

УДК 556.314:504.05(477-25)

О. Кошляков, канд. геол.-мінералог. наук,
Т. Кошлякова, асп.

ЗМІНИ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ПІДЗЕМНИХ ВОД ВОДОНОСНОГО КОМПЛЕКСУ У ВІДКЛАДАХ ІВАНИЦЬКОЇ СВІТИ СЕРЕДНЬОЇ ТА ВЕРХНЬОЇ ЮРИ І ЗАГОРІВСЬКОЇ, ЖУРАВИНСЬКОЇ, БУРОМСЬКОЇ СВІТ НИЖНЬОЇ ТА ВЕРХНЬОЇ КРЕЙДИ В МЕЖАХ М. КИЄВА ПІД ВПЛИВОМ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол.-наук, проф. С.А. Вижвою)

Викладені методика та результати дослідження змін хімічного складу підземних вод водоносного комплексу у відкладах іваницької світи середньої та верхньої юри і загорівської, журавинської, буромської світ нижньої та верхньої крейди під впливом тривалої експлуатації. Отримані результати дозволяють зробити висновок про тенденцію до погіршення якості підземних вод згаданого водоносного горизонту.

The methodology and results of underground water chemical composition changes investigation of water complex in deposits of the middle and upper Jura ivanytska svita and the lower and upper Chalk zahorivska, zhuravynska, buromska svitas under the influence of long-term exploitation are state. Obtained results allow to make a conclusion about tendency to worsening of the foregoing aquifer underground water quality.

Актуальність проблеми. Підземні води є одним з головних джерел питної води для міста Києва. З метою забезпечення населення цим природним ресурсом, починаючи з 1997 р., була створена широка мережа бюветних комплексів (близько 170). Підземні води надходять в систему водопостачання з водоносного комплексу у відкладах іваницької світи середньої та верхньої юри і загорівської, журавинської, буромської світ нижньої та верхньої крейди ($J_{2-3iv} + K_{1-2zg-br}$) та водоносного горизонту у відкладах орельської світи середньої юри (J_{2or}). Назви водоносних горизонтів наведені за сучасною схемою стратифікації. Вони відповідають водоносному комплексу сеноман-келовейських відкладів та водоносному горизонту байських відкладів за попередньою схемою гідрогеологічної стратифікації. Якість підземних вод контролюється у водозабірних та спостережних свердловинах [2].

Зважаючи на важливість підземних вод для питного водопостачання Києва, актуальним є питання можливих змін якості питних підземних вод внаслідок тривалої експлуатації, яка відбувається з кінця XIX століття.

Дієвим підходом при цьому може бути використання прийомів математичної статистики, а також засобів ГІС.

Аналіз проблеми. При виконанні дослідження розглядався водоносний комплекс у відкладах іваницької світи середньої та верхньої юри і загорівської, журавинської, буромської світ нижньої та верхньої крейди, який поширений повсюдно, крім місць переходу покривлі верхньоярської товщі у водотриву. У покривлі комплексу залягають відносно водотривкі мергельно-крейдові відклади верхньої крейди, в підшві – водотривкі глини та алеврити середньої і верхньої юри. Водовмісні породи представлені різними стратиграфічними і літолого-фаціальними різновидами: вапняковмісними пісками дрібно- і тонкозернистими, нижче – середньо- і крупнозернистими, місцями гравелістими, із стяжіннями кременю, з лінзами пісковиків часто окременілих, з прошаками глин та алевритів. Глибина залягання водоносного комплексу змінюється від 53 м до 148 м. Гідродинамічні напори встановлюються на глибинах від 4 м до 142 м, відповідно, їх абсолютні відмітки складають 97,9 і 39,1 м. За хімічним складом підземні води водоносного комплексу у відкладах іваницької світи середньої та верхньої юри і загорівської, журавинської, буромської світ нижньої та верхньої крейди гідрокарбонатні кальцієві і гідрокарбонатні кальцієво-натрієво-калієві. Вважається, що основне живлення комплексу здійснюється на вододільних просторах. Значна доля в

живленні належить водам, які перетікають 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 горизонту. За даними режимних спостережень, при експлуатації цього комплексу відбулося помітне зниження гідродинамічних напорів у водоносних горизонтах еоценових і четвертинних відкладів. Розвантаження підземних вод комплексу відбувається в річки Дніпро, Десна, Ірпінь. В умовах, порушених експлуатацією, більша частина підземних вод розвантажується в межах водозаборів. Режим даного водоносного комплексу тісно пов'язаний з величиною водовідбору і положенням рівня води у Дніпрі. Зміни рівня у Дніпрі проявляється на гідродинамічних напорах підземних вод через 3-5 днів, що вказує на тісний зв'язок поверхневих вод з підземними [4].

Хімічний склад підземних вод вищезгаданого водоносного комплексу досліджувався головним чином двома організаціями – ДРГП "Північгеологія" та Інститутом колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України. Проби води для аналізів, що виконувались ДРГП "Північгеологія", відбиралися із свердловин одразу після їх спорудження, що умовно можна вважати природним станом водоносного комплексу. Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України використовував для цього бюветні свердловини, що знаходяться в умовах інтенсивної експлуатації. Встановлено, що підземні води водоносного комплексу у відкладах іваницької світи середньої та верхньої юри і загорівської, журавинської, буромської світ нижньої та верхньої крейди відповідають вимогам Державних санітарних правил і норм (ДСанПін) №383 "Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання", окрім води у бюветі, що розташований на вул. Почайнинській. Проте аналіз змін хімічного складу підземних вод під впливом тривалої експлуатації не виконувався.

Методика та результати досліджень. Авторами виконаний попередній аналіз змін хімічного складу підземних вод у відкладах іваницької світи середньої та верхньої юри і загорівської, журавинської, буромської світ нижньої та верхньої крейди під впливом тривалої експлуатації за допомогою засобів математичної статистики [1,6] та ГІС [5]. При цьому були використані значення загальної мінералізації води, твердості, вмісту іонів Cl^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ на три періоди часу: кінець XIX –

початок ХХ століття, 1960-1980 роки, 2003 рік. Аналіз складався з трьох послідовних етапів.

На першому етапі досліджень наявні дані були проаналізовані з точки зору вимог Національного стандарту України "Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання. ДСТУ 4808:2007". Цей стандарт поширюється на джерела централізованого питного водопостачання та встановлює гігієнічні, екологічні та технологічні вимоги до вибирання нових і оцінювання наявних джерел централізованого водопостачання. Згідно з цим нормативним документом класифікація якості підземних вод України – джерел централізованого питного водопостачання – за гігієнічними та екологічними критеріями охоплює 71 показник, що застосовують для оцінювання якості питної води відповідно до санітарного законодавства, і має сім окремих груп: I група – 4 органолептичних показники; II група – 14 загальносанітарних показників хімічного складу води; III

група – 2 гідробіологічні показники; IV група – 6 мікробіологічних показників; V група – 2 паразитологічних показники; VI група – 9 показників радіаційної безпеки; VII група – 34 пріоритетних токсикологічних показники хімічного складу води (з них: 27 – неорганічних та 7 – органічних компонентів). Діапазон величин показників (критеріїв) якості води у класифікації поділено на чотири класи: 1 клас – відмінна, бажана якість води; 2 клас – добра, прийнятна якість води; 3 клас – задовільна, прийнятна якість води; 4 клас – посередня, обмежено придатна, небажана якість води.

Користуючись вищезгаданим стандартом, був проаналізований хімічний склад підземних вод водоносного горизонту у відкладах іваницької світи середньої та верхньої юри і загорівської, журавинської, буромської світ нижньої та верхньої крейди по величинах мінералізації, твердості, вмісту іонів Cl^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ . Результати наведені в табл. 1

Таблиця 1. Якість води водоносного комплексу у відкладах іваницької світи середньої та верхньої юри і загорівської, журавинської, буромської світ нижньої та верхньої крейди згідно ДСТУ 4808:2007

Показники хімічного складу	За даними кінця ХІХ – початку ХХ століття	1960-1980 роки	2003 рік
Мінералізація	287,5-457,2 мг/дм ³ (1 клас)	362,2-677,7 мг/дм ³ (2 клас)	211-1378 мг/дм ³ (3 клас)
Твердість	4,19-10,5 мг-екв/дм ³ (4 клас)	3,25-8,25 мг-екв/дм ³ (3 клас)	3,2-17,8 мг-екв/дм ³ (4 клас)
Cl^-	2-55 мг/дм ³ (1 клас)	4,2-102,8 мг/дм ³ (1 клас)	1,4-221 мг/дм ³ (1 клас)
SO_4^{2-}	0,86-27,4 мг/дм ³ (1 клас)	0,8-61,7 мг/дм ³ (1 клас)	4-161 мг/дм ³ (1 клас)
NH_4^+	0,02-1,2 мг/дм ³ (3 клас)	0,1-1,2 мг/дм ³ (3 клас)	0,05-0,97 мг/дм ³ (3 клас)

З даних табл. 1 можна зробити загальний висновок про тенденцію до погіршення якості води згаданого водоносного комплексу внаслідок тривалої експлуатації, зокрема по таких показниках як мінералізація та жорсткість.

На другому етапі за допомогою математичної статистики перевірялась приналежність двох вибірок показників хімічного складу підземних вод (1960-1980 роки та 2003 рік) до однієї генеральної сукупності.

Зважаючи на те, що вибіркові розподіли величин мінералізації та твердості не суперечать нормальному закону розподілу, приналежність вибірових сукупностей до однієї генеральної сукупності перевірялась за допомогою дисперсійного аналізу (що базується на F-розподілі Фішера) та перевірки гіпотези про рівність середніх арифметичних (що базується на t – статистиці Ст'юдента).

Для решти компонентів хімічного складу підземних вод, вибіркові розподіли яких суперечать нормальному закону, був застосований непараметричний критерій Уїлкоксона (Манна-Уїтні). Критерій Манна-Уїтні є непараметричним еквівалентом t -критерію для перевірки гіпотези про рівність середніх двох вибірок [3].

В результаті було встановлено, що по всіх згаданих показниках хімічного складу підземних вод вибірки відрізняються, тобто вони взяті з різних генеральних сукупностей. З цього можна зробити висновок, що хімічний склад підземних вод водоносного комплексу за розглянутій період часу зазнав відчутних змін.

На третьому етапі для візуального порівняння результатів хімічного аналізу за допомогою засобів ГІС (середовище ArcView) був виконаний оверлейний аналіз картографічного розподілу за площею величини мінералізації підземних вод водоносного комплексу у відкладах іваницької світи середньої та верхньої юри і загорівської, журавинської, буромської світ нижньої та верхньої крейди в правобережній частині м. Києва. Для цього спочатку були побудовані ізолінії величини мінералізації станом на 1960 – 1980 роки та 2003 рік (рис. 1). При цьому був використаний відомий метод зворотних зважених відстаней. Потім на основі ізоліній були побудовані TIN- і GRID- поверхні мінералізації, а також GRID-поверхня їх різниці (рис. 2).

З рис. 2 можна зробити висновок про нерівномірний по площі характер зміни мінералізації підземних вод водоносного комплексу у відкладах іваницької світи середньої та верхньої юри і загорівської, журавинської, буромської світ нижньої та верхньої крейди.

Висновки. Отримані результати свідчать про тенденцію до погіршення якості підземних вод водоносного комплексу у відкладах іваницької світи середньої та верхньої юри і загорівської, журавинської, буромської світ нижньої та верхньої крейди внаслідок тривалої експлуатації, зокрема по таких показниках як мінералізація та твердість. Хімічний склад підземних вод згаданого водоносного комплексу за розглянутій період часу зазнав відчутних змін, а зміна мінералізації по площі має нерівномірний характер.

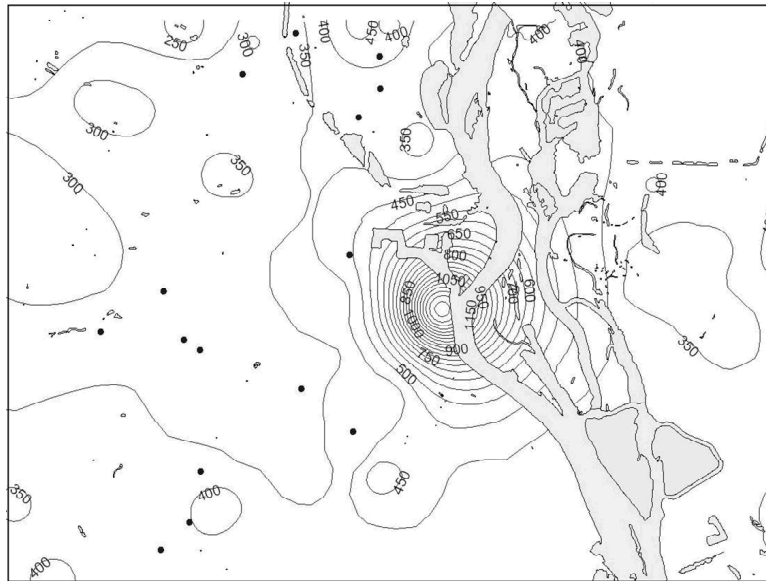


Рис. 1. Ізоліній мінералізації (мг/дм³) підземних вод водоносного комплексу у відкладах іваницької світи середньої та верхньої юри і загорівської, журавинської, буромської світ нижньої та верхньої крейди станом на 2003 рік

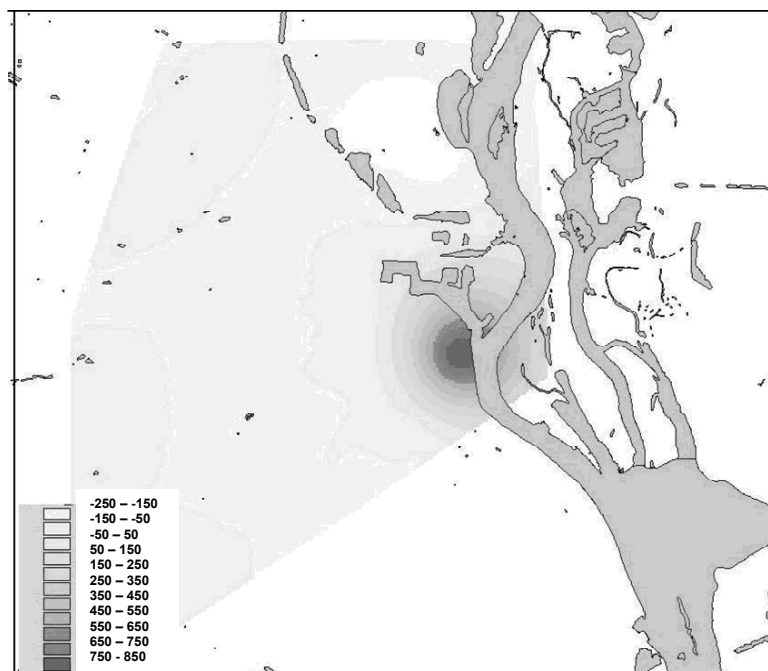


Рис. 2. GRID-поверхня різниці мінералізації (мг/дм³) підземних вод водоносного комплексу у відкладах іваницької світи середньої та верхньої юри і загорівської, журавинської, буромської світ нижньої та верхньої крейди

1. Браунли К. А. Статистическая теория и методология в науке и технике/Пер. с англ. М.С. Никелина; Под ред. Л.Н. Большева. – М., 1977. 2. Бювети Києва. Якість артезіанської води. – К., 2003. 3. Дэвис Дж. С. Статистический анализ данных в геологии: Пер. с англ. В 2 кн. / Пер. В.А. Голубевой; Под ред. Д. А. Родионова. Кн. 1. – М., 1990. 4. Звіт за результатами робіт згідно договору №45/03 від 1 грудня 2003 року: розробка

схеми розвитку системи водопостачання м. Києва за рахунок підземних вод на період до 2020 року. – К., 2003. 5. Іщук О. О., Коржнев М. М., Кошляков О.Є. Просторовий аналіз і моделювання в ГІС: Навчальний посібник /За ред. акад. Д. М. Гродзинського. – К., 2003. 6. Кошляков О.Є. Гідрогеологічне моделювання: Підручник. – К., 2003.

Надійшла до редколегії 01.12.09