

ВИКИДИ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ ЯК ДЖЕРЕЛО ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА ЧЕРНІГОВА

Купчик О.Ю.

Чернігівський національний педагогічний університет імені Т.Г. Шевченка

З-за високої сорбційної здатності снігу на земній поверхні сніговий покрив використано як індикатор стану атмосферного повітря. В якості хімічних індикаторів стану снігового покриву отримано просторовий розподіл важких металів, а також сульфат-, сульфід-, нітрат-іонів та іонів амонію вздовж найбільш напружених автомагістралей міста. Визначення вмісту елементів проводиться методами колориметрії та інверсійної вольтамперометрії. Проаналізовано взаємозв'язок між вмістом забруднювачів та наявністю антропогенного впливу. Встановлено позитивний тренд вмісту свинцю, купруму, цинку та кадмію, сульфат-, нітрат-іонів та амонійного азоту в сніговому покриві в порівнянні з надмірним вмістом зважених речовин.

Ключові слова: сніжний покрив, забруднювач, важкі метали, іони, автотранспорт.

Постановка проблеми. Серед безлічі проблем, що хвилюють сучасне суспільство охорона довкілля займає одне з перших місць. В сучасному світі більше половини населення планети проживає в містах, і доля міського населення неухильно зростає. В процесі діяльності людини відбувається постійне вилучення ресурсів, їх переміщення, переробка і повернення в природу. Не дивлячись на посилення заходів контролю над станом довкілля в містах кількість викидів безперервно збільшується, що свідчить про необхідність і важливість систематичного вивчення забруднення атмосфери урбанізованих територій [1]

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Чернігів – місто на півночі України, у західній частині Чернігівської області. Розташоване у Придніпровській низовині, на правому високому березі річки Десна. Стан атмосферного повітря в Чернігові залежить насамперед від обсягів викидів забруднюючих речовин від стаціонарних та пересувних джерел. Основним видом пересувних джерел забруднення атмосферного повітря в місті є автомобільний транспорт. Характерними забруднюючими речовинами є оксиди сірки і азоту, важкі метали, зокрема, свинець, органічні продукти неповного згоряння компонентів палива, наприклад, поліароматичні вуглеводні. Також не можна недооцінювати і викиди пилу, що піднімаються з поверхні доріг рухомими автомобілями. У складі пилу ідентифікуються речовини, якими посипають дорогу, зокрема, в зимовий період для боротьби з ожеледдю. Їх елементний склад включає натрій, кальцій, магній, хлорид і ін. [2].

Одним із основних чинників викидів забруднюючих речовин автотранспортних засобів є якість палива. Понад 20% бензину, що імпортується до Чернігова, становить етильований бензин, який містить тетраетилсвинець. Автомобільний транспорт, що працює на нафтових паливах, є головним джерелом забруднення повітря високотоксичними сполуками, серед яких найбільш активним є бенз(а)пірен.

Державною екологічною інспекцією в Чернігівській області надані дані про масу забруднюючих речовин (оксид карбону, оксид нітрогену, сірчистий ангідрид, пари свинцю, вуглеводні), які викидалися в атмосферне повітря м. Чернігова за останні п'ять років. За останні роки маса викидів від автотранспорту знаходиться майже на одному рівні, хоча до 2010 року спостерігалась тенденція до росту маси викидів. У 2011 році маса викидів від автомобільного транспорту становить 46,811 тис. тонн, що менше у порівнянні з 2010 роком на 2,216 тис. тонн [3].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. По відношенню до процесів перене-

сення і накопичення забруднюючих речовин атмосфера відноситься до переважно транспортуючого середовища. Тому в моніторингу забруднення атмосферного повітря використовуються, так звані, природні планшети, до яких відноситься сніговий покрив як депонуюче середовище техногенних забруднень [4].

Актуальність такого вибору визначається ще тим, що державні служби не досліджують систематично хімічний склад снігового покриву [5]. Хімічний склад фільтрату талого снігу формується в результаті потрапляння з опадами різних хімічних елементів, поглинання сніговим покривом газів, водорозчинних аерозолів і взаємодії з сніговим покривом твердих частинок, що осаджуються з атмосфери. При цьому якщо кількість випадального зі снігом твердого осаду характеризує запиленість території, то фільтрат талого снігу відображає ступінь забруднення повітряного басейну розчинними формами елементів [4].

Мета статті. Головною метою цієї роботи є оцінка забруднення атмосферного повітря викидами автотранспорту за розподілом мікро- та макрокомпонентів в сніговому покриві вздовж найбільш навантажених автомагістралей міста.

Виклад основного матеріалу. Як показують моніторингові дослідження, концентрація забруднюючих речовин в снігу виявляється на 2-3 порядки вище, ніж в атмосферному повітрі, тому виміри вмісту речовин можуть проводитись досить простими методами і з високою мірою надійності. Всього лише один сніговий kern, взятий по всій товщі снігового покриву, дає показні дані про хімічне забруднення в період від утворення стійкого снігового покриву до моменту відбору проби (максимального снігозапасу) [4, 5].

Як інформативні хімічні індикатори стану снігового покриву і антропогенних хімічних забруднень вибрані наступні мікроелементи: Zn^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} і Cd^{2+} оскільки метали в умовах танення снігу не трансформуються, а лише перерозподіляються в компоненти екосистем: ґрунт, зважену речовину, донні осідання. І макрокомпоненти – NO_3^- , NH_4^+ , SO_4^{2-} , S^{2-} , вміст яких в талій воді обумовлений лише діями урбанізації [5].

Для проведення аналізу використовували зразки снігового покриву, які були відібрані в середені зимового періоду з 2 по 8 січня 2015 року на двох модельних ділянках м. Чернігова. У цей період середньодобова температура вагалася в інтервалі (-10 – -1)°C, погода була ясною і безвітряною. Ділянки № 1 та 2 відповідають найбільш напруженим автомагістралям міста та відносяться відповідно до

різних районів: Деснянського – ділянка № 1 «просп. Перемоги – вул. Мстиславська» та Новозаводсько-го – ділянка № 2 «просп. Перемоги – вул. Комсомольська». Для автомагістралей зона найбільш інтенсивного впливу викидів розповсюджується на відстані 150-200 м.

Керни снігу відбирали на всю глибину снігового покриву до основи його залягання з використанням пластмасової труби. Отриманий керн, очищений від залишків ґрунту і рослинності в підставі труби, поміщали в пластиковий пакет. У кожній точці відбору проб число кернів відбирали так, щоб загальна вага проби відповідала 1,0-1,5 кг. Всього було відібрано 10 зразків снігового покриву.

Проби снігу доставляли в лабораторію і розтоплювали (без штучного підігрівання) в скляних стаканах. Проби, відібрані в околицях антропогенних джерел, як правило включають зважену речовину. Для відділення твердих часток від розчину проби фільтрували через паперовий фільтр «синя» стрічка. За результатами зважування висушеного при температурі $95 \pm 5^\circ\text{C}$ фільтру визначали масу твердого залишку [2, 6].

Для дослідження хімічного складу талих вод використовували метод прямої потенціометрії при вимірі рН, гравіметрії – при визначенні вмісту зважених речовин, колориметрії – при визначенні нітратів, зв'язаного азоту, сульфатів, сульфідів, інверсійної вольтамперометрії – при визначенні вмісту важких металів.

Вміст важких металів визначали на аналізаторі вольтамперометричному ТА – Lab (НПП «Томьяналит», РФ) в трьохелектродній електрохімічній ячійці. В якості індикаторного електроду використовували амальгамовий електрод. В якості електроду порівняння і допоміжного електроду використовували хлорсрібний електрод, заповнений розчином 1М хлориду калію.

Аналіз проводили за стандартною методикою для води на фоновому електроліті, що містить 200 мкл конц. мурашиної кислоти (х.ч.), за наступних умов: – електрохімічне очищення індикаторного електроду при потенціалі $+0,050$ В впродовж 15 с, накопичення металів на поверхні індикаторного електроду при потенціалі $-1,500$ В впродовж 30 с, заспокоєння розчину при потенціалі $-1,300$ В впродовж 5 с, анодне окислення металу при лінійній розгортці потенціалу із швидкістю 80 мВ/с. Відносна похибка такого аналізу не перевищує 7%.

Визначення металів проводили методом добавок з використанням стандартних розчинів, що містять по 1 мг/л або 10 мг/л кожного з визначуваних металів, які були приготовані на основі державних стандартних зразків і бідистилляту. Розрахунок концентрації металів виконували за допомогою спеціалізованої комп'ютерної програми ТА – Lab (версія 3.6.10).

Результати обробляли методом математичної статистики за відомою методикою; розраховували середнє значення і інтервальне значення з довірою вірогідністю 95%.

На рисунку 1 представлені типові приклади вольтамперних кривих фону (1), проби снігу без добавки (2) і з добавкою (3) аналізованого металу, що були отримані для проб з обох модельних ділянок. З рисунка видно, що на вольтамперних кривих розчину фону в інтервалі потенціалів від -1200 мВ до $+100$ мВ відсутні піки струму окислення (крива 1). Це свідчить про чистоту фоновому електроліту, а саме про відсутність в ньому цинку, кадмію, свинцю і міді, оскільки в умовах реєстрації вольтамперної кривої можливе анодне розчинення раніше скон-

центрованих на індикаторному електроді лише цих металів. На вольтамперограмах розчину проб снігу є чотири максимуми струму – при потенціалах -900 , -550 , -320 і -50 мВ, які відповідають процесам анодного окислення цинку, свинцю, кадмію і міді відповідно. При введенні в розчин проби добавок стандартного розчину на вольтамперних кривих піки струму окислення свинцю, кадмію, цинку і міді зростають пропорційно збільшенню концентрації цих металів.

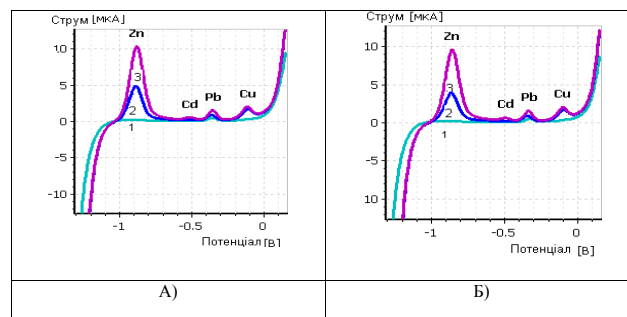


Рис. 1. Вольтамперограми проби снігу з модельних ділянок: А) – № 1, Б) – № 2

Розрахований з вольтамперних кривих вміст металів в пробах снігу представлений в таблиці 1.

Таблиця 1

Забруднення водорозчинної частини снігового покриву м. Чернігова важкими металами.

№	Мікроелементи, мг/л			
	Zn ²⁺	Cd ²⁺	Pb ²⁺	Cu ²⁺
1	0,044±0,003	0,00022±0,00009	0,0028±0,0004	0,085±0,001
2	0,037±0,006	0,00015±0,00006	0,0020±0,0006	0,036±0,008
ГДК вода	1,03 [7]	0,0013 [7]	0,03 [7]	1,03 [7]

Як видно з таблиці 1, проаналізовані проби снігу містять всі досліджувані метали, тобто можна зробити висновок про наявність забруднення снігу важкими металами. В талій воді вміст всіх металів нижчий, ніж рівень гранично-допустимих концентрацій для води водойм, тобто в середньому: цинку – в 23 рази, кадмію – в 6 разів, свинцю – в 10 разів та міді – в 12 разів.

Гравіметричні дослідження проводили з використанням аналітичних вагів ВЛР-200г і сушильної шафи – SNOL 67/350; потенціометричні виміри здійснювали за допомогою іономеру рН-120 з робочим індикаторним електродом – ЕСЛ-63-07 і електродом порівняння – хлорсрібним електродом ЕВЛ-1МЗ. Колориметричні виміри проводили на портативному фотоколориметрі з вбудованими аналітичними програмами АQ4000. Цей мікропроцесорний колориметр зі світловипромінюючими діодами дозволяє в 10 мл проби талої води за допомогою відповідних кожній методиці таблетованих

Таблиця 2

Забруднення водорозчинної частини снігового покриву м. Чернігова іонними макрокомпонентами

№	рН	завислі реч-ни, мг/л	Макрокомпоненти, мг/л			
			SO ₄ ²⁻	S ²⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺
1	5,65	93,4	54,69±0,002	0	3,170±0,001	1,014±0,002
2	6,32	71,7	44,09±0,005	0	2,515±0,002	0,504±0,005
ГДК вода	6,5-8,5 [7]	0,75 [7]	500 [7]	відсутній [7]	45 [7]	2 [7]

реагентів, отримати результат по концентрації визначуваного іона на дисплеї. Були використані наступні таблетовані реагенти: для визначення азоту амонійного – АС 2012 (LR), нітрат-іону – АС 2007, сульфат-іону – АС2082, сульфідної сірки – АС2016.

Результати хімічного аналізу талих вод, представлені в таблиці 3, свідчать про те, що практично по всіх з даних параметрів дані проб мають менші значення, ніж величини гранично-допустимих концентрацій для поверхневих вод. Виключення складає лише кількість завислих речовин, яка перевищує рівень ГДК приблизно в 100 разів.

Крім того, як можна бачити з таблиці 2, поблизу автодорог виявлені низькі значення рН (~6,0) і високий вміст завислих речовин в порівнянні з ГДК води, причому на ділянці № 1 всі показники знову ж таки вищі, ніж на ділянці № 2.

Висновки і пропозиції. Таким чином, за результатами вивчення хімічного складу снігового покриву

за розподілом мікро- та макрокомпонентів вздовж найбільш навантажених автомагістралей можна віднести територію міста до низького рівня забрудненості атмосферного повітря автомобільним транспортом. Але основними забруднюючими речовинами міського ландшафту є важкі метали, а також іони амонію та сульфат-і нітрат-іони, що потрапляють в атмосферу в результаті викидів в основному автотранспорту і відповідних йому сервісними службами. Наявність в сніговому покриві завислих речовин обумовлена, по-перше, вживанням як протиожеледних засобів піщано-соляних сумішей, основою яких є пісок; по-друге, механічним винесенням компонентів дорожнього покриття і різних часток (сажа, каучук, кремній і так далі) із складу автопокришок, інтенсивність якого різко зростає в зимовий період. Тобто всі автодороги слід розглядати як самостійні джерела забруднення довкілля, що роблять істотний вплив на зміну реакції середовища.

Список літератури:

1. Нестеров Е. М. Мониторинг поведения тяжелых металлов в снежном и почвенном покровах центральной части Санкт-Петербурга / Е. М. Нестеров, Л. М. Зарина, М. А. Пискунова // Вестник МГОУ. – 2009. – Вып. 1. – С. 27-34.
2. Коковкин В. В. Руководство по методам полевых и лабораторных исследований снежного покрова для изучения закономерностей длительного загрязнения местности в зоне действия антропогенных источников: Метод. пособие / В. В. Коковкин, О. В. Шуваева, С. В. Морозов, В. Ф. Рануга. – Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т. 2012. – 85 с.
3. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області за 2012 рік / Держуправління охорони навкол. природ. середовища в Чергі. обл.; [С. В. Гороневич (відп. за вип.)] – Чернігів: [б. в.], 2013. – 342 с.
4. Смирнова С. М. Тяжелые металлы в снежном покрове г. Николаева / С. М. Смирнова, В. В. Долин // Збірник наукових праць Інституту геохімії навколишнього середовища. – К.: ІГНС, 2011. – Вип. 19. – С. 115-124.
5. Темерев С. В. Химический мониторинг снежного покрова в области влияния Барнаула / С. В. Темерев, И. В. Индюшкин // Изв. Алт. гос. ун-та. – 2010. – Вып. 3, т. 1. – С. 196-203.
6. Шумилова М. А. Снежный покров как универсальный показатель загрязнения городской среды на примере Ижевска / М. А. Шумилова, О. В. Садиуллина // Вестник Удмуртского университета. – 2011. – Вып. 2. – С. 91-96.
7. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения: СанПиН 4630-88 [Электронный ресурс]. – [Действующие с 1989-01-01]: с измен. и доп., на 01.02.2008 // Збірник важливих офіційних матеріалів з санітарних і протиепідемічних питань. – К., 1995. – Т. 1, Ч. 1. – Режим доступа: lawna.info/bdata5/ukr567/index.htm

Купчик Е.Ю.

Черниговский национальный педагогический университет имени Т.Г. Шевченко

ВЫБРОСЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА КАК ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДА ЧЕРНИГОВА

Аннотация

Из-за высокой сорбционной способности снега на земной поверхности снежный покров использован как индикатор состояния атмосферного воздуха. В качестве химических индикаторов состояния снежного покрова получены пространственные распределения тяжелых металлов, а также сульфат-, сульфид-, нитрат-ионов и ионов аммония вдоль наиболее загруженных автомагистралей города. Определение содержания элементов проводится методами колориметрии и инверсионной вольтамперометрии. Проанализирована взаимосвязь между содержанием загрязнителей и наличием антропогенного воздействия. Установлен положительный тренд содержания свинца, меди, цинка и кадмия, сульфат-, нитрат-ионов и аммонийного азота в снежном покрове в сравнении с повышенным содержанием взвешенных частиц.

Ключевые слова: снеговой покров, загрязнитель, тяжелые металлы, ионы, автотранспорт.

Kupchik E.Y.

Chernihiv T.G. Shevchenko National Pedagogical University

EMISSIONS OF AUTOMOBILE TRANSPORT AS SOURCE OF AIR POLLUTION CHERNIGIV CITY

Summary

Because of high sorption capacity of snow on the earth's surface, snow cover used as an indicator of the atmospheric air condition. As chemical indicators of the state of the snow cover and for identification of pollution sources was obtained spatial distributions of heavy metals, as well as sulfate-, sulfide-, nitrate ions and ammonium ions along the busiest highways of the city. Determination of elements content is being conducted by the methods of colorimetry and inversion voltammetry. Explores the relationship between the content of pollutants and the presence of anthropogenic impact. Set the positive trend of plumbum, copper, zinc and cadmium, sulfate-, nitrate-ions and ammonia nitrogen in the snow cover in comparison with a high content of suspended solids.

Keywords: snow cover, contaminant, heavy metals, ions, automobile transportation.