

Шифр: «Безпека електрозварювальників»

**УМОВИ ТА БЕЗПЕКА ПРАЦІ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАЛЬНИКІВ
НА МАЛИХ І СЕРЕДНІХ ПІДПРИЄМСТВАХ**

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ОЦІНКА ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ НА МАЛИХ І СЕРЕДНІХ ПІДПРИЄМСТВАХ ІЗ ПОЗИЦІЙ ОХОРОНИ ПРАЦІ...	5
1.1. Обґрунтування актуальності досліджень умов і безпеки праці електрозварювальників на малих і середніх підприємствах.....	5
1.2. Оцінка зварювальних аерозолів як шкідливих виробничих чинників під час виконання електрозварювальних робіт.....	7
1.3. Оцінка електромагнітних випромінювань і полів як шкідливих виробничих чинників під час виконання електрозварювальних робіт.....	13
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ ЩОДО ПОЛІПШЕННЯ УМОВ ТА БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАЛЬНИКІВ НА МАЛИХ І СЕРЕДНІХ ПІДПРИЄМСТВАХ.....	19
2.1. Вибір та обґрунтування місцевої вентиляції для робочих місць електрозварювальників на малих і середніх підприємствах.....	20
2.2. Вибір та обґрунтування зварювальних електродів із позицій покращення умов і безпеки праці електрозварювальників малих і середніх підприємств.....	21
2.3. Вибір засобів захисту електрозварювальників від електромагнітних випромінювань та полів в умовах малих і середніх підприємств.....	23
ВИСНОВКИ.....	25
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	26

ВСТУП

Малі та середні підприємства в певній мірі складають основу соціальної стабільності країни. У промисловому сегменті на них виготовляється великий асортимент виробів різноманітного характеру. Крім того, вони забезпечують зайнятість громадян, а також надходження у вигляді податків до місцевих бюджетів. Кон'юнктура зовнішніх ринків впливає на них набагато менше, ніж на промислові гіганти. Малі та середні підприємства легше реагують на валютні коливання. Вони, зазвичай, гнучкі в організації щодо перепрофілювання або випуску нових виробів, а різноманітні реформістські віяння в економіці менш відчутно впливають на їх діяльність.

Однак в умовах послаблення державного контролю за дотриманням нормативних вимог охорони праці її стан на таких підприємствах якщо щороку не погіршується, та в кращому випадку залишається стабільно невисоким. Вважаємо, що основними причинами цього є:

- відсутність служби охорони праці або покладання її завдань на одного з посадових працівників у порядку сумісництва;
- низький рівень підготовки зазначеної у попередньому пункті особи до виконання обов'язків фахівця з охорони праці;
- безвідповідальне ставлення управлінського персоналу до забезпечення належного рівня охорони праці;
- відсутність стимулювання працівників за дотримання вимог техніки безпеки, виробничої санітарії тощо;
- відсутність або низький рівень профілактичної роботи з питань охорони праці;
- відсутність фінансування заходів із охорони праці.

На малих і середніх підприємствах (особливо у машинобудівному секторі) виконуються різноманітні зварювальні роботи, серед них часто електрозварювальні. У контексті вищесказаного їх умовам і безпеці часто не приділяється належної уваги. Це при тому, що виконання електрозварювальних

робіт супроводжується впливом на електрозварювальників цілого комплексу небезпечних і шкідливих виробничих чинників, результатом яких часто може бути виникнення професійного захворювання.

Тому вважаємо, що питання дослідження умов і безпеки праці електрозварювальників на малих і середніх підприємствах (з орієнтуванням на машинобудівний сектор), де виготовляється продукція промислового характеру з виконанням електрозварювальних робіт, а також розроблення заходів, спрямованих на поліпшення умов і безпеки праці електрозварювальників, є актуальним науковим і практичним завданням. Ця робота присвячена хоча б частковій спробі його вирішення.

Притому доцільно зазначити, що поміж застосовуваних способів зварювання металів одним із найбільш поширених є електродугове ручне зварювання вкритим електродом. Тому у роботі наводяться результати досліджень умов і безпеки праці при виконанні технологічних операцій зварювання саме таким способом, а також розроблені відповідні заходи щодо підвищення їх рівня.

РОЗДІЛ 1. ОЦІНКА ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ НА МАЛИХ І СЕРЕДНІХ ПІДПРИЄМСТВАХ ІЗ ПОЗИЦІЙ ОХОРОНИ ПРАЦІ

1.1. Обґрунтування актуальності досліджень умов і безпеки праці електрозварювальників на малих і середніх підприємствах

Забезпечення належного функціонування системи управління охороною праці в умовах ослаблення державного контролю за станом охорони праці в цілому – назріла проблема сьогодення. Підтвердженням цьому є Концепція реформування системи управління охороною праці в Україні, затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів від 12 грудня 2018 року №989-р [1].

Насамперед це стосується малих і середніх підприємств. Варто відмітити, що трактування понять «мале підприємство» та «середнє підприємство» вітчизняним та європейським законодавством не дуже відрізняється. Наприклад, за баченням Європейської Комісії, диференціацію підприємств на «дуже малі», «малі» та «середні» доцільно проводити за:

- загальною кількістю працівників;
- фінансовими показниками роботи підприємства (річний баланс та оборот).

Цією організацією «малими» рекомендується вважати підприємства з кількістю працівників від 10 до 50, «середніми» – коли кількість працівників від 50 до 250.

Щодо нашої держави, то Господарським кодексом України (п. 3 ст. 55) [2] передбачено диференціацію підприємств на:

- мікропідприємства;
- малі підприємства;
- середні підприємства;
- великі підприємства.

«Малим» вважається підприємство, якщо кількість його працівників знаходиться в межах 10-50 осіб, «великим» – коли більше 250. Якщо ж підприємство не можна віднести до жодної із цих категорій, тоді воно (за Господарським кодексом України) – «середнє» (за винятком мікропідприємств).

Таким чином, за наближеною диференціацією підприємств на категорії для європейського та вітчизняного законодавства спільним є те, що до «середнім» підприємство вважається при кількості працівників від 50 до 250.

У контексті забезпечення належного рівня охорони праці, то як малі, так і середні підприємства найчастіше створення й утримання повноцінної служби охорони праці уникають. Посадові особи, які за сумісництвом виконують обов'язки фахівця з охорони праці, зазвичай надто слабо для цього підготовлені і не спроможні повноцінно виконувати обов'язки, покладені на них законодавством. Набуває поширення в цій сфері діяльності аутсорсинг, однак лише за його допомогою кардинально підвищити рівень охорони праці на підприємстві дуже непросто, особливо коли в цьому не особливо зацікавлений власник підприємства.

Така ситуація на малих і середніх підприємствах може загрожувати плачевними наслідками, особливо коли на них виконуються роботи підвищеної небезпеки, до категорії яких відносяться й електрозварювальні. Адже виробниче обладнання для виконання операцій електрозварювання належить до категорії травмонебезпечного. На електрозварювальників діють різноманітні за своєю фізичною природою небезпечні та шкідливі виробничі фактори.

Умови праці – надзвичайно шкідливі. Повітря, яке забруднюється під час електрозварювальних операцій, при низькій ефективності місцевої витяжної вентиляції (будь то шафа, зонт, панель чи інші її різновиди) поширюється по виробничому приміщенні та наносить істотну шкоду здоров'ю всіх працівників.

Електромагнітні випромінювання та поля, які генерує електрозварювальне обладнання, трансформатори, силові кабелі тощо також шкідливо впливають на здоров'я електрозварювальників. Адже робоче місце

електрозварювальника розміщене в безпосередній близькості від зони зварювання, а за результатами проведених досліджень напруженість електромагнітних полів у ній знаходиться в межах 0,5-40 кА/м. Притому варто відзначити, що величина вищезазначеної електромагнітної напруженості залежить від режиму зварювання.

Тому аналізу стану охорони праці на вітчизняних малих і середніх підприємствах з метою запобігання травматизму та виникненню профзахворювань (в умовах послаблення державного нагляду у цій сфері), зокрема дослідженням умов і безпеки праці електрозварювальників (особливо у машинобудівному секторі) повинна приділятися особлива увага не лише на державному та регіональному рівнях, а, насамперед, на самих підприємствах.

1.2. Оцінка зварювальних аерозолів як шкідливих виробничих чинників під час виконання електрозварювальних робіт

У викладених нижче результатах власних досліджень використані також напрацювання з джерел [3-6].

Шкідливість забрудненого повітря для здоров'я (та й життя в цілому) електрозварювальників загальновідомий та неодноразово підтверджений висновками відповідних медичних комісій. Адже це повітря насичене значною кількістю хімічних елементів та їх сполук, досить часто із дуже високими концентраціями останніх. У виробничих умовах кожен електрозварювальник знає про небезпеку впливу на його здоров'я зварювального аерозолу – гетерогенної, найчастіше двофазної системи, склад якої в кожних реальних умовах зварювання відрізняється. Однак спільним є те, що утворюється він практично при всіх видах та способах зварювання.

Тонкодисперсність твердих частинок, які у ньому знаходяться, дозволяє проникати їм глибоко у бронхолегеневий апарат людини, затримуватись та накопичуватись у ньому. Як наслідок – виникнення різноманітних захворювань

органів дихання людини, а часто також і патогенних процесів у організмах зварювальників.

Як для пилу, для зварювального аерозолі властиві характерні фізико-хімічні властивості, від яких істотно залежить ступінь та особливості впливу на організм зварювальника. Тобто в певній мірі вони визначають види захворювань, до яких може призвести зварювальний аерозоль. До таких фізико-хімічних властивостей належать дисперсність, хімічний склад, густина.

Варто відзначити, що хімічні речовини та їх сполуки у складі зварювального аерозолі можуть бути однонаправленої та багатонаправленої дії. При наявності у складі зварювального аерозолі кількох речовин однонаправленої дії вони можуть чинити сумарний токсичний ефект. Характерно, що до недавнього часу вітчизняними нормативними документами оцінювались гранично допустимі концентрації хімічних речовин із позицій їх шкідливості для організму людини як максимально разові, а їх перевищення не допускалося навіть протягом короткого періоду часу.

Загальновідомим захворюванням електрозварювальників, яке виникає від тривалого їх знаходження в робочій зоні, забрудненій зварювальним аерозолем, є пневмоконіоз. Найчастіше він проявляється у зварювальників приблизно із п'ятнадцятирічним стажем роботи. Однак якщо зварювальник часто виконує роботи у закритих ємностях чи резервуарах, то виникнути таке захворювання може навіть після 10 років роботи.

Одними із найбільш небезпечних хімічних речовин, які містяться у зварювальному аерозолі, є шестивалентний хром і нікель. Їх підвищені концентрації можуть призвести до виникнення онкологічних захворювань органів дихання.

Відомі також часті випадки захворювань зварювальників хронічним бронхітом. Виникати таке захворювання може навіть після 5 років роботи за фахом, особливо в умовах додаткового пилового забруднення.

Виникнення професійних захворювань у електрозварювальників часто провокує інтоксикація їх організму марганцем. Мало того, наявність цього

хімічного елемента у складі зварювального аерозолю спроможне призвести до ураження центральної нервової системи працівника.

Плавлення металу під час зварювання супроводжується забрудненням робочої зони монооксидом вуглецю – його високі концентрації можуть провокувати гострі та хронічні отруєння. Оксиди азоту, сполуки фтору, озон також чинять шкідливий вплив на здоров'я зварювальників. Підвищені концентрації оксидів азоту провокують виникнення набряку легенів. Фтор та його сполуки у збільшених концентраціях призводять до подразнень слизової оболонки верхніх дихальних шляхів, бронхів, розвитку бронхопневмонії. Наявність озону у повітрі в незначних концентраціях чинить подразнювальний вплив, а високі його концентрації руйнують верхні дихальні шляхи.

Проведені нами дослідження показують, що вимоги нормативних документів на сьогоднішній день змінилися. Для окремих хімічних речовин та їх сполук (мідь, свинець тощо), які володіють кумулятивними властивостями (тобто спроможністю накопичуватися в організмі протягом певного періоду часу), для забезпечення можливості здійснення за ними гігієнічного контролю введено інший гігієнічний показник – середньозмінна гранично допустима концентрація.

Наприклад, середньозмінна гранично допустима концентрація фториду натрію (за новими нормативними вимогами) – $0,2 \text{ мг/м}^3$. Максимально разова гранично допустима концентрація (за попередніми нормативними вимогами) становила 1 мг/м^3 .

Характерно, що такі нововведення наближають вітчизняну нормативну базу до європейських стандартів, у яких допустимі концентрації шкідливих хімічних елементів та їх сполук істотно менші порівняно з тими, що наведені в попередніх вітчизняних нормативних актах.

Розглянемо детальніше механізм утворення зварювального аерозолю для розуміння його впливу на організм людини та здатності мікрочастинок проникати у бронхолегеневий тракт зварювальника. Зрозуміло, що електродуговий процес супроводжується частковим випаровуванням

розплавленого металу, який підлягає зварюванню, та металу електрода під дією високої температури дуги. Пара цих металів в повітрі виробничого приміщення (зі значно меншим значенням температури) у вигляді твердих частинок утворює тонкодисперсні сполуки. Мала вага цих сполук обумовлює їх тривале перебування в завислому стані у повітрі робочої зони зварювальника.

Тобто у найпростішому випадку (чи вигляді) зварювальний аерозоль є щонайменше двохдисперсною системою (дисперсна фаза – тверді мікрочастинки металу мінімальних розмірів, дисперсійне середовище – суміш газів із хімічних елементів та їх сполук). У випадку зварювання покритим електродом (а саме на цьому виді зварювання ми акцентували увагу при проведенні досліджень) у зварювальні аерозолі випаровується від 1 до 3% маси вищезазначеного електрода. При цьому хімічний склад зварювальних аерозолів на 80...90% залежить від хімічного складу металу, з якого виготовлено тіло покритого електрода, а також від хімічного складу його покриття.

Встановлено, що час знаходження завислих твердих частинок у повітрі робочої зони зварювальника і, відповідно, тривалість їх впливу на працівника може істотно відрізнятись. Безумовно, насамперед це залежить від їх маси – чим більша маса, тим швидше частинки осядуть на поверхню підлоги виробничого приміщення. Однак час цей залежить також від ряду інших чинників, наприклад, від ефективності організованої природної вентиляції (аерації). Повітряні потоки, не маючи чітко вираженого напрямку свого руху, розвіюють легкі за масою завислі частинки, зменшуючи їх концентрацію в повітрі робочої зони зварювальника та вплив на працівника.

Адже розмір твердої фази зварювального аерозолу визначає її здатність проникати в органи дихання людини. Тверда фаза зварювального аерозолу, більша за 10 мкм, майже вся осідає в порожнині носа, а при диханні ротом – у верхніх бронхах. Значна кількість частинок розміром від 5 мкм до 10 мкм зварювального аерозолу також затримується в порожнині носа або у верхніх бронхах при диханні ротом. Навіть певна кількість частинок зварювального аерозолу, менших за 5 мкм, затримується також у органах дихального тракту

людини, і при цьому лише незначна їх кількість може проникнути в альвеоли легень.

Найбільша проникна здатність твердої мікрофази зварювального аерозолі властива для завислих частинок розмірами 0,8...1,6 мкм. Вони спроможні накопичуватись у тонких бронхіолах та альвеолах легень. Тверді частинки зварювального аерозолі з розмірами, меншими за вищезазначені, не настільки інтенсивно осідають та накопичуються, ніж у попередньому випадку. Біля 80% частинок діаметром 0,2...0,3 мкм твердої фази зварювального аерозолі видихаються повністю з легень.

Найбільш небезпечна для зварювальників тверда фаза зварювального аерозолі з розмірами приблизно 0,015 мкм. Слизові оболонки верхніх дихальних шляхів затримати її не спроможні, тому такі частинки попадають у легені. Там вони накопичуються, що призводить до негативних змін у функціонуванні цього органу людини, тобто до виникнення професійних захворювань.

Як уже зазначалось, залежно від розмірів дисперсної фази зварювального аерозолі вона здатна накопичуватись у трахеї, бронхах і бронхіолах. Хоча часто значна її кількість видаляється із цих органів завдяки наявним у них волоскам. Притому пневмоконіоз у працівників може навіть на виникати у випадку низького ступеня розчинності цієї фази. Тому склад, фізичні та хімічні характеристики твердої фази зварювального аерозолі мають дуже вагомий вплив на її спроможність затримуватись у організмі людини. Адже у разі високого ступеня розчинності твердих частинок їх негативний вплив на організм зварювальника збільшується та загрожує виникненням патологічних процесів у організмі.

Затримувальна здатність твердих частинок зварювального аерозолі в органах дихання визначається також їх зовнішньою формою. У випадку наявності по зовнішніх контурах частинок загострень або інших різких нерівностей вони набагато легше затримуються в трахеї, бронхах і бронхіолах працівників. Крім того, існує небезпека мікротравмування не лише цих органів,

але й легеневої тканини. У свою чергу, це може призвести до інфекційних захворювань та провокування специфічних та неспецифічних патологічних процесів.

Варто зважати, що електромагнітні поля та випромінювання в робочій зоні зварювальника також можуть чинити вплив на концентрацію твердої фази зварювального аерозолю в повітрі та тривалість її перебування в завислому стані. Це відбувається за рахунок того, що завислі металеві частинки дисперсної фази отримують під впливом електромагнітних полів і випромінювань певний електростатичний потенціал. Якраз величина цього потенціалу та набуті твердими частиками магнітні властивості в певній мірі впливають на їх перебування в завислому стані в робочій зоні зварювальника.

Аналізуючи умови праці електрозварювальників, приходимо до висновку, що однакові на перший погляд умови їх праці досить відрізняються. Не можна говорити про однакове забруднення повітря робочої зони зварювальним аерозолем чи іншими газами. Не варто стверджувати про однаковий вплив електромагнітних випромінювань і полів та інших шкідливих і небезпечних виробничих чинників. Адже:

- існує багато різновидів електрозварювального обладнання;
- використовується велика кількість видів зварювальних електродів;
- зварюванню підлягають різні марки металів, для яких властиві характерні для них фізичні та хімічні характеристики;
- відрізняються за видами та ефективністю системи місцевої витяжної вентиляції;
- показники організованої природної вентиляції можуть кардинально відрізнятися в кожному окремому випадку тощо.

Тобто умови праці при виконанні електрозварювальних робіт залежать від чималої кількості чинників. А, відповідно, і концентрація зварювального аерозолю у кожному конкретному випадку на робочому місці електрозварювальника інакша. Тому для адекватної оцінки умов праці електрозварювальника варто виконати якісні лабораторні дослідження складу

зварювальних аерозолів на кожному робочому місці, використовуючи сертифіковане устаткування та керуючись вимогами відповідної нормативної документації. Отримана інформація служитиме вагомим підґрунтям для розробки заходів організаційного та технічного характеру щодо захисту цієї категорії працівників.

1.3. Оцінка електромагнітних випромінювань і полів як шкідливих виробничих чинників під час виконання електрозварювальних робіт

У викладених нижче результатах власних досліджень використані також напрацювання з джерел [3-4; 6-8].

Частотні та спектральні діапазони електромагнітних випромінювань і електромагнітних полів, які генеруються електрозварювальним обладнанням, силовими ланцюгами, трансформаторами тощо досить широкі. І якщо аналізу складу аерозольного забруднення повітря робочої зони електрозварювальника та захисту електрозварювальників від його негативного впливу у виробничих умовах увага досить часто приділяється, то, зазвичай, вплив на здоров'я працівників електромагнітних випромінювань і полів, а також їх рівень не досліджуються.

В Україні гранично допустимі рівні електромагнітних випромінювань регламентують «Державні санітарні норми та правила при роботі з джерелами електромагнітних полів» [8]. Нормуванню підлягають електромагнітні випромінювання та поля в діапазоні частот 50 Гц – 300 ГГц. Характерно, що у діапазоні частот 50 Гц – 300 МГц нормуються напруженість електричної складової електромагнітного поля E , В/м та напруженість магнітної складової електромагнітного поля H , А/м, а в діапазоні частот 300 МГц – 300 ГГц нормується густина потоку енергії, Вт/м². Нормується також гранично допустиме енергетичне навантаження $(В/м)^2 \times \text{год}$.

Під поняттям «щільність потоку енергії» або «щільність потужності» криється векторна фізична величина, котру оцінюють кількістю енергії, що

протікає за одиницю часу через одиницю площі, орієнтовану перпендикулярно до спрямованості потоку. Одиниці вимірювання «щільності потоку енергії» або «щільності потужності» – Вт/м², мВт/см², мкВт/см².

Як зазначалося вище, спектральні та частотні діапазони електромагнітних випромінювань і електромагнітних полів, які виникають під час експлуатації електрозварювального обладнання, різні. Насамперед, залежать вони від його потужності, характеристик силової мережі живлення тощо. Тому, наприклад, при величині напруженості електромагнітного поля 5 кВ/м час перебування зварювальника в зоні опромінення згідно нормативів обмеженням взагалі не підлягає.

Загалом контролювати рівень електромагнітного випромінювання на робочих місцях зварювальників потрібно не рідше 1 разу на рік. Введення в дію нових моделей електрозварювального обладнання також повинне супроводжуватися вимірюваннями рівнів електромагнітного випромінювання на робочих місцях. Такі ж дії потрібно виконувати при зміні умов праці на робочому місці, які можуть відобразитись на її безпечності, впливаючи на величину електромагнітного поля або на величину електромагнітних випромінювань.

Вимірювання нормованих показників потрібно проводити під час експлуатації електрозварювальних установок в режимах, коли потужність електромагнітного випромінювання максимальна, чого не завжди дотримуються на практиці, оскільки не здійснюється аналіз навантажувальних характеристик. Крім того, виміри потрібно здійснювати в робочій зоні електрозварювальника на висоті до 2 м від підлоги. Лінійний інтервал між точками проведення вимірювань – через 0,5 м. Для отримання карти розповсюдження електромагнітних імпульсів від електрозварювального обладнання вимірювання потрібно проводити у точках перетину координатної сітки з лінійним розміром ячейки, рівним 1 м.

Згідно «Державних санітарних норм та правил при роботі з джерелами електромагнітних полів», здійснювати заміри величин електромагнітних

випромінювань і полів мають право лише атестовані санітарні лабораторії підприємств та організацій, а також спеціальні установи та заклади, які пройшли процедуру відповідної атестації, отримали позитивний висновок і дозвіл займатися подібною практикою.

Зарубіжні дослідники рекомендують класифікувати робочі місця, на яких технологічне обладнання генерує електромагнітні випромінювання та поля, на декілька категорій. При цьому за основний критерій для порівняння вибрано їх вплив на працівників [9]. Вважаємо, що такий підхід доцільно використовувати для аналізу умов праці електрозварювальників у нашій країні, зважаючи на їх істотну відмінність у кожному конкретному випадку (насамперед, через різну потужність використовуваного зварювального обладнання). Коротко охарактеризуємо кожен із вищезгаданих категорій, адаптовуючи наведені у вищезазначеній роботі дані до умов застосування електрозварювального обладнання у вітчизняних умовах:

- I категорія робочих місць – використовуване електротехнічне обладнання безпечне, коли генеровані ним електромагнітні випромінювання та електромагнітні поля не перевищують нормативних величин. Воно не потребує розробки додаткових нормативних документів місцевого рівня щодо безпеки його експлуатації, ремонтів, обслуговування, технічних оглядів тощо. Крім того, відсутня необхідність щодо проектування та/чи застосування певних захисних пристроїв, які б забезпечували захист безпосередньо електрозварювальника чи колективний захист працівників у виробничому приміщенні);

- II категорія робочих місць. Диференційована на дві групи:

- група IIa робочих місць – використовується електротехнічне обладнання, експлуатація якого потребує дотримання вимог розроблених під нього інструкцій з безпеки експлуатації та технічного обслуговування. При цьому має акцентуватися увага на чіткому дотриманні вимоги щодо необхідності дотримання безпечної відстані від електрозварювального обладнання до тіла працівника;

- група ІІб робочих місць – безпека використовуваного електротехнічного обладнання забезпечується за рахунок застосування відповідних технічних засобів складної конструкції. Вони призначені для захисту електрозварювальника від інтенсивного електромагнітного випромінювання, котре генерує відповідний тип електрозварювального обладнання. Крім того, практикується встановлення захисних екранів, використання попереджувальних знаків, відповідних написів безпеки тощо;

- ІІІ категорія робочих місць – використовується небезпечне електротехнічне обладнання, для якого властиве велике електромагнітне випромінювання. Для нашого випадку – електрозварювальне обладнання зі значними силовими характеристиками. Для забезпечення захисту не лише електрозварювальників, але й інших працівників, які знаходяться у виробничому приміщенні, потрібно передбачити цілий комплекс технічних засобів і реалізувати серію заходів організаційного характеру.

Виконавши детальний аналіз всіх трьох категорій за даними, наведеними у першоджерелі [9], та зважаючи на узагальнену інформацію щодо експлуатації електрозварювального обладнання у вітчизняних умовах (особливо на малих і середніх підприємствах, де дотримання вимог охорони праці знаходиться на вкрай низькому рівні), приходимо до висновку, що за вищезазначеною класифікацією (запропонованою європейськими науковцями) робочі місця електрозварювальників потрібно відносити до категорії ІІб або до категорії ІІІ. Це говорить про те, що повинен забезпечуватися серйозний підхід до вибору засобів індивідуального захисту безпосередньо електрозварювальників, а також засобів колективного захисту працівників, які знаходяться у виробничому приміщенні разом із ними, від шкідливого і небезпечного впливу електромагнітних випромінювань та електромагнітних полів високих рівнів, котрі генеруються потужним електрозварювальним обладнанням.

Відстань, на якій знаходяться електрозварювальники від електрозварювальних апаратів і від кабелів електроживлення, незначна. Це говорить про те, що у значній кількості випадків на них під час виконання

зварювальних робіт діють значні за напруженістю електромагнітні поля. Їх величини можуть істотно перевищувати встановлені відповідними нормативними документами граничнодопустимі рівні. Результати досліджень свідчать, що напруженість електромагнітних полів в робочій зоні зварювальника часто сягає 0,5-40 кА/м.

Електромагнітні поля з такою напруженістю можуть:

- негативно впливати на серцево-судинну систему;
- призводити до порушень діяльності нервової системи;
- чинити негативний вплив на ендокринну систему;
- служити причиною виникнення онкологічних захворювань тощо.

Тому умови праці на робочих місця електрозварювальників спочатку потрібно ретельно проаналізувати, перш ніж сформулювати висновок про їх відповідність санітарно-гігієнічним вимогам. При цьому за основу потрібно приймати силові характеристики електрозварювального обладнання, ефективність місцевої вентиляції та інші характеристики виробничих умов, які впливають або можуть з часом впливати на безпечність праці на робочих місцях електрозварювальників.

Саме тому можемо сформулювати основні вимоги до порядку проведення (алгоритму) обстеження робочих місць електрозварювальників на предмет їх відповідності вимогам нормативних документів (приймавши за основу рекомендації «Державних санітарних норм та правил при роботі з джерелами електромагнітних полів»):

- чітко визначити лінійні розміри робочого місця електрозварювальника;
- описати робочі рухи працівника відносно силових частин;
- визначити точки, в яких кінцівки чи тіло електрозварювальника наближається до силових частин на мінімальну відстань;
- виміряти характеристики електромагнітних випромінювань на робочому місці в цілому;

- визначити величини напруженості в точках мінімального знаходження тіла або кінцівок електрозварювальника від силового впливу кабелів електроживлення та електрозварювального обладнання;

- виміряти тривалість впливу електромагнітних випромінювань на працівника на протязі робочого часу.

Це основні кроки обстеження або базовий алгоритм дослідження, який повинен виконуватися досвідченими фахівцями з використанням сертифікованого вимірювального устаткування та приладів. Однак, враховуючи конструктивні та технологічні особливості електрозварювального обладнання та специфіку виконання операцій зварювання, зазначений алгоритм може бути доповнений додатковими елементами обстеження.

Лише після проведення вищезазначених досліджень можна приймати рішення про вибір засобів захисту електрозварювальників, а також тих працівників, які виконують свої трудові обов'язки у тому ж виробничому приміщенні, де працюють електрозварювальники.

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ ЩОДО ПОЛІПШЕННЯ УМОВ ТА БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАЛЬНИКІВ НА МАЛИХ І СЕРЕДНІХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Одними із найбільш шкідливих і небезпечних виробничих факторів при електрозварюванні є зварювальний аерозоль та електромагнітні випромінювання, які генерує відповідне виробниче устаткування і кабелі електроживлення. Нами розглянуто велику кількість організаційних заходів і технічних засобів, які застосовуються на підприємствах для захисту електрозварювальників від негативного впливу вищезазначених чинників. За результатами виконаного аналізу їх ефективності сформовані відповідні висновки щодо доцільності їх застосування. На наш погляд, першочергова увага на малих і середніх підприємствах повинна приділятися увага трьом наступним позиціям:

- 1) правильному вибору вентиляції, користуючись при цьому не загальними догмами зі сфери організації вентиляції, а підбираючи та розраховуючи її лише на основі скрупульозного та ретельного аналізу умов праці на кожному робочому місці електрозварювальника, беручи за основу силові характеристики технологічного устаткування. Не на останньому місці знаходяться при цьому і фінансові можливості підприємства, оскільки системи вентиляції останніх поколінь (європейських зразків) можуть бути фінансово непосильні невеликому підприємству;
- 2) ґрунтовному та грамотному підходу до вибору електродів для зварювання, оскільки від них найбільше залежить склад зварювального аерозолю та газів, які забруднюють повітря робочої зони електрозварювальника;
- 3) ефективному захисту електрозварювальника від електромагнітних випромінювань і полів, які генерують електрозварювальні установки та кабелі живлення.

2.1. Вибір та обґрунтування місцевої вентиляції для робочих місць електрозварювальників на малих і середніх підприємствах

Відомо, що за умови належно організованої локальної витяжної вентиляції можна видалити до 80% шкідливих речовин із зони їх утворення. Ми вважаємо, що для досягнення такої ефективності під час електрозварювання вибір вентиляційного засобу потрібно зосередити, базуючись на:

- технічних характеристиках зварювальних агрегатів;
- характеристиках зварювальних електродів, зокрема детальному аналізу хімічного складу їх покриттів;
- найбільших лінійних розмірах зварного шва;
- детальному аналізу доступної інформації щодо складу аерозольного та газового забруднення робочої зони при зварюванні вибраними марками електродів.

Виконавши аналіз силових та інших характеристик найбільш поширених (на наш погляд) електрозварювальних агрегатів, використовуваних при цьому марок електродів, хімічного складу виникаючих при цьому аерозольних і газових забруднень повітря у робочій зоні, а також цінових характеристик зварювального обладнання вважаємо, що ефективним, доцільним і фінансово посильним для малих і середніх підприємств є використання в якості технічного засобу місцевої вентиляції на робочих місцях електрозварювальників:

- зварювальних столів із колосниковими ґратами (через які здійснюється всмоктування забрудненого повітря та віддалення його із зони зварювання);
- зварювально-зачисних столів, конструкція робочої поверхні яких забезпечує всмоктування та віддалення забрудненого повітря з продуктивністю 1000-5500 м³/год.

Витяжні повітроводи при цьому доцільно оснастити вогнегасними фільтрами.

Доцільним є також застосування пересувних фільтровентиляційних агрегатів сучасних моделей з продуктивністю 1000-5000 м³/год. (із фільтрами тонкого очищення та гнучкими шлангами, які забезпечують можливість розміщення всмоктувального сопла в потрібній точці).

Особливо ефективним вбачається одночасна реалізація обох запропонованих заходів, а саме застосування вищезгаданих моделей зварювальних столів і пересувних фільтровентиляційних агрегатів. Адже забезпечуватиметься висока ефективність видалення забрудненого аерозолями та газами повітря із робочої зони зварювальника при помірних фінансових витратах малого чи середнього підприємства на придбання, експлуатацію та обслуговування цих технічних засобів.

2.2. Вибір та обґрунтування зварювальних електродів із позицій покращення умов і безпеки праці електрозварювальників малих і середніх підприємств

Одними із найбільш широко використовуваних електродів із покриттям є:

- кислі;
- рутилові;
- целюлозні;
- основні (фтористо-кальцієві);
- рутилово-кислі (ільменітові);
- рутилово-целюлозні;
- рутилово-основні.

Для ручного електродугового зварювання найбільш поширене використання целюлозних електродів. Вони недорогі та при вмілому застосуванні забезпечують отримання шва належної якості. Але під час зварювання ними виділення шкідливих хімічних речовин дуже значне (зокрема, спостерігаються високі концентрації чадного та вуглекислого газів, сполук водню, марганцю тощо).

Друге місце за концентраціями шкідливих речовин, що виділяються в повітря робочої зони електрозварювальника (після целюлозних електродів) посідають кислі електроди, третє – основні. При цьому хімічний склад забруднень у кожному конкретному випадку інакший і залежить від складу покриття електрода.

Щодо рутиловх та ільменітових електродів, то вони за такою шкалою оцінювання практично рівносильні, а хімічний склад аерозольного забруднення чинить менш шкідливий вплив на електрозварювальників. Концентрації сполук на основі марганцю в повітрі робочої зони зварювальника при їх використанні значно менші, ніж у випадку зварювання целюлозними електродами.

Хімічний склад аерозольного і газового забруднення істотно залежить також від марок сталей, які зварюють. Наприклад, рутиловими, кислими та ільменітовими електродами найчастіше зварюють вуглецеві та низьколеговані сталі. Одними із найбільш шкідливих для здоров'я людини елементів, якими при цьому забруднюється повітря робочої зони зварювальника, є сполуки марганцю. Зварювання оцинкованих сталей супроводжується забрудненням повітря високотоксичними сполуками цинку, зварювання високолегованих сталей – токсичними сполуками марганцю, фтору, шестивалентного хрому та нікелю. Доведено, що сполуки шестивалентного хрому та нікелю можуть призвести до виникнення у працівників канцерогенних захворювань. Зокрема, сполуки шестивалентного хрому часто розглядають в якості оціночних щодо агресивності та токсичності аерозольного забруднення повітря робочої зони зварювальників.

Закон України «Про охорону праці» [10] зобов'язує роботодавця забезпечити на кожному робочому місці належні, здорові та безпечні умови праці. Тому власникам малих і середніх підприємств, де виконуються зварювальні роботи, варто знати, що для збереження здоров'я зварювальників за будь яких можливостей варто застосовувати рутилові електроди. Однак якщо зварювальні метали не дозволяють їх застосування, тоді доцільно робити вибір між ільменітовими, рутилово-целюлозними чи рутилово-основними

електродами. Запропоноване рішення забезпечить зменшення агресивності аерозольного забруднення.

2.3. Вибір засобів захисту електрозварювальників від електромагнітних випромінювань та полів в умовах малих і середніх підприємств

Одними із найбільш широко використовуваних технічних засобів захисту електрозварювальників від дії електромагнітних випромінювань і полів є захисні екрани, виготовлені із алюмінієвих сплавів, сталі, а також із сплавів на основі міді та латуні. Вони характеризуються значною електропровідністю. Приєднують їх до заземлювальних пристроїв. Суть захисного ефекту полягає у послабленні інтенсивності проникнення електромагнітних хвиль та зменшенні величини електромагнітного потенціалу.

Однак ми вважаємо, що значно кращих результатів щодо захисту електрозварювальників від негативного впливу електромагнітних випромінювань і полів можна досягнути, застосовуючи захисні екрани, виготовлені із аморфних магнітом'яких матеріалів. Вони характеризуються високими показниками магнітної проникності та забезпечують значне демпфування електромагнітних хвиль, які виникають під час зварювання металів.

Високими поглинальними властивостями володіють також екрани, покриті висококобальтовими сплавами. Кристалічна структура матеріалу покриття забезпечує отримання складної амплітудно-частотної характеристики, за рахунок якої забезпечується як відбивання електромагнітних хвиль, так і певне їх поглинання.

На сучасних виробництвах використовують поглиначі Солсбері. Їх унікальність обумовлюється селективною здатністю поглинати електромагнітні випромінювання певної смуги. Варті уваги та застосування захисні екрани, які мають багат шарове покриття. Вони також володіють

високими показниками відбивання та поглинання електромагнітних хвиль. Захисні екрани із металодіелектричних матеріалів також високоефективні у використанні, забезпечуючи при цьому керування коефіцієнтом екранування.

Пропонуємо також вікна приміщень, де здійснюються операції електрозварювання, оснастити металевими сітками. Такий спосіб захисту електрозварювальників від електромагнітних випромінювань і полів досить простий, поширений, дешевий, однак ефективний і ним не варто ігнорувати для захисту працівників-виробничників в умовах малих і середніх підприємств, де не завжди є фінансова можливість придбати і застосовувати дороге захисне устаткування. Адже за рахунок правильного підбору геометричних параметрів ячеек сітки можна чинити вплив на коефіцієнт екранування. Крім того, можна уникнути незручностей, пов'язаних із установленим неподалік від робочого місця захисним екраном (який може заважати працівнику виконувати операцію зварювання).

Важливим та ефективним є також використання металізованих шпалер, якими покриваються стіни приміщення, де виконуються зварювальні роботи. Творчими дизайнерськими рішеннями можна компенсувати не зовсім привабливий вигляд покритих такими шпалерами стін.

Втілення в життя хоча б частини запропонованих рішень в умовах малих і середніх підприємств дозволить зменшити негативний вплив на електрозварювальників електромагнітних випромінювань і полів.

ВИСНОВКИ

У роботі наведені результати досліджень умов і безпеки праці електрозварювальників на малих і середніх підприємствах. Зокрема:

- обґрунтовано актуальність досліджень умов і безпеки праці електрозварювальників на малих і середніх підприємствах;

- виконано оцінку зварювальних аерозолів як шкідливих виробничих чинників під час виконання електрозварювальних робіт;

- оцінено електромагнітні випромінювання та поля як шкідливі виробничі чинники під час виконання електрозварювальних робіт;

- розроблено заходи щодо поліпшення умов та безпеки праці електрозварювальників на малих і середніх підприємствах, серед яких:

- розроблені рекомендації щодо вибору та обґрунтування місцевої вентиляції для робочих місць електрозварювальників;

- наведені рекомендації щодо вибору та обґрунтування зварювальних електродів із позицій покращення умов і безпеки праці електрозварювальників;

- розроблені рекомендації щодо вибору захисту електрозварювальників від електромагнітних випромінювань та полів.

Втілення в життя розроблених пропозицій дозволить істотно убезпечити працю електрозварювальників в умовах малих і середніх підприємств, зменшити негативний вплив забрудненого аерозолем повітря, захистити від дії електромагнітних випромінювань і полів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Про схвалення Концепції реформування системи управління охороною праці в Україні та затвердження плану заходів щодо її реалізації: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 12 грудня 2018 року №989-р. / Кабінет Міністрів України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/989-2018-%D1%80#Text> (дата звернення: 29.01.2021).
2. Господарський кодекс України: Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/436-15#Text> (дата звернення: 29.01.2021).
3. Левченко О.Г., Полукаров. О.І. Охорона праці у зварювальному виробництві: навчальний посібник. Київ. Основа. 2014. 352 с.
4. Левченко О.Г. Гігієна праці та виробнича санітарія у зварювальному виробництві: навчальний посібник. Київ. Основа. 2004. 98 с.
5. Костюк І.Ф., Капусник В.А. Професійні хвороби: підручник Київ. Здоров'я. 2003. 586 с.
6. Стасюк В.М., Романець Д.Ю. Окремі аспекти умов та безпеки праці при виконанні електрозварювальних робіт / Безпека трудових відносин в умовах реформування економіки України: колективна монографія. Луцьк. ІВВ Луцького НТУ. 2019. С. 165 – 175.
7. Резнік Д.В. Нормалізація рівнів магнітних полів на робочих місцях випробувальних ділянок електроремонтних цехів / Д.В. Резнік: Дис ... канд. техн. наук: 05.26.01. Покровськ. 2018. 182 с.
9. Про затвердження Державних санітарних норм та правил при роботі з джерелами електромагнітних полів: Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 18 грудня 2002 р. № 476 / Міністерство охорони здоров'я України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0203-03#Text> (дата звернення: 29.01.2021).
9. Bolte J.F.B., Pruppers M.J.M. Electromagnetic fields in the working environment. Ministry of Social Affairs and Employment (SZW) report (2006). 175 p.

10. Закон України «Про охорону праці». Відомості Верховної Ради України. 1992. № 49. С. 668.