

Динаміка зміни вмісту нітратів у ґрунтових водах у часі на прикладі гідрогеологічної станції Феофанія

Бабасєва О.М.

Інститут геологічних наук НАН України, м.Київ

Представлена науковим керівником академіком Шестопаловим В.М.

Досліджується вміст нітратів у ґрунтових водах гідрогеологічної станції Феофанія за період з 1962 по 1992 р. і залежність концентрації нітратів від активності Сонця. Одержані дані свідчать про збільшення концентрації нітратів за періоди сонячної активності.

Ділянка досліджень розташована на південній околиці м. Києва, в районі Феофанії. Схема гідрогеологічної станції Феофанія представлена на рис. 1. В геоморфологічному відношенні ділянка гідрогеологічної станції Інституту геологічних наук знаходиться на одному з останців Київського плато, в зоні зчленування двох ландшафтно-кліматичних зон – лісостепу та Полісся. Останець, до якого приурочена ділянка станції, системою глибоких балок (Хотовської, Феофанійської, Новоселицької), з півдня, сходу і заходу відокремлюється від головного масиву. Абсолютні відмітки поверхні ділянки сягають 189 м і є найвищими на даному останці.

За кліматичними умовами територія належить до зони нестійкого зволоження з помірно-континентальним кліматом. Середня багаторічна температура складає 7,2°C з абсолютним максимумом + 37,6°C (1947 р.) та абсолютним мінімумом -29,6°C (1956 р.). Річна кількість опадів в середньому становить 574 мм [1].

В геоструктурному плані територія розташована в межах північно-східного відносно похилого схилу Українського кристалічного щита, що занурюється в напрямку Дніпровсько-Донецької западини. В геологічній будові району беруть участь кристалічні та метаморфічні породи докембрію, що складають фундамент, і потужна (до 400 м) товща палеозойських, мезозойських і кайнозойських осадових порід [1].

Для вивчення геологічної будови, гідрогеологічних умов на ділянці станції було пробурено кілька десятків свердловин і багато шурфів. Свердловини розкривали лесові та моренні утворення, а також горизонти бурих і строкатих глин. Хімічні аналізи проб води виконувалися гідрохімічною лабораторією Інституту геологічних наук НАН України [1].

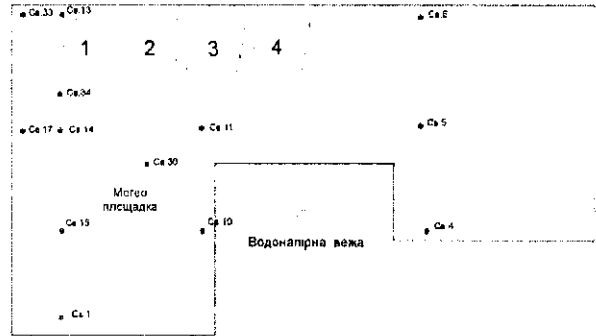


Рис. 1. Схема гідрогеологічної станції Феофанія. ● – спостережувальні свердловини; 1, 2, 3, 4 – стоків площадки

Ґрунтові води приурочені до моренних відкладів і залягають на глибині 8–9 м від денної поверхні. Водотривом для них є товща бурих та червонобурих глин на глибині 14–19 м. За межами ділянки, де водотривке ложе розмите, ґрунтові води здреновані. Підземні води полтавського водоносного горизонту вскриті на глибині 48 м, при цьому верхня частина пісків полтавської світи не обводнена. Річна амплітуда коливань рівнів ґрунтових вод змінюється від 0,3–0,4 до 0,8–1 м та більше. Мінералізація ґрунтових вод біля 600 мг/дм³. За хімічним складом це гідрокарбонатні кальцієві та гідрокарбонатні кальцієво-магнієві води [1].

Антропогенні відклади в верхній частині представлені лесовими породами, витриманими за потужністю та фізико-механічними властивостями. Це суглінки легкі та супіски пілуваті потужністю від 3 до 6,5 м. Під лесовими породами залягають надморенні флювіогляціальні суглінки з лінзами супісків та піску. Морена представлена середніми, рідше важкими суглінками, пісчанистими, з гравієм і галькою кристалічних порід.

Породи зони аерації достатньо добре промиті і вміст водорозчинних солей в них невеликий. Особливо невелика кількість

(0,016–0,018%) міститься в верхній двохметровій товщі, дещо більше (0,033–0,045%) – на глибині 2–7 м. Коефіцієнти фільтрації ґрунтів зони аерації, визначені по монолітам в лабораторних умовах, змінюються від 0,1 до 1,2 м/добу, а визначені методом наливів у шурфи складають 0,3 м/добу [1].

На формування хімічного складу ґрунтових вод впливає привнос водорозчинних солей з зони аерації [1, 2]. В верхньому двохметровому шарі при середньому вмісті легкорозчинних солей 0,015–0,018% переважають гідрокарбонатно-натрієві солі. Глибше – від 2 м до рівня ґрунтових вод переважають гідрокарбонатно-натрієві солі, що узгоджується зі складом ґрунтових вод.

В роки зі значним зволоженням ґрунту створюються сприятливі умови для переносу більшої кількості солей з верхніх шарів до водонесного горизонту, що призводить до підвищення мінералізації води і вмісту окремих компонентів. Навпаки, в засушливі роки переносологи та солей відбувається з глибших шарів і мінералізація виявляється нижчою, ніж в роки з високим зволоженням.

Для оцінки змін хімічного складу ґрунтових вод використовувалися дані режимних спостережень. Максимальна мінералізація спостерігається, як правило, в літні місяці і приурочена до періоду підйому рівнів ґрунтових вод, а мінімальна – при мінімальних рівнях в зимово-весняний період. Дані по зміні мінералізації атмосферних опадів, лізіметричних і ґрунтових вод показують, що по мірі заглиблення в зону аерації відбувається трансформація складу і збільшення мінералізації вод з 200–300 мг/дм³ на глибині 5 м (лізіметр) і до 500–600 мг/дм³ та більше в ґрунтових водах. Середня величина інфільтраційного живлення, розрахована за трьома методами (гідрофізичний, гідродінамичний і водно-сольовий), складає біля 60 мм, а середній коефіцієнт інфільтрації близько 10% [1]. Для оцінки зміни вмісту нітратів у часі побудований графік зміни концентрації нітратів з 1962 по 1992 роки (рис. 2).

Спостерігаються декілька піків на фоні загального досить стабільного вмісту нітратів: підвищення концентрації до 17–18 мг/дм³ у 1970–1971 рр., до 20–21 мг/дм³ у 1979–1980 рр. та до 20 мг/дм³ у 1990 році. Якщо подивитись на

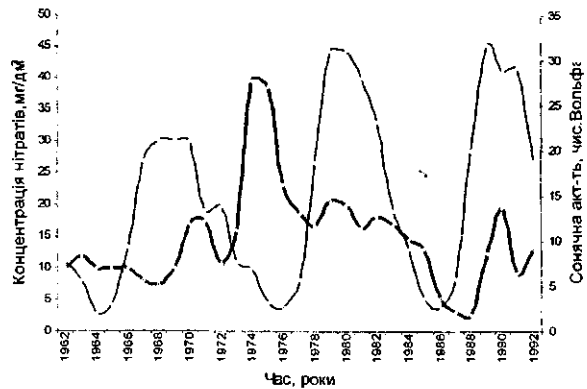


Рис. 2. Вміст нітратів у ґрунтових водах гідрогеологічної станції Феопанія.

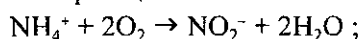
— нітрати
 - - - сонячна активність

роки сонячної активності (див. рис. 2), то виявиться, що вміст нітратів у ґрунтових водах залежить від сонячної активності.

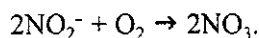
На період, що досліджується, відомі три цикли сонячної активності: 1965–1975, 1975–1986, 1986–1996 рр. [9]. Отже, піки сонячної активності відмічалися відповідно у 1970, 1980 та 1990 роках, що співпадає з роками максимального вмісту нітратів. Як бачимо, перший максимум нітратів здвинутий на 1 рік вперед, а другий максимум – на 1 рік назад. Однак, слід мати на увазі, що період максимуму сонячної активності охоплює інтервал в декілька (2–3) років, і відповідні зв'язки між коливанням вмісту нітратів та сонячною активністю можуть проявлятися і в суміжні з екстремумами роки.

Багатьма дослідниками було доведено, що біосистеми дуже чутливі до слабких електромагнітних полів. Сонячна радіація і пов'язані з нею варіації геомагнітного поля можуть викликати підвищену дію на декотрі функціональні системи організмів. Одним з результатів цього може бути зміна загальної чисельності популяції, в тому числі і нітріфікуючих бактерій [7]. Ця гіпотеза підтверджується і дослідженнями G.A.Gerhoff, E.J. Zeller і Г.С. Кочарова (1992–2002), які досліджували концентрацію нітратів у полярному льоді Гренландії [8]. Вченими зроблені такі висновки, що максимуми концентрації нітратів за період з 1715 по 2002 роки корелюють з фазами росту сонячної активності. Отже, підвищений вміст нітратів в роки сонячної активності можна пояснити тим, що Сонце впливає на мікроорганізми в ґрунті, в тому числі і на нітріфікуючі бактерії, за допомогою

яких в результаті процесу нітрифікації утворюються нітрати. Процес нітрифікації можна представити так: амоній при наявності вільного кисню в приповерхневих водах переходить в нітрити за наступною реакцією:



нітритні іони окислюються до нітратів за реакцією:



В роки сонячної активності концентрація нітратів збільшується до 19–20 мг/дм³ при фоновому вмісті 10–13 мг/дм³. Вміст амонію в приповерхневих водах малий (фоновий вміст 0,04–0,08 мг/дм³), він дуже нестійкий і швидко розкладається. Так, в 1970–71 роках концентрація амонію підвищується з 0,06 до 0,2 мг/дм³, в 1979–80 рр. – до 0,1 мг/дм³, в 1990 р. – до 0,2 мг/дм³. Відтак, можна припустити, що навіть малі концентрації амонію є достатніми для утворення існуючих концентрацій нітратів.

Виділяється ще один великий пік вмісту нітратів у ґрунтових водах цієї території – 1974–1975 гідрологічний рік – не пов'язаний з сонячною активністю. В цей період концентрація нітратів піднімається до відмітки майже 40 мг/дм³. Виявлено, що цей пік не зв'язаний з кількістю атмосферних опадів, оскільки в 1974–1975 гідрологічному році цей показник (574 мм/рік) суттєво не відрізнявся від інших років. Також він не пов'язаний із температурою ґрунтових вод, яка, як

відомо, залежить від температурного режиму зони аерації. Під час спостережень середньомісячна температура води по свердловині 30 (з якої відбиралися проби на аналіз нітратів) змінювалась від 8,6 до 10,1°C. Середньорічна температура 9,1–9,7°C при середньобагаторічній величині 9,4°C [1].

Велике підвищення вмісту нітратів у ці роки можна пов'язати з техногенними чинниками. Гідрогеологічна станція Феофанія довгий час знаходилася за межами міської смуги, що практично виключало вплив міста на природні процеси, які вивчалися. На початку сімдесятих років було здійснено будівництво експлуатаційної свердловини на сеноманський водоносний горизонт з водонапірною вежею. За даними спостережень, що систематично проводились працівниками ІГН НАН України на гідрогеологічній станції Феофанія, в той же час відбувся злив води з цієї експлуатаційної свердловини. Злив відбувався на площу приблизно 5600 м². Розраховано, що на таку площу з верхніх шарів ґрунту вимилось 882 кг нітратів, що потенційно може дати концентрацію у ґрунтових водах 65 мг/дм³, яка є більшою за існуючу.

Рівень коливань вмісту нітратів у ґрунтових водах на території станції Феофанія майже не змінюється з 1962 по 1992 р.р. Такий стабільний вміст нітратів у ґрунтових водах може свідчити, головним чином, про їх природне походження.

1. Ситников А.В., Головаченко Ю.Г., Ткаченко К.Д. Гидрогеологическая станция Феофанья: многолетние исследования зоны аерации и грунтовых вод. – К., 1994. – 54 с. – (Препр. НАН Украины, Институт геологических наук; 94–15).
2. Ткаченко К.Д. Баланс влаги в зоне аерации. – К.: Наук. думка, 1965. – 144 с.
3. Ягодин Б.А., Смирнов П.М., Петербургский и др. Агрохимия – М.: Агропромиздат, 1989. – 639 с.
4. Ткаченко К.Д. Атмосферні опади як фактор мінералізації ґрунтових вод // Геол. журн. – 1967. – № 2. – С. 53 – 57.
5. Ткаченко К.Д., Колесник П.И. О загрязненности атмосферных осадков, выпадающих в районе г. Киева/ Охрана подземных вод УССР от загрязнений и истощений, вып. I. – К.: Наук. думка, 1970. – С. 28 – 29.
6. Ткаченко К.Д., Руденко Л.Г. Влияние города на изменение качественного состава грунтовых вод // Геол. журн. АН УССР – 1984. – № 6. – С. 126 – 128.
7. Шугрин С.М., Обут А.М. Солнечная активность и биосфера. Новосибирск: Изд-во "Наука", 1986. – 128 с.
8. Кочаров Г.Е. Погодичные вариации концентрации нитратов в полярном льду за последние 415 лет, солнечные вспышки и климатические эффекты. – <http://www.nature.ru>. – Санкт-Петербург, 2002. – 6 с.

Изучается содержание нитратов в грунтовых водах гидрогеологической станции Феофанья за период с 1962 по 1992 годы и зависимость концентрации нитратов от активности Солнца. Полученные данные свидетельствуют об увеличении концентрации нитратов в периоды солнечной активности.

The content of nitrates in groundwater was studied at the Feofania hydrogeological station within the period of 1962–1992. The correlation between nitrate concentrations and solar activity was examined. The obtained results show the increase of nitrate concentrations at the period of maximal solar activity.