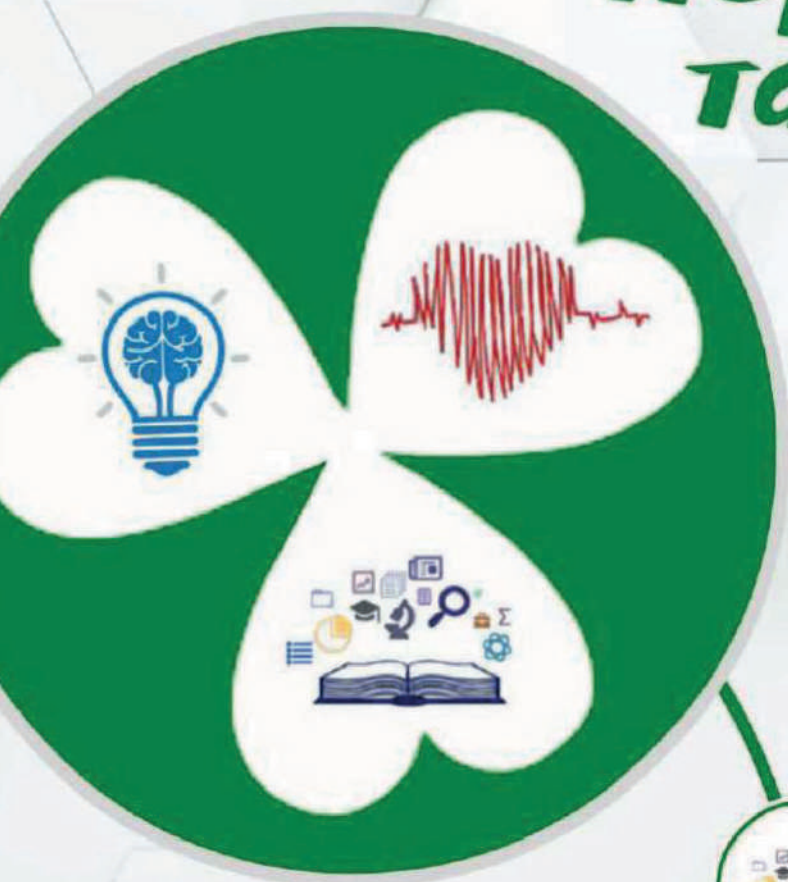




Наукові перспективи
Видавнича група

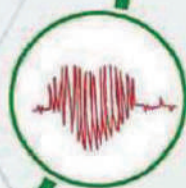
Перспективи та інновації науки



СЕРІЯ "ПЕДАГОГІКА"



СЕРІЯ "ПСИХОЛОГІЯ"



СЕРІЯ "МЕДИЦИНА"



№5(51)2025

- Футуйма Ю.М., Романів В.М.** 3221
Етіологічні та патогенетичні чинники в розвитку тканинних дефектів нижніх кінцівок при різних формах синдрому діабетичної стопи
- Холодова О.С., Дідоха І.В., Дорошенко В.В.** 3234
Інноваційні підходи до застосування терапевтичних вправ у системі реабілітації: вплив на відновлення функціонального стану пацієнтів
- Хребтій Я.В.** 3251
Особливості лікуванні венозного тромбоемболізму у пацієнтів з бойовою травмою
- Шаравара Л.П.** 3260
Оцінка неканцерогенних ризиків від впливу хімічних речовин у працівників машинобудівного підприємства
- Шевчук М.М.** 3271
Кількісні і якісні морфологічні характеристики клітинного складу синусоїдних капілярів печінки наприкінці 4 тижня експериментального впливу олії канабідіолу

УДК: 613.632.027:621-057]-047.44

[https://doi.org/10.52058/2786-4952-2025-5\(51\)-3260-3270](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2025-5(51)-3260-3270)

Шаравара Лариса Павлівна доцент, к.мед.н., доцент кафедри загальної гігієни, медичної екології та профілактичної медицини, Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, <https://orcid.org/0000-0001-9102-3686>

ОЦІНКА НЕКАНЦЕРОГЕННИХ РИЗИКІВ ВІД ВПЛИВУ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН У ПРАЦІВНИКІВ МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Анотація. Велика кількість працівників зайнятих у машинобудівній промисловості працюють в умовах дії шкідливих та небезпечних факторів, серед яких провідним фактором є виробничий пил та хімічні речовини. Такі умови праці потребують досліджень по визначенню можливих негативних наслідків для здоров'я працюючих. Проведення досліджень щодо вмісту хімічних речовин та виробничого пилу на різних робочих місцях працівників галузі машинобудування при різних технологічних процесах та розрахунок неканцерогенних ризиків з визначенням критичних органів та систем для працюючих у цих умовах залишається актуальним питанням.

Мета. Провести оцінку неканцерогенних ризиків від впливу хімічних речовин у працівників машинобудівного підприємства.

Матеріали та методи. Провели дослідження та аналіз протоколів дослідження повітря робочої зони працівників машинобудівного підприємства на вміст хімічних речовин та виробничого пилу за період з 2021 по 2024 роки. Для оцінки неканцерогенного ризику від впливу хімічних речовин присутніх у повітрі робочої зони працівників розраховували коефіцієнти небезпеки (НҚ) та сумарний неканцерогенний ризик (НІ) згідно Методичних рекомендацій «Оцінка ризиків для здоров'я працівників від забруднення повітря робочої зони хімічними речовинами», затверджених Наказом МОЗ України від 02 березня 2024 року № 358.

Результати. Встановлено, що у повітрі робочої зони працівників машинобудівного підприємства були присутні хімічні речовини та виробничий пил, які перевищували гранично-допустимі концентрації. На робочому місці електрозварника ручного зварювання перевищення гранично-допустимої концентрації спостерігалось за марганцем в зварювальному аерозолі та озоном. Розраховані для них коефіцієнти небезпеки склали $HQ=1,2$ та $HQ=1,3$ відповідно. Сумарний неканцерогенний ризик склав $NI=7,24$. Серед критичних органів та систем, які можуть зазнати негативного впливу: органи дихання, центральна нервова система, серцево-судинна система. На робочому місці плавильника металу та сплавів перевищення гранично-допустимої концентра-

ції мав вуглець пилу (кокс кам'яновугільний), коефіцієнт небезпеки склав $HQ=1,2$. Сумарний неканцерогенний ризик склав $HI=4,43$, що є неприйнятним. Серед критичних органів та систем, які можуть зазнати негативного впливу: органи дихання. На робочому місці шліфувальника перевищення гранично-допустимої концентрації спостерігалось за електрокорундом, коефіцієнт небезпеки склав $HQ=1,42$. Сумарний неканцерогенний ризик склав $HI=2,02$, що відповідно є неприйнятним. Серед критичних органів та систем, які можуть зазнати негативного впливу: органи дихання. На робочому місці обрубувача перевищення гранично-допустимої концентрації мали електрокорунд та моноетаноламін, коефіцієнти небезпеки склали $HQ=1,31$ та $HQ=1,12$ відповідно. Сумарний неканцерогенний ризик склав $HI=3,34$, що є неприйнятним. Серед критичних органів та систем, які можуть зазнати негативного впливу: органи дихання, печінка та центральна нервова система.

Висновки. На робочому місці працівників машинобудівного підприємства присутні хімічні речовини, які перевищували гранично-допустимі концентрації. Розраховані коефіцієнти небезпеки перевищували одиницю для марганцю в зварювальному аерозолі та озону на робочому місці електрозварника ручного зварювання, для вуглецю пилу на робочому місці плавильника металу та сплавів, для електрокорунду на робочому місці шліфувальника та для електрокорунду та моноетаноламіну на робочому місці обрубувача. Сумарний неканцерогенний ризик для всіх робочих місць перевищував одиницю, що є неприйнятним та потребує проведення відповідних заходів профілактики. Серед критичних органів та систем, які можуть зазнати негативного впливу у даній категорії працівників: органи дихання, печінка, центральна нервова система, серцево-судинна система.

Ключові слова: виробничий пил, машинобудівне підприємство, оцінка професійного ризику, хімічні речовини.

Sharavara Larisa Pavlovna Associate Professor, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of General Hygiene, Medical Ecology, and Preventive Medicine, Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, <https://orcid.org/0000-0001-9102-3686>

ASSESSMENT OF NON-CARCINOGENIC RISKS FROM EXPOSURE TO CHEMICALS IN WORKERS OF A MACHINERY INDUSTRY

Abstract. A large number of workers employed in the machine-building industry work in conditions of harmful and dangerous factors, among which the leading factor is industrial dust and chemicals. Such working conditions require research to determine possible negative consequences for the workers' health. Conducting the research on the content of chemicals and industrial dust at different workplaces of the workers in the machine-building industry during various

technological processes and calculating non-carcinogenic risks with the identification of critical organs and systems for workers working in these conditions remains a relevant issue.

Objective. To assess non-carcinogenic risks from exposure to chemicals in the workers at a machine-building enterprise.

Materials and methods. We conducted research and analysis of air testing protocols in the working area of employees in a machine-building enterprise for the content of chemicals and industrial dust for the period from 2021 to 2024. To assess the non-carcinogenic risk from exposure to chemicals present in the air of the working area of employees, hazard coefficients (HQ) and total non-carcinogenic risk (HI) were calculated according to the Methodological Recommendations “Assessment of risks to the employees’ health from air pollution in the working area by chemicals”, approved by the Ministry of Health Order in Ukraine dated in March 2d, 2024 № 358.

Results. It was established that there were chemicals and industrial dust that exceeded the maximum permissible concentrations in the air of the working area of the employees in the machine-building enterprise. At the workplace of a manual electric welder, the maximum permissible concentration was exceeded for manganese in welding aerosol and ozone. The hazard coefficients calculated for them were $HQ=1,2$ and $HQ=1,3$, respectively. The total non-carcinogenic risk was $HI=7,24$. Among the critical organs and systems that may be negatively affected were respiratory organs, central nervous system, cardiovascular system. At the workplace of a metal and alloy smelter, the maximum permissible concentration was exceeded for carbon dust (coal coke), the hazard coefficient was $HQ=1,2$. The total non-carcinogenic risk was $HI=4,43$, which is unacceptable. Among the critical organs and systems that may be negatively affected was respiratory system. At the grinder’s workplace, the maximum permissible concentration was exceeded for electrocorundum, the hazard coefficient was $HQ=1,42$. The total non-carcinogenic risk was $HI=2,02$, which is accordingly unacceptable. Among the critical organs and systems that may be negatively affected was respiratory system. At the cutter’s workplace, the maximum permissible concentration was exceeded for electrocorundum and monoethanolamine, the hazard coefficients were $HQ=1,31$ and $HQ=1,12$, respectively. The total non-carcinogenic risk was $HI=3,34$, which is unacceptable. Among the critical organs and systems that may be negatively affected were respiratory system, liver and central nervous system.

Conclusions. At the workers’ workplace in the machine-building enterprise there are chemical substances that exceed the maximum permissible concentrations. The calculated hazard coefficients exceeded one unit for manganese in welding aerosol and ozone at the manual electric welder’s workplace, for carbon dust at the workplace of a metal and alloy smelter, for electrocorundum at the grinder’s workplace, and for corundum and monoethanolamine at the cutter’s workplace. The total non-carcinogenic risk for all workplaces exceeded one unit, which is

unacceptable and requires appropriate preventive measures. Among the critical organs and systems that may be negatively affected in this category of workers are respiratory organs, liver, central nervous system, cardiovascular system.

Keywords: industrial dust, machine-building enterprise, occupational risk assessment, chemicals.

Постановка проблеми. Машинобудування є однією з ключових галузей промисловості України, що охоплює різні види діяльності такі як проектування, виробництво та експлуатація різноманітних машин, обладнання та інструментів. Ця галузь відіграє важливу роль у забезпеченні науково-технічного прогресу та економічного розвитку країни, в якій задіяна велика кількість працівників. Чисельні дослідження та аналіз умов праці підтверджують наявність шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища на робочих місцях працівників у цій галузі виробництва [1, 2]. Одним з пріоритетних факторів ризику, який присутній на робочому місці працівників є виробничий пил та хімічні речовини, які утворюються під час ведення різних технологічних процесів [3]. Вивчення рівнів професійних ризиків на робочому місці працівників машинобудівної галузі від впливу виробничого пилу та хімічних речовин з визначенням критичних органів та систем залишається важливим питанням для забезпечення безпеки праці працівників машинобудівного виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Чисельні дослідження [4-6] підтверджують факт можливого несприятливого впливу на здоров'я населення хімічних речовин, які потрапляють у атмосферне повітря промислових міст від стаціонарних джерел. Розраховані рівні неканцерогенних ризиків мають високі значення, що свідчить про існування ризику розвитку неканцерогенних ефектів серед населення промислових міст. Іншою групою авторів [4] була проведена оцінка неканцерогенних ризиків для здоров'я населення від впливу хімічних речовин, які потрапляють в атмосферне повітря житлової забудови міста, в результаті чого встановлено, що розраховані індекси небезпеки для окремих речовин та сумарні неканцерогенні ризики на межі санітарно-захисних зон можна вважати допустимими, тому ймовірність виникнення ризику негативних наслідків для здоров'я населення у даному випадку вкрай мала.

Проте кількість наукових праць у вітчизняній літературі по розрахунку та дослідженню неканцерогенних ризиків на робочих місцях працівників, які знаходяться у безпосередній близькості до джерел забруднення повітря робочої зони, достатньо не велика. Існує велика кількість наукових робіт, які присвячені оцінці професійних ризиків за допомогою визначення класу умов праці для працівників різних галузей виробництва [5-7] згідно Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» затверджена Наказом МОЗ України від

08.04.2014 № 248. Існуюча класифікація умов праці дозволяє визначити клас умов праці в залежності від перевищення гранично допустимих концентрацій для хімічних речовин, не враховуючи негативні наслідки для певних критичних органів та систем організму. У роботах закордонних вчених [8-10] досліджувалися та розраховувалися рівні неканцерогенних ризиків серед різних професійних груп, де встановлено, що для більшості працівників, які зазнавали впливу різних хімічних речовин, розраховані ризики перевищували одиницю і були неприйнятним для більшості робочих місць.

Мета статті - провести оцінку неканцерогенних ризиків від впливу хімічних речовин у працівників машинобудівного підприємства.

Матеріали та методи дослідження. Для розрахунку неканцерогенних ризиків від дії хімічних речовин присутніх у повітрі робочої зони (ПРЗ) працівників проведено оцінку та аналіз концентрації хімічних речовин згідно протоколів дослідження ПРЗ проведених разом з комплексною санітарно-технічною лабораторією машинобудівного підприємства та результатів власних вимірювань за період з 2021 по 2024 роки. У результаті дослідження було проаналізовано 925 досліджень забруднення ПРЗ хімічними речовинами та виробничим пилом на робочих місцях плавильника металу та сплавів, електрозварника ручного зварювання, шліфувальника та обрубувача.

Отримані дані були проаналізовані за допомогою ліцензованого статистичного програмного забезпечення «Statistica, версія 13» (Copyright 1984-2018 TIBCO Software Inc., ліцензія № JPZ8041382130ARCN10-J). Нормальність розподілу значень перевірялася критерієм Шапіро-Уїлка. У зв'язку з тим, що розподіл не був нормальним, для опису статистики результатів використовувалися медіана та міжквартильний розмах [Me (Q₂₅; Q₇₅)].

Для оцінки неканцерогенного ризику від впливу хімічних речовин присутніх у ПРЗ працівників розраховували коефіцієнти небезпеки (HQ) та сумарний неканцерогенний ризик (HI) згідно Методичних рекомендацій «Оцінка ризиків для здоров'я працівників від забруднення повітря робочої зони хімічними речовинами», затверджених Наказом МОЗ України від 02 березня 2024 року № 358 [11]. Для цього проводили порівняння виміряних концентрацій хімічних речовин на робочих місцях працівників з гранично-допустимими концентраціями (ГДК) згідно Наказу МОЗ України №1192 від 09.07.2024 р «Державні медико-санітарні нормативи допустимого вмісту хімічних речовин у повітрі робочої зони» [12].

Виклад основного матеріалу. У результаті проведення оцінки неканцерогенного ризику від дії хімічних речовин присутніх на робочому місці електрозварника ручного зварювання встановлено, що у ПРЗ працівників були присутні речовини, які перевищували ГДК: марганець в зварювальному аерозолі при його вмісті до 20 % та озон. Розраховані для них коефіцієнти небезпеки перевищували одиницю (HQ=1,2; HQ=1,3 відповідно), що не можна вважати допустимим і при якому існує імовірність виникнення шкідливих

ефектів у працюючих. Інші хімічні речовини мали коефіцієнт небезпеки нижче одиниці, що має прийнятний рівень ризику. Сумарний неканцерогенний ризик від впливу всіх присутніх хімічних речовин перевищував одиницю ($HI=7,24$), що є неприйнятним та потребує проведення відповідних заходів профілактики. Органи та системи, які найімовірніше постраждають від впливу хімічних речовин у цій комбінації є органи дихання ($HI=5,4$), центральна нервова система ($HI=5,3$) та серцево-судинна система ($HI=1,13$). З усіх присутніх хімічних речовин найбільший вклад у неканцерогенний ризик вносить озон ($HQ=1,3$), найменший вклад вносить залізо (III) оксид ($HQ=0,48$) (табл. 1).

Таблиця 1

Коефіцієнти небезпеки (HQ) та сумарний неканцерогенний ризик (HI) з урахуванням критичних органів та систем на робочому місці електрозварника ручного зварювання

Речовини, які присутні у повітрі робочої зони	Концентрація, мг/м ³		Критичні органи	HQ
	Медіана (Q ₂₅ ;Q ₇₅)	ГДК		
Залізо (III) оксид (у перерахунку на залізо)	2,9 (2,75;3,1)	6,0	Органи дихання, ССС	0,48
Хрому (III) оксид (за Cr ⁺³)	0,51 (0,5;0,53)	1,0	Органи дихання	0,5
Марганця в зварювальному аерозолі при його вмісті до 20 %	0,23 (0,18;0,26)	0,2	ЦНС	1,2
Кремнію діоксиду аморфний у суміші з оксидами марганцю у вигляді аерозолу конденсації зі вмістом кожного не більше 10 %	1,7 (1,4;1,9)	2,0	Органи дихання	0,82
Вуглецю (II) оксид	11,3 (10,6;18,0)	20,0	ЦНС, ССС, кров	0,65
Озон	0,12 (0,11;0,15)	0,1	Органи дихання	1,3
Нікель, нікелю оксиди, сульфіді і суміші сполук нікелю (за Ni)	0,04 (0,03;0,06)	0,05	Органи дихання, ЦНС, імунна система, рак	0,8
Азоту діоксид	1,7 (1,55;1,95)	2,0	Органи дихання	0,89
Титан та його діоксид	6,0	10,0	Органи дихання	0,6
Сумарний неканцерогенний ризик			HI _{загальний}	7,24
			HI _{органи дихання}	5,3
			HI _{цнс}	2,65
			HI _{імунна система}	0,8
			HI _{кров}	0,65
			HI _{ссс}	1,13

При розрахунку неканцерогенного ризику від дії хімічних речовин присутніх на робочому місці плавильника металу та сплавів встановлено, що у ПРЗ працівників з усіх присутніх хімічних речовин перевищення ГДК мав вуглець пилу (кокс кам'яновугільний) коефіцієнт небезпеки якого перевищував одиницю ($HQ=1,2$), що не можна вважати допустимим і відповідно існує імовірність виникнення шкідливих ефектів у працюючих. Інші хімічні речовини, які були присутні у ПРЗ, мали коефіцієнти небезпеки які не перевищували одиницю і мали прийнятний рівень ризику. Сумарний неканцерогенний ризик від впливу всіх присутніх хімічних речовин у ПРЗ плавильника сплавів та металу перевищував одиницю та склав $HI=4,43$, що є неприйнятним. Органи та системи, які найімовірніше постраждають від впливу хімічних речовин у цій комбінації є органи дихання ($HI=3,02$), центральна нервова система ($HI=1,41$) та серцево-судинна система ($HI=1,29$). З усіх присутніх хімічних речовин найбільший вклад у формування неканцерогенного ризику вносить вуглець пилу (кокс кам'яновугільний) ($HQ=1,46$), найменший - титан та його діоксид ($HQ=0,41$) (табл. 2).

Таблиця 2

Коефіцієнти небезпеки (HQ) та сумарний неканцерогенний ризик (HI) з урахуванням критичних органів та систем на робочому місці плавильника сплавів та металу

Речовини, які присутні у повітрі робочої зони	Концентрація, мг/м ³		Критичні органи	HQ
	Медіана (Q ₂₅ ;Q ₇₅)	ГДК		
Залізо (III) оксид (у перерахунку на залізо)	3,5 (3,5;3,7)	6,0	Органи дихання, ССС	0,58
Марганця оксид (в перерахунку на MnO ₂)	0,21 (0,2;0,23)	0,3	ЦНС	0,7
Кремній діоксид аморфний у суміші з оксидами марганцю у вигляді аерозолі конденсації зі вмістом кожного не більше 10 %	1,2 (1,17;1,2)	2,0	Органи дихання	0,57
Вуглецю (II) оксид	11,45 (9,9;11,8)	20,0	ЦНС, ССС, кров	0,71
Вуглецю пилу (кокс кам'яновугільний)	8,7 (8,6;8,95)	6,0	Органи дихання	1,46
Титан та його діоксид	4,1 (4,05;4,15)	10,0	Органи дихання	0,41
Сумарний неканцерогенний ризик			HI _{загальний}	4,43
			HI _{органи дихання}	3,02
			HI _{цнс}	1,41
			HI _{кров}	0,71
			HI _{ссс}	1,29

У результаті проведення оцінки неканцерогенного ризику від дії хімічних речовин присутніх у ПРЗ шліфувальника встановлено, що у ПРЗ працівників з усіх присутніх хімічних речовин перевищення ГДК спостерігалось по електрокорунду коефіцієнт небезпеки якого перевищував одиницю ($HQ=1,42$), що не можна вважати допустимим, тому існує імовірність виникнення шкідливих ефектів. Розрахований коефіцієнт небезпеки для титану та його діоксиду, який був присутній у ПРЗ, не перевищував одиницю і має прийнятний рівень ризику ($HI=0,6$). Сумарний неканцерогенний ризик від впливу присутніх хімічних речовин у ПРЗ шліфувальника перевищував одиницю та склав $HI=2,02$, що відповідно є неприйнятним. Органи та системи, які найімовірніше постраждають від впливу хімічних речовин у цій комбінації є органи дихання ($HI=1,42$) (табл. 3).

Таблиця 3

Коефіцієнти небезпеки (HQ) та сумарний неканцерогенний ризик (HI) з урахуванням критичних органів та систем на робочому місці шліфувальника

Речовини, які присутні у повітрі робочої зони	Концентрація, мг/м ³		Критичні органи	HQ
	Медіана (Q ₂₅ ;Q ₇₅)	ГДК		
Електрокорунд	8,5 (7,5;9,5)	6,0	Органи дихання	1,42
Титан та його діоксид	6,0 (5,95;6,0)	10,0	Органи дихання	0,6
Сумарний неканцерогенний ризик			HI _{загальний}	2,02
			HI _{органи дихання}	1,42

При оцінці неканцерогенного ризику від дії хімічних речовин присутніх на робочому місці обробувача встановлено, що у ПРЗ працівників перевищення ГДК мали електрокорунд та моноетаноламін. Коефіцієнти небезпеки для них перевищували одиницю і склали $HQ=1,31$ та $HQ=1,12$ відповідно, що не можна вважати допустимим у зв'язку з чим існує імовірність виникнення шкідливих ефектів у працюючих. Інші хімічні речовини, які були присутні у ПРЗ, мали коефіцієнти небезпеки які не перевищували одиницю і вважаються прийнятними. Сумарний неканцерогенний ризик від впливу всіх присутніх хімічних речовин у ПРЗ обробувача перевищував одиницю та склав $HI=3,34$, що відповідно є неприйнятним. Органи та системи, які найімовірніше постраждають від впливу хімічних речовин у цій комбінації є органи дихання ($HI=1,89$), печінка ($HI=1,12$) та центральна нервова система ($HI=1,45$). З усіх присутніх хімічних речовин найбільший вклад у формування неканцерогенного ризику обробувача вносить електрокорунд ($HI=1,31$), найменший - вуглецю (II) оксид ($HQ=0,33$) (табл. 4).

Таблиця 4

Коефіцієнти небезпеки (НҚ) та сумарний неканцерогенний ризик (НІ) з урахуванням критичних органів та систем на робочому місці обробувача

Речовини, які присутні у повітрі робочої зони	Концентрація, мг/м ³		Критичні органи	НҚ
	Медіана (Q ₂₅ ;Q ₇₅)	ГДК		
Електрокорунд	7,8 (7,5;8,2)	6,0	Органи дихання	1,31
Азоту діоксид	1,1 (1,0;1,25)	2,0	Органи дихання	0,58
Моноетаноламін	0,56 (0,54;0,61)	0,5	ЦНС, печінка	1,12
Вуглецю (II) оксид	6,45 (5,4;6,6)	20,0	ЦНС, ССС, кров	0,33
Сумарний неканцерогенний ризик			НІ _{загальний}	3,34
			НІ _{органи дихання}	1,89
			НІ _{цнс}	1,45
			НІ _{печінка}	1,12
			НІ _{ссс}	0,33
			НІ _{кров}	0,33

Висновки.

1. Встановлено, що у ПРЗ працівників машинобудівного підприємства були присутні хімічні речовини, які перевищували ГДК. Розраховані коефіцієнти небезпеки перевищували одиницю для марганцю в зварювальному аерозолі (НҚ=1,2) та озону (НҚ=1,3) на робочому місці електрозварника ручного зварювання, для вуглецю пилу (НҚ=1,46) на робочому місці плавильника металу та сплавів, для електрокорунду (НҚ=1,42) на робочому місці шліфувальника та для електрокорунду (НҚ=1,31) та моноетаноламіну (НҚ=1,12) на робочому місці обробувача.

2. Сумарний неканцерогенний ризик від впливу всіх хімічних речовин для всіх робочих місць перевищував одиницю, що є неприйнятним та потребує проведення відповідних заходів профілактики (плавильник металу та сплавів НІ=7,24; електрозварник ручного зварювання НІ=4,43; обробувач НІ=4,43; шліфувальник НІ=4,43).

3. Встановлено, що до критичних органів та систем, які можуть зазнати негативного впливу від дії хімічних речовин, відносяться органи дихання у всіх досліджуваних групах працівників машинобудівного підприємства, центральна нервова система та серцево-судинна система – у електрозварника ручного зварювання та плавильника металу та сплавів, печінка – у обробувача.

Література:

1. Марчишина Є. І. Дослідження небезпечних та шкідливих виробничих чинників на робочих місцях працівників машинобудування / Є. І. Марчишина // *Крамаровські читання: збірник тез доповідей X міжнародної науково-технічної конференції*, Київ, 23-24 лют. 2023 р./ МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. – К.: видавничий центр НУБіП України, 2023. – С. 386-388.
2. Tairova T. To the question of development methodology for assessment of production risks in mechanical building / T. Tairova // *Labour Protection Problems in Ukraine*. – 2024. – Vol. 40, № 3-4. – P. 61-67. – DOI: <https://doi.org/10.36804/nndipbor.40-3-4.2024.61-67>.
3. Кундієв Ю.І. Професійне здоров'я в Україні: епідеміологічний аналіз / Ю.І. Кундієв, А.М. Нагорна.–К.: Авіцена, 2006.– 316 с.
4. Онул Н. М. Ризик для здоров'я населення Дніпропетровської області від забруднення атмосферного повітря важкими металами / Н. М. Онул, Г. М. Юнтунен, О. А. Шевченко, С. І. Вальчук // *Intermedical journal*. – 2024. – № 1. – С. 155-159. – DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-7684/2024-1-24>.
5. Белоконь К. В. Оцінка впливу техногенних забруднювачів міського середовища м. Запоріжжя на стан здоров'я населення Шевченківського району / К. В. Белоконь, М. С. Мальований, Є. В. Тарабан, Д. Гордієнко, В. Ситий // *Науковий вісник Вінницької академії безперервної освіти*. Серія «Екологія. Публічне управління та адміністрування». – 2024. – № 2 (6). – С. 10-18. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-5681-2024-2.02>
6. Горова А. І. Визначення ризиків здоров'я населення Дніпропетровська від забруднення атмосферного повітря промисловими підприємствами / А. І. Горова, Ю. В. Бучавий // *Гігієна населених місць*. – 2013. - Том (61). – С. 74-80.
7. Іваненко О. І. Оцінка ризиків для здоров'я населення в зоні впливу викидів забруднюючих речовин підприємств вуглеграфітового виробництва / О. І. Іваненко, Є. М. Панов, А. В. Вагін, О. М. Терещенко, С. Д. Довголап // *Вісник НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»*. Серія «Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження». – 2024. – № 2 (23). – С. 33-46. – URI: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/70792>
8. Golbaghi A., Nematpour L., Damiri Z., Dehaghi B. F. Carcinogenic and non-carcinogenic health risk assessment of air pollutant in a steel industry. *P J M H S*. – 2021. – Vol. 15, № 7. – P. 1950-1955.
9. Esmaeili R., Ebrahimpour K., Esmaeili S. V., Karimi A., Kamranifar M., Pour M. N. et al Chemical Health Risk Assessment of Exposure to Metal Fumes among Employed Workers in a Metal Manufactory with an Electric Arc Furnace. *International Journal of Environmental Health Engineering*. 2024. Vol. 13, № 5. 18. DOI: https://www.google.com/search?q=https://doi.org/10.4103/ijehe.ijehe_52_23.
10. Dehghani F., Omid F., Fallahzadeh R. A., Pourhassan B. Health risk assessment of occupational exposure to heavy metals in a steel casting unit of a steelmaking plant using Monte–Carlo simulation technique. *Toxicology and Industrial Health*. 2021. Vol. 37, № 7. P. 431-440. DOI: 10.1177/07482337211019593.
11. Оцінка ризиків для здоров'я працівників від забруднення повітря робочої зони хімічними речовинами : Метод. рек. від 02.03.2024 № 358 / Міністерство охорони здоров'я України. – Київ, 2024. – 33 с. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0358282-24#Text>
12. Державні медико-санітарні нормативи допустимого вмісту хімічних речовин у повітрі робочої зони : Наказ МОЗ України від 09.07.2024 № 1192. – Київ, 2024. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1107-24#Text>

References:

1. Marchyshyna, YE. I. (2023). Doslidzhennya nebezpechnykh ta shkidlyvykh vyrobnychych chynnykiv na robochych mistyakh pratsivnykiv mashynobuduvannya [Research into hazardous and harmful production factors at the workplaces of mechanical engineering workers]. *Kramarovs'ki chytannya - Kramarov readings* : collection of abstracts of the X international scientific and technical conference, (pp. 386-388). Kyiv: Publishing Center of NUBiP of Ukraine [in Ukrainian].

2. Tairova, T. (2024). To the question of development methodology for assessment of production risks in mechanical building. *Labour Protection Problems in Ukraine*, 40(3-4), 61-67. <https://doi.org/10.36804/nndipbop.40-3-4.2024.61-67> [in Ukrainian].

3. Kundiev, Yu.I., Nagorna A.M. (2006). Profesiynne zdorovya v Ukrayini: epidemiolohichnyy analiz [Occupational health in Ukraine: epidemiological analysis]. Kyiv: Avicenna [in Ukrainian].

4. Onul, N. M., Yuntunen, G. M., Shevchenko, O. A., Valchuk S. I. (2024). Ryzyk dlya zdorov'ya naselennya Dnipropetrovs'koyi oblasti vid zabrudnennya atmosferного povitrya vazhkymy metalamy [Risk to the health of the population of Dnipropetrovsk region from air pollution with heavy metals]. *Intermedychnyy zhurnal - Intermedical journal*, 1, 155-159 [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-7684/2024-1-24>.

5. Byelokon, K., Malovanyy, M., Taraban, Ye., Hordiyenko, D., Sytyy V. (2024). Otsinka vplyvu tekhnohennykh zabrudnyuvachiv miskoho seredovyshcha m. Zaporizhzhya na stan zdorovya naselennya Shevchenkivskoho rayonu [Assessment of the impact of man-made pollutants in the urban environment of Zaporizhzhia on the health of the population of Shevchenkivskyi district]. *Naukovyy visnyk Vinnyts'koyi akademiyi bezperervnoyi osvity - Scientific Bulletin of the Vinnytsia Academy of Continuing Education*, 2 (6), 10-18 [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-5681-2024-2.02>

6. Horova, A. I., Buchavyy, YU. V. (2013). Vyznachennya ryzykiv zdorov'ya naselennya Dnipropetrovs'ka vid zabrudnennya atmosferного povitrya promyslovymy pidpryyemstvamy [Determination of health risks to the population of Dnipropetrovsk from air pollution by industrial enterprises]. *Hihiyena naselenykh mist - Hygiene of populated areas*, (61), 74-80. [in Ukrainian].

7. Ivanenko, O. I., Panov, YE. M., Vahin, A. V., Tereshchenko, O. M., Dovholap, S. D. (2024). Otsinka ryzykiv dlya zdorovya naselennya v zoni vplyvu vykydiv zabrudnyuyuchykh rehovyn pidpryyemstv vuhlehrafitovoho vyrobnytstva [Assessment of risks to public health in the area affected by pollutant emissions from carbon graphite production enterprises]. *Visnyk NTUU «KPI im. Ihorya Sikors'koho». Seriya «Khimichna inzheneriya, ekolohiya ta resursozbezpezhennya» - Bulletin of NTUU "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute". Series "Chemical Engineering, Ecology and Resource Conservation"*, 2(23), 33-46 [in Ukrainian]. URI: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/70792>

8. Golbaghi, A., Nematpour, L., Damiri, Z., Dehaghi, B. F. (2021). Carcinogenic and non-carcinogenic health risk assessment of air pollutant in a steel industry. *P J M H S*, 15(7), 1950-1955.

9. Esmaeili, R., Ebrahimpour, K., Esmaeili, S. V., Karimi, A., Kamranifar, M., Nakhaei Pour, M., Ebrahimi, H. (2024). Chemical Health Risk Assessment of Exposure to Metal Fumes among Employed Workers in a Metal Manufactory with an Electric Arc Furnace. *International Journal of Environmental Health Engineering*, 13(5), 18. https://www.google.com/search?q=https://doi.org/10.4103/ijehe.ijehe_52_23

10. Dehghani, F., Omidi, F., Fallahzadeh, R. A., & Pourhassan, B. (2021). Health risk assessment of occupational exposure to heavy metals in a steel casting unit of a steelmaking plant using Monte–Carlo simulation technique. *Toxicology and Industrial Health*, 37(7), 431-440. <https://www.google.com/search?q=https://doi.org/10.1177/07482337211019593>

11. Ministerstvo okhorony zdorovya Ukrayiny. (2024). Otsinka ryzykiv dlya zdorovya pratsivnykiv vid zabrudnennya povitrya robochoyi zony khimichnymi rehovynamy [Assessment of risks to the health of workers from air pollution of the working area with chemicals] : Metod. rek. vid 02.03.2024 № 358, (33 s.). Kyyiv. <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0358282-24#Text>

12. Ministerstvo okhorony zdorov'ya Ukrayiny. (2024). Derzhavni medyko-sanitarni normatyvy dopustymoho vmistu khimichnykh rehovyn u povitri robochoyi zony [State medical and sanitary standards for the permissible content of chemical substances in the air of the working area] : Nakaz MOZ Ukrayiny vid 09.07.2024 № 1192. Kyyiv. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1107-24#Text>