

рівно знижується за рахунок маловідходності цього процесу (повернення до виробництва хромового ангідриду й промивної води). З переходом від використання аніоніту АВ-17 до легкорегенеруючого аніоніту АН-251 екологічність іонообмінного методу може бути підвищена на 25–30%. Кращий ефект, з погляду збереження навколишнього середовища, дає сполучення електрохімічного знешкодження розведених промивних вод процесу хромування з іонітною рекуперацією відпрацьованих електролітів.

Такими найбільш екологічно чистими є методи локального очищення гальваностоків. При такому підході важкі метали не змішуються й можуть бути повернуті до виробництва. У принципі, реагентні, іонообмінні й електрокоагуляційні методи можуть бути застосовні й в установках для локального очищення. Однак громіздкість апаратурного оформлення цих методів (відстійники, фільтри, реактори й т. ін.) перешкоджає їхньому широкому застосуванню.

### Бібліографічні посилання

1. Кульський Л.А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды. – К., 1983. – 560 с.
2. Аширов А. Ионообменная очистка сточных вод, растворов и газов. – Л., 1983. – 288 с.
3. Ласкорин Б. Н. Проблемы развития безотходных производств / Б. Н. Ласкорин, В. В. Громов, А. П. Цыганков. – М., 1981. – 207 с.
4. Зайков Г. Е. Кислотные дожди и окружающая среда / Г. Е. Зайков, С. А. Маслов, Р. Л. Рубайло. – М., 1991. – 144 с.
5. Обработка и утилизация осадков сточных вод. – М., 1970
6. Анализ сточных вод и реагентов. – Юж. Уральск, 1966

Надійшло до редколегії 21.12.07

УДК 550.4: 502.175

Д. О. Зорін

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

## ЕКОЛОГО-ГЕОХІМІЧНА ОЦІНКА ГРУНТІВ ДНІСТРОВСЬКОГО КАНЬЙОНУ

Наводиться методика розрахунку фонових та аномальних умістів важких металів, нафтопродуктів та пестицидів у ґрунтах Дністровського каньйону для екологічної оцінки території майбутнього національного парку.

Ґрунтовий покрив досліджуваної території формувався протягом голоцену внаслідок взаємодії речовинних компонентів, які складають ландшафтну оболонку. Процес ґрунтоутворення можна сформулювати так: ґрунти утворюються під дією живих організмів (рослин, тварин, мікроорганізмів) на материнські породи за різних умов клімату та рельєфу. Розглянемо роль і властивості цих факторів-ґрунтоутворювачів на досліджуваній території (рис. 1).

Площа її невелика (2000 км<sup>2</sup>), кліматичні умови досить одноманітні і тому не впливають суттєво на ґрунтоутворення. Значно більшу роль відіграють експозиція схилів і пов'язані з нею мікрокліматичні особливості. Рослинний покрив у доагрокультурний період теж не відзначався великою різноманітністю та строкатістю.



Панівними були формації широколистяних лісів на розчленованих і горбистих формах рельєфу та лучних степів на плоских вододільних просторах. У долинах річок переважають лучні й болотні трав'янисті угруповання та чагарники.

Для переважної більшості ґрунтів материнською породою є леси та лесовидні суглинки, які містять до 12–14% карбонатів кальцію. Механічний склад цих відкладів змінюється з півночі на південь. На півночі району – леси легкосуглинисті, в центрі – середньо-суглинисті, а на півдні, на терасах Придністров'я – важко суглинисті. У цьому ж напрямку в лесах зменшується вміст крупного та середнього пілу, зростає кількість мулу, що сприяє поліпшенню водно-повітряних властивостей ґрунтів, збільшенню їхньої вбирної здатності та гумусованості.

У глибоких долинах рік і балок Придністров'я відслонюються різні за віком і літологією осадові породи, продукти вивітрювання яких беруть участь у формуванні ґрунтів. На терасах рік і в днищах балок залягають алювіальні відклади та суглинисті делювії, принесені з прилеглих схилів, складених лесовими відкладами. Найбільшу роль у диференціації ґрунтового покриву відіграли гірські материнські породи. На лесових відкладах утворились чорноземи глибокі та лісостепові опідзолені ґрунти (ясно-сірі, сірі, темно-сірі ґрунти та чорноземи опідзолені), на твердих карбонатних породах – перегнійно-карбонатні, на пісках і супісках – дерново-, слабо- та середньопідзолисті ґрунти. Це автоморфні ґрунти межиріччя і схилів.

У долинах річок і днищах балок сформувалися гідроморфні ґрунти, важливу роль при їхньому утворенні відіграє надмірне зволоження, зумовлене високим рівнем ґрунтових вод або підтопленням річковими водами. До гідроморфних ґрунтів, як відомо, належать чорноземно-лучні, лучні, лучно-болотні, болотні та торфові різновиди.

Переважаючими в лівобережній частині басейну є темно-сірі опідзолені ґрунти та опідзолені чорноземи. Темно-сірі опідзолені ґрунти залягають на широких вододільних просторах. Сформувалися вони на лесовидних суглинках під покривом лісової та трав'янистої лучно-степової рослинності в умовах достатнього атмосферного зволоження.

Чорноземи опідзолені розміщені на плакорах і пологих схилах південних експозицій в умовах глибокого залягання ґрунтових вод. Материнські породи – це переважно лесовидні карбонатні суглинки. Чорноземи опідзолені добре і на значну глибину гумусовані; гумусове забарвлення поширюється на перехідні горизонти. За механічним складом верхнього горизонту ці ґрунти пилуватолегкосуглинисті, часто середньо- і лише зрідка важко суглинисті. В ілювіальному горизонті відзначено деяке збагачення мулуватої фракції, а тому цей горизонт дещо ущільнений. Після загальної характеристики ґрунтового покриву Дністровського каньйону та прилеглих територій можна перейти до оцінки забруднення ґрунтів важкими металами та іншими забруднювачами. За моніторинговою мережею спостережень, автором у 2006 р. було відібрано 135 проб ґрунтів з нижньої частини гумусового горизонту (20–30 см). Проби проаналізовані атомно-адсорбційним методом, що дозволило побудувати бази даних забруднення ґрунтів (табл. 1), виконати розрахунки фонового та аномальних умістів хімічних речовин розробленим автором розрахунково-графічним методом (табл. 2), а на основі цього – побудувати поелементні еколого-техногеохімічні карти вмісту того чи іншого елемента в ґрунтах (рис. 2, 3).

Такі карти будуються або «вручну», шляхом інтерполяції даних від одного геоекологічного полігону до сусіднього, або в автоматизованому режимі на ПЕОМ, користуючись програмами SURFER, MAP INFO, TNT mips та іншими. Після цього накладають одна на одну всі 8 комп'ютерних (електронних) поелементних карт для

## Розрахунки фонового вмісту (Сф) міді Сu у ґрунтах Дністровського каньйону

| Інтервали вмісту, мг/кг      |                                     |                                     |                                    |                                   |
|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 0                            | 0-0,05                              | 0,06-0,4                            | 0,5-1                              | 1-3                               |
| 0                            | 0,04                                | 0,06                                | 0,5                                | 1,0                               |
| 0                            | 0,01                                | 0,06                                | 0,6                                | 3,6                               |
| 0                            | 0,03                                | 0,07                                | 0,5                                | 1,2                               |
| 0                            | 0,05                                | 0,06                                | 0,7                                | 1,0                               |
| 0                            | 0,01                                | 0,07                                | 0,5                                | 1,2                               |
| 0                            | 0,01                                | 0,08                                | 0,6                                | 3,6                               |
| 0                            | 0,02                                | 0,06                                | 0,9                                | 1,2                               |
| 0                            | 0,02                                | 0,06                                | 0,8                                | 3,2                               |
| 0                            | 0,01                                | 0,09                                | 0,5                                | 1,0                               |
| 0                            | 0,03                                | 0,08                                | 0,6                                | 2,9                               |
| 0                            | 0,04                                | 0,08                                | 0,6                                | 3,2                               |
| 0                            | 0,02                                | 0,06                                | 0,5                                | 1,2                               |
| 0                            | 0,01                                | 0,06                                | 0,5                                | 1,0                               |
| 0                            | 0,02                                | 0,07                                | 0,9                                | 1,3                               |
| 0                            | 0,04                                | 0,07                                | 0,8                                | 2,5                               |
| 0                            | 0,03                                | 0,08                                | 0,7                                | 1,2                               |
| 0                            | 0,01                                | 0,09                                | 0,6                                | 1,3                               |
| 0                            | 0,05                                | 0,08                                | 0,7                                | 1,0                               |
| 0                            | 0,05                                | 0,06                                | 0,7                                | 1,2                               |
| 0                            | 0,01                                | 0,06                                | 0,9                                | 1,3                               |
| 0                            | 0,01                                | 0,07                                | 0,7                                | 3,5                               |
| 0                            | 0,02                                | 0,07                                | 0,5                                | 3,6                               |
| 0                            | 0,01                                | 0,06                                | 0,6                                | 2,5                               |
| 0                            | 0,02                                | 0,09                                | 0,7                                |                                   |
| 0                            | 0,04                                | 0,07                                | 0,8                                |                                   |
| 0                            | 0,02                                | 0,06                                | 0,7                                |                                   |
| 0                            | 0,04                                | 0,09                                | 0,8                                |                                   |
| 0                            | 0,01                                | 0,07                                | 0,6                                |                                   |
| 0                            | 0,05                                | 0,08                                |                                    |                                   |
| 0                            | 0,03                                | 0,07                                |                                    |                                   |
|                              | 0,03                                | 0,06                                |                                    |                                   |
|                              |                                     | 0,07                                |                                    |                                   |
|                              |                                     | 0,08                                |                                    |                                   |
|                              |                                     | 0,09                                |                                    |                                   |
|                              |                                     | 0,06                                |                                    |                                   |
|                              |                                     | 0,08                                |                                    |                                   |
|                              |                                     | 0,07                                |                                    |                                   |
|                              |                                     | 0,06                                |                                    |                                   |
|                              |                                     | 0,06                                |                                    |                                   |
| $\sum_{n=1}^{14} = 0$        | $\sum_{n=1}^{31} = 0,79$            | $\sum_{n=1}^{39} = 2,65$            | $\sum_{n=1}^{28} = 18,5$           | $\sum_{n=1}^{23} = 43,7$          |
| $\bar{x} = \frac{0}{14} = 0$ | $\bar{x} = \frac{0,79}{31} = 0,025$ | $\bar{x} = \frac{2,65}{39} = 0,067$ | $\bar{x} = \frac{18,5}{28} = 0,66$ | $\bar{x} = \frac{43,7}{23} = 1,9$ |
| ік=0                         | ік=0,025                            | ік=0,067                            | ік=0,66                            | ік=1,9                            |

Фон (Сф) (62 проби із 93, тобто 2/3 або 66,6%) =  $\frac{0+0,79+2,65+2,5}{14+31+39+5} = 0,063$ .

Аномальний (Са) =  $3 \cdot Сф = 3 \cdot 0,063 = 0,189$ .

Ізоконцентрати (ік) для карти =  $0-0,025-\frac{0,063}{\text{фон}}-\frac{0,19}{\text{аномалія}}-0,66-1,9-\frac{3}{\text{ГДК}}-\frac{47}{\text{кларк}}$ .







визначення спільних для всіх елементів-забруднювачів аномальних зон забруднення. Отримана таким чином електронна карта забруднення ґрунтів показує розподіл на території Дністровського каньйону зон, де перевищено фон.

Іншим методом побудови еколого-техногеохімічних карт є використання сумарного показника забруднення  $Z_c$  або  $СПЗ$ , який відображає долю кожного і хімічних елементів-токсикантів у сумарному забрудненні ґрунтів.

Для його визначення вміст кожного елементу ( $C_i$ ) ділять на фоновий вміст ( $C_{\phi}$ ) і сумують ці частки

$$Z_c \text{ або } СПЗ = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_{\phi}}$$

Отримані величини зводять до бази даних, на основі якої будуються карти розподілу  $Z_c(СПЗ)$  на досліджуваній території. Порівняння карт, побудованих цими методами, показує їхню добру кореляцію, тобто, високу достовірність обох методів. Перший з них більш простий, якщо є необхідна кількість даних, а другий потребує додаткових розрахунків.

Аналіз отриманих нами результатів показав, що досліджувана територія Дністровського каньйону в цілому забруднена слабо, або майже не забруднена, за винятком окремих аномальних точок. Так, за розповсюдженням арсену (миш'яку) у ґрунтах виявлено дві аномальні зони, де фон (0,0047 мг/кг) перевищено в 3 рази (0,014), але це значно нижче кларка (1,7) і у сотні разів нижче ГДК (20). Тобто нічого небезпечного немає: виявлений розподіл лише попереджає, що забруднення накопичуються в двох зонах (одна простягається з Галицького району, пересікає Дністер нижче м.Галич і далі тягнеться по правобережжю Дністра через Тлумацький Городенківський райони Івано-Франківської області до кордону з Чернівецькою областю, а друга – охоплює нижні течії рр. Серет, Нічлава і Збруч). Можливо перша зона – це слід від Бурштинської ТЕС. Дністровський каньйон від гирла Золотих Липи і до гирла Серета – чистий від арсену.

На картах накладання фонових ізоліній та сумарних показників забруднення  $Z_c$  або  $СПЗ$  визначається загальна картина забруднення ґрунтів досліджуваної території: вони відносяться до чистих ( $СПЗ = 2,8$ ) або слабо забруднених ( $СПЗ = 3210,4$ ), лише в Галицькому, Тлумацькому, Городенківському, Борщівському та Чортківському районах є кілька незначних за площею ділянок з середньо забрудненими ( $СПЗ = 1246,6$ ) ґрунтами.

Отже, на території майбутнього Національного природного парку «Дністровський каньйон» ґрунтовий покрив поки що екологічно чистий.

Надійшла до редколегії 22.01.08