

# CHEMICAL ELEMENTS IN THE SNOW COVER OF KYIV

Demchenko V.F., Andrusyshyna I.N., Holub I.A., Lampeka E.H.

## ХІМІЧНІ ЕЛЕМЕНТИ СНІГОВОГО ПОКРИВУ м. КИЄВА



**ДЕМЧЕНКО В.Ф.,  
АНДРУСИШИНА І.М.,  
ГОЛУБ І.О.,  
ЛАМПЕКА О.Г.**  
ДУ "Інститут  
медицини праці  
НАМН України",  
м. Київ

удК  
(543.68:543.9):(669.0  
18.674:669.791.11)

**Ключові слова:**  
**хімічні елементи,  
талій сніг,  
сумарний показник  
забруднення  
снігового покриву,  
забруднення повітря.**

цінка факторів оточуючого середовища та їхній вклад у формування ризику здоров'я є актуальною еколого-гігієнічною проблемою. Антропогенне навантаження урбанізованих та сільських територій нині характеризується багатосередовищним впливом і великою варіабельністю рівнів головних забруднюючих факторів довкілля. На противагу ґрунтам, які містять певні кількості хімічних сполук, снігові опади мають низку властивостей, які дозволяють проводити моніторинг забруднення ксенобіотиками не тільки самих атмосферних опадів, але й атмосферного повітря та подальшого забруднення вод і ґрунтів [1-5].

Сніговий покрив яскраво демонструє вплив різних джерел забруднення атмосферного повітря на поверхню землі, а також дозволяє прослідкувати просторовий розподіл забруднювачів за територією, виявити джерела забруднення, диференціювати зони їх виявлення за інтенсивністю впливу та дальністю поширення викидів [6-10].

Оцінка забруднення снігового покриву традиційно використовується у прикладних гігієнічних та еколого-токсикологічних дослідженнях в якості середовища, яке депонує викиди політантів від різноманітних джерел в атмосферне повітря [1-3]. За спостереженнями [8-10], концентрація металів у сніговому покриві виявляється на 2-3 порядки вищою, ніж в атмосферному повітрі.

**Мета роботи** — провести моніторинг елементного складу снігового покриву м. Києва протягом декількох років спостережень та дати гігієнічну оцінку ступеня забруднення талого

снігу за допомогою коефіцієнтів концентрацій металів ( $K_c$ ) та сумарного показника забруднення (СПЗ) залежно від району м. Києва.

**Матеріали та методи досліджень.** Було проведено дослідження з визначення вмісту хімічних елементів у 93 пробах талого снігу м. Києва (за 1998, 2011, 2013 роки). Проби відбирали та консервували відповідно до вимог ГОСТу 27384-2002 [11, 12]. Вміст хімічних елементів у талому снігу визначався за допомогою методів атомно-абсорбційної спектроскопії у полум'ї (ПААС) та атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно зв'язаною плазмою (АЕС-ІЗП) [13, 14]. Концентрація хімічних елементів у талому снігові характеризує чистоту снігу, але не дозволяє повною мірою охарактеризувати динаміку забруднення міського ландшафту та оцінити ступінь її небезпеки для екосистем [7-9]. Тому оцінку рівня хімічного забруднення природних об'єктів проводили за показниками, розробленими при сполученні геохімічних та геологічних досліджень оточуючого середовища міста. Такими показниками є коефіцієнт концентрації хімічної сполуки ( $K_c$ ), який характеризує кратність перевищення вмісту хімічних елементів у місці опробування (С) над його середнім вмістом на фоновій ділянці ( $C_\phi$ ):  $K_c = C/C_\phi$  та сумарний показник  $Z_c$  (СПЗ), який дорівнює сумі коефіцієнтів концентрацій хімічних елементів:  $Z_c = \sum K - (n-1)$ , де n — кількість елементів, що сумуються [4]. Оцінку небезпеки забруднення снігу комплексом мета-

**ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В СНЕЖНОМ  
ПОКРОВЕ г. КИЕВА**

**Демченко В.Ф., Андрусишина И.Н.,  
Голуб И.А., Лампека Е.Г.**

ГУ "Институт медицины труда НАМН Украины",  
г. Киев

**Цель работы** — изучить элементный состав снежного покрова г. Киева и дать гигиеническую оценку степени загрязнения талого снега с помощью коэффициентов концентраций металлов ( $K_c$ ) и суммарного показателя загрязнения (СПЗ) в зависимости от района города.

**Материалы и методы исследования.** Были проведены исследования по определению содержания химических элементов в 93 пробах талого снега м. Киева (в течение 1998, 2009 и 2013 гг.). Изучение содержания 12 металлов в талом снегу проводили с помощью современных методов исследования — ААС и АЭС-ИСП.

**Результаты исследования.** Проведенный мониторинг (1998-2013) указывает

на растущее с годами загрязнение снежного покрова города марганцем, цинком, железом, медью, свинцом, кадмием и кальцием.

Продемонстрированы сезонные колебания концентраций металлов в талом снеге.

Было показано, что загрязнение снежного покрова территорий г. Киева за показателем  $K_c$  вносят магний, алюминий, марганец, цинк, железо, медь, кальций. Наиболее интенсивное загрязнение отмечалось в 2009 году.

Проведенная оценка степени загрязнения талого снега (показатель СПЗ) продемонстрировала наивысший уровень загрязнения северного района города.

**Выводы.** На основе элементного анализа снежного покрова различных районов г. Киева и применения математических подходов установлено, что приоритетными загрязнителями талого снега являются алюминий, марганец, цинк, железо.

**Ключевые слова:** химические элементы, талый снег, суммарный показатель загрязнения снежного покрова, загрязнение воздуха.

© Демченко В.Ф., Андрусишина І.М., Голуб І.О., Лампека О.Г СТАТТЯ, 2015.

№ 2 2015 ENVIRONMENT & HEALTH 54

CHEMICAL ELEMENTS IN THE SNOW COVER OF KYIV

Demchenko V.F., Andrusyshyna I.N., Holub I.A., Lampeka E.H.

SI "Institute of Occupational Health, National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kyiv

**Objective.** We examined the elementary composition of snow cover in Kyiv and presented a hygienic assessment of the degree of contamination of melting snow water with the help of the coefficients of concentrations of metals (Kc) and the total parameter of pollution (TPP) depending on city area.

**Materials and Methods.** Determination of the chemical elements' content in 93 samples of melting snow in Kyiv (for 1998, 2009 and 2013) was carried out in research. The study of the content of 12 metals in melted snow was performed with the help of modern research methods - AAS and ICP-AES

**Results.** The results of conducted monitoring

shows the growth of the concentrations of manganese, zinc, iron, copper, lead, cadmium, and calcium in the city snow cover with every passing year. Seasonal fluctuations of metal content were demonstrated.

We showed that magnesium, aluminum, manganese, zinc, iron, copper, calcium contaminated the snow cover in Kyiv for index Kc. The most intensive contamination was noted in 2009. Performed assessment of the degree of melting snow contamination (SDR index) demonstrated the highest level of contamination of the northern area of the city.

**Conclusions.** On the basis of elemental analysis of the snow cover in various areas of Kyiv and the application of mathematical approaches we established that aluminum, manganese, zinc, and iron were the prior pollutants of melting snow.

**Keywords:** chemical elements, melting snow, total index of snow cover pollution, air pollution.

лів за СПЗ проводили за допомогою оціночної шкали [7-10]. Якщо величина СПЗ менша за 16, рівень забруднення характеризується як допустимий, при СПЗ 16-32 — помірно небезпечний, при СПЗ 32-128 — небезпечний, при СПЗ більше 128 — надзвичайно небезпечний.

Відповідно до [16] фонові ділянки обирали на територіях, що не піддаються забрудненню, або з мінімальним забрудненням. Так, в якості фонові ділянки було обрано територію передмістя (санаторій Перемога), яка характеризується найменшим рівнем забруднення атмосферного повітря. Обстежені території міста умовно поділили на 3 частини: південну, центральну та північну.

Математичну обробку отриманих результатів виконували за допомогою методів варіаційної статистики з використанням програм статистичного аналізу Microsoft Excel [15].

**Результати та їх обговорення.** За результатами порівняльного аналізу вмісту хімічних елементів у талому снігові районів м. Києва у 1998 та 2009 роках (табл. 1) було встановлено поступове зростання концентрації металів. Серед проаналізованих хімічних елементів перше місце посіли кальцій, свинець, цинк, залізо та мідь, які можна вважати і пріоритетними забруднювачами, виявленими у талому снігу м. Києва.

Згідно з еколого-гігієнічним уявленням під час оцінки рівня забруднення снігового покриву враховували фактичний вміст токсикантів за існуючими регламентами. Оскільки ГДК металів для снігового покриву не існує, оцінку проводили за затвердженими нормативами вмісту металів у воді рибно-господарського призначення. Такий підхід ви-

правданий тим, що талі води річок Дніпро та Десна у паводковий період значно забруднені

свинцем, марганцем та залізом. Методом АЕС-ІЗП було встановлено (табл. 2), що 2009 року

Таблиця 1

Вміст хімічних елементів у талому снігові за 1998-2009 роки

Елемент, мг/л	АЕС-ІЗП		ПААС	
	Коливання вмісту елемента (2009)	Середнє значення та похибка	Коливання вмісту елемента (1998)	Середнє значення та похибка
Mn	0,0015-0,023	0,007± 0,002	0,0004-0,023	0,006± 0,0023
Zn	0,018-0,55	0,095 ±0,054	0,0023-0,0395	0,012 ± 0,004
Fe	0,009-0,40	0,096± 0,039	0,0001-0,001	0,0005± 0,0001
Cu	0,008-0,032	0,014± 0,002	0,0001-0,001	0,0001 ± 0,00001
Se	0,026-0,096	0,07±0,007	-	-
V	0,0024-0,016	0,006± 0,0013	-	-
Al	0,005-0,14	0,047 ±0,013	-	-
Pb	0,011-0,018	0,014 ±0,0006	0,0001-0,002	0,001± 0,0002
Cd	0,0006-0,006	0,0014 ±0,0006	0,0001-0,005	0,001 ± 0,0005
Ba	0,0019-0,012	0,006±0,0001	-	-
Sr	0,05-0,28	0,11 ±0,023	-	-
Ca	2,07-57,67	7,91± 5,62	0,0016-0,036	0,011± 0,004

Примітка:

\* — значення достовірне ( $p < 0,05$ ) між 1998 та 2009 роками.

Таблиця 2

Вміст хімічних елементів у сніговому покриві (мг/л)

Елемент	Коливання вмісту елемента	Середнє значення та похибка	ГДК води рибно-господарського призначення
Mn	0,0015-0,023	0,007± 0,002	0,01
Zn	0,018-0,55	0,095 ±0,054	0,01
Fe	0,009-0,40	0,096± 0,039	0,1
Cu	0,008-0,032	0,014± 0,002	0,005
Se	0,026-0,096	0,07±0,007	0,0016
V	0,0024-0,016	0,006± 0,0013	0,001
Al	0,005-0,14	0,047 ±0,013	0,08
Pb	0,011-0,018	0,014 ±0,0006	0,1
Cd	0,0006-0,006	0,0014 ±0,0006	0,005
Ba	0,0019-0,012	0,006±0,0001	20
Sr	0,05-0,28	0,11 ±0,023	10

найбільший вклад з урахуванням ГДК води рибно-господарського призначення зробили цинк, мідь, селен, марганець. При цьому на рівні ГДК виявився вміст марганцю та заліза. Слід зазначити, що виявлені концентрації для Mn, Fe, Cu, Cd співпадали з даними літератури [8-10].

Було проведено дослідження з вивчення сезонних коливань вмісту токсичних металів (табл. 3). Вміст кадмію, заліза, міді та цинку у парковій зоні м. Києва та зонах біля автомагістралей міста показав там більш інтенсивне забруднення металами земельних ділянок. За даними літератури [3-6], результати проведених досліджень також продемонстрували значну нерівномірність розподілу забруднення металами на територіях, що досліджувалися.

Проведений аналіз забруднення снігового покриву хімічними елементами (у т.ч. і важкими металами) різних міських територій дозволив виявити суттєві відмінності, які підтверджують різноманітність джерел атмосферних викидів на території м. Києва.

За рівнями забруднення снігового покриву хімічними елементами (у т.ч. токсичними металами) з використанням коефіцієнтів забруднення ( $K_c$ ) можна оцінити вклад кожного хімічного елемента у загальне забруднення території міста (табл. 4). Обстежену територію міста умовно

було поділено на 3 ділянки: південну, центральну, північну. Забруднювали сніговий покрив у 2009 та 2013 роках за  $K_c$  магній, алюміній, марганець, цинк, залізо, мідь, калій, кальцій. Більш інтенсивне забруднення снігового покриву відзначалось у центральній та північній частинах міста у 2009 році. 2013 року відзначалося більш інтенсивне навантаження снігового покриву алюмінієм та залізом, особливо південної частини міста.

Водночас за коефіцієнтами сумарного забруднення (СПЗ) інтенсивність забруднення північної частини міста 2009 року характеризувалась як небезпечна ( $Z_c = 32,64$ ), центральної частини — як помірно небезпечна ( $Z_c = 25,53$ ), південної частини — як допустима ( $Z_c = 4,97$ ). Отримані дані свідчать про більш інтенсивне накопичення важких металів в атмосферному повітрі півночі та центру міста 2009 року порівняно з 2013.

Було проведено аналіз за коефіцієнтами забруднення ( $K_c$ ) з вивчення процентної частки кожного металу у південній, центральній та північній ділянках міста у 2009 році, який виявився найбільш навантаженим металами. Так, частка металів у сніговому покриві південної частини міста була такою: магній — 21,73%, алюміній — 22,13%, калій — 59,56%, кальцій — 29,38%, цинк — 35,41%, залізо — 36,82%,

стронцій — 31,79% (рис. 1). Частина центру міста забруднена алюмінієм (32,86%), кальцієм (18,29%), залізом (17,55%), стронцієм (14,12%) (рис. 2), північна частина — алюмінієм (31,62%), кальцієм (18,32%), цинком (11,27%), стронцієм (13,57%) (рис. 3).

Таким чином, за результатами дослідження виявлено, що найвищий ступінь забруднення хімічними елементами спостерігався 2009 року. Небезпечно високі рівні забруднення спостерігались у північній частині міста, помірно — у центральній, допустимі — у південній. Водночас велику частку алюмінію, марганцю, цинку і заліза виявлено у південній частині міста. Підвищений вміст токсичних металів у пробах талого снігу можна пов'язати з інтенсивним рухом на автомагістралях та металообробними підприємствами північної ділянки міста. Загалом отримані дані демонструють, що моніторинг забруднення снігового покриву потенційно токсичними металами є актуальним для великих міст України.

#### Висновки

1. У структурі факторів хімічної природи першочергова роль належить зростаючому з роками забрудненню снігового покриву. Пріоритетними металами, які забруднюють сніговий покрив м. Києва, є алюміній, марганець, цинк, залізо, кальцій.

2. Найбільш інтенсивне забруднення снігового покриву за СПЗ виявлено 2009 року: для північної частини міста за СПЗ воно характеризується як небезпечне, для центральної — як помірно небезпечне.

3. Сумарне аерогенне навантаження снігового покриву хімічними елементами (кадмієм, марганцем, свинцем) вище у зонах автомагістралей наприкінці зими, що свідчить про забруднення повітря міст і може бути однією з суттєвих причин формування ри-

**Вміст хімічних елементів у сніговому покриві м. Києва на початку та наприкінці зими**

Хімічний елемент, мкг/л	Паркова зона		Зона біля автомагістралей	
	Початок зими	Кінець зими	Початок зими	Кінець зими
Cd	0,005 ± 0,002*	0,04 ± 0,015*	0,02 ± 0,013	0,055 ± 0,017
Fe	2,69 ± 1,56*	11,77 ± 4,42*	5,08 ± 1,91	19,76 ± 9,0
Cu	6,52 ± 2,58	8,11 ± 4,10	5,93 ± 2,39	12,21 ± 5,54
Zn	3,95 ± 1,28	3,75 ± 1,30	6,75 ± 3,16	9,74 ± 3,70

Примітка:

\* — значення достовірне ( $p < 0,05$ ) між початком та кінцем зими.

Таблиця 3

**Коефіцієнти сумарного ступеня забруднення (СПЗ) токсичними та потенційно токсичними металами у сніговому покриві м. Києва**

Місце відбору проб	Хімічний елемент															Z
	Mg	Al	K	Ca	Cd	Pb	Mn	Zn	Fe	Cu	Se	V	P	Ba	Sr	
	Узагальнені дані за 2009 рік															
Південь	1.08	1.10	2.96	1.46	1.38	1.0	0.90	1.76	1.83	0.27	0.92	0.70	0.91	1.13	1.58	4.97
Центр	1.81	8.39	2.92	4.67	0.38	1.07	2.5	1.84	4.48	1.0	1.27	0.16	3.04	2.39	3.61	25.53
Північ	2.11	10.32	3.22	5.98	0.4	1.0	2.71	3.68	3.10	1.36	1.12	1.14	2.92	3.16	4.43	32.64
	Узагальнені дані за 2013 рік															
Південь	1.36	3.55	2.5	1.33	0.38	0.25	0.92	0.95	4.94	0.43	-	-	0.28	1.26	0.11	7.26
Центр	0.81	1.13	0.14	0.85	0.47	0.29	0.11	0.68	0.41	0.21	-	-	0.28	1.0	0.09	-4.81
Північ	0.64	1.3	0.62	0.74	0.71	0.32	0.38	0.74	1.03	0.28	-	-	0.27	1.03	0.06	-4.70

Таблиця 4



зику для здоров'я населення.

4. Серед методів, що можуть бути застосованими для моніторингу забруднення хімічними

елементами, перспективним є застосування сучасних високочутливих методів, одних з яких є метод АЕС-ІЗП.

5. Матеріали спостере-

жень за забрудненням снігового покриву дозволяють оцінити якість об'єктів ОС та можуть бути рекомендовані для включення у систему гігієнічного моніторингу.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Безель В.С. Популяционная экотоксикология / В.С. Безель, В.Н. Большаков, Е.Л. Воробейчик. — М.: Наука, 1994. — 80 с.

2. Боев В.М. Гигиеническая характеристика влияния антропогенных и природных геохимических факторов на здоровье населения Южного Урала / В.М. Боев // Гиг. и сан. — 1998. — № 6. — С. 3-8.

3. Гигиеническая оценка формирования риска здоровью при воздействии металлов и их соединений / В.Н. Дунаев, В.М. Боев, Р.М. Шагеев, Е.Г. Фролова // Вестник Оренбург. гос. ун-та. — 2006. — № 12. — С. 89-92.

4. Ревич Б.А. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами / Б.А. Ревич, Р.С. Смирнова, Е.П. Сорочкина. — М.: ИМГРЭ, 1982. — 12с.

5. Темиргалиев Ш.М. Снег — индикатор загрязнения среды / Ш.М. Темиргалиев // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. — 1991. — № 6. — С. 86-88.

6. Sakai H. Heavy metal concentration in urban show as an indicator of air pollution / H. Sakai, T. Sasaki, K. Saito // Sci.Total Environ. — 1998. — Vol. 77. — P. 163-174.

7. Даукаев Р. Мониторинг загрязнения снежного покрова Уфы / Р. Даукаев, Р. Сулейманов // Гиг. и сан. — 2008. — № 5. — С. 26-28.

8. Макро- и микроэлементы в снеговом покрове в зоне возможного влияния газовой промышленности / В.В. Быстрых, В.М. Боев, С.С. Макшанцев и др. // Вестник Оренбург. гос. ун-та. — 2006. — № 12. — С. 52-54.

9. Чалина Н.Б. Тяжелые металлы в снеговых выпадениях Архангельской области / Н.Б. Чалина, Н.Л. Иванченко // Химические науки. — 2012. — № 12. — С. 105-106.

10. Смирнова С.Н. Тяжелые металлы в снеж-

ном покрове Николаева / С.Н. Смирнова, В.В. Долин // Зб. праць Ін-ту геології навколишнього середовища НАН та МНС України. — К., 2011. — Вип. 10. — С.115-124.

11. Межгосударственный стандарт. Вода. Нормы погрешности измерений показателей состава и свойств: ГОСТ 27384-2002. — М., 2002. — 7 с.

12. Вода питна. Нормативні документи. Довідник. — Львів: Леонорм-стандарт, 2001. — Т. 2. — 234 с.

13. Ермаченко Л.А. Атомно-абсорбционный анализ в санитарно-гигиенических исследованиях: метод. пособие / Л.А. Ермаченко; под ред. Подуновой Л.Г. — М.: Чувашия, 1997. — 207 с.

14. Визначення 33 елементів методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою у воді: ДСТУ ISO 11885:1996. — К.: Держспоживстандарт України, 2007. — 14 с.

15. Антомонов М.Ю. Математическая обработка и анализ медико-биологических данных / М.Ю. Антомонов. — К., 2006. — 558 с.

16. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве: № 1743.-90. — М.: ИМГРЭ, 1990. — 112 с.

#### REFERENCES

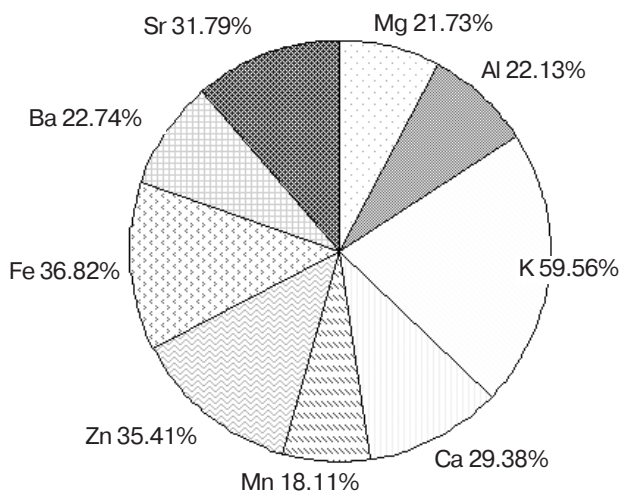
1. Bezel V.S., Bolshakov V.N., Vorobeichik E.L. Populiatsionnaia ekotoksikologiya [The Population Ecotoxicology]. Moscow: Nauka; 1994: 80 (in Russian).

2. Boev V.M. Gig. i san. 1998; 6: 3-8 (in Russian).

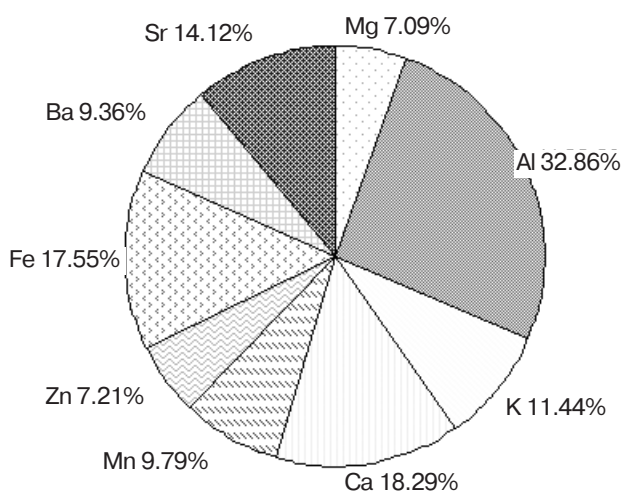
3. Dunaev V.N., Boev V.M., Shageev R.M., Frolova E.G. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2006; 12: 89-92 (in Russian).

4. Revich B.A., Smirnova R.S., Sorokina E.P. Metodicheskie rekomendatsii po geokhimicheskoi otsenke zagriazneniia territorii gorodov khimicheskimi elementami [Guidelines on Geochemical Assessment of the Cities Areas Pollution with Chemical Elements]. Moscow: IMGRE; 1982: 12 p. (in Russian).

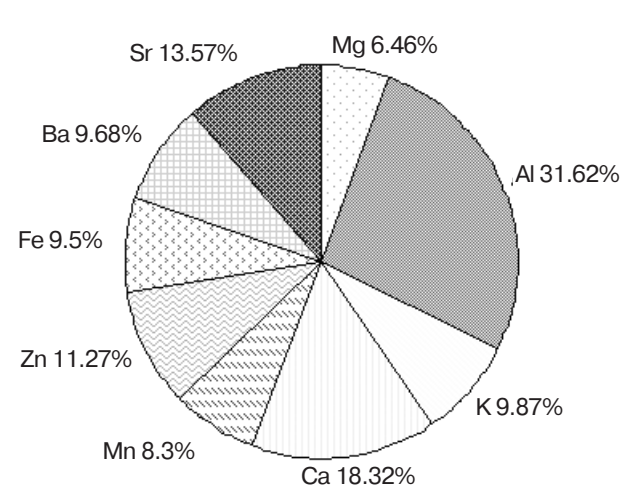
### Рисунок 1 Частка металів у пробах талого снігу південної ділянки м. Києва



### Рисунок 2 Частка металів у пробах талого снігу центральної ділянки м. Києва



### Рисунок 3 Частка металів у пробах талого снігу північної ділянки м. Києва



5. Temirgaliev Sh.M. Vestnik sel'skokhoziaistvennoi nauki Kazakhstana. 1991. ; 6 : 86-88 (in Russian).

6. Sakai H., Sasaki T., Saito K. Sci.Total Environ.1998 ; 77 : 163-174.

7. Daukaev R., Suleimanov R. Gig. i san. 2008 ; 5 : 26-28 (in Russian).

8. Bystrykh V.V., Boev V.M., Makshantsev S.S., Muzaleva O.V., Belosludtseva L.A. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2006 : 12 : 52-54 (in Russian).

9. Chalina N.B., Ivanchenko N.L. Khimicheskie nauki. 2012 ; 12 : 105-106 (in Russian).

10. Smirnova S.N., Dolin V.V. Tiazhelyie metally v snezhnom pokrove Nikolaeva [Heavy Metals in the Snowpack of Nikolaev]. In : Zbirnyk prats In-tu heolohii navkolishnoho seredovishcha NAN ta MNS Ukrainy [Collection of Works of the Institute of Ecology and Environmental National Academy of Sciences of Ukraine and the State Emergency Service of Ukraine ]. Kyiv ; 2011 ; 10 : 115-124 (in Russian).

11. GOST 27384-2002 Mezhsudarstvennyi standart. Voda. Normy pogreshnosti izmerenii pokazatelei sostava i svoistv [State Standard 27384-2002 Interstate Standard. Water. Standards of Errors in Measurement of Composition and Properties Indicators]. Moscow ; 2002 : 7 p. (in Russian).

12. Voda pytna. Normatyvni dokumenty. Dovidnyk [Drinking Water. Regulations. Handbook]. Lviv : Leonorm-standart ; 2001 ; 2: 234 p. (in Ukrainian).

13. Ermachenko L.A. Atomno-absorbtsionnyi analiz v sanitarno-gigienicheskikh issledovaniakh : metodicheskoe posobie [Atomic absorption analysis in sanitary studies: handbook]. Moscow : Chuvashiia ; 1997 : 207 p. (in Russian).

14. DSTU ISO 11885:1996. Vyznachennia 33 elementiv metodom atomno-emisiinoi spektrometrii z induktyvno-zv'язanoiu plazmoiu u vodi [State Standards of Ukraine ISO 11885: 1996. Determination of 33 Elements by Atomic Emission Spectrometry with Inductively Coupled Plasma in Water]. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy ; 2007 : 14 p. (in Ukrainian).

15. Antomonov M.Yu. Matematicheskaia obrabotka i analiz mediko-biologicheskikh dannykh [Mathematical Processing and Analysis of Medical and Biological Data]. Kiev ; 2006 : 558 p. (in Russian).

16. Metodicheskie rekomendatsii po otsenke stepeni zagriazneniia atmosfernogo vozdukha naselennykh punktov metallami po ikh sodержaniu v snezhnom pokrove i pochve [Guidelines for Assessing the Pollution Extent of Settlements' Air with Metals on their Content in the Snow Cover and Soil]: № 1743-90. Moscow : IMGRE ; 1990 : 112 p. (in Russian).

Надійшла до редакції 27.06.2014

## THE INFLUENCE ON THE ENVIRONMENT OF WASTE STORAGE OF UKRAINIAN MINING INDUSTRY

Trahtengerts G.

### ВПЛИВ НАКОПИЧУВАЧІВ ВІДХОДІВ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ НА ДОВКІЛЛЯ

**Р**

**ТРАХТЕНГЕРЦ Г.Я.**

ДУ "Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України", м. Київ

розвиток гірничо-металургійного комплексу України супроводжується накопиченням відходів, проблема утилізації яких залишається невирішеною донині. Внаслідок діяльності підприємств зі збагачення залізної руди утворюється велика кількість відходів, які являють собою пульпу — суміш твердої та рідкої фаз у співвідношенні приблизно 1:10. Для цієї категорії стоків не розроблено ефективних способів промислового очищення. Разом з тим обсяг осаду у стічних водах настільки значний, що потрібно його складувати у великих ємностях. В якості таких ємностей (або хвостосховищ) використовуються спеціально збудовані гідро-

технічні споруди або в окремих випадках природні невеликі водойми (рис. 1).

Виробництво глинозему за технологією Байера супроводжується продукуванням значної кількості відходів вилуговування бокситів — червоних шламів, складних хімічних сумішей з тонкодисперсним морфологічним складом. Проблема утилізації цієї речовини не вирішена. Її накопичення та зберігання відбувається у відкритих інженерних спорудах — шламосховищах.

**Принципова схема облаштування хвостосховища**

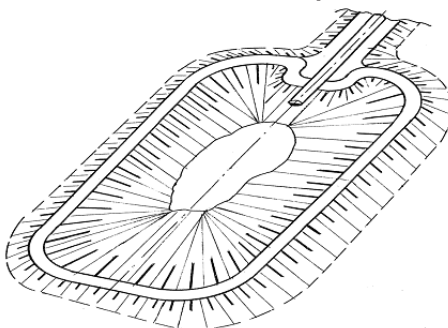


Рисунок 1

#### ВЛИЯНИЕ НАКОПИТЕЛЕЙ ОТХОДОВ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА УКРАИНЫ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

**Трахтенгерц Г.А.**

**Цель работы:** определение класса опасности отходов горно-обогатительного комплекса Украины — хвостов обогащения железной руды и шлама глиноземного производства — и исследование влияния накопителей этих промышленных отходов на окружающую среду.

**Материалы и методы.** В ходе работы изучались хвосты обогащения железной руды, красный шлам глиноземного производства, хвостохранилища и шламонакопители, почва, геомикробиоценоз. Применялись физико-химические, санитарно-химические, библиографический и аналитический методы исследований.

**Результаты.** В процессе исследований были выявлены гранулометрический и химический состав исследуемых отходов и по содержанию токсичных компонентов (тяжелых металлов) определен их класс опасности. Выявлено наличие ареала загрязненной тяжелыми металлами почвы на прилегающих к накопителям отходов территориях. Установлено, что во многих случаях этот ареал выходит за пределы санитарно-защитных зон размером 300 м. Доказано, что поступление в почву хвостов обогащения железной руды и красного шлама глиноземного производства за счет их токсичных компонентов снижает ферментативную активность почвы и отрицательно сказывается на ее биологических свойствах.

© Трахтенгерц Г.Я. СТАТТЯ, 2015.