

УДК 504.055

ОЦІНКА ВПЛИВУ ДЖЕРЕЛ ПИЛОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПОБУТОВОГО ПОХОДЖЕННЯ НА СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ УРБОСИСТЕМ

Мельник Ю.С., студ., Бахарєв В.С., к.т.н., доц.
Кременчуцький державний політехнічний університет
39614, м. Кременчук, вул. Першотравнева, 20
E-mail: ecol@polytech.poltava.ua

В данной статье приведены результаты оценки влияния на состояние окружающей среды и вклада в формирование уровня экологической опасности источников пылевого загрязнения атмосферного воздуха бытового характера, в качестве которых рассматриваются места очистки пылесборников бытовых вакуумных пылесосов.

Ключевые слова: пылевое загрязнение, экологическая опасность, пылесборник.

In the given paper are considered the results of estimation of affecting a state of environment and payment in forming a level of ecological danger the dust contamination springs of atmospheric air of domestic nature, as which are pointed the places of cleaning dust-capacity of domestic vacuum cleaners.

Keywords: dust contamination, ecological danger, dust-capacity.

Вступ. Серед значної кількості різновидів впливу на довкілля істотну небезпеку створює пилове забруднення атмосферного повітря. Як свідчать літературні дані, чисельне значення маси пилоподібних часток та аерозолів, т/рік, що викидаються в атмосферу, у середньому в 10-100 разів більше за викиди інших найпоширеніших забруднювачів [1]. При проведенні досліджень, пов'язаних з вивченням проблеми пилового забруднення атмосферного повітря промислово розвинутих урбосистем, значна увага приділялась джерелам небезпеки промислового походження. При цьому роль джерел пилового забруднення побутового походження у формуванні рівня екологічної небезпеки вивчена недостатньо.

Аналіз попередніх досліджень. За даними багаторічних спостережень у Територіально-виробничо-чому комплексі Середнього Придніпров'я (ТБК СП), частиною якого є м. Кременчук, встановлено [2], що середні річні концентрації недиференційованого за складом пилу на території селітебної забудови перевищують ГДК в 1,3 – 1,5 рази. Це, навіть, за умов максимального дотримання на рівні регіону вимог санітарних норм і правил [3] (упровадження атмосфероохоронних заходів, використання ефективних систем контролю за станом атмосферного повітря, наявності об'їзних транспортних магістралей, озелененню території і т.і.). Такі результати обумовили необхідність проведення моніторингу проявів екологічної небезпеки на рівні аналізу конкретних технологічних процесів утворення небезпечних чинників з метою виявлення об'єктів, які вносять суттєвий внесок у формування небезпеки, підприємств, на яких спостерігається висока частота виникнення аварійних ситуацій, а також раніше неврахованих джерел екологічної небезпеки. З метою виявлення джерел викидів твердофазних забруднюючих речовин у м.

Кременчук, які роблять основний внесок у рівень техногенного пилового забруднення, у роботі [4] розглянуто 44 промислових підприємства, які здійснюють викиди пилоподібних речовин в атмосферне повітря. Виділено п'ятнадцять об'єктів техносфери, викиди пилоподібних речовин від яких становлять 93,15% від загального обсягу викидів у м. Кременчуці. Доведено, що саме ці промислові об'єкти є основними джерелами пилового забруднення у м. Кременчуці. Щодо виявлення раніше неврахованих джерел пилового забруднення атмосферного повітря, у науковій праці [5] запропоновано проводити диференціацію джерел забруднення на первинні та вторинні стосовно основного технологічного процесу промислового виробництва.

Мета роботи. Проведення оцінки впливу на стан довкілля та встановлення внеску у формування рівня екобезпеки джерел пилового забруднення атмосферного повітря побутового походження.

Матеріал і результати дослідження. Запропоновано визначати місця витрушування пилозбірників вакуумних пиловсмоктувачів як джерела вторинного пилового забруднення атмосферного повітря. Схематично процес виникнення джерел первинного і вторинного забруднення побутового походження на прикладі процесу витрушування пилозбірників показано на рис. 1. За даною схемою джерелом первинного забруднення повітряного середовища житлових помешкань є самі пиловсмоктувачі. Забруднення відбувається у процесі виходу очищеного повітря із спеціальних отворів пиловсмоктувача. З урахуванням 3-5 ступеневої фільтрації пилоповітряної суміші у пиловсмоктувачах майже 99% всмоктаного побутового сміття, і у т.ч. пилу, фільтрується у пилозбірнику. У процесі очищення пилозбірник витрушується і в атмосферне повітря

надходить значна кількість тонкодисперсного пилю – виникає джерело вторинного пилового забруднення атмосферного повітря стосовно

основного процесу, яким є сухе прибирання житлового приміщення з використанням технології вакуумного пиловсмоктування.

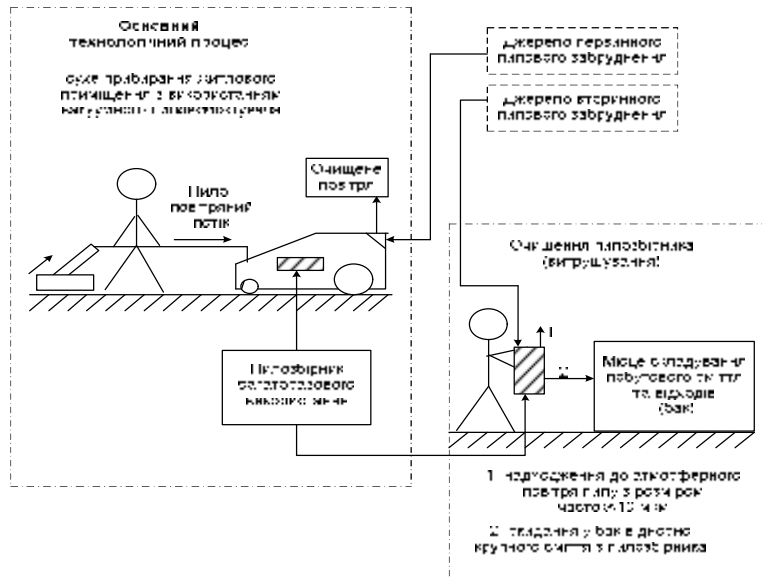
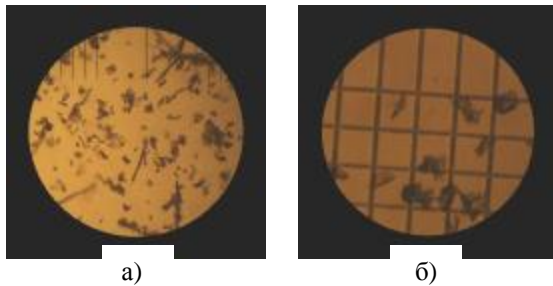


Рисунок 1 – Схема процесів формування джерел первинного та вторинного пилового забруднення атмосферного повітря побутового походження

Для підтвердження небезпечності вказаних джерел було проведено дослідження стосовно визначення розміру твердофазних часток у пробі пилю з пиловібранника, що витрушується. Розмір часток визначали шляхом мікроскопування із застосуванням рахункової камери Горєва. Результати показано на рис. 2.

валового викиду з джерел забруднення – для оцінки внеску у формування рівня екобезпеки, визначення потужності викиду – для встановлення зон активного забруднення атмосферного повітря.



а) загальний вид проби при збільшенні у 40 разів;
б) визначення розміру часток пилю (ефективний діаметр комірки $d_{эф.} = 50$ мкм)

Рисунок 2 – Препарат пилю з пиловібранника під мікроскопом

Для проведення моніторингу екологічної безпеки та розробки на цій основі ефективної системи управління екобезпекою істотне значення має оптимальний вибір району – середовища експериментальних досліджень. Основними критеріями такого вибору відповідно до мети роботи є: наявність в районі досліджуваних складових екологічної безпеки, присутність несприятливої позиційності її джерел стосовно розміщення зон селітебної забудови, достовірність екологічної інформації і т.і.

Отже, розміри основної маси часток пилю мають $d_{эф.} = 10-50$ мкм, саме дія часток такого розміру за даними [6] є одним з чинників, що збільшують ризик виникнення у населення захворювань певних нозологічних груп.

Полігоном проведення експериментальних досліджень нами обрано район житлового містечка гранітного кар'єру ККУ "Кварц", що розміщене у м. Кременчуку по вул. Київській.

Це є додатковим підтвердженням щодо необхідності дослідження впливу джерел пилового забруднення побутового походження на стан довкілля.

Вибір полігону експериментальних досліджень обумовлений рядом чинників:

Експериментальні дослідження стосовно мети роботи проводились у двох аспектах: визначення

- район має уособлене розташування у межах м. Кременчука з невеликою кількістю багатоповерхових житлових будівель, що полегшує проведення процедури соціального опитування;

- житлові об'єкти є характерними для зон селітебної забудови м. Кременчука щодо типовості проектів 5 та 9-поверхових будинків;

- розташування місць складування побутових відходів та сміття (потенційних джерел вторинного пилового забруднення атмосферного повітря) є типовим для більшості районів з багатоповерховою забудовою.

Для досягнення поставлених у роботі завдань та виконання експериментальних досліджень нами було обрано наступний алгоритм:

1) проведення соціального опитування серед мешканців району з метою визначення таких показників: відсотку опитуваних, які користуються вакуумними пиловсмоктувачами для сухого прибирання приміщень; кількості респондентів, які витрушують пілозбірники на дворі у місцях складування побутових відходів та сміття; середньої частоти витрушування пілозбірників;

2) визначення на основі аналізу багатоповерхового житлового фонду м. Кременчука, середньої кількості помешкань у одному житловому будинку;

3) встановлення кількості багатоповерхових будинків основних житлових масивів м. Кременчука;

4) проведення досліджень щодо визначення показника кількості тонкодисперсного пилу у пілозбірниках пиловсмоктувачів;

5) розрахунок валового надходження пилу в атмосферне повітря (т/рік) від джерел вторинного пилового забруднення побутового походження,

окремо по житлових масивах та загалом по м. Кременчуку;

б) визначення внеску досліджуваних джерел забруднення у формування рівня екобезпеки, сформованої дією чинників пилового забруднення атмосферного повітря.

Для здійснення соціального опитування було визначено кількість респондентів, чисельне значення яких дорівнює кількості житлових помешкань (квартир з мешканцями) на полігоні досліджень. Відповідне значення склало 526 респондентів.

Усім 526 опитуваним задавали чотири однакових запитання:

1. Чи користуєтесь ви для прибирання приміщення вакуумним пиловсмоктувачем?

2. Використовуєте ви пілозбірник багаторазового використання чи інший?

3. Ви витрушуєте пілозбірник на вулиці чи іншим чином?

4. З якою періодичністю ви витрушуєте пілозбірник пиловсмоктувача?

Результати проведеного опитування подані у таблиці 1.

**Таблиця 1 –
Результати опитування (відповіді на перші три запитання)**

№ з/п	Питання	Кількісна характеристика відповідей респондентів		Відсоткова характеристика відповідей респондентів	
		Так	Ні/Інший	Так	Ні/Інший
1	2	3	4	5	6
1	1	477	49	90,7%	9,3%
2	2	510	16	96,96%	3,04%
3	3	524	2	99,6%	0,4%

За результатами проведеного опитування було встановлено загальний відсоток респондентів на полігоні досліджень, які витрушують мішки пілозбірників на вулиці, його чисельне значення – 87,26%. Указаний показник визначили шляхом

віднімання від 100% респондентів відсотків тих, хто надав негативну відповідь на поставлені запитання.

Аналіз відповідей респондентів на четверте запитання представлено у таблиці 2.

**Таблиця 2 –
Частота витрушування пілозбірників**

№ з/п	Періодичність витрушування	Кількісна характеристика відповідей респондентів	Відсоткова Характеристика відповідей респондентів
1	2	3	4
1	1 раз на тиждень	84	15,97%
2	1 раз у 2 тижні	11	2,09%
3	1 раз на 3 тижні	144	27,37%
4	1 раз на місяць	229	43,57%
5	1 раз на 2 місяці	43	8,18%
6	Більше ніж 1 раз на 2 місяці	15	2,85%

За результатами опитування прийнято, що середня частота витрушування пілозбірників складає 1 раз на місяць.

Аналіз житлового фонду багатоповерхової забудови по м. Кременчуку показав, що

найпоширенішими реалізованими типовими проектами є 9-ти поверхові, 2-під'їзні будинки на 90 квартир та 5-ти поверхові, 4-під'їзні на 60 квартир. Для подальших розрахунків було прийняте середнє значення кількості помешкань у

одному багатоповерховому будинку на рівні 75 квартир.

Аналіз території міста дозволив визначити основні житлові масиви з багатоповерховою забудовою. Використовуючи карту-схему м. Кременчука (М 1:2000) було проведено підрахунок кількості житлових багатоповерхових будинків (3 та більше поверхів) по житлових масивах міста. Загальна чисельність багатоповерхових житлових будинків по всіх виділених населених масивах м. Кременчук складає 1286 од.

Масу пилу, що при витрушуванні надходить у атмосферне повітря, визначали таким чином:

– п'ять респондентів, незалежно один від одного, протягом одного місяця у звичайному

режимі користувались вакуумними пиловсмоктувачами для прибирання приміщень;

– на початку експерименту пилозбірники всіх 5 пиловсмоктувачів було очищено і зважено з точністю до $0,1 \times 10^{-3}$ кг;

– після закінчення терміну дослідження пилозбірники очищувались у наступному порядку: крупні частки викидалися у бак для сміття, пилозбірник зважували і після цього витрушували;

– визначали середню масу пилу за даними п'яти експериментів шляхом віднімання чисельного значення маси пустого пилозбірника від маси пилозбірника що витрушується.

Результати проведених досліджень наведено у таблиці 3.

**Таблиця 3 –
Визначення маси тонкодисперсного пилу у пилозбірниках**
Усі значення в 10^{-3} кг

№ досліджу	Маса очищеного (пустого) пилозбірника	Маса пилозбірника, що витрушується	Маса тонкодисперсного пилу
1	88,6	190,1	101,5
2	114,2	245,4	131,2
3	104,1	226,5	122,4
4	89,4	208,2	118,8
5	103,2	241,6	138,4
Середнє значення			122,46

Величину валового викиду пилоподібних речовин з джерел вторинного пилового забруднення атмосферного повітря, якими є місця витрушування пилозбірників побутових вакуумних пиловсмоктувачів, визначали таким чином:

1) значення викиду пилу з указаних джерел у тоннах на місяць, за формулою:

$$N_{ср.м.} = 10^{-6} (K_1 \cdot K_2) (n \cdot m), \quad (1)$$

де $N_{ср.м.}$ – валовий викид пилу з джерел вторинного пилового забруднення побутового походження, усереднений за кількістю помешкань у одному житловому будинку, т/міс;

K_1 – середня кількість помешкань у типовому житловому будинку населеного пункту;

K_2 – середнє значення кількості пилу, що надходить у атмосферне повітря при витрушуванні пилозбірника, г;

n – відсоток мешканців середньостатистичного будинку, які витрушують пилозбірники пиловсмоктувачів на вулиці;

m – середнє значення частоти проведення витрушування пилозбірників, раз/міс.;

2) значення викиду пилу у тоннах за рік, за формулою:

$$N_{ср.р.} = L \cdot N_{ср.м.}, \quad (2)$$

де L – кількість місяців на рік;

3) валовий викид пилу у тоннах на рік, загалом по району досліджень, за формулою:

$$N_{заг.} = \sum_1^n a_i \cdot N_{ср.р.}, \quad (3)$$

де $N_{заг.}$ – валовий викид пилу в цілому по місту, т/рік;

a_i – кількість багатоповерхових будинків у i -тому житловому масиві міста;

n – визначена кількість житлових масивів.

Результати розрахунку значення валового викиду пилу з досліджуваних джерел вторинного пилового забруднення атмосферного повітря за основними житловими масивами та загалом по м. Кременчуку наведено у таблиці 4.

За результатами проведених експериментальних досліджень можна зробити висновок, що джерела забруднення, які аналізуються у роботі, мають внесок у формування екологічної небезпеки, пов'язаної з дією чинників пилового забруднення атмосферного повітря на рівні найпотужніших об'єктів небезпеки – промислових підприємств м. Кременчука.

**Таблиця 4 –
Значення валового викиду пилу з джерел
вторинного пилового забруднення побутового
походження по м. Кременчуку**

№ з/п	Житловий масив	a_i	N_i , т/рік
1	Раківка	116	11,16
2	Крюків	69	6,64
3	Занасип	47	4,52
4	Центр	406	39,04
5	Водоканал	122	11,73
6	Московська	163	15,68
7	Київська	74	7,12
8	Молодіжне	289	27,79
Загалом по м.Кременчук		1286	123,68

На думку авторів, ситуація ускладнюється низкою чинників:

- джерела вторинного пилового забруднення атмосферного повітря, якими є місця витрушування пилозбірників побутових вакуумних пиловсмоктувачів, розміщені безпосередньо у зоні селітебної забудови;

- пил, що аналізується, поданий частками з розміром < 100 мкм, які мають незначну швидкість осадження, можуть знаходитись у повітрі достатньо довгий час і переноситись на значні відстані;

- характер розміщення місць, де проводиться витрушування пилозбірників (внутрішня частина дворів, двори-колодязі), ускладнює провітрювання території, створює умови для застою забрудненого повітря;

- негативного впливу зазнають найуразливіші верстви населення, а саме: люди похилого віку, діти; адже витрушування пилозбірників, як правило, відбувається у вихідні дні, коли люди вказаних категорій більшість часу проводять надворі.

Результати оцінки обумовлюють необхідність урахування вказаних джерел забруднення при проведенні моніторингу стану екологічної безпеки, сформованої чинниками пилового забруднення атмосферного повітря.

З метою встановлення зон інтенсивного впливу чинників пилового забруднення від джерел безпеки, якими є місця витрушування пилозбірників побутових вакуумних пиловсмоктувачів, проводилось моделювання процесу розсіювання пилоподібних забруднювачів у приземному прошарку атмосфери за допомогою комп'ютерного розрахункового програмного комплексу.

Дослідження з моделювання процесів розповсюдження пилоподібних домішок здійснювались наступним чином: розрахунки

проводились для встановленого типу забруднюючої речовини без урахування фонових концентрацій та без урахування внеску інших джерел пилового забруднення.

За власною характеристикою місця очищення пилозбірних мішків побутових вакуумних пиловсмоктувачів є неорганізованими джерелами викиду забруднюючих речовин. Це, у свою чергу, визначає основні керуючі параметри розрахунку:

- висота джерела (H) – 2 м;

- швидкість (w_0) надходження пилоповітряної суміші в атмосферне повітря – 0,5 м/с;

- діаметр (D) джерела викиду – 1 м;

- температура пилоповітряної суміші (реальна температура атмосферного повітря на момент дослідження) – +5 °С;

Розрахунок приземних концентрацій проводиться для найнесприятливіших метеорологічних умов при максимальній кількості викидів забруднюючих речовин.

Розрахунковий прямокутник для даного розрахунку було прийнято 400x400 м з кроком 50 м по обох координатних вісях.

Базисом для встановлення чисельного значення потужності викиду з джерел вторинного пилового забруднення, що аналізуються у роботі, є розраховане середнє значення маси тонкодисперсного пилу у пилозбірниках (за таблиці 3). Було зроблено припущення, що при витрушуванні пилозбірника уся маса тонкодисперсного пилу надходить у атмосферне повітря з урахуванням 20 хвилинного інтервалу осереднення як для умов залпового викиду забруднюючих речовин в аварійних ситуаціях.

За розрахунком значення потужності викиду складало – 0,102 г/с.

Відповідно до мети роботи нами враховувалась загальна запиленість атмосферного повітря.

Загальна запиленість, що створюється викидами підприємств та інших об'єктів з вмістом твердих аерозолів різних хімічних сполук, у повітряному середовищі навколишньої житлової забудови не повинна перевищувати ГДК, встановленої для недиференційованого за складом пилу [3]. Згідно з цим для проведення розрахунків було прийнято значення ГДК недиференційованого за складом пилу (аерозолі): максимальної разової - 0,5 мг/м³, 3-й клас небезпечності, код 2902 [3].

Аналіз результатів розрахунку розсіювання показав, що максимальна приземна концентрація у вузлах розрахункової сітки складає – 14,57 ГДК_{м.р.} на відстані 8,5 метрів від джерела

забруднення, при небезпечній швидкості вітру 0,5 м/с.

Встановлено, що у зону активного забруднення попадає територія зони селітебної забудови у радіусі 75-80 метрів від джерела забруднення.

За результатами проведених досліджень можна зробити висновок, що джерела вторинного пилового забруднення атмосферного повітря, якими є місця витрушування пилозбірників побутових пиловсмоктувачів, мають значний негативний вплив на стан атмосферного повітря зон селітебної забудови. Це, у свою чергу, обумовлює необхідність прийняття дієвих заходів щодо зменшення викидів пилоподібних речовин з указаних джерел забруднення.

На думку автора, застосування основною масою мешканців великих міст України вже розроблених технічних засобів, якими є паперові пилозбірники, що випускаються для всіх марок вакуумних пиловсмоктувачів, дозволить суттєво зменшити викиди з джерел вторинного пилового забруднення побутового походження.

Отже, вирішення поставленого наукового завдання у галузі екологічної безпеки лежить у площині управління соціогенними складовими екобезпеки, а саме: створенні умов для розширення екологічного світогляду, підвищенні екологічної культури та свідомості населення.

Висновки. Вперше розглянуто місця витрушування пилозбірників вакуумних пиловсмоктувачів як джерела вторинного пилового забруднення атмосферного повітря побутового походження, досліджено їх внесок у формування рівня екологічної безпеки та

проведено оцінку впливу цих джерел на стан повітряного басейну зон селітебної забудови.

Результати проведених досліджень можуть бути застосовані з метою підвищення рівня екологічної свідомості та культури населення міст України, а також для врахування визначених джерел екобезпеки при розробці міських екологічних програм поліпшення стану атмосферного повітря.

БІБЛІОГРАФІЧНІ ДАНІ

1. Клименко М.О., Прищеп А.М., Вознюк Н.М. Моніторинг довкілля: Підручник.–К.: Видавничий центр "Академія", 2006.–360 с.

2. Світ довкілля. Кременчуцький міський екологічний бюлетень. – Кременчук, 2003. – Вип.2. – 32 с.

3. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними і біологічними речовинами)", ДСП-201-97.– Наказ МОЗ України від 09 липня 1997р. №201.

4. Бахарев В.С. Оцінка рівня техногенної безпеки промислових підприємств в умовах пилового забруднення атмосферного повітря // Вісник КДПУ. – Кременчук: КДПУ. – 2005.– №5(34). – С.121-125.

5. Бахарев В.С. Теоретичні аспекти формування регіональної екологічної безпеки, пов'язаної з пиловим забрудненням атмосферного повітря // Вісник КДПУ. – Кременчук: КДПУ. – 2005.– №2(31). – С.92-95.

6. Общая токсикология / Под ред. Курляндского Б.А., Филова В.А. – М.: Медицина, 2002. – 607 с.

Стаття надійшла 15.02.2007 р.
Рекомендовано до друку д.т.н., проф.
Шмандієм В.М.