

- періодична перевірка системи оповіщення працівників ПНО і організацій, з якими він взаємодіє при ліквідації наслідків аварії;
- періодичне відновлення аварійних запасів необхідних медичних препаратів.

**Висновки.** До основних принципів планування заходів ЦЗ відносяться: реальність, цілеспрямованість, конкретність, точність, гнучкість, перспективність. Розробка заходів щодо захисту персоналу та ліквідації наслідків аварій на ПНО повинно базуватися на глибоко продуманих рішеннях, обґрунтованих розрахунках та враховувати специфіку і особливості його діяльності.

Розроблено загальну методику планування заходів із захисту персоналу та ліквідації наслідків аварій на ПНО, яка враховує сучасні стратегії та принципи, а також відповідає вимогам щодо планування заходів ЦЗ. Запропонована методика може використовуватися не лише для ПНО, але і для будь-якого іншого об'єкта.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Організація управління цивільним захистом на підприємствах, в установах та організаціях : навч. посіб. / Гудович О. Д. та ін. Київ: ІДУЦЗ, 2011. 537с.
2. Методичні рекомендації щодо розроблення планів з питань цивільного захисту / Державна служба України з надзвичайних ситуацій. Київ: ДСНС, УНДЦЗ, 2015. 148с.
3. Порядок розроблення планів діяльності єдиної державної системи цивільного захисту: затв. постановою Кабінету Міністрів України від 9 серпня 2017 р. № 626. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/626-2017-п> (дата звернення: 17.03.2019).
4. Левчук К.О., Романюк Р.Я., Толлок А.О. Цивільний захист: навч. посіб. Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2016. 325с.
5. Левчук К.О., Романюк Р.Я. Стан питання про планування заходів цивільного захисту в Україні. *Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету (технічні науки)*, 2018. Вип. 2(33). С.106-112. DOI 10.31319/2519-2884.33.2018.208.

Надійшла до редколегії 18.03.2019.

УДК 613.6:669

DOI 10.31319/2519-2884.34.2019.29

БЄЛОКОНЬ К.В., к.т.н., доцент  
ТРОЙЦЬКА О.О., к.б.н., ст. наук. співр.  
РИЖКОВ В.Г., к.т.н., доцент

Запорізька державна інженерна академія

### АНАЛІЗ ШКІДЛИВИХ ТА НЕБЕЗПЕЧНИХ ВИРОБНИЧИХ ФАКТОРІВ ЕЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

**Вступ.** Здоров'я працюючого населення (професійне здоров'я) не тільки біологічна, але й соціальна категорія, і формується під впливом цілого комплексу факторів, серед яких умови праці, економічні умови, спосіб та якість життя – провідні, що визначають рівень здоров'я популяції та трудовий потенціал будь-якої країни.

На сучасному етапі розвитку електрометалургійного виробництва надзвичайно повільно відбувається заміна старого технологічного обладнання та впровадження новітніх технологій. Це породжує низку гострих гігієнічних проблем, і, незважаючи на проведення санітарно-гігієнічних заходів, залишається суттєвим вплив професійно-шкідливих факторів виробничого середовища металургійних підприємств на здоров'я працюючих, яких сьогодні в металургійній галузі близько 0,5 млн. чоловік [1-4].

Аналіз даних наукової літератури свідчить, що умови виробничого середовища металургійних підприємств дуже глибоко та всебічно вивчалися в період 1970-1980 рр., але сучасна ситуація в металургії змінюється. Здійснюються елементи модернізації виробництва, механізація основних технологічних процесів (заправка печі, завалювання шихти, заливання чавуну, додавання розкислювачів та легуючих добавок, безперервне лиття заготовок), що призводить до змін умов праці на робочих місцях. Дані обставини обумовлюють необхідність детального вивчення гігієнічних умов праці, впливу шкідливих чинників на організм працюючих, встановлення залежності між впливом комплексу виробничих чинників і захворюваністю працівників та вжиття негайних заходів щодо зниження захворюваності і збереження працездатності робітників [4].

За даними Держкомстату України в цілому в країні кожен четвертий робітник (24,7%) працює в умовах, які не відповідають санітарно-гігієнічним нормативам за параметрами вмісту пилу і хімічних забруднювачів у повітрі робочої зони, вібрації, шуму, інфра- та ультразвуку, іонізуючого і неіонізуючого випромінювання, важкості і напруженості праці тощо. Саме такі працівники (75%), вимушено працюючи у шкідливих та небезпечних умовах праці, є контингентами підвищеного професійного ризику здоров'ю і потребують особливої уваги медичної служби.

Відомо, що нині на металургійних підприємствах спостерігається стійке старіння основних виробничих фондів та відносно низька ефективність існуючих потужностей, мають місце шкідливі та небезпечні умови праці [1-4].

За умовами праці металургійну галузь промисловості України відносять до найбільш шкідливих і небезпечних виробництв. Інженерна діяльність спрямована, в основному, на забезпечення нормативної якості металу та прокату за наявності недостатньо досконалої технології та морально застарілого обладнання, що має підвищений рівень зносу. Умови праці у цехах з виробництва агломерату, чавуну, сталі та прокату є особливо важкими та шкідливими.

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори є головними причинами виникнення реальних, а також існування потенційних небезпек на підприємстві. Повне виключення небезпечних і шкідливих виробничих факторів в умовах виробництва неможливе, але зниження їх негативного впливу, а в деяких випадках усунення окремих, абсолютно необхідне та досягне завдання, яке слід вирішувати шляхом розробки і застосування відповідних заходів та засобів. Основою для розробки заходів і засобів є всебічний аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що можуть виникнути під час експлуатації технічної системи. Від повноти та об'єктивності процесу аналізу, на пряму залежить безпека як самої технічної системи, так і працівника, який її обслуговує.

**Постановка задачі.** Метою даного дослідження є аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів електросталеплавильного виробництва та розробка заходів захисту від впливу цих факторів.

**Результати роботи.** Основними шкідливими чинниками в електросталеплавильному виробництві є виділення великих кількостей тепла, пилу і газів, а також шум і вібрація. Найбільша кількість тепла виділяється при виплавці і розливанні сталі, витяганні зливків з виливниць та очищенні газів від пилу.

Джерелами інтенсивних теплових випромінювань є пічний і розливний прольоти, а також стриперне відділення. Оскільки електросталеплавильне виробництво – це гаряче виробництво, то із-за наявності великих кількостей надлишкового тепла відбувається значне підвищення температури повітря. Неприятливий вплив високих температур повітря посилюється дією випромінюваного тепла. Потоки теплових випромінювань в гарячих цехах створюють в основному інфрачервоні промені довжиною хвилі до 10 мкм [5].

Шкідливим чинником виробничого середовища може бути наявність високих концентрацій пилу в повітрі робочої зони. Джерелами виділення пилу і газів є поверхні рідкого металу і шлаку, процеси перевантаження і транспортування матеріалів, а також

різні сипучі матеріали. Висока температура в робочому просторі призводить до випару металу і шлаку з подальшою конденсацією і утворенням пилу дрібних фракцій. Заправка поду, укосів, заливка чавуну в піч і ряд інших операцій також можуть супроводжуватися виділенням пилу. Гранично допустима концентрація такого пилу в повітрі робочої зони виробничих приміщень не повинна перевищувати  $4 \text{ мг/м}^3$ , а фактичне значення на робочому місці сталевара електропечі складає  $18,4 \text{ мг/м}^3$  і відноситься до III класу III ступеня небезпеки.

У повітря робочої зони також потрапляють наступні газоподібні речовини: ангідрид хромовий, оксид марганцю, сірководень, діоксид азоту, оксид вуглецю та інші, які утворюються в результаті фізико-хімічних реакцій в процесі плавки.

При виконанні деяких операцій електросталеплавильного процесу можливе виникнення шуму механічного, аеродинамічного і термічного походження. Джерелом шуму є рухомі технологічні гази при поданні їх у комунікації, вдуванні в печі, рухомі електромостові крани, машини завалень, транспортери, поїзди та ін. Рівень шуму на робочих місцях сягає 96 дБА.

Вібрація спостерігається в кабінах кранівників, при зачистці металу та деяких інших операціях. Рівень загальної вібрації на робочих місцях досягає 116 дБ.

Наявність на більшості дільниць потужного нагрівального обладнання, розплавленого і розпеченого металу, шлаку обумовлює величезні тепловиділення в приміщенні цеху та інтенсивне інфрачервоне (теплове), а на деяких ділянках і ультрафіолетове випромінювання. Виділення тепла на деяких дільницях сягає  $1950 \text{ Вт/м}^2$ . Інтенсивне інфрачервоне випромінювання, крім прямого впливу на робітників, нагріває навколишні поверхні і предмети, які стають додатковими дуже потужними джерелами тепловиділення. В результаті повітря цеху в теплий період року нагрівається до  $40\text{-}50^\circ\text{C}$ . У холодний період року тепловиділення, створюючи сильний тепловий напір, сприяє інтенсивному повітрообміну, за рахунок якого повітря робочої зони нерідко значно переохолоджується.

Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів та карту умов праці для робочого місця сталевара електропечі представлено в табл.1.

Таблиця 1 – Оцінка чинників виробничого трудового процесу сталевара електропечі електросталеплавильного цеху

№ п/п	Чинники виробничого середовища і трудового процесу	Нормативне значення	Фактичне значення	III клас: шкідливі і небезпечні умови, характер праці			Тривалість дії чинника за зміну, %
				I ступеня	II ступеня	III ступеня	
1	2	3	4	5	6	6	8
1	Шкідливі хімічні речовини, $\text{мг/м}^3$ : 1 клас небезпеки Ангідрид хромовий Оксид марганцю 3 клас небезпеки Сірководень Діоксид азоту Оксид вуглецю	0,01 0,05 10 2,0 20,0	0,07 0,39 10,8 0,55 5,0	1,08		7 7,8	90

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	6	8
2	Пил, переважно фіброгенної дії, г/м <sup>3</sup>	4	18,4			4,6	90
3	Шум, дБА	80	96			16	90
4	Вібрація (локальна), дБ	109	116			7	90
5	Мікроклімат в приміщенні: - Температура, °С - Швидкість руху повітря, м/с - Відносна вологість повітря, % - Інфрачервоне випромінювання, Вт/м <sup>2</sup>	16...27 0,2...0,6 70 140	34 0,71 40 1950	1,18	7 1950		90
6	Тяжкість і напруженість праці	Категорія робіт – важка, III напружена					

Таким чином, проведений аналіз умов праці дозволяє зробити висновок, що умови праці відносяться до III класу 3 ступеня відповідно до «Гігієнічної класифікації праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Робоче місце сталевара електропечі має в наявності 2 чинники I ступеня, 2 чинники II ступеня і 5 чинників III ступеня. За показниками робоче місце слід вважати з особливо шкідливими і особливо важкими умовами праці.

Звичайно за таких умов праці у металургійній галузі підвищується ризик професійних захворювань, знижується рівень контролю безпечної поведінки обслуговуючого персоналу та суттєво зростає ймовірність виникнення виробничого травматизму.

Результати досліджень показали, що перевищення допустимого рівня температури у виробничому середовищі на 1,0°C призводить до збільшення втрат робочого часу через серцево-судинні захворювання працівників. Наявність надлишків теплоти у робочому середовищі суттєво знижує працездатність і продуктивність праці виробничого персоналу. Так, за температури повітря у робочому середовищі, яка дорівнює 26-30°C, працездатність персоналу складає всього 20-50% її рівня за температури 18°C. Слід зазначити, що для гарячих цехів електросталеплавильного виробництва рівень температури в робочому середовищі влітку сягає 40-50°C. Окрім того, через наявність обладнання значних габаритів, мостових кранів і рухомих механізмів, які здійснюють періодичне перекривання зони дії світильників, запиленості світлових отворів, а також недостатнього стану догляду за освітлювальними пристроями не забезпечується достатній рівень рівномірності та стабільності освітлення робочого середовища. Як наслідок, продуктивність праці працівників додатково знижується на 4-8%, та підвищується ймовірність виробничого травматизму.

Збільшення рівня шуму під час роботи різноманітного обладнання, а також засобів звукової сигналізації й аеродинамічних викидів досягає значення 100-120 дБА, що може призвести до втрати тимчасової непрацездатності [6].

Окрім того, встановлено, що ефективність використання обладнання та збільшення фонду робочого часу значно залежить від санітарно-гігієнічного стану робочого середовища. Наявність одночасної дії на виробничий персонал декількох шкідливих чинників – підвищеної температури робочого середовища, теплового випромінювання, пилу, шкідливих хімічних речовин у вигляді аерозолі та газів, шуму й вібрації – призводить до 20-30% простоїв обладнання через виробничий травматизм та професійні захворювання.

Завдяки поліпшенню умов праці працівників підприємства можуть досягти значної економії коштів через зниження витрат на пільги, компенсації та оплату листків

тимчасової непрацездатності. Близько 60-80% працівників металургійної галузі промисловості працюють у несприятливих умовах із скороченим робочим тижнем (36 годин) з надбавками 12-24% до заробітної платні, а також додатковою відпусткою та виходом на пенсію за першим або другим списками, тобто суттєві кошти сплачуються за фактично невідпрацьований календарний час. Незважаючи на те, що поліпшення умов праці працівників потребує значних капітальних вкладень для впровадження сучасних технологій і модернізації обладнання з підвищеним рівнем захисту працівників від дії шкідливих і небезпечних чинників виробничого середовища, зазначені витрати порівняно швидко окупаються та виникає можливість зменшення виплат на екологічний податок і зниження витрат до страхового фонду [6].

***Розробка заходів захисту від впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів електросталеплавильного виробництва.***

Пил виявляє шкідливу дію на організм людини, подразнюючи шкіру, очі, ясна, вуха. Проникаючи в організм при диханні, при заковтуванні і через пори шкіри, пил може викликати різні професійні захворювання – пневмоконіози, фібрози, хронічні бронхіти, а також шкірні захворювання.

Найбільш ефективними засобами боротьби з пилом є механізація виробничих процесів з герметизацією операцій, пов'язаних з просіюванням, змішуванням і транспортуванням сипучих матеріалів і аспірацією пилу з місць її утворення, а також зрошування водою при різних робочих операціях, пов'язаних з пилоутворенням. Також необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту органів дихання, зокрема респіратор ШБ-2, який усуває дію пилу на організм працюючих [5].

При потраплянні в організм людини через дихальні шляхи оксиду вуглецю (II), через утворення карбоксигемоглобіну, різко знижується здатність крові переносити кисень до тканин, тому може наступити кисневе голодування. Головним чином, це впливає на функції центральної нервової системи.

Сірчистий ангідрид має подразнюючу дію. При контакті з біологічними органами він викликає запальну реакцію, причому насамперед страждають органи дихання, шкіра і слизисті оболонки очей.

Діоксид азоту потрапляє в організм через дихальні шляхи і може утворити в крові метгемоглобін. У робочих можуть виникати кашель, задуха, задишка. У важких випадках може розвинути набряк легенів. Спостерігаються також головні болі, серцева слабкість.

Одним з основних заходів з попередження можливого отруєння оксидом вуглецю (II), сірчистим ангідридом, оксидом азоту (II) і іншими газами є своєчасне виявлення місць їх виділення або скупчення. Ці місця є газонебезпечними. Перелік таких місць і дільниць складається заздалегідь і затверджується головним інженером заводу. Працівники санітарно-технічних лабораторій і газорятувальні служби щодоби за встановленим графіком повинні контролювати склад повітряного середовища в усіх газонебезпечних місцях. При виявленні виділень або скупчень газу негайно приймаються заходи з припинення допуску в газонебезпечні зони людей і локалізації джерела виділення газу.

Для поліпшення мікроклімату на робочих місцях в районі пічного і розливного прольотів передбачають природну і механічну подачу повітря душовими установками з обробкою повітря на типових кондиціонерах до постійних робочих місць. Ефективним засобом в боротьбі з теплонадлишками є аерація. Для здійснення аерації необхідно зробити два ряди отворів в подовжніх стінах будівлі електросталеплавильного цеху: перший ряд – на рівні 2 м від підлоги, другий – на рівні підкранових балок (10 м) [5].

Також потрібна витяжна вентиляція: в пічному прольоті – за допомогою місцевих відсмоктувачів і механічної вентиляції з верхньої зони; у розливному прольоті – також місцеві відсмоктувачі і природна загальнообмінна вентиляція з верхньої зони.

Надмірний шум негативно впливає на продуктивність праці. Тривала дія шуму може призвести до зниження слуху, а іноді до глухоти. Шум негативно впливає на серцево-судинну і центральну нервову систему.

Для захисту виробничого персоналу від шуму устаткування його повністю закривають герметично звукоізолюючим кожухом, який виготовляють зазвичай із сталевих листів товщиною 2-3 мм, а внутрішні поверхні облицьовують звукопоглинальними матеріалами. Якщо це не зробити, то за рахунок доброї відбивної здатності сталевих листів рівень шуму усередині кожуха різко підвищиться, і його фактична звукоізоляція виявиться зменшеною на 18-20 дБ. Звукоізолюючий кожух встановлюють на пружних прокладеннях, а машину ретельно віброізолюють від фундаменту, не допускаючи жорстких контактів між машиною і кожухом. Отвори для циркуляції повітря і проходження комунікацій забезпечуються глушниками шуму або герметизуються сальниками.

В електросталеплавильному виробництві захисту від теплових випромінювань підлягають конструкції на наступних теплонапружених дільницях: підкранові балки над електросталеплавильними печами, колони майданчика на дільниці зливу металу і шлаку, конструкції розливного майданчика, стіни і колони у стриперному відділенні. Підвищена тепла дія на організм людини призводить до перенапруження його терморегуляторних функцій і може викликати порушення теплового балансу організму. Посилене потовиділення при напруженій м'язовій роботі в умовах підвищеного температурного режиму призводить до втрати кров'ю хлористого натрію, що є основним елементом, який утримує в крові воду. Вимивання з'єднань хлору з організму призводить до пониження кислотності шлункового соку і виникнення шлунково-кишкових захворювань [5].

Для зниження шкідливої дії тепла на організм людини стінки і колони мають бути теплоізольовані, а над печами мають бути влаштовані зонти з витяжними трубами. З боків електропечей для захисту від променистого тепла мають бути встановлені екрани у вигляді щитів з металевих листів і азбесту або сіток, безперервно зрошуваних водою.

Особливістю роботи в електросталеплавильному виробництві є те, що періодично у полі зору експлуатаційного персоналу знаходяться розплавлені маси сталі, а також факели гарячого газу. Ці джерела мають високу яскравість, що різко відрізняється від навколишнього фону. На робочих місцях працівників необхідно застосовувати сумісне освітлення. У якості джерела світла необхідно використовувати лампи розжарювання ФРЛ-500М і світильники ГСР-400ВТ. У місцях зручних з великою кількістю пилу необхідно застосовувати пилонапроникні світильники типу СХ і ПГТ. Аварійне освітлення передбачається практично у всіх виробничих і прохідних приміщеннях. Для забезпечення можливості виконання ремонтних робіт, огляду внутрішніх порожнин застосовують переносне освітлення.

### **Висновки.**

1. Важливе місце у структурі факторів, що формують стан здоров'я працюючих, належить умовам праці. Одним з найбільш численних контингентів, що підпадають під дію підвищеного професійного ризику, – це працівники металургійного виробництва, 75% яких працюють в умовах, що не відповідають гігієнічним нормативам.

2. Умови праці в електрометалургійному виробництві характеризуються підвищеною температурою (влітку 40-50°C), інтенсивним тепловим випромінюванням (1950 Вт/м<sup>2</sup>), різкими температурними перепадами (особливо взимку), високими концентраціями пилу, що в декілька разів перевищують ГДК (18,4 мг/м<sup>3</sup>), та інтенсивним шумом (116 дБА).

3. Умови праці та трудового процесу в електрометалургійному виробництві відносяться до III класу 3 ступеня відповідно до «Гігієнічної класифікації праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Робоче місце сталевара електропечі має в наявності

2 чинники I ступеня, 2 чинники II ступеня і 5 чинників III ступеня. За показниками робоче місце слід вважати з особливо шкідливими і особливо важкими умовами праці.

4. Розроблено заходи щодо зниження потенційних шкідливих та небезпечних виробничих чинників електросталеплавильного виробництва.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Егорова А.М. Характеристика условий труда на металлургических предприятиях. *Гигиена и санитария*, 2008. № 3. С.36-37.
2. Belokon K.V. Ecological aspects of the neutralization of gas emissions leaving from the resin storehouse of Joint-stock company "Zaporozhkoks" / Vladislav Rumiantsev, Nikolay Yakubin, Karina Belokon, Elena Matukhno, Catherine Leventsova // *Metallurgical and Mining Industry*, 2015. № 4. С.105-109.
3. Белоконов К.В. Про підвищення екологічної безпеки газових викидів металургійних підприємств. *Металургія: сб. науч. труд.* Запорожье: ЗГИА, 2011. Вып. 25. С.164-169.
4. Орехова О.В. Сучасний стан умов праці в металургійному виробництві України. *Scientific Journal «ScienceRise: Medical Science»*, 2016. № 10(6). С.34-39.
5. Геврик С.О. Охрана праці: навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів. К.: Ельга, Ніка-Центр, 2003. 280с.
6. Філософські та соціальні аспекти охорони праці у металургійній галузі промисловості / В.К.Тарасов, В.І.Іванов, В.Р.Румянцев, В.Г.Рижков. *Гуманітарний вісник ЗДІА*, 2015. № 60. С.246-253.

Надійшла до редколегії 27.11.2018.

УДК 629.039.58

DOI 10.31319/2519-2884.34.2019.30

МАХОВСЬКИЙ В.О., к.т.н, доцент  
КРЮКОВСЬКА О.А., к.т.н, доцент

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

### АНАЛІЗ, ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОЦІНКА НЕБЕЗПЕК ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГАЗОНАПОВНЮВАЛЬНИХ ПУНКТІВ

**Вступ.** Зріджений газ у балонах давно і успішно використовується в різних виробничих сферах. Зараз український ринок наповнено різноманітними конструкціями газових балонів, зручними в застосуванні. Та вибухонебезпечність при роботі з рідкими газами є серйозною проблемою, адже найменше потрапляння іскри, перегрів, удари, струси можуть призвести до трагедії.

На даний час великою проблемою є заправка балонів зрідженим вуглеводневим газом в непередбачених для цього місцях при відсутності контролю рівня наповнення балонів та огляду їх технічного стану. До таких непередбачених заправок відносяться автомобільні газонаповнювальні пункти (ГНП).

**Постановка задачі.** Задачею роботи є виявлення потенційних причин виникнення аварійних ситуацій, розрахунки рівня ризику та оцінка масштабів та наслідків аварій під час прийому, зберігання і видачі зрідженого вуглеводного газу.

**Результати роботи.** Причина аварійної ситуації – відмова (накопичення одиничних відмов), ініціююча подію – розвиток аварії. Оцінки сучасних хімічних виробництв дають показник вірогідності аварії  $10^{-3}$ , тобто є великі потенційні технічні можливості для управління ризиком до стану фактичної надійності об'єктів і оснащення їх засобами контролю, діагностики і аварійного захисту.