**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ**

**ІНСТИТУТ ГЕОХІМІЇ, МІНЕРАЛОГІЇ ТА РУДОУТВОРЕННЯ**

**ім. М.П. СЕМЕНЕНКА**

УДК 550.4:504.054(477)

На правах рукопису

**КЛОС Володимир Романович**

**ГЕОХІМІЯ ОБ’ЄКТІВ ДОВКІЛЛЯ МІСЬКИХ АГЛОМЕРАЦІЙ (ЦЕНТРАЛЬНА УКРАЇНА)**

*спеціальність 04.00.02 – геохімія*

дисертація на здобуття наукового ступеня

кандидата геологічних наук

**Київ – 2015**

**ЗМІСТ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | Стр. |
|  | ВСТУП……………………………………………………. | 4 |
| РОЗДІЛ 1 | СТАН ПРОБЛЕМИ............................................................. | 10 |
| 1.1. | Історія досліджень.............................................................. | 10 |
| 1.2. | Головні джерела забруднення навколишнього середовища міських агломерацій ..................................... | 15 |
| 1.3. | Підсумки.............................................................................. | 20 |
| РОЗДІЛ 2 | ОБ’ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ…...................... | 22 |
| 2.1. | Польові дослідження.......................................................... | 22 |
| 2.2. | Аналітичні дослідження .................................................. | 25 |
| 2.3. | Порівнювальна характеристика методів досліджень...... | 27 |
| 2.4. | Ландшафтно-функціональне використання територій | 31 |
| 2.4.1. | місто Житомир.................................................................... | 34 |
| 2.4.2. | місто Рівне........................................................................... | 36 |
| 2.4.3. | місто Черкаси...................................................................... | 38 |
| 2.4.4. | місто Вінниця...................................................................... | 39 |
| 2.4.5. | місто Кіровоград................................................................. | 41 |
| 2.4.6. | місто Київ (лівобережна частина)..................................... | 43 |
| 2.4.7. | місто Бориспіль................................................................... | 44 |
| 2.5. | Використання розрахункових геохімічних критеріїв для встановлення ступеню екологічної небезпеки територій | 46 |
| 2.6. | Підсумки.............................................................................. | 48 |
| РОЗДІЛ 3 | ГЕОЛОГО-ГЕОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕНИХ ТЕРИТОРІЙ.......................................... | 50 |
| 3.1. | Структурно-тектонічна характеристика............................ | 50 |
| 3.2. | Ландшафтно-геохімічна характеристика ......................... | 54 |
| 3.3. | Підсумки.............................................................................. | 66 |
| РОЗДІЛ 4 | ЕКОЛОГО-ГЕОХІМІЧНА ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ ЗА ОСОБЛИВОСТЯМИ РОЗПОДІЛУ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ В ПОВЕРХНЕВИХ ВІДКЛАДАХ, РОСЛИННОСТІ ТА СНІГОВОМУ ПОКРИВІ ……................................................................... | 68 |
| 4.1. | Поверхневі відклади........................................................... | 68 |
| 4.2. | Рослинність.......................................................................... | 91 |
| 4,3. | Сніговий покрив ................................................................. | 109 |
| 4.4. | Підсумки.............................................................................. | 138 |
| РОЗДІЛ 5 | ЕКОЛОГО-ГЕОХІМІЧНА ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ ГІДРОСФЕРИ ЗА ОСОБЛИВОСТЯМИ РОЗПОДІЛУ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ В ДОННИХ ВІДКЛАДАХ ТА ПОВЕРХНЕВИХ ВОДАХ……………………….…... | 142 |
| 5.1. | Донні відклади ……………………………….................... | 142 |
| 5.2. | Поверхневі води………………………………………...... | 153 |
| 5.3. | Підсумки.............................................................................. | 161 |
|  | ВИСНОВКИ........................................................................ | 163 |
|  | СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ........................... | 167 |
|  | ДОДАТКИ | 178 |
|  | Додаток 1. Статистичні параметри ґрунтів сільськогосподарських (Ap) земель України за класами геохімічних ландшафтів....................................................... | 178 |
|  | Додаток 2. Статистичні параметри ґрунтів пасовищних земель (Gr) України за класами геохімічних ландшафтів | 179 |

**ВСТУП**

**Актуальність теми.** Україна є індустріальною державою з розвиненими металургійною, хімічною, машинобудівною, гірничо-видобувною та іншими галузями промисловості і високою щільністю населення, яке концентрується у великих промислових містах. У роботі розглядається еколого-геохімічна ситуація 7 міст – Житомир, Рівне**,** Черкаси, Вінниця, Кіровоград, Київ, Бориспіль. Дефіцит коштів та державної політичної волі в питаннях екології та збереження природного навколишнього середовища, а також низький рівень екологічної свідомості населення, призводять до погіршення екологічних умов його проживання внаслідок забруднення довкілля.

Своєчасне виявлення джерел забруднення довкілля, визначення його масштабів і специфіки, оцінка рівнів та пов’язаних з ним ризиків для здоров’я людей і біоти є надзвичайно актуальною і важливою інформацією для місцевих органів влади щодо прийняття та впровадження упереджуючих природоохоронних заходів та рішень із збереження навколишнього природного середовища та поліпшення екологічних умов проживання населення. Усі ці питання, оперативно та за невеликі кошти, дозволяє вирішити комплексна еколого-геохімічна оцінка об’єктів довкілля міських агломерацій та інших територій.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконана у відділі пошукової та екологічної геохімії Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення (ІГМР) ім. М. П. Семененко НАН України. Вибраний напрямок досліджень узгоджується з проектами багаточисельних програм НАН України та Міністерства екології України за 2005-2014 роки: „Розробка тимчасових методичних положень з еколого-геохімічного картування території України” (ДР №0197U006729), „Вивчення природного та техногенного аномального і фонового вмісту рухомих форм токсичних елементів в різних еколого-геохімічних ландшафтах України” (ДР №0199U19213), „Геохімічні основи виділення техногенних та природних аномалій” (ДР №0199U19213), „Оцінка радонового ризику при міському плануванні (моніторинг та стратегія)” (ДР №0106U005129), „Розробка геохімічних критеріїв впливу зон тектонічних порушень на екологічну обстановку в Білорусії та Україні” (ДР №0107U007441).

**Мета і задачі дослідження.** Метою роботи є встановлення геохімічних закономірностей розподілу хімічних елементів в об’єктах довкілля міських агломерацій (на прикладі територій міст центральної України).

Для досягнення мети роботи поставлено наступні завдання:

* визначити фонові концентрації хімічних елементів в поверхневих відкладах головних класів геохімічних ландшафтів центральної України;
* виділити техногенні поля забруднення хімічними елементами та надати їм асоціативні геохімічні характеристики в усіх досліджуваних складових довкілля;
* встановити типові геохімічні асоціації характерні для техногенного забруднення об’єктів довкілля від джерел різної промислової спеціалізації;
* виявити найбільш інформативні рослини-індикатори техногенного (аерогенного) забруднення міських агломерацій;
* встановити межі та природу утворення техногенного геохімічного забруднення міських агломерацій.

*Об’єкт дослідження* - об’єкти довкілля (поверхневі і донні відклади, рослинність, сніговий покрив та поверхневі води) міських агломерацій центральної частини України.

*Предмет дослідження* – вміст хімічних елементів в об’єктах довкілля (поверхневі і донні відклади, рослинність, сніговий покрив та поверхневі води) міських агломерацій центральної частини України.

**Методи дослідження.** Комплекс аналітичних методів: мас-спектрометричний аналіз з індуктивно зв’язаною плазмою (ICP-MS), рентген-флуоресцентний аналіз (XRF), метод безполум’яної атомно-абсорбційної спектрометрії (AAS) наближено кількісний спектральний аналіз з реєстрацією спектра фотоелектронною касетою (АС-ФЕК) та інші.

Для визначення мінеральних форм знаходження хімічних елементів в аномальних пробах техногенних ореолів розсіювання, використовувались рентгеноструктурний і силікатний аналізи, а також електронна мікроскопія з мікрозондовим аналізом (лабораторія електронної мікроскопії Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України).

Обробка та інтерпретація одержаних аналітичних даних відбувалася за допомогою пакетів програм Microsoft Excel, а також Statistica 6.0. Для побудови картосхем застосовувались ГІС MapInfo Professional та Golden Software Surfer, а також AdobePhotoshop та CorelDraw.

**Наукова новизна одержаних результатів.**

1. Вперше за комплексом узгоджених сучасних аналітичних методів розраховано фонові концентрації за 53 хімічними елементами (Ag, Zn, Pb, Mn, Ba та інших) у поверхневих відкладах (ґрунтах) головних класів геохімічних ландшафтів центральної України.

2. Вперше за допомогою електронного мікроскопу та мікрозондового аналізу встановлено візуальні та геохімічні відмінності техногенних часток аерогенного та механічного забруднення поверхневих відкладів міських агломерацій.

3. Визначено особливості хімічного складу забруднення поверхневих відкладів, рослинності, снігового покриву, донних відкладів і поверхневих вод досліджених міських агломерацій. Виявлено геохімічні асоціації техногенних аномальних полів, що пов’язані із сучасними аерогенними викидами та стоками різних промислових підприємств, оцінено рівень і межі їх небезпеки та поширеність в міських ландшафтно-функціональних зонах.

4. Отримані дані щодо аерогенного забруднення різних видів рослин та їх частин (листя липи, берези та стебла багаторічних злаків) в міських агломераціях дозволили стебла багаторічних злаків віднести до найбільш доступних та ефективних індикаторів цього забруднення.

**Практичне значення одержаних результатів.** Отримані результати щодо розподілу 53 хімічних елементів (фонові значення) у ґрунтах найбільш поширених класів геохімічних ландшафтів центральної України за допомогою сучасних методів аналізу (ICP-MS, XRF, AAS) стануть основою їх геохімічного моніторингу та оцінки еколого-геохімічного стану сільськогосподарських угідь.

Отримані результати дозволяють достовірно визначати сучасний еколого-геохімічний стан природного середовища міських агломерацій, виявляти джерела техногенного забруднення, їх межі впливу та рівень небезпеки для довкілля і населення, виділяти райони з напруженою екологічною ситуацією.

Стебла багаторічних злаків можуть бути використані в якості ефективного біогеохімічного індикатора сезонного аерогенного забруднення довкілля міських агломерацій.

**Особистий внесок здобувача.** Робота виконана автором самостійно, включаючи участь в польових і камеральних роботах, опрацюванні літературних джерел, систематизації та інтерпретації отриманих даних, побудові графічних матеріалів.

Дисертантом відібрано близько 8920 дослідних зразків (4765 проб ґрунтів, 2850 – рослинності, 576 – донних відкладів, 492 – поверхневих вод, 239 – проб снігового покриву). Аналізи проведено в стандартизованих лабораторіях Чехії, Канади, Німеччини за результатами виконання міжнародного проекту з геохімічного картування сільськогосподарських та пасовищних земель Європи (GEMAS) та в Центральній лабораторії Північного державного регіонального геологічного підприємства „Північгеологія”.

Автором проведена статистична обробка одержаної інформації, розраховано кількісні показники щодо ступеню екологічного ризику територій та графічна інтерпретація результатів досліджень. Встановлено просторові закономірності розподілу хімічних елементів у поверхневих відкладах, рослинності, сніговому покриві, донних відкладах та поверхневих водах міських агломерацій центральної України.

Основні результати досліджень та висновки опубліковані у фахових виданнях. Особистий внесок здобувача в публікаціях, виконаних у співавторстві, визначається наступним чином: проведення аналітичних досліджень, встановлення статистичних параметрів, обробка аналітичної бази, інтерпретація результатів досліджень.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертації було обговорено під час роботи наукових і науково-практичних міжнародних і державних конференцій. Одержані висновки дисертаційної роботи було апробовано на: Міжнародній науковій конференції «Актуальные проблемы поисковой и экологической геохимии» (м. Київ, 2014); щорічній робочій нараді експертів геохіміків Європейського Союзу – EuroGeoSurveys (м. Афіни, Греція, 2010); V науково-виробничої нараді геологів-зйомщиків України (смт. Миколаївка, Крим, 2010); науково-практичній конференції «Поисковая геохимия: теория и практика интерпретации аномальних геохимических узлов и аномальних геохимических полей» (м. Москва, 2008); ІV науково-виробничої нараді геологів-зйомщиків України (м. Дніпропетровськ, 2007); науково-виробничому семінарі „Ефективність геофізичних і геохімічних методів при геологорозвідувальних роботах на тверді корисні копалини” (смт. Біла Діброва 2006); ІV всесоюзній нараді «Теория и практика геохимических поисков в современных условиях» (м. Ужгород, 1988).

**Публікації.** Головні висновки дисертації опубліковано у 16 наукових працях, зокрема, у 5 статтях у наукових фахових виданнях, що відповідають вимогам МОН України, *3* розділах до наукових видань та 8 у матеріалах і тезах доповідей наукових конференцій.

**Структура та обсяг роботи.** Дисертація загальним обсягом 180 стор. (обсяг основного тексту 140 стор.) складається зі вступу, 5 розділів, висновків та списку використаних джерел зі 101 найменування, містить 62 рис., 31 табл. та 2 додатки.

Автор дисертації висловлює щиру подяку за увагу, цінні поради та допомогу науковому керівнику –д.г.н. Наталії Олегівні Крюченко; щиро вдячний за наукові консультації та сприяння у виконанні роботи член-кор. НАН України, д. геол.-мін. наук, проф. Едуарду Яковичу Жовинському, а також доктору М. Бірке (Німеччина) та іншим.

Автор вдячний усім своїм колегам з Українського науково-виробничого центру геохімічних досліджень без допомоги котрих не можливо було б опрацювати великий обсяг аналітичної та графічної інформації.

**РОЗДІЛ 1**

**СТАН ПРОБЛЕМИ**

* 1. **Історія досліджень**

Питанням узагальнення матеріалів щодо просторового розподілу хімічних елементів у об’єктах довкілля було покладено в 1948 р. у Центральному Казахстані, де виконувалось геохімічне картування в крупному, рідше середньому масштабі, і було націлене на пошуки родовищ корисних копалин (О.С. Григор’єв, А.Н. Єрємєєв, О.П. Соколов та ін.). Починаючи з 1976 року, вивчення геохімічних особливостей міграції та концентрації хімічних елементів почало застосовуватись для оцінки забруднення територій різного господарського застосування токсичними хімічними елементами (Е.К. Буренков, Ю.Є. Саєт та ін.). З середини 80-х років минулого сторіччя стало зрозумілим, що можливості прикладної геохімії дозволяють вирішувати комплекс екологічних питань на основі досліджень геохімічних полів, як об’єднаних антропогенно-природних систем.

Відомо, що практично любі процеси (природні чи техногенні) викликають хімічні перетворення в гірських породах, поверхневих та донних відкладах, поверхневих і ґрунтових водах, атмосфері, біоті, тобто призводять до зміни характеристик їх геохімічних полів: складу та концентрації хімічних елементів, їх взаємовідношень і таке інше. Взаємодія та трансформація потоків речовини, пов’язаних із різноспрямованими природними та техногенними процесами, виражається у кінцевому результаті, як міграція хімічних елементів та їх сполук в усіх складових природно-геологічного середовища, що призводить до виникнення динамічного інтегрованого геохімічного поля, об’єднуючого в єдину систему усі оболонки Землі, так чи інакше задіяні в процесі життєдіяльності людини [2, 5, 7, 8].

Вперше геохімічний зміст перетворення природи діяльністю людини і глобальну суть цього перетворення розкрив наш геніальний співвітчизник Володимир Іванович Вернадський [12, 13]. Тим самим, був закладений методологічний принцип вивчення навколишнього середовища. Доводячи необхідність розвитку прикладних геохімічних досліджень, В.І. Вернадський писав; „Подходя к научному изучению природы, мы никогда не должны и не можем забыть, что оно всегда неизбежно связано с практическим значением его в жизни человечества…. Особенно это должно чувствоваться, когда мы касаемся вопросов геохимии, где культурная жизнь человечества является могучей силой, меняющей химические явления нашей планеты. Очевидно, что изучение хода развития роста геохимического значения человечества должно повести за собой и большее проникновение человека в понимание прикладного характера научной работы» [12].

В подальшому, О.Є Ферсман назвав техногенезом геохімічний вплив промисловості і на прикладі розподілу річного видобутку металу показав, що їх нагромадження є лише тимчасовий проміжний етап процесу, кінцевим результатом якого є розсіювання речовини [81]. Також О.Є. Ферсман відмічав, що геохімічна міграція, обумовлена технічною діяльністю людини, значно перевищує по швидкості природні міграційні процеси.

Спираючись на уявлення В.І. Вернадського та О.Є. Ферсмана і розвиваючи ідеї і підходи з дослідження техногенної міграції, наміченої провідними геохіміками в області охорони природи (А.А. Беус, А.П. Виноградов, М.А. Глазовська, В.А. Ковда, В.В. Ковальський, В.К. Лукашов, А.І. Перельман, Ю.Є. Саєт, Б.Ф. Міцкевич та інші) в межах тодішнього СРСР в кінці 60-х на початку 70-х років минулого сторіччя розпочалось планове використання методів і прийомів прикладної геохімії в області екології [14, 19, 45, 47, 59, 65].

За кордоном цілеспрямовані дослідження геохімічного перетворення навколишнього середовища в результаті діяльності людини, в цей час, пов’язано з іменами Дж. Боулса, Р.Р. Брукса, Дж. Вуда, Е. Голдберга, А. Гордона, Е. Горхема, Г. Каннона, Ф. Корте, Дж. Лагорвеффа, Д. Пурвіса, Х. Уоррена, Д. Уебба, У. Ферстнера та ін.

Відомо, що в процесі розповсюдження забруднюючих речовин (полютантів) від техногенних джерел в навколишнє середовище, утворюються геохімічні аномалії (зони техногенного забруднення) котрі є своєрідними аналогами вторинних ореолів та потоків розсіювання від рудних родовищ. Така подібність дозволила застосувати для виявлення зон забруднення навколишнього середовища (техногенних геохімічних аномалій) методи геохімічних досліджень, апробованих при пошуках родовищ корисних копалин [6, 36]. Значення також мав той факт, що пошукова геохімія спиралась на експресні та недорогі хіміко-аналітичні методи масового аналізу геохімічних проб на широкий комплекс хімічних елементів (атомно-емісійний спектральний аналіз). Відмічені факти, в значній мірі, і визначили особливості подальшого розвитку еколого-геохімічних досліджень в СРСР [4].

В 1976 році в Інституті мінералогії і геохімії рідкісних елементів (ІМГРЕ, РФ, м. Москва) розпочались планомірні геохімічні дослідження навколишнього середовища в зв’язку із її перетворенням під впливом техногенезу, які отримали назву „еколого-геохімічних досліджень” (в 1980 році в Інституті був організований відділ екологічної геохімії) [3]. Необхідність таких досліджень в значній мірі визначались практичними вимогами – розробка ефективних та експресних методів оцінки стану навколишнього середовища в промислово-урбанізованих районах, і в перш за все, в межах Московської агломерації. В свою чергу, заснування такого відділу в ІМГРЕ було не випадковим, так як інститут в СРСР був провідними в галузі геохімічних досліджень.

Перший досвід методичних, дослідно-виробничих та експериментальних досліджень, довівших високу ефективність еколого-геохімічних досліджень, було отримано при екологічних дослідженнях м. Москви та її лісопаркового оточення [71]. Починаючи з середини 80-х і в 90-х роках минулого сторіччя географія еколого-геохімічних досліджень значно розширилася. Вони виконувались в промислово-урбанізованих та сільськогосподарських районах усіх куточків СРСР: Україні, Вірменії, Казахстані, Литві, Латвії, Естонії, в обласних центрах і містах Російської Федерації: Архангельська, Брянська, Курська, Московська, Рязанська, Самарівська, Тверська, Ярославська області, в Красноярському та Ставропольському краях, в Кабардино-Балкарії, Карачаєво-Черкесії, Молдавії, Північній Осетії, Удмуртії.

Як не парадоксально, але важливу роль в розвитку еколого-геохімічних досліджень в Україні відіграла Чорнобильська катастрофа, котра привернула увагу усієї громадськості і держави до важливості вирішення екологічних проблем ще на стадії їх зародження, а також на стадії володіння інформацією екологічного змісту для прийняття природоохоронних рішень.

Починаючи з 1986 року в Україні виконується ряд еколого-геохімічних та радіоекологічних досліджень, котрі знайшли своє продовження і в перші роки її незалежності − В.П. Дудкін та ін. (1989, 1997, 2000); А.І. Оставненко та ін. (1989, 1990); М.М. Лисяний та ін.. (1990); С.М. Сукоркін та ін. (1990); В.Д. Мякшило та ін., (1993); С.І. Киреєв та ін.. (1993); Л.П. Корольова та ін. (1998); С.В. Шевченко та ін. (1999, 2005); А.М. Тарасов та ін. (2007).

Державною геологічною службою України під керівництвом Д.С. Гурського були прийняті рішення про виконання еколого-геохімічного картування обласних центрів і найбільших промислових міст України − В.Р. Клос та ін. (1991, 1992, 1994, 1995, 2003); В.Д. Нагалюк та ін. (1993); В.Ю. Юрченко та ін. (2002); Л.П. Гавриленко та ін. (2007), а також включено еколого-геохімічні дослідження в перелік обов’язкових робіт при геолого-розвідувальних роботах різного масштабу [15, 49, 50, 51, 63, 64, 67]. На основі вище згаданих досліджень була розроблена принципова схема геохімічного вивчення навколишнього середовища для різних типів функціонального використання територій, природних систем та їх компонентів [16, 17, 51−58, 80]. Створені методичні розробки отримали широке застосування в практику робіт з оцінки стану навколишнього середовища в різних регіонах, виконаних різними організаціями [26, 27].

Визначна роль у становленні екологічної геохімії в Україні належить провідним вченим Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України. В своїх працях такі вчені як Б.Ф. Міцкевич, Е.Я. Жовинський, І.В. Кураєва, Н.О. Крюченко та інші розробили теоретичні і практичні основи застосування геохімічних методів досліджень для вирішення екологічних проблем і питань [28-30, 59].

На протязі останніх десятиріч за кордоном геохімії відводять особливо важливу роль при вивченні екологічних питань. Розробивши на основі комп’ютеризації високоточну апаратуру і методичну базу, західний світ отримав унікальну можливість виконання глибоких аналітичних досліджень об’єктів довкілля та виконання багатокомпонентного екологічного моніторингу. Але виходячи із Інтернет ресурсів щодо сучасних напрямків досліджень довкілля, можна сказати, що екологічній геохімії, як самостійному фундаментальному напрямку там не приділяється належної уваги. Цей напрямок розпорошений серед різних прикладних наук і базується на поглиблених хімічних та фізичних знаннях окремих процесів, явищ та даних пошукової геохімії.

Інформація з еколого-геохімічного напрямку досліджень, в своїй більшості, публікується в спеціалізованих журналах і відображає хіміко-аналітичний матеріал по поведінці забруднюючих речовин в навколишньому середовищі. По самих приблизних оцінках в світі щомісячно виходить не менше 500 статей еколого-геохімічного профілю [34].

В цілому, за кордоном усі друковані матеріали із екологічного стану навколишнього середовища можна розділити на три великі класи: інформація про результати експериментального вивчення поведінки токсикантів в модельних системах та їх взаємодія з параметрами середовища; інформація про реакцію біогеоценозів та геосистем на характер забруднення; роботи узагальнюючого характеру про стан тої чи іншої проблеми, чи зміни забруднюючих речовин в просторі та часі.

Особливе місце займають багато чисельні електронні комплексні бази даних та Інтернет атласи навколишнього середовища, котрі являють собою комплекти карт природної направленості [93, 98]. Огляд найбільших таких атласів та національних баз даних різних країн приведений в роботах М. Москаленка [61].

За останні 10–20 років екогеохімія збагатилась узагальнюючими роботами, особливо європейської школи, на основі традиційних підходів. В країнах об’єднаної Європи Геологічними службами в 2002 році заснована Група експертів-геохіміків (Geochemistry Expert Group – GEG) на чолі із Раймоном Клеменсом (Геологічна служба Норвегії) котра визначає головні напрямки розвитку геохімічних досліджень в Європі. Провідним напрямком роботи групи є застосування геохімічних методів досліджень при вирішенні екологічних питань. Свідченням цього є виконання таких робіт як: створення Геохімічного атласу Європи за програмою FOREGS (Geochemical Baseline Mapping) [93, 98]; геохімічне картування сільськогосподарських та пасовищних земель Європи (Geochemical Mapping of Agricultural Soils and Grazing Lands in Europe – GEMAS) [99, 100]; геохімія бутильованих вод Європи (Geochemistry of European Bottled Water) [97]; проект з геохімії міських середовищ (Urban Geochemistry Еnvironment – URGE, діючий проект).

Сьогодні в Україні не приділяється належної уваги проблемі геохімічного забруднення навколишнього середовища, більша частина численних узагальнень з цієї проблеми носить теоретичний характер. В той же час, визначення просторової структури розподілу осередків геохімічного забруднення, виявлення джерел шкідливого впливу їх розмірів та надання оцінки цьому впливу є важливим завданням держави. Вирішення цих питань необхідне для вироблення ефективних природоохоронних заходів направлених на ліквідацію, зменшення та попередження негативного впливу техногенного забруднення на навколишнє середовище та населення.

* 1. **Головні джерела забруднення навколишнього середовища міських агломерацій**

В результаті різних видів діяльності людини створюється велика кількість відходів. Більша частина цих відходів утворюється в містах, де скупчено проживає велика кількість населення та зосереджена головна маса промислових виробництв. Не зважаючи на велику кількість літератури котра характеризує відходи та їх хімічний склад, особливо токсичних інгредієнтів, вивчені вони недостатньо.

Хімічний склад відходів надзвичайно різноманітний. Їх характерною рисою є наявність нагромадження широкої асоціації хімічних елементів, яка визначається специфікою виробничої та побутової діяльності населення. Найбільш розповсюдженими хімічними елементами у відходах є Zn, Cu, Cd, Hg, Pb, Ag, Sn, Cr, Ni [69, 72, 78, 88]. Для кожного виду діяльності людини характерна певна асоціація нагромадження хімічних елементів. Разом з тим, геохімічні асоціації елементів в промислових та побутових відходах досить схожі. Загальною їх рисою є велика комплексність складу. Важливе значення при визначенні антропогенної геохімічної спеціалізації територій різного господарського призначення мають особливості технологій розташованих тут виробництв, а також види та обсяги промислових відходів цих виробництв та їх геохімічна спеціалізація (табл. 1.1) [78]. Як видно з таблиці, для виробництв зв’язаних з первинною чи вторинною переробкою неорганічних матеріалів (металообробка, енергетика та ін.) характерна концентрація хімічних елементів в усіх типах відходів (тверді, пилові, стоки). При цьому якісний склад асоціацій хімічних елементів-забруднювачів близький. Для виробництв котрі обробляють органічну сировину (харчова, легка), більш характерним є нагромадження хімічних елементів в стоках. Значна кількість твердих та рідких відходів утилізується. В Україні найбільш повно використовується лом металів, відходи харчової і м’ясомолочної промисловості, відходи паперу, текстилю, масло- і нафтовміщуючі продукти. Більша частина не утилізованих відходів вивозиться на звалища, в результаті чого, поблизу від населених пунктів, концентруються великі маси промислового та побутового сміття збагаченого важкими металами. Уявлення про геохімічний склад побутового сміття дають золо-шлакові відходи після його спалювання на спеціалізованих сміттєспалювальних заводах (середній коефіцієнт концентрації відносно кларку літосфери − Кс), Кс: Ві (300−1300), Ag (86−300), Sn (80−720), Pb (97−116), Cd (38−923), Sb (60−180), Cu (32−85), Zn (22−68), Cr (7−20), Hg (5−10) [73, 74].

Таблиця 1.1

**Асоціації хімічних елементів в промислових відходах [**78**]**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Промис-ловість | Виробництво | Тверді відходи (шлаки) | | Викиди в атмосферу (пил) | | Стічні  води \*\* |
| \* (10 000-1000) х n | (100-10)х n | (10 000-1000) х n | (100-10)хn |
| Чорна  металургія | Доменне | W | **Se**,***B***,Be,P,Bi |  | **Zn**,*V,Mn* | Fe |
| Сталеплави-льне |  | **Pb**,***Cr***,*V,Mn*,P |  | **Pb,Zn,F**,***Cr,Ni,Cu***  *Mn,*,Fe | ***F***,*Zn,Cr*,Fe |
| Феросплавне |  | ***Cr***, *Mn*, F | *Cr* | **Zn**,*Mn* | ***F*** |
| Кольоро-ва  металур-гія | Мідне |  | **P,Zn,As**,***Cu*** | **Pb,Zn.Cd,As,**  ***Cu,Sb***,Bi | S | *Zn,Cu,Ni*,Fe |
| Нікелеве |  | **Zn*,Cr,Co,***  ***Cu,Ni*** | Co,Ni,Cu,  Ag | **Zn,As,Pb**,S | *Ni,Cu*,Fe |
| Машино-будіівна і  метало-обробна | Гальванічне | **Cd**,***Cr,Ni,***  ***Cu,Mo***,*W* | **F,Zn,Pb,**  *Co,V,Mn* |  |  | Cd,Ag,*Cu,Zn*  *Ni,Mn,Cr*,Fe |
| Механічна обробка |  | ***Cr,Co,Ni,Cu,B*** |  |  |  |
| Хімічна | Нафто-хімічне |  | **Hg,Zn**,***Cr,Co***, Ag |  |  | *Cr,Mn,Cu*,Fe |
| Синтетичного каучуку |  | **Zn**,*V* |  | **Zn** | F,Al,*V,Cu,Zn* |
| Лакофарбове | **Zn**,Ag,Bi | **As**,***Cr,Co,Cu***  ***Sb,Mo,B***,*Ba,*  *V,Mn*,Ti,Sn | **Zn**,***Cr*** |  | ***Cr,Ni,Cu***,  Ti,Fe |
| Енерге-тична | ТЕЦ на вугіллі | **Pb**,Mo,Sb,  Ge | **Zn,As,Cd,Se**, ***B,***  ***Co,Cu,***Sr,Ba,W,  Be,Ga,La,Tl,Li,  Rb,Ag,Sn,Bi |  | **Se,As,Cd**,***B,Mo,***  ***Sb***,Be,Ge,Ag,Sn | ***F,V,Ni,Cu,***  ***Zn,***Fe |
| ТЕЦ на мазуті |  | **Se,Pb,Cd**,***Co, Ni,***  ***Sb,Cr,Cu***,Ag, Tl |  | **Se,Cd**,***Co,Ni,Cr,***  ***Cu,Sb,Mo*** | *F,Cu,Ni,V*,Fe |
| Будівель-них мате-ріалів | Цементне |  | **Zn,Pb*,Cu*** |  | **Pb**,***Mo*** |  |
| Лісопере-робна | Целюлозно-папe. |  | **Hg,Pb,Se**,Ag |  |  | *Al,Mn*,Fe |
| Лісохімічне |  | Be |  |  | *Cu*,Fe |
| Полігра-фічна | Поліграфічне |  |  | **Zn,Pb**,***Sb***,Sn |  | ***Al,Pb***,*Cr,Cu,*  *Zn,*Fe |
| Легка | Трикотажне |  | ***Cr*** |  |  | *Cr*,Fe |
| Шкірне |  | ***Cr*** |  |  | *Cr* |
| Харчова | Мясне та птахо-  переробне |  |  |  |  | *Cr,Mn*,Fe |

Примітка**:** \*- для твердих та пилових відходів розраховані Кс відносно кларку ґрунтів [89]; \*\*- для стічних вод вказані елементи з максимальними вмістами; **Zn,Pb** - елементи І класу небезпеки; ***Cu,Sb*** - елементи ІІ класу небезпеки; *Ni,Mn* - елементи ІІІ класу небезпеки; Ti,Sn - елементи не визначеної небезпеки.

Золо-шлакові відходи сміттєспалювального заводу "Енергія" в м. Київ характеризуються ураганним вмістом наступних важких металів (відносно кларку ґрунтів− Кс): Аg–100; Сd–70; Zn–50; Sn–50; Pb–25; Sb–12; Cu–10 [41].

В своїй більшості, звалища побутового та промислового сміття є потенційними джерелами надходження металів в підземні та поверхневі води, а також в прилягаючі ґрунти. Для деяких видів промислових відходів, наприклад для гальванічних шламів, Кс: Cd–7690; Ві–3330; Sn–1600; Cu –75; Cr–190; Zn– 14; Pb–125; Ag–115; Ni–50 [72], не встановлені шляхи їх утилізації, що не дозволяє контролювати обсяги відходів та їх надходження в довкілля. Високими концентраціями багатьох хімічних елементів вирізняються комунально-побутові відходи – тверді побутові відходи та осади міських очисних споруд. Наприклад мули київських очисних споруд комунальних стоків збагачені такими хімічними елементами як, Кс: (Cd, Hg, Ag) 300–100; (Cr, Sn, Zn, Pb, Cu, Ni) 100–20 [38]. Комунально-побутові та промислові стоки після очистки, а інколи і на пряму, скидаються у поверхневі води водостоків та водойм. При цьому, завислі речовини здебільшого очищуються не повністю, що призводить до забруднення донних відкладів водойм важкими металами (табл. 1.1). Розчинені метали також не повністю затримуються очисними спорудами.

Газові та пило-газові викиди від працюючого обладнання (організовані та неорганізовані викиди) надходячи в атмосферу спричиняють її забруднення (табл. 1.1). Викиди від автотранспорту також є потужним джерелом забруднення атмосфери урбанізованих територій. Автотранспорт, окрім угарного газу, оксидів азоту та вуглеводнів, з викидами та пилом із проїжджої частини в довкілля привносяться нафтопродукти, Pb, Cu, Cr, Ni, Cd, Tl та бенза-перен [41, 72]. Всього у викидах від автотранспорту нараховується більше 200 хімічних сполук та елементів. В історичному центрі м. Києва викиди від автотранспорту разом із пилом із проїжджої частини доріг привносять в довкілля наступні сполуки, Кс: нафтопродукти – 318; Zn–5; Ag–5, Pb–4, Mo–3, а з талими водами снігу (середній коефіцієнт концентрації відносно фону поверхневих вод регіону, Ксв: Tl–36, Cu–14, Li–11, Pb–8, Cd–8, нафтопродукти–7 [41]. Таким чином, викиди, стоки та тверді промислові і побутові відходи визначають сучасну якість атмосфери, поверхневих та ґрунтових вод, поверхневих та донних відкладів в урбанізованих зонах та на прилеглих територіях. При цьому, тверді відходи утворюють фіксовані нагромадження хімічних елементів – джерело забруднення ґрунтів та вод.

Аналіз даних за складом та концентрацією хімічних елементів у викидах, стоках та твердих відходах показує, що практично усі види людської діяльності формують відходи з аномальним вмістом широкого комплексу хімічних елементів, які є джерелами забруднення навколишнього середовища. Для оцінки еколого-геохімічного впливу того чи іншого джерела забруднення, необхідний більш точний облік маси хімічних елементів, який подається ним в довкілля, а для урбанізованих територій, такий облік можливий за умови аналізу результуючого впливу джерел забруднення. Прямий облік такого техногенного навантаження поки що виконати неможливо. Оцінити його можна за допомогою не прямих методів на основі досліджень геохімічних аномалій в навколишньому середовищі урбанізованих територій. При цьому необхідно враховувати наступні обставини: забруднення в повітрі не нагромаджується, тоді як в водних системах та поверхневих відкладах воно може депонуватись на довгий час; забруднення викидами та стоками є розсіяним, тоді як твердими відходами воно є строго локалізованим; поверхневі відклади (ґрунти) є багаторічним депонентом забруднення [57, 76, 77].

Крім того, необхідно правильно оцінювати виявлене забруднення в середовищах довкілля, розрізняючи його за екологічною дією на людину та біоту – пряма чи віддалена. Пряма екологічна дія забруднення призводить до безпосереднього погіршення якості життя сьогодні (забруднення атмосфери проживання, вживаної води та продуктів харчування). Віддалена екологічна дія забруднення призводить до погіршення якості життя в перспективі (забруднення територій твердими промисловими відходами, ґрунтів випадіннями із атмосфери і тому подібне) [57, 72].

**1.3. Підсумки**

У розділі проаналізовано історію еколого-геохімічних досліджень та надано інформацію про головні джерела забруднення навколишнього середовища міських агломерацій з зазначенням асоціації хімічних елементів у відходах різних галузей промисловості.

Ідеї і підходи з дослідження техногенної міграції були закладені В.І. Вернадським, О.Є. Ферсманом, О.О. Бєусом, А.П. Виноградовим, М.О. Глазовською, В.А. Ковдою, В.В. Ковальським, В.К. Лукашовим, О.І. Перельманом, Ю.Є. Саєтом, Б.Ф. Міцкевичем та іншими). В кінці 60-х на початку 70-х років минулого сторіччя розпочалось планове використання методичних пвдходів прикладної геохімії в області екології. Починаючи з 1986 року в Україні виконується ряд еколого-геохімічних досліджень - В.П. Дудкін та ін. (1989, 1997, 2000); А.І. Оставненко та ін. (1989, 1990); М.М. Лисяний та ін. (1990); С.Н. Сукоркин та ін. (1990); В.Р. Клос та ін. (1991, 1994); С.В. Шевченко та ін. (1999, 2005); Е.Я. Жовинський, І.В. Кураєва, Н.О. Крюченко (1991- до сьогодні). В 2002 році заснована Група експертів-геохіміків (Geochemistry Expert Group - GEG), котра визначає головні напрямки розвитку геохімічних досліджень в Європі було створено Геохімічний атлас Європи, проведено геохімічне картування сільськогосподарських та пасовищних земель Європи та виконується проект з геохімії міських середовищ, одним з авторів якого є здобувач.

В розділі надано інформацію про головні джерела забруднення навколишнього середовища міських агломерацій з зазначенням асоціації хімічних елементів у відходах, викидах та стоках підприємств різних галузей промисловості.

Сьогодні в Україні не приділяється належної уваги проблемі геохімічного забруднення навколишнього середовища, більша частина численних узагальнень з цієї проблеми носить теоретичний характер. В той же час, вирішення питань просторової структури розподілу забруднення, виявлення його джерел та надання оцінки негативного впливу є необхідною умовою для вироблення ефективних природоохоронних заходів направлених на ліквідацію, зменшення та попередження негативного впливу техногенного забруднення на навколишнє середовище та населення.