будівель та споруд (БМЕС)» акціонерного товариства «Укрзалізниця» на дільниці із забезпечення виробництва ст. Безлюдівка в цеху з виготовлення бетону та розчинів, цементному складі підвального приміщення була апробована в промислових умовах захисна маска зварювальника, яка забезпечує ефективний захист обличчя людини від впливу електричної дуги, одночасно виявляє і вимірює чадний газ, що дуже важливо для працівників, особливо в замкнутих приміщеннях.

Результати дисертаційної роботи використовуються на кафедрі «Охорона праці» Харківського національного університету радіоелектроніки у вигляді комп'ютерної програми «Зварювальник», за допомогою якої проводиться оцінка впливу шкідливих виробничих чинників в процесі зварювання, а саме: концентрація зварювального аерозолю, концентрації чадного газу, рівня шуму, температури повітря робочої зони, електромагнітного випромінювання, інфрачервоного випромінювання, ультрафіолетового випромінювання на зварювальника, а також запропоновані заходи щодо зменшення цього впливу. Впроваджені результати дослідження при реконструкції лабораторії зварювання у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут», враховано при модернізації системи припливно-витяжної вентиляції та визначення режимів праці працівників та студентів, які навчаються.

*Повнота викладених наукових положень, висновків та рекомендацій в опублікованих роботах.*

Здобувачем опубліковано 17 наукових праць, а саме: 1 колективну монографію, 6 статей у наукових фахових виданнях України, з них 1 – у збірнику, включеному до наукометричної бази Index Copernicus, 1 – у збірнику, включеному до наукометричної бази Scopus, 7 праць апробаційного характеру, 1 патент України на корисну модель, 2 праць, які додатково відображають матеріали дисертації.

Особистий внесок здобувача у наукових працях, опублікованих зі співавторами, відображено в дисертації на стор. 24-25. В них достатньо повно висвітлені результати дисертаційного дослідження.

*Апробація матеріалів дисертації виконувалась на багатьох науково-технічних конференціях, а саме: X, XI, XII Міжнародних науково-практичних конференціях «Безпека людини у сучасних умовах» (м. Харків, 2018-2020 рр.), XXVII Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (м. Харків, 2019 р.), Всеукраїнській конференції з міжнародною участю «Проблеми зварювання та споріднених технологій» (м. Миколаїв – м. Коблеве, 2019 р.), VII Міжнародній науково-практичній конференції «Science, society, education, topical issues and development prospects» (м. Харків, 2020 р.), VIII Міжнародній науково-практичній конференції «Безпека життєдіяльності в XXI столітті» (м. Дніпро, 2020 р.).*

#### *Оцінка структури і змісту дисертації.*

Дисертаційна робота складається зі вступу, 4 розділів, загальних висновків, додатків, списку першоджерел, які були використані в роботі. Загальний обсяг дисертації 219 сторінок. Дисертація містить 63 рисунки, 22 таблиці, список літератури з 118 найменувань та 5 додатків на 22 сторінках.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, мету і завдання, предмет та об'єкт дослідження, наведено наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, наведено відомості щодо їх впровадження, апробації та публікацій.

У розділі 1 виконано аналіз основних видів зварювання, а також небезпек, які з ними зв'язані. Розглянуто вплив небезпечних і шкідливих виробничих чинників при зварюванні металевих будівельних конструкцій, запропоновано їх класифікацію відповідно до різних процесів зварювання. Приділено увагу речовинам, які уражають робітників при зварюванні і різанні кольорових металів. Описано професійні захворювання, а також заходи і засоби захисту зварювальників в процесі роботи від впливу шкідливих і небезпечних чинників. Зроблена класифікація найбільш поширених сучасних респіраторів в Україні для зварювальників. Виконано аналіз наукових досліджень щодо забезпечення безпеки зварювальних робіт. Особливу увагу було приділено питанням утворення зва-

рьювального аерозолю та чадного газу при різних видах зварювання, розглянуті питання з дослідження впливу СО на зварювальника і засобів захисту від нього. Розглянуті небезпеки, пов'язані з утворенням чадного газу в зоні зварювання, особливо в замкнених просторах і просторах, які погано вентилуються. Проаналізовані питання безпечної праці осіб, безпосередньо зайнятих при процесах зварювання, і для осіб, які знаходяться поблизу від робочого місця зварювальника.

Відповідно до проведеного аналізу стану охорони праці в світі і Україні встановлено, що більше половини професійних захворювань зварювальників — це хвороби органів дихання і різні патології, пов'язані з вдиханням зварювального аерозолю, який може містити небезпечну газову складову — монооксид вуглецю. Проаналізовані основні зварювальні процеси, які надали пояснення причин виникнення шкідливих та небезпечних виробничих чинників під час зварювального процесу. Запропоновано класифікацію даних причин, відповідно до різних процесів зварювання. Зроблений аналіз професійних захворювань зварювальників, наведені способи та засоби їх захисту від шкідливих та небезпечних виробничих чинників на робочих місцях.

Проведений аналіз умов праці на робочих місцях зварювальних ділянок показав, що домінуючими шкідливими та небезпечними виробничими чинниками є підвищена концентрація зварювального аерозолю та підвищена концентрація чадного газу у повітрі робочих зон. Наведені дослідження показали, що на сьогодні відсутні наукові дослідження щодо побудови математичних моделей вмісту чадного газу та зварювального аерозолю в повітрі робочих зон з урахуванням умов зварювання (електричного струму, часу, типу електрода та відстані до джерела). Також виявилися недостатньо ефективними засоби індивідуального захисту людини внаслідок відсутності одночасного захисту від електричної дуги, зварювального аерозолю, чадного газу та контролю його вмісту у повітрі робочої зони.

Таким чином, розділ 1 достатньо розкриває питання щодо постановки мети та задач дослідження дисертації, вибору об'єкту та напрямів досліджень.

У розділі 2 наведено методики щодо досліджень основних зварювальних робіт з електродами, які найбільш часто використовуються: з основним типом покриття, рутиловим та рутилово-целюлозним. Дослідження проводились в лабораторії зварювання на стадії її проектування, для оцінки ефективності роботи вентиляції на постах зварювання. Дослідження планувались при ймовірних ризиках, що виникають у ситуаціях, коли працює припливно-витяжна вентиляція, вентиляція відсутня, та процес зварювання виконується у замкнутому просторі. У розділі 2 розглянуто методику дослідження розповсюдження монооксиду вуглецю зварювального аерозолі у просторі робочої зони зварювальника, з метою її удосконалення відповідно до задач дисертації, а саме, дослідження джерел утворення монооксиду вуглецю від різних типів електродів в робочій зоні зварювальника було проведено експеримент в умовах наближених до виробничих. Експеримент проводився у лабораторії зварювання, кафедри зварювання Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

Оцінка емісій ЗА на наявність та виміри концентрацій монооксиду вуглецю та  $SO_2$  виконувались у двох режимах при ручному дуговому зварюванні: перший – в зоні зварювання в замкнутому об'ємі; другий – в зоні зварювання під витяжним зонтом (вентиляцію штучну не включено). Дослідження з визначення рівня концентрацій CO проводилося сигналізатором-аналізатором газів багатокомпонентним індивідуальним «ДОЗОР-С-М». Для розрахунків небезпеки впливу всі робочі місця працювали, тобто максимальне навантаження.

В процесі проведення досліджень було використано стандартні методики вимірювання, але враховуючи значну складність визначення CO у відкритому приміщенні приладами типу ДОЗОР, через високу летючість газу, було запропоновано доповнити їх нововведеннями. Було запропоновано використовувати додатково куполоподібний навіс (внутрішній об'єм  $1 \text{ м}^3$ ) над зоною, яка досліджувалась, в якій розташовували штангу приладу вимірювання із аналізатором. Цей навіс дозволяє утримувати газ та концентрувати його у певній зоні. Без застосування такого навісу, практично неможливо визначити динаміку утворення чадного газу у зоні зварювання.



Дослідження було виконано у відповідності з планом експерименту типу ПФЕ-2<sup>2</sup>. На основі проведених досліджень запропонована методика комплексної оцінки виділення вуглецю в процесі зварювання, що дозволяє уловити чадний газ безпосередньо в зоні дихання зварювальника, врахувати режим зварювання, тип електродів, режим вентиляції.

*Третій розділ* є основним щодо теоретичних обґрунтувань практичних результатів та висновків. У третьому розділі надані результати досліджень: вентиляції при зварюванні на прикладі електродів з основним типом покриття; викиди емісій ЗА та чадного газу при різних типах електродів тощо.

Оцінка емісій зварювальних аерозолів на наявність та виміри концентрацій монооксиду вуглецю виконувались при ручному дуговому зварюванні в зоні зварювання під витяжним зонтом.

Наведено залежність концентрації чадного газу від величини струму (I) і тривалості зварювання (t) для електроду з основним типом покриття. Також отримані зразки фільтрів з уловленим зварювальним аерозолем, при зварюванні основними електродами з витяжною вентиляцією, струм 200 А, час 180 с: на відстані від місця зварювання 0,2 м, 0,5 м, 1,0 м, у зоні дихання зварювальника. Це дозволило здобувачу припустити, що математична модель залежності концентрації аерозолу від відстані до джерела може бути представлена поліномом другого ступеня. У розділі наведено графік функції, побудований в середовищі Mathcad - залежність концентрації зварювального аерозолу від відстані до джерела.

Дослідженнями встановлено, що концентрація зварювального аерозолу зменшується при збільшенні відстані від джерела не лінійно. Викиди зварювального аерозолу можуть потрапляти у зону дихання не тільки зварювальника, а також оточуючих при відсутності припливно-витяжної вентиляції та не ефективної місцевої витяжної вентиляції. Використання тільки витяжної вентиляції без припливно-витяжної не може забезпечити припустимий рівень забруднень у робочій зоні зварювання та у приміщенні.

Проведена оцінка характеру утворення та розповсюдження монооксиду вуглецю зварювального аерозолю.

Проведена оцінка ризику отруєння чадним газом зварювальників за методом Файн-Кінні. У першому варіанті  $R=6$ , тобто ризик не великий. У другому варіанті  $R=300$ , що означає високий рівень ризику та необхідність вживання негайних дій.

В ході експериментальних досліджень встановили залежність концентрації чадного газу від часу роботи зварювального апарату в обмеженому просторі і під витяжним зонтом. В експерименті було змодельовано ситуацію у замкнутому просторі обмежених робочих зон (кабін, колодязів, шахт). Обмін повітря тут здійснюється через вентиляційний отвір. З метою отримання математичної моделі загазованості повітря робочої зони чадним газом була використана прямо пропорційна залежність припливу свіжого повітря від інтенсивності виділення газу  $CO$ . В даному експерименті змодельована ситуація в замкнутому просторі обмежених робочих зон. Аналогічно була отримана математична модель загазованості повітря робочої зони на межі зовнішнього контуру витяжного зонта. Показана динаміка концентрації чадного газу під витяжним зонтом при відмові вентиляції. Була використана прямо пропорційна залежність припливу свіжого повітря від інтенсивності виділення чадного газу.

Застосовано математичні моделі щодо розрахунку вмісту чадного газу в повітрі робочих зон при відмові вентиляційної системи. У реальних виробничих умовах чадний газ видаляється з робочої зони за допомогою пристроїв місцевої витяжної вентиляції. Зазвичай ці пристрої мають обмежений внутрішній об'єм, всередині якого відбувається інтенсивне перемішування газоповітряної суміші. Здобувач розглядав їх в якості локальних об'ємів з квазіоднородної газоповітряної суміші. Очевидно, що в приміщенні реального цеху або лабораторії таких пристроїв може перебувати кілька ( $n$ ). Зазвичай їх кількість дорівнює кількості робочих місць.

Особливий інтерес з точки зору забезпечення безпеки виробничих процесів з виділенням чадного газу представляють ситуації, пов'язані з відмовою сис-

теми вентиляції. Далі розглянуто виробниче приміщення, оснащене системою комбінованої вентиляції. П'ять робочих місць оснащені пристроями місцевої витяжної вентиляції, підключеними до загального повітропроводу і вентилятора. Також в приміщенні є загальна припливна вентиляція. Для розрахунку вмісту чадного газу в повітрі робочих зон при відмові вентиляційної системи здобувачем пропонується модель, яка основана на системі диференціальних рівнянь

Було отримано рівняння, які відображають динаміку вмісту чадного газу у відповідному локальному об'ємі при одночасній відмові місцевої вентиляції на  $n$  робочих місцях. Така ситуація може виникнути при розгерметизації або застопоренні загального повітропроводу, а також при відмові вентилятора. Праві частини рівнянь відображають одночасне надходження і видалення чадного газу. Рівняння відображає динаміку вмісту чадного газу в об'ємі приміщення за межами локальних зон. Дослідження довели, що концентрація чадного газу за межами локальних об'ємів пристроїв місцевої вентиляції, тобто в повітрі робочих зон, залишається постійною і не перевищує ГДК ( $20 \text{ мг/м}^3$ ). Це свідчить про те, що загальнообмінна вентиляція в розглянутих умовах виконує роль «гарячого» резерву місцевої вентиляції, достатнього для забезпечення безпеки за фактором чадного газу в повітрі робочих зон. При відмові загальнообмінної вентиляції концентрація чадного газу зростає в експоненціальній залежності, в результаті чого безпека не забезпечується. Очевидно, що для її забезпечення потрібне прийняття додаткових заходів (сигналізація, евакуація, застосування засобів індивідуального захисту та ін.).

Для виявлення залежності утворення монооксиду вуглецю та зварювального аерозолю від різних типів електродів у робочій зоні зварювальника, було проведено відповідні дослідження при електродуговому зварюванні в лабораторії зварювання НТУ «ХП».

Для проведення досліджень було виконано планування експерименту типу ПФЕ-2<sup>2</sup>. У дослідженнях використовувались найбільш поширені у застосуванні електроди з основним (В), рутиловим (R) та рутилово-целюлозним (RC) покриттям. Побудовано математичні моделі процесу утворення та розповсю-

дження газу монооксиду вуглецю у робочому просторі зварювальника для електродів з різним типом покриття. За проведеним аналізом встановлено, що найбільшу кількість моно оксиду вуглецю при силі струму 200 А виділяють електроди з рутилово-целюлозним покриттям, на другому місці – електроди з основним покриттям, а на третьому – з рутиловим. Але через проміжок часу у 300 с при електричному струмі 100 А, більше СО утворюється при використанні основних електродів.

Побудовані математичні моделі залежності концентрації зварювального аерозолу в повітрі робочих зон від електричного струму, часу та відстані до джерела для електродів з різним типом покриття при вентиляції, яка працює та вентиляції, яка не працює.

Дослідження наведені у дисертації довели, що одночасне використання вентиляції та пиловсмоктувача суттєво ефективніше, ніж просто витяжної вентиляції.

У розділі 4 дисертації розглядається нова модифікація маски зварювальника, яка забезпечує захист обличчя людини від впливу електричної дуги і одночасно виявляє і вимірює чадний газ, що дуже важливо для працюючого, особливо в замкнутих приміщеннях. Сигналізатор чадного газу виявляє і визначає наявність монооксиду вуглецю в повітрі робочої зони безпосередньо під захисною маскою зварювальника. Коли пристрій працює в нормальному режимі, зелений світлодіод блимає кожні 30 секунд. Якщо виявлений небезпечний рівень чадного газу, починає блимати червоний світлодіод і звучить сигнал тривоги. Сигналом тривоги є повторення чотирьох коротких голосних звукових сигналів. Зварювальник після сигналу тривоги обов'язково повинен застосувати індивідуальні засоби захисту органів дихання і залишити виробничу ділянку.

Також доопрацьований пристрій «Каска», датчиком-сигналізатором (або двома) перевищення допустимої концентрації газів (СО), з'єднавши його із елементом включення подачі чистого повітря у зону дихання при виконанні зварювальних робіт. Датчик необхідно розташовувати у зоні можливого накопичення газу СО, як найбільш небезпечного за наслідками дії на працівника.

Зона накопичення газу знаходиться у верхній частині захисного пристрою під захисною маскою зварювальника. А також, для аналізу стану накопичення СО у приміщенні, другий датчик необхідно встановлювати зовні маски. Таким чином досягається ефективний контроль за концентрацією газів та включення подачі очищеного повітря у разі збільшення її до неприпустимих рівнів у разі необхідності. При спрацюванні датчика-сигналізатора розташованого зовні маски, необхідно перевірити включення роботи вентиляторів. Якщо вмикається датчик-сигналізатор під маскою, необхідно контролювати роботу вентиляторів та зміну концентрації СО. Датчик-сигналізатор має декілька встановлених порогових значень СО, а тому при збільшенні порогового значення, незважаючи на роботу вентиляторів, треба негайно покинути робочу зону, тому що вона стає небезпечною для життя зварювальника.

Таким чином, є два варіанти використання захисних індивідуальних засобів органів дихання зварювальника:

- захисна маска зварювальника без каски ( із сигналізатором на СО);
- захисна каска із вентиляцією повітря (із двома сигналізаторами СО).

Відповідно характеру робіт можна обирати варіанти ЗІЗ органів дихання працівника при виконанні зварювальних робіт.

Побудовано дерево відмов системи захисту зварювальника від чадного газу з використанням захисної маски, яку обладнано сигналізатором газу.

Наведено навчальну програму «Зварювальник» для симуляції впливу шкідливих чинників (концентрації зварювального аерозолі; концентрації чадного газу, рівня шуму; температури повітря; електромагнітного випромінювання; ультрафіолетового випромінювання; інфрачервоного випромінювання) на організм зварювальника під час робочого процесу та засобів їх нормалізації для засвоєння та закріплення знань з охорони праці та безпеки життєдіяльності. Програмний засіб був створений на мові С++ з використанням додаткових графічних бібліотек.

Висновки повністю відображають зміст отриманих наукових і практичних результатів.

Література, на яку є посилання у дисертації, оформлена відповідно до чинних вимог. Аналіз джерел інформації дисертації показує, що загальна кількість їх становить 118, з них видання до 2008 – 18 видань, з 2016 року – 52.

Основні посилання на джерела інформації до 2008 року – це міжнародні стандарти, нормативи та довідники, які є чинними на теперішній час. Таким чином, джерела інформації відповідають вимогам стосовно їх давнини та оформлення.

Додатки, що наведено у дисертації, не мають зауважень.

Структура дисертації відповідає сформульованій меті і поставленим завданням дослідження. Наукові положення, результати і висновки дисертаційної роботи викладено послідовно, логічно, аргументовано, технічно грамотною мовою. На результати досліджень інших авторів, використаних в дисертаційній роботі І.І. Хондак, є коректні посилання.

*Зауваження за змістом дисертації.*

*Зауваження до розділу 1:*

1. На рисунку 1.2 – Залежність ризику формування та виникнення професійного захворювання у зварювальників від стажу роботи у контакті з пилом, не вказано для якого виду зварювальних робіт це відноситься - електродугове, дугове або інше.

2. Необхідно було б зробити більш широкий аналіз психофізіологічних аспектів, економічних та інших, щодо не застосування усього спектру наявних засобів захисту на робочих місцях та їх ефективності.

3. Треба було б у дисертації розвинути та доопрацювати наведену формулу (1.1) у першому розділі.

*Зауваження до розділу 2:*

1. Здобувач спирається у цьому розділі на дослідження у конкретному приміщенні, але не надав пояснень, чому саме було обрано це приміщення. Яким чином воно обиралось?

2. Відсутнє обґрунтування вибору апарату електродугового зварювання А1416, який було використано при дослідженнях. Режим зварювання: напруга

електричної мережі 380/220 В; напруга зварювальної дуги 10-30 В; зварювальний струм 100 - 200 А.

3. При дослідженні показників світла у приміщенні було встановлено на його недостатність та надані рекомендації виробничому майстру. Які саме рекомендації надано – не наведено у дисертації.

*Зауваження до розділу 3:*

1. У третьому розділі, при проведенні експериментів, на робочому місці зварювальника витяжна вентиляція у формі зонта розміром 0,82 x 0,40 (м<sup>2</sup>) в якому 8 отворів у формі рівнобедрених трикутників, розміром 0,05 x 0,2 x 0,2 (м<sup>3</sup>). Чому саме такі розміри зонта? Як це розраховувалось?

2. У дослідженнях максимальний рівень електричного струму 200 А. А якщо буде більше, що зміниться? Чому не наведені ці дослідження?

3. На рис.3.20 дисертації наведено три варіанти відмов, а чому не розглядається несправність вентиляційної системи?

4. Для оцінки ризику отруєння чадним газом зварювальників використано метод Файн-Кінні. Але для його застосування необхідно застосування експертів з безпеки. Яким чином це було враховано при визначенні ризиків за вказаним методом? Це не наведено у дисертації.

*Зауваження до розділу 4:*

1. У розділі 4 наведені практичні втілення розробок (маски, програми тощо) не мають показників (результатів) щодо їх апробації. Це ставить під сумнів зроблені практичні рішення.

Указані у відгуку зауваження не впливають на цінність роботи і на позитивну оцінку дисертації в цілому. Взагалі, сформульовані та вирішені в дисертаційній роботі наукові задачі, отримані наукові положення та результати мають важливе наукове та практичне значення, які дозволили розробити нові методи та технології щодо підвищення безпеки працівників при електродуговому зварюванні за рахунок вдосконалення заходів захисту.

*Оцінка відповідності змісту дослідження паспорту спеціальності.*

Аналіз змісту дисертації дає підстави вважати роботу такою, що

відповідає паспорту спеціальності 05.26.01 – охорона праці.

*Відповідність дисертації і автореферату чинним вимогам.*

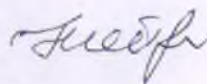
Дисертаційна робота та автореферат за оформленням і обсягом відповідають діючим вимогам Міністерства освіти і науки України. Текст автореферату відповідає змісту дисертації.

*Загальний висновок щодо відповідності дисертації чинним вимогам.*

Вважаю, що дисертаційна робота в цілому є завершеною науковою кваліфікаційною роботою. За актуальністю, обсягом, науковою та прикладною новизною отриманих результатів та їх обґрунтуванням, повнотою їх опублікування у наукових фахових виданнях, дисертаційна робота «Підвищення безпеки працівників при електродуговому зварюванні за рахунок вдосконалення заходів захисту» відповідає вимогам пп. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», а її автор Хондак Інна Іванівна заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.26.01 – охорона праці.

Офіційний опонент:

кандидат технічних наук,  
старший викладач  
кафедри охорони праці та  
безпеки життєдіяльності  
Харківського національного університету  
міського господарства імені О. М. Бекетова



С. В. Нестеренко

Підпис

кандидата технічних наук,  
старшого викладача  
кафедри охорони праці та  
безпеки життєдіяльності

Нестеренко С.В.

затверджую

Перший проректор



Г. В. Стадник