

**ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ПРАЦІ НА РОБОЧИХ МІСЦЯХ
ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ ПО ТЕРМОРАДІАЦІЙНІЙ
НАПРУЖЕНОСТІ**

2018

ПЛАН

1. Вступ.....	3
2. Методика досліджень.....	4
3. Результати роботи.....	4
4. Висновки.....	14
5. Список використаної літератури.....	15

Вступ

Згідно даних Фонду соціального страхування смертність від травм і профзахворювань в Україні посідає третє місце після серцево-судинних і онкологічних захворювань.

В нашій країні до цього часу залишаються невирішеними питання підтримання безпеки виробничих процесів, обладнання та споруд.

За 9 місяців 2018 року у порівнянні з 9 місяцями 2017 року кількість професійних захворювань зменшилась на 12,7 %, або на 192 захворювання (з 1 506 до 1 314).

Найбільша кількість професійних захворювань зареєстрована у: Дніпропетровській області (43,1 %), Донецькій області (16,8 %) та Львівській області (16,8 %). Кількість потерпілих осіб, які отримали профзахворювання у цих областях, складає 76,7 % від загальної кількості потерпілих по Україні, які мають профзахворювання (рис. 1).

Діаграма кількості професійних захворювань по регіонах України за 9 місяців 2018 року (у відсотках до загальної кількості професійних захворювань по Україні)

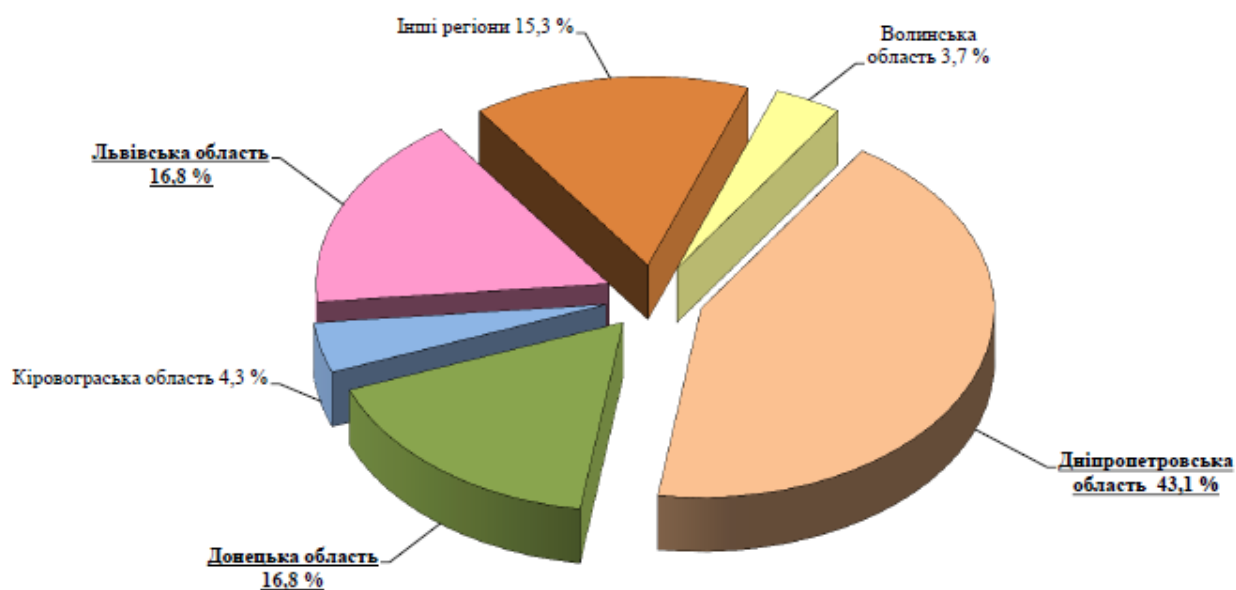


Рис. 1 Кількість профзахворювань по регіонах України.

Основними обставинами, внаслідок яких виникли професійні захворювання, за 9 місяців 2018 року є: недосконалість механізмів та робочого інструменту – 25,4 %, недосконалість технологічного процесу – 18,4 % та неефективність роботи засобів індивідуального захисту – 15,1 % від їх загальної кількості [1].

Впливу високих температур піддаються працівники на підприємствах будівельної індустрії; металургії; хімії; машинобудування. В результаті постійного впливу високих температур в гарячих цехах на робочих місцях: операторів, футерувальників, машиністів технологічного обладнання, фрезерувальників, та інших категорій працівників виникають порушення функціонального стану центральної нервової системи, патологічні зміни органів зору, схильність до захворювань органів дихання, травлення, кровообігу, ішемічної хвороби в 2-3 рази частіше ніж в середньому по іншим підприємствам [2].

Методика дослідження

Для вирішення поставлених завдань застосовано комплексний метод досліджень, що включає: аналіз теоретичних і експериментальних досліджень в області надлишкового теплового випромінювання та його впливу на працюючих; математичне та фізичне моделювання джерел теплового випромінювання.

Результати роботи

Завод з виготовлення ріжучих інструментів знаходиться в м. Запоріжжя. Характеризується високою насиченістю технологічного обладнання, що володіє високим енергоспоживанням. Особливістю виготовлення інструменту є висока твердість і стійкість до абразивного оброблюваного матеріалу - бетон, цегла, камінь, плитка керамічна тощо. При цьому для перфраторів використовуються - зубила, коронки для свердління отворів для розеток, вимикачів. Диски для вирізання штробы, тврдосплавні свердла, фрези. Для обробки металевих закладних також використовуються, фрези, свердла, полотна, ріжучі диски.

Застосовуваний інструмент використовує твердосплавні напайки типу BK8 і T15K8 і процеси загартовування ріжучих крайок. Операції виготовлення, обробки і доведення інструменту характеризуються використанням високотемпературних джерел випромінювання. Ця обставина вимагає оцінювати умови праці не тільки за інтегральною величиною теплового випромінювання, але і враховувати спектр, зокрема короткохвильові частини спектру випромінювання. Короткохвильове випромінювання до 2,5 мкм має більш проникаючу здатність в біологічний об'єкт і інші допустимі рівні опромінення. В основному виробничий цикл виготовлення інструменту зосереджений в цеху №11 (механічної і термічної обробки).

Тому нами серед робочих місць в цехах підприємства обрані найбільш високотемпературні операції, а також «приховані» вторинні джерела надлишкового теплового випромінювання. Нами проведені дослідження просторового розподілу надлишкового випромінювання на робочих місцях виготовлення інструменту в цеху механічної і термічної обробки (рис. 2).

Це відділення підприємства характеризується робочими місцями, де надмірне теплове випромінювання перевищує норму. Ділянка механічної і термічної обробки знаходиться на першому поверсі головного корпусу, характеризується обладнанням для виготовлення будівельного інструменту (коронки для отворів в бетоні, зубила для пневмоінструменту, фрези для виготовлення штроб в бетонних стінах, різання арматури і ін. будматеріалів).

Після ряду виконаних попередніх технологічних операцій, готові вироби оснащуються твердосплавними напавленнями, що вимагають подальшої термічної обробки деталей. Процеси напавлення, термообробки супроводжуються надлишковим тепловиділенням. Для цього в цеху є три установки струмів високої частоти (СВЧ) для нагріву заготовок інструменту і ріжучих пластин з твердосплавних матеріалів і швидкорізальних сталей.

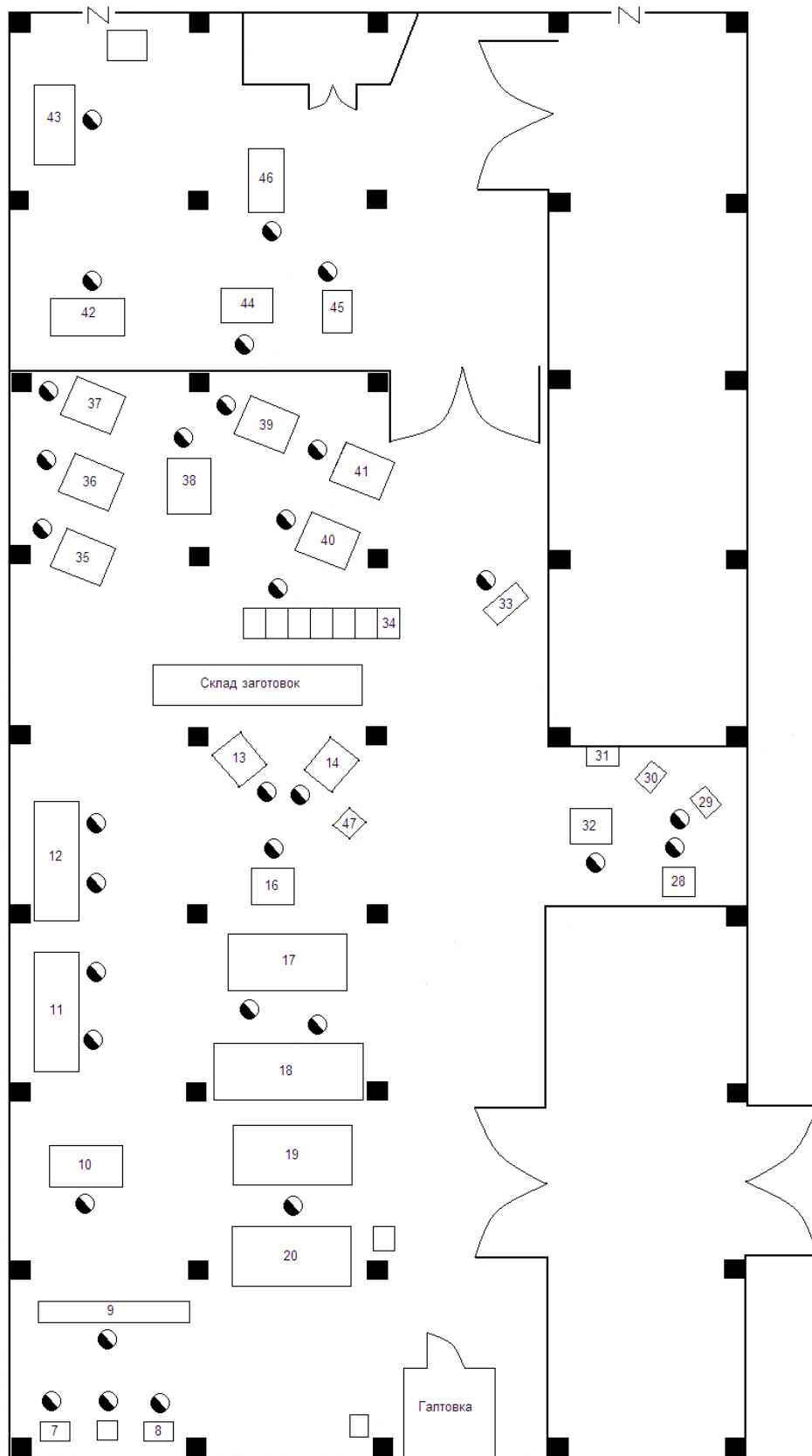


Рис. 2 Цех №11 механічної і термічної обробки ріжучого інструменту.

В результаті інвентаризації виявлено джерела високотемпературного випромінювання і робочі місця, схильні до їх негативного впливу [3-4]. Дослідження термодинамічної напруженості на робочих місцях виконувалося як відомими методами і приладами, так і запропонованими нами [5].

Дослідження умов праці за показником мікроклімату проводилося згідно з ДСН 3.36.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» та «Гігієнічної класифікації за показниками шкідливості і небезпеки виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», затвердженої Міністерством охорони здоров'я від 27 грудня 2001, № 528. Вимірювання показників мікроклімату проводилося з метою контролю їх відповідності гігієнічним вимогам в найбільш теплу пору року (травень - вересень місяці) в дні з температурою зовнішнього повітря, що відрізняється від середньої максимальної температури найбільш жаркого місяця не більше ніж на 5 °С. Вимірювання показників мікроклімату проводили не менше, ніж три рази за зміну (на початку, в середині і в кінці зміни). При коливаннях показників мікроклімату, пов'язаних з технологічними причинами проводилися додаткові виміри з урахуванням максимальних і мінімальних термічних впливів на працюючих.

Аналіз звернень працівників - операторів з захворюваністю в області грудної клітини і поперекової частини тіла при роботі на установках СВЧ визначив необхідність проведення оцінки опромінення на даних робочих місцях з використанням нових методичних підходів.

З урахуванням, що роботи на даному підприємстві виконувалися в положенні сидячи, температуру і швидкість руху повітря і вологість вимірювали на висоті 1 м від підлоги робочого місця [6].

При визначенні теплового опромінення існуючими методиками на відстані 1 м на операції укладання пластин на заготовки при наявності частини нагрітих виробів отримано значення тепловиділення – 216 Вт/м² (рис. 3).



Рис. 3 Вплив високих температур на робоче місце оператора від установки СВЧ (джерело 11) при технологічній операції - пайка.

Розподіл теплових полів в робочій зоні представлено на рис. 4. Температура нагріву виробів в робочій зоні установки СВЧ досягає 1000-1300 °С. Оператор, (зазвичай жінка), укладає пластини на заготовки і подає в високочастотну зону роботи індуктора. Після розплавлення припою, в основному це мідь, або латунь з $t_{пл.} > 900$ °С, по жолобу відправляють готові вироби в приймальний бункер, де вони остигають. Згідно із запропонованою нами методикою встановлено, що оператор при виконанні операції нагріву і пайки набору заготовок отримує опромінення до 560 Вт/м^2 на рівні грудей перебуваючи в сидячому положенні рис. 3. Розподіл теплових полів в робочій зоні за нашою методикою представлено на рис. 5.

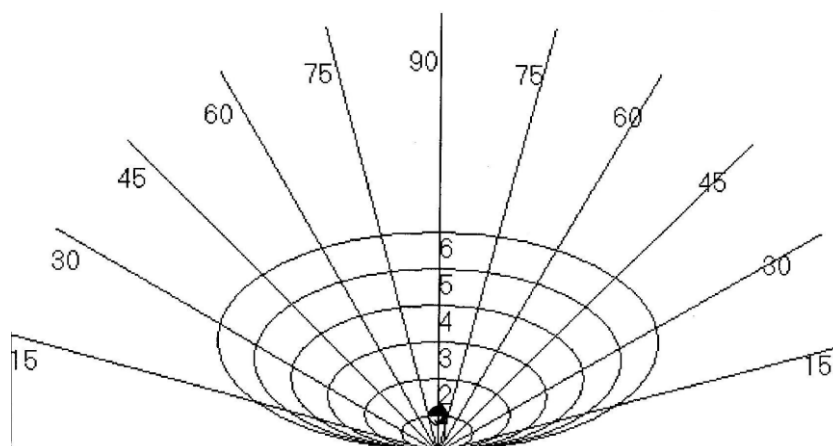


Рис. 4 Інтенсивність випромінювання на робочому місці оператора від джерела 11 по відомим методикам:

Завод: інструментальний завод ім. Войкова, Запоріжжя; Цех: ділянка ножів; Інв. номер джерела: 11; Розмір оригіналу, м: 0,1; Технічна характеристика джерела: установка СВЧ; Відстань до точки виміру, м: 1; Опромінення в точці виміру, Вт/м*м: 216; Крок сітки, м: 1; Найменування операції: укладання пластин; Максимальна відстань, м: 6.

L, м	1	2	3	4	5	6
E, Вт/м ²	216	59	27	16	10	7

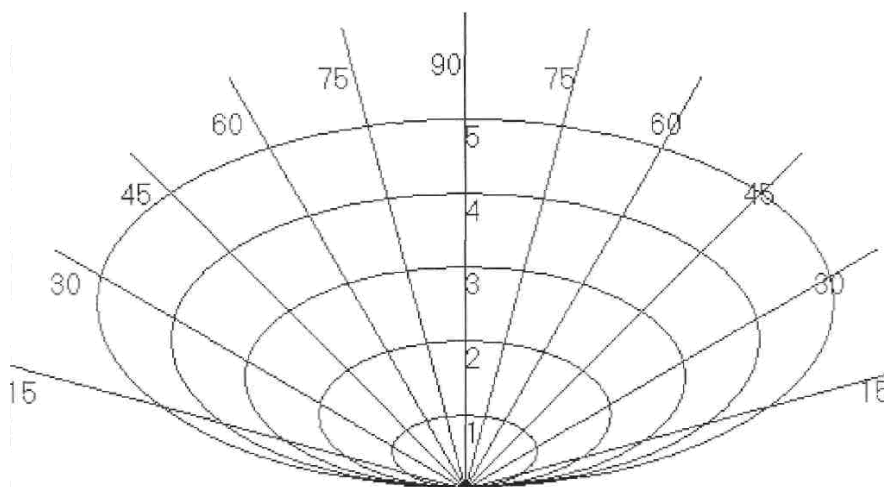


Рис. 5 Інтенсивність випромінювання на робочому місці оператора від джерела 11 за розробленою методикою:

Завод: інструментальний завод ім. Войкова, Запоріжжя; Цех: ділянка ножів; Інв. номер джерела: 11; Розмір оригіналу, м: 0,1; Технічна характеристика джерела: установка СВЧ; Відстань до точки виміру, м: 1; Опромінення в точці виміру, Вт/м*м: 560; Крок сітки, м: 1; Найменування операції: деталі в жолобі і кошику готових виробів; Максимальна відстань, м: 5.

L, м	1	2	3	4	5
E, Вт/м ²	560	153	71	41	26

При використанні нашої нової методики дослідження теплових джерел ми виявили вторинні джерела теплового випромінювання, такі як заготовка, що рухається по жолобу, які впливають на грудну клітину і

поперекову частину тіла оператора з інтенсивністю 560 Вт/м^2 ; друге «невне» джерело теплового випромінювання виявилось за новою методикою обстеження від кошика з деталями, які остигають, загальна вага якого становила близько 200 кг нагрітого металу і це джерело теплового випромінювання впливає на тіло оператора з боку спини з більшою інтенсивністю теплового випромінювання, ніж установка СВЧ при операції нагріву заготовки (джерело 11а). Таким чином, детальне обстеження умов праці на робочому місці оператора при пайці деталей дозволило виявити, що оператор на робочому місці піддається одночасно високоінтенсивному тепловому впливу від двох джерел: установка СВЧ і корзина з деталями, які остигають (рис. 6) - з довгохвильовим випромінюванням.

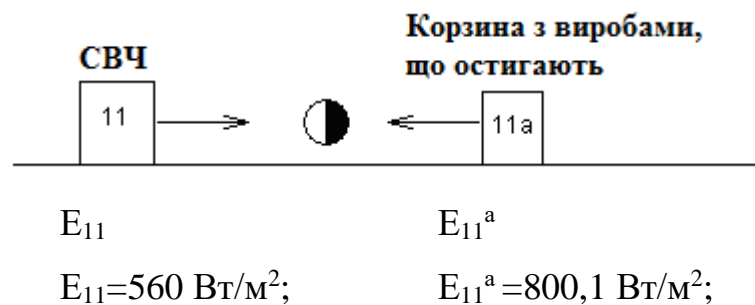
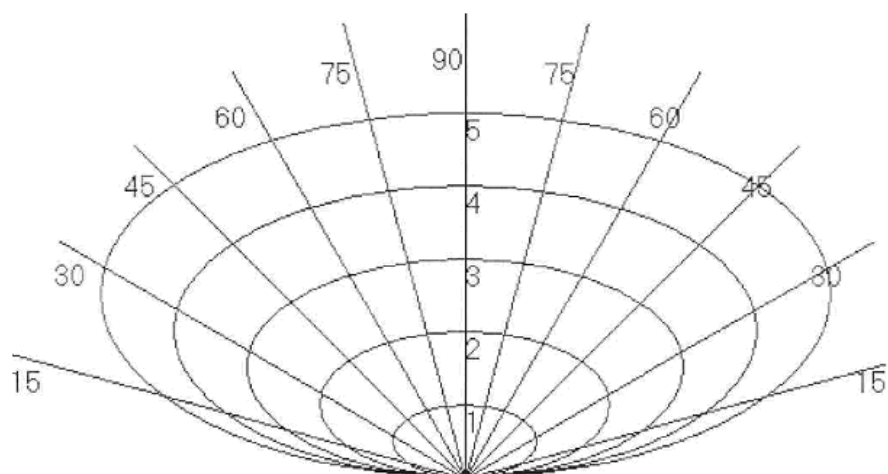


Рис. 6 Вплив високих температур на робоче місце оператора від двох джерел (джерела 11 і 11а).

Аналіз проведених досліджень показав, що інтенсивність опромінення установки СВЧ (джерело 11) на відстані 1 м становить 560 Вт/м^2 і в міру віддалення від джерела різко знижується (рис. 5): на відстані 2 м становить 153 Вт/м^2 ; 3 м – 71 Вт/м^2 ; 4 м – 41 Вт/м^2 ; 5 м – 26 Вт/м^2 .

Розподіл теплових полів в робочій зоні оператора при роботі на установці СВЧ (джерело 11а) представлено на рис. 7.



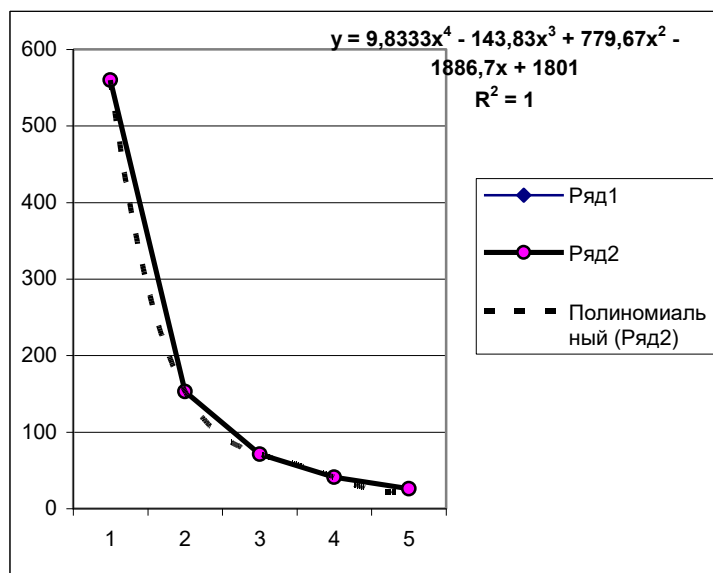
*Рис. 7 Опромінення робочого місця оператора від джерела 11а
(корзина з деталями, які остигають):*

Завод: інструментальний завод ім. Войкова, Запоріжжя; Цех: ділянка ножів; Інв. номер джерела: 11а; Розмір оригіналу, м: 0,1; Технічна характеристика джерела: установка СВЧ; Відстань до точки виміру, м: 1; Опромінення в точці виміру, Вт/м*м: 800; Крок сітки, м: 1; Найменування операції: деталі в жолобі і кошику готових виробів; Максимальна відстань, м: 5.

L, м	1	2	3	4	5
E, Вт/м ²	800	218	101	58	38

Поява другого джерела теплового випромінювання (джерело 11а - корзина з готовими нагрітими в СВЧ деталями) у міру їх накопичень створює додаткове опромінення і розподіляється наступним чином: на відстані 1 м – 800 Вт/м²; 2 м – 218 Вт/м²; 3 м – 101 Вт/м²; 4 м - 58 Вт/м²; 5 м – 38 Вт/м²; (рис. 8-9).

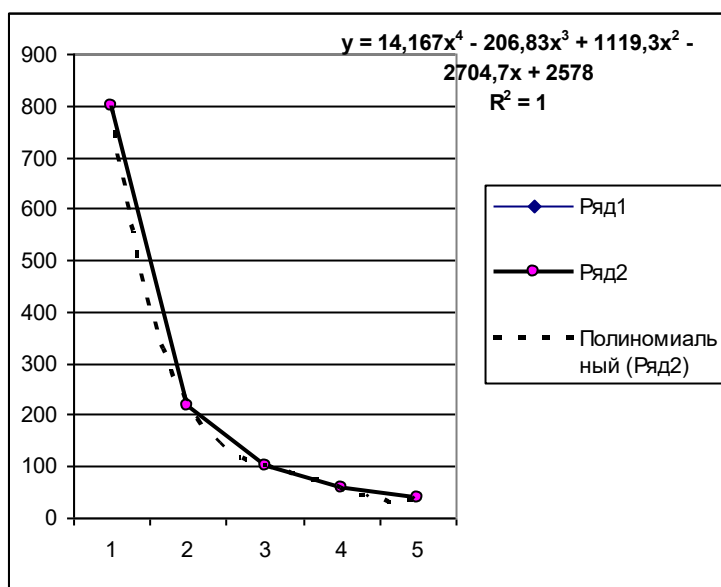
E, інтенсивність опромінення, Вт/м²



Відстань, м

Рис. 8. Зміна інтенсивності опромінення від джерела II.

E, інтенсивність опромінення, Вт/м²



Відстань, м

Рис. 9. Зміна інтенсивності опромінення від джерела IIa.

Після математичної обробки отриманих даних були отримані залежності, а величина достовірності апроксимації $R_2=1$. Залежності дозволяють прогнозувати інтенсивність опромінення робочих місць.

Таким чином, в результаті проведених досліджень було встановлено, що в робочій зоні (радіус до 2 м) робочі підпадають під вплив впливу двох теплових джерел з інтенсивністю опромінення від 153 до 800 Вт/м². При

цьому, від відкритих джерел випромінювання інтенсивному опроміненню піддається більше 25% поверхні тіла працівників, що перевищує допустиму інтегральну норму 140 Вт/м^2 [3]. Встановлено, що на зазначеному робочому місці при виконанні робіт середньої важкості - категорія II-а виконуються роботи пов'язані з ходінням, переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів або предметів в положенні стоячи або сидячи і роботи середньої важкості II-б пов'язані з ходінням, переміщенням невеликих вантажів (до 10 кг). Температура на постійних робочих місцях перевищує верхню межу допустимих значень і становить в теплий період року від 29 до 32 °С (допустима норма 27 °С) при швидкості повітряного потоку 0,2-0,5 м/с і вологості 65-70%.

Виявлено, що вологість на зазначеному робочому місці становить 40-55% при швидкості повітряного потоку 0,2-0,3 м/с.

До 2/3 робочого часу на даній ділянці робітники піддаються інтенсивному тепловому опроміненню понад 350 Вт/м^2 (опромінення до 25% поверхні тіла).

Згідно закону випромінювання Кірхгофа: здатність, яку випромінює будь-яке нагріте тіло дорівнює його коефіцієнту поглинання при заданій температурі і довжині хвилі. Потужність випромінювання чорного тіла згідно закону Планка є функцією температури T і довжини хвилі. Зі збільшенням температури нагрітого тіла одночасно зростає інтенсивність випромінювання з одночасним зменшенням довжини хвилі в спектрі ІЧ-випромінювання.

При цьому, виходячи з температури в зоні пайки в установці СВЧ вона досягає 1200-1300 °С слід враховувати, що з боку СВЧ робітники в області грудної клітини піддаються, в основному, опроміненню короткохвильової частини спектра ближнє і середнє ІЧ-випромінювання, з максимумом 1,4 -2,5 мкм, які проникають в тканини людини на глибину в кілька сантиметрів. Впливаючи на мозкову тканину, короткохвильове випромінювання викликає «сонячний удар». Людина його відчуває через постійний головний біль, запаморочення, почастішання пульсу і дихання,

потемніння в очах, порушення координацій рухів, можлива втрата свідомості [7], а також рефлекторного впливу з непередбачуваними наслідками.

При інтенсивному опроміненні в області голови відбувається набряк оболонки і тканин мозку, з'являються симптоми менінгіту та енцефаліту, проявляється сонливість і втома. При короткохвильовому опроміненні змінюється температура легких, головного мозку, нирок та інших внутрішніх органів людини [7].

У той же час, вплив вторинних джерел теплового впливу на операторів з боку спини з температурою до 500-600 °С супроводжується довгохвильовим спектром (далеке) ІЧ-випромінювання максимумом 5-7 мкм. ІЧ-випромінювання довгохвильового діапазону затримується в поверхневих шарах шкіри людини, однак, викликає підвищення температури тіла, що може привести за рахунок перетворення променевої енергії в теплову і до перегріву організму [5].

Встановлено, що при впливі на очі найбільшу небезпеку становить короткохвильове випромінювання. Можливі наслідки впливу інфрачервоного випромінювання на очі - прояв інфрачервоної катаракти [4-6].

Висновки

1. Вперше при дослідженні термодинамічної напруженості на підприємствах індустрії побудовані теплові поля і встановлені залежності зміни ІЧ-випромінювання від розташування робочих місць, виду джерела випромінювання і спектра джерел випромінювання.

2. Вперше при дослідженні високоінтенсивного теплового впливу при роботі установок СВЧ на підприємстві ім. Войкова, м. Запоріжжя встановлено, що при виконанні операцій - пайки, загартування, відпустці оператори піддаються високоінтенсивному впливу як первинних джерел - установки СВЧ в області грудей, так і від вторинних остигаючих заготовок в області спини.

3. Дослідження показали, що при виконанні робіт середньої категорії Па і Пб в цеху №11 механічної і термічної обробки будівельного інструменту підприємства ім. Войкова, м. Запоріжжя величина інтенсивності

випромінювання від джерела в області грудей - робітників операторів досягає $150-550 \text{ Вт/м}^2$ в короткохвильовому діапазоні, $\lambda=1,4-3,7 \text{ мкм}$, а з боку спини від вторинних джерел до 800 Вт/м^2 середнє Іч-випромінювання, $\lambda=1,9-3,7 \text{ мкм}$, і в довгохвильовому діапазоні $\lambda=5,6-7,0 \text{ мкм}$. Одночасний вплив короткохвильового і довгохвильового інфрачервоного випромінювання негативно позначається на працездатності і здоров'ї працюючих, є причиною ряду захворювань.

4. Встановлено, що в робочій зоні (радіус до 2 м) робітники на постійних робочих місцях цеху №11 підприємства ім. Войкова, м. Запоріжжя піддаються впливу від теплових джерел з інтенсивністю від 153 до 800 Вт/м^2 , а від відкритих джерел випромінювання опроміненню піддається більше 25% поверхні тіла працівників, що перевищує допустиму норму 140 Вт/м^2 . Температура на постійних робочих місцях перевищує верхню межу допустимих значень і становить в теплий період року від 29 до $32 \text{ }^\circ\text{C}$ (при нормі $27 \text{ }^\circ\text{C}$), а вологість не перевищує 40-55% (норма 65-70%), при швидкості повітряного потоку 0,2-0,3 м/с.

Список використаної літератури

1. <http://www.fssu.gov.ua/fse/control/main/uk/publish/article/951811>
2. Охрана труда в строительстве : учебник / [Беликов А. С., Сафонов В. В., Нажа П. Н. и др.] ; под общ. ред. А. С. Беликова. – Киев : Основа, 2014. – 592 с.
3. Зигель Р. Теплообмен излучением / Р. Зигель, Дж. Хауэлл. – Москва : Мир, 2005. – 934 с.
4. Решение задач по защите работников спецподразделений в условиях экстремальных ситуаций по тепловому воздействию / А. С. Беликов, Э. Е. Стрежекуров, В. А. Шаломов, С. Ю. Рагимов, С. П. Кордунов // Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. науч. тр. / Приднепр. гос. акад. стр-ва и архитектуры. – Днепропетровск, 2015. – Вып. 82 : Инновационные технологии жизненного цикла объектов

- жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения. – С. 25-31.
5. Контроль высокотемпературного излучения на рабочих местах / А. С. Беликов, С. Ю. Рагимов, В. А. Шаломов, А. С. Чаплыгин // Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. науч. тр. / Приднепр. гос. акад. стр-ва и архитектуры. – Днепропетровск, 2015. – Вып. 80 : Стародубовские чтения – 2015. – С. 49-54.
 6. Исследование термодинамической напряженности на рабочих местах при воздействии высоких температур [Текст]: монография / А. С. Беликов, С. Ю. Рагимов, В. А. Шаломов и др. – Днепр : Литограф, 2016. – 163 с.
 7. Державна служба України з питань праці. – Режим доступу: <http://dsp.gov.ua/category/diyalnist>.