УДК 504.064.3:(551.510.42:550.46)(477.64-25)

ОСОБЛИВОСТІ РЕЧОВИННОЇ СКЛАДОВОЇ АТМОСФЕРНОГО АЕРОЗОЛЮ М. ЗАПОРІЖЖЯ

PECULIARITIES OF THE MATERIAL COMPONENT OF ATMOSPHERIC AEROSOL OF ZAPORIZHZHYA CITY

Є.І. Насєдкін, С.М. Стадніченко, В.В. Пермяков, Г.М. Іванова
Evgen I. Nasedkin, Svitlana M. Stadnichenko, Vitalii V. Permyakov, Ganna M. Ivanova

Institute of Geological Sciences, NAS of Ukraine, 55-b O. Honchara Str., Kyiv, Ukraine, 01601 (nasedevg@ukr.net)

Представлені результати першого року досліджень за проектом «Створення системи спостережень за впливом господарської діяльності на природні комплекси та оперативного контролю негативних змін у їх складі». Окреслено закономірності розподілу атмосферного аерозолю в повітряних потоках, особливості його речовинного складу, визначено можливі фактори збагачення еолової завісі важкими металами в окремі часові періоди. Наведені дані отримані на підставі впровадження системи спостережень за розподілом речовини атмосферних потоків у м. Запоріжжя на базі Державної установи «Науковий гідрофізичний центр НАН України».
Ключові слова: атмосферний аерозоль, важкі метали, моніторинг, седиментаційні пастки.

In this article the results of the first year of research project «Creating of monitoring system of the impact of economic activity on natural systems and operational control of negative changes in their structure» are represented. Particularly, patterns of distribution of atmospheric aerosol in the air flow characteristics of its material composition are delineated, possible factors of enrichment of aeolian suspension with heavy metals in certain periods of time are defines. The data obtained due to the introduction of monitoring system for the distribution of atmospheric material flows in Zaporozhye city on the base of the State Institution «Research Hydrophysical Center of NAS of Ukraine» are presented.
Keywords: atmospheric aerosol, heavy metals monitoring, sedimentation traps.

ВСТУП

Комплексне вивчення закономірностей перебігу сучасних природних процесів перенесення осадкоутворюючої речовини атмосферними та водними потоками дозволяє не тільки відтворити історію геологічного розвитку певних територій, але й прогнозувати зміни, що відбудуться в їх літологічному, ландшафтному, геохімічному стані в найближчій та віддаленій перспективах. Визначення складу завислої речовини, спостереження за закономірностями її пересування та умовами подальшого накопичення в разі організації режимних натурних досліджень дозволяє отримати значний інформаційний масив даних, який можна використовувати як у теоретичних, так і прикладних дослідженнях. Зокрема, як приклад, можна навести геоекологічний аспект впровадження таких моніторингових спостережень в межах індустріальних осередків, що має неабияку актуальність на сьогодні у сфері охорони навколишнього середовища та життєдіяльності людини.

Реалізація такого напряму робіт наразі відбувається в рамках досліджень, започаткованих ІГН НАН України в м. Запоріжжя на території Державної установи «Науковий гідрофізичний центр НАН України». За проектом «Створення системи спостережень за впливом господарської діяльності на природні комплекси та оперативного контролю негативних змін у їх складі» у 2015 р. було впроваджено систему спостережень за пересуванням важких металів у складі седиментаційних потоків у повітрі Запоріжжя та водному середовищі прилеглої акваторії Дніпра.

Інструментально система являє собою комплекс седиментаційних пасток для атмосферного аерозолю («вітрило» з фільтром) та водної завісі («седиментаційні стакани»), періодичний одночасний відбір речовини з яких дозволяє вивчати процеси її пересування за певні проміжки часу впродовж року. Завдяки створенню умов «накопичення» аерозолю і водної завісі пастками та паралельним спостереженням за гідрометеорологічними умовами (швидкості, напрямки, тривалість вітрів, опади) відбувається фактичне накопичення, осереднення та збереження інформації за конкретні часові інтервали, що виключає вплив «ситуативних» хибних вимірів у динамічних середовищах. Це дає можливість відокремити і дослідити особливості седиментаційних процесів у певні часові проміжки, що зумовлюються різними зовнішніми факторами впливу, а також якісні та кількісні характеристики осадової речовини.

Визначення взаємозв'язку процесів часової та площинної трансформації антропогенних речовин (важкі метали), що за певних причин по-

© Є.І. Насєдкін, С.М. Стадніченко, В.В. Пермяков, Г.М. Іванова, 2016

трапили в природні комплекси із закономірностями розподілу седиментаційних потоків у різних середовищах та природних процесів, які впливають на цей розподіл, неможливо без комплексного аналізу якісних та кількісних характеристик натурного матеріалу. Крім того інформаційна база проекту включає моніторинг метеорологічних умов у районі спостережень, а також результати лабораторно-аналітичних досліджень, тобто складається з таких елементів:

1. Масив даних метеорологічних умов в районі досліджень (розподіл вітрів, осадків, тощо).

2. Масив даних розподілу мікроелементів у складі атмосферного аерозолю, річкової завісі, донних відкладів досліджуваної акваторії Дніпра, ґрунтів узбережжя.

3. Масив даних гранулометричного складу зразків атмосферного аерозолю, річкової завісі, донних відкладів досліджуваної акваторії Дніпра, ґрунтів узбережжя.

4. Масив даних речовинного складу зразків атмосферного аерозолю, річкової завісі, донних відкладів досліджуваної акваторії Дніпра, ґрунтів узбережжя.

Рис. 1. Пастка для відбору атмосферного аерозолю на бетонній платформі причалу в межах території Державної установи «Науковий гідрофізичний центр НАН України» (м. Запоріжжя).

Fig. 1. Trap for atmospheric aerosol sampling on a pier concrete platform within the territory of the State Institution «Research Hydrophysical Center of NAS of Ukraine» (Zaporizhzhya city).

На сьогоднішній день отримані в процесі досліджень результати дозволяють попередньо прослідити окремі тенденції розподілу седиментаційних потоків впродовж року, роль напрямків та швидкостей вітрів у перенесенні атмосферного аерозолю, а також зв'язок його речовинної складової із вмістом ряду мікроелементів.

Однією з найважливіших ланок досліджень є визначення характеристик мінеральної складової атмосферного аерозолю, а також змін, що відбуваються в її складі під дією сторонніх факторів. Зміни в складі еолової завісі зумовлюються сезонністю (співвідношення мінеральної та органічної складових), впливом вітрів (розмірність та кількість накопичених частинок) та їх напрямками. В свою чергу, характеристики речовини визначають вміст у складі атмосферного аерозолю важких металів, які слугують субстратом для їх накопичення та перенесення.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Відбір речовини проведено за методикою, апробованою в процесі багаторічних натурних спостережень за потоками атмосферного аерозолю в межах прибережних ділянок суходолу (Насєдкін та ін.; Іванова, 2013).

Дослідження атмосферного аерозолю в разі розташування пастки на бетонній платформі причалу в межах території Державної установи «Науковий гідрофізичний центр НАН України» (рис. 1), та з періодом відбору натурної речовини з фільтрів в один місяць вимагає певних умов до експлуатації устаткування.

На відміну від відомих з літературних джерел конструкцій аерозольних пасток, що фіксувались в одному напрямку, діюча може обертатися навколо своєї осі на 360°, при цьому фіксуючи робочу частину пробовідбірника з фільтрами проти вітру. Це дає можливість постійно приймати частинки еолової завісі, що надходять з повітряними потоками.

Конструкція вловлювача пастки унеможливлює втрати накопиченої завісі під час змін напрямків вітрів, а також атмосферних опадів завдяки геометрії приймальної частини, щільності фільтрувальної тканини та наявності двох шарів фільтра. Основний фільтр являє собою поліамідну сітку «млиновий газ» з діаметром пор 0,036 мм, це дозволяє проводити відбір речовини алевритової розмірності з атмосферних потоків, зовнішній шар фільтра – голкопробивний геотекстиль – має діаметр пор 0,1 мм і слугує бар'єром для повторного винесення вітром з пастки речовини, що осіла.

Раз на місяць проводиться заміна фільтрувальних елементів на аерозольній пастці, в подальшому відбувається промивання фільтра дистильованою водою, вилучення відстояного осаду та сушіння відібраної речовини.

Лабораторні дослідження включають визначення ряду мікроелементів у натурній речовині рентген-флуоресцентним методом, дослідження мінерального – речовинного складу зразків. Мінеральний, макро- та мікрокомпонентний хімічний склад зразків натурної речовини визначено із допомогою електронної мікроскопії, а також енергота хвиледисперсійного аналізів (скануючий електронний мікроскоп (СЕМ) JEOL-6490 LV (JEOL Ltd., Японія) з мікроаналізаторами EDS+WDS системи INCA Energy+ (Oxford Instruments, Великобританія). При дослідженні мінеральних фаз та їх хімічного складу на СЕМ було застосовувано режими вторинних та відбитих електронів. Енергодисперсійний спектрометр використано у режимі рентгенівського картування, який пов'язує хімічний аналіз у точці з координатами на поверхні зразка, картування вздовж визначеної лінії та у режимі точкового мікроаналізу заданої зони діаметром близько 1 мкм (лабораторія фізичних методів досліджень ІГН НАН України). Аналіз хімічного макро- і мікрокомпонентного складу виконано із повторюваністю, необхідною для забезпечення максимальної достовірності отриманих результатів.

Для детального аналізу гранулометричного складу зразків було використано лазерний седиментограф Mastersizer-2000 з модулем рідинної дисперсії Hydro S (Malvern Instruments, Велика Британія). Методика включає доведення зразка до необхідної концентрації та проведення декількох циклів вимірювань (три вимірювання у циклі), залежно від кількості мінеральних видів у даному зразку. Перед кожним циклом задаються параметри мінерального виду (для даних зразків – кварц, польовий шпат, іліт, монтморилоніт) та обирається розрахункова модель. В залежності від форми частинок (мінеральний склад та морфологію мінеральних індивідів визначено за даними попередніх електронномікроскопічних досліджень). Також вказується діапазон розмірів частинок, що складають пробу. Шляхом усереднення результатів усіх вимірювань розраховується гранулометричний склад досліджуваного зразка.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

На підставі результатів натурних спостережень та лабораторних досліджень відібраної речовини за перший неповний рік реалізації проекту було окреслено певні тенденції сезонних змін у складі атмосферних потоків та можливі взаємозалежності між досліджуваними факторами. В представленій публікації надано фрагмент аналітичних досліджень в рамках виконання проекту, зокрема порівняння характеристик зразків атмосферного аерозолю, отриманих протягом року в різні сезони в межах одного стаціонарного пункту відбору натурної речовини, а також аналіз зовнішніх чинників, що впливають на формування речовинного складу зразків.

По-перше, розподіл обсягів еолової речовини, накопиченої в пастках, показав нерівномірне, але достатньо узгоджене за місяцями надходження твердої складової аерозолю за різних сезонів упродовж року. Зокрема, спостерігається поступове зменшення ваги накопиченої натурної речовини від теплого до холодного сезону – при масі проби атмосферного аерозолю, відібраного у другій половині літа, що становить 1,4 г (липень–серпень); маса проби за період грудень–січень не перевищує 0,4 г. Аналіз розподілу вітрів та в цілому метеорологічної ситуації за цей період проведено за рядом показників, головними з яких були щомісячний розподіл вітрів у межах міста (напрямки вітрів, їх інтенсивність, повторюваність) та наявність опадів (включаючи дощі, град, тумани, сніг). Дослідження виявили залежність між обсягами накопиченої речовини та загальною кількістю вітрів напрямків, що охоплюють більшу частину території міста, в тому числі з найбільш індустріально навантаженою його складовою (рис. 2). Також найсуттєвишим фактором, як показала попередня оцінка, слід вважати наявність атмосферних опадів, які, за результатами аналізу, найбільше впливають на розподіл аерозолю в повітрі.

Особливості розподілу еолової завісі в повітряних потоках також, вірогідно, пов'язані з підвищеною вологістю денної поверхні суходолу в холодний період року, що значно зменшує винесіння вітром мінеральної речовини верхнього шару ґрунтів.

Підтвердженням цьому може бути те, що при суттєвому перевищенні середньомісячних показників швидкості вітру за період грудень–січень в порівнянні з даними за липень-серпень, як для загальної кількості вітрів, так і вибірок для вітрів зі швидкостями понад 4 та 7 м/с, у гранулометричному складі зразка зимового періоду вміст дрібнодисперсної складової помітно збільшується (рис. 3).

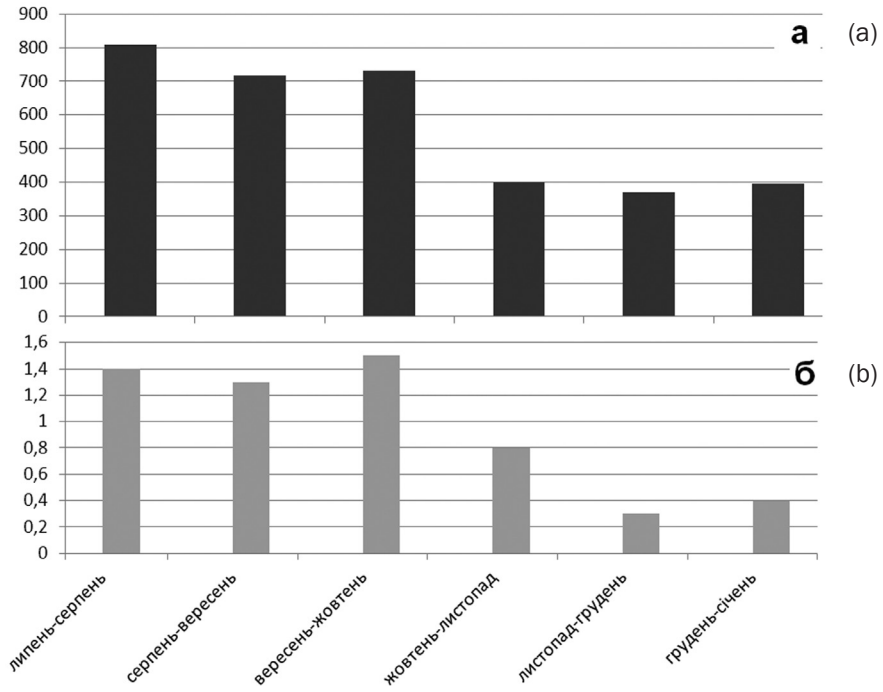


Рис. 2. Порівняльні діаграми розподілу: а) загальної суми швидкостей вітрів усіх напрямків, за винятком днів з опадами. Період експозиції фільтру: з 15 числа попереднього місяця, до 15 числа наступного; б) обсягів накопиченої в пастках речовини (г).

Fig. 2. Comparative distribution diagrams: a) the total amount of wind speed in all areas (except days with precipitation). The period of filter exposure – from 15th day of the previous month to the 15th day of the following; b) volume of substance accumulated in traps (grams).

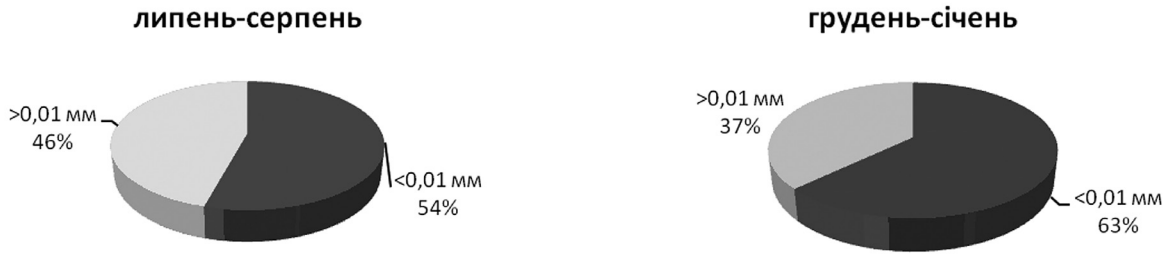


Рис. 3. Діаграми розподілу фракцій <0,01 та >0,01 мм у зразках атмосферного аерозолю, відібраного в літній та зимовий періоди.

Fig. 3. Diagrams of fractions distribution <0.01 and> 0.01 mm in samples of atmospheric aerosol collected in the summer and winter periods.

Відомо, що частинки аерозолю розміром понад 10 мкм відносять до грубодисперсних, час знаходження яких у повітрі обчислюється хвилинами. Час перебування частинок розміром 1-10 мкм у повітрі визначається годинами (Райст, 1987), а частинки розміром від 100 до 1000 мкм можуть надходити в атмосферне середовище лише за умов значної вітрової активності. При цьому еолова завись, що надходить з поверхні ґрунтів за умов відповідної сили вітрів, представлена уламками зерен кварцу, польових шпатів, слюди розміром до сотень мікрметрів. До іншої категорії відносять частинки біогенного походження – не тільки пилок та спори рослин, але і речовини, утворені внаслідок конденсації летких органічних сполук, наприклад терпенів. Окрема категорія – це дими від процесів спалювання на суші та продукти природних газофазових реакцій.

В середньому ґрунти і рослинний світ привносять понад 40% кількості еолової речовини, водна поверхня – 10-20% всіх атмосферних аерозолів. З антропогенних джерел промислові підпри-

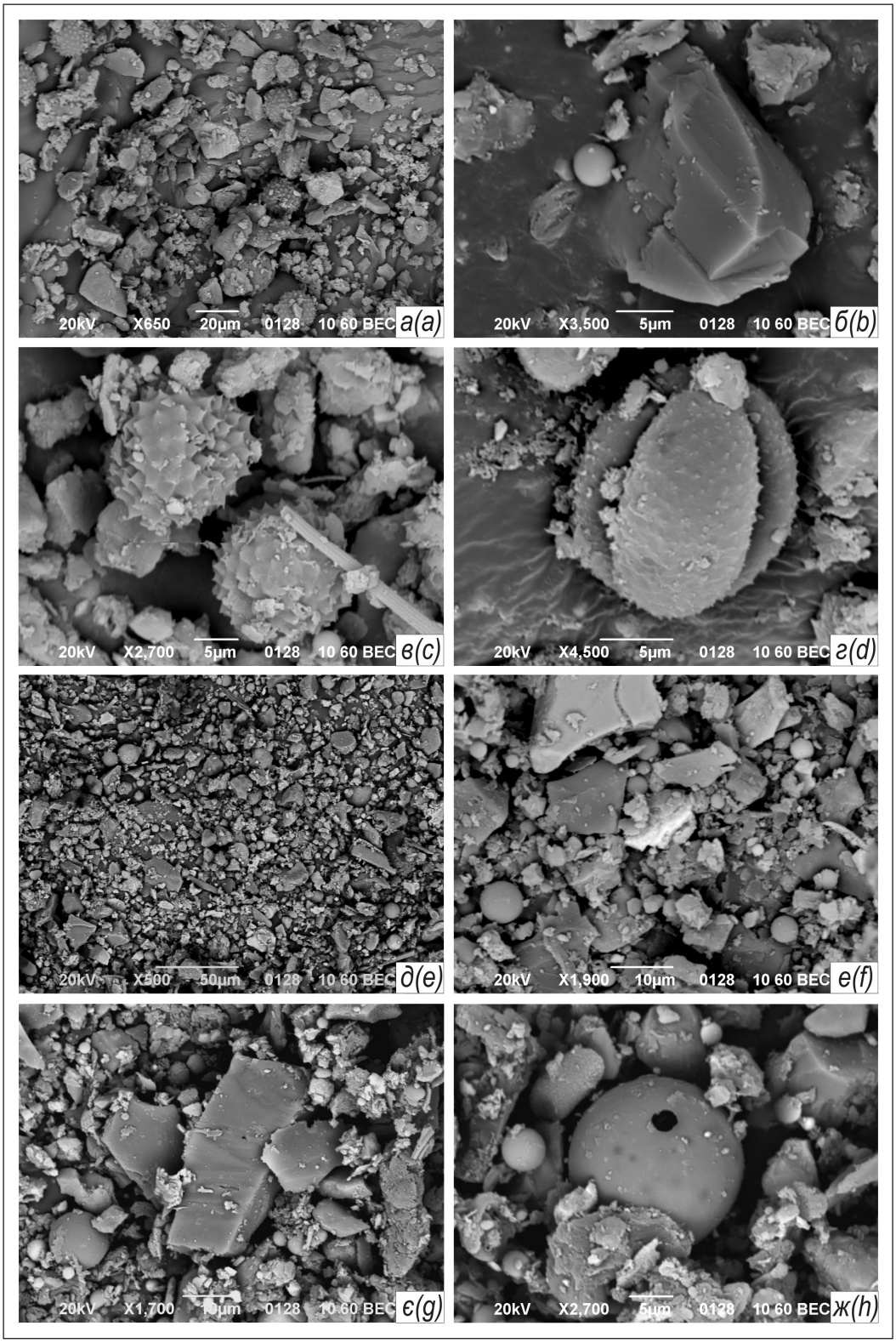


Рис. 4. Електроно-мікроскопічні знімки зразка еолової речовини (липень-серпень):
а – загальний вигляд проби; б – фрагмент зерна кварцу; в, г – рослинний пилок; та зразка еолової речовини (листопад-грудень): д – загальний вигляд проби; е – загальний вигляд проби, де спостерігається значна кількість сферичних утворень атмосферного походження; є – уламок зерна польового шпату; ж - сферичні утворення атмосферного походження.

Fig. 4. SEM images of aeolian substance sample (July-August):
a – general view of the sample; b - a piece of quartz grains; c, d – vegetative pollen; and aeolian substance sample (November-December): e – general view of the sample; f – general view of the samples where there is a significant amount of spherical formations of atmospheric origin; g – a piece of feldspar grains; h – spherical formation of atmospheric origin.

ємства вносять 20%, транспорт – до 10% аерозолів. Основне джерело антропогенних аерозолів – процес горіння, тому внесок енергетики і транспорту становить 2/3 загальної кількості антропогенних аерозолів (Мейсон, 1961). Серед інших антропогенних джерел аерозолів – металургійні підприємства, виробництво будівельних матеріалів та хімічна промисловість.

Виходячи із зазначеного, для умов району досліджень на склад еолової речовини має досить суттєво впливати сезонний фактор, який визначатиме перерозподіл компонентів аерозолю, зокрема природної та техногенної складових. За рахунок збільшення вологості ґрунтів, кількості днів з атмосферними опадами, зменшення внеску рослинної складової в складі еолової речовини зменшується відсоток природних компонентів. Одночасно внесок частинок антропогенного походження, джерела і процеси утворення яких у зимовий період залишаються стабільними, може збільшуватися у зв'язку з інтенсивною експлуатацією теплостанцій та котелень в холодний період року. Це попередньо підтверджують дані електронномікроскопічних досліджень натурної речовини (рис. 4).

Результати досліджень свідчать про зміни співвідношень компонентів у складі проб різних сезонів. Варто зазначити, що основою і літніх, і зимових проб є уламкова складова продуктів вивітрювання гірських порід алевритової розмірності – зерна кварцу, польових шпатів. У пробах літнього періоду в суттєвій кількості присутні продукти рослинного походження, а в складі зразків зимового сезону визначається значна кількість утворень атмосферного походження. Тобто, зміна теплого сезону на холодний обумовлює зменшення в аерозолях відносного відсотку продуктів вивітрювання гірських порід та збільшення компонентів, утворених при з'єднанні (сполученні, конденсації) молекул речовин, що присутні в атмосфері у випареному стані.

В цьому аспекті слід згадати, що Запоріжжя є одним із найбільш індустріалізованих міст України, а для його екологічного стану можна виділити такі проблемні сфери, як забруднення атмосфери та водних ресурсів. Основними причинами забруднення атмосфери є результати роботи промислових підприємств, зокрема зношеність очисного устаткування та відсутність ефективних методів вилучення небезпечних компонентів викидів запорізьких електростанцій, підприємств металургійної галузі, котелень.

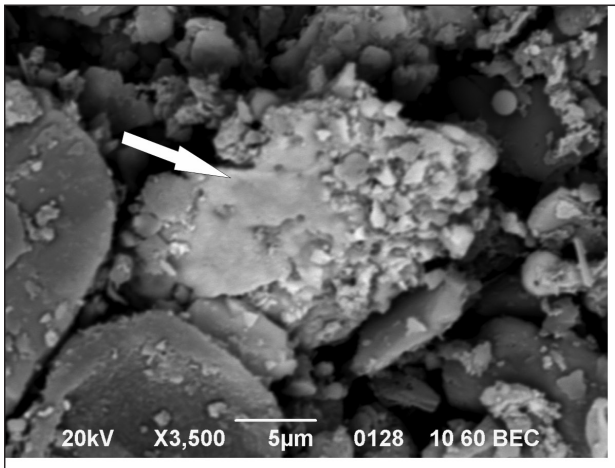
При цьому найбільшу кількість викидів забруднюючих речовин в атмосферу здійснюють основні промислові підприємства – ВП Запорізька ТЕС ПАТ «ДТЕК Дніпроенерго»; ВАТ «Запоріжсталь»; ПАТ «Запорізький завод феросплавів»; ПАТ «Запорізький виробничий алюмінієвий комбінат»; ПАТ «Запорізький абразивний комбінат»; ПАТ «Запоріжкокс»; ПАТ «Український графіт»; ПАТ «Запоріжвогнетрив»; ПАТ «Запоріжсклофлюс»; ДП «Запорізький титано – магнієвий комбінат»; ЗДП «Кремнійполімер» (http://zdn.gov.ua/view/osnovni-zabrudnyuvachi-atmosfernogo-povitrya-zagaluzyami-ekonomiki.html, http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2013.html).

В атмосферних викидах більшості металургійних процесів, як і при функціонуванні підприємств паливно-енергетичного комплексу, утворюються не тільки складні сполуки – продукти використання органічного палива, але і значна кількість пилу з підвищеним вмістом металів. Прикладом масштабності впливу цих процесів на речовинний склад аерозолів можуть слугувати як результати досліджень за допомогою електронного мікроскопа, так і дані рентген-флуоресцентного аналізу зразків натурної речовини (рис. 5).

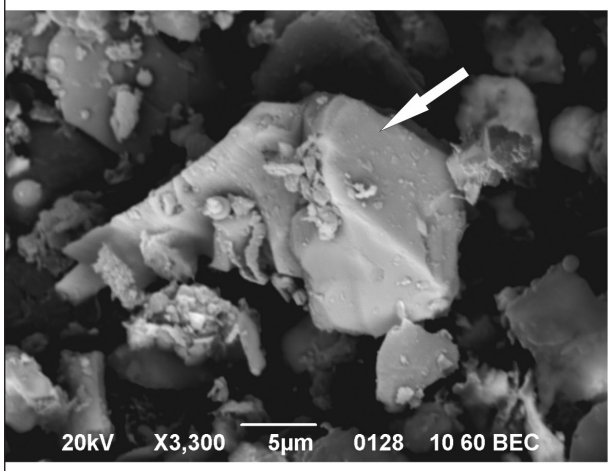
Наявність в складі еолової речовини значної кількості дрібно- та тонкодисперсної складової, відмінної від представленої в поверхневих ґрунтах району досліджень, вірогідно, свідчить про активність процесів привнесення в межі спостережної ділянки нетипових сполук. При цьому, на відміну від дрібнодисперсної складової, вміст частинок алевритової розмірності вказує на місцевий характер їх утворення. Форма фрагментів речовини, що складається з оксидів заліза в складі зразка атмосферного аерозолю осінньо-зимового періоду (листопад-грудень) дозволяє припустити, що на різних знімках Fe_2O_3 представлений не тільки мінералами залізної руди, але й, можливо, феромагнітною модифікацією (рис. 5), що утворюється в ході високотемпературних процесів та взаємодії з лугами.

Також показовими даними сезонних змін у складі компонентів повітряної завісі та впливу на них процесів антропогенної діяльності можна вважати результати визначення вмісту заліза та ряду мікроелементів, зокрема металів, у складі зразків натурної речовини (див. таблицю).

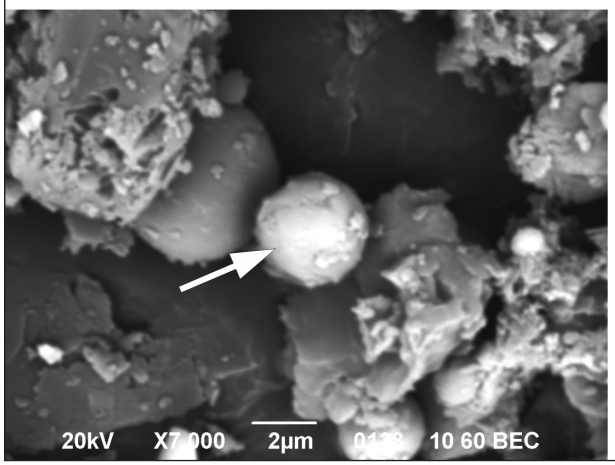
Дані таблиці свідчать про суттєве збільшення вмісту зазначених елементів в складі проби зимового періоду в порівнянні з літнім, що пов'язано, вірогідно, зі змінами гідрометеорологічних умов у



Element	Weight, %	Atomic, %	Compd, %	Formula
Al K	1.31	1.45	2.47	Al_2O_3
Si K	4.41	4.68	9.43	SiO_2
Ca K	1.17	0.87	1.64	CaO
Mn K	0.32	0.17	0.41	MnO
Fe K	60.18	32.11	86.05	Fe_2O_3
O	32.61	60.73	-	-
Totals	100.00	-	-	-



Element	Weight, %	Atomic, %	Compd, %	Formula
Fe K	69.94	40.00	100.00	Fe_2O_3
O	30.06	60.00	-	-
Totals	100.00	-	-	-



Element	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
Si K	2.71	2.98	5.80	SiO_2
Fe K	65.89	36.43	94.20	Fe_2O_3
O	31.40	60.60	-	-
Totals	100.00	-	-	-

Рис. 5. Фрагменти частинок (зерен), представлені оксидом заліза, в складі зразку атмосферного аерозолю осінньо-зимового періоду (листопад-грудень).
Fig. 5. Fragments of particles (grains) represented by iron oxide, composed of atmospheric aerosol sample autumn-winter period (November-December).

районі досліджень та відповідним перерозподілом компонентів еолових потоків твердої речовини.

ВИСНОВКИ

На сьогодні ряд даних натурних спостережень, що слугував основою представленого аналітичного огляду, дуже малий для побудови певних взаємозв'язків, припущень, кореляційних чи статистичних залежностей, прогнозів. Отримані результати дозволяють лише окреслити можливі процеси, пов'язані зі шляхами надходження в повітря твердої речовини, її трансформацією в атмосферному середовищі, закономірностями перенесення та подальшого осадження. Але наявні дані вже на пер-

Вміст деяких металів та мікроелементів в складі зразків еолової речовини за даними рентген-флуоресцентного аналізу (г/т)
The content of some metals and trace elements in the composition of aeolian material samples according to X-ray-fluorescence analysis (g/t)

Період відбору речовини	Fe	Ni	Cu	Zn	Pb	As	Sn
Липень-серпень 2015 р.	179 700	163	426	670	358	23	26
Листопад-грудень 2015 р.	459 000	338	775	1770	920	39	55

шому етапі реалізації проекту свідчать про суттєві часові зміни в складі аерозольних потоків у межах дослідної ділянки в м. Запоріжжя. Це визначається перерозподілом складових еолової речовини, вмістом мікроелементів, їх розмірністю та інтенсивністю надходження в седиментаційні пастки.

Окреслені особливості мінерального складу еолової речовини та можливий механізм його формування можуть мати не тільки певну загальнонаукову цінність у сфері досліджень закономірностей перенесення континентальної речовини в складі атмосферних потоків, але й можуть бути корисними в прикладному екологічному аспекті, зокрема при визначенні впливу промислових викидів на здоров'я населення індустріальних осередків.

Подальші дослідження в рамках проекту «Створення системи спостережень за впливом господарської діяльності на природні комплекси та оперативного контролю негативних змін у їх складі» дозволять реалізувати поставлені наукові завдання, зокрема систематизувати досліджувані процеси, визначити взаємозв'язки між ними, і на цій основі з'ясувати умови утворення та природу речовини атмосферних аерозолів.

REFERENCES

Mason B.J., 1961. Physics of clouds, 541 p. (In Russian).

Мейсон Б. Дж. Физика облаков / Б.Дж. Мейсон – Л.: Гидрометеоиздат, 1961. – 541 с.

Nasedkin E.I., Mytropolskiy O. Yu., Ivanova G.M., 2013. Monitoring of sedimentation processes in the land-sea interaction zone, 295 p. (In Ukrainian).

Насєдкін Е.І. Моніторинг седиментаційних процесів у зоні взаємодії суходолу та моря / Е.І. Насєдкін, О.Ю. Митропольський, Г.М. Іванова – Севастополь, НВЦ «ЕКОСІ-Гідрофізика», 2013, 295 с.

Rayst P., 1987. Aerosols. Introduction to the theory, 278 p. (In Russian).

Райст П. Аэрозоли. Введение в теорию / П. Райст – Москва: Мир, 1987 – 278 с.

http://zdn.gov.ua/view/osnovni-zabrudnyuvachi-atmosfernogo-povitrya-za-galuzyami-ekonomiki.html

http://zdn.gov.ua/view/osnovni-zabrudnyuvachi-atmosfernogo-povitrya-za-galuzyami-ekonomiki.html

http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2013.html

http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2013.html

Manuscript resived 29 November 2015;
revision accepted 12 March 2016

Інститут геологічних наук НАН України,
Київ, Україна,

Е.И. Наседкин, С.Н. Стадниченко, В.В. Пермяков, А.Н. Иванова

ОСЕБЕННОСТИ ВЕЩЕСТВЕННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ АТМОСФЕРНОГО АЭРОЗОЛЯ Г. ЗАПОРОЖЬЯ

В публикации представлены результаты первого года исследований проекта «Создание системы наблюдений за влиянием хозяйственной деятельности на природные комплексы и оперативного контроля негативных изменений в их составе», в частности описаны закономерности распределения атмосферного аэрозоля в воздушных потоках, особенности его вещественного состава, определены возможные факторы насыщения эоловой взвеси тяжелыми металлами в отдельные временные периоды. Представлены данные, полученные благодаря внедрению системы наблюдений за распределением вещества атмосферных потоков в г. Запорожье на базе Государственного предприятия «Научный гидрофизический центр НАН Украины».
Ключевые слова: атмосферный аэрозоль, тяжелые металлы, мониторинг, седиментационные ловушки.