

**РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ОХОРОНИ  
ПРАЦІ ГАЗОЕЛЕКТРОЗВАРЮВАЛЬНИКА НА ОСНОВІ  
ЗАСТОСУВАННЯ РИЗИКОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ**

«Газоелектрозварювальник»

2020

## ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. СТРАТЕГІЇ КОНТРОЛЮ ЗА ПАРАДИГМОЮ РИЗИК-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ ТА ОРГАН ДЕРЖАВНОГО НАГЛЯДУ ЗА РИЗИКОМ НА ОБ'ЄКТІ	4
РОЗДІЛ 2. ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПРОФЕСІЙНОГО РИЗИКУ НА МАЛИХ ПІДПРИЄМСТВАХ ТА РОБОЧИХ МІСЦЯХ	6
2.1. Можливості експертних методів оцінювання професійного ризику	6
2.2. Оцінка професійного ризику на основі застосування методу HAZOP	8
2.3. Розрахунок ступеня базового ризику на робочому місці як варіант конкретизації методу HAZOP	9
РОЗДІЛ 3. ОБҐРУНТУВАННЯ ПРАЦЕОХОРОННИХ ЗАХОДІВ НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ РИЗИКОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ	13
3.1. Порівняльна оцінка найбільш небезпечних робочих місць (на прикладі ВО «Дружківкатепломережа»)	13
3.2. Ідентифікація небезпек на робочому місці газоелектрозварювальника	14
3.3. Вибір основних працезохоронних заходів	18
3.3.1. Аналіз процесу утворення зварювального аерозолі	18
3.3.2. Технологічні способи зниження шкідливих виділень при зварюванні	20
3.3.2.1. Вибір хімічного складу зварювальних матеріалів	21
3.3.2.2. Використання низькотоксичних електродів	21
3.3.2.3. Вибір складу захисного газу	22
3.3.2.4. Вибір технологічних параметрів режиму зварювання	22
3.3.2.5. Вибір виду зварювального обладнання	23
3.3.2.6. Вибір способу зварювання	23
3.3.3. Вибір засобів індивідуального захисту газоелектрозварювальника	23
ВИСНОВКИ	28
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	29

## ВСТУП

*Актуальність теми конкурсної роботи* обумовлена великою кількістю професійних захворювань серед газоелектрозварювальників.

Праця газоелектрозварника користується попитом в наш час, але розвиток цієї професії неможливий без створення для робітників відповідних безпечних умов праці. Так як ця робота вважається працею підвищеної важкості і шкідливості працівник знаходиться під дією ряду небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Внаслідок цього впливу виникає загроза здоров'я людини. Найбільшою загрозою для здоров'я зварників є виділення зварювального аерозолю, та випромінювання під час роботи. Покращення умов праці газоелектрозварників є основною задачею. Заходи по оздоровленню умов праці зварників, що застосовувались в попередні роки, не дали помітних позитивних результатів. Проблема створення здорових і безпечних умов праці зварників залишається актуальною. Для її вирішення необхідно скористатися поєднанням технологічних та санітарно-технічних заходів щодо усунення дії шкідливих факторів на організм працюючого.

*Об'єкт дослідження:* Умови праці газоелектрозварювальників.

*Предмет дослідження:* Ризикорієнтований підхід до вибору працезохоронних заходів щодо підвищення рівня безпеки газоелектрозварювальників

*Мета роботи:* Розробка рекомендацій щодо покращення умов праці газоелектрозварювальників на основі застосування ризико-орієнтовного підходу.

## **РОЗДІЛ 1. СТРАТЕГІЇ КОНТРОЛЮ ЗА ПАРАДИГМОЮ РИЗИК-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ ТА ОРГАН ДЕРЖАВНОГО НАГЛЯДУ ЗА РИЗИКОМ НА ОБ'ЄКТИ**

Результати аналізу вірогідно-статистичних методів визначення професійного ризику показують, що масштаб і рівень складності розв'язуваної задачі в значній мірі визначають і вибір методу її вирішення. У відношенні професійних ризиків можна виділити такі рівні вирішення проблеми та пов'язані з ними цілі оцінювання ризиків:

1. На державному рівні – визначення ефективності законодавчих та урядових заходів, отримання довгострокових прогнозних оцінок їх ефективності.

2. На рівні галузей економіки:

а) встановлення класу професійного ризику для галузі (виду економічної діяльності) і призначення відповідного страхового тарифу;

б) оцінка загального стану умов праці в галузі або в державі в інтересах розробки пріоритетних державних програм по зниженню рівня виробничого травматизму і профзахворювань.

2. На рівні підприємств і виробництв - оцінка колективного професійного ризику (по всіх робочих місцях):

а) з метою виявлення пріоритетних напрямів поліпшення умов праці, що забезпечують найвищу результативність при найменших витратах;

б) з метою обґрунтування компенсацій за потенційну шкоду для здоров'я працівників, зайнятих у шкідливих умовах праці, якщо усунення шкідливих виробничих факторів на робочих місцях на сучасному етапі розвитку підприємства визнається недоцільним.

3. На рівні окремого робочого місця (професії):

а) з метою виявлення найбільш істотних ризиків та планування діяльності щодо їх усунення;

б) з метою зниження залишкових ризиків і забезпечення безперервного вдосконалення в галузі виробничої безпеки та здоров'я;

в) з метою зниження всіх видів збитків від нещасних випадків і профзахворювань на даному робочому місці або для працівників даної професії.

Характеристика методів оцінки показника професійного ризику наведено в табл. 1.1 .

Таблиця 1.1 – Характеристика методів оцінки показників професійного ризику та орган державного нагляду

Метод	Галузь застосування (обсяг спостережень; орган нагляду)	Необхідна додаткова інформація
Статистичний	Державний, галузь економіки ( $>10^6$ ; державний)	Не вимагає
Статистичний по об'єднаній виборці	Підгалузь економіки (галузь промисловості) ( $10^5 \dots 10^6$ ; державний)	1. Статистика НВ за кілька років 2. Модель залежності рівня травматизму за часом (від зовнішніх та внутрішніх умов) 3. Розподіл НВ за важкістю
Вірогідно-статистичний	Велике підприємство ( $10^4 \dots 10^5$ ; об'єктовий постійно, державний за графіком )	
Експертно-статистичний	Середнє підприємство ( $10^3 \dots 10^4$ ; відповідна служба підприємства; державний за графіком)	1. Дані щодо кваліфікації експертів 2. Дані про реальні умови та стан охорони праці 3. Статистичні дані щодо стану травматизму, профзахворювань та аварійності на данному підприємстві 4. Моделі розподілу НВ та ПЗ для сукупності аналогічних підприємств
Експертний	Мале підприємство ( $<10^3$ ; уповноважена особа на підприємстві; державний за графіком) Робоче місце (1-10; відповідальний виконавець постійно; уповноважена особа за графіком та перед виконанням робіт підвищеної небезпеки)	

Таким чином, більшість методів оцінювання професійного ризику, крім статистичного, застосовуються вимушено. На точність одержуваних з їх допомогою оцінок впливає точність залучаємої додаткової інформації. При цьому вважається, що залучення додаткової інформації підвищує точність оцінки. Проте, для оцінок, за результатами яких приймаються принципові рішення, слід враховувати і точність залученої додаткової інформації.

## РОЗДІЛ 2. ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПРОФЕСІЙНОГО РИЗИКУ НА МАЛИХ ПІДПРИЄМСТВАХ ТА РОБОЧИХ МІСЦЯХ

### 2.1. Можливості експертних методів оцінювання професійного ризику

Експертно-статистичний і експертний методи застосовуються при відсутності статистичних даних безпосередньо з даного об'єкту і засновані на використанні знань і досвіду експертів [37].

Експертно-статистичний метод застосовується для кількісної оцінки показника професійного ризику на середніх і малих підприємствах, де нещасний випадок на виробництві - подія досить рідкісна, що відбувається 1-2 рази на рік або рідше, тобто статистика практично відсутня. Метод заснований на використанні інтегральної оцінки показника професійного ризику  $R_{\text{пр}}$  по групі підприємств (наприклад, у підгалузі) і порівняльних оцінок професійного ризику.

Найбільш часто в тих випадках, коли та сама діяльність може бути виконана різними способами і її можуть однаково ефективно здійснювати лиця з різними якостями, що компенсують відсутні індивідуальним стилем роботи чи іншим способом, звертаються до суб'єктивних критеріїв оцінки ефективності діяльності – методам експертних оцінок. Найбільш розповсюдженні з них представлені на рисунку 2.1. В якості експертів залучаються начальники підрозділів, їхні заступники, працівники служб охорони праці і найбільш досвідчені робітники, в основному бригадири.

Метод рангового порядку, чи примусового розподілу по черзі полягає у тому, що експерт повинний заздалегідь віднести визначене число лиць до якоїсь категорії, тобто робітники ранжируються за принципом від найкращого до найгіршого. Підсумкова оцінка в цьому випадку визначається як сума отриманих порядкових номерів. Ранжирування повторюється кілька разів – у залежності від числа критеріїв і факторів, що враховуються. Підсумок – сума набраних порядкових номерів. Для оцінки результатів

діяльності цей метод має серйозні недоліки. Він не враховує значимість критеріїв і факторів.

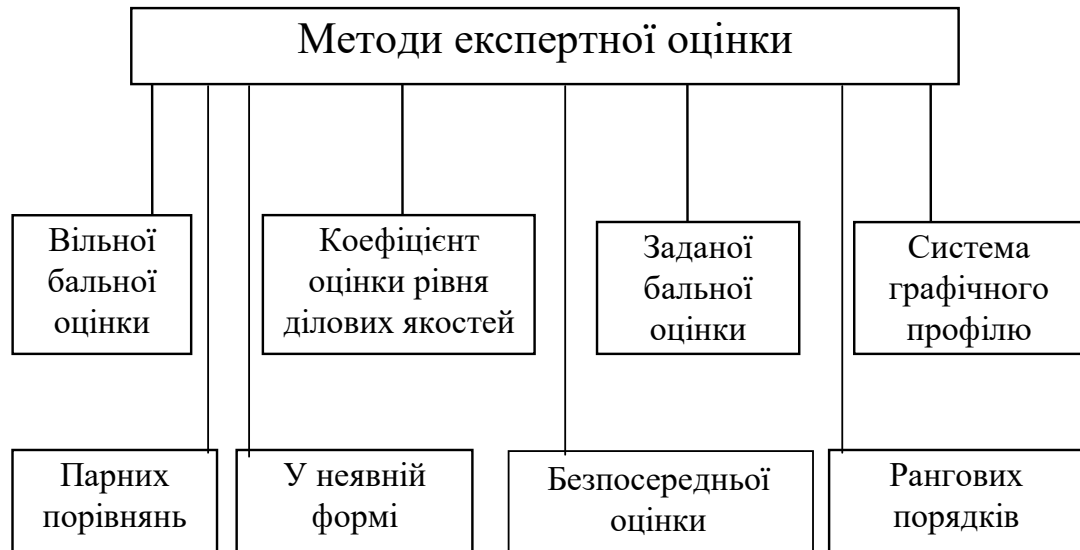


Рисунок 2.1 – Найбільш поширені методи експертного оцінювання

Метод парних порівнянь працівників, здійснюється шляхом їх послідовного парного зіставлення з використанням усієї сукупності факторів оцінки. Випробуваний, який виділявся найбільше число раз, займає перше місце, за ним послідовно в міру убавання цього числа розташовуються інші. Очевидними недоліками існуючого методу є суб'єктивність, багатоступеневість, трудомісткість.

Метод заданої бальної оцінки (чи метод присвоєння балів) полягає в тому, що експерт повинний виразити свою думку про ефективність діяльності визначеного лица, тобто привласнити йому заздалегідь обумовлену кількість балів за кожне досягнення працівника з наступним визначенням суми набраних балів.

В основі методу вільної бальної оцінки лежать присвоєння керівником (чи експертом) визначеної кількості балів по встановленій шкалі, робочому місцю, по кожній його якості і загальній його оцінці у виді суми балів чи середнього бала. При даному підході неможлива автоматизація оцінки.

Система графічного профілю робочого місця полягає у відображенні рівня кожної їхньої ділової якості, оціненого в балах, у виді крапок на графічній шкалі і з'єднанні крапок прямими лініями. Даний метод характеризується високим ступенем наочності, однак має такий недолік як висока суб'єктивність результатів оцінки.

Коефіцієнтна оцінка рівня ділових якостей заснована на системі коефіцієнтів, якими вимірюються як окремі якості працівників, так і їхня сукупність. У даного методу є наступні недоліки: обмеженість числа коефіцієнтів, що не дозволяє врахувати всі необхідні фактори оцінки; необхідність наявності нормативів ...

Аналіз і узагальнення досвіду проаналізованих кількісних методів оцінки рівня безпеки робочого місця показує, що їхнє використання зводиться до визначення кількісного показника:

$$P = \sum_{i=1}^n P_i \cdot C_i. \quad (2.4)$$

де  $P_i$ ,  $C_i$  - вага і значення  $i$ -го показника;  $N$  - число показників.

Окремо стоїть метод безпосередньої експертної оцінки, що дозволяє за прогнозним значенням найбільш ймовірного, максимального і мінімального показника одержати основні параметри його розподілу: математичне чекання і середньоквадратичне відхилення. Очевидним недоліком цього методу є відсутність можливості оцінити досить складний процес, а не тільки окремі його складові.

Найчастіше в практичній роботі застосовується так звана «експертна оцінка в неявній формі», коли за істину в останній інстанції, без особливих коментарів, вважається рішення начальника.

## 2.2. Оцінка професійного ризику на основі застосування методу HAZOP

*Дослідження HAZOP* - це процес деталізації небезпек, ідентифікації потенційних відхилень від цілей проекту, експертизи їх причин та оцінки їх можливих наслідків.



### *Особливості HAZOP експертизи:*

- фахівці групи прогнозують, як могло б відбуватися відхилення, і які могли б бути наслідки;
- експертизу проводять під керівництвом кваліфікованого і досвідченого лідера досліджень;
- для експертизи залучають фахівців у різних дисциплінах з відповідними навичками та досвідом, мають інтуїцію і ясне судження;
- рішення ідентифікованих проблем не єдина мета HAZOP експертизи, але усі рішення направляються на розгляд керівнику проекту.

### *Принципи експертизи.*

В основі досліджень HAZOP лежить «експертиза керуючого слова», яка являє собою цілеспрямований пошук відхилень від цілей проекту. Для полегшення експертизи систему поділяють на частини так, щоб мета проекту для кожної частини, була визначена. Розмір вибраної частини залежить від складності системи і серйозності небезпеки. HAZOP застосовують для ідентифікації слабких місць (існуючих або передбачуваних) в системах, включаючи потік матеріалів, людей, даних, подій, дій у запланованій послідовності або в процедурах, керуючих такою послідовністю, для дослідження небезпеки і потенційних проблем, пов'язаних з різними режимами експлуатації даної системи. Дослідження HAZOP є невід'ємною частиною процесу розробки, оцінки та менеджменту ризику.

### 2.3. Розрахунок ступеня базового ризику на робочому місці як варіант конкретизації методу HAZOP

Для оцінки професійного ризику на робочому місці газоелектрозварювальника ВО «Дружківка тепломережа» (розділ 3) були залучені експертні оцінки, які надавали члени комісії з охорони праці:

- Інженер з охорони праці;

- Представник фонду соціального страхування;
- Представник профспілки;
- Заступник головного інженера;
- Медичний працівник

Метод HAZOP було реалізовано шляхом розрахунку ступеня базового ризику – виявлення можливості виникнення небезпечних ситуацій для працівників при здійсненні виробничої діяльності з урахуванням їх можливих дій. Визначення ступеню базового ризику виникнення небезпечних ситуацій. Ступінь базового ризику виникнення небезпечної ситуації визначається за формулою:

$$P = T \cdot P \cdot V_p, \quad (2.5)$$

де  $P$  – ступінь ризику;

$T$  – важкість та можливі наслідки небезпечної події;

$P$  – можливість нараження на небезпеку;

$V_p$  – імовірність виникнення небезпечної події.

Умовна імовірність виникнення небезпечної події в числовому відтворенні визначається шляхом експертної оцінки за таблицею 2.1.

Експертна оцінка здійснюється групою призначених фахівців.

Таблиця 2.1 – Умовна імовірність виникнення небезпечної події в числовому відтворенні

Імовірність	Коментарі
5 – майже напевно	Подія, що спостерігається регулярно. Подія, що трапляється в більшості випадків.
4 – досить імовірно	Подія, що спостерігається періодично
3 – імовірно	Подія, що трапляється інколи
2 – малоймовірно	Подія, що спостерігається рідко.
1 – майже неймовірно	Подія, що трапляється лише при винятковому збігу обставин

У цьому відношенні заслуговує на додаткову увагу питання щодо важкості та можливі наслідки небезпечної події в числовому відтворенні.

Аналіз таких факторів доцільно вимірювати в числовому вимірі. Такі виміри в узагальненому вигляді здійснено виходячи зі змісту таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Важкість та можливі наслідки небезпечної події в числовому відтворенні

Важкість небезпечної події		Можливі наслідки
5 - катастрофострофічна	Груповий нещасний випадок (постраждало 2 і більше працівників); нещасний випадок із смертельними наслідками; аварія; пожежа	Розслідування державними органами влади. Кримінальна відповідальність. Штрафні санкції України. Зупинка робіт. Анулювання ліцензії на вид діяльності.
4 – суттєва	Важкий нещасний випадок (тимчасова непрацездатність більше 60 днів). Профзахворювання. Інцидент, возгоряння.	Розслідування державними органами влади. Кримінальна відповідальність. Штрафні санкції згідно КпАП. Можлива призупинка робіт.
3 – незначна	Серйозне поранення, хвороба з тимчасовою втратою працездатності протягом до 60 днів. Інцидент, возгоряння.	Розслідування державними органами влади. Штрафні санкції згідно КпАП. Можлива призупинка робіт.
2 – мінімальна	Травма без втрати працездатності, потреба у стаціонарній медичній допомозі, надання легшої роботи. Інцидент, возгоряння.	Внутрішнє розслідування. Адміністративна відповідальність Штрафні санкції згідно КпАП.
1 – несуттєва	Несуттєва травма (поріз,забиття), надана первинна медична допомога)	Дисциплінарна відповідальність.

Відтак, виникає питання щодо з'ясування можливості нараження на небезпеку (визначається за таблицею 2.3.) залежно від частоти ймовірної появи небезпек на даному виробництві.

Таблиця 2.3 – Характеристика небезпеки у числовому відтворенні

Числове значення	Характеристика частоти виникнення загроз
3	Постійна можливість нараження на небезпеку (щоденна, щозмінна)
2	Рідка можливість нараження на небезпеку (один раз на місяць)
1	Мінімальна (один чи декілька разів на рік)

Подальша робота вимагає розробки плану заходів за результатами визначення ступеню базового ризику. Для цього, зокрема, план заходів потребує урахування коментарів, наведених у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – План заходів за результатами визначення ступеню базового ризику

Ступінь ризику	Коментарі
<i>Екстремальний (55-75)</i>	Потребує невідкладних дій вищого керівництва із обов'язковим складанням плану заходів та призначенням відповідальних осіб. При необхідності - призупинка ведення робіт.
<i>Високий (25-54)</i>	Потребує уваги вищого керівництва. Терміново проінформувати працівників та їх безпосередніх керівників, керівника відповідного підрозділу та начальника служби охорони праці. Вжити заходи по забезпеченню безпеки працівників.
<i>Середній (10-24)</i>	Проінформувати працівників та безпосередніх керівників, керівника відповідного підрозділу та начальника служби охорони праці. Вжити заходи щодо зменшення ризику.
<i>Низький (1-9)</i>	Здійснюється управління шляхом виконання існуючих процедур. Звичайно не потребує додаткових ресурсів. Проінформувати керівника підрозділу та начальника служби охорони праці по закінченні робіт по визначенню ступеню ризику.

Після впровадження запланованих заходів необхідно провести оцінку залишкового ризику та визначити, чи став припустимим ступінь ризику виникнення небезпечної ситуації, тобто чи досягли впроваджені заходи очікуваного ефекту.

### РОЗДІЛ 3. ОБҐРУНТУВАННЯ ПРАЦЕОХОРОННИХ ЗАХОДІВ НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ РИЗИКОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ

3.1. Порівняльна оцінка найбільш небезпечних робочих місць (на прикладі ВО «Дружківкатепломережа»)

Для вибору робочого місця, що вимагає розробки конкретних рекомендацій, які необхідно здійснити в першу чергу було розглянуто два найбільш небезпечних робочих місця: газоелектрозварювальника та майстра з обслуговування підземних теплопроводів. Результати розрахунку наведені в табл. 3.1 та табл. 3.2.

Таблиця 4.5 – Результати розрахунку базового ризику на робочому місці газоелектрозварювальника

Склад комісії	<i>V<sub>p</sub></i>	T	П
Інженер з ОП	5	2	3
Експерт ФССНВПЗ	5	4	2
Представник профспілки	5	3	2
Заступник ГІ	5	1	2
Медпрацівник	5	2	2
Середня оцінка	5	2,4	2,2
Базовий ризик	26,4		

Таблиця 3.2 – Результати розрахунку базового ризику на робочому місці майстра з обслуговування підземних теплопроводів

Склад комісії	<i>V<sub>p</sub></i>	T	П
Інженер з ОП	1	5	2
Експерт ФССНВПЗ	1	5	1
Представник профспілки	1	5	1
Заступник ГІ	1	5	2
Медпрацівник	1	5	1
Середня оцінка	1	5	1,4
Базовий ризик	7		

Аналіз табл. 3.1 та табл. 3.2 показує, що якщо для майстра з обслуговування підземних теплопроводів, незважаючи на можливі катастрофічні наслідки, основна увага повинна бути приділена виконанню діючих процедур (тобто, в першу чергу, організаційним заходам), то робота газоелектрозварювальника вимагає постійної уваги вищого керівництва та удосконаленню заходів по забезпеченню безпеки працівника.

### 3.2. Ідентифікація небезпек на робочому місці газоелектрозварювальника

*Зварювання тертям* (у твердому середовищі, без розплавлення заготовок при температурі 1000...1300 °С, процес високопродуктивний, забезпечує високу якість). Важлива особливість зварювання тертям — гігієнічність. Процес відбувається практично без участі людини.

*Дифузійне й ультразвукове зварювання.* Характеризується високою гігієнічністю: відсутністю інтенсивного виділення шкідливих речовин у навколишнє середовище. В той же час ці процеси супроводжуються інтенсивним впливом ультразвуку і шуму на оператора, а обладнання для дифузійного зварювання створює сильне електромагнітне поле.

*Електронно-променеве зварювання.* Процес автоматизований, зона зварювання локалізована, робітник знаходиться на відстані від зони зварювання. Тому цей процес є сприятливим з точки зору запиленості та загазованості. Однак слід мати на увазі, що цей спосіб зварювання супроводжується іонізуючим випромінюванням, потужним ультрафіолетовим і видимим випромінюванням, а також шумом.

*Лазерне зварювання.* Відомо, що лазерне випромінювання становить небезпеку для людини. Пряме і віддзеркалене випромінювання здатне впливати на шкіру, органи зору, нервову систему. Крім того робота оптичного квантового генератора супроводжується ультразвуком, генерацією рентгенівського випромінювання та утворенням часток високих енергій, що

проникають в організм. У зв'язку з цим процес лазерної обробки має бути максимально автоматизованим і виключати участь людини.

*Ацетиленово-кисневе зварювання та різання.* Ацетилен малотоксичний, але містить дуже шкідливі домішки (фосфін, аміак, сірководень), що збільшують його токсичність. На початковій стадії різання утворюється значна кількість оксиду вуглецю, а також оксиди азоту. Можливе утворення вибухонебезпечної суміші при накопиченні в повітрі більше 1,5 % ацетилену.

*Плазмово-дугове зварювання і різання.* Застосування плазмово-дугового різання вимагає спеціальних заходів щодо створення сприятливих умов праці. Це викликано тим, що для стійкої роботи електродів (вольфрамових, гафнієвих, цирконієвих) їх стабілізують присадками рідкоземельних металів, пари яких дуже отруйні. Крім того, плазмово-дугове зварювання і різання застосовується для легованих та кольорових металів і сплавів, аерозолі які небезпечні для здоров'я. При інтенсивній роботі однієї машини під час розкрюювання низьковуглецевої сталі товщиною 12...40 мм концентрація аерозолу в зоні дихання становить біля 2000 мг/м<sup>3</sup>.

Вміст оксидів азоту в повітрі робочої зони може в 10 разів перевищувати ГДК. Утворюється озон. Процес супроводжується великим шумом (120 дБА), переважно в комбінації з ультразвуком. Дуже несприятливим є сильне випромінювання в оптичному діапазоні (інфрачервоне, ультрафіолетове і видиме), яке супроводжує всі види плазмової обробки.

У зарубіжній і вітчизняній літературі вказується, що ступінь шкідливості основних способів зварювання зростає в такому порядку: газове зварювання, зварювання неплавким електродом, зварювання у вуглекислому газі, дугове зварювання покритими електродами, плазмово-дугове зварювання і різання.

Робота зварника відноситься до 3-ого класу важкої та шкідливої праці. Особливо шкідливими фактором виробничого середовища є - зварювальний аерозоль .

До професійних захворювань зварників відносяться інтоксикація (отруєння) марганцем, що характеризується ураженням центральної нервової системи. Наявність в повітрі високих концентрацій монооксиду вуглецю, може бути причиною як гострого, так і хронічного отруєння. Вплив оксидів азоту в закритих приміщеннях може проявлятися розвитком набряку легенів.

Усі різновидності зварювання металів відкритою дугою, за винятком зварювання під флюсом, є джерелом видимого випромінювання, ультрафіолетових променів, іскор та бризок розплавленого металу і шлаку. Більшість цих процесів супроводжуються інфрачервоним випромінюванням зварювальної дуги і нагрітого основного металу.

При різних способах зварювання на долю випромінювання в УФ області спектра припадає 1...40% інтегральної інтенсивності променистого потоку. Зі збільшенням сили зварювального струму та напруги дуги інтенсивність УФ складової випромінювання оптичного діапазону підвищується. Спектр випромінювання зміщується у бік коротких хвиль.

Рівень шуму, що утворюється дугою, залежить від режиму зварювання. Так при механізованому зварюванні у вуглекислому газі при зміні сили струму з 200 до 450 А рівень шуму зростає з 86 до 97 дБА, а при зварюванні в аргоні збільшення струму з 150 до 500 А збільшує інтенсивність шуму з 90 до 150 дБА, тобто на окремих режимах перевищує норму. Разом з тим, крім шуму, створеного дугою та зварювальним обладнанням, на працюючих можуть здійснювати вплив і інші джерела шуму, що створюються при роботі технологічного обладнання.

Психофізіологічна дія на зварника проявляється в вигляді фізичних та нервово-психічних навантажень. Фізичні навантаження викликають у людини статичні та динамічні напруги, що залежать від маси зварювального інструменту, гнучкості шлангів і дротів, тривалості безперервної роботи,



підтримання робочої пози. В результаті статичної перенапруги може виникнути захворювання нервово-м'язового апарату плечового пояса. Нервово-психічні навантаження призводять до перенапруги зорових аналізаторів та виникненню нервово-емоційної напруги у зварників.

Наявність небезпечних і шкідливих виробничих факторів є невід'ємним наслідком зварювального процесу. Серед них найбільшу загрозу для здоров'я зварників становить зварювальний аерозоль, від якого до цього часу зварник захищений дуже слабо. Вплив ЗА на організм призводить до бронхо-легеневих захворювань зварників. Це – пневмоконіоз, що виявився у зварників, які відпрацювали у зварювальних цехах більше 15 років, і хронічний бронхіт, що виникає вже через 5 років праці за професією зварника. При виконанні зварювальних робіт у недоступних для вентиляції замкнених просторах період розвитку пневмоконіозу скорочується до 5 років. Крім того, є дані, які свідчать про те, що вплив канцерогенних речовин шестивалентного хрому і нікелю у складі зварювального аерозолю на органи дихання може підвищувати ризик розвитку онкологічних захворювань.

ГДК основних шкідливих речовин (у вигляді аерозолів та газів), що утворюються при зварюванні, наведені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Основні шкідливі речовини, що утворюються при зварюванні.

№ п/п	Найменування шкідливостей	ГДК, мг/м <sup>3</sup>
1	2	3
	<b>Аерозолі</b>	
1	Марганець у зварювальних аерозолях при його концентрації: до 20 % від 20 до 30 %	0,2 0,1
2	Оксид хрому (по Cr <sup>3+</sup> )	1
3	Хромати, біхромати (в перерахунку на CrO <sub>3</sub> )	0,01
4	Нікель, оксиди нікелю (по Ni)	0,05
5	Залізо, оксид заліза (по Fe)	6
6	Діоксид кремнію аморфний в суміші з оксидом марганцю у вигляді аерозолю конденсації при вмісті кожного з них не більше 10 %	1*
7	Мідь	1/0,5**

8	Титан, діоксид титану (по Ti)	10,0
9	Оксид цинку	0,5
10	Солі фтористоводневої кислоти (по F): а) фториди натрію, калію... б) фториди алюмінію, магнію, кальцію, стронцію, міді, хрому...	1/0,2** 2,5/0,5**
	<b>Гази</b>	
1	Оксиди азоту (NO <sub>2</sub> , NO)	2,0
2	Озон	0,1
3	Оксид вуглецю	2,0
4	Фтористий водень (в перерахунку на F)	0,5/0,1**

Примітка: ГДК для загальної маси аерозолі; \*\* в чисельнику максимальна, а в знаменнику – середньозмінна ГДК.

Токсичність газів обумовлена, в першу чергу, наявністю діоксиду вуглецю — наркотику, що подразнює слизові оболонки, викликає шум у вухах, запаморочення. Не горить і не підтримує горіння. CO<sub>2</sub> у півтора рази важчий за повітря, тому може накопичуватись у нижніх шарах приміщення і внаслідок цього знижувати вміст необхідного для дихання кисню в зоні дихання, що призводить до отруєння людини.

Отже, інтенсивність праці та параметри мікроклімату впливають на стан людини, що працює в запиленому та загазованому приміщенні. При цьому посилена дихальна діяльність призводить до поглинання підвищених доз повітря, а разом з ним — шкідливих речовин; високі температури повітря посилюють шкідливу дію отрут на організм людини.

### 3.3. Вибір основних працезохоронних заходів

#### 3.3.1. Аналіз процесу утворення зварювального аерозолі

При електродуговому процесі внаслідок впливу на основний метал і матеріал електрода тепла дуги виникає їх плавлення та часткове випаровування. Пари матеріалів електрода і зварювальної ванни, що утворюються у високотемпературній зоні, надходять у повітря

навколишнього середовища, яке має нижчу температуру, де, конденсуючись у тверді частинки, утворюють у повітрі зважені дрібнодисперсні частини, які за рахунок аеродинамічних сил довгий час можуть перебувати у зваженому стані (рис. 3.1). Таким чином, за механізмом утворення ЗА належать до аерозолів конденсації і являють собою дисперсну систему, в якій дисперсною фазою є дрібні частинки твердої речовини, а дисперсійним середовищем суміш газів.

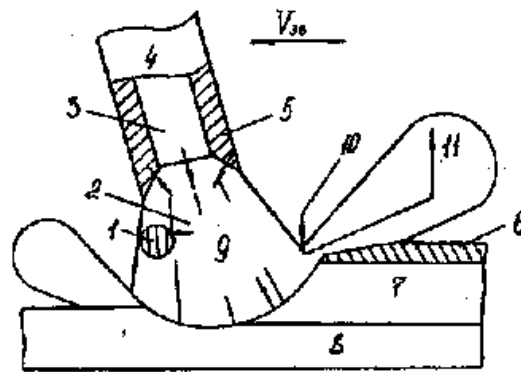


Рис. 3.1. Механізм утворення зварювального аерозолу при зварюванні електродами

1 - крапля металу; 2- дуга; 3- стрижень електрода; 4 - електрод, що плавиться; 5 - покриття електрода; 6 - шлак; 7 - метал шва; 8 - основний метал; 9 - високотемпературна пара; 10 - межа конденсації; 11 - аерозоль.

Зварювальний аерозоль утворюється переважно в результаті випаровування розплавленого металу на торці електрода: пари виділяються в нижній частині стовпа дуги і виносяться газовими потоками в навколишнє середовище, де окислюються та конденсуються в тверді частинки.

Головним джерелом ЗА є випаровування металу з торця електрода, а також з поверхні крапель.

Під час зварювання змінним струмом інтенсивність виділення аерозолу періодично змінюється відповідно до частоти зміни полярності струму, незалежно від частоти перенесення крапель. При цьому кількість аерозолу, що виділяється, залежить від зварювального струму; вона

практично дорівнює нулю, коли миттєве значення зварювального струму близьке до нуля, і досягає свого максимуму при максимальній величині струму.

Швидкість утворення пари при високій температурі залежить від пружності компонентів пари, температури поверхні випаровування, а також від її площі. Під час імпульсно-дугового зварювання в аргоні також помічено менш інтенсивне, порівняно зі звичайним зварюванням, утворення аерозолі через мінімальний час перебування краплі в дузі. Основне джерело зварювального аерозолі знаходиться на торці плавкого електрода, випаровуванням розплавленого металу під час перенесення крапель зневажати не можна.

Інтенсивність утворення ЗА визначається швидкістю плавлення електродного матеріалу і залежить від зварювального струму та напруги дуги, від складу зварювальних матеріалів, основного металу і захисного середовища, а також від положення шва у просторі та техніки зварювання. Встановлено, що при зварюванні покритими електродами в ЗА переходить 1...3 % від маси електрода, а у випадку зварювання плавким електродом в захисних газах – 0,5...2,0 % від маси зварювального дроту. Хімічний склад ЗА на 80...90 % обумовлено складом зварювальних матеріалів.

### 3.3.2. Технологічні способи зниження шкідливих виділень при зварюванні

Для робітників у галузі зварювання особливий інтерес становлять технологічні способи зниження рівня виділення ЗА, які полягають в удосконаленні (у гігієнічному відношенні) зварювальних матеріалів, технологій, обладнання та виборі оптимальних режимів зварювання. Ці способи засновані на використанні закономірностей процесів утворення ЗА.

### 3.3.2.1. Вибір хімічного складу зварювальних матеріалів

Хімічний склад ЗА на 80-90 % зумовлений складом зварювального матеріалу. Тому раціонально вивчити вплив складу зварювальних матеріалів на утворення ЗА та оцінити можливості зниження їх виділень за рахунок удосконалення складу цих матеріалів.

Оскільки джерелами утворення ЗА є металевий та шлаковий розплави, для забезпечення мінімального виділення ЗА основне значення мають такі моменти:

1. Покриття електрода, флюс або серцевина порошкового дроту стримують утворення ЗА з металевого розплаву;
2. Покриття електрода, флюс або серцевина ПД самі по собі є джерелами ЗА;
3. Аерозоль, що утворюється із покриття електрода, флюсу або серцевини ПД, хімічно взаємодіє з аерозолем із металевого розплаву.

В процесі зварювання електродне покриття, флюс або серцевина плавляться, утворюючи шлак, який, виконуючи основну функцію захисту металічного розплаву від навколишньої атмосфери, у той же час перешкоджає випаровуванню з нього летких легованих елементів. Тому потенційно токсичні метали, що необхідні для забезпечення потрібних фізико-механічних властивостей зварного шва, бажано вводити, коли це можливо, у дріт (електродний стрижень), ніж в електродне покриття, флюс або серцевину.

### 3.3.2.2. Використання низько токсичних електродів

Найсприятливішими в гігієнічному відношенні є низькотоксичні електроди з покриттям рутилового виду, розроблені свого часу, для заміни руднокислих електродів. Так, при застосуванні електродів АНО-1 питома виділення ЗА, зокрема марганцю, в 4—5 разів менше порівняно з електродами ЦМ-7.

### 3.3.2.3. Вибір складу захисного газу

При механізованому зварюванні в захисних газах рівень утворення ЗА та його хімічний склад значною мірою залежать від окислювальної здатності захисного газу. Активний газ  $\text{CO}_2$ , виконуючи захисні функції металу шва, водночас є окислювачем і сприяє утворенню ЗА як за рахунок випарування, так і за рахунок окислення електродного та основного металу. Тому зварювання в  $\text{CO}_2$  характеризується відносно високим рівнем виділення ЗА, а також шкідливих газотворюючих компонентів  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ . Уведення до складу захисної суміші інертного газу ( $\text{Ar}$ ) послаблює її окислювальну здатність і тим самим знижує рівень виділень ЗА, оскільки при цьому його утворення відбувається тільки за рахунок випарування металу.

### 3.3.2.4. Вибір технологічних параметрів режиму зварювання

Регулювання режиму зварювання (сили зварювального струму та напруги дуги) приводить до зміни рівня виділень ЗА. Залежності рівнів виділень ЗА від режиму зварювання мають складний вигляд: зі збільшенням величини зварювального струму та одночасно напруги дуги інтенсивність утворення ЗА спочатку підвищується, потім знижується до певного мінімального значення, після чого знову починає зростати. При цьому питомі виділення ЗА в основному знижуються.

Такі складні залежності рівнів виділень ЗА від режиму зварювання пояснюються впливом на процес виділення ЗА потужності дуги, характеру переносу електродного металу та рівня його розбризкування, що залежить, у свою чергу, від складу зварювальних дротів, захисного газу та режиму зварювання. На ділянці режимів зварювання, у межах якої інтенсивність утворення ЗА збільшується при підвищенні зварювального струму, зварювальний процес супроводжується коротким замиканням дугового проміжку краплями електродного металу, а вибухи перемичок посилюють інтенсивність викиду пари за межі дуги. Аналогічним змінам у рівні виділень

ЗА сприяє збільшення довжини дуги, а відповідно, і часу переносу та випарування крапель металу. При переході до крапельного або струменевого переносу без замикань дугового проміжку, а. також по мірі занурення дуги у ванну, що викликано подальшим; збільшенням зварювального струму, інтенсивність утворення ЗА: починає знижуватися та досягає мінімуму при повному зануренні дуги.

#### 3.3.2.5. Вибір виду зварювального обладнання

Знижувати рівень утворення ЗА можна шляхом застосування високоіндуктивних джерел енергії, які, обмежуючи підвищення сили струму під час короткого замикання, зменшують силу вибуху металічної перемички між дротом та зварювальною ванною, а також шляхом застосування транзисторних зварювальних джерел енергії з електронним керуванням вихідного сигналу, що дозволяє керувати переносом електродного металу.

Одним із способів зменшення рівня виділення ЗА за рахунок керування переносом електродного металу є зварювання імпульсним модульованим струмом.

#### 3.3.2.6. Вибір способу зварювання

Застосування напівавтоматичного зварювання у вуглекислому газі дротом суцільного перерізу типу Св-08Г2С замість ручного зварювання електродами загального призначення або порошковими дротами дозволяє знизити вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони в середньому більш ніж удвічі.

#### 3.3.3. Вибір засобів індивідуального захисту газоелектрозварювальника

Щоб уникнути описаного несприятливого впливу виробничих факторів, характерних для електрозварювання, необхідно не допускати опромінення зварювальною дугою очей та відкриті ділянки шкіри, захищати їх від влучення іскор і бризів металу й шлаків, нарешті, перешкоджати

влученню в органи подиху зварювального аерозолу. При всіх засобах дугового, електрошлакового, контактного й газового зварювання, це легше всього зробити за допомогою комплексного засобу індивідуального захисту.

Зварювальні щитки Speedglas 9000 із блоками Adflo. Комплексний засіб принципово складається із двох основних частин. Для захисту органів дихання і очей застосовується зварювальний щиток з автоматичним, що затемнюється світлофільтром, на рідких кристалах, а для захисту органів дихання блок фільтрації та подачі повітря. Важливо відзначити, що саме комплексний характер виробу в сукупності із правильно підібраним спеціальним захисним одягом, стійкої до випромінювання дуги, вогнестійкої і міцної, а також з рукавицями, що володіють необхідними захисними властивостями, дозволяє гарантувати повний захист електрозварника від небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Основним елементом комплексного засобу захисту є автоматичний світлофільтр.

У виключеному стані світлофільтр має ступінь затемнення 5-6 дин, при включенні світлофільтр освітлюється до 3 дин, що дозволяє, не піднімаючи щитка, візуально контролювати підготовчі й складальні операції, виконувати зварником. Коли деталь підготовлена, зварник підносить електрод до місця майбутнього зварювального шва й збуджує дугу. Саме цей момент найнебезпечніший для виникнення електроофтальмії. Застосування щитка з автоматичним світлофільтром виключає пошкодження очей, оскільки спостереження ведеться через світлофільтр ще до початку зварювання. Як тільки виникла дуга, світлофільтр миттєво затемнюється до необхідного рівня. На це йде незначний час, десяті частки мілісекунди(0,0001мс). Закінчується зварювання, світлофільтр освітлюється, і зварник, не піднімаючи щитка, знову може виконувати підготовчі операції.





Рис. 3.2. Зварювальний щиток Speedglas 9000



Рис 3.3. Схема надання кисню до маски.

Повітря котре подається до маски, по-перше, слугує для подиху зварника, по-друге, обмиває його обличчя, створюючи відчуття свіжості й оберігає від перегріву внаслідок впливу інфрачервоних променів, по-третє, створює деякий надлишковий тиск, що перешкоджає проникненню під щиток шкідливих речовин. Блок фільтрації зварника розміщений на боці або спині. Це сприяє тому, що повітря для подиху забирається з місця більше

вилученого від джерела утворення шкідливих речовин, де їхня концентрація не така велика.



Рис 3.4. Автономний блок фільтрації.

Автономний блок фільтрації, що входить до комплексного засобу турбоблок комбінованого протиаерозольного та протигазового захисту, що відрізняється підвищеною сорбційною ємністю по аерозолям та газам. В залежності від характеру забруднення повітря він може проводити як очистку тільки від аерозолю, так і від аерозольно-газової суміші. Установка додаткового протигазового фільтра займає лічені секунди. В зібраному вигляді блок не великого розміру, не має гострих кутів, зручно розміщується на поясі. Перевагою системи є також електронний блок управління потоком повітря, котрий автоматизовано підтримує необхідні затрати (160 або 200 л/хв.) та своєчасно надає сигнал тривоги у випадку великого забруднення фільтру або розрядки акумулятора.

Для роботи в замкнутих об'ємах запропоновано систему Fresh-air C, яка подає під щиток зварника чисте повітря від балону, магістралі або компресору.



Рис 3.5. Система Fresh-air C.

Зварювальний щиток Speedglas Fresh-air відрізняється унікальною системою повітряроповсюдження. Повітря підводиться одночасно по декількох каналах, що виключає вузконаправлений обдув обличчя.



Рис.3.6. Speedglas FlexFView.

Являє собою комбінацію зварювального щитка із прозорим щитком для зачисних і шліфувальних робіт. Таким чином, в одній масці пропонується універсальний засіб захисту для проведення зварювальних і допоміжних робіт, що забезпечує надійний захист і високий комфорт.

## ВИСНОВКИ

Більшість методів оцінювання професійного ризику, крім статистичного, застосовуються вимушено. На точність одержуваних з їх допомогою оцінок впливає точність залучаємої додаткової інформації. При цьому вважається, що залучення додаткової інформації підвищує точність оцінки. Проте, для оцінок, за результатами яких приймаються принципові рішення, слід враховувати і точність залученої додаткової інформації.

Підвищення ефективності методу експертних оцінок при розрахунку професійного ризику потребує залучення хоча б 5-6 експертів. (Експерт — це особа (спеціаліст), якому довірено висловити думку про якийсь суперечливий чи складний випадок, оскільки людство у складних ситуаціях завжди намагалося врахувати думку висококваліфікованих спеціалістів у різних сферах життєдіяльності). При цьому вони можуть мати неоднаковий рівень компетентності внаслідок різних займаних посад, практичного досвіду, освіти тощо. Відмічена доцільність для оцінки окремих складових професійного ризику залучати одну групу експертів – членів комісії з охорони праці.

Результати визначення базового ризику як прикладу реалізації методу HAZOP на ВО «Дружківкатепломережа» показали, що якщо для майстра з обслуговування підземних теплопроводів, незважаючи на можливі катастрофічні наслідки, основна увага повинна бути приділена виконанню діючих процедур (тобто, в першу чергу, організаційним заходам), то робота газоелектрозварювальника вимагає постійної уваги вищого керівництва та удосконаленню заходів по забезпеченню безпеки працівника.

Відмічена ефективність застосування комплексних засобів індивідуального захисту - зварювальних щитків Speedglas.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Рекомендації МОП-СУОП 2001 (ILO-OSH 2001) Керівництво з систем управління охороною праці
2. ДСТУ OHSAS 18001:2007 «Система управління безпекою та гігієною праці. Вимоги»
3. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-ХІІ (Редакція станом на 20.01.2018)
4. Рамкова директива 89/391/ЄС "Про впровадження заходів, що сприяють поліпшенню безпеки та гігієни праці працівників"
5. Рекомендації щодо розроблення системи профілактики виробничого травматизму на основі ризикоорієнтованого підходу. Погоджено Держгірпромнаглядом 02.08.2012
6. [Міністерство охорони здоров'я. Наказ "Про затвердження Гігієнічної класифікації праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу" від 27.12.2001 № 528](#)
7. Сварные строительные конструкции: Справ, изд. В 3-х т. / Под ред. Л. М. Лобанова. — Т. 3. — К.: ИЗС им. Е. О. Патона. — 2003. — 378 с. — Глава 6: Охрана труда при сварке / О. Г. Левченко, В. А. Метлицкий. — С. 293—319.
8. Левченко О. Г. Технологические способы снижения уровня образования сварочного аэрозоля // Свароч. пр-во. — 1998. — № 3. — С. 32—38. Левченко О. Г., Метлицкий В. А. Улучшение условий труда при механизированной сварке в защитных газах // Сварщик. — 1998. — №4. — С. 32
9. Электробезопасность на промышленных предприятиях / Р.В. Сабарно, А.Г. Степанов и др. — К.:Техніка, 1985. — 288с.

10. Информационно-поисковая система гигиенических характеристик сварочных аэрозолей / Демченко В.Ф., Левченко О.Г., Метлицкий В.А., Козлитина С.С. // Свароч. пр-во. — 2001.- № 8. — С. 41-45.
11. Siddiqui N.A. Risk Management Techniques HAZOP & HAZID Study/ Dr. N.A. Siddiqui, Abhishek Nandan, Madhuben Sharma, Abhinav Srivastava// INTERNATIONAL JOURNAL ON OCCUPATIONAL HEALTH & SAFETY, FIRE & ENVIRONMENT-ALLIED SCIENCE, 2014. –VOL.1 ISSUE1. –P. 5-8 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.academia.edu/9410443/Risk\\_Management\\_Techniques\\_HAZOP\\_and\\_HAZID\\_Study](http://www.academia.edu/9410443/Risk_Management_Techniques_HAZOP_and_HAZID_Study)
12. BRITISH STANDARD IEC 61882:2001 Hazard and operability studies (HAZOP studies) –Application guide [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <http://www.bsigroup.com/>
13. Examining Risk Priority Numbers in FMEA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.reliasoft.com/newsletter/2q2003/rpns.htm>
14. Risk & Safety Management. Fault Tree Analysis// AcqNotes [Электронный ресурс]: интернет-журн. –2014. – Вып. 3. – Режим доступа: <http://acqnotes.com/acqnote/tasks/fault-tree-analysisrisk>

#### Публікації авторів конкурсної роботи за темою дослідження

1. Помогайло А. А. Дудник К. А. Розробка пропозицій щодо покращення умов праці газоелектрозварників // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Метрологічні аспекти прийняття рішень в умовах роботи на техногенно небезпечних об'єктах», Х.: ХНАДУ, 4-5 листопада 2019 р. – с. 306-310. <https://fmab.khadi.kharkov.ua/uk/kafedri/upravlinnja-ta-administruvannja/vseukrajinska-naukovo-praktichna-konferencija>
2. Помогайло А. А., Дудник К. А. Особливості ризикоорієнтованого підходу до управління охороною праці // Збірник доповідей XI Міжнародної

науково-методичної конференції Міжнародної наукової конференції Європейської Асоціації наук з безпеки (EAS) "Безпека людини у сучасних умовах", 5 – 6 грудня 2019 р., НТУ «ХП», – Харків, 2019. – С. 79-80.

[http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/9945/1/Kondratenko\\_Kovalenko\\_KhP\\_I\\_2019.pdf](http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/9945/1/Kondratenko_Kovalenko_KhP_I_2019.pdf)

3. Помогайло А. А., Дудник К. А. Оцінка небезпеки на основі застосування методу HAZOP// Збірник доповідей XI Міжнародної науково-методичної конференції Міжнародної наукової конференції Європейської Асоціації наук з безпеки (EAS) "Безпека людини у сучасних умовах", 5 – 6 грудня 2019 р., НТУ «ХП», – Харків, 2019. – С. 81-82.

[http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/9945/1/Kondratenko\\_Kovalenko\\_KhP\\_I\\_2019.pdf](http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/9945/1/Kondratenko_Kovalenko_KhP_I_2019.pdf)

4. Акт впровадження в навчальний процес