

## ОРИГІНАЛЬНІ СТАТТІ

УДК 613.6:331.4:658.1:621]-047.44

<https://doi.org/10.33573/ujoh2024.03.167>

# ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА УМОВ ПРАЦІ НА РОБОЧИХ МІСЦЯХ ПРАЦІВНИКІВ МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Шаравара Л. П.<sup>1</sup>, Дмитруха Н. М.<sup>2</sup><sup>1</sup>Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, м. Запоріжжя, Україна<sup>2</sup>Державна установа «Інститут медицини праці імені Ю. І. Кундієва Національної академії медичних наук України», м. Київ, Україна

*Вступ.* Аналіз професійної захворюваності в Україні показує, що галузь машинобудування має значний вклад у структуру захворюваності, що зумовлена шкідливими та небезпечними умовами праці, де машинобудування займає третє місце після добувної та металургійної галузі.

*Мета дослідження* – проведення гігієнічної оцінки умов праці на робочих місцях працівників машинобудівного підприємства.

*Матеріали та методи дослідження.* Проведено вимірювання показників на робочих місцях працівників ливарного цеху машинобудівного підприємства та аналіз протоколів дослідження факторів виробничого середовища, а саме: виробничого мікроклімату, виробничого шуму та вібрації, хімічних речовин і виробничого пилу в повітрі робочої зони, показників важкості та напруженості трудового процесу. Оцінку умов праці проводили відповідно до Державних санітарних норм і правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу».

*Результати.* У результаті проведеного дослідження встановлено, що одним із провідних факторів ризику на робочих місцях працівників ливарного цеху був нагрівачий мікроклімат, де умови праці плавильника металу та сплавів відповідали 3 класу, 4 ступеню (3.4) шкідливості, зварювальника ручного зварювання, шліфувальника та обрубувача – 3 класу, 3 ступеню (3.3) шкідливості. У повітрі робочої зони всіх працівників були присутні шкідливі хімічні речовини, уміст яких перевищував встановлені гігієнічні нормативи, умови праці віднесено до 3.1–3.2 класу шкідливості. Виробничий шум і локальна вібрація мали перевищення гранично допустимих рівнів (3.1–3.3 клас шкідливості) на всіх робочих місцях. За показниками важкості та напруженості трудового процесу умови праці працівників ливарного цеху відповідали 3.1–3.2 класу шкідливості.

*Висновки.* Встановлено, що умови праці працівників ливарного цеху машинобудівного підприємства зазнають комплексного та комбінованого впливу факторів виробничого середовища різної природи. Загальна оцінка умов праці обрубувача та плавильника металу і сплавів характеризується дуже високим рівнем професійного ризику (3 клас, 4 ступінь шкідливості); умови праці електрозварника ручного зварювання та шліфувальника – високим рівнем професійного ризику (3 клас, 3 ступінь шкідливості), що може бути наслідком формування в даній категорії працівників різних форм виробничо обумовленої захворюваності та потребує обов'язкового проведення профілактичних заходів щодо зниження рівнів ризику.

**Ключові слова:** умови праці, професійні ризики, фактори ризику, підприємство машинобудування

## Вступ

Аналіз професійної захворюваності в Україні показує, що галузь машинобудування має значний вклад у структуру захворюваності, де займає третє місце після добувної та металургійної галузі, і зумовлена шкідливими та небезпечними умовами праці (УП) [1, 2]. Такі показники зумовлені наявністю на робочих місцях (РМ) працівників машинобудування шкідливих виробничих факторів фізичної, хімічної

та психофізіологічної природи [3, 4]. Перевищення гранично допустимих рівнів (ГДР) і гранично допустимих концентрацій (ГДК) зазначених виробничих факторів сприяють розвитку не тільки професійної захворюваності, а й виробничо обумовленої захворюваності та збільшенню кількості травм, отруєнь і нещасних випадків. Під час виконання своїх професійних обов'язків працівники зазнають впливу високих рівнів виробничого шуму, загальної та

локальної вібрації, несприятливого виробничого мікроклімату, недостатнього рівня освітлення, високих концентрацій хімічних речовин, а також мають значне напруження та важкість праці.

Основними причинами високого рівня професійної захворюваності є застосування застарілих і недосконалих технологій, машин та устаткувань на виробництві (51,4–56,3 %), нехтування та відмова використання працівниками як колективних, так і індивідуальних засобів захисту (19,9–21,4 %), низька ефективність санітарно-технічних заходів профілактики (систем штучних вентиляцій, систем освітлення та опалення тощо), відсутність належних лікувально-профілактичних заходів на виробництві (недотримання режиму праці та відпочинку, відсутність і порушенням правил використання лікувально-профілактичного харчування, допуск до роботи працівників із протипоказаннями та підвищеною чутливістю до шкідливих чинників виробничого середовища, пізні виявлення та діагностика ранніх проявів захворюваності серед працівників) [5–7]. Усі ці умови сприяють підвищеному рівню уваги щодо вивчення УП, зокрема виявленню всіх факторів професійного ризику на РМ працівників машинобудівної галузі.

*Мета дослідження* – проведення гігієнічної оцінки УП на РМ працівників машинобудівного підприємства.

## Матеріали та методи дослідження

Оцінку УП на РМ працівників машинобудівного підприємства проводили згідно з протоколами дослідження факторів виробничого середовища комплексної санітарно-технічної лабораторії підприємства та результатами власних вимірювань факторів виробничого середовища в 2021–2024 роках. У результаті дослідження було оцінено 2844 показники факторів виробничого середовища, серед яких параметри виробничого мікроклімату в холодний і теплий періоди року – 1808 досліджень, забруднення повітря робочої зони (ПРЗ) хімічними речовинами та виробничим пилом – 925 досліджень, виробничого шуму та вібрації – 111 показників, УП щодо важкості та напруженості трудового процесу – 39 карт. Оцінку УП проводили на РМ працівників ливарного цеху, а саме: електрозварника ручного зварювання, плавильника металу та сплавів, шліфувальника, обрубувача.

Отримані результати розраховували з використанням статистичного пакета ліцензійної програми

«Statistica, версія 13» (Copyright 1984–2018 TIBCO Software Inc. All rights reserved. Ліцензія № JPZ8041382130ARCN10-J). Нормальність розподілу отриманих показників аналізували за допомогою тесту Шапіро-Уїлка. Отримані результати мали розподіл, який відрізняється від нормального, тому описову статистику надано у вигляді медіани з міжквартильним розмахом –  $Me (Q_{25}; Q_{75})$ .

Визначення класу УП на РМ працівників ливарного цеху проводили відповідно до Державних санітарних норм та правил (ДСНтаП) «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» (затверджена наказом МОЗ України від 08.04.2014 № 284).

## Результати дослідження та їх обговорення

До завдань та обов'язків електрозварника ручного зварювання входить виконання ручного дугового та плазмового зварювання простих деталей, вузлів і різних конструкцій з вуглецевих сталей, проведення наплавлення простих деталей, нагрівання виробів і деталей перед процесом зварювання, виконання прихвату деталей виробів і конструкцій у всіх просторових положеннях зварного шва. Електрозварник ручного зварювання забезпечує підготовку зварювальних матеріалів, зварювальних машин різних типів та інструменту згідно з технологічним режимом зварювання, проводить зачищення зварювальних швів від шлаку та крапель металу для подальшого здійснення дефектоскопічного обстеження. Працівник даної професії має фізичну роботу середньої важкості, що відповідає категорії робіт – Пб, при якій загальні енерговитрати складають 233–290 Вт/м<sup>2</sup> (201–250 ккал/год). До цієї категорії належать роботи, які виконують стоячи, що пов'язані з ходінням і переміщенням вантажів до 10 кг і супроводжуються помірним фізичним напруженням.

У результаті проведеної гігієнічної оцінки УП на РМ електрозварника ручного зварювання встановлено, що в теплий період року параметри мікроклімату мали наступні показники: медіана температури повітря склала 26,8 °С, що перевищує ГДР на 4,8 °С і коливалася в межах від 20,8 °С до 29,6 °С (ГДР – 20–22 °С), де максимальний показник перевищував гігієнічний норматив на 7,6 °С. Медіана відносної вологості повітря на РМ працівника склала 31,6 %, з максимально зафіксованим

рівнем 48 %, що відповідає ГДР (40–60 %). Медіана швидкості руху повітря на РМ електрозварника склала 0,2 м/с, що не має відхилень від ГДР (0,2–0,5 м/с) з коливанням показника в межах від 0,01 до 0,42 м/с. Рівень інфрачервоного випромінювання перевищував ГДР (140 Вт/м<sup>2</sup>), де медіана показника склала 365 Вт/м<sup>2</sup> з коливанням від 255 до 450 Вт/м<sup>2</sup> з перевищенням максимального показника на 310 Вт/м<sup>2</sup>.

У холодний період року температура повітря була меншою й мала показник 24,9 °С, що перевищує ГДР (17–19 °С) на 5,9 °С з коливанням цього показника в межах від 18,1 до 25,2 °С. Медіана швидкості руху повітря склала 0,11 м/с з коливанням показника від 0,01 до 0,99 м/с, де максимальний показник не перевищував ГДР (не більше ніж 0,4 м/с). Медіана відносної вологості повітря на РМ працівника склала 32,3 % з максимально зареєстрованим показником 56,6 %, що не перевищує ГДР (40–60 %). Показник інфрачервоного випромінювання на РМ електрозварника в холодний період також перевищував ГДР (140 Вт/м<sup>2</sup>) і склав 355 Вт/м<sup>2</sup> та коливався в межах від 300 до 470 Вт/м<sup>2</sup>, що мало перевищення ГДР на 160–330 Вт/м<sup>2</sup>.

Згідно з ДСНтаП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», УП електрозварника за показниками виробничого мікроклімату відносяться до 3 класу, 3 ступеня (3.3) шкідливості. Тривалість дії несприятливого виробничого мікроклімату на працівника відбувається протягом 86,7 % робочої зміни.

Під час виконання електрозварювальних робіт у ПРЗ працівника потрапляє зварювальний аерозоль, до складу якого входять пари, гази та пил, хімічний склад і вміст якого залежить від виду використовуваних електродів і зварювання (дія виробничого фактору протягом 88 % часу робочої зміни). У ПРЗ електрозварника були присутні хімічні речовини, які не перевищували ГДК: заліза оксид (III) — речовина фіброгенної дії, концентрація якої коливалася в межах від 2,1 до 3,6 мг/м<sup>3</sup> (ГДК — 6,0 мг/м<sup>3</sup>); хрому (III) оксид (за Cr<sup>+3</sup>) (II клас небезпечності, речовина алергенної, канцерогенної дії), медіана максимально разової концентрації якого склала 0,51 мг/м<sup>3</sup> з коливанням показника від 0,04 до 0,57 мг/м<sup>3</sup> (ГДК — 1,0 мг/м<sup>3</sup>). Перевищення ГДК спостерігалось за вмістом марганцю

в зварювальному аерозолі в разі його вмісту до 20 % (II клас небезпечності, переважно загальнотоксична дія); кремнію діоксиду аморфного в суміші з оксидами марганцю у вигляді аерозолі конденсації, вміст кожного не більше ніж 10 % (ГДК — 1 мг/м<sup>3</sup>) (III клас небезпечності, фіброгенна дія); вуглецю (II) оксиду (IV клас небезпечності, гостроспрямована дія); озону (I клас небезпечності, гостроспрямована дія); нікелю (I клас небезпечності, алергенна, канцерогенна дія) та азоту діоксиду (III клас небезпечності, гостроспрямована дія). Так, медіана максимально разової концентрації марганцю в зварювальному аерозолі в разі його вмісту до 20 % мала перевищення ГДК (0,2 мг/м<sup>3</sup>) у 1,4 разу з коливанням її від 0,15 до 0,28 мг/м<sup>3</sup>, що відносить УП до 3 класу, 1 ступеня шкідливості. Медіана максимально разової концентрації кремнію діоксиду аморфного в суміші з оксидами марганцю у вигляді аерозолі конденсації зі вмістом кожного не більше ніж 10 % склала 1,7 мг/м<sup>3</sup> з максимальним показником 2,5 мг/м<sup>3</sup>, що перевищує ГДК у 2,5 разу і відносить УП до 3 класу, 2 ступеня шкідливості. Медіана максимально разової концентрації вуглецю (II) оксиду не перевищувала ГДК і склала 11,3 мг/м<sup>3</sup>, але зафіксоване максимальне значення концентрації перевищувало гігієнічний норматив у 1,2 разу (клас УП 3.1). Медіана максимально разової концентрації озону склала 0,12 мг/м<sup>3</sup> і мала перевищення ГДК у 1,2 разу з максимально зареєстрованим показником 0,22 мг/м<sup>3</sup>, що відносить УП до 3 класу, 1 ступеня шкідливості. Уміст нікелю в ПРЗ коливався в межах від 0,02 до 0,06 мг/м<sup>3</sup> (ГДК — 0,05 мг/м<sup>3</sup>), що відносить УП до 3 класу, 1 ступеня шкідливості (перевищення в 1,2 разу). Концентрація азоту діоксиду (III клас небезпечності, гостроспрямована дія) мала коливання в межах від 1,4 до 4,2 мг/м<sup>3</sup> (ГДК — 2 мг/м<sup>3</sup>), де максимальне значення перевищувало ГДК у 2,1 разу, що відносить УП до 3 класу, 2 ступеня шкідливості.

На РМ електрозварника ручного зварювання, який зайнятий зварювальними роботами, медіана еквівалентного рівня шуму становила 80 дБА, що не має перевищення ГДР (80 дБА), але рівень шуму коливався в межах від 69,5 до 95 дБА, що має перевищення по максимальному показнику на 15 дБА і відносить УП до 3 класу, 2 ступеня шкідливості. Дія виробничого шуму має вплив на працівника протягом усього робочого часу.

При оцінці показників важкості трудового

процесу електрозварника ручного зварювання встановлено, що фізичне динамічне навантаження, виражене в одиницях роботи за зміну ( $\text{кг} \cdot \text{м}$ ), при регіональному навантаженні з переважаючою участю м'язів рук і плечового поясу при переміщенні вантажу на відстань до 1 м склало  $2333 \text{ кг} \cdot \text{м}$  (клас УП оптимальний), величина статичного навантаження за зміну при утриманні вантажу двома руками –  $12\,734 \text{ кг} \cdot \text{с}$  і однією рукою  $1 - 980 \text{ кг} \cdot \text{с}$  (клас УП допустимий), кількість за зміну дрібних стереотипних рухів кистей і пальців рук – 20 (клас УП оптимальний), кількість за зміну нахилів тулуба (понад 300) – 88 (клас УП допустимий), переміщення у просторі, а саме переходи, які обумовлені технологічним процесом, протягом зміни –  $0,367 \text{ км}$  (клас УП допустимий), перебування у вимушеній робочій позі (на колінах, навпочіпки та інше) близько 58 % часу зміни (клас УП шкідливий – 3 клас, 2 ступінь). При оцінці показників напруженості трудового процесу встановлено, що працівник має тривалість зосередженого спостереження близько 65 % часу робочої зміни, що відносить УП до 3 класу, 2 ступеня шкідливості. УП електрозварника ручного зварювання, згідно з Гігієнічною класифікацією праці, за показниками як важкості, так і напруженості відносяться до 3 класу, 2 ступеня шкідливості.

До завдань та обов'язків плавильника металу та сплавів входить ведення плавки кольорових, чорних і спеціальних сплавів, чавуну відповідно до технічних вимог у печах різних конструкцій, підготовка до роботи плавильних печей, ведення процесів модифікування, легування та рафінування металу безпосередньо в печі, відливання зразків і доведення сплавів до потрібного хімічного складу, участь у ремонті печей. Плавильник металу та сплавів має важку фізичну роботу, яка відповідає категорії важкості робіт – III з загальними енерговитратами за зміну  $291 - 349 \text{ Вт}$  ( $251 - 300 \text{ ккал/год}$ ), яка пов'язана з постійним переміщенням, перенесенням вантажів понад 10 кг і потребує великих фізичних зусиль.

Дослідження мікрокліматичних показників виробничого середовища на дільниці плавки та заливання на РМ плавильника металу та сплавів у теплий період року показали, що медіана температури повітря склала  $30,9 \text{ }^\circ\text{C}$ , що перевищує ГДР на  $10,9 \text{ }^\circ\text{C}$ , максимально зареєстрований показник температури склав  $32,5 \text{ }^\circ\text{C}$ . Вологість повітря на РМ працівника коливалася в межах 17–36 %

з медіаною показника 33 %, що нижче ГДК на 7 %. Медіана швидкості руху повітря на РМ склала  $0,2 \text{ м/с}$  (ГДК –  $0,5 - 0,6 \text{ м/с}$ ) з коливанням показників від  $0,05$  до  $0,22 \text{ м/с}$ , що значно нижче нормативного значення. Медіана рівня інфрачервоного опромінення під час роботи плавильника склала  $1370 \text{ Вт/м}^2$ , що перевищує ГДК на  $1230 \text{ Вт/м}^2$ , показники інфрачервоного опромінення мали високі значення й коливалися від  $1280$  до  $1465 \text{ Вт/м}^2$ .

У холодний період року медіана температури повітря склала  $25,4 \text{ }^\circ\text{C}$ , що також перевищує ГДР, який становить для працівників з III категорією важкості робіт  $16 - 18 \text{ }^\circ\text{C}$ , максимально зареєстрована температура повітря на цьому РМ склала  $31,5 \text{ }^\circ\text{C}$ . Відносна вологість у холодний період року була нижчою за нормативні значення і склала 32 %, з коливанням показника від 26 до 40 % (ГДК – 40–60 %). Медіана швидкості руху повітря в цей період склала  $0,16 \text{ м/с}$  (ГДР – не більше ніж  $0,4 \text{ м/с}$ ) з коливаннями показника від  $0,12$  до  $0,24 \text{ м/с}$ . Рівень інфрачервоного опромінення, як і в теплий період року, перевищував гігієнічний норматив і склав  $1465 \text{ Вт/м}^2$  (ГДК –  $140 \text{ Вт/м}^2$ ) та коливався в межах від  $1360$  до  $1475 \text{ Вт/м}^2$ . За показниками виробничого мікроклімату УП плавильника металу та сплавів, згідно з критеріями Гігієнічної класифікації праці, відповідають шкідливим УП – 3 клас, 4 ступінь шкідливості та діють на працівника протягом 85 % робочої зміни.

У ПРЗ працівників на дільниці плавки та заливання були присутні наступні хімічні речовини: заліза оксид (III) як речовина фіброгенної дії; марганцю оксид (у перерахунку на  $\text{MnO}_2$ ) (II клас небезпечності, переважно загальнотоксична дія); вуглецю оксид (IV клас небезпечності, гостроспрямована дія); кремнію діоксид аморфний у суміші з оксидами марганцю у вигляді аерозолу конденсації з вмістом кожного не більше ніж 10 % (III клас небезпечності, переважно фіброгенна дія); титан і його діоксид (IV клас небезпечності, переважно фіброгенна дія); вуглецю пил: кокс кам'яновугільний (IV клас небезпечності, фіброгенна дія). Відповідність ГДК з вище перерахованих хімічних речовин мав тільки титан і його діоксид, де максимальна його концентрація в ПРЗ склала  $4,2 \text{ мг/м}^3$  (ГДК –  $10 \text{ мг/м}^3$ ). Медіана максимально разової концентрації заліза оксиду (III) в ПРЗ склала  $3,5 \text{ мг/м}^3$ , що не перевищує ГДК ( $6,0 \text{ мг/м}^3$ ), але максимальний показник, який був зафіксований, склав  $6,8 \text{ мг/м}^3$ , що перевищує ГДК у 1,1 разу та



відносить УП до 3.1 класу шкідливості. Концентрація марганцю оксиду (у перерахунку на  $MnO_2$ ) коливалася в межах від 0,18 до 0,33  $mg/m^3$ , де максимальний показник перевищував ГДК (0,3  $mg/m^3$ ) в 1,1 разу (УП 3 клас, 1 ступінь). Медіана максимально разової концентрації кремнію діоксиду в ПРЗ працівника склала 1,2  $mg/m^3$ , що має перевищення ГДК в 1,2 разу, концентрація речовини коливалася в межах від 1,1 до 3,1  $mg/m^3$  з перевищенням ГДК в 3,1 разу (3 клас, 2 ступінь шкідливості). Медіана максимально разової концентрації вуглецю пилу (кокс кам'яновугільний) мала перевищення ГДК (6,0  $mg/m^3$ ) в 1,5 разу і склала 8,7  $mg/m^3$  та коливалася від 8,6 до 9,1  $mg/m^3$  (УП 3 клас, 1 ступінь). Шкідливі хімічні речовини діють на працівника протягом 85 % часу робочої зміни.

Медіана еквівалентного рівня шуму на РМ плавильника металу та сплавів склала 84 дБА, що перевищує ГДР на 4 дБА (80 дБА), максимальний рівень шуму, який був зареєстрований на РМ працівника, склав 98,1 дБА, що має перевищення на 18,1 дБА і відносить УП до 3 класу, 3 ступеня шкідливості.

При оцінці показників важкості трудового процесу плавильника металів і сплавів встановлено, що фізичне динамічне навантаження, яке виражене в одиницях роботи за зміну ( $kg \cdot m$ ), при загальному навантаженні за участю м'язів корпусу та ніг при переміщенні вантажу на відстань від 1 до 5 м склало 18 039  $kg \cdot m$  (клас УП допустимий), при регіональному навантаженні за участю м'язів рук і плечового поясу у разі переміщення вантажу на відстань до 1 м склало 248  $kg \cdot m$  (клас УП оптимальний), величина статичного навантаження за зміну при утриманні вантажу двома руками – 1450  $kg \cdot c$  (клас УП допустимий), кількість за зміну нахилів тулуба (понад 300) – 265 (3.1 клас УП), переміщення в просторі, а саме переходи, які обумовлені технологічним процесом, протягом зміни – 1,6 км (клас УП допустимий), перебування у вимушеній позі – близько 68 % часу зміни (клас УП шкідливий – 3 клас, 2 ступінь). При оцінці показників напруженості трудового процесу встановлено, що працівник має тримінну роботу (робота в нічну зміну) – 3.1 клас УП, тривалість зосередженого спостереження складає близько 88,5 % часу робочої зміни, що відносить УП до 3 класу, 2 ступеня шкідливості. Отже, УП за показниками важкості та напруженості на РМ плавильника металу та спла-

вів, згідно з Гігієнічною класифікацією праці, відповідають 3 класу, 2 ступеню шкідливості.

До функцій та обов'язків шліфувальника входить шліфування та зачищення зовнішніх поверхонь деталей, вогнетривких виробів, заготовок звичайної конфігурації на налагоджених шліфувальних і відрізних верстатах, налагодження обладнання, шліфування та зачищення деталей ручним способом. Шліфувальник має фізичну роботу середньої важкості (категорія Па) із загальними витратами енергії 176–232 Вт (151–200 ккал/год), яка пов'язана з ходінням, переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів або предметів у положенні стоячи або сидячи.

У результаті дослідження параметрів виробничого мікроклімату на РМ шліфувальника в теплий період року встановлено, що медіана температури повітря склала 26,7 °С, що перевищує ГДК (21–23 °С) на 3,7 °С, температура коливалася від 24,9 до 29,1 °С, де максимальний показник мав перевищення на 6,1 °С. Медіана відносної вологості повітря відповідала ГДК і склала 41 % із коливанням у допустимих межах від 39 до 48 %. Медіана швидкості руху повітря відповідала гігієнічному нормативу (ГДК – 0,2–0,4 м/с) і склала 0,2 м/с. У холодний період року медіана температури повітря не відповідала ГДК (19–21 °С) та становила 22,8 °С, максимально зареєстрований показник перевищував гігієнічний норматив на 5,1 °С. Показник відносної вологості повітря був нижчим від ГДК (40–60 %) і склав 30 % з коливанням від 16 до 40 %. Медіана руху повітря на РМ працівника склала 0,16 м/с (ГДК – 0,3 м/с) і не відповідала гігієнічному нормативу з коливанням показника в межах від 0,12–0,21 м/с. Таким чином УП шліфувальника за мікрокліматичними показниками відповідають 3 класу, 3 ступеню шкідливості.

Під час виконання технологічних операцій по шліфуванню різних деталей у ПРЗ були присутні електрокорунд, електрокорунд хромистий (IV клас небезпечності, переважно фіброгенна дія) і титан та його діоксид (IV клас небезпечності, переважно фіброгенна дія). Медіана максимально разової концентрації електрокорунду в ПРЗ перевищувала ГДК (6,0  $mg/m^3$ ) і склала 8,5  $mg/m^3$ , що перевищує ГДК в 1,4 разу, концентрація хімічної речовини коливалася в межах від 7,3 до 9,7  $mg/m^3$ , де максимальний показник перевищував ГДК в 1,6 разу, що відносить УП до 3 класу, 1 ступеня шкідливості. Максимально разова концентрація титану та його

діоксиду не перевищувала ГДК ( $10,0 \text{ мг/м}^3$ ) і коливалася в межах від  $5,9$  до  $6,0 \text{ мг/м}^3$ . Тривалість впливу шкідливих хімічних речовин діє на працівника протягом  $80 \%$  робочої зміни.

Під час виконання робіт по шліфуванню зовнішніх і внутрішніх поверхонь деталей за технологічним процесом на працівника впливає еквівалентний рівень шуму на рівні  $81,1 \text{ дБА}$  (ГДК  $80 \text{ дБА}$ ) з максимально зареєстрованим показником  $83 \text{ дБА}$ , що відносить УП до 3 класу, 1 ступеня шкідливості. Виробничий шум впливає на працівника протягом усієї робочої зміни.

Аналізуючи показники важкості трудового процесу шліфувальника, встановлено, що фізичне динамічне навантаження, яке виражене в одиницях роботи за зміну ( $\text{кг} \cdot \text{м}$ ), при загальному навантаженні за участю м'язів корпусу та ніг при переміщенні вантажу на відстань від  $1$  до  $5 \text{ м}$  склало  $1142 \text{ кг} \cdot \text{м}$  (клас УП оптимальний), величина статичного навантаження за зміну при утриманні вантажу двома руками —  $70039 \text{ кг} \cdot \text{с}$  (клас УП 3.1), кількість за зміну нахилів тулуба (понад  $300$ ) —  $37$  (клас УП оптимальний), переміщення в просторі, яке обумовлено переходами при виконанні різних технологічних процесів, протягом зміни —  $0,3 \text{ км}$  (клас УП оптимальний), перебування у вимушеній позі близько  $78,6 \%$  часу зміни (клас УП шкідливий — 3 клас, 2 ступінь). При оцінці показників напруженості трудового процесу встановлено, що шліфувальник має тривалість зосередженого спостереження близько  $78 \%$  часу робочої зміни, що відносить УП до 3 класу, 1 ступеня шкідливості. УП шліфувальника, згідно із Гігієнічною класифікацією праці, за показниками важкості відповідають 3 класу, 2 ступеню шкідливості, за показниками напруженості — 3 класу, 1 ступеню шкідливості.

До завдань та обов'язків обрубувача входить обрубання, обпилювання, зачищення та вирубування пневматичним молотком або зубилом вручну, на підвісних наждачних верстатах і спеціальних машинах різної конструкції деталей. Працівник видаляє залишки стрижнів і каркасів з тонкостінних багатоканальних і відповідальних відливок, вирубує дефекти в складних відливках і деталях за шаблонами та лекалами. Обрубувач має фізичну роботу середньої важкості, що відповідає категорії робіт Пб, при якій загальні енерговитрати складають  $233\text{--}290 \text{ Вт/м}^2$  ( $201\text{--}250 \text{ ккал/год}$ ). До цієї категорії належать роботи, що виконуються стоячи, які пов'язані з ходінням і переміщенням вантажів

до  $10 \text{ кг}$  та супроводжуються помірним фізичним напруженням.

У результаті аналізу отриманих показників виробничого мікроклімату на РМ обрубувача встановлено, що медіана температури повітря в теплий період року склала  $25,8 \text{ }^\circ\text{C}$ , що перевищує ГДК ( $20\text{--}22 \text{ }^\circ\text{C}$ ) на  $3,8 \text{ }^\circ\text{C}$ , температурний показник коливався в межах від  $20,2$  до  $29,1 \text{ }^\circ\text{C}$ , де максимальний показник перевищував ГДК на  $7,1 \text{ }^\circ\text{C}$ . Медіана відносної вологості склала  $39,5 \%$ , показник коливався в межах  $16\text{--}48 \%$  (ГДК —  $40\text{--}60 \%$ ). Медіана швидкості руху повітря відповідала гігієнічному нормативу (ГДК —  $0,2\text{--}0,4 \text{ м/с}$ ) і склала  $0,2 \text{ м/с}$ . У холодний період року температура повітря коливалася в межах від  $19$  до  $24,8 \text{ }^\circ\text{C}$ , де максимальний показник перевищував ГДК ( $17\text{--}19 \text{ }^\circ\text{C}$ ) на  $5,8 \text{ }^\circ\text{C}$ . Показник відносної вологості був меншим за гігієнічний норматив (ГДК —  $40\text{--}60 \%$ ) і коливався в межах від  $16$  до  $32 \%$ . Медіана швидкості руху повітря склала  $0,13 \text{ м/с}$ , що відповідає гігієнічним вимогам (не більше ніж  $0,4 \text{ м/с}$ ), показник коливався в межах від  $0,1$  до  $0,17 \text{ м/с}$ . Згідно з Гігієнічною класифікацією праці, УП обрубувача за показниками виробничого мікроклімату відповідають 3 класу, 3 ступеню шкідливості.

На РМ обрубувача, який зайнятий обробленням литви наждаком і ручним способом під час зачищення деталей, у ПРЗ були присутні шкідливі хімічні речовини, а саме: електрокорунд, електрокорунд хромистий (IV клас небезпеки, переважно фіброгенна дія); моноетаноламін (II клас небезпечності, переважно загальнотоксична дія); вуглецю (II) оксиду — IV клас небезпеки як речовини гостроспрямованої дії та азоту діоксид (III клас небезпечності, гостроспрямована дія). Перевищення ГДК мали тільки електрокорунд і моноетаноламін. Так, медіана максимально разової концентрації електрокорунду склала  $7,8 \text{ мг/м}^3$ , що перевищує ГДК ( $6 \text{ мг/м}^3$ ), концентрація речовини коливалася в межах від  $4,5$  до  $9,7 \text{ мг/м}^3$ , що мало перевищення в  $1,6$  рази та відносить УП до 3 класу, 1 ступеня шкідливості. Медіана максимально разової концентрації моноетаноламіну склала  $0,56 \text{ мг/м}^3$ , що перевищувала ГДК ( $0,5 \text{ мг/м}^3$ ), де максимальний показник перевищував ГДК у  $1,34$  рази та відносить УП до 3 класу, 1 ступеня шкідливості.

На РМ обрубувача, який зайнятий порізкою блоків, зачищенням, рихтуванням та обдуванням деталей, медіана еквівалентного рівня шуму склала

**Загальна оцінка умов праці працівників машинобудівного підприємства  
на робочих місцях працівників ливарного цеху**

Професія	Виробничий чинник	Мікроклімат	Хімічний фактор	Шум	Вібрація	Напруженість праці	Важкість праці	Загальна оцінка умов праці	Рівень ризику
Електрозварник ручного зварювання		3.3	3.2	3.2	–	3.2	3.2	3.3	Високий
Плавильник металу та сплавів		3.4	3.2	3.3	–	3.2	3.2	3.4	Дуже високий
Шліфувальник		3.3	3.1	3.1	–	3.2	3.1	3.3	Високий
Обрубувач		3.3	3.1	3.3	3.3	3.2	3.1	3.4	Дуже високий

100 дБА, що перевищує ГДР (80 дБА) на 20 дБА і відносить УП до 3 класу, 3 ступеня шкідливості, підвищений рівень шуму впливає на працівника протягом усєї робочої зміни.

Під час роботи обрубувач зазнає впливу локальної вібрації, яка генерується обладнанням при обробці деталей з медіаною еквівалентного рівня 133 дБ, що перевищує ГДР (126 дБ) на 7 дБ і відносить УП до 3 класу, 3 ступеня шкідливості.

При оцінці показників важкості трудового процесу на РМ обрубувача встановлено, що фізичне динамічне навантаження, яке виражене в одиницях роботи за зміну (кг · м), при загальному навантаженні за участю м'язів корпусу та ніг при переміщенні вантажу на відстань від 1 до 5 м склало 466 кг · м (клас УП оптимальний), величина статичного навантаження за зміну при утриманні вантажу двома руками – 62 084 кг · с (клас УП допустимий), кількість за зміну нахилів тулуба (понад 300) – 61 (клас УП допустимий), переміщення у просторі, а саме переходи, що обумовлені технологічним процесом, протягом зміни – 0,14 км (клас УП оптимальний), перебування у вимушеній позі близько 84,1 % часу зміни (клас УП шкідливий – 3 клас, 2 ступінь). При оцінці показників напруженості трудового процесу встановлено, що обрубувач має тривалість зосередженого спостереження близько 79 % часу робочої зміни, що відносить УП до 3 класу, 1 ступеня шкідливості. Таким чином, УП обрубувача, згідно з Гігієнічною класифікацією умов праці, відносяться за показниками важкості праці до 3 класу, 2 ступеня шкідливості, за показниками напруженості – до 3 класу, 1 ступеня шкідливості.

Загальну оцінку УП працівників ливарного цеху машинобудівного підприємства наведено в таблиці.

### Висновки

1. Встановлено, що УП працівників ливарного цеху машинобудівного підприємства мають комплексний і комбінований характер впливу факторів виробничого середовища різної природи.
2. Серед провідних несприятливих чинників: вплив нагріваючого мікроклімату (3.3–3.4 клас шкідливості), дія фізичних виробничих факторів: виробничий шум (3.1–3.3 клас шкідливості) та вібрація (3.3 клас шкідливості), вплив шкідливих хімічних речовин (3.1–3.3 клас шкідливості), важкість (3.3 клас шкідливості) і напруженість (3.1–3.2 клас шкідливості) трудового процесу.
3. Загальна оцінка УП обрубувача та плавильника металу та сплавів характеризуються дуже високим рівнем професійного ризику; УП електрозварника ручного зварювання та шліфувальника – високим рівнем професійного ризику, що може бути наслідком формування в даній категорії працівників різних форм виробничо обумовленої захворюваності та професійної захворюваності.

### Література

1. Забезпечення безпечних умов праці для профілактики професійних захворювань працівників металургійного і ливарного виробництва. Н. С. Єв-

тушенко, О. І. Пономаренко, Н. Є. Твердохлебова та ін. *Метал та лиття України*. 2022. Т. 30, № 3 (330). С. 117–125. <https://doi.org/doi.org/10.15407/steelcast2022.03.116>.

2. Оцінка ризику розвитку професійних захворювань у працівників металургійної, вугільної промисловості та машинобудування. А. М. Нагорна, П. М. Вітте, М. П. Соколова та ін. *Український журнал з проблем медицини праці*. 2012. 3 (31). С. 3–13.

3. Марчишина Є. І. Дослідження небезпечних та шкідливих виробничих чинників на робочих місцях працівників машинобудування. Збірник тез доповідей X Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 116-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906–1987) 23–24 лютого 2023 р. Київ, 2023. С. 386–388. URL: <https://dglib.nubip.edu.ua/server/api/core/bitstreams/59a0b9d4-27a1-4baa-8e7b-3d85f0e62ae5/content>.

4. Михайлицька А. В., Левашова Ю. С. Дослідження та аналіз умов праці ділянок інтенсивного пило-виділення машинобудівного комплексу. Актуальні питання охорони праці у контексті сталого розвитку та європейської інтеграції України: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Харків,

09–11 листоп. 2023 р.). ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. Харків, 2023. С. 216–218. URL: [https://science.kname.edu.ua/images/dok/konferentsii/2023/Tezy\\_2023/Materialy\\_9-11\\_11\\_23.pdf](https://science.kname.edu.ua/images/dok/konferentsii/2023/Tezy_2023/Materialy_9-11_11_23.pdf).

5. Безпека праці – запорука розвитку машинобудівного виробництва. І. О. Мезенцева, О. О. Кузьменко, В. В. Горбенко, С. М. Мезенцев. *Prospects of modern science and education*. 2023. С. 626–629. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/8053cacf-4a49-4731-8dfd-31d1af5b68e9/content>.

6. Таїрова Т. Н., Романенко Н. В., Сліпачук О. А. Підвищення результативності заходів з профілактики виробничого травматизму на основі моделювання системи охорони праці в машинобудуванні. *Проблеми охорони праці в Україні*. 2020. Т. 36 (4). С. 23–29. <https://doi.org/10.36804/nndipbor.36-4.2020.23-29>.

7. Кононова І. Г. Професійна захворюваність серед працівників підприємств машинобудування. *Український журнал з проблем медицини праці*. 2010. № 1 (21). С. 9–15.

*Конфлікт інтересів відсутній.*

**Sharavara L. P.<sup>1</sup>, Dmytrukha N. M.<sup>2</sup>**

## **HYGIENIC ASSESSMENT OF WORKING CONDITIONS AT EMPLOYEES' WORKPLACES IN MACHINE-BUILDING ENTERPRISES**

<sup>1</sup>Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, Zaporizhzhia, Ukraine

<sup>2</sup>State Institution «Kundiiev Institute of Occupational Health of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kyiv, Ukraine

*Introduction.* The analysis of occupational morbidity in Ukraine indicates that the mechanical engineering industry significantly contributes to the morbidity structure caused by harmful and dangerous working conditions. Mechanical engineering ranks third in this regard, following the mining and metallurgical industries.

*The aim of the research* – to conduct a hygienic assessment of working conditions at employees' workplaces in a machine-building enterprise.

*Materials and methods of the research.* Measurements were taken at employees' workplaces in the foundry shop of a machine-building enterprise. The study involved analyzing protocols on industrial environment factors, including indicators of the industrial microclimate, industrial noise and vibration, chemical substances, and industrial dust in the workplace air, as well as indicators of the difficulty and intensity of the labor process. The assessment of working conditions was carried out according to the State Sanitary Norms and Rules "Hygienic Classification of Work According to Indicators of Harmfulness and Dangerous Factors of the Production Environment, Difficulty, and Intensity of the Labor Process".

*Results.* The research established that one of the leading risk factors in the workplaces of foundry workers was the overheating microclimate. The working conditions of metal and alloy smelters corresponded to the 3<sup>rd</sup> class, 4<sup>th</sup> degree of harmfulness. The working conditions of manual welders, grinders, and cutters were classified as 3<sup>rd</sup> class, 3<sup>rd</sup> degree of harmfulness. Harmful chemical substances were present in the air of all workers' areas, exceeding established hygiene standards, classifying the working conditions as 3.1–3.2 class of harmfulness. Industrial noise and local vibration exceeded maximum permissible levels (hazard class 3.1–3.3) at all workplaces. The difficulty and tension indicators of the labor process for foundry workers corresponded to the 3.1–3.2 class of harmfulness.

*Conclusions.* The study revealed that the working conditions of foundry workers in a machine-building enterprise have a complex and combined nature of factors influencing the production environment. The general assessment of working conditions for cutters and smelters of metal and alloys is characterized by a very high level of occupational risk (3<sup>rd</sup> class, 4<sup>th</sup> degree of harmfulness). The working conditions of manual welders and grinders indicate a high level of occupational risk



(3<sup>rd</sup> class, 3<sup>rd</sup> degree of harmfulness). These conditions could lead to various forms of production-related morbidity in this category of workers, necessitating the mandatory implementation of preventive measures to reduce risk levels.

**Key words:** working conditions, professional risks, risk factors, machine-building enterprise

## References

1. Yevtushenko NS, Ponomarenko OI, Tverdokhlybova NYe, Mezentsseva IO, Semenov YeO, Yevtushenko SD. [Ensuring safe working conditions for the prevention of occupational diseases of metallurgical and foundry workers]. Metal and Casting of Ukraine. 2022;30(3):117-25. Ukrainian. DOI: <https://doi.org/10.15407/steelcast2022.03.116>.

2. Nahorna AM, Vitte PM, Sokolova MP, Kononova IH, Orekhova OV, Mazur VV. [Assessment of the risk of developing occupational diseases among workers in the metallurgical, coal industry, and mechanical engineering]. Ukrainian Journal of Occupational Health. 2012;3:3-13. Ukrainian.

3. Marchyshyna YeI. [Study of dangerous and harmful production factors at workplaces of mechanical engineering workers]. In: [Collection of abstracts of reports of the 10th international scientific and technical conference "Kramarov readings" on the occasion of the 116<sup>th</sup> anniversary of the birthday of Doctor of Technical Sciences, professor, corresponding member of the National Academy of Sciences of Ukraine, vice-president of the National Academy of Sciences of Ukraine Volodymyr Savovych Kramarov (1906–1987); 2023 Feb 23–24]. Kyiv: 2023. p. 386-8. Ukrainian. Available from: <https://dglib.nubip.edu.ua/server/api/core/bitstreams/59a0b9d4-27a1-4baa-8e7b-3d85f0e62ae5/content>.

4. Mykhaylytska AV. [Research and analysis of working conditions in areas of intensive dust generation in the machine-building complex]. In: [Current issues of labor protection in the context of sustainable development and European integration of Ukraine: materials of the 4th International. science and practice Internet Conf.: 2023 Nov 09–11]. Kharkiv; 2023. p. 216-8. Ukrainian. Available from: [https://science.kname.edu.ua/images/dok/konferentsii/2023/Tezy\\_2023/Materialy\\_9-11\\_11\\_23.pdf](https://science.kname.edu.ua/images/dok/konferentsii/2023/Tezy_2023/Materialy_9-11_11_23.pdf).

5. Mezentsseva IO, Kuz'menko OO, Horbenko VV, Mezentssev SM. [Occupational safety is the key to the development of engineering production]. Prospects of modern science and education. 2023;626-9. Ukrainian. Available from: <https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/8053cacf-4a49-4731-8dfd-31d1af5b68e9/content>.

6. Tairova TN, Romanenko NV, Slipachuk OA. [Increasing the effectiveness of measures to prevent industrial injuries based on the modeling of the occupational health and safety system in mechanical engineering]. Problems of labor protection in Ukraine. 2020;36(4):23-9. Ukrainian. DOI: <https://doi.org/10.36804/nndipob.36-4.2020.23-29>.

7. Kononova IH. [Occupational morbidity among employees of machine-building enterprises]. Ukrainian Journal of Occupational Health. 2010;1:9-15. Ukrainian.

## ORCID ID співавторів та їхній внесок у підготовку та написання статті:

*Шаравара Л. П.* (ORCIDID:0000-0001-9102-3686) – збір матеріалів, первинний аналіз даних, написання тексту статті, формулювання висновків;

*Дмитруха Н. М.* (ORCIDID:0000-0001-9161-3889) – постановка мети дослідження, редагування тексту статті, формулювання висновків.

*Інформація щодо джерел фінансування дослідження:* дослідження виконано за темою «Сучасні фактори ризику та їх профілактика в системі громадського здоров'я» (номер державної реєстрації 0123U100215).

*Надійшла:* 29 липня 2024 р.

*Прийнята до друку:* 13 вересня 2024 р.

**Контактна особа:** Шаравара Л. П., доцент, кандидат медичних наук, кафедра загальної гігієни, медичної екології та профілактичної медицини, Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, буд. 26, просп. Маяковського, м. Запоріжжя, 69035. Тел.: + 38 0 99 271 77 57.  
Електронна пошта: saravaralarisa@gmail.com