

УДК 502.1 : 556.1

ВИВЧЕННЯ АТМОСФЕРНИХ ОПАДІВ ЯК ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ В ПРОМИСЛОВИХ РЕГІОНАХ

Єрмоменко А.О.

(Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля,
м. Луганськ, Україна)

Исследовано содержание главных ионов и тяжелых металлов в атмосферных осадках, выпавших на территории г. Луганска. Определены показатели достоверности полученных данных по химическому составу атмосферных осадков.

The content of the main ions and heavy metals in the atmospheric precipitation which has fallen in territory of Lugans, is investigated. The parameters of reliability of the obtain data on chemical structure of atmospheric precipitation are determined.

Місто Луганськ є одним з індустріальних центрів східної частини України із широким спектром викидів шкідливих речовин. Основними забруднювачами атмосфери тут є підприємства металургійної, енергетичної, вугільної, хімічної галузей виробництва.

Основними забруднювачами повітря, водоймищ, ґрунтів є викиди підприємств, стічні води та ін. Підвищена кількість аерозольних часток та газових домішок у повітрі приводить до забруднення атмосферних опадів, що розглянуто у роботах Безуглої Е.Ю. [1-4], Берлянда М.Є. [5, 6], Владимирової К.Г. [7, 8], Дмитрієвої Г.В. [9, 10], Израеля Ю.А. [11] та ін. Оподи в свою чергу призводять до забруднення таких компонентів ландшафту як ґрунти та поверхневі водойми. Але питанню наскільки значним є негативний вплив атмосферних опадів на поверхневий стік та ґрунти, приділяється небагато уваги, хоча ґрунти є основою трофічного ланцюга в планетарному масштабі.

Метою наших досліджень є вивчення атмосферних опадів як джерела забруднення в промислових регіонах.

Для досягнення поставленої мети нами була вирішена наступна задача досліджень: вивчити склад атмосферних опадів на території промислового міста.

Для вирішення поставленої задачі були використані наступні методики: для визначення вмісту важких металів використовували наближено-кількісний емісійний спектральний аналіз; при проведенні хімічного аналізу проб атмосферних опадів застосовувалась методика І.С. Кауричева [12]; обробка результатів експерименту здійснювалася за допомогою статистичних методів.

Результати досліджень. Для вирішення поставленої задачі нами, протягом 2004 – 2006 рр., відбиралися проби атмосферних опадів біля таких промислових підприємств міста Луганська: ХК „Луганськтепловоз”, Луганський завод лужних акумуляторів, Луганський машинобудівний завод ім. О.Я. Пархоменко, Луганський завод верстатобудування ім. В.І. Леніна; також проби атмосферних опадів відбиралися в селі біля м. Луганська, їх брали як контроль. Були проаналізовані тверді і рідкі атмосферні опади, що випали за цей період в промисловій зоні.

Отримані дані показали, що найбільша кількість головних іонів спостерігається в атмосферних опадах, що випали восени та влітку. Переважаючими з них є кальцій, хлориди та сульфати.

Вміст головних іонів в атмосферних опадах, що випали біля досліджуваних нами підприємств, майже не різниться. Переважаючими з них є хлориди, сульфати та кальцій-іон в усіх зразках, що відбиралися біля підприємств.

Дані з вмісту важких металів в атмосферних опадах показали, що в зимовий період приземний шар повітря забруднений більше, ніж в літній. Також підтвердили той факт, що у зимовий та осінній періоди атмосферні опади найбільш забруднені, це пов'язано із забрудненням приземного шару атмосфери, оскільки разом з працюючими підприємствами, викидами автотранспорту і так далі додаються ще викиди котельних у зв'язку з відкриттям опалювального сезону. Спостерігається також забруднення атмосферних опадів у літній і весняний періоди, це пов'язано з тим, що збільшується

забруднення приземного шару атмосфери пилом природного походження, цьому сприяє висихання верхнього шару ґрунту, оранка і весною відсутність на поверхні ґрунту рослинності.

Нами було розраховано середню кількість хімічних елементів, що випали на територію міста Луганська з атмосферними опадами у 2004 – 2006 рр., вона склала 97,5 т/км². Для оцінки екологічної ситуації як нормативи використовуються ГДК атмосферних опадів. Отримали, що вміст хрому перевищує ГДК у 7 – 200 разів, марганцю в 3 – 30, нікелю в 1,5 – 10, цинку в 2 – 50 разів. Екологічна ситуація була оцінена як катастрофічна.

Отримані нами дані доказали той факт, що атмосферні опади є джерелом забруднення ґрунтів, водних об'єктів і ін., тому що велика кількість забруднюючих речовин вимивається ними з атмосфери.

З отриманих нами даних хімічного та мікрокомпонентного складу атмосферних опадів розрахунковим шляхом, за допомогою критерію τ , визначили сумнівні варіанти, які необхідно вибракувати, на прикладі Машинобудівного заводу ім. О.Я. Пархоменко (таблиця 1).

Таблиця 1
 Вибраковування малоймовірних варіант згідно критерію τ

Вид хімічного аналізу	Значення критерію τ		Сумнівні дані належать до вибіркової сукупності (H_0)		
	$X_1 \tau$	$X_n \tau$	H_0 не відкидається ($\tau_{\text{ф.}} \leq \tau_{\text{теор.}}$)		H_0 відкидається ($\tau_{\text{ф.}} \geq \tau_{\text{теор.}}$)
			τ_{05}	τ_{01}	τ_{05}
1. Вміст головних іонів					
Катіони					
Ca ²⁺	0,016	0,143	$\tau_{\text{ф.}} < \tau_{\text{теор.}}$	$\tau_{\text{ф.}} < \tau_{\text{теор.}}$	
Аніони					
SO ²⁻	0,461	0,417		$\tau_{\text{ф.}} < \tau_{\text{теор.}}$	$\tau_{\text{ф.}} > \tau_{\text{теор.}}$ 6,8
2. Вміст мікроелементів					
Cr	0,400	0,600		$\tau_{\text{ф.}} < \tau_{\text{теор.}}$	$\tau_{\text{ф.}} > \tau_{\text{теор.}}$ 15
Mn	0,500	0,667		$\tau_{\text{ф.}} < \tau_{\text{теор.}}$	$\tau_{\text{ф.}} > \tau_{\text{теор.}}$ 50
Cu				$\tau_{\text{ф.}} < \tau_{\text{теор.}}$	$\tau_{\text{ф.}} > \tau_{\text{теор.}}$ 2,0
Zn	0,200	0,385	$\tau_{\text{ф.}} < \tau_{\text{теор.}}$	$\tau_{\text{ф.}} < \tau_{\text{теор.}}$	
Pb	0,154	0,154	$\tau_{\text{ф.}} < \tau_{\text{теор.}}$	$\tau_{\text{ф.}} < \tau_{\text{теор.}}$	

В результаті, нами були визначені дані, які не входять у вибірку сукупність.

Отримані дані були перевірені на відповідність нормальному закону розподілу, через розрахунок асиметрії і ексцесу. В результаті розрахунку виявили, що отримані результати експерименту відповідають нормальному закону розподілу, таким чином нульова гіпотеза H_0 не відкидається, отримані дані можна перекласти на генеральну сукупність.

Щоб визначити, чи є істотною різниця між вибірковими середніми, нами використовувався критерій Фішера (таблиця 2).

Таблиця 2

Характеристика значень критерію Фішера за видами хімічних аналізів, що проводилися

Вид хімічного аналізу	Значення критерію Фішера F	Між даними отриманими біля різноманітних підприємств немає суттєвих відмінностей (H_0)	
		H_0 відкидається ($F_{ф.} \geq F_{теор.}$)	
		F_{05}	F_{01}
1. Вміст головних іонів			
Катіони			
K^+	28326,7	$28326,7 > 2,79$	$28326,7 > 4,2$
Na^+	5720,4	$5720,4 > 2,79$	$5720,4 > 4,2$
Ca^{2+}	475,2	$475,2 > 2,79$	$475,2 > 4,2$
Mg^{2+}	175,3	$175,3 > 2,79$	$175,3 > 4,2$
Аніони			
Cl^-	3854,2	$3854,2 > 2,79$	$3854,2 > 4,2$
SO^{2-}	2095,9	$2095,9 > 2,79$	$2095,9 > 4,2$
2. Вміст мікроелементів			
Ti	316,8	$316,8 > 2,79$	$316,8 > 4,2$
V	629,8	$629,8 > 2,79$	$629,8 > 4,2$
Cr	1041,8	$1041,8 > 2,79$	$1041,8 > 4,2$
Mn	794,3	$794,3 > 2,79$	$794,3 > 4,2$
Ni	5,7	$5,7 > 2,79$	$5,7 > 4,2$
Cu	2107,4	$2107,4 > 2,79$	$2107,4 > 4,2$
Zn	541,4	$541,4 > 2,79$	$541,4 > 4,2$
Mo	164,4	$164,4 > 2,79$	$164,4 > 4,2$
Pb	538,6	$538,6 > 2,79$	$538,6 > 4,2$

В результаті проведених розрахунків можна зробити висновок, що різниця між вибірковими середніми суттєва. Крім цього, отримані дані по кожному заводу порівнювали з контролем (проби, що відібрані в селі Станично – Луганське) за допомогою критерію Стюдента. Результати, на прикладі Машинобудівного заводу ім. О.Я. Пархоменко, представлені в таблиці 3.

Таблиця 3

Виявлення відмінностей хімічного складу атмосферних опадів, що випадають у районах розташування промислових підприємств у порівнянні з контролем

Вид хімічного аналізу	Значення критерію суттєвості	Між даними отриманими біля різноманітних підприємств немає суттєвих відмінностей (H_0)			
		H_0 не відкидається ($t_{\text{ф.}} \leq t_{\text{теор.}}$)		H_0 відкидається ($t_{\text{ф.}} \geq t_{\text{теор.}}$)	
		t_{05}	t_{01}	t_{05}	t_{01}
1. Вміст головних іонів					
Катіони					
K^+	1,89	$t_{\text{ф.}} < t_{\text{теор.}}$	$t_{\text{ф.}} < t_{\text{теор.}}$		
Na^+	0,38	$t_{\text{ф.}} < t_{\text{теор.}}$	$t_{\text{ф.}} < t_{\text{теор.}}$		
Ca^{2+}	2,54		$t_{\text{ф.}} < t_{\text{теор.}}$	$t_{\text{ф.}} > t_{\text{теор.}}$	
Mg^{2+}	1,02	$t_{\text{ф.}} < t_{\text{теор.}}$	$t_{\text{ф.}} < t_{\text{теор.}}$		
Аніони					
Cl^-	1,06	$t_{\text{ф.}} < t_{\text{теор.}}$	$t_{\text{ф.}} < t_{\text{теор.}}$		
SO_4^{2-}	3,04			$t_{\text{ф.}} > t_{\text{теор.}}$	$t_{\text{ф.}} > t_{\text{теор.}}$
2. Вміст мікроелементів					
Ti	5,10			$t_{\text{ф.}} > t_{\text{теор.}}$	$t_{\text{ф.}} > t_{\text{теор.}}$
V	5,16			$t_{\text{ф.}} > t_{\text{теор.}}$	$t_{\text{ф.}} > t_{\text{теор.}}$
Cr	4,80			$t_{\text{ф.}} > t_{\text{теор.}}$	$t_{\text{ф.}} > t_{\text{теор.}}$
Mn	6,28			$t_{\text{ф.}} > t_{\text{теор.}}$	$t_{\text{ф.}} > t_{\text{теор.}}$
Ni	1,36	$t_{\text{ф.}} < t_{\text{теор.}}$	$t_{\text{ф.}} < t_{\text{теор.}}$		
Cu	9,51			$t_{\text{ф.}} > t_{\text{теор.}}$	$t_{\text{ф.}} > t_{\text{теор.}}$
Zn	4,73			$t_{\text{ф.}} > t_{\text{теор.}}$	$t_{\text{ф.}} > t_{\text{теор.}}$
Mo	0,86	$t_{\text{ф.}} < t_{\text{теор.}}$	$t_{\text{ф.}} < t_{\text{теор.}}$		
Pb	4,76			$t_{\text{ф.}} > t_{\text{теор.}}$	$t_{\text{ф.}} > t_{\text{теор.}}$

Отримані результати показали, що є істотні відмінності між складом атмосферних опадів, що випали в районі підприємств міста - значить є суттєві відмінності в технологічних процесах підприємств.

Щоб встановити є тренд у бік збільшення чи ні, провели розрахунки за допомогою критерію Аббе. Результати, на прикладі Машинобудівного заводу ім. О.Я. Пархоменко, представлені в таблиці 4.

Таблиця 4
 Статистична достовірність тренду за критерієм Аббе

Вид хімічного аналізу	Значення критерію Аббе $Z = \frac{S^2}{\sigma_x^2}$	Між даними отриманими біля різноманітних підприємств немає суттєвих відмінностей (H_0)
		Тренду немає ($Z_{ф.} \geq Z_{крит.}$)
1. Вміст головних іонів		
Катіони		
K^+	0,86	$Z_{ф.} > Z_{крит.}$
Na^+	0,88	$Z_{ф.} > Z_{крит.}$
Ca^{2+}	0,36	$Z_{ф.} < Z_{крит.}$ *
Mg^{2+}	0,77	$Z_{ф.} > Z_{крит.}$
Аніони		
Cl^-	0,65	$Z_{ф.} > Z_{крит.}$
SO^{2-}	0,39	$Z_{ф.} < Z_{крит.}$ *
2. Вміст мікроелементів		
Ti	1,03	$Z_{ф.} > Z_{крит.}$
V	1,16	$Z_{ф.} > Z_{крит.}$
Cr	1,19	$Z_{ф.} > Z_{крит.}$
Mn	1,15	$Z_{ф.} > Z_{крит.}$
Ni	0,84	$Z_{ф.} > Z_{крит.}$
Cu	0,85	$Z_{ф.} > Z_{крит.}$
Zn	0,99	$Z_{ф.} > Z_{крит.}$
Mo	1,12	$Z_{ф.} > Z_{крит.}$
Ag	0,59	$Z_{ф.} < Z_{крит.}$ *
Pb	0,67	$Z_{ф.} > Z_{крит.}$

* – тренд є.

Встановлено, що тренда у бік збільшення в основному не спостерігається. Тренд у бік збільшення спостерігається на ХК «Луганськтепловоз» по цинку, молібдену, сріблу; а також на машинобудівному заводі імені О. Я. Пархоменко по Ca^{2+} , SO_4^{2-} , сріблу.

ВИСНОВКИ

1. Внаслідок викидів широкого спектру хімічних речовин та газів до атмосфери м. Луганська відбувається значне забруднення атмосферних опадів, що призводить до погіршення стану таких важливих компонентів ландшафту, як ґрунти та водні об'єкти.

2. Значно перевищують ГДК у атмосферних опадах такі хімічні елементи: Cr – у 7 – 200 разів, Zn – 3 – 30 разів, Mn – 1,5 – 10 разів, Ni – 2 – 50 разів.

3. Середня кількість забруднюючих речовин, що випали на територію м. Луганська протягом 2004 – 2006 рр. становить $97,5 \text{ т/км}^2$.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Безуглая Э. Ю., Завадская Е. К., Полищук А. И. Исследование изменений уровня загрязнения атмосферы // Тр. ГГО, 1979. – Вып. 436. – С. 88 – 93.
2. Безуглая Э. Ю. К статистическому определению средних и максимальных значений концентрации примесей // Тр. ГГО. - 1971. – Вып. 254 – С. 133 – 139.
3. Безуглая Э. Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 184 с.
4. Безуглая Э. Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 200 с.
5. Берлянд М. Е., Оникул Р. И. К обобщению теории рассеивания промышленных выбросов в атмосферу // Тр. ГГО. - 1971. – Вып. 254. – С. 3 – 38.

6. Берлянд М. Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 448 с.
7. Владимирова Е. Г. Особенности загрязнения атмосферы города Одессы газообразными примесями и его прогноз. – Одесса, 1991. – 176 с.
8. Владимирова Е. Г., Бунякова Ю. Я. К исследованию характера загрязнения атмосферы города Одессы вредными примесями. // Гідрометеорологія і охорона навколишнього середовища – 2002. – Одеса, 2002 – С. 253 – 255.
9. Дмитриева Г. В., Петров В. Н. Загрязнение атмосферы и осадки. Республиканская гидрометеорологическая конференция "Влияние антропогенного воздействия на окружающую среду". Паланга, 25 – 26 мая 1983 г. Тезисы докладов. – Вильнюс, 1983. – 145 с.
10. Дмитриева Г. В. Дальний перенос воздушных масс от крупных промышленных районов и атмосферные осадки. Международная конференция ВМО по моделированию загрязнения атмосферы и его применениям. СССР, Ленинград. 19 – 24 мая 1986 г. Тезисы докладов. – М.: Гидрометеиздат, 1986. – 176 с.
11. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 465 с.
12. Практикум по почвоведению / Под ред. проф. И. С. Кауричева. – М.: Колос, 1973. – 279 с.