

Ігор УДАЛОВ

Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна,
e-mail: hydrogeology_kharkiv@ukr.net

ОЦІНКА ВПЛИВУ ВУГЛЕВИДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ НА СТАН ҐРУНТІВ ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Висвітлено результати визначення забруднення ґрунтів територій вуглевидобувних підприємств Луганської області. Виявлено ореоли техногенного забруднення геологічного середовища. Встановлено, що основні ореоли забруднення знаходяться на промайданчиках вуглевидобувних підприємств. Визначено основні елементи-забруднювачі ґрунтів району досліджень. Наведено порівняння із природним фоном інтенсивності техногенних аномалій.

Ключові слова: техногенний вплив, забруднення ґрунтів, геохімічна характеристика, сумарний показник забруднення.

Актуальність дослідження. Техногенні зміни геологічного середовища за більш ніж двохсотрічну історію розвитку вуглевидобувної, металургійної та хімічної промисловостей на Донбасі мають досить широке поширення, значно перевищуючи гірничі відводи підприємств. Сьогодні на території Луганської області знаходиться понад 250 териконів площею 35 тис. га. Загальний об'єм породи в них – більш ніж 170 млн м³.

Відповідно до наказу Міністерства вугільної промисловості від 6 березня 1995 р., на Донбасі передбачалося закриття 92 вугільних шахт, із них 28 – на Луганщині. Згідно із завданням державного підприємства “Укрвуглереструктуризація”, упродовж 2002–2006 рр. в Українському науково-дослідному інституті екологічних проблем (УкрНДІЕП) виконувалися роботи щодо комплексного проекту інженерного захисту Стаханівського регіону у зв'язку із закриттям групи шахт “Оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС) закриття групи шахт Стаханівського вуглепромислового району” та паспортизації місць видалення відходів вугільних шахт Луганської області (Оценка..., 1999). Було виконано паспортизацію 85 породних відвалів, розташованих на території закритих вугільних шахт Стаханівського вуглепромислового району та в цілому Луганської області. Для цього необхідно було провести геохімічне випробування порід промайданчиків шахт, породних відвалів, шламонагромаджувачів тощо. Далі наведено результати цих робіт та схему території досліджень (рисунок).

Техногенний вплив вуглепромислового комплексу на геологічне середовище вивчають з 1961 р., коли на території області Східне державне регіональне геологічне підприємство (СхідДРГП) розпочало систематичні роботи з дослідження режиму підземних і шахтних вод.



Оглядова схема району робіт

1987 р. М. М. Гаджега систематизував матеріали з геохімії і склав схематичну ландшафтно-геохімічну карту Луганської області, яка, на жаль, не несла інформації про техногенні ландшафти.

Доброю основою для вивчення техногенного впливу вуглепромислового комплексу на геологічне середовище є матеріал з комплексної оцінки зміни геолого-екологічних умов у межах вуглепромислових районів Луганської області. За його результатами виявлено та оконтурено деякі геохімічні аномалії, визначено параметри фонового розподілу елементів. Техногенні геохімічні аномалії мають попередній узагальнювальний характер. Недоліками цієї роботи вважають відсутність належної оцінки екологічної небезпеки та можливості використання техногенних утворень.

Із 1986 по 2000 р. підприємство “СхідДРГП” провело низку геологорозвідувальних робіт з вивчення відходів вуглезбагачення для визначення можливості їхньої утилізації в Луганській області (Сивоконь, 1989), а також використання як будівельних матеріалів. Такі роботи виконували на промшайданчиках збагачувальних фабрик, і мікроелементний склад відходів вуглезбагачення вивчався недостатньо.

Мета досліджень – визначити конкретні джерела забруднення та деталізувати виявлені попередніми роботами техногенні аномалії. Для цього потрібно було виконати такі завдання:

- вивчити геологічну будову, гірничо-геологічні і гідрогеологічні умови території підприємства (шахти) та характер виробництва;
- вивчити характер складування сировини і відходів виробництва;
- випробувати потенційно небезпечні об'єкти промпідприємств: пром-майданчики, відвали, відходи виробництва, терикони, відстійники шахтних вод, шламонагромаджувачі, промислові звалища та ін.;
- провести детальні роботи із простеження й оконтурення виявлених аномалій.

Відомо, що на багатьох об'єктах під час геохімічного випробування нарівні з природними рудогенними геохімічними аномаліями виявляють аномалії антропогенного походження. Доведено, що найбільш значимими є техногенні геохімічні аномалії, зумовлені будівництвом й експлуатацією промислових підприємств вугільної промисловості. Процеси розподілу хімічних елементів у навколишньому середовищі схожі з добре вивченими процесами утворення вторинних ореолів розсіювання рудних родовищ, але відрізняються від них співвідношенням ролі каналів транспортування і просторовим положенням джерел хімічних елементів (Современное..., 2008).

Вибір методик геолого-геохімічних досліджень визначався конкретними геолого-техногенними умовами об'єкта, рівнем його вивченості і завданнями досліджень.

Для оцінки внутрішньої будови геохімічної аномалії сітку відбору вибирали з урахуванням ландшафтно-геохімічних умов, характеру техногенного навантаження і ступеня міграції хімічних елементів.

Проби відбирали за методом конверта з ділянок квадратної форми. Довжина сторони квадрата – 5 м. Аналізували змішаний зразок ґрунту, складений із п'яти проб, відібраних з верхнього шару ґрунту. Глибина відбору – 5–20 см (Еколого-геохімічна..., 1998). Для всіх проб проведено напівкількісний спектральний аналіз на 40 елементів. Частину проб з аномально великим вмістом елементів-забруднювачів оцінено ще й кількісними методами (атомно-абсорбційний, спектрофотометричний) (Вивчення..., 2003).

Встановлено, що однією з головних характеристик геохімічної техногенної аномалії є її інтенсивність, яка визначається ступенем нагромадження хімічного елемента порівняно з природним фоном.

Геохімічний фон визначався із показних вибірок на ділянках, значно віддалених від осередків забруднення і з мінімальним антропогенним впливом. Їх вибирали в Попаснянському районі Луганської області переважно на цілинних землях. Вибірка складена із 38 літохімічних проб. Результати наведено в таблиці.

Для виявлення загальної картини аномальності використовували сумарний показник забруднення, який розраховували для кожної проби. Розрахунки та камеральну обробку даних виконували тими самими способами, що й описане вище вивчення геохімічної характеристики ґрунтів.

Техногенні аномалії найчастіше характеризуються комплексом елементів-забруднювачів, тому для оцінки ступеня забруднення ґрунтів кількома

Фоновий вміст хімічних елементів у ґрунтах Попаснянського району Луганської області

Хімічний елемент	Hg	P	Sb	Pb	Cu	Ti	As	V	Mn	Ga	W	Ni	Cr	Co	Bi	Ba	Be
Вміст хімічних елементів																	
Кларк у ґрунті, г/т, за А. П. Виноградовим (1961)	0,01	800	2	10	20	4600	5	100	850	30	-	40	200	10	-	500	6
ГДК у ґрунті (валовий вміст), мг/кг	2,1	-*	4,5	30	100	-	2	150	1500	-	-	100	100	-	-	-	-
ГДК у ґрунті (рухомі форми), мг/кг	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	4	6	5	-	-	-
Фон. Попаснянський район, мг/кг	0,09	650	2	12	29	3000	5	92	580	10	3	47	116	10	2	266	2

Продовження таблиці

Хімічний елемент	Nb	Mo	Sn	Li	Y	Yb	Cd	Zr	Ag	La	Zn	Sc	Sr	B	Ge	F	Tl
Вміст хімічних елементів																	
Кларк у ґрунті, г/т, за А. П. Виноградовим (1961)	20	2	10	30	30	3	0,5	300	0,1	40	50	10	300	10	2	200	-
ГДК у ґрунті (валовий вміст), мг/кг	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	500	-
ГДК у ґрунті (рухомі форми), мг/кг	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	-	-	-	-	2	-
Фон. Попаснянський район, мг/кг	20	1,7	4	32	13	1	0,6	146	0,03	10	70	10	300	43	1,3	490	1

*Немає даних.

елементами застосовували сумарний показник забруднення (СПЗ), який визначає ефект впливу групи елементів. Показником рівня аномальності концентрації елементів є коефіцієнт концентрації (Kc_i), який розраховується як відношення концентрації елемента в пробі (C) до його середньої фонові концентрації (C_ϕ): $Kc_i = \frac{C}{C_\phi}$.

Для кожного елемента в пробі визначали коефіцієнт концентрації. Сумарний показник забруднення розраховували за формулою Ю. Ю. Саста, згідно з методичними рекомендаціями (Еколого-геохімічна..., 1998), за формулою:

$$Zc = \sum_{i=1}^n Kc_i - (n - 1),$$

де n – кількість аномальних елементів; Kc_i – коефіцієнт перевищення над фоном (коефіцієнт концентрації).

Наведена формула дозволяє отримувати інтегральні показники у вигляді суми перевищення фонових значень елементів, які вивчаються. Для розрахунку враховували хімічні елементи I–III класів небезпеки, згідно з ГОСТ 17.4.1.02-83. Для проб, у яких не визначали всі компоненти, значення їхньої концентрації для розрахунку СПЗ приймали за суміжними пробами або використовували фонові значення. Це стосується, насамперед, Арсену, Меркурію і Кадмію.

Оцінку забруднення ґрунтів проводили, відповідно до “Методических указаний по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами”, за шкалою одержаних СПЗ: <16 – допустима; 16–23 – допустимо небезпечно; 32–128 – небезпечно; >128 – надзвичайно небезпечно.

За результатами досліджень встановлено, що СПЗ коливається від 4 до 605. Мінімальне значення СПЗ шкідливими елементами ґрунтів промайданчика шахти встановлено на діючій шахті “Привільнянська” ВАТ “Лисичанськвугілля”. Воно дорівнює 4–15 і знаходиться в допустимих межах. Інтенсивне забруднення шкідливими елементами ґрунтів виявлено на захід від відвалу закритої шахти “Чорноморка”, а також біля котельні. Воно сконцентроване у відвалі гірських порід та на насипах шлаку. Ступінь забруднення тут досягає небезпечної та надзвичайно небезпечної категорій (60–605). У цілому на промайданчику шахти “Чорноморка” ґрунти мають допустимо небезпечно забруднення, значення СПЗ коливаються від 16 до 18. Встановлено, що серед інших досліджених об’єктів забруднення ґрунтів промайданчиків за сумарним показником потрапляло в градацію від допустимо небезпечних до небезпечних (14–34).

За даними випробування, із вмістом більшим, ніж фонове значення, у ґрунтах промайданчиків досліджених об’єктів виявлено (максимальні концентрації, мг/кг): Меркурій – 1,1; Арсен – 35; Плюмбум – 180; Барій – 3000; Молібден – 30; Кадмій – 10; Літій – 300; а також рідкі і розсіяні елементи: Германій, Ітербій, Скандій, Ітрій.

На основі аналізу встановлено, що найбільш забрудненими є донні відклади відстійників шахтних вод і збагачувальних фабрик досліджених об’єктів. Їхній максимальний СПЗ становить 65, що є надзвичайно небезпечно, але в більшості досліджених об’єктів СПЗ коливається в межах від 17 до 35. Серед об’єктів випробування найбільший вміст (мг/кг) хімічних елементів ма-

ють донні відклади: так, вміст Барію в них досягає 10 000; Меркурію – 1,8; Арсену – 20; Мангану – 1500; Нікелю – 100; Плюмбуму – 100; Хрому – 200; Стронцію – 2000; також трапляються Скандій – 700; Титан – 6000; Бор – 100; Станум – 30.

Досліджені відвали гірських порід містять шкідливі елементи в допустимо небезпечних та небезпечних концентраціях, їхній СПЗ коливається в межах від 17 до 47. У цих відвалах виявлено підвищений вміст (мг/кг) Барію – 1600; Меркурію – 8,3; Арсену – 250; Плюмбуму – 100; Купруму – 300; Молібдену – 5 та ін.

Встановлено, що стічні шахтні води є допустимо небезпечними, їхній СПЗ знаходиться в межах від 14 до 21. У стічних водах зафіксовані: Титан – 0,6 мг/дм³; Літій – 0,18 мг/дм³; Барій – 0,2 мг/кг; Манган – 2,1 мг/дм³; решта елементів мають фонові концентрації. Мінералізація – від 2,8 до 7,4 г/дм³; жорсткість загальна – від 24,0 до 56,5 ммоль/дм³.

Відомо, що зольність донецького вугілля коливається в значних межах – від 3,88 до 21,14 %, при цьому до його складу входять оксиди фосфору (0,2 %), арсену (0,001 %) і понад 60 мікроелементів (Fe, Mn, Cu, Hg, Sb та ін.) (Сивоконь, 1989).

Досліджено, що асоціація елементів, характерна для викидів в атмосферу кожної шахти, повністю відображається в ґрунтовому покриві, а також зберігаються структура комплексної аномалії і межі аномалій окремих елементів. Відзначено, що конфігурація техногенних аномалій складна, зумовлена нерівномірним розташуванням джерел забруднення і складністю структури повітряних потоків в умовах міської забудови і промислових об'єктів (Удалов, 2009).

Для всіх важких металів характерна природна варіабельність їхнього вмісту в ґрунтах регіону. За фонового рівня вона змінюється від 15 до 20 % (коефіцієнт варіації), а в техногенних ландшафтах – від 30 до 80 %, зростаючи із рівнем забруднення ґрунтів.

Максимальні забруднення ґрунтів виявлені на проммайданчиках ліквідованих шахт. Головним джерелом забруднення тут є відходи вуглевидобування, розташовані у відстійниках шахтних вод і породних відвалах. Встановлено, що основними елементами-забруднювачами ґрунтів у районі досліджень є: Барій, Арсен, Плюмбум, Меркурій, Манган, Хром, Стронцій, Молібден та ін. Сумарний показник забруднення коливається від допустимо небезпечної до небезпечної категорії.

У зв'язку із різною буферністю, ґрунти по-різному поглинають хімічні елементи. За даними досліджень, у чорноземах регіону основна кількість важких металів фіксується у верхньому (0–30 см) шарі і відносно невелика їхня частина від валового вмісту становить рухому, доступну для рослин форму, яка не перевищує її середній вміст у незабруднених ґрунтах. Вміст рухомої форми елемента у звичайному чорноземі слабо корелює з їхнім валовим вмістом (Вивчення..., 2003). Атмосферні викиди, що містять важкі метали, осідають не лише на ґрунти, але й на листяну поверхню та інші органи рослин. Із літературних джерел відомо, що за швидкістю проникнення в рослину метали розподіляються в такий спадаючий ряд: Cd>Pb>Zn>Cu>Mn>Fe, а по мобільності – Fe>Cu>Mn>Cd >Zn>Pb.

Висновки. На основі проведених науково-дослідних робіт з вивчення стану забруднення ґрунтів на території Луганської області виявлено, що інтенсивно забрудненими токсичними елементами є ґрунти проммайданчиків шахт та донні відклади відстійників шахтних вод і збагачувальних фабрик. Встановлено, що для викидів шахт характерна наявність високих концентрацій Барію, Стронцію, Меркурію; заводів (на території досліджень їх сімнадцять) – Плюмбуму, Цинку, Мангану, Кадмію; збагачувальних фабрик – Барію, Меркурію, Плюмбуму, Арсену. Сумарний показник забруднення ґрунтів на проммайданчиках шахт досліджуваної території знаходиться в інтервалі від 14 до 60, що відповідає небезпечній категорії. Виявлено десять великих (10–40 км²) площинних техногенних ореолів забруднення ґрунтів. Головними елементами-забруднювачами ґрунтів є: Арсен, Плюмбум, Меркурій, Молібден, Барій, Манган.

Для прогнозу змін ґрунтово-екологічної обстановки необхідно врахувати:

- 1) хімічний склад забруднюючих техногенних речовин;
- 2) ступінь буферності і можливі напрямки реакцій, що проходять у ґрунтах, на цей конкретний тип хімічного впливу. Суттєво ускладнює це завдання “мокра” консервація вугільних шахт та підтоплення поверхні, що її супроводжує.

Вивчення техногенного впливу вуглепромислового комплексу на геологічне середовище : звіт Східного державного регіонального геологічного підприємства “СхідДРГП” про геологічне вивчення надр / Г. Задара та ін. – № 8-69/12. – Луганськ, 2003. – 100 с.

Виноградов А. П. О происхождении вещества земной коры. – М. : Геохимия, 1961. – № 1. – С. 3–29.

Еколого-геохімічна оцінка забруднення ґрунтів, донних відкладів, ґрунтових вод : методичні рекомендації. – К. : ДГП “Геоінформ”, 1998. – 33 с.

Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) Стахановского региона в связи с закрытием восьми угольных шахт : комплексный проект инженерной защиты Стахановского региона в связи с закрытием группы шахт / УкрНИИЭП. – № 0199U001238. – Харьков, 1999. – 519 с.

Сивоконь А. А. Изучение качества отходов углеобогащения с целью определения возможности их использования для производства строительных материалов. – Луганск, 1989. – 68 с.

Современное состояние проблемы образования и накопления промышленных отходов в Украине / А. М. Касимов, А. А. Романовский, А. В. Носова, А. М. Коваленко // Проблемы охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки : зб. наук. пр. / УкрНДІЕП. – Х. : Райдер, 2008. – С. 23–35.

Удалов И. В. Динамика изменения техногенного прессинга на почвенный покров на примере Стахановского региона Луганской области // Геологія – географія – екологія : зб. наук. пр. – Х. : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2009. – № 882. – С. 212–216.

Стаття надійшла
14.02.12

Ihor UDALOV

**ESTIMATION OF INFLUENCE OF COAL MINES
ON THE STATE OF SOILS OF LUHANSK REGION**

Characterized are changes in the geological environment due to the influence of metallurgical, chemical and coal-mining industry in the Luhansk region. The analysis of the work was performed during the period from 1961 to 2007. The influence of man-made coal-mining complex in the geological environment was studied. The results of the determination of anthropogenic soil pollution areas of industrial and mining enterprises of Luhansk region were cited. The background content of elements in soils was determined for 34 elements. Haloes were identified as industrial pollution of the geological environment. The basic elements of soil contaminants of the study area were substantiated. The total indices of contamination for soil waste coal-producing region of the complex were calculated. Comparison with the natural background of intensity of technogenic anomalies was made. It is established that the maximum contamination is confined to sites bottom of mining and industrial processing plants, refineries, located in the region. Recommendations were given for implementation of the forecast changes in soil and environmental conditions in the region, due to the “wet” coal mines in the conservation area.