

*М. Ю. Журавель¹, О. М. Дрозд²,
Д. В. Дядін³, Т. О. Клочко⁴*

¹ТОВ «СВНЦ Інтелект-сервіс ЛТД»

²Національний науковий центр

«Інститут агрохімії та ґрунтознавства
імені О.Н. Соколовського»

³Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова

⁴Національний аерокосмічний університет
ім. М. Є. Жуковського «Харківський
авіаційний інститут»

ЕКОЛОГО-ГЕОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ҐРУНТІВ РЕКУЛЬТИВОВАНИХ БУРОВИХ МАЙДАНЧИКІВ НАФТОГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН

У роботі розглянуто геохімічні особливості трансформації ґрунтів після проведення рекультивації бурових майданчиків нафтогазовидобувних свердловин. На основі комплексних досліджень встановлено просторово-часові закономірності формування техногенних геохімічних аномалій.

Ключові слова: нафтогазовидобуток, ґрунти, бурові майданчики, рекультивация, забруднення

В работе рассматриваются геохимические особенности трансформации почв после проведения рекультивации буровых площадок нефтегазодобывающих скважин. На основе комплексных исследований установлены пространственно-временные закономерности формирования техногенных геохимических аномалий.

Ключевые слова: нефтегазодобыча, почвы, площадки бурения, рекультивация, загрязнение

The paper focuses on geochemistry of soils on reclaimed drilling sites of oil-gas extraction wells. Spatial and temporal patterns of geochemical anomalies were identified.

Key words: oil and gas production, soils, drilling sites, reclamation, contamination

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими або практичними завданнями. Стратегією національної екологічної політики України на період до 2020 року [9] визначено необхідність удосконалення регіональної екологічної політики, що передбачає проведення класифікації регіонів за рівнями техногенно-екологічних ризиків, створення відповідних банків геоінформаційних даних і карт. Основними інструментами реалізації національної екологічної політики серед інших є моніторинг стану довкілля та контроль у сфері охорони навколишнього природного середовища і забезпечення екологічної безпеки.

За даними ДНВП «Геоінформ України» на державному обліку знаходиться 9720 нафтових та газових свердловин [2]. Розробка і експлуатація нафтогазових родовищ традиційно розглядається як один з найбільш небезпечних для навколишнього середовища вид виробничої діяльності, оскільки має комплексний характер та супроводжується неминучими просторово-часовими техногенними змінами усіх компонентів довкілля [1, 3, 7, 8, 11, 12]. Тимчасове вилучення земель із сільськогосподарського обігу для будівництва або капітального ремонту свердловин може мати такі негативні наслідки, як погіршення агрофізичних, агрохімічних властивостей та забруднення важкими металами ґрунтів рекультивованих бурових майданчиків. Прояви деградації ґрунтового покриву такої штучно створеної системи агроландшафту є стійкими і довготривалими, як наслідок, спостерігається зниження родючості ґрунтів, а в окремих випадках і повна її втрата [8, 13].

Науковими дослідженнями доведено, що геохімічна трансформація ґрунтів починається вже на стадії будівництва бурових майданчиків [11, 14]. Серед основних чинників – докорінна зміна природної будови профілю ґрунту, утворення значної кількості рідких і твердих відходів будівництва свердловин, що містять широкий спектр різноманітних за складом і властивостями компонентів, в тому числі екотоксикантів, застосування полікомпонентних бурових розчинів тощо [7, 8, 11]. Характер їх впливу на геохімічний склад ґрунтів може зумовлювати формування складних геохімічних ореолів. Бурові майданчики чітко вирізняються по космічним знімкам площинними аномаліями різних тонів, що займають досить значну площу в агроландшафтах [4, 5].

Провідним нафтогазовидобувним регіоном України є Полтавська область, де видобувається близько 40% українського газу та 15% нафти. Перспективним напрямком діяльності нафтогазовидобувних підприємств є видобування нетрадиційного газу, ресурси якого на території області за прогностичними оцінками складають 1,9 трлн. куб. м [10]. Ліцензійні ділянки родовищ, розташовані переважно на ріллі, ґрунтовий покрив представлено чорноземними різновидами. У зв'язку з цим, дослідження еколого-геохімічних особливостей ґрунтів рекультивованих бурових майданчиків нафтогазових свердловин є необхідним етапом комплексних моніторингових досліджень, яким необхідно приділяти особливу увагу.

Мета і завдання досліджень. Мета дослідження – визначити геохімічні особливості трансформації ґрунтів після проведення рекультивації бурових майданчиків нафтогазовидобувних свердловин.

Основними завданнями роботи є:

- на основі даних дистанційного зондування Землі виявити площинні ореоли техногенних змін в агроландшафтах;
- визначити ймовірні складові процесів, що зумовили геохімічну трансформацію ґрунтів впродовж періоду експлуатації родовищ;
- провести натурні дослідження ґрунтів на фонових та рекультивованих ділянках, визначити ступінь та характер прояву техногенної трансформації;

- визначити геохімічну специфіку техногенно трансформованих ґрунтів на рекультивованих бурових майданчиках.

Матеріали і методика досліджень. Основою дослідження є результати еколого-геохімічних та агроекологічних досліджень ґрунтів бурових майданчиків Ігнатовського, Мовчанівського, Новомиколаївського і Руденківського родовищ та Заплавської площі, які належать до Новомиколаївської групи родовищ південного борту Дніпровсько-Донецької западини. Пошукове та експлуатаційне буріння на цих родовищах проводиться більше 50 років, що дозволяє оцінити різновікові аспекти утворення техноземів. До 1994 року на цій території проводилося буріння в рамках етапів пошуку та розвідки родовищ, а також дослідно-виробничої експлуатації за технологіями радянського періоду. З 1994 року ліцензії на розробку отримала нова компанія, яка впровадила сучасні міжнародні технології буріння і видобутку.

У роботі були використані матеріали моніторингу стану ґрунтового покриву, що проводиться компанією ТОВ «СВНЦ Інтеллект-сервіс ЛТД» на території Новомиколаївської групи родовищ за період 2009-2016 рр. Всього було обстежено понад 50 бурових майданчиків.

Типи ґрунтів, що переважають – чорноземи звичайні середньо- та важко суглинкові. На кожному майданчику відбирали від 6 до 12 проб на рекультивованій ділянці та фоновій з орного (0–30 см) та підорного горизонтів (30-60 см). У пробах ґрунту в атестованих лабораторіях визначали гранулометричний склад, вміст гумусу, поживних речовин, катіонно-аніонний склад водної витяжки ґрунту за стандартизованими та атестованими методиками. Вміст валових та рухомих форм хімічних елементів визначали методами емісійного спектрального, рентген-флуоресцентного та атомно-адсорбційного аналізів.

Обробка отриманих результатів та визначення зв'язків еколого-геохімічних, агроекологічних показників та відбиваючих характеристик поверхні ґрунтів рекультивованих бурових майданчиків виконували за допомогою статистичних аналізів, у тому числі факторного та кластерного.

Результати досліджень та їх обговорення. На стадії попереднього дослідження при складанні концептуальної моделі потенційного забруднення ліцензійної ділянки для визначення виду, місць і зони забруднення застосовано матеріали дистанційного зондування Землі. Фонд таких матеріалів доступний для використання у мережі Інтернет. Зони техногенного впливу ідентифіковано за своєю «прив'язкою», що відображає технологію пошуку та експлуатації родовищ. Розміри земельних майданчиків, які відводяться під одну свердловину на період буріння, можуть сягати 2,5–3,5 га, що обумовило розмір полігонів потенційних зон впливу навколо свердловин радіусом 150 м, які були створені у середовищі ArcGIS. Для кожної з точок відбору проб, розташованих на свердловині ми створили базу даних в Microsoft Excel, яка включала отримані статистичні дані спектральних характеристик рекультивованих точок та фонових ділянок.

Бурові майданчики, що активно експлуатувалися у 70-80 роки ХХ століття, чітко вирізняються на космічних знімках площинними аномаліями різних тонів (рис. 1). Ореоли розсіювання залишків будівельних та бурових матеріалів від гирла свердловини вздовж ріллі можуть займати відстань 100 і більше метрів.



Рис. 1. Візуальні відмінності у кольорі території рекультивованого майданчика і фоновій ділянці

На етапі буріння свердловин при приготуванні бурових розчинів застосовуються великі об'єми природних мінеральних компонентів та штучних хімічних речовин. До них у першу чергу належать глинопорошок (бентонітові глини), вапняки або крейда (CaCO_3), барит (BaSO_4) і галіт (NaCl). За часів СРСР майже весь баритовий концентрат, що використовувався в Україні, централізовано поставлявся з Кавказу та Середньої Азії, де вироблявся з сульфідного бариту поліметалічних родовищ. Це означає, що на старих свердловинах, рекультивованих до 1990-х років, у складі баритового концентрату слід очікувати домішки мінералів сульфідної асоціації з високим вмістом Pb, Sb, As, Zn, Mo, Ag. Наразі сучасні виробники бариту, основні з яких зосереджені в Китаї, Індії, Туреччині та Марокко, намагаються використовувати чистий флотаційний барит. Згідно загальноприйнятих вимог Американського інституту нафти і газу (API) у бариті нормується лише сумарний вміст водорозчинних лужноземельних металів, який не повинен перевищувати 250 мг/кг [14].

Аналіз архівних матеріалів буріння по свердловинам Новомиколаївської групи родовищ показав, що на території основними компонентами бурових розчинів до 1990-х років виступали бентонітовий глинопорошок, крейда, хлористий кальцій, в якості другорядних компонентів – хромпик, графіт, дизпаливо, окзил, поліетиленовий порошок, каустична сода, нафта, карбоксиметилцелюлоза (КМЦ), конденсована сульфід-спиртова барда (КССБ). В якості обважнювачів бурових розчинів використовували крейду, а на великих глибинах за умов виникнення або очікування газопроявів – гематит і барит. Інформація щодо об'ємів використання обважнювачів в минулих роках відсутня, але згідно проектів на буріння у залежності від глибини свердловини та складності буріння на буровий майданчик завозилося від 100 до 1000 тон цих реагентів.

Для визначення показників забруднення ґрунтів мінеральними компонентами бурових розчинів ми проаналізували на вміст макро- і мікроелементів зразки бариту, вапняку та глинопорошку, що використовуються на Новомиколаївській групі родовищ. За результатами аналізу були побудовані геохімічні спектри коефіцієнтів накопичення та розсіювання хімічних

елементів для глинопорошку та бариту, які порівнювались із показниками місцевого фону чорноземних ґрунтів на території досліджень (рис. 2).

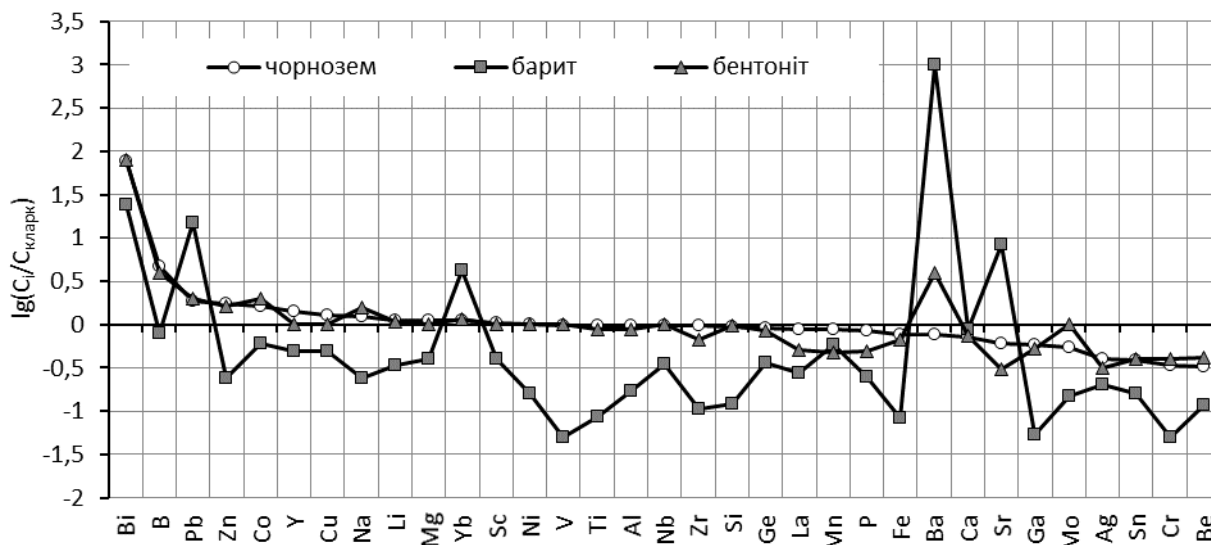


Рис. 2. Логарифми коефіцієнтів концентрацій хімічних елементів у компонентах бурових розчинів у порівнянні з фоном складом чорноземів

Останні визначалися шляхом усереднення валових концентрацій елементів у пробах, відібраних на віддалених від свердловин ділянках ріллі, що не зазнали впливу від бурових майданчиків і рекультивації. Коефіцієнти концентрації розраховували як відношення вмісту елементу в речовині до кларку в земній корі і представили їх у логарифмічній формі для зручності візуалізації:

$$K = \lg \frac{C_i}{C_{\text{кларк}}} \quad (1)$$

де K – коефіцієнт концентрації, C_i – вміст елементу в ґрунті, $C_{\text{кларк}}$ – кларк елементу в земній корі.

Хімічний склад бентонітового глинопорошку виявився дуже близьким до фонових показників чорноземних ґрунтів за вмістом майже всіх елементів, окрім трохи підвищених концентрацій Ba та Mo і понижених концентрацій Mn, P, Sr. Обидва зразки бариту виявилися дуже схожими за хімічним складом – на фоні переважаючого елементу барію, який становить до 60 % валового вмісту, відмічається підвищений вміст стронцію, а також свинцю, ітербію, срібла, які є типовими компонентами мінеральних сульфідних асоціацій.

Таким чином, геохімічними ознаками потрапляння мінеральних компонентів бурових розчинів на ґрунти бурових майданчиків будуть такі:

а) підвищення складової глинистої фракції в ґрунтах на фоні незначного збільшення вмісту барію (вплив глинопорошку);

б) зміна мінерального складу ґрунтів з силікатного на карбонатний за рахунок залишків крейди;

в) різке підвищення вмісту барію та супутніх важких металів у місцях зберігання бариту та протікання бурових розчинів в ореолах розсіювання від бурових амбарів.

Рекультивация земель є обов'язковою складовою технологічних процесів, пов'язаних з відновленням порушених земель. Рекультивацию необхідно здійснювати в два послідовних етапи: технічний і біологічний, що регламентується відповідними нормативними документами [6]. Процеси рекультивации, характерні для радянських часів, включали вирівнювання мінеральної маси бурового майданчика без вилучення залишків компонентів бурових розчинів, перекриття мінерального ґрунту бурового майданчика шаром гумусового горизонту, що складавався по периферії майданчика (від 10 до 40 см), біологічна рекультивация не проводилась. Землі бурових майданчиків використовувались для землеробства відразу після рекультивации.

Результатом рекультивации є формування техноземів – складних полікомпонентних органо-мінеральних систем, склад і властивості яких формуються в результаті взаємодії природної (суміш вихідних генетичних горизонтів, ґрунтоутворних порід і флюїдів) і техногенної (технологічні реагенти, компоненти бурових розчинів) складових, що багато в чому визначає рівень ґрунтової родючості, напрямок та інтенсивність ґрунтоутворюючого процесу [6, 7]. Серед основних негативних наслідків які, як правило, з'являються після рекультивации ґрунтів і повернення їх землевласнику є зміна потужності гумусового горизонту, реакції середовища ґрунту, сольового складу, агрофізичних властивостей, забруднення ґрунту та його ущільнення.

Вивчення особливостей зміни морфологічних ознак рекультивованих ґрунтів бурових майданчиків як радянських часів так і сучасного періоду показує, що причиною даних змін можуть бути як механічні, так і геохімічні впливи, виокремити кожен з яких неможливо, оскільки вони, як правило, діють одночасно. Механічні зміни істотні вже на етапі облаштування майданчика, прокладання доріг і будівництва інших технічних об'єктів, а також при рекультивации. В результаті відбувається перемішування верхніх вихідних генетичних горизонтів, при незмінних нижніх, що призводить до зменшення ґрунтового профілю. При механічному порушенні перемішаний шар складається з різних за кольором, розміром та структурою часток вихідних генетичних горизонтів. Набуті морфологічні зміни є стійкими протягом тривалого періоду післядії. Геохімічні порушення можуть бути пов'язані з додатковим надходженням компонентів бурових розчинів, накопиченням та розсіюванням на майданчику мінеральної маси вибурених порід, привнесенням компонентів ґрунтоутворної породи або надходження у ґрунти нафтопродуктів, мінералізованих пластових вод, бурових розчинів тощо, що відбувається, зазвичай, в результаті недосконалості або порушення технології, низької якості, зношення обладнання, аварійних ситуацій і т. ін. Найбільш зумовлені геохімічними змінами такі морфологічні ознаки, як колір ґрунтів (неоднорідність забарвлення та контрастність в межах трансформованого шару), зміна їх структури, утворення сегрегації заліза в формі вохристих плям, посилення процесів оглеєння тощо. В результаті рекультивации відбувається зміна положення геохімічних бар'єрів, що проявляється у зміні реакції рН з нейтральної (властива фоновим ґрунтам) на слаболужну.

Рекультивовані ґрунти є істотно ущільненими відносно фонових. Ущільнення відбувається внаслідок надмірного тиску на ґрунт ходовими системами транспортних засобів та іншої техніки і значно посилюється при виконанні великих об'ємів земляних робіт на обмежених площах в умовах підвищеної вологості ґрунту та повної відсутності біологічної рекультивации. При цьому ущільнюється не тільки верхній, кореневмісний шар ґрунту, але й нижні глибокі горизонти (30–60 см). Під час будівництва свердловини вони, фактично, підстилають поверхню, а в процесі рекультивации на етапі планування додатково ущільнюються важкою технікою. Тривалими

дослідженнями встановлено, що щільність орного шару рекультивованих ґрунтів, як правило, перевищує оптимальні значення на 0,1–0,15 г/см³ (в окремих випадках на 0,2 г/см³), а підорного – на 0,25–0,3 г/см³ [5]. Щільний ґрунт у сухому стані чинить великий опір кореневій системі рослин, погано фільтрує воду, для обробітку потребує додаткових витрат. Вологоємкість ущільненого ґрунту є гіршою, ніж у природному розпушеному стані. У зв'язку з цим рослини постійно відчувають дефіцит необхідної вологи.

Властивості гумусованого шару успадковуються від зональних ґрунтів, тому вони дуже різні. Потужність гумусованого горизонту значно зменшується і, в окремих випадках, може становити 30–40 см (здебільшого характерно для ґрунтів бурових майданчиків радянського періоду). Спостерігається також неоднорідність вмісту гумусу, внаслідок потрапляння до гумусованого горизонту домішок вихідних генетичних горизонтів зональних ґрунтів.

Процеси формування техноземів на майданчиках радянського періоду та на сучасних рекультивованих майданчиках абсолютно різні за хімізмом ґрунтів. Радянські майданчики, що рекультивовані зі значними порушеннями, мають переважно кальцито-баритовий тип техноземів з аномальним накопиченням важких металів. Рекультивовані сучасні майданчики, з додержанням технологій, характеризуються ґрунтами дуже близькими за хімізмом до фонових непорушених ґрунтів. Оцінка варіації коефіцієнтів концентрацій хімічних елементів на ділянках показує, що значних коливань не відбувається. Коефіцієнти варіації, розраховані як відношення середньоквадратичного відхилення до середнього значення, не перевищували 30%, а для переважної більшості елементів – 10%. Найпомітнішу варіацію серед усіх мали Li та Ba. Такий розподіл варіації різко відрізняється від аналогічних даних на ділянках свердловин, рекультивованих до 1994 року, що свідчить про невисокий ступінь трансформованості ґрунтового шару на ділянках рекультивації свердловин. Незначна варіація і відсутність геохімічних аномалій є безпосередньою ознакою відсутності забруднення ґрунту на бурових майданчиках.

Факторні та кластерні моделі розподілу хімічних елементів у рекультивованих ґрунтах бурових майданчиків були створені на основі опрацювання даних методами багатовимірного статистичного аналізу. Вони описують основні процеси, що описують суттєві зміни мінерального субстрату. В наведеній факторній структурі показується вага фактору в сумі варіацій компонентів матриці (38,3%) та в чисельнику – компоненти, які мають статистично значущі величини накопичення в субстраті, а в знаменнику – компоненти, які взаємодіють зменшують свої концентрації:

$$F_{1,38,3} \frac{\text{Ba Ca Pb Ag Mo Zn Li}}{\text{Si P Ti V}}$$

Переважаючим процесом формування техноземів на бурових майданчиках є накопичення в складі переважаючої силікатної основи ґрунту значних об'ємів кальциту та бариту (рис. 3). З боку мікроелементів цей процес описується аномальним накопиченням сульфідних металів Pb, Ag, Mo, Zn на фоні зменшення вмісту елементів, характерних для акцесорних мінералів лесоподібних суглинків – Si, P, Ti, V. Процес формування техноземів із аномально високим вмістом кальцію та барію у комплексі з аномальним накопиченням сульфідних металів виявлений на бурових

майданчиках радянського періоду (св.№10P, 15P, 16H, 21P, 23), де застосовувався кавказький та середньоазійський барит.

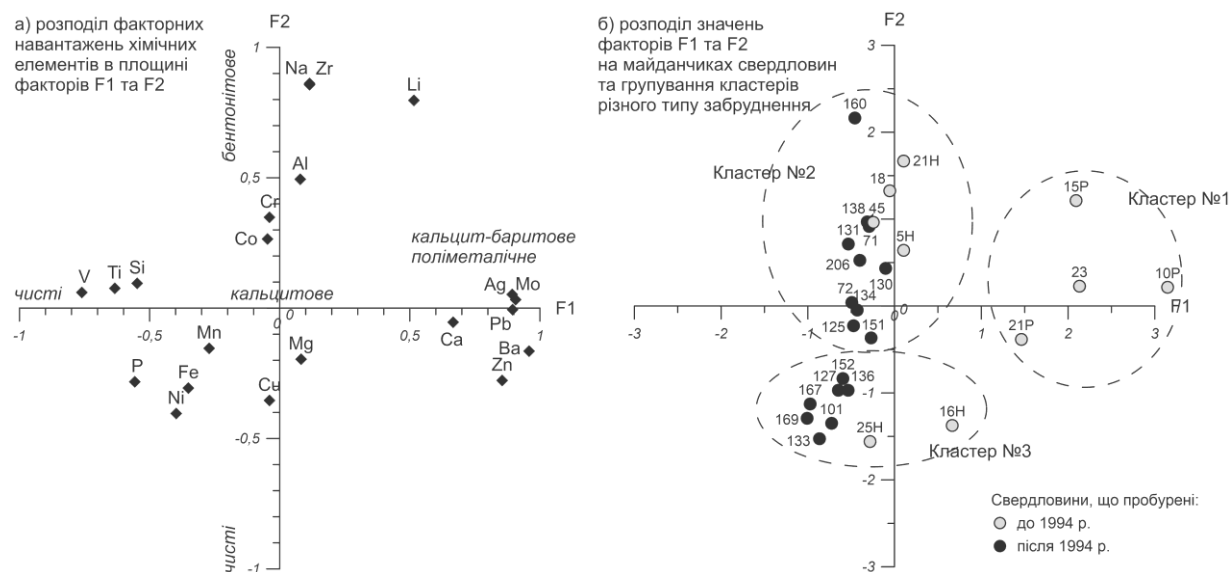


Рис. 3. Факторні моделі типів техноземів на бурових майданчиках на території Новомиколаївської групи родовищ в площині факторів F1 та F2

Колосальні об'єми кальциту та бариту в ґрунтах простежуються навіть на космічних знімках плямами сірого кольору на фоні оточуючих темних структур чорноземів. Це показує надзвичайно неефективний підхід до рекультивациі, що призвело до виходу на поверхню ґрунту значних об'ємів бурового шламу та залишків бурового розчину. Наступна оранка цих земель призвела до рознесення по площі майданчиків десятків кубометрів бурових відходів з великим вмістом вапняку та бариту, що підтверджується результатами спектрального аналізу техноземів (табл. 1).

Таблиця 1

Геохімічна спеціалізація рекультивованих майданчиків за результатами кластерного аналізу (концентрації елементів у мг/кг або ppm)

Елементи	Середні концентрації у ґрунтах кластеру			Вміст у чорноземі (фон)	ГДК
	1	2	3		
Li	51,4	27,2	41,7	33,5	—
Na	6837	5855	7087	7745	—
Mg	8345	8639	8111	7029	—
Al	66114	60833	69454	68908	—
Si	292411	310278	313992	309146	—
P	670	804	728	684	—
Ca	43571	18675	13738	9587	—
Ti	4329	4811	4818	4521	—
V	89	99	99	98	150

Cr	60,6	59,4	64,8	68,0	100
Mn	718	767	739	731	1500
Fe	28996	33694	31139	29256	–
Co	15,3	14,4	16	15,7	50
Ni	40,3	46,4	42,5	39,8	85
Cu	27,8	28,5	27,8	25,4	100
Zn	203,6	110,8	100,3	87,4	300
Zr	268	219	283	285	–
Mo	1,77	1,15	1,17	1,11	–
Ag	2,9486	0,0497	0,0452	0,040	–
Ba	17096	929	477	382	–
Pb	379,4	21,1	19,3	18,6	30

Техногенні ґрунтові утворення на сучасних бурових майданчиках описуються фактором F2:

$$F_{2,15,4} \frac{\text{Zr Li Na Al}}{-}$$

Набір елементів індикаторів показує домінуючу участь суміші глинопорошку та галіту в хімічних змінах ґрунтів рекультивованих майданчиків. При цьому навіть присутність незначної кількості бариту в бурових розчинах не призводить до появи поліметалічних аномалій, оскільки барит, що застосовується, досить чистий, і в ньому відсутній спектр важких металів. Територіально цей процес проявляється по всій території діяльності Новомиколаївської групи родовищ і в деяких зразках ґрунтів свердловин радянського періоду.

Серед процесів формування техноземів бурових майданчиків проявився фактор F3, який показує заміщення силікатів ґрунту на карбонати кальцію без участі бариту (рис. 4):

$$F_{3,15,3} \frac{\text{Ca}}{\text{Si}}$$

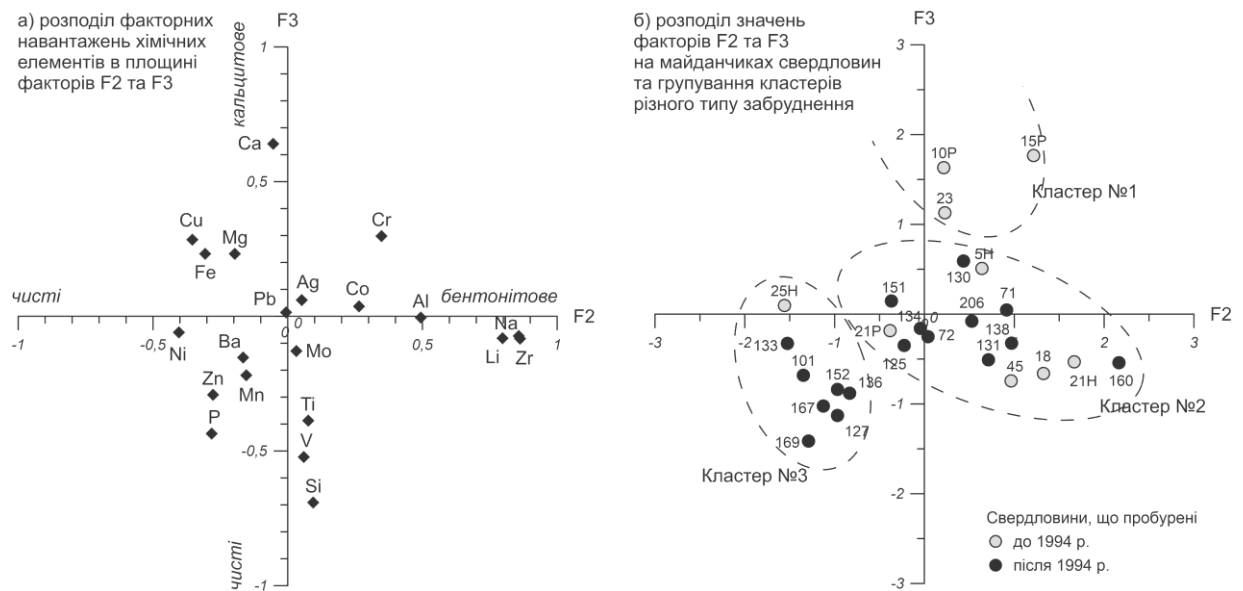


Рис. 4. Факторні моделі типів техноземів на бурових майданчиках на території Новомиколаївської групи родовищ в площині факторів F2 та F3

Такий процес заміщення кальцієм кремнію може бути при участі карбонатних суглинків в рекультивованій масі ґрунту, а також при використанні в бурових розчинах в якості наповнювача та обважнювача вапняків без участі бариту, про що говорить стабільний фоновий вміст важких металів. Такий ефект може спостерігатися при розмиві ореолів кальцій-баритових мас атмосферними опадами. У такому випадку більш легкий кальцит мігрує у водних потоках, а більш важкий барит залишається на місці вилучення бурових відходів.

Таким чином, процеси формування техноземів на майданчиках радянського періоду та на сучасних рекультивованих майданчиках абсолютно різні за хімізмом ґрунтів. Радянські майданчики, що рекультивовані зі значними порушеннями, мають переважно кальцито-баритовий тип техноземів з аномальним накопиченням важких металів. Рекультивовані майданчики сучасного періоду характеризуються ґрунтами дуже близькими за хімізмом до фонових чорноземів.

Висновки з даного дослідження та перспективи. Пошукове та експлуатаційне буріння на родовищах Східного регіону проводиться понад 70 років, що дає змогу оцінити різновікові аспекти утворення техноземів. За допомогою космічних знімків проведена оптимізація розташування точок спостереження ґрунтів. Аналіз космічних знімків різного періоду надав змогу вивчити історію освоєння території, показав достатньо високий контраст старих промислових майданчиків на фоні сільгоспугідь через великий строк після їх ліквідації та рекультивації.

На етапі буріння свердловин, при приготуванні бурових розчинів, застосовуються великі об'єми природних мінеральних компонентів та штучних хімічних речовин. За результатами аналізу побудовані геохімічні спектри коефіцієнтів накопичення та розсіювання хімічних елементів для глинопорошку та бариту. Їх порівняння із показниками місцевого фону чорноземних ґрунтів дозволило виявити потенційні елементи-забрудники – барій, стронцій (перевищення фону КК > 100), свинець (десятки значень ГДК).

Процеси формування техноземів на майданчиках радянського періоду та на сучасних рекультивованих майданчиках різні за хімізмом ґрунтів. Радянські майданчики, що рекультивовані зі значними порушеннями, мають переважно кальцито-баритовий тип техноземів з аномальним

накопиченням важких металів. Рекультивовані сучасні майданчики з додержанням технологій характеризуються ґрунтами дуже близькими за хімізмом до фонових непорушених ґрунтів. Оцінка варіації коефіцієнтів концентрацій хімічних елементів на ділянках показує, що значних коливань не відбувається. Виявлені техногенні літохімічні аномалії хоча і носять локальний характер, але численні та існують десятки років. У подальших дослідженнях спектральні характеристики знімків у співставленні з даними контактних геохімічних вимірів дозволять отримати кількісні та якісні характеристики об'єктів досліджень.

Література

- 1 Власова Н.В. Изменение геохимических показателей на техногенно-измененных территориях Средней Тайги при добыче нефти и газа / Вестник ТГУ, т.19, вып.5. 2014. С. 1655-1658
- 2 Державне науково-виробниче підприємство «державний інформаційний геологічний фонд України» [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://geoinf.kiev.ua>
- 3 Дорожукова С.Л., Янин Е.П. Экологические проблемы нефтегазодо-бывающих территорий (на примере Тюменской области) // Научные и технические аспекты охраны окружающей среды, 2002. № 6. С. 57–92.
- 4 Журавель М. Ю., Ключко Т.О. Дистанційна оцінка якості рекультивації родючих земель бурових майданчиків на нафтогазових родовищах України / Науково-технічний журнал. 2011. №2(4). С. 11–17
- 5 Журавель М.Ю., Дрозд О.М., Дядін Д.В., Яременко В.В. Особливості агрофізичного стану та накопичення важких металів у агроєкосистемі рекультивованих бурових майданчиків // Вісник ХНАУ. 2014. № 2. С. 112-121.
- 6 Рекультивация земель під час спорудження нафтових і газових свердловин: ГСТУ 41-00032626-00-023-2000. – Офіц вид. К: Міністерство екології та природних ресурсів України, 2000 – 23 с. (Галузевий стандарт України).n
- 7 Солнцев Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. Москва, 1998. 376 с.
- 8 Солнцева Н.П. Общие закономерности трансформации почв в районах добычи нефти (формы проявления, основные процессы, модели) // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. М.: Наука, 1988. с. 23–42.
- 9 Стратегія Державної Екологічної Політики України на період до 2020 року [Електронний ресурс] Режим доступу:<http://www.menr.gov.ua/about/strategy> (дата звернення 27.04.2017)
- 10 Стратегія розвитку Полтавської області до 2020 року. – Полтава: Видавництво «Полтава», 2014. – 164с.
- 11 Fate and Effects of Whole Drilling Fluids and Fluid Components in Terrestrial and Freshwater Ecosystems: a Literature Review, 1981[Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://nepis.epa.gov/Exe/zynet.exe/>. (дата звернення 25.04.2017)
- 12 Kinigoma, Bs. Effect of Drilling Fluid Additives on the Niger Delta Environment: A Case Study of the Soku Oil Fields / Journal of Applied Sciences and Environmental Management. 2001. Vol 5 (1). PP. 57-61.
- 13 Mcfarland Mark L., Ueckert Darrell N., Hons Frank M. Hartmann Steve Selective-placement burial of drilling fluids: Effects on soil properties, buffalograss and fourwing saltbush after 4 years / Journal of range management, 47(6). November 1994. PP. 475-480.
- 14 Wilshire H.G. Environmental impacts of oil and gas pipelines // U.S. Geological Survey Circular. 1995.№ 1108. PP. 117-118.

© М. Ю. Журавель,

О. М. Дрозд,

Д. В. Дядін,
Т. О. Ключко

Надійшла до редакції 17 травня 2017 р.

Рекомендував до друку

докт. техн. наук Я. О. Адаменко

