

ГІДРОГЕОЛОГІЯ, ІНЖЕНЕРНА ТА ЕКОЛОГІЧНА ГЕОЛОГІЯ

УДК 556.3:550.461:504.5(477-25)

Т. Кошлякова, наук. співроб.
ДУ "Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України",
просп. Академіка Палладіна, 34а, м. Київ, 03680, Україна,
E-mail: geol@bigmir.net;

О. Кошляков, д-р геол. наук, доц.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
ННІ "Інститут геології",
вул. Васильківська, 90, м. Київ, 03022, Україна,
E-mail: kosh@univ.kiev.ua;

В. Долін, д-р геол. наук, проф.
E-mail: vdolin@ukr.net;

В. Скрипкін, наук. співроб.
E-mail: psrtl@rambler.ru,
ДУ "Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України",
просп. Академіка Палладіна, 34а, м. Київ, 03680, Україна

ОЦІНКА ІНТЕНСИВНОСТІ ВОДООБМІНУ В СЕНОМАН-КЕЛОВЕЙСЬКОМУ ВОДОНОСНОМУ КОМПЛЕКСІ НА ТЕРИТОРІЇ М. КИЇВ В УМОВАХ ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол.-мінералог. наук, проф. М.М. Коржневим)

Мета дослідження – визначення показників інтенсивності водообміну в межах гідрогеологічної системи сеноман-келовейського водоносного комплексу на території м. Києв, зокрема, оцінка швидкості надходження поверхневих вод до досліджуваного водоносного комплексу та їхньої частки у водному балансі підземних вод. При виконанні дослідження було застосовано балансовий, гідродинамічний методи, аналітичне визначення активності тритію у зразках води з сеноман-келовейського водоносного комплексу та обробку власних ізотопно-радіогеохімічних даних. Для побудови картографічних схем було використано програму ArcGIS.

У результаті, узагальнено друковані дані про інтенсивність водообміну в системі підземних вод на території м. Києв в умовах техногенного впливу. Визначено частку атмосферних опадів у формуванні ресурсів сеноман-келовейського водоносного комплексу. Зважаючи на антропогенну перебудову водообміну в межах гідродинамічної системи, оцінено час проходження води крізь крейдяно-мергельну товщу верхньої крейди, що є верхнім водотривом для досліджуваного комплексу. З'ясовано, що вміст тритію у підземних водах об'єктивно віддзеркалює результат дії природних та техногенних чинників формування підземного вертикального водообміну.

Вперше за ізотопно-радіогеохімічними даними та на підставі балансових і гідродинамічних розрахунків визначено, що на території Києва частка інфільтраційного живлення у формуванні ресурсів сеноман-келовейського водоносного комплексу становить 21-23%, а час надходження поверхневих вод до згаданого комплексу – 10-12 років. Отримані результати дозволяють охарактеризувати інтенсивність водообміну в сеноман-келовейському водоносному комплексі та захищеність питних підземних вод на території м. Києв. Методика спільного застосування балансового, гідродинамічного методів та аналізу ізотопно-радіогеохімічних даних може бути успішно застосована для оцінки інтенсивності водообміну в межах інших територій.

Ключові слова: підземні води, водообмін, ізотопно-радіогеохімічні дані, водний баланс, захищеність.

Вступ. Підземні води сеноман-келовейського водоносного комплексу в межах Києва є одним з джерел централізованого питного водопостачання, тому вивчення особливостей змін їх гідродинамічної та гідрогеохімічної складових у процесі експлуатації має дуже важливе значення. Результати математико-статистичної обробки даних хімічних аналізів підземних вод та застосування геоінформаційного аналізу й моделювання [4] дозволили зробити висновок про наявність нерівномірних за площею змін хімічного складу підземних вод досліджуваного водоносного комплексу. Ці зміни можна пояснити, передусім, тривалою експлуатацією підземних вод, що спричинило істотні порушення у співвідношеннях гідродинамічних напорів між суміжними водоносними шарами та інтенсифікацію низхідного руху в зоні активного водообміну.

З метою обґрунтування такого пояснення авторами було використано наявні друковані дані щодо інтенсивності водообміну в системі підземних вод території та виконано відповідні балансові та гідродинамічні розрахунки, а також проведено польові й лабораторні ізотопно-радіогеохімічні дослідження (визначення вмісту тритію у підземних водах сеноман-келовейського комплексу) та здійснено обробку їх результатів.

Як стверджують В.М. Шестопапов зі співавт. [9], складовими водообміну в гідрогеологічній структурі є живлення та розвантаження підземних вод, підземний стік у загальній структурі потоку. Інтенсивність водообміну визначається рухливістю підземних вод при їх пе-

реміщенні усередині гідрогеологічної системи або її частини. Вона залежить від граничних умов, просторового розподілу параметрів і розмірів геофільтраційного потоку та інтегрально віддзеркалює всю сукупність згаданих факторів. Кількісними показниками інтенсивності водообміну є витрата підземних вод у модульній формі, темп (тривалість) водообміну та швидкість руху підземних вод. Авторами статті при оцінці інтенсивності водообміну було виконано орієнтовні розрахунки темпу водообміну в сеноман-келовейському водоносному комплексі та швидкості вертикального руху підземних вод у підземній водообмінній системі.

Виклад основного матеріалу. Темп водообміну визначається відношенням ємнісних (пружних та гравітаційних) запасів підземних вод до витрати потоку. Це можливий умовний час заміщення підземних вод, які містяться у виділеному об'ємі гідрогеологічної системи. Як зазначається у роботі [7], природні ресурси у сеноман-келовейському водоносному комплексі на 21-26% формуються за рахунок атмосферних опадів, а підземний стік у річки складає 3-6%. Темпи природного водообміну в сеноман-келовейському водоносному комплексі у межах Придніпровському району такі: з поверхневими водами 1400-6000 років, повний водообмін 800-4000 років. Для території м. Києв природний темп повного водообміну складає приблизно 850 років [8].

За даними В.М. Шестопапова зі співавт. [8], у Києві внаслідок багаторічної експлуатації питних підземних вод сеноман-келовейського водоносного комплексу в

структурі водообміну відбулися істотні зміни. У долинах річок в районах підземних водозаборів зафіксована найбільш значна інверсія потоку: зони природної висхідної фільтрації перетворилися місцями в ділянки активної низхідної фільтрації і, відповідно, додатково живлення сеноман-келовейського водоносного комплексу. При цьому модуль додаткового живлення на території м. Київ перевищив величину модуля природного висхідного розвантаження в 6-10 разів. Відмічається інтенсифікація низхідної фільтрації і, відповідно, збільшення величини живлення сеноман-келовейського водоносного комплексу внаслідок водовідбору на лівобережжі та правобережжі долини р. Дніпро, яке зросло більш як у 10 разів. Значною мірою змінилася структура латеральної фільтрації сеноман-келовейського водоносного комплексу, швид-

кість якої у природних умовах складала 2-15 м/доба. Зараз вона зросла в 1,5 рази, а в зонах активного впливу водозабірних свердловин, де відмічається найбільш активна зміна напрямку фільтрації у бік водозаборів, – більше, ніж у 10 разів. Фактично водозабори перетворилися у головні дренуючі системи водоносного комплексу, а ті ділянки у долинах річок, які не охоплені п'єзометричними воронками, на сьогодні являють собою лише додаткові зони розвантаження. На ділянках інтенсивного інверсійного живлення в зонах впливу водозаборів темп водообміну зріс у 6 разів.

Зазначені вище зміни в структурі водообміну віддзеркалюються у зміні поверхні п'єзометричних напорів сеноман-келовейського водоносного комплексу, що ілюструється побудованими авторами схематичними картами п'єзоізогіпс станом на 1960 р та 2005 р (рис. 1).

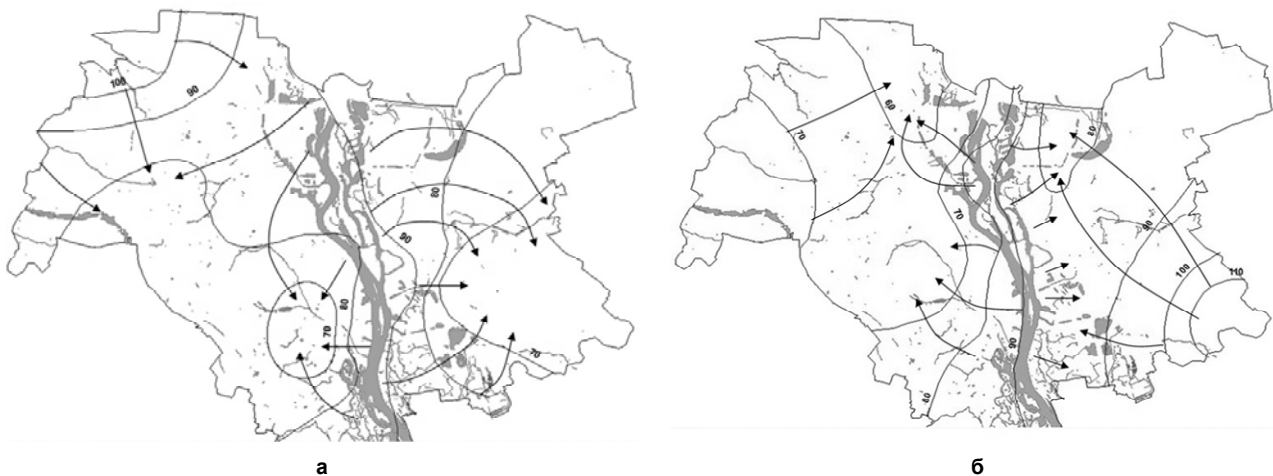


Рис. 1. Схематичні карти п'єзоізогіпс сеноман-келовейського водоносного комплексу (стрілками показано напрямок руху потоку підземних вод): а – станом на 1960 р, б – станом на 2005 р

Антропогенна перебудова водообміну в водоносному горизонті у відкладах канівської і буцацької серій еоцену та сеноман-келовейському водоносному комплексі призвела також до змін у крейдяно-мергельній товщі верхньої крейди, що їх розділяє [8]. Сеноман-келовейський водоносний комплекс є більш ізольованим від зовнішніх джерел живлення порівняно з водоносним горизонтом у відкладах канівської і буцацької серій еоцену. Тому експлуатація сеноман-келовейського водоносного комплексу приводить до утворення більш великих та глибоких воронок депресії та відповідного перепаду п'єзометричних напорів. Останнє забезпечує більш активну низхідну фільтрацію через крейдяно-мергельну товщу верхньої крейди у таких зонах.

Оскільки природний темп повного водообміну у сеноман-келовейському водоносному комплексі за даними В.М. Шестопалова зі співавт. складає приблизно 850 р, а на ділянках інтенсивного інверсійного живлення в зонах впливу водозаборів темп водообміну зріс у 6 разів, можна вважати, що темп водообміну станом на 1990 р складав приблизно 140 р. Враховуючи, що при збільшенні водовідбору прогнозувалося збільшення темпу водообміну в 10 разів [8], можна припустити, що на теперішній час темп повного водообміну в сеноман-келовейському водоносному комплексі дорівнює приблизно 80 рокам.

Для підтвердження суттєвої ролі ґрунтових вод у формуванні водних ресурсів сеноман-келовейського комплексу авторами виконано відповідний розрахунок. Як зазначається в роботі [8], близько 90% балансу підземної водообмінної системи на території м. Київ формується за ра-

хунок підземних вод олігоцен-четвертинних відкладів. За даними [5], величина інтенсивності природного інфільтраційного живлення ґрунтових вод по м. Київ станом на 2005 р дорівнювала 0,000081-0,000673 м/доба, в середньому приблизно 0,0004 м/доба. Площа території міста складає приблизно 840 км², тому ресурси, що формуються за рахунок природного інфільтраційного живлення, приблизно дорівнюють:

$$0,0004 \text{ м/доба} \cdot 840 \cdot 10^6 \text{ м}^2 \cdot 365 \text{ д} = 0,123 \text{ км}^3.$$

Методика розрахунку загальних ресурсів сеноман-келовейського водоносного комплексу ґрунтувалася на обчисленні ємнісних та пружних запасів підземних вод за усередненими значеннями таких гідрогеологічних характеристик, як потужність водонасичених порід, величина гідродинамічного напору над покрівлею, а також параметрів гравітаційної ємності та пружної водовіддачі водоносного пласта. Як розрахункові значення зазначених характеристик було прийнято величини, що наведені у виробничих звітах з оцінки запасів підземних вод м. Київ [2].

Загальні ресурси сеноман-келовейського водоносного комплексу в межах Києва за розрахунками авторів складають приблизно 0,587 км³.

Таким чином, частка атмосферних опадів у ресурсах сеноман-келовейського водоносного комплексу дорівнює приблизно 21%:

$$0,123 \text{ км}^3 / 0,587 \text{ км}^3 \cdot 100\% = 21\%.$$

Для визначення швидкості вертикального руху підземних вод у водообмінній системі на території м. Київ авторами виконано відповідні гідродинамічні розрахунки. Оскільки максимальна швидкість визначається шви-

дкістю руху в найменш проникному шарі, було розраховано приблизний час проходження води крізь крейдяно-мергельну товщу верхньої крейди за залежністю:

$$t = \frac{\Delta l^2 \cdot n_a}{k \cdot \Delta H}, \quad (1)$$

де t – час проходження води, Δl – довжина шляху фільтрації, n_a – активна пористість k – коефіцієнт фільтрації, ΔH – різниця п'езометричних напорів.

За даними А.О. Сухореброго [7], потужність крейдяно-мергельної товщі складає 60 м, її активна пористість дорівнює 0,05.

Коефіцієнт фільтрації товщі за даними польових досліджень змінюється в межах від 0,000058 до 0,0035 м/доба [2], за даними лабораторних визначень – від 0,001 до 0,1 м/доба [4]. Тому автором при розрахунках часу проходження води прийнято значення коефіцієнту фільтрації 0,001 м/доба.

За даними В.М. Шестопалова зі співавт. [8], різниця п'езометричних напорів між водоносним горизонтом еоценових відкладів та сеноман-келовейським водоносним комплексом станом на 1990 р становила від 10 до 50 м. Станом на 2010 р прогнозувалося його збільшення до 30-70 м.

Виходячи з наведених вище даних, приблизний час проходження води крізь крейдяно-мергельну товщу верхньої крейди у 1990 р становив від 49 до 10 років (у середньому, 30 років), а станом на 2010 р прогнозний час мав дорівнювати від 16 до 7 років (у середньому, 12 років).

З метою підтвердження отриманих на попередньому етапі дослідження результатів було застосовано ізотопно-радіогеохімічні дані. Зокрема, процент надходження поверхневих вод до сеноман-келовейського водоносного комплексу та час, за який води з поверхні надходять до цього комплексу, визначалися за показником активності тритію у підземних водах.

У лютому-квітні 2014 р було обстежено 77 бюветних свердловин, що експлуатують сеноман-келовейський водоносний комплекс, на вміст у воді тритію. Обстеження включало відбір проб, очищення води шляхом перегонки, приготування лічильної форми, вимірювання на бета-спектрометрі Quantulus 1220 та розрахунок вмісту тритію.

За даними дослідження, середнє значення вмісту тритію у підземних водах сеноман-келовейського водоносного комплексу на території Києва становить 5,6 Бк/дм³ (див. табл. 1). Концентрація тритію у поверхневих водах м. Київ складає приблизно 10 Бк/дм³ [3].

Таблиця 1

Діапазон вмісту тритію у різних геолого-геоморфологічних типах території м. Київ

Геолого-геоморфологічний тип	Діапазон вмісту тритію, Бк/дм ³
Рівнинна частина Придніпровської височини	2-9,8
Долини малих річок	6-6,8
Лесові останці Придніпровської височини	2,3-9,1
Частина Придніпровської низовини	2,1-8,5

За даними вмісту тритію у поверхневих та підземних водах було виконано розрахунок відсоткової частки надходження поверхневих вод до сеноман-келовейського водоносного комплексу. Для цього використовувалась формула, запропонована Е.В. Соболичем, Г.Н. Бондаренком, В.Є. Ветштейном та ін. [6]:

$$Q = -\frac{1}{\tau} \ln \frac{y-g}{y_0-g} \times V, \quad (2)$$

де Q – кількість води, що надходить до підземних вод з поверхні, м³; τ – час надходження, діб; y – існуюча концентрація радіоактивного ізотопу (тритію) у підземних водах водоносного комплексу, Бк/дм³; y_0 – початкова концентрація радіоактивного ізотопу у підземних водах, Бк/дм³; g – концентрація ізотопу у поверхневих водах, що надходять, Бк/дм³; V – об'єм водоносного комплексу, м³.

Оскільки площа території м. Київ складає 840 км², а потужність порід комплексу приблизно 70 м [1], об'єм сеноман-келовейського водоносного комплексу в межах міста дорівнює приблизно 59 км³.

Якщо прийняти, що $\tau = 365$ діб, $y = 5,6$ Бк/дм³; $y_0 = 0$ Бк/дм³; $g = 10$ Бк/дм³, то об'єм поверхневих вод, які

надходять до водоносного комплексу за рік, буде дорівнювати 0,133 км³. Це складає приблизно 23% від ресурсів сеноман-келовейського водоносного комплексу, що добре узгоджується з отриманими автором результатами гідродинамічного розрахунку частки атмосферних опадів у формуванні ресурсів комплексу (21%) та даними, наведеними В.М. Шестопаловим зі співавт. (21-26%) [7].

Для визначення часу надходження поверхневих вод до сеноман-келовейського водоносного комплексу, враховуючи період напіврозпаду тритію (12,26 років), було складено графік та отримано рівняння регресії, які дозволяють визначити час надходження поверхневих вод до цього комплексу (рис. 2).

Залежність, яка дозволяє розрахувати час надходження поверхневих вод до сеноман-келовейського водоносного комплексу τ має вигляд:

$$\tau = -17,6 \cdot \ln(x) + 40,72, \quad (3)$$

де τ – час надходження, діб; x – існуюча концентрація тритію у підземних водах водоносного комплексу, Бк/дм³.

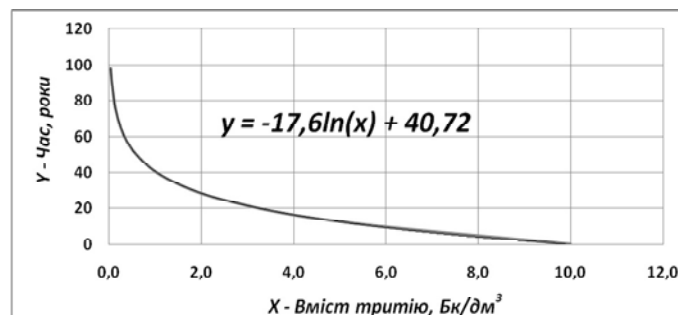


Рис. 2. Залежність часу надходження поверхневих вод до сеноман-келовейського водоносного комплексу від вмісту тритію у воді

За цими даними, час надходження поверхневих вод до сеноман-келовейського водоносного комплексу дорівнює 10,4 роки, що добре узгоджується з наведеними вище результатами прогнозного гідродинамічного розрахунку приблизного часу проходження води крізь крейдяно-мергельну товщу верхньої крейди (12 років).

Висновки. Результати орієнтовних балансових розрахунків інтенсивності водообміну в системі підземних вод території м. Київ, виконані авторами, свідчать, що на теперішній час частка атмосферних опадів у формуванні ресурсів сеноман-келовейського водоносного комплексу дорівнює приблизно 21%. Це добре узгоджується з даними, отриманими раніше В.М. Шестопаповим зі співавторами [7]. За результатами гідродинамічних розрахунків, які виконані авторами, час проходження води крізь крейдяно-мергельну товщу верхньої крейди дорівнює 7-16 років, у середньому 12 років. Оскільки максимальна швидкість вертикального руху підземних вод визначається швидкістю руху в найменш проникному шарі, можна зробити висновок про те, що час надходження поверхневих вод до сеноман-келовейського водоносного комплексу на території Києва складає приблизно 12 років. Виконані авторами розрахунки інтенсивності водообміну в сеноман-келовейському водоносному комплексі за даними вмісту тритію у підземних та поверхневих водах на території м. Київ добре узгоджуються з висновками, які викладені у попередніх роботах [4]. Так, частка поверхневих вод у складі сеноман-келовейського водоносного комплексу становить 23%, а час надходження – приблизно 10,4 роки. Отже, вміст тритію у підземних водах об'єктивно віддзеркалює результат сполученого впливу природних та техногенних чинників на формування підземного вертикального водообміну. Залежність, яка дозволяє розрахувати час надходження поверхневих вод до сеноман-келовейського водоносного комплексу за даними вмісту тритію в підземних водах, може бути використана для побудови схематичної карти часу надходження поверхневих вод у комплекс та оцінки захищеності підземних вод.

Список використаних джерел

1. Геолого-економічна оцінка експлуатаційних запасів родовища питних підземних вод середньоруського водоносного горизонту для ПАТ "Квазар" в м. Києві (з підрахунком запасів станом на 01 серпня 2010 р.). (2010). Звіт про НДР / О.П. Нікіташ, О.П. Довженко, Н.І. Івасюк та ін. К., ПДРГП "Північгеологія", 110.
2. Nikitash O.P., Dovzhenko O.P., Ivasyuk N.I. et al., (2010). Geological-economic estimation of useful potable ground water field resources of Middle-Jurassic aquifer for "Kvazar" company in Kyiv (with estimation of reserves for state of August 1, 2010) [Geologo-ekonomichna otsinka ekspluatatsiynnykh zapasiv rodovyscha pytnykh pidzemnykh vod serednyouruskogo vodonosnogo gorizontu dlya PAT "Kvazar" v Kyevi (z pidrahunkom zapasiv stanom na 01 serpnia 2010)]. "Pivnichgeologiya", Kyiv, 110. (In Ukrainian).
3. Гидрогеологические условия и оценка эксплуатационных запасов подземных вод района г. Киева (по состоянию на 01.01.1972 г.). (1972).

T. Koshliakova, Research Assistant
"Institute of Environmental Geochemistry of NAS of Ukraine" SI
34a Palladina Ave., Kyiv, 03680 Ukraine
E-mail: geol@bigmir.net;

O. Koshliakov, Dr. Sci. (Geol.), Assoc. Prof.
Institute of Geology, Taras Shevchenko National University of Kyiv
90 Vasylykivska Str., Kyiv, 03022 Ukraine
E-mail: kosh@univ.kiev.ua;

V. Dolin, Dr. Sci. (Geol.), Prof.
E-mail: vdolin@ukr.net;

V. Skrypkyn, Research Assistant
E-mail: psrtl@rambler.ru,
"Institute of Environmental Geochemistry of NAS of Ukraine" SI
34a Palladina Aven., Kyiv, 03680 Ukraine

Д.Р. Литвак, Г.А. Кузьменко, В.Н. Соловицкий и др. К., Министерство геологии УССР, Киевский геологоразведочный трест, 308.

Litvak D.R., Kuzmenko G.A., Solovitskiy V.N. et al., (1972). Hydrogeological conditions and useful ground water resources estimation for Kyiv city territory (for state of January 1, 1972) [Gidrogeologicheskije usloviya i otsenka ekspluatatsionnykh zapasov podzemnykh vod rayona Kiya (po sostoyaniyu na 01.01.1972)]. Ministerstvo geologii USSR, Kievskiy geologorazvedochnyy trest, Kyiv, 308. (In Russian).

3. Долін В.В., Пушкар'єв О.В., Шраменко І.Ф. та ін., (2012). Тритій у біосфері; за ред. Е.В. Соботовича, В.В. Долина. НАН України, Ін-т геохімії навколишнього середовища, К.: Наукова думка, 222.

Dolin V.V., Pushkaryev O.V., Shramenko I.F. et al., (2012). Tritium in the biosphere [Tritiy u biosferi]. Naukova dumka, Kyiv, 222. (In Ukrainian).

4. Кошляков О.Е., Кошлякова Т.О., (2014). Виявлення динаміки змін хімічного складу підземних вод сеноман-келовейського водоносного комплексу у м. Києві за допомогою методів математичної статистики. Науковий вісник Національного гірничого університету, Дніпропетровськ, 3(141), 5–10.

Koshliakov O.Ye., Koshliakova T.O., (2014). Revelation of cenomanian-callovian ground water complex chemical composition changes dynamics in Kyiv by mathematical statistics methods using [Vvyavlennya dynamiky zmin khimichnogo skladu pidzemnykh vod senoman-keloveyskogo vodonosnogo kompleksu u Kyevi za dopomogoyu metodiv matematychnoyi statystyky]. Naukoviy visnyk Natsionalnogo girnychogo universytetu, Dnipropetrovsk, 3(141), 5–10. (In Ukrainian).

5. Кошляков О.Е., (2011). Моніторинг гідрогеодинамічної складової геологічного середовища урбанізованих територій (на основі ГІС). Автореферат дис. ... доктора геологічних наук: 04.00.05. Київський національний університет імені Тараса Шевченка, К., 33.

Koshliakov O.Ye., (2011). Geological environment hydrogeodynamic component monitoring for urban territories (on a GIS basis) [Monitoring gidrogeodynamichnoyi skladovoyi geologichnogo seredovyscha urbanizovanykh terytoriy (na osnovi GIS)], Kyiv, 33. (In Ukrainian).

6. Соботович Э.В., Бондаренко Г.Н., Ветштейн В.Е. и др., (1977). Изотопно-геохимические методы оценки степени взаимосвязи подземных и поверхностных вод. К.: Наукова думка, 156.

Sobotovych E.V., Bondarenko G.N., Vetshteyn V.E. et al., (1977). Isotope-geochemical methods of underground and surface waters interconnection degree estimation [Izotopno-geokhimicheskiye metody otsenki stepeni vzaimosvyazi podzemnykh i poverhnostnykh vod]. Naukova dumka, Kyiv, 156. (In Russian).

7. Шестопапов В.М., Дробноход Н.И., Лялько В.И. и др., (1989). Водообмен в гидрогеологических структурах Украины: Водообмен в естественных условиях; отв. ред. В.М. Шестопапов. АН УССР. Ин-т геологических наук, К.: Наукова думка, 288.

Shestopalov V.M., Drobnohod N.I., Lyalko V.I. et al., (1989). Water cycle in hydrogeological structures of Ukraine: Water cycle in natural conditions [Vodoobmen v gidrogeologicheskikh strukturah Ukrainy: Vodoobmen v estestvennykh usloviyakh]. Naukova dumka, Kyiv, 288. (In Russian).

8. Шестопапов В.М., Огняник Н.С. и др., (1991). Водообмен в гидрогеологических структурах Украины. Водообмен в нарушенных условиях; отв. ред. В.М. Шестопапов. АН УССР. Ин-т геологических наук, К.: Наукова думка, 528.

Shestopalov V.M., Ognyanik N.S. et al., (1991). Water cycle in hydrogeological structures of Ukraine: Water cycle in disturbed conditions [Vodoobmen v gidrogeologicheskikh strukturah Ukrainy: Vodoobmen v narushennykh usloviyakh]. Naukova dumka, Kyiv, 528. (In Russian).

9. Шестопапов В.М., Ситников А.Б., Лялько В.И. и др., (1988). Водообмен в гидрогеологических структурах Украины. Методы изучения водообмена; отв. ред. В.М. Шестопапов. АН УССР. Ин-т геологических наук, К.: Наукова думка, 272.

Shestopalov V.M., Sitnikov A.B., Lyalko V.I. et al., (1988). Water cycle in hydrogeological structures of Ukraine. Water cycle investigation methods [Vodoobmen v gidrogeologicheskikh strukturah Ukrainy. Metody izucheniya vodoobmena]. Naukova dumka, Kyiv, 272. (In Russian).

Надійшла до редколегії 25.01.15

MAN-MADE IMPACT AND WATER CYCLE RATES IN CENOMANIAN-CALLOVIAN GROUNDWATER COMPLEX (KYIV)

The paper deals with estimating water cycle rates for the Cenomanian-Callovian groundwater complex located within Kyiv hydrologic system, namely – evaluating velocity of surface water entry to the groundwater complex and its share in groundwater budget.

The research is carried out mostly via a water balance method, and a hydrodynamic method, alongside with testing tritium activity in water samples from the Cenomanian-Callovian groundwater complex, and processing proper isotope data from radio-geologic and radiochemical analysis. To build cartographic schemes ArcGIS program was used.

The paper gives an overview of the data published earlier on water cycle rates within Kyiv groundwater system, which functions under man-induced impact, and determines a portion of atmospheric precipitations in the Cenomanian-Callovian groundwater complex. Taking into account

anthropogenic load in water cycle rebuilding of the hydrodynamic system, there were determined estimates for the time water passes through the upper Cretaceous malm-chalk thickness; the latter is the upper confining layer for the groundwater complex under consideration. The research proves the presence of tritium in groundwater to equally result from both natural and man-caused factors, these two both affecting the process of vertical underground water cycle formation.

For the first time ever, using isotope radio-geologic and radiochemical data, water balance, and hydrodynamic values it was determined that the portion of infiltration supply in the Cenomanian-Callovian groundwater complex, which provides sources for Kyiv area, is equal to 21-23%, and the arrival time of surface water to the groundwater complex under consideration is equal to 10-12 years.

The data obtained allow for determining water cycle rates in the Cenomanian-Callovian groundwater complex as well as immunity of potable ground water. The methodology that combines water balance, hydrodynamic methods, and isotope radio-geologic and radiochemical analysis can be successfully applied when estimating water cycle rates for other areas.

Keywords: groundwater, water cycle, isotope radio-geologic and radiochemical data, water budget, immunity.

Т. Кошлякова, науч. сотруд.

ГУ "Институт геохимии окружающей среды НАН Украины",
просп. Академика Палладина, 34а, г. Киев, 03680, Украина,
E-mail: geol@bigmir.net;

А. Кошляков, д-р геол. наук, доц.

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко,
УНИ "Институт геологии", ул. Васильковская, 90, г. Киев, 03022, Украина,
E-mail: kosh@univ.kiev.ua;

В. Долин, д-р геол. наук, проф.

E-mail: vdolin@ukr.net;

В. Скрипкин, науч. сотр.

E-mail: psrtl@rambler.ru,

ГУ "Институт геохимии окружающей среды НАН Украины",
просп. Академика Палладина, 34а, г. Киев, 03680, Украина

ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ВОДООБМЕНА В СЕНОМАН-КЕЛОВЕЙСКОМ ВОДОНОСНОМ КОМПЛЕКСЕ НА ТЕРРИТОРИИ Г. КИЕВ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ

Цель исследования – определение показателей интенсивности водообмена в пределах гидрогеологической системы сеноман-келовейского водоносного комплекса на территории г. Киев, в частности, оценка скорости поступления поверхностных вод в исследуемый водоносный комплекс, а также их доли в водном балансе подземных вод. При выполнении исследования были использованы балансовый, гидродинамический методы, аналитическое определение активности трития в образцах воды из сеноман-келовейского водоносного комплекса и обработка собственных изотопно-радиогеохимических данных. Для построения картографических схем была использована программа ArcGIS.

В результате обобщены опубликованные данные об интенсивности водообмена в системе подземных вод на территории г. Киев в условиях техногенного влияния. Определена доля атмосферных осадков в формировании ресурсов сеноман-келовейского водоносного комплекса. Учитывая антропогенную перестройку водообмена в пределах гидродинамической системы, оценено время прохождения воды через мергельно-меловую толщу верхнего мела, которая служит верхним водоупором для исследуемого комплекса. Выявлено, что содержание трития в подземных водах объективно отражает результат воздействия природных и техногенных факторов формирования подземного вертикального водообмена.

Впервые по изотопно-радиогеохимическим данным и на основании балансовых и гидродинамических расчетов определено, что на территории Киева доля инфильтрационного питания в формировании ресурсов сеноман-келовейского водоносного комплекса составляет 21-23%, а время поступления поверхностных вод в исследуемый комплекс охватывает промежуток времени в 10-12 лет. Полученные результаты позволяют охарактеризовать интенсивность водообмена в сеноман-келовейском водоносном комплексе, а также защищенность питьевого подземного вод на территории г. Киев. Методика совместного использования балансового, гидродинамического методов и анализа изотопно-радиогеохимических данных может быть успешно применена для оценки интенсивности водообмена в пределах других территорий.

Ключевые слова: подземные воды, водообмен, изотопно-радиогеохимические данные, водный баланс, защищенность.

УДК 556.33(477.81)

А. Бровко, асп.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
ННІ "Інститут геології", вул. Васильківська, 90, м. Київ, 03022, Україна,
E-mail: nastia.brovko@gmail.com;

Г. Бровко, ст. викладач
Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Приходька, 79, м. Рівне, 33002, Україна,
E-mail: brovko_egr@gmail.ru

ГІДРОДИНАМІЧНИЙ РЕЖИМ ПІДЗЕМНИХ ВОД В РАЙОНІ РІВНЕНСЬКОЇ АЕС

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол.-мінералог. наук, проф. М.М. Коржневим)

Мета дослідження – вивчення гідродинамічного режиму підземних вод у районі Рівненської АЕС (РАЕС). Методика: якісний аналіз моніторингових даних та статистична обробка результатів спостережень за рівнями підземних вод з використанням методу кореляційно-регресійного аналізу.

У результаті вивчено режим підземних вод водоносних комплексів, представлених на території досліджень, у природних умовах та в умовах антропогенного впливу (експлуатація водозаборів). Встановлено обернені кореляційні зв'язки між кількостями атмосферних опадів та величинами рівнів підземних вод. Виявлено наявність гідралічного зв'язку між водоносними комплексами, присутніми на території дослідження. Встановлено, що гідродинамічний режим водоносних комплексів у верхньочетвертинних та верхньокрейдових відкладах не залежить від роботи водозаборів у зоні РАЕС, натомість режим водоносного комплексу у верхньопротерозойських відкладах залежить від роботи водозаборів "Острів" та "Бабка".

Ключові слова: гідродинамічний режим підземних вод, рівень підземних вод, кореляційно-регресійний аналіз.

Вступ. На сьогодні актуальною є оцінка стану підземної гідросфери та прогнозування геодинамічних процесів у районі впливу Рівненської АЕС (РАЕС), що обумовлено гідрогеологічними, інженерно-геологічними та геохімічними особливостями району. З огляду на це, спеціалістами Волинської геологічної експедиції ДП "Українська геологічна компанія" щорічно прово-

диться комплекс робіт з моніторингу динаміки гідросфери в районі РАЕС з урахуванням експлуатації водозаборів та їхнього впливу на режим підземних вод.

Режимна мережа складається із 21 свердловини в окремих пунктах моніторингу: на ділянці Кузнецовського карстологічного полігону, який знаходиться у природних умовах і відтворює природний режим підземних вод;