

17. Шутенко, Л.М. Міський житловий фонд: життєвий цикл і радіаційна безпека [Текст] / Л.М. Шутенко. – К.: Техніка, 2002. – 251 с.
18. Элинзон, М.П. Топливосодержащие отходы промышленности в производстве строительных материалов [Текст] / М.П. Элинзон, С.Г. Васильков. – М.: Стройиздат, 1980. – 223 с.
19. Янов Н.К. Использование промышленных отходов в строительстве [Текст] / Н.К. Янов. – К.: Будівельник, 1981. – 60 с.

УДК 624.131.3:519.283+550.84

****С. В. Корнеєнко**, к. геол. н., доцент,

****Д. Ф. Чомко**, к. геол. н., доцент.

****С. Є. Шнюков**, д. геол. н., доцент,

***Ф. В. Чомко**, доцент,

**Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,*

***Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

ГЕОХІМІЧНІ КРИТЕРІЇ КІЛЬКІСНОЇ ОЦІНКИ ІНТЕНСИВНОСТІ ОГЛЕСННЯ ЛЕСОВИХ ҐРУНТІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я УКРАЇНИ

Для оцінки інтенсивності оглеєння лесових ґрунтів в западних морфоскульптурах найчастіше застосовується закисний модуль, який визначається співвідношенням FeO/Fe_2O_3 . Але цей модуль є недостатньо коректним. Головним його недоліком є те, що колоїдні сполуки закисного заліза, які утворюються за надмірного зволоження, є дуже не стійкі і швидко окислюються.

За результатами, отриманими при виконанні комплексних досліджень на опорних ділянках Північно-Західного Причорномор'я, в оглеєних лесових ґрунтах виділені мікро- і петрогенні компоненти. Визначено основні породоутворюючі мінерали і хімічні елементи в гідроморфних оглеєних ґрунтах, в породах перехідної зони і в лесах. Вивчено особливості міграції та концентрації хімічних елементів в лесах і лесових ґрунтах. Розроблено нові принципи і показники якісної та кількісної оцінки інтенсивності оглеєння лесових ґрунтів.

Ключові слова: Північно-Західне Причорномор'є, западні морфоструктури (блюдця), деградовані лесові ґрунти, оглеєння, петрогенні компоненти, мікрокомпоненти, інтенсивність міграції і накопичення, геохімічні критерії, якісна і кількісна оцінка.

С. В. Корнеєнко, Д. Ф. Чомко, С. Є. Шнюков, Ф. В. Чомко. ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ИНТЕНСИВНОСТИ ОГЛЕЕНИЯ ЛЕССОВЫХ ПОЧВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ УКРАИНЫ. Для оценки интенсивности оглеения лесовых почв в западных морфоструктурах чаще всего используется закисный модуль, который определяется соотношению FeO/Fe_2O_3 . Но этот модуль недостаточно корректен. Главным его недостатком является то, что коллоидные соединения закисного железа, образующиеся при избыточном увлажнении, очень не устойчивые и быстро окисляются.

По результатам, полученными при выполнении комплексных исследований на опорных участках Северо-Западного Причерноморья, в оглеенных лесовых почв выделены микро- и петрогенные компоненты. Определены основные породообразующие минералы и химические элементы в гидроморфных оглеенных почвах, в породах переходной зоны и в лесах. Изучено миграцию и концентрации химических элементов в лесах и лесовых почвах. Разработаны новые принципы и показатели качественной и количественной оценки интенсивности оглеения лесовых почв.

Ключевые слова: Северо-Западное Причерноморье, западные морфоскульптуры (блюдця) деградированные лесовые почвы, оглеение, петрогенные, компоненты, микрокомпоненты, интенсивность миграции и накопления, геохимические критерии, качественная и количественная оценка.

Актуальність досліджень та постановка проблеми

У сучасному ландшафті в лесових породах рівнинних територій Північно-Західного Причорномор'я широко поширені "степові блюдця", які належать до категорії остаточно-полігональних западних морфоскульптур [1, 10]. Оглеєння лесових ґрунтів цих структурах відбувається в умовах стійкого гідроморфізму. Оглеєння – складний багатofакторний біогеохімічний відновлювальний процес, який проходить при постійному і стійкому перезволоженні лесів в контурах блюдець при наявності органічної речовини та за участі гетеротрофних анаеробних мікроорганізмів [2, 3]. Оглеєні породи є деградованими відкладами лесових ґрунтів умовах стійкого гідроморфізму. Такі умови виникають внаслідок багато-

факторного біогеохімічного відновлювального процесу, який проходить при постійному і стійкому перезволоженні лесових відкладів в контурах блюдець у анаеробних умовах, при наявності органічної речовини та участі гетеротрофних анаеробних мікроорганізмів [5, 6, 8].

Аналіз публікацій і визначення не вирішених проблем

Оглеєнню лесових порід рівнинних територій Північно-західного Причорномор'я приділяли увагу багато дослідників. Великий внесок у вивчення генетичних типів лесових порід і їх інженерно-геологічних властивостей внесли Бикова В. С., Корнеєнко С. В., Краєв В. Ф., Молодих І. І. та ін. [1, 5, 6, 7, 11].

Вивченню геохімічних процесів, які проходять в лесах в умовах стійкого гідроморфізму, і

приводять до їх деградації присвячені роботи Глазовської М.А., Перельмана А. І., Молодих І. І., Корнєєнка С. В., Посипайка О. І., Педан Г. С., Сенькович А. А. та ін. [2, 7, 8, 11, 14, 15, 16].

Спроби використання різних показників за для кількісної оцінки ступеню оглеєння лесових ґрунтів в контурах блюдець описано в таких роботах [2, 4, 6, 15, 17, 20]. Найбільшого застосування набув закисний модуль, який визначається співвідношенням FeO/Fe_2O_3 . На нашу думку з багатьох причин він є недостатньо коректним і надійним. Головним його недоліком є те, що колоїдні сполуки закисного заліза (віваніт, ферроферігидроксид та ін.), які утворюються при оглеєнні лесових ґрунтів, належать до дуже нестійких і швидко окислюються на повітрі як під час відбору, так і в процесі підготовки зразків для аналізів.

Для того, що б цього не відбувалося, необхідно відразу після відбору поміщати зразки в концентровану соляну кислоту і протягом 3–4 годин після повного розчинення проби, визначати вміст окисного і закисного заліза, що в польових умовах зробити досить складно.

Цілі дослідження

В останні роки для розробки принципів і показників якісної та кількісної оцінки оглеєння лесових порід авторами проводилися спеціальні комплексні дослідження на таких опорних ділянках: Ізмаїльській (міжозір'є Ялпуг – Катлабуг) та Овідіопільській (межиріччя Дністровський лиман – Барабой). За допомогою розвідувальних траншей на цих ділянках були детально досліджені верхньоплейстоценові лесові товщі, леси перехідної зони (контакт оглеєних лесів із вміщуючою лесовою товщею) а також гігроморфні оглеєні лесові ґрунти в контурах западин морфоскульптур того ж віку. Основна увага приділялася порівняльному вивченню складу і властивостей оглеєних лесових порід в контурах блюдець і порід вміщуючого лесового покриву.

Нами розроблено альтернативні критерії кількісної оцінки інтенсивності процесу оглеєння. Ці критерії ґрунтуються на геохімічних даних, які можна швидко і просто визначити. Можливість їх визначення впливає з давно встановленої поведінки багатьох петрогенних компонентів в зоні гіпергенезу, яка проявляється як в їх інтенсивній міграції так і у вибіркового нагромадженні (внаслідок різких змін рН і Eh порових вод) на геохімічних бар'єрах. Ці бар'єри фактори утворюються в западинних морфоскульптурах блюдцях, завдяки чому в їх контурах сформувався специфічна геохімічна зональність. Вона є типоморфною як за процесом (оглеєння), так і за ступенем її прояву.

Основний матеріал

В якості базової геохімічної інформації були використані результати аналізів проб, які відбиралися пошарово із двох еталонних розрізів опорних ділянок. Вони відрізняються позитивною взаємною кореляцією виділених стратиграфічних горизонтів, їх літологічною однотипністю але характеризуються різним ступенем оглеєння. Всього було відібрано і вивчено 30 геохімічних проб. Для аналізів цих проб використовувалися такі аналітичні методи: визначення концентрацій петрогенних елементів (повний силікатний аналіз) було виконано рентгеноспектральним флуоресцентним методом; концентрації мікроелементів визначалися методом напівкількісного емісійного спектрального аналізу; хімічні і мінералогічні особливості порід вивчалися на електронному мікроскопі – рентгеноструктурним і термічним методами при використанні повного силікатного і мікроелементного аналізів.

В результаті лабораторних досліджень було встановлено різний ступінь деградації і перетворення лесових порід під впливом оглеєння: зміна забарвлення зі світло-палевого на зеленкувато-оливковий; зміна реакції середовища (рН) з сильно лужної і лужної на нейтральну; вилуговування легкорозчинних солей, гіпсу та карбонатів; поява залізо-марганцевих примазок і бобовин; збільшення вологості, щільності, дисперсності і пластичності порід; зменшення водопроникності порід; втрата здатності до просідання і збільшення питомого зчеплення.

Отримані результати характеризують процес оглеєння лише з якісної сторони, що пов'язано із відносно тривалим проміжком часу для їх зміни, високою мінливістю навіть в межах одного генетичного горизонту і великими похибками при їх визначенні. Тому застосування методу визначення показників кількісної оцінки оглеєння можлива лише на основі ретельних хіміко-мінералогічних досліджень.

Основні породоутворюючі мінерали в гіроморфних оглеєних ґрунтах і породах перехідної зони такі ж, як і в лесових відкладах – кварц і польові шпати (переважно ортоклаз). У незначній кількості присутні слюди (мусковіт і біотит в різних співвідношеннях), хлорит і глауконіт, рідко зустрічаються зерна плагіоклазів (альбіт) і акцесорних мінералів (циркон, сфен, гранат і епідот).

Товща лесових ґрунтів містить значну кількість карбонатів, оглеєні породи і породи перехідної зони – лише їх поодинокі озалізнені вкраплення. Глинистий матеріал у зразках цих порід становить 10–30 %. Склад глинистих мінералів – переважно гідрослюдиисто-монтморилонітовий. За даними термічного аналізу збільшенням оглеєності порід вміст монтморилоніту і сидиріту збільшується, а кальциту – зменшується. Вміст

каолініту у всіх зразках низький. Результати повного і мікроелементного аналізів свідчать про те, що гігморфні оглеєні лесові ґрунти вміщують такі ж компоненти, що і леси вміщуючих порід.

Розрахунки петрохімічних модулів показали, що співвідношення вмісту SiO_2 до суми полуторних окислів R_2O_3 як для лесових, так і для оглеєних порід змінюється в межах від 3,15 до 3,39 (в середньому 3,26). Це підтверджує переважання гідролід серед глинистих мінералів; співвідношення суми $\text{Na}_2\text{O}+\text{Ca}$ до вмісту K_2O для оглеєних порід змінюється від 0,63 до 0,87 (в середньому 0,79), що в два-три рази нижче, ніж у лесових породах, де ці співвідношення змінюються в межах від 1,51 до 7,0 (в середньому 4,0). За результатами аналізів було розраховано середні концентрації цих сполук для різних горизонтів. Найбільш оглеєним горизонтом виявився бузький горизонт, який поширений у контурах блюдець. Про це свідчать також дані вивчення інженерно-геологічних властивостей оглеєних порід [4]. Для цього горизонту були розраховані коефіцієнти накопичення (КН) компонентів усього хімічного складу. Фонові значення концентрацій були отримані шляхом усереднення концентрацій компонентів бузького горизонту, розповсюдженого в межах вміщуючої недеградованої лесової товщі за межами блюдець. В результаті вдалося отримати ряди хімічних елементів, що відображають відносну інтенсивність їх міграції або накопичення в процесі оглеєння.

Для характеристики мікроелементного складу оглеєних лесів нами визначено ряд хімічних елементів, який має такий вигляд: V (1,87) > Ni (1,58) > Co (1,52) > P (1,44) > Zr (1,44) > Y (1,43) > Nb (1,42) > Zn (1,29) > Cr (1,25) > Mo (1,21) > Ti (1,20) > Ge (1,18) > Cu (1,17) > Ga (1,10) > Mn (1,07) > Pb (1,06) > Sn (1,04) > Bi (0,97), де коефіцієнти накопичення наведені в дужках. Отримані результати свідчать, що для багатьох мікроелементів (в першу чергу, сідеро- і літофільних) чітко фіксується помітне накопичення в оглеєних породах блюдець, для яких характерними є значення $\text{КН} > 1,30$. Частина мікроелементів характеризується слабким накопиченням ($\text{КН} = 1,10-1,30$), а деякі з них є інертними – ($\text{КН} = 0,97-1,10$). Інтенсивна міграція у таких елементів не характерна для жодного з вивчених мікроелементів.

Для петрогенних компонентів отриманий нами ряд має інший вигляд:

Cl (8,75) > Na_2O (1,37) > Al_2O_3 , SiO_2 (1,21) > K_2O (1,18) > TiO_2 (1,17) > $\text{Fe}_{\text{заг}}$ (1,16) > P_2O_5 (1,13) > Mn (1,11) > Mg (0,75) > S (0,50) > CaO (0,09). Відмінність у поведінці помітна не тільки

у елементів, які характеризуються як високим ($\text{КН} > 1,30$) так і слабким ($\text{КН} = 1,10-1,30$).

Отримані результати свідчать про наявність як позитивних, так і негативних поліелементних геохімічних аномалій у контурах западинних морфоскульптур, які генетично пов'язані з процесами їх формування. Ці аномалії виражені досить чітко хоча і мають невелику контрастність – КН для більшості елементів не перевищує 1,50 і лише для Cl він дорівнює 8,75 і для V – 1,87).

Оптимальним засобом однозначного виділення подібних малокоонтрастних, але комплексних поліелементних геохімічних аномалій, є використання мультиплікативних показників і коефіцієнтів. Такі геохімічні показники (Π_C^I , Π_H^I) і петрогеохімічні коефіцієнти (K_C^II , K_H^II) нами були сформовані на основі наведених вище рядів петрогенних елементів і мають такий вигляд:

$$\Pi_C^I = C_V \cdot C_{Ni} \cdot C_P \cdot C_{Co} \cdot C_{Zn} \cdot C_Y \cdot C_{Nb}; \quad (1)$$

$$K_C^II = \frac{C_{Cl} \cdot C_{Na_2O}}{C_{MgO} \cdot C_{CaO}}, \quad (2)$$

де C – концентрації відповідних мікроелементів (g/m), які показані підстрочними індексами або петрогенних компонентів (%) в дробі;

$$\Pi_H^I = \text{КН}_V \cdot \text{КН}_{Ni} \cdot \text{КН}_P \cdot \text{КН}_{Co} \cdot \text{КН}_{Zn} \cdot \text{КН}_Y \cdot \text{КН}_{Nb}; \quad (3)$$

$$K_H^II = \frac{\text{КН}_{Cl} \cdot \text{КН}_{Na_2O}}{\text{КН}_{MgO} \cdot \text{КН}_{CaO}}, \quad (4)$$

де КН – коефіцієнти накопичення відповідних мікроелементів, які показані підстрочними індексами або петрогенних компонентів, розрахованих за формулою:

$$\text{КН} = \frac{C^2}{C^1}, \quad (5)$$

де C^1 і C^2 – концентрації мікроелементів (або петрогенних компонентів), які знаходяться в одному стратиграфічному горизонті, відповідно первинних вміщуючих лесових (C^1) і деградованих оглеєних (C^2) розрізів.

У показниках і коефіцієнтах були використані ті елементи, для яких в наведених вище рядах, було достовірно встановлено приналежність до груп інтенсивного накопичення ($\text{КН} > 1,30$) або до груп інтенсивного виносу ($\text{КН} < 0,75$). Для кожного з них, особливо для Π_H^I і K_H^II , передбачається закономірне зростання значень в широкому діапазоні зі зростанням ступеню оглеєння. Наочним підтвердженням цього припущення є графіки зміни показників і коефіцієнтів, запропонованих авторами. Ці показники і коефіцієнти розраховані як для окремих проб, так і для усереднених значень концентрацій лесової товщі, перехідної зони і оглеєних порід у контурах блюдець (рис. 1, 2).

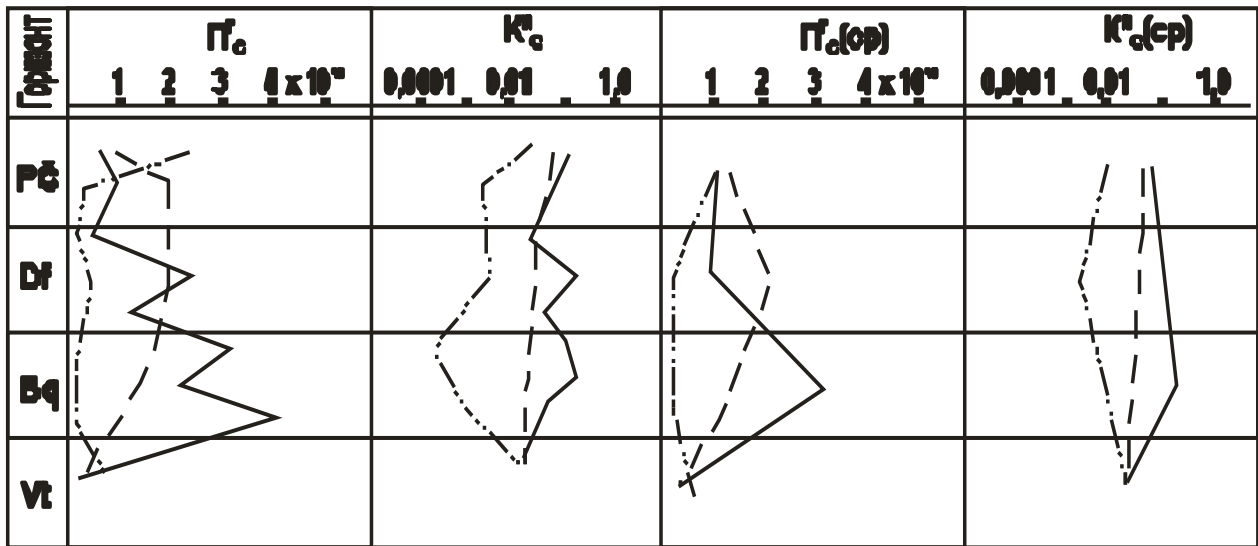


Рис. 1. Характер зміни значень, Π_C^I , K_C^II і $\Pi_C^I(ср.)$, $K_C^II(ср.)$, розрахованих відповідно для окремих і середніх значень, де: - •••• - лесові породи; - - - - породи перехідної зони; - - - - - оглеєні породи в контурах блюдець

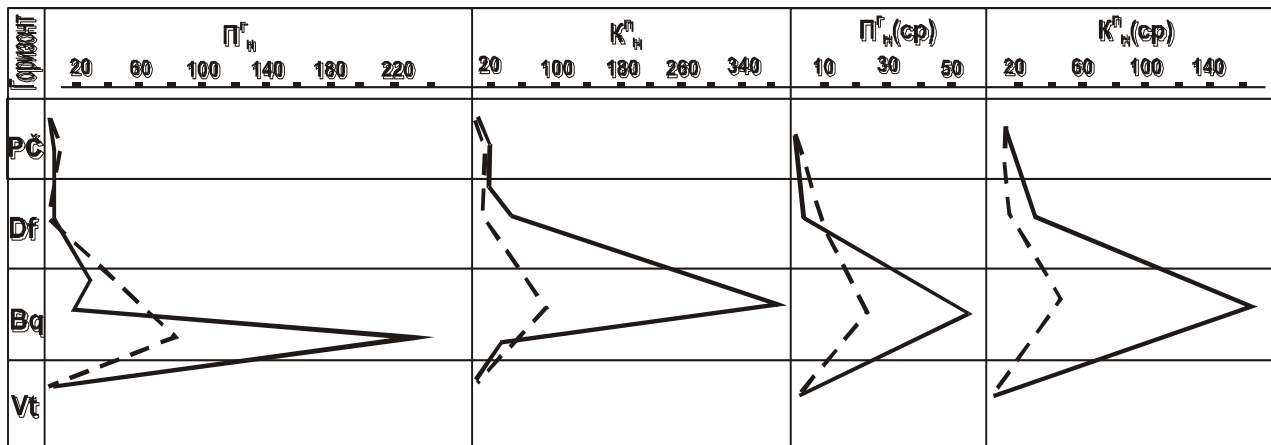


Рис. 2. Характер зміни значень, Π_H^I , K_H^II і $\Pi_H^I(ср.)$, $K_H^II(ср.)$, розрахованих відповідно для окремих і середніх значень, де: - - - - - породи перехідної зони; - - - - - - оглеєні породи в контурах блюдець

Аналіз наведених графіків (рис. 1) дозволяє зробити висновок про те, що Π_H^I і K_H^II значно більш чітко і однозначно, ніж Π_C^I і K_C^II , відбивають зону оглеєння бузького горизонту.

У цих показників є інша перевага. На графіках (рис. 2) фактично відсутні незакономірні флюктуації значень, характерні для Π_C^I і K_C^II .

Цю перевагу можна пояснити використанням в Π_H^I і K_H^II коефіцієнтів накопичення елементів (або компонентів) замість їх концентрацій. Такий підхід дає можливість (за умови використання для розрахунків коректно отриманих фонових значень) усунути при розрахунках вплив первинних геохімічних відмінностей між

породами, що проявляються в спорадичних коливаннях значень Π_C^I і K_C^II .

Для практичного використання в якості простих і ефективних критеріїв виявлення оглеєних лесових ґрунтів в лесових розрізах території Північно-Західного Причорномор'я і кількісної оцінки ступеню оглеєння можуть бути рекомендовані як мультиплікативний петрохімічний коефіцієнт K_H^II так і геохімічний показник Π_H^I . Використання їх здатне забезпечити отримання більш достовірних результатів дослідження. Додатковою перевагою є можливість прив'язки K_H^II і Π_H^I до певного аналітичного методу, який у кожному окремому випадку дає можливість вибрати найперспективніший метод визначення.

Максимальна ефективність досягається лише при комплексному підході у дослідженнях та з інтерпретацією отриманих даних за допомогою спеціальної номенклатурної діаграми (рис. 3).

За отриманими результатами встановлюється ступінь оглеєння: слабка, середня або висока. Використання для інтерпретації аналітичних даних комплексного петрогеохімічного коефіцієнту $K_H^{\Gamma+\Pi} = K_H^{\Pi} \cdot \Pi_H^{\Gamma}$, значення якого зростають

більш ніж на три порядки при переході від недеградованих лесових порід до гігоморфних оглеєних лесових ґрунтів у контурах блюдець, дають можливість встановити також і кількісні проміжні ступені оглеєння: при $K_H^{\Gamma+\Pi} < 10$ – слабка ступінь оглеєння; при $K_H^{\Gamma+\Pi}$ від 10 до 2000 – середня і при $K_H^{\Gamma+\Pi} > 2000$ – висока.

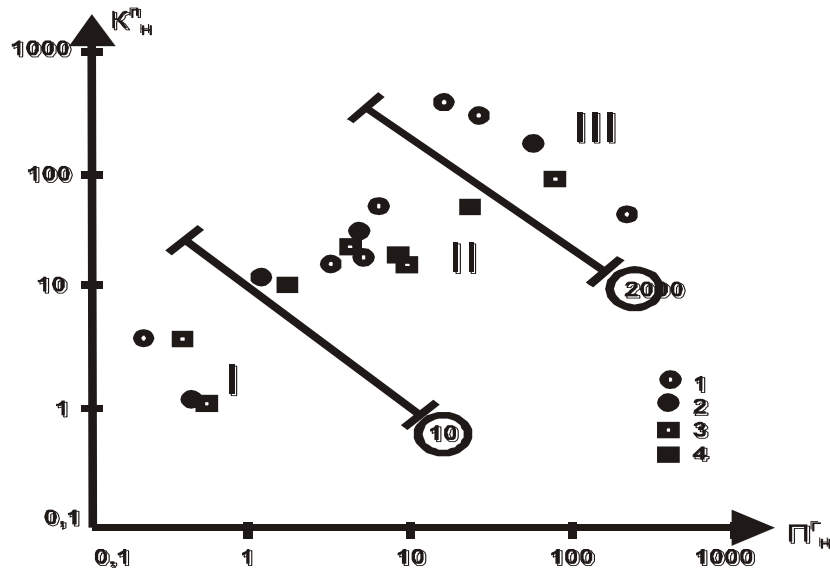


Рис. 3. Номенклатурна діаграма для петрогеохімічного ранжування гігоморфних порід в контурах блюдець за ступенем оглеєння: I – слабка; II – середня; III – висока ступінь оглеєння. Породи перехідної зони: 1 – окремі і 2 – середні визначення. Гігоморфні оглеєні породи: 3 – окремі і 4 – середні визначення. Цифри в колах біля суцільних меж номенклатурних полів розсіювання – граничні значення комплексного петрогеохімічного коефіцієнту $K_H^{\Gamma+\Pi}$

Основні висновки

1. Для кількісної оцінки ступеню оглеєння лесів Північно-Західного Причорномор'я рекомендуються мультиплікативний петрохімічний коефіцієнт K_H^{Π} і геохімічний показник Π_H^{Γ} . Ці коефіцієнти K_H^{Π} і Π_H^{Γ} у кожному випадку конкретно дають можливість вибрати найбільш раціональний метод лабораторного визначення.

За отриманими результатами встановлено ступінь оглеєння лесів: слабка, середня або висока.

2. З використання комплексного петрогеохімічного коефіцієнту $K_H^{\Gamma+\Pi} = K_H^{\Pi} \cdot \Pi_H^{\Gamma}$, значення якого зростають більш ніж на три порядки при переході від недеградованих лесових порід

до гігоморфних оглеєних лесових ґрунтів в контурах блюдець, встановлено такі ступені оглеєння: при $K_H^{\Gamma+\Pi} < 10$ – слабкий; при $K_H^{\Gamma+\Pi}$ від 10 до 2000 – середній і при $K_H^{\Gamma+\Pi} > 2000$ – високий ступені.

3. Запропонована авторами методика, дає можливість визначати ступінь оглеєння і її кількісну градацію для гігоморфних порід у контурах западинних морфоскульптур (блюдець, подів) і в інших регіонах з площинним розвитком таких структур. Відмінність полягатиме лише в використанні набору мікроелементів, які є характерними для геохімічних умов кожного з регіонів.

Література

1. Быкова, В. С. Типы лесовых пород юга Украины и их инженерно-геологическая характеристика [Текст] / В. С. Быкова. – М. : Изд-во АН СССР, 1962. – 114 с.
2. Глазовская, М. А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР [Текст] / М. А. Глазовская. – М. : Высш. школа, 1988. – 328 с.

3. Краев, В. Ф. Инженерно-геологические свойства лессовых пород правобережной части Нижнего Приднепровья в связи с условиями их формирования [Текст] / В. Ф. Краев // Доклады АН СССР. Т. 109. – М., 1956. – С. 611–613.
4. Горбунов, Н. И. Минералогия и физическая химия почв [Текст] / Н. И. Горбунов. – М. : Наука, 1988. – 294 с.
5. Горев, Л. Н. Водно-физические и физико-химические процессы в почво-грунтах при орошении [Текст] / Л. Н. Горев, В. И. Пелешенко. – К. : Изд-во при Киевском ун-те, 1982. – 112 с.
6. Горев, Л. Н. Мелиоративная гидрохимия [Текст] / Л. Н. Горев, В. И. Пелешенко. – К. : Вища школа. Головное изд-во, 1984. – 258 с.
7. Корнєєнко, С. В. Інженерно-геологічні особливості западинних морфоскульптур (блюдець) Північно-Західного Причорномор'я [Текст] / С. В. Корнєєнко // Вісник КНУ: Геологія, № 14. – К., 2006. – С. 130–134.
8. Корнєєнко, С. В. Порівняльна характеристика інженерно-геологічних властивостей субаеральних лесових і гідроморфних оглеєних порід районів розвитку западинних морфоскульптур (блюдець) Північно-Західного Причорномор'я [Текст] / С. В. Корнєєнко, І. І. Молодых, В. С. Шабатин // Вісник КНУ: Геологія, № 14. – К., 2006. – С. 135–145.
9. Корнєєнко, С. В. Методика гідрогеологічних досліджень. [Текст] : навч. посіб. – К. : ВПЦ «Київський університет», 2011. – 69 с.
10. Леонтьев О. К. Общая геоморфология [Текст] : учебн. / О. К. Леонтьев, Г. И. Рычагов. – М. : Высш. школа, 1998. – 319 с.
11. Мандрик, Б. М. Гідрогеологія [Текст] : підручник. / Б. М. Мандрик, Д. Ф. Чомко, Ф. В. Чомко. – К. : ВПЦ «Київський університет», 2005. – 197 с.
12. Молодых, И. И. Грунты подов и степных блюдец субаэрального покрова Украины [Текст] / И. И. Молодых. – К. : Научная мысль, 1982. – 160 с.
13. Молодых, И. И. Инженерно-геологическая оценка посткриогенной деградации лессовых пород в контурах остаточного-полигональных западинных морфоскульптур юга Восточно-Европейской платформы [Текст] / И. И. Молодых, С. В. Корнєєнко // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология и геокриология, № 5. – М., 1993. – С. 75–76.
14. Педан, Г. С. Влияние орошения на режим грунтовых вод Одесской области [Текст] / Г. С. Педан, А. А. Сенькович // Гідрогеологія: наука, освіта, практика. Матеріали III наукової конференції. –Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. – С. 162–164.
15. Перельман, А. И. Геохимия ландшафта [Текст] / А. И. Перельман. – М. : Высш. школа, 1975. – 342 с.
16. Посытайко, О. И. Методы исследования многокомпонентных солевых систем [Текст] / О. И. Посытайко. – М. : Наука, 1998. – 255 с.
17. Солдак, А. Г. Гидрогеолого-мелиоративные условия степной зоны УССР [Текст] / А. Г. Солдак. – К. : Вища школа, 1979. – 192 с.
18. Справочное руководство гидрогеолога. Т. 1. – Л. : Недра, 1967. – 572 с.
19. Чомко, Ф. В. Методика гідрогеологічних досліджень [Текст] / Ф. В. Чомко, Д. Ф. Чомко. – Х. : Вид-во ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2012. – 57 с.
20. Чомко, Ф. В. Геохімічні критерії кількісної оцінки інтенсивності оглеєння лесів Північно-західного Причорномор'я [Текст] / Ф. В. Чомко, С. В. Корнєєнко, Д. Ф. Чомко, С. Є., Шнюков // Гідрогеологія: наука, освіта, практика. Матеріали III наукової конференції. –Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. – С. 149–154.