

УДК 546.432

**І.В. Кураєва, А.І. Самчук, О.В. Яковенко, Ю.Ю. Войтюк,
М.М. Кисельов, В.Ф. Філатов, Н.О. Дуброва**

ЗАКОНОМІРНОСТІ РОЗПОДІЛУ ТОКСИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У ЗОНІ АЕРАЦІЇ ГОРЛІВСЬКОГО ХІМІЧНОГО ЗАВОДУ

Наведені результати дослідження речовинного та гранулометричного складу ґрунтів, особливості розподілу важких металів у ґрунтах під відвалами та на території поблизу Горлівського хімічного заводу. Встановлено вищі від фонових значень та ГДК вмісту елементів 1-го, 2-го та 3-го класів небезпеки: Pb, Zn, As, Co, Cr, Cu, Ni, Mn. Досліджено розподіл забруднювачів за генетичними горизонтами ґрунту до глибини 7 м, найбільша концентрація важких металів спостерігається у гумусовому горизонті. Визначено вміст токсичних елементів у ґрунтових водах на території хімічного заводу. Зафіксована значна концентрація сірки у ґрунтових водах пов'язана з сульфатними відвалами, що розміщені поблизу заводу.

E-mail: ukrnimi@ukrnimi.donetsk.ua; nnkiselev@mail.ru

Вступ. Викиди промислових підприємств у атмосферу, водойми та ґрунти на сьогодні в деяких районах, передовсім у великих промислових центрах, суттєво перевищують допустимі норми.

Особливої уваги вимагають підприємства хімічної промисловості, оскільки головними їхніми особливостями є різноманітність сировини, що надходить на переробку, специфічність технологічних процесів, величезний перелік виготовленої продукції. Відходи здебільшого складають безпосередньо на території підприємств, створюючи таким чином джерела забруднення довкілля. Найважливішим завданням у вивченні забруднення середовища токсичними елементами є виявлення просторового розподілу осередків забруднення, їх структури та зон небезпечного впливу [4].

Важливе значення для вивчення геохімії ґрунтів мають роботи Ю.А. Саєта, який досліджував вплив різних хімічних і промислових підприємств на ландшафти Підмосков'я і встановив залежність між величиною викидів підприємств та фіксацією їх середовищем депонування (водою та снігом) [8].

© І.В. Кураєва, А.І. Самчук, О.В. Яковенко,
Ю.Ю. Войтюк, М.М. Кисельов,
В.Ф. Філатов, Н.О. Дуброва, 2010

Геохімічні дослідження Східного Донбасу, Краснодарського краю та Північного Кавказу протягом багатьох років проводив В.А. Алексеев і склав ландшафтно-геохімічні карти цих регіонів. Він також розглядав проблеми комплексного вивчення стану і зміни навколишнього середовища під впливом антропогенного навантаження та запропонував нові критерії якісно-кількісної оцінки таких змін за різних ландшафтних умов [1].

Техногенні геохімічні аномалії промислово розвинутих територій на прикладі ґрунтів Луганщини вивчала Л.О. Петрова [5].

Вивчаючи вплив промисловості, в тому числі і хімічної, на компоненти геологічного середовища А.І. Самчук, Е.Я. Жовинський, В.Й. Манічев, І.В. Кураєва розробили статистичні моделі залежності вмісту рухомих форм хімічних елементів від властивостей ґрунтів, визначили особливості міграції важких металів та мікроелементів у ґрунтах деяких промислових об'єктів і заповідних територій України. Зокрема, доведено, що важкі метали, які потрапляють у об'єкти довкілля внаслідок діяльності людини, концентруються переважно на глибині 0–10 см. Це зумовлено зв'язуванням поліютантів у гумусовому горизонті й утворенням хелатних комплексів [4].

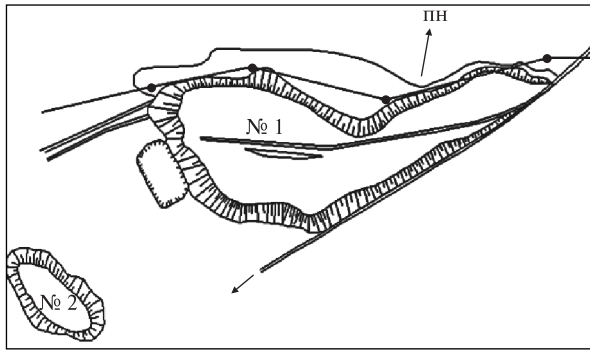


Рис. 1. Схема розташування відвалів Горлівського хімічного заводу. М-6 1 : 2000

Fig. 1. Chart of location of dumps of the Gorlivka chemical factory. Scale 1 : 2000

З огляду на екологічну ситуацію, що склалась у східній частині України, необхідним є здійснення моніторингу промислових об'єктів цієї території. Саме тому для досліджень ми обрали одну з найбільш забруднених ділянок — територію Горлівського хімічного заводу. Основна продукція його — добрива, вибухові речовини, смоли, кислоти, побутова хімія. На сьогодні виробництво припинено, завод перебуває на стадії санації. Відходи хімічного виробництва, представлені переважно технічним сульфатом натрію, складовані у двох відвалах.

Горлівка є значним промисловим центром Донбасу, складовою частиною Горлівсько-Єнакіївського промислового вузла. Провідні галузі промисловості тут: вугільна, машинобудівна, хімічна та металургійна. Місто розташоване у південно-східній частині Донецької обл., на каналі Сіверський Донець — Донбас. Поверхня рівнинна, розчленована ярами та

балками й ускладнена антропогенними формами рельєфу (териконами, відвалами тощо). Найбільш підвищена східна частина міста. Територією міста тече р. Корсунь (притока Кринки, басейн Сіверського Донця). На південній околиці збудовано водосховище. Клімат помірний. Середня температура січня $-7,7^{\circ}\text{C}$, липня $+21$. Оподи становлять 556 мм на рік. Площа зелених насаджень 10,8 тис. га.

У геологічній будові даної ділянки переважають четвертинні і кам'яновугільні відклади. Четвертинні відклади представлені елювіально-делювіальними утвореннями потужністю 0,5 м, лесоподібними суглинками і глинами із вкрапленнями вапняку. Середньо-кам'яновугільні — свити C_2^2 і C_2^3 — представлені шарами пісковиків, алевролітів, аргілітів, прошарків вапняків і кам'яного вугілля, які подеколи виходять на поверхню. Мінімальна глибина розробки — 50 м. Вугільні пласти h_3 , h_5 , h_6 виходять під наноси на території Горлівського хімічного заводу. Потужність пластів складає 0,4—1,1 м. Відклади свити C_2^2 відслонюються в осевій частині Горлівської антикліналі. Вони утворені скупченнями сланців та пісковиків, що чергуються, і мають потужність 10—20 м. У верхній частині свити має місце скупчення "софіївських" пісковиків потужністю 120 м. Накопичення пісковиків відбувалося і на початковому етапі формування свити C_2^3 , у зв'язку з чим вапняк H_1 , що розмежує свити C_2^3 і C_2^2 , відсутній на локальних ділянках. У свиті є п'ять—шість шарів вапняків невеликої потужності. У підшві "софіївських" пісковиків місцями зустрічається вугільний пласт.

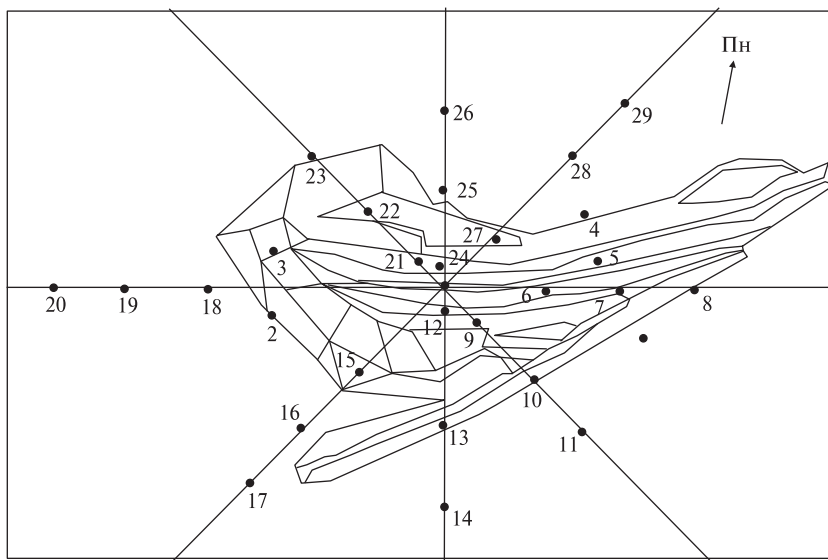


Рис. 2. Схема відбору проб. Сульфатний відвал № 1 Горлівського хімічного заводу. М-6 1 : 2000

Fig. 2. Chart of sampling. Sulfate dump No 1 of the Gorlivka chemical factory. Scale 1 : 2000

Світа C_2^3 в середній частині розрізу представлена алевритовими і глинистими сланцями, а також дрібнозернистими пісковиками. Для неї характерні вапняки, вугільні пласти і прошарки. Над одним з шарів вапняку залягають глинисті сланці потужністю 40 м. Закінчується розріз шаром "курганських" пісковиків потужністю 100—130 м.

Згідно зі схемою ґрунтового районування України, м. Горлівка знаходиться у Донецькій провінції. Ґрунти тут представлені чорноземами звичайними, солонцюватими, піщаними та супіщаними, опідзоленими, типовими, най-

більш характерні чорноземи звичайні на елювії глинистих сланців [3].

Мета дослідження — вивчити закономірності розподілу токсичних елементів у ґрунтах під відвалами та на території поблизу Горлівського хімічного заводу, визначити вміст поллютантів у ґрунтових водах, прилеглих до заводу ділянок.

Об'єкти дослідження. Для оцінки впливу відвалів виробництва на довкілля об'єктом дослідження було обрано ґрунти, на яких розміщені промислові відвали виробництва Горлівського хімічного заводу, а також ґрунти і ґрунтові води поблизу нього.

Таблиця 1. Фізико-хімічна характеристика фонових зразків чорноземів на елювії глинистих сланців

Table 1. Physical and chemical description of base-line samples of black soils on eluvium of batts

Показник	Генетичний горизонт					
	H	H	HP	Ph	P	P
<i>Фізико-хімічні показники</i>						
Глибина відбору проб, см	0—10	20—30	35—40	50—60	80—90	150—160
<i>Поглинуті катіони, мг/екв на 100 г ґрунту</i>						
Ca ²⁺	25,54	26,78	18,76	17,95	Не визн.	Не визн.
Mg ²⁺	10,4	6,42	6,09	4,92	" "	" "
Na ⁺	0,23	0,46	0,41	0,47	" "	" "
K ⁺	0,54	0,41	0,28	0,28	" "	" "
Ємність поглинання, мг/екв на 100 г ґрунту	36,9	34,36	91,2	93,1	" "	" "
<i>Валовий хімічний склад ґрунту, %</i>						
SiO ₂	65,34	65,87	66,19	64,5	65,76	65,95
Fe ₂ O ₃	7,97	7,78	7,42	7,61	5,6	5,54
Al ₂ O ₃	18,72	18,31	19,01	18,6	20,17	19,98
CaO	1,33	1,53	1,07	1,32	1,27	0,74
MgO	1,87	1,66	0,98	1,54	1,64	1,87
Na ₂ O	0,98	0,9	0,79	1,02	1,06	0,97
MnO	0,2	0,4	0,17	0,77	0,34	0,15
K ₂ O	2,83	2,1	2,98	3,7	2,99	3,43
<i>Механічний склад ґрунту, %</i>						
>1 мм	5,3	3,82	6,11	9,8	30,4	81,79
1—0,25 мм	7,01	10,5	7,08	6,42	59,88	57,11
0,25—0,05 мм	13	10,07	8,37	13,41	12,56	12,32
0,05—0,01 мм	25,11	22,33	23,35	19,81	8,9	12,08
0,01—0,005 мм	7,13	10,34	10,74	12,16	4,34	3,65
0,005—0,001 мм	16,8	16,6	13,22	15,65	6,05	6,14
<0,001 мм	31,05	30,14	37,33	32,55	7,5	6,34
<i>Вміст гумусу і азоту, %</i>						
Загальний вміст гумусу	4,65	3,84	3,81	2,15	Не визн.	Не визн.
Валовий вміст азоту	0,21	0,5	0,23	0,14	" "	" "

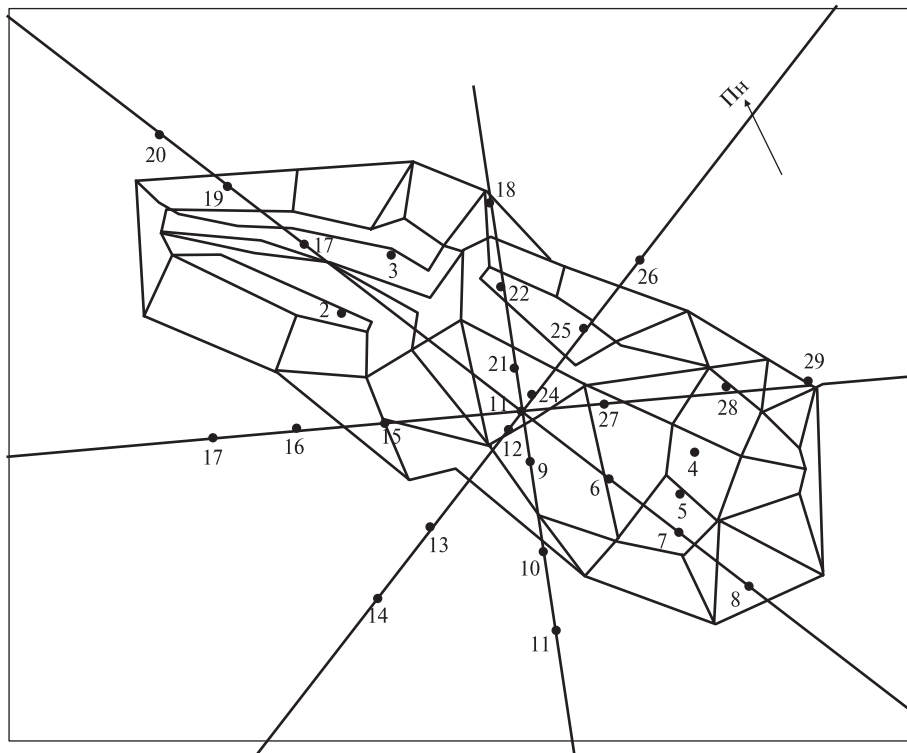


Рис. 3. Схема відбору проб. Сульфатний відвал № 2 Горлівського хімічного заводу. М-б 1 : 1000
 Fig. 3. Chart of sampling. Sulfate dump No 2 of the Gorlivka chemical factory. Scale 1 : 1000

Методи дослідження — фізико-хімічні та хімічні: атомно-абсорбційний, спектральний, мас-спектрометричний із індукційно зв'язаною плазмою (ICP-MS, аналізатор ELEMENT-2 (Німеччина)).

Для дослідження, відповідно до методики [2], було відібрано проби ґрунту зі свердловин глибиною від 1 до 7 м.

За допомогою системи супутникового зв'язку, з використанням приймача GPS Promark-2 і тахометра SFT 330 R3, виконані маркшейдерські роботи, за результатами яких здійснено підрахунок об'єму відвалів і площі земельної ділянки, зайнятої кожним відвалом

[9] (рис. 1). Так, об'єм відвалу № 1 становить 211,8 тис. м³, площа — 3,2 га, а відвалу № 2 — 36,5 тис. м³ і 0,9 га відповідно.

Результати та обговорення. На першому етапі досліджень була здійснена фізико-хімічна характеристика фонових зразків чорноземів на елювії глинистих сланців (табл. 1) та встановлено фоновий вміст важких металів у них (табл. 2).

Здійснено відбір проб ґрунтів під відвалами та поблизу них. Схема розташування відвалів Горлівського хімічного заводу наведена на рис. 1, схема розташування точок відбору проб — на рис. 2 та 3.

Таблиця 2. Фоновий вміст важких металів, мг/кг
 Table 2. Base-line content of heavy metals, mg/kg

Елемент	Генетичний горизонт (глибина, см)					
	Н	Н	HP	Ph	Р	Р
	0—10	20—30	35—40	50—60	80—90	150—160
Co	18	22	20	18	12	18
Mn	944	900	910	750	215	343
Zn	47	50	44	46	40	55
Cu	120	105	162	100	150	240
Ni	30	30	44	31	29	34
V	74	50	91	80	56	75
Cr	70	74	96	84	72	65

Таблиця 3. Вміст хімічних елементів у ґрунтах під відвалами та поблизу них, мг/кг

Table 3. Content of chemical elements in soils under dumps and in soils near-by them, mg/kg

Номер з/п	Точка відбору	P	Pb	Zn	As	Cr	Co	Cu	Ni	Mn	V	Ba
<i>Вміст металів у ґрунтах під сульфатним відвалом № 1</i>												
1	Г-I-13	600	60	100	100	60	6	100	20	300	60	600
2	Г-I-02	—	100	—	—	6000	3	80	20	100	30	300
3	Г-I-05	—	20	—	—	4000	2	250	60	80	30	300
4	Г-I-07	800	200	600	200	60	10	200	20	200	20	400
5	Г-I-21	100	50	400	—	60	10	200	30	800	60	800
6	Г-I-10	—	1000	800	—	100	10	500	20	400	20	1000
7	Г-I-12	—	2000	500	400	5000	5	300	30	100	30	500
8	Г-I-21	200	100	200	—	6000	30	300	40	100	50	1000
<i>Med</i>		425	441	433	233	2660	10	241	30	260	38	613
<i>Max</i>		800	2000	800	400	6000	30	500	60	800	60	1000
<i>Min</i>		100	20	100	100	60	2	80	20	80	20	300
<i>Вміст металів у ґрунтах поблизу сульфатного відвалу № 1</i>												
9	Г-I-25	600	150	100	100	60	6	100	40	1000	80	1000
10	Г-I-17	600	100	300	—	40	20	200	20	300	10	300
11	Г-I-16	100	50	1000	—	6000	30	400	100	2000	30	300
12	Г-I-01	—	40	—	—	20	2	80	30	60	10	300
13	Г-I-18	—	100	100	—	6000	10	200	30	100	40	400
14	Г-I-04	—	20	—	—	4000	5	60	30	100	30	200
15	Г-I-19	600	80	400	300	60	10	100	20	300	20	400
16	Г-I-26	500	30	100	—	40	8	100	30	300	30	500
17	Г-I-20	500	50	500	—	40	6	200	20	200	30	1500
18	Г-I-28	300	30	200	—	30	10	80	20	300	30	500
<i>Med</i>		457	65	338	200	1629	11	152	34	466	31	540
<i>Max</i>		600	150	1000	300	6000	30	400	100	2000	80	
<i>Min</i>		100	20	100	100	20	2	60	20	60	10	200
<i>Вміст металів у ґрунтах під сульфатним відвалом № 2</i>												
19	Г-II-12	—	1000	3000	1000	80	200	1000	30	300	20	8000
20	Г-II-05	300	200	100	100	60	4	300	40	300	200	1000
21	Г-II-25	500	200	800	100	40	20	200	20	500	50	3000
22	Г-II-06	600	300	1500	—	6000	5	300	50	300	300	2000
23	Г-II-03	300	200	1000	300	3000	8	600	40	200	100	600
24	Г-II-07	500	100	1000	—	80	20	800	20	400	30	1000
25	Г-II-06	300	1000	2000	400	50	60	800	10	80	8	8000
26	Г-II-18	300	100	1000	100	300	20	1000	8	100	10	100
27	Г-II-19	300	300	2000	200	40	30	400	8	150	20	1000
28	Г-II-15	500	200	200	100	100	10	400	100	400	20	500
29	Г-II-23	500	40	800	100	100	20	300	20	200	10	1000
30	Г-II-22	—	2000	2000	800	10	80	800	8	80	8	6000
31	Г-II-21	—	100	800	—	8000	30	400	60	300	50	1000
32	Г-II-09	—	500	3000	100	80	30	600	40	100	20	1000
33	Г-II-24	—	300	2000	100	10	80	500	8	50	10	1000
34	Г-II-29	500	30	100	—	40	8	100	20	100	40	300
35	Г-II-15	—	200	600	400	6000	200	800	20	100	20	100
36	Г-II-02	—	200	600	—	8000	~10	500	60	100	60	1000
<i>Med</i>		418	387	1250	292	1777	49	544	31	209	54	2033
<i>Max</i>		600	2000	3000	1000	8000	200	1000	100	500	300	8000
<i>Min</i>		300	30	100	100	10	4	100	8	50	8	100

Номер з/п	Точка відбору	P	Pb	Zn	As	Cr	Co	Cu	Ni	Mn	V	Ba
<i>Вміст металів у ґрунтах поблизу сульфатного відвалу № 2</i>												
37	Г-II-20	—	2000	2000	300	40	60	800	30	300	8	8000
38	Г-II-16	500	100	1500	—	600	40	600	30	400	30	3000
39	Г-II-13	300	500	3000	300	80	100	800	30	150	30	3000
40	Г-II-26	500	100	800	—	40	50	800	20	200	20	1000
<i>Med</i>		433	675	1825	300	190	63	750	28	263	22	3750
<i>Max</i>		500	2000	3000	300	600	100	800	30	400	30	8000
<i>Min</i>		300	100	800	300	40	40	600	20	150	8	1000
ГДК для ґрунтів		—	20	23	2	100	—	100	100	1500	150	—

Примітка. Тире — вміст не визначали. Г — Горлівський хімічний завод; I, II — номери відвалів; 12 — точка відбору проби, глибина відбору — 0–10 см.

Результати визначення хімічних елементів наведено у табл. 3, з якої видно, що із всього комплексу токсичних речовин 1-го, 2-го і 3-го класів небезпеки у ґрунтах вищий від ГДК вміст мають свинець, цинк, арсен, хром, мідь, нікель, манган. Вміст досліджуваних важких металів перевищує фонові значення для даного типу ґрунту.

Так, вміст свинцю перевищує ГДК у 100 разів. Максимальний вміст спостерігається в точках Г-I-12, Г-II-20, Г-II-22.

Вміст цинку перевищує ГДК у 130 разів. Максимальний вміст відзначено в точках Г-II-09, Г-II-12, Г-II-13 (3000 мг/кг). У ґрунтах поблизу відвалу № 1 максимальне значення (1500 мг/кг) відзначено лише в одній точці —

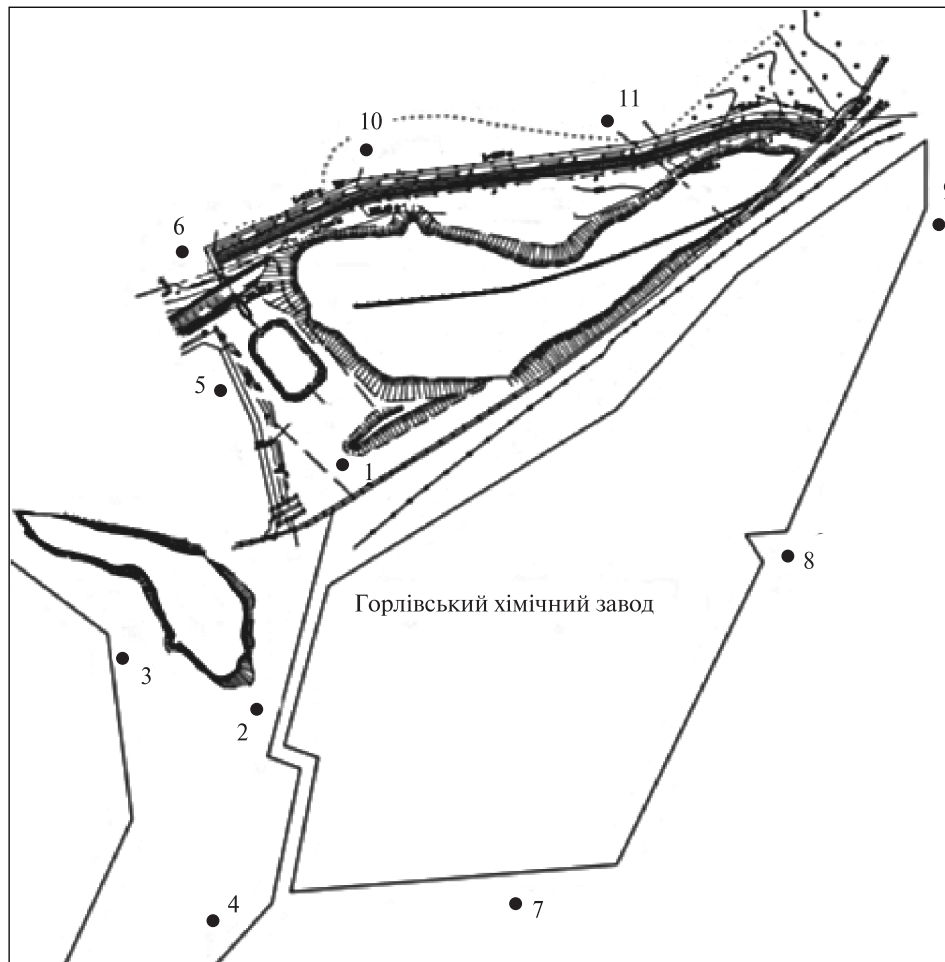


Рис. 4. Схема розташування свердловин
Fig. 4. Plan of boreholes location

Г-I-16. Високий вміст цинку характерний для західної частини відвалу № 2.

Вміст арсену перевищує ГДК у 500 разів. Максимальне значення спостерігається в точці Г-II-12 — 1000 мг/кг.

Вміст хрому в ґрунтах перевищує ГДК у 80 разів. Максимальне значення відмічено в ґрунтах під відвалом № 2 у точках Г-II-02, Г-II-21 (8000 мг/кг).

Вміст міді та нікелю перевищує ГДК у 10 разів. Максимальне значення міді у ґрунтах

під відвалом № 2 у точках Г-II-12, Г-II-18 (1000 мг/кг), нікелю — у ґрунтах поблизу відвалу №1 у точці Г-I-16 (1000 мг/кг).

Вміст мангану перевищує ГДК у 1,5 рази. Максимальне значення спостережено у точці Г-I-16 (2000 мг/кг). Вміст кадмію також перевищує ГДК в декілька разів.

Необхідно відзначити, що ореоли поширення максимальних значень концентрації важких металів приурочені в основному до центральної і південно-західної частин відвалів.

Таблиця 4. Вміст важких металів у зразках ґрунту зі свердловин, мг/кг

Table 4. Content of heavy metals in the samples of soil from boreholes, mg/kg

Номер з/п	Номер проби	Глибина, м	S	Pb	As	Zn	Cd
1	0	0,5	165800	50	100	<20	10
2	0	5	47300	10	300	<20	15
3	1	0,5	168700	300	100	—	—
4	1	1	193800	3000	500	~1000	10
5	1	1,5	151800	4000		1000	20
6	1	5	48200	4000	1500	~1000	30
7	1	7	23700	1000	200	300	~20
8	2	0,5	6700	400	100	1500	20
9	2	1,5	2200	100	—	60	10
10	3	0,5	15600	400	100	500	<10
11	3	1,5	600	350	100	600	40
12	3	5	6500	~100	—	30	20
13	4	0,5	13000	100	—	20	30
14	4	1,5	400	30	—	30	10
15	5	0,5	—	100	100	20	10
16	5	1,5	10300	20	100	<20	1
17	6	0,5	800	100	100	2000	50
18	6	1	1500	50	100	300	30
19	7	0,5	1900	200	200	30	<10
20	7	1,5	1500	60	100	<20	~10
21	7	3	2200	~200	100	~100	<10
22	7	5	900	50	100	100	~10
23	8	0,5	2400	1000	100	300	10
24	8	1,5	200	400	200	<20	10
25	8	3	500	200	100	30	~10
26	9	0,5	500	300	100	100	30
27	9	1,5	400	200	100	60	<10
28	9	3	300	200	100	20	~10
29	10	0,5	—	60	100	30	10
30	10	1,5	200	10	100	~20	30
31	10	3	700	400	200	<20	10
32	11	0,5	200	100	100	30	20
33	11	1,5	800	50	100	~20	20
34	11	3	300	100	—	60	~10

Примітка. Тире — вміст не визначали.

Таблиця 5. Концентрація хімічних елементів у ґрунтових водах, мг/л
 Table 5. Concentration of chemical elements in subsoil waters, mg/l

Ізотоп	Номер свердловини						ГДК
	1	3	4	6	7	9	
S 32	79,45727	4088,742	202,105	289,7351	93,04236	113,3539	—
Cr 32	0,000083	0,000101	0,000481	0,000923	0,000461	0,000887	0,5
Co 59	0,000012	0,000034	0,0019	0,004657	0,00026	0,000158	0,1
Ni 60	0,001461	0,001461	0,016192	0,040765	0,004156	0,002355	0,1
Cu 63	0,000341	0,000715	0,027097	0,034033	0,013285	0,008123	1
Zn 66	0,001884	0,000038	0,0509	0,078455	0,016762	0,066333	—
As 75	0,000111	0,004326	0,002351	0,003922	0,033467	0,010477	0,05
Nb 93	0,000008	0,001292	0,000016	0,000023	0,000112	0,000161	0,01
Mo 97	0,000818	0,023814	0,011697	0,020913	0,006074	0,004958	0,25
Cd 113	0,000463	0,000105	0,006021	0,011292	0,001273	0,009219	0,001
I 127	0,000625	0,063074	0,061843	0,089857	0,283824	0,059268	—
Rb 208	0,000029	0,000014	0,003209	0,00266	0,000804	0,000529	0,03

Очевидно, що для визначення впливу відвалів на довкілля наявних оглядових свердловин недостатньо. Тому за допомогою мобільного бурового аналітичного комплексу МБАК [4, 6, 8—10] здійснено буріння 12 свердловин для екологічної розвідки (рис. 4).

Діаметр свердловин у наносах — 70 мм, а в материнській породі — 32 мм. Глибина свердловин 1,5—7 м.

Під час буріння свердловин було відібрано проби на глибині 0,5; 1,0; 1,5; 3,0; 5,0 і 7,0 м і проведено дослідження вмісту важких металів у них (табл. 4).

Найбільший вміст свинцю — 4000 мг/кг — визначений у пробах зі св. № 1 (1,5—7,0 м); арсену — 200—1500 — св. № 0, 1, 8 (1—5,0 м); цинку — 300—2000 — св. № 1, 3, 6, 8; кадмію — 20—50 мг/кг — св. № 1, 6, 9—11 (0,5—5,0 м). Отже, найбільший рівень забруднення характерний для південно-західної частини відвалу № 1 та південної частини території підприємства, що зумовлено характерним зниженням поверхні рельєфу у південному напрямку. Концентрація важких металів з глибиною зменшується, що спричинено зв'язуванням поліаніонів у гумусовому горизонті й утворенням хелатних комплексів [11—13].

Для комплексної оцінки впливу Горлівського хімічного заводу на навколишнє середови-

ще було досліджено ґрунтові води на глибині 1,5—5 м. Результати представлені в табл. 5.

Високі значення вмісту сірки та кадмію, що зафіксовані у ґрунтових водах на території Горлівського хімічного заводу, істотно більше фонових значень для даного типу ґрунтів і можуть бути пояснені складуванням відходів виробництва у сульфатних відвалах.

Висновки. Вивчено закономірності розподілу важких металів у ґрунтах під відвалами та поблизу Горлівського хімічного заводу.

Встановлено, що вміст важких металів істотно перевищує відповідні значення фонових вмісту та ГДК.

Важкі метали проникають досить глибоко по ґрунтовому профілю, що зумовлено особливістю геологічної будови та величезним об'ємом накопичених на поверхні відходів.

Визначено вміст важких металів у ґрунтових водах поблизу заводу. Встановлено значну концентрацію сірки в ґрунтових водах, що є техногенною аномалією для даного району.

Без здійснення необхідних заходів з утилізації відходів або прийняття запобіжних інженерних рішень, виконання яких перешкоджатиме надходженню забруднювальних речовин до геологічного середовища, прилегла до Горлівського хімічного заводу територія може перетворитися на зону техногенної катастрофи.

Алексеевко В.А. Металлы в окружающей среде. Почвы геохимических ландшафтов Ростовской области. — М. : Логос, 2002. — 98 с.

Ариушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. — М. : Изд-во Моск. ун-та, 1970. — 487 с.

Атлас почв Украинской ССР / Под ред. Н.Н. Крупского, Н.И. Полупана. — Киев : Урожай, 1979. — 160 с.

Жовинский Э.Я., Кураева И.В. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины. — Киев : Наук. думка, 2002. — 213 с.

Петрова Л.О. Моніторинг техногенних геохімічних аномалій (м. Луганськ) // Геохімія та екологія : Зб. наук. пр. Ін-ту геохімії навколиш. середовища НАН та МНС України. — 2005. — Вип. 10. — С. 108—113.

Пат. 17147 Україна, МКИ Е 21 В 49/00 Пристрій для огляду стінок свердловин / М.М. Кисельов, В.Ф. Філатов, В.А. Анциферов. — № 200602827; Заявл. 03.04.2006; Опубл. 16.10.2006, Бюл. № 10.

Пат. 17746 Україна, МПК Е 21 В 49/06 Пристрій для відбору зразків порід зі стінок свердловини / М.Г. Тіркель, М.М. Кисельов, В.Ф. Філатов — № 200603596; Заявл. 03.04.2006; Опубл. 16.10.2006, Бюл. № 10.

Саєм Ю.Е., Ревич Б.А. Геохимия окружающей среды. — М. : Недра, 1990. — 335 с.

Тіркель М.Г., Киселев М.М., Філатов В.Ф. и др. Мобильный буро-аналитический комплекс МБАК // Зб. наук. пр. УкрНДМІ НАН України. — 2009. — № 4. — С. 87—89.

Тіркель М.Г., Пугаленко Е.И., Філатов В.Ф. и др. // Проблеми екології. — 2007. — № 1. — С. 7—5.

Businelli D., Casciari F., Gigliotti G.I. Sorption mechanisms determining Ni (II) retention by a calcareous soil // J. Soil Sci. — 2004. — **169**. — P. 355—362.

Madrid L., Diaz-Barrientos E. Influence of carbonate on the reaction of heavy metals in soils // Ibid. — 1992. — **43**. — P. 709—721.

Roberts D.R., Sheidegger A.M., Sparks D.L. Kinetics of Ni-Al precipitates formation on a soil clay fraction // Environ. Sci. and Technol. — 1999. — **33**. — P. 3749—3754.

Ін-т геохімії, мінералогії та рудоутворення

ім. М.П. Семененка НАН України, Київ

Укр. держ. н.-д. і проектно-конструкт. ін-т

гірн. геології, геомеханіки і маркшейд. справи НАН України, Донецьк

Надійшла 09.03.2010

РЕЗЮМЕ. Приведены результаты исследования вещественного и гранулометрического состава почв, особенности распределения тяжелых металлов в почвах под отвалами и на территории возле Горловского химического завода. Определены превышающие фоновые значения и ПДК значения содержания элементов 1-го, 2-го и 3-го классов опасности: Pb, Zn, As, Co, Cr, Cu, Ni, Mn. Исследовано распределение загрязняющих веществ по генетическим горизонтам почв до глубины 7 м, максимальная концентрация тяжелых металлов установлена в гумусовом горизонте. Определено содержание токсичных элементов в грунтовых водах на территории химического завода. Обнаруженная значительная концентрация серы в грунтовых водах связана с сульфатными отвалами, находящимися вблизи завода.

SUMMARY. Results of research material and granulometric structure of soils, features of distribution of heavy metals in soils under sailings and in the territory near the Gorlivka chemical plant are presented. As a result of research it is defined excess of background indicators and maximum concentration limit of elements of the 1st, 2nd and 3rd class of danger: Pb, Zn, As, Co, Cr, Cu, Ni, Mn. Distribution of pollutants on genetic horizons of soils to the depth of 7 m is investigated that the greatest concentration of heavy metals is established in humus horizon. The content of toxic elements in ground waters in the chemical plant territory is defined. Considerable concentration of sulphur found in ground waters that is connected with placing of sulphatic sailings near the factory.

As the geological structure of the region promotes unloadings of ground waters in southern direction there is a question on pollution of the Kalmius River and, as a consequence, the Sea of Azov. Also the northern and northwest winds in the region which are polluted by evaporations of chemicals prevail and call into question the health of population in concerns in particular, the inhabitants of Enakievo. It is known that installation designing on recycling of dangerous chemicals, such as mononitrochlorbenzol and TNT production wastes is conducted now. Without fast introduction of necessary measures on recycling of wastes or special engineering measures which will exclude the penetration of polluting substances to geological environment and in the atmosphere, the territory of the Gorlivka chemical plant can turn into a zone of technogenic collapse.