

ОЦІНКА УРАЗЛИВОСТІ ПИТНИХ ПІДЗЕМНИХ ВОД СЕНОМАН-КЕЛОВЕЙСЬКОГО ВОДОНОСНОГО КОМПЛЕКСУ В м. КИЄВІ ЗА ІЗОТОПНО-РАДІОХІМІЧНИМИ ДАНИМИ

Виконано аналіз сучасного стану використання підземних вод для бюветного водопостачання населення м. Києва. На дана геолого-гідрогеохімічна характеристика сеноман-келовейського водоносного комплексу, тривалість експлуатації якого в межах досліджуваної території сягає понад 100 років. Наведено результати власного аналітичного дослідження, спрямованого на виявлення закономірностей поширення радіоактивного ізотопу водню – тритію у бюветах міста. Описано методику лабораторного визначення радіоактивного ізотопу водню у зразках води за допомогою рідинної сцинтиляційної радіометрії. За допомогою геоінформаційної системи ArcGIS побудована карта-схема розподілу тритію у підземних водах сеноман-келовейського водоносного комплексу. Встановлено кореляцію між величиною окиснюваності та активністю тритію у підземних водах досліджуваного комплексу. Показано, що ізотопно-радіохімічні дані можуть слугувати ефективним інструментом для встановлення уразливості підземних вод комплексу до забруднення.

Ключові слова: уразливість підземних вод, питне водопостачання, ізотопно-радіохімічні дані, антропогенне перетворення підземної гідрофери.

Т.А. Кошлякова. ОЦЕНКА УЯЗВИМОСТИ ПИТЬЕВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД СЕНОМАН-КЕЛОВЕЙСКОГО ВОДОНОСНОГО КОМПЛЕКСА В Г. КИЕВЕ ПО ИЗОТОПНО-РАДИОХИМИЧЕСКИМ ДАННЫМ. Выполнен анализ современного состояния использования подземных вод для бюветного водоснабжения населения г. Киева. Представлена геолого-гидрогеохимическая характеристика сеноман-келовейского водоносного комплекса, продолжительность эксплуатации которого в пределах исследуемой территории составляет более 100 лет. Приведены результаты исследования, направленного на выявление закономерностей распространения радиоактивного изотопа водорода – трития в бюветах города. Описана методика лабораторного определения радиоактивного изотопа водорода в образцах воды при помощи жидкостной сцинтилляционной радиометрии. При помощи геоинформационной системы ArcGIS построена карта-схема распределения трития в подземных водах сеноман-келовейского водоносного комплекса. Установлена корреляция между величиной окисляемости и активностью трития в подземных водах исследуемого комплекса. Показано, что изотопно-радиохимические данные могут служить эффективным инструментом для установления уязвимости подземных вод комплекса к загрязнению.

Ключевые слова: уязвимость подземных вод, питьевое водоснабжение, изотопно-радиохимические данные, антропогенное превращение подземной гидросферы.

Постановка проблеми. Одним з ключових джерел питного водопостачання м. Києва є підземні води сеноман-келовейського водоносного комплексу (сучасна назва – водоносний комплекс у відкладах іваницької світи середньої та верхньої юри та загорівської, журавинської, бурімської світ нижньої та верхньої крейди). Даний комплекс в межах міста поширений повсюдно, крім місць переходу покрівлі верхньоюрської товщі у водотриву потужністю до 10 м і більше (урочище Пуца-Водиця, ділянки в долині Дніпра). В покрівлі комплексу залягають відносно водотривкі мергельно-крейдові відклади верхньої крейди, в підошві – водотривкі глини та алеврити середньої і верхньої юри. Водовмісні породи представлені різними стратиграфічними і літолого-фаціальними різновидами. Верхню частину водовмісних відкладів складають сеноманські відклади верхньої крейди, які представлені вапняковмісними пісками дрібно- і тонкозернистими, нижче – середньо- і крупнозернистими, місцями гравелистими, із стяжіннями кременю, з лінзами пісковиків часто окременілих, з прошарками глин та алевритів. Потужність водовмісних порід верхньої товщі змінюється від 4 до 18 м. Глибина залягання водоносного комплексу змінюється від 53 м (о. Водників) до 148 м (Чоколівка). Рівні встановлюються на глибинах від 4 м (Дарниця, Гідропарк) до 142 м (Чоколівка). Відповідно, абсо-

лютні відмітки складають 97,9 і 39,1 м. Води напірні, напори змінюються в межах від 2 м (Чоколівка) до 86,8 м (м. Вишневе) і складають в середньому 30-50 м. За хімічним складом води комплексу гідрокарбонатні кальцієві і гідрокарбонатні кальцієво-натрієво-калієві. Вони характеризуються малою мінералізацією (0,2-0,4 г/дм³), жорсткість складає 4-6 мг-екв/дм³. Величина рН коливається в межах 6,8 до 8,2. Основне живлення водоносного комплексу здійснюється на вододільних просторах. Значна доля в живленні належить водам, які перегікають із водоносних горизонтів, що залягають вище, навіть за наявності відносно водотривкої мергельно-крейдової товщі і водотривких відкладів київських мергелів. Про це свідчить досвід експлуатації водоносного комплексу. В умовах, порушених експлуатацією, більша частина вод комплексу розвантажується в межах водозаборів. Режим даного водоносного комплексу тісно пов'язаний з величиною водовідбору підземних вод і положенням рівня води у Дніпрі [1].

З точки зору геологічної будови сеноман-келовейський водоносний комплекс вважається захищеним на правобережжі р. Дніпро (крім Оболоні) та умовно захищеним на лівому березі.

Сучасний стан питного водопостачання м. Києва за рахунок підземних вод. Для

забезпечення населення міста чистою водою, починаючи з 1997 року, було облаштовано широку мережу бюветних комплексів, кількість яких постійно нарощувалася. За станом на серпень-вересень 2011 року до цієї мережі входило 182 бюветних комплекси. З них 92 експлуатувало сеноман-келовейський водоносний комплекс. Решта 90 бюветів використовували воду з водоносного горизонту у відкладах орельської світи байського ярусу середньої юри, а також змішану воду з вищевказаних водоносного горизонту та комплексу [2].

Якість води у бюветах контролюється на предмет перевищення ГДК у відповідності до нормативних документів ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» та ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання». При виявленні перевищення концентрацій нормованих компонентів у окремих бюветах, їх закривають для споживачів. Такими чином, наявний контроль якості бюветної води носить локальний характер і не дозволяє оцінити уразливість підземних вод до техногенного впливу системно та по площі.

Постановка завдання. Автором було виконано дослідження, спрямоване на виявлення закономірностей поширення радіоактивного ізотопу водню – тритію у сеноман-келовейському водоносному комплексі як індикатора уразливості підземних вод до техногенного впливу.

Вибір саме тритію було обумовлено тим, що він є одним із найпоширеніших у природі серед легких радіоактивних ізотопів і бере участь в усіх процесах круговороту і метаболізму води. Поряд із стабільним аналогом він може досить легко мігрувати в складі вологи повітряних і водних потоків, накопичуватись як компонент мінеральних та органічних сполук. Його потенційна небезпека зумовлена тим, що він разом із стабільним ізотопом водню входить до складу води, є будівельним матеріалом клітинної тканини живих організмів.

Зі зростанням масштабів атомної енергетики накопичення тритію в навколишньому середовищі, передусім у поверхневій гідросфері, біосфері, підземних водах, збільшується [3]. Ймовірними техногенними джерелами тритію в межах м. Києва є Інститут ядерних досліджень та сховища Київського спецкомбінату.

Дослідження уразливості підземних вод за ізотопно-радіохімічними даними. У

лютому-квітні 2014 р. автором було обстежено 77 бюветні свердловини, що експлуатують сеноман-келовейський водоносний комплекс, на вміст у воді тритію. З кожного бювету відбирався зразок води до скляної пляшки, після чого він доставлявся до лабораторії ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України». Лабораторні дослідження полягали у застосування методики рідинної сцинтиляційної радіометрії – вимірюванні вмісту радіоактивних компонентів за допомогою рідинних сцинтиляторів. Цей метод вважається найзручнішим практичним способом вимірювання активності тритію в рідкому стані, що полягає в розчиненні або диспергуванні тритійвмісної сполуки в рідинному сцинтиляторі з наступним реєструванням числа світлових спалахів.

Сцинтиляційна рідина складається з однієї або декількох флуоресцентних речовин, розчинених у відповідних розчинниках. Енергію іонізованих частинок поглинає в основному розчинник. Частина цієї енергії передається сцинтилятору, в якому вона перетворюється на світлову, яка здатна проникати крізь рідину до фотоелектронного детектора. При виконанні дослідження було використано сучасну сцинтиляційну рідину, яка широко використовується у лабораторній практиці – OPTIPHASE HiSafe 3 виробництва фірми “Perkin-Elmer”. До її складу входять нонілфенолетоксилат, ефір діетаноламінофосфатної кислоти, 3,6-диметил-4-октин-3,6-діол, ізомери діізопропілнафталіну та деякі інші сполуки. Безпосередньо вимірювання активності тритію було здійснено на сучасному високочутливому приладі, призначеному для низькофонових вимірювань – ультранизькофоновому рідинно-сцинтиляційному α - β -спектрометрі Quantulus 1220-003 виробництва Фінляндії.

За результатами лабораторного вимірювання тритій було виявлено в усіх бюветних свердловинах. Загалом його концентрація коливається в межах 2-10 Бк/л. За допомогою програмного комплексу ArcGIS 9.3 було побудовано карту-схему розподілу вмісту тритію у підземних водах сеноман-келовейського водоносного комплексу на території м. Києва (рис. 1). З карти-схеми видно, що ділянки з підвищеним вмістом тритію геоморфологічно приурочені переважно до долини р. Дніпро, частини Придніпровської низовини (лівобережжя р. Дніпро) та долин малих річок.

Для подальшої математичної обробки було використано літературні дані про вміст у бюветах м. Києва таких показників якості води

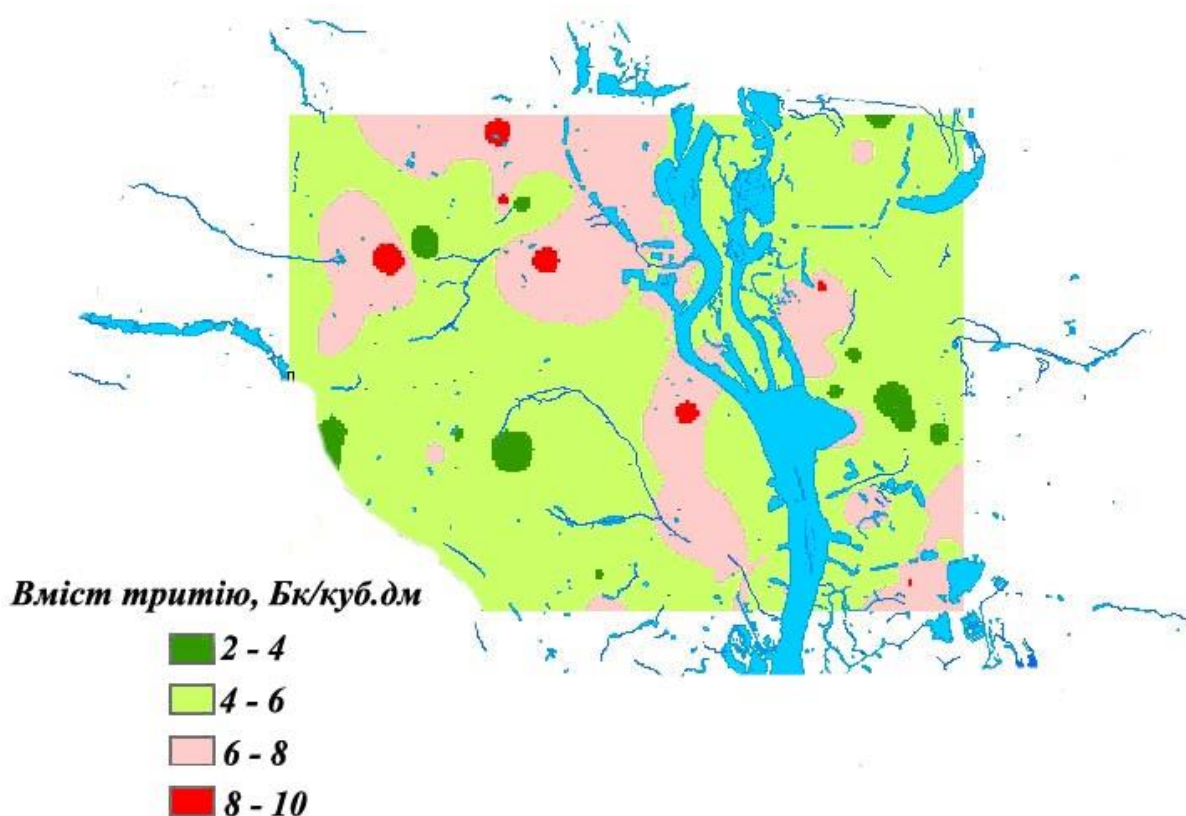


Рис.1. Карта-схема розподілу тритію у підземних водах сеноман-келовейського водоносного комплексу на території м. Києва

як мінералізація, вміст амонію та окиснюваність. У результаті було виявлено кореляцію (за Спірменом) між величиною окиснюваності та активністю тритію у бюветах, що геоморфологічно приурочені до лесових останців Придніпровської височини ($k_{\text{кор}}=0,51$). Була встановлена закономірність – зі збільшенням показника окиснюваності збільшується тритій (рис.2).

Оскільки окиснюваність є показником якості води, що характеризує кількість розчиненого кисню у воді, джерелом його надходження до підземних вод є поверхневі води та приповерхневі водоносні горизонти. Кореляція між окиснюваністю та тритієм вказує на спорідненість процесів

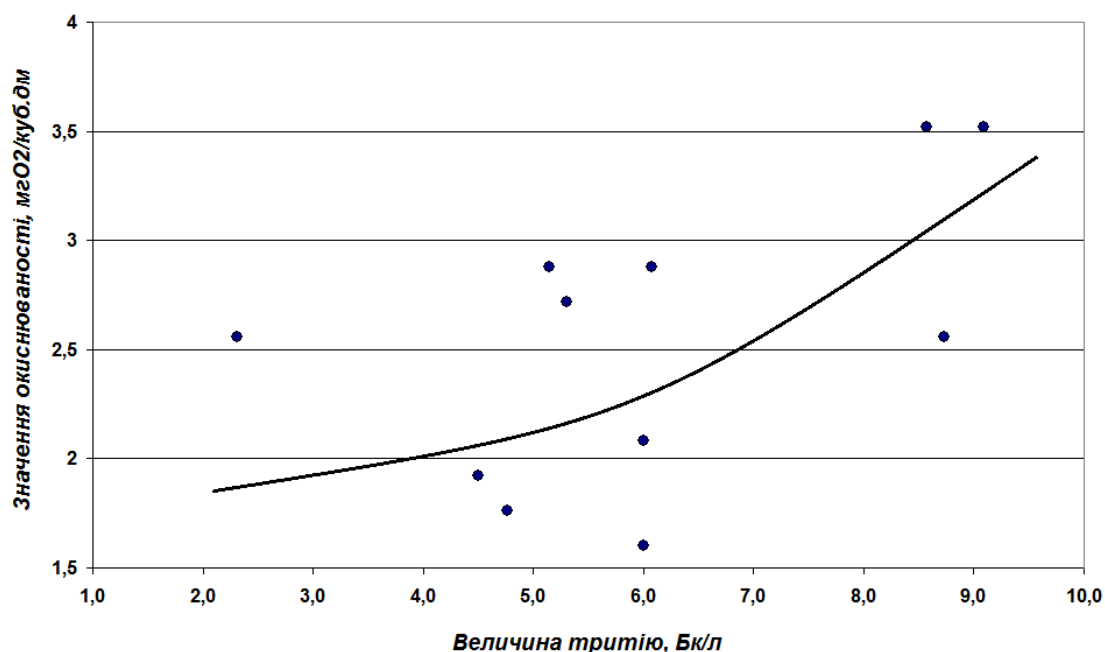


Рис. 2. Залежність між величиною окиснюваності та активністю тритію у бюветній воді в межах лесових останців Придніпровської височини

надходження цих компонентів до глибинного водоносного комплексу. Таким чином, можна об'єктивно стверджувати, що має місце процес зміни природного хімічного складу підземних вод сеноман-келовейського водоносного комплексу в м. Києві.

Висновки. Результати дослідження вказують на наявність техногенного впливу на формування хімічного складу підземних вод сеноман-келовейського водоносного комплексу. За допомогою ізотопно-радіохімічних даних (вміст тритію у воді) було виявлено найбільш уразливі ділянки на території м. Києва. Це долина

р. Дніпро, частини Придніпровської низовини (лівобережжя р. Дніпро) та долини малих річок. Кореляційний аналіз дав змогу встановити закономірність: зі збільшенням активності тритію зростає показник окиснюваності. На думку автора, виявлені закономірності дають підставу стверджувати про небезпеку антропогенного перетворення підземної гідросфери з точки зору зміни якості питних підземних вод у бік її погіршення. Побудована карта-схема розподілу тритію може потенційно слугувати підґрунтям для оцінки прогнозованого ступеня уразливості підземних вод до забруднення.

Література

1. Геолого-економічна оцінка експлуатаційних запасів родовища питних підземних вод середньорського водоносного горизонту для ПАТ «Квазар» в м. Києві (з підрахунком запасів станом на 01 серпня 2010 р.) : звіт про НДР / ПДРГП «Північгеологія» [Текст] / О.П. Нікіташ, О.П. Довженко, Н.І. Івасюк та ін. – К., 2010. – 110 с.
2. Рейтинг чистых и грязных бьюетов Киева: инфографика [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://news.bigmir.net/capital/739722-Rejting-chistyh-i-grjaznyh-bjuvetov-Kieva--INFOGRAFIKA->. – Мова рос. – Опис засн. на версії, датов.: 14. 08.2013.
3. Тритій у біосфері [Текст] / В.В. Долін, О.В. Пушкарьов, І.Ф. Шраменко та ін. – К.: Видавництво «Наукова думка» НАН України», 2012. – 224 с.
4. Девис, Дж.С. Статистический анализ данных в геологии: в 2 кн. Кн. 1 [Текст] / Дж.С. Девис.; пер. с англ. В.А. Голубевой; ред. Д.А. Родионов. – М.: Недра, 1990. – 319 с.
5. Кошляков, О.Є. Виявлення динаміки змін хімічного складу підземних вод сеноман-келовейського водоносного комплексу у м. Києві за допомогою методів математичної статистики [Текст] / О.Є. Кошляков, Т.О. Кошлякова // Науковий вісник Національного гірничого університету. Науково-технічний журнал. – Дніпропетровськ, 2014. – №3(141). – С. 5–10.