

© О.В. Ган^{1,2}, Р.О. Новохатько^{1,3}

¹Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

²Інститут гідромеханіки НАН України, Київ, Україна

³АТ Київський завод «РІАП», Київ, Україна

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО ТА БЕЗПЕЧНОГО ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА В ПРОМИСЛОВOSTІ

© O. Han^{1,2}, R. Novokhatko^{1,3}

¹National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine

²Institute of Hydromechanics of NASU, Kyiv, Ukraine

³JSC Kyiv Plant "RIAP", Kyiv, Ukraine

INNOVATIVE APPROACHES TO ENSURING A SUSTAINABLE AND SAFE AIR ENVIRONMENT IN INDUSTRIAL ECOSYSTEMS

Мета. На основі підбору різних видів фільтраційних систем визначити ефективність очищення повітря робочої зони лінії фасування пестицидів та виробництва затверджувачів.

Методика дослідження полягає у аналізі моніторингу основних забруднюючих речовин повітря робочої зони які перевищують нормативні показники та які становлять найбільшу загрозу для здоров'я робітників, а також у проведенні експериментальних досліджень зниження наднормових показників шкідливих речовин за допомогою застосування різних фільтраційних систем. Оцінка ефективності фільтраційних систем проводилася шляхом порівняння концентрацій шкідливих речовин до та після очищення.

Результати дослідження. Доведена перспектива використання комбінованих фільтраційних систем на ділянках з високим рівнем забруднення повітря хімічної промисловості. В умовах підвищених вимог до очищення повітря від оксидів азоту (NO_x) бенз(а)пірену, формальдегіду, пестицидів та мілкодисперсного пилу рекомендовано застосувати технологію трирівневої фільтраційної очистки, ефективність якої показала 99,6 %. Головним показником було 100% очищення повітря від забруднюючих речовин 1 та 2 класів небезпеки, які в сою чергу можуть спричиняти серйозні захворювання органів дихання та інші професійні захворювання у працівників.

Наукова новизна. На основі отриманих результатів комплексного дослідження повітря робочої зони на лінії фасування пестицидів і виробництва затверджувачів встановлено залежність відношення сумарного показника фактичних концентрацій кожної шкідливої речовини у повітрі внаслідок очищення різними фільтраційними системами, яка свідчить про те, що найефективнішим в умовах ПрАТ «Київський завод РІАП» є фільтр Airwash Wishper 675.

Практичне значення. Представлені дослідження доцільно використовувати для розробки рекомендацій з покращення умов праці на підприємствах хімічної промисловості, зокрема на підприємствах, що займаються пестицидами, з метою зниження ризиків хронічних інтоксикацій і професійних захворювань працівників та мінімізації негативного впливу забруднюючих речовин на довкілля.

Ключові слова: пестициди, забруднення повітря, фільтри очищення, гранично допустимі концентрації, санітарно-гігієнічні норми, стає середовище, екологічна безпека.

Вступ. Пестициди є невід'ємною складовою різних галузей промисловості. У сільському господарстві, пестициди забезпечують захист культур від шкідників, бур'янів та хвороб. У тваринництві їх використовують для знищення ектопаразитів домашніх тварин, переносників небезпечних захворювань. У промисловості широко застосовують пестициди для обробки деревини, виробів з вовни та шкіри. Більшість пестицидів відносяться до хімікатів органічного або неорганічного походження. Органічні пестициди отримують витяжкою з рослин, неорганічні - хімічні речовини на основі токсичних сполук [1]. Однак їх використання супроводжується серйозними ризиками для здоров'я людини, особливо для працівників, які безпосередньо контактують із цими речовинами у процесі виробництва, фасування та пакування.

Люди використовують пестициди вже протягом тисячоліть. Існують згадки про застосування невизначених хімічних речовин стародавніми єгиптянами для боротьби з блохами в оселях ще 3500 років тому. У Китаї миш'як використовувався як інсектицид щонайменше 2900 років. Грецький поет Гомер у своїй епічній поемі «Одіссея» (написаній близько 2800 років тому) описував спалювання сірки, яка виділяє токсичний діоксид сірки (SO_2), для знезараження будинків від шкідників.

Наукові дослідження свідчать про негативний вплив пестицидів на організм людини. Дослідження, проведені Європейським агентством з хімічних речовин (ЕСНА) [2], підтверджують, що робітники, які регулярно контактують із пестицидами, мають підвищений ризик професійних захворювань, зокрема токсичних уражень дихальної системи та шкіри. Потрапляючи в організм людини, пестициди накопичуються і можуть викликати розвиток хронічних захворювань, гострих отруєнь, збільшення кількості вроджених вад та дитячої смертності. Частина з них довго затримується в організмі, а деякі – залишаються назавжди [3].

З огляду загрози від парів пестицидів, особливо актуальним є питання контролю якості повітря в робочій зоні підприємств, що займаються фасуванням агрохімікатів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

У своїх працях Тетяна Кривомаз зазначає що понад 4 мільйони людей у світі зазнають ризику прямого впливу токсичних речовин, а щороку фіксується близько 2 мільйонів випадків отруєння пестицидами, здебільшого під час їх використання та внаслідок недотримання заходів безпеки [4, 5]. Європейський Союз (ЄС) запровадив низку рішучих заходів для скорочення використання пестицидів. У 2003 році було скасовано дозволи на 320 пестицидів, а ще 180 планувалося вилучити з обігу до 2010 року. Загалом, до 2010 року половина пестицидів, що застосовувалися у 1993 році, вже не були дозволені [1].

Контроль за використанням пестицидів в Україні регламентується на законодавчому рівні. Було внесено кілька важливих законопроектів – №4558, №4600 та №5237, які передбачають [6]:

1. Встановлення вимог до пакування та маркування пестицидів, щоб зменшити ризик їхньої плутанини з харчовими продуктами, напоями, лікарськими засобами чи кормами, відповідно до вимог законодавства ЄС.

2. Узгодження правил розміщення на ринку, зберігання та обліку інформації про засоби захисту рослин із європейськими нормами.

3. Підвищення обізнаності аграріїв щодо безпечного використання пестицидів та дотримання відповідних регламентів.

Постановою №2 МОЗ України у ДСП 8.8.1.2.002-98 [7] зазначена класифікація речовини і препаративні форми пестицидів (концентрати емульсії, гранули, мікрокапсули, розчини, суміші та ін.) і встановлені загальні критерії та вимоги безпеки для людини при їх виробництві, використанні і збереженні. В ній зазначено, що пестициди поділяються на 4 класи небезпеки:

I – надзвичайно небезпечні (канцероген для людини);

II – небезпечні (ймовірний канцероген для людини);

III – помірно небезпечні (малоймовірний канцероген);

IV – малонебезпечні.

У ДСП 8.8.1.2.001-98 [8] зазначено, що необхідно суворо дотримуватися встановлених санітарно-захисних зон до можливих джерел забруднення атмосферного повітря хімічними речовинами (склади, місця протруювання насіння, майданчики дегазації техніки, розчинні пункти).

Основним критерієм яким регламентується якість повітря у робочій зоні це значення гранично допустимих концентрацій (ГДК), мг/м³. Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони – це рівень концентрацій, який за умови щоденної роботи (за винятком вихідних) протягом 8 годин або іншого встановленого часу, але не більше 41 години на тиждень, протягом усього трудового стажу не спричиняє захворювань чи змін у стані здоров'я, що можуть бути виявлені сучасними методами досліджень як під час роботи, так і у віддалений період життя працівника чи наступних поколінь. Ступень дії на організм шкідливих речовин регламентується ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 [9].

Контроль за кількісними показниками наявності шкідливих речовин у повітрі виконують постійно на місцях перебування людей з урахуванням особливостей технологічного процесу (періодичний, безперервний), температурного режиму, кількості хімічних речовин та їх агрегатного стану у повітрі, летючості, можливості їх перетворення (окислення, гідроліз, деструкція), класу небезпечності і біологічної дії хімічного з'єднання [9]. Отже, контроль якості повітря у робочій зоні роботи зі шкідливими речовинами потрібен для забезпечення безпеки та збереження здоров'я працівників. Постійний моніторинг дозволяє вчасно виявляти перевищення допустимих концентрацій токсичних речовин, запобігати розвитку професійних захворювань, мінімізувати ризик хронічних інтоксикацій та підтримувати відповідність санітарно-гігієнічним нормам.

Виклад основного матеріалу. ПрАТ «Київський завод «РІАП» заснований в 1994 році та спеціалізується по випуску хімічних реактивів та розфасовки пестицидів. В основному це хімічні речовини тонкого органічного синтезу з використанням технологічних схем багатоцільового призначення. Потужності підприємства за різними видами продукції наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Кількість продукції (готова продукція та напівфабрикати)

№ з/п	Продукція	Кількість т/рік
1	Затверджувач УП-605/3	3,380
2	Затверджувач УП-0628	0,600
3	Затверджувач УП-0633М	16,850
4	Затверджувач УП-583Д	1,420
5	Затверджувач УП-607	1,040
6	Прискорювач УП 606/6	0,400
7	Мірістамідопропілдиметилбензиламоію хлориду моногідрат	0,500
8	Енжіо 200 к.с.	6,259
9	Децис Профі 25 WG в.г.	1,712
10	Престиж 290 FS т.к.с.	88,945
11	Ураган Форте 500 SL в.р.к.	81,050

Основними джерелами виділення забруднюючих речовин на виробничому майданчику є лінії фасування пестицидів та виробництва затверджувачів на яких, в результаті постійних вимірювань, виявлена значна концентрація шкідливих забруднюючих речовин, дані яких наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Параметри забруднюючих речовин та їхня концентрація у повітрі

Забруднююча речовина	Одиниці виміру	Вимірювана концентрація	ГДК (гранично допустима концентрація)	Перевищення ГДК		Клас небезпеки
				У, мг/м³	У %	
Діоксид сірки (SO ₂)	мг/м³	0,25	0,05	0,2	500	2
Оксиди азоту (NO _x)	мг/м³	5,26	2	3,26	263	2
Чадний газ (CO)	мг/м³	5	3	2	167	4
Озон (O ₃)	мг/м³	0,12	0,1	0,02	120	1
Бенз(а)пірен	мг/м³	0,00128	0,00015	0,00113	853	1
Формальдегід	мг/м³	0,08	0,05	0,03	160	3
Пестициди	мг/м³	5,5	3,5	2	157	1–4
Пил (PM ₁₀)	мг/м³	0,15	0,05	0,1	300	3
Пил (PM _{2.5})	мг/м³	0,12	0,025	0,095	480	3

Відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 29.11.2001 № 1598 та наказу Мінекоресурсів України від 10.05.2002 № 177 гранично допустима

концентрація (ГДК) небезпечних забруднюючих речовин у повітрі не повинна перевищувати допустимих нормативних значень (див. табл. 2).

На основі аналізу вимірених даних (рис.) видно, що концентрація всіх шкідливих речовин, що виділяються у повітря внаслідок виробництва, значно перевищує нормативні значення. Зокрема, наприклад, рівень оксидів азоту (NO_x) у повітрі становить $5,26 \text{ мг/м}^3$, що перевищує ГДК у понад 2,63 рази; концентрація бенз(а)пірену – $0,00128 \text{ мг/м}^3$, що перевищує допустимий рівень у 8,5 разів та концентрація формальдегіду $0,08 \text{ мг/м}^3$ перевищує норму майже у 1,6 рази.

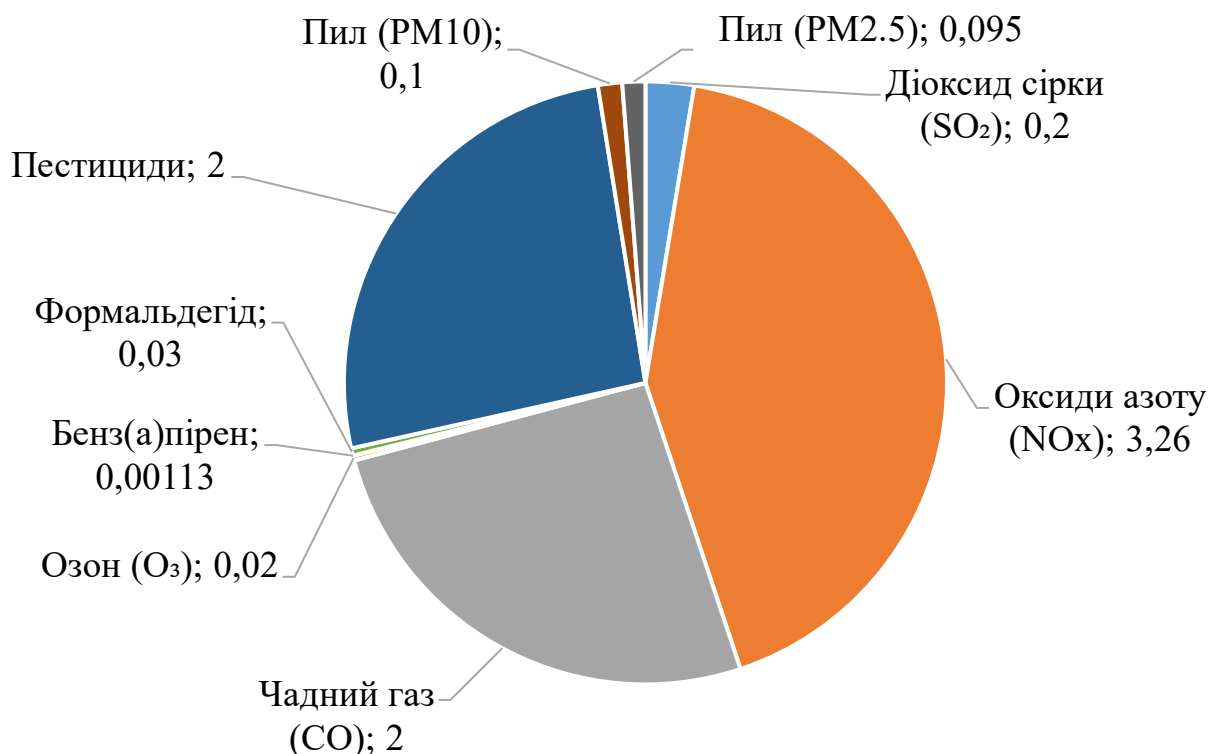


Рис. Показники перевищення концентрацій шкідливих речовин, мг/м^3

У відповідності до класифікації (див. табл. 2) шкідливих речовин на організм людини, найнебезпечнішими є бенз(а)пірен, озон, діоксид сірки, пестициди та оксиди азоту.

Концентрації чадного газу (CO) та дрібнодисперсного пилу ($\text{PM}_{2.5}$, PM_{10}) також перевищують допустимі норми, що створює значні ризики для здоров'я працівників, особливо у закритих виробничих приміщеннях з недостатньою вентиляцією.

Відповідно до ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 при одночасному вмісті у повітрі робочої зони декількох шкідливих речовин однонаправленої дії (згідно з висновком державного санітарного контролю) сума відношень фактичних концентрацій кожного з них ($k_1, k_2 \dots k_n$) у повітрі до їх ГДК ($\text{ГДК}_1, \text{ГДК}_2 \dots \text{ГДК}_n$) не повинна перебільшувати одиниці:

$$\frac{k_1}{\text{ГДК}_1} + \frac{k_2}{\text{ГДК}_2} + \dots + \frac{k_n}{\text{ГДК}_n} \leq 1. \quad (1)$$

У нашому випадку сума відношень всіх шкідливих речовин, що виділяються у повітря внаслідок виробництва має наступний вигляд:

$$\frac{0,25}{0,05} + \frac{5,26}{2} + \frac{5}{3} + \frac{0,12}{0,1} + \frac{0,00128}{0,00015} + \frac{0,08}{0,05} + \frac{5,5}{3,5} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{0,12}{0,025} = 30, \text{ що } \epsilon > 1$$

Як ми бачимо, даний показник не відповідає умові нормативних вимог.

Для зниження концентрації забруднюючих речовин до допустимих норм необхідно передбачити вдосконалення системи фільтрації та вентиляції, а також впровадження засобів індивідуального захисту для працівників. Вдосконалення можна зробити за допомогою оснащення систем очищення повітря додатковим фільтраційним матеріалом для уловлювання, вище наведених, небезпечних сполук.

У таблиці 3 наведені основні параметри сучасних фільтрів для хімічної промисловості [10].

Таблиця 3

Технічні характеристики фільтрів тонкого очищення повітря

№	Назва фільтру	Продуктивність, м ³ /година	Мінімальний розмір комірок, мкм	Ефективність очищення повітря, %
1	HEPA	600	0,3	100
2	Airwash Whisper 675	675	0,3	100
3	ULTRA VOC	450	0,3	99,97

Ефективність фільтру можна розрахувати за формулою:

$$F_{eff} = \frac{C_{up} - C_{down}}{C_{up}} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

де: C_{up} – концентрація забруднюючих речовин перед фільтром, мг/м³; C_{down} – концентрація забруднюючих речовин після фільтра, мг/м³.

У рамках дослідження було розглянуто три типи фільтрувальних систем, що можуть бути використані для очищення повітря у зоні фасування пестицидів: HEPA-фільтр, Airwash Whisper 675 та ULTRA VOC. HEPA-фільтр відомий своєю високою ефективністю у вловлюванні дрібнодисперсного пилу та аерозолів, включаючи частинки розміром до 0,3 мкм. Система Airwash Whisper 675 поєднує в собі кілька ступенів очищення: префільтр, HEPA-фільтр та вугільний модуль, що дозволяє ефективно видаляти як тверді частинки, так і газоподібні домішки. У свою чергу, фільтр ULTRA VOC спеціалізується на видаленні летких органічних сполук (ЛОС) і хімічних забруднень завдяки використанню активованого вугілля. Аналіз ефективності очищення повітря у зоні фасування пестицидів та виробництва затверджувачів кожної з цих систем наведено у таблиці 4.

Таблиця 4

Параметри очищення повітря у зоні фасування пестицидів
після очищення відповідним фільтром

Забруднююча речовина	Концентрація до очищення, мг/м ³	ГДК, мг/м ³	Концентрація після очищення фільтр НЕРА, мг/м ³	Концентрація після очищення фільтр Airwash Wishper 675, мг/м ³	Концентрація після очищення фільтр ULTRA VOC, мг/м ³
Діоксид сірки (SO ₂)	0,25	0,05	0,004	0,002	0,0036
Оксиди азоту (NO _x)	5,26	2	0,034	0,007	0,09547
Чадний газ (CO)	5,0	3	0,1	0,05	0,198
Озон (O ₃)	0,12	0,1	0,0002	0,0009	0,003
Бенз(а)пірен	0,00128	0,0002	0,00002	0,00001	0,00004
Формальдегід	0,08	0,05	0,002	0,0002	0,003
Пестициди	5,5	3,5	0,035	0,025	0,099
Пил (PM10)	0,15	0,05	0,0005	0,0011	0,0044
Пил (PM2.5)	0,12	0,025	0,0022	0,0011	0,004

Перевіряємо відповідність вимогам за ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007, при якому сума відношень фактичних концентрацій за формулою (1) не повинна перевищувати 1, для кожного фільтру:

- фільтр НЕРА $\Sigma_{\text{конц}} = 0,41 < 1$ вимога виконана;
- фільтр Airwash Wishper 675 $\Sigma_{\text{конц}} = 0,21 < 1$ вимога виконана;
- фільтр ULTRA VOC $\Sigma_{\text{конц}} = 0,82 < 1$ вимога виконана.

Отже, застосування любого фільтра забезпечує нормативні вимоги щодо гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин у повітрі. Проте, сумарний показник фактичних концентрацій кожної шкідливої речовини у повітрі внаслідок очищення значно відрізняється і становить $\Sigma_{\text{конц}} = 0,21$ для фільтра Airwash Wishper 675, що практично у 2 рази нижчий, ніж для фільтра НЕРА ($\Sigma_{\text{конц}} = 0,41$) та у 4 рази нижчий порівняно із фільтром ULTRA VOC ($\Sigma_{\text{конц}} = 0,82$). Тому, доцільно в умовах ПрАТ «Київський завод РІАП» застосувати фільтр Airwash Wishper 675, який є найефективнішим та забезпечує після очищення повітря найменшу сумарну концентрацію шкідливих речовин.

Ефективність фільтру розрахуємо за формулою (2). Результати наведені в таблиці 5.

Таблиця 5

Ефективність фільтру застосування фільтрів

Забруднююча речовина	Ефективність фільтру HEPA, %	Ефективність фільтру Airwash Wishper 675, %	Ефективність фільтру ULTRA VOC, %
Діоксид сірки (SO ₂)	98	99	99
Оксиди азоту (NO _x)	99	100	98
Чадний газ (CO)	98	99	96
Озон (O ₃)	100	99	98
Бенз(а)пірен	98	99	97
Формальдегід	98	100	96
Пестициди	99	100	98
Пил (PM ₁₀)	100	99	97
Пил (PM _{2.5})	99	100	97

Проаналізувавши отримані результати таблиці 5, можна стверджувати, що всі розглянуті фільтри, HEPA, Airwash Wishper 675 та ULTRA VOC, показали високу ефективність очищення повітря від основних шкідливих речовин, які утворюються у процесі фасування пестицидів та виробництва затверджувачів. Найкращі результати з видалення газоподібних токсикантів (NO_x, формальдегід, пестициди) та дрібнодисперсного пилу (PM_{2.5}) показав Airwash Wishper 675. HEPA-фільтр був найефективнішим при очищенні від озону та пилу PM₁₀.

Фільтр Airwash Wishper 675 продемонстрував високу ефективність (99,6%) у зниженні концентрацій більшості критично небезпечних речовин які мають найбільший вплив на органи дихання та загальний стан здоров'я працівників. Airwash Wishper 675 забезпечує стабільно низький рівень залишкових концентрацій, що дозволяє привести повітря робочої зони до нормативних санітарно-гігієнічних показників.

Висновки. Отже, найбільш ефективне очищення повітря у робочій зоні лінії фасування пестицидів та виробництва затверджувачів досягається за допомогою Airwash Wishper 675. За допомогою цього фільтра вдалось зменшити сумарний показник відношень фактичних концентрацій забруднюючих речовин у повітрі до ГДК та забезпечити необхідний нормативний показник. Для фільтра Airwash Wishper 675 цей коефіцієнт склав 0,21 (нормативна умова <1), і це практично у 2 рази нижчий, ніж для фільтру HEPA та у 4 рази нижчий порівняно із фільтром ULTRA VOC. В умовах ПрАТ «Київський завод РІАП» доцільно застосувати фільтр Airwash Wishper 675 це зменшить рівень хімічного навантаження на працівників, підвищить безпеку та екологічність технологічних процесів, а також буде сприяти досягненню цілей сталого розвитку у промисловому секторі.

Перелік посилань

1. Freedman, B. (2025). *Environmental Science*. Dalhousie University. URI: 22: Pesticides - Engineering LibreTexts

2. Дуран, Д. (2024). Вплив пестицидів на організм людини. Закарпатський обласний центр контролю та профілактики хвороб. <https://zk.cdc.gov.ua/article/vplyv-pestytsydiv-na-organizm-lyudyny/>
3. *List of chemicals: Annex I - ECHA*. (2025). Homepage - ECHA. <https://echa.europa.eu/regulations/prior-informed-consent/list-chemicals>
4. Бодрик, О. О. (n.d.). Вплив пестицидів на здоров'я людини. dspace. <http://dspace.pnpu.edu.ua/bitstream/123456789/16715/1/77.pdf>
5. Кривомаз, Т. (2021). Повчальна історія пестицидів. Журнал "Фармацевт Практик". <https://fp.com.ua/articles/povchalna-istoriya-pestytsydiv-vid-ryatuvalnykiv-lyudstva-dogolovnyh-zabrudnyuvachiv-dovkilliya/>
6. *Контроль за використанням пестицидів в Україні посиляться — нові законопроекти* (2022). Головний сайт для агрономів <https://superagronom.com/news/14803-kontrol-za-vikoristannyam-pestitsidiv-v-ukrayini-posilitsya--novi-zakonoprojekti>
7. *Гігієнічна класифікація пестицидів за ступенем небезпечності, ДСП 8.8.1.2.002-98 № 2* (1998). Офіційний вебпортал парламенту України <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va002282-98#Text>
8. *Транспортування, зберігання та застосування пестицидів у народному господарстві. Державні санітарні правила ДСП 8.8.1.2.001-98*. (1998). Офіційний вебпортал парламенту України. <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0001282-98#Text>
9. *Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використанні в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. ДСТУ-Н Б А 3.2-1:2007* (2007). Мінбуд України. https://www.ksv.biz.ua/GOST/DSTY_ALL/DSTU5/dstu_b_a_3.2-1-2007.pdf
10. *HEPA фільтр для хімічної промисловості*. (n.d.). ВЕНТ-ФІЛЬТР виробник повітряних фільтрів: карманні, панельні, рукавні, фільтри HEPA, фільтр-бокси, циліндричні, стельові, підлогові. <https://ventfilter.kiev.ua/goods/filtr-hepa-dlya-himicheskoy-promyshlennosti/>

ABSTRACT

Purpose. Based on the selection of different types of filtration systems, determine the efficiency of air purification in the working area of the pesticide packaging line and the hardener production line.

The methods. The research methodology consists of analyzing the monitoring of the main pollutants in the air of the working area that exceed the standard indicators and pose the greatest threat to the health of workers, as well as conducting experimental studies to reduce excess levels of harmful substances by using various filtration systems on this line. The effectiveness of filtration systems was assessed by comparing the concentrations of harmful substances before and after cleaning.

Findings. The prospects for using combined filtration systems in areas with high levels of air pollution at chemical industry enterprises have been proven. In conditions of increased requirements for air purification from nitrogen oxides (NO_x), benz(a)pyrene, formaldehyde, pesticides and fine dust, it is recommended to use a three-stage filtration technology, the efficiency of which was 99.6%. The main indicator was 100% air purification from pollutants of hazard classes 1 and 2, which in turn can cause serious respiratory diseases and other occupational diseases in workers.

The originality. Based on the results of a comprehensive study of the air in the working area on the line for the production of packaging and hardener for pesticides, a dependence was established on the ratio of the total indicator of actual concentrations of each harmful substance in the air as a result of cleaning by various filtration systems, which indicates that the most effective filter in the conditions of JSC Kyiv Plant "RIAP" is the Airwash Wishper 675 filter.

Practical implementation. The presented studies should be used in developing recommendations for improving working conditions at chemical industry enterprises, in particular at enterprises working with pesticides, in order to reduce the risks of chronic intoxications and occupational diseases of workers and minimize the negative impact of pollutants on the environment.

Keywords: *pesticides, air pollution, cleaning filters, maximum permissible concentrations, sanitary and hygienic standards, sustainable environment, ecological safety.*