

В.В. Яковлєв*Харківська національна академія міського господарства, м. Харків.*

ЗАЛИШКОВІ ЗАПАСИ РЕЛІКТОВИХ ПРІСНИХ ВОД У КОЛЕКТОРАХ УКРАЇНСЬКОЇ ЧАСТИНИ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОГО АРТЕЗІАНСЬКОГО БАСЕЙНУ

На основі геологічних даних експертно оцінено, що в підкрейджаних горизонтах української частини Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну вміщується 377 км³ реліктових прісних вод.

Інградієнтами, що проникають у підземну гідросферу, є практично всі речовини, що супроводжують промислове виробництво. В наш час виділяються наступні їх групи: синтетичні органічні речовини – найбільш різноманітна група, в якій по об'єму и географії надходження у оточуюче середовище найбільш значимими є ядохімікати, нафтопродукти, феноли, бенз(а)пирен, СПАР; різноманітні продукти життєдіяльності, що вміщують нітрати, нітроти, фосфати; а також неорганічні інгредієнти: важкі метали, синтетичні речовини, радіонукліди.

Гідрогеологічна практика, по-перше, підтверджує це різномайття речовин-забруднювачів, що фіксуються у часі і просторі підземної гідросфери, а по-друге, показує, що забруднені підземні води, як правило, прирочені до верхніх гідрогеологічних поверхів. Це дає підґрунтя віділяти води індустріальної епохи – поверхневі, ґрунтові и неглибоко залягаючі поміжпластові, і у протилежність цьому – реліктові води доіндустріальної епохи – поміжпластові води, що залягають на більших глибинах. Зрозуміло, що реліктові прісні води є вичерпною корисною копалиною.

В роботі [8] автором розглянуті особливості гідрогеологічних умов України з точки зору знаходження в них прісних вод доіндустріальної епохи.

Наступним кроком має бути визначення більш конкретно просторових меж розповсюдження і залишкових запасів реліктових прісних вод на території України.

Оскільки основний шлях проникнення забруднюючих речовин у підземні води – це надходження їх у водних розчинах шляхом фільтрації з поверхні землі, то у загальному випадку час проникнення забруднюючих речовин конвективним шляхом t може бути визначений залежністю, що витікає з формули Дюпюї:

$$t = n \cdot m^2 / K \cdot \Delta H \quad (1)$$

де: n , m , K – параметри ємності, потужності і коефіцієнту фільтрації слабопроникних порід, що залягають у покрівлі водоносного горизонту;

ΔH – різниця рівнів водоносного горизонту, що містить забруднені води і горизонту, що розглядається, m .

Залежність (1) показує, що час надходження перших порцій забруднених вод в найбільшій мірі залежить від потужності водотривких порід, що перекривають горизонт. Розрахункова величина t для умов артезіанських басейнів України, де розвинуті водотривкі горизонти, що характеризуються коефіцієнтами фільтрації від 10^{-4} до 10^{-6} м/добу, ефективною пористістю порядку $n \cdot 10^{-2}$ і потужностями від перших метрів до декількох сотень метрів, з різницею рівнів експлуатаційного горизонту і горизонту, що живить – порядку декількох десятків метрів, і при реальних співвідношеннях цих параметрів, складає від десятків років до десятків тисяч років. Розрахунки терміну проникнення фронту забруднених вод з верхніх водоносних горизонтів до альб-сеноманського водоносного комплексу, виконані для району м.Харкова [2] дають граничні значення часу досягнення перших порцій забруднення – від 440 років до 5,5 тис. років. Це не протирічить оцінкам часу повного водообміну у альб-сеноманському водоносному комплексі Дніпровсько-Донецького артезіанського басейна, для якого за результатами гідрогеологічного моделювання і за прямими визначеннями вік повного водообміну складає від 1000 років до 15000 років [3]. Тобто, вказані резервуари щодо захищеності води у більшості випадків мають великий

запас міцності і дійсно є резервуарами реліктової прісної води. Це підтверджується моніторингом якісного стану цих вод на великій кількості водозаборів у містах Харків, Суми, Полтава, Чернігів, районних центрах і селищах міського типу, згідно з якими якісні характеристики підземних вод цього водоносного горизонту залишаються незмінними на протязі багатьох десятиліть. Наприклад, у роботі [2] наведені дані про гідрохімічний склад підземних вод альб-сеноманського водоносного комплексу у свердловинних комунальних водозаборах м. Харкова, де впевнено простежується стабільність показників відкачуваної води за період інтенсивної експлуатації з середини 40-х років до кінця минулого століття.

Розгляд гідрогеологічних умов Волино-Подільського та Причорноморського артезіанських басейнів показав, що у цих басейнах відсутні умови формування прісних підземних вод, захищених з поверхні достатньо потужними водотривами пластичних порід, і тому має місце високий темп водообміну [3]. В таких умовах техногенні речовини гарантовано відсутні тут тільки з глибин, де залягають солонуваті води.

Орієнтовні оцінки часу проникнення в основні горизонти прісних вод для області розвитку тріщинних вод у межах Українського кристалічного щита, де водотривки товщі характеризуються суттєво меншою потужністю, дають значення від декількох місяців до сотень років. Моделювання складових балансу підземних вод на Стебновському водозаборі Звенигородського родовища (яке є типовим для умов області тріщинуватих вод Українського кристалічного щита) [3] показало, що уже за перші десять років роботи водозабору залучені природні ресурси кількісно переважають у структурі балансу. Це означає, що при роботі водозаборів у межах Українського кристалічного щита ресурси накопичених у підземній гідросфері прісних вод дуже швидко будуть забрані та у значній мірі будуть заміщені водами індустріальної епохи.

Виключенням є артезіанський басейн другого порядку у Конксько-Ялинській западині у Запорізькій області, де нижньокрейдові і сеноманські піщані колектори залягають під потужною мергельно-крейдяною товщею на глибині до 300-335 м. Загальна потужність цих колекторів коливається від 9 до 50 м і у середньому становить 30 м. Вони вміщують реліктові води з сухим залишком від 0,3 до 1,1 г/дм³ [4]. Приналежність цих вод до реліктових визначається за наступними ознаками: відносно велика глибина залягання прісних вод, наявність перекриваючого шару мергельно-крейдяних порід, метаморфізований склад води з великим вмістом натрію (що свідчить про їх відносно значний вік) і стабільність якісних показників цих вод.

Для гідрогеологічних провінцій гірських районів України, а також Донецького кряжу, в силу систематичної відсутності в межах цих структур витриманих шарів пластичних порід (водотривів), а також при порівняно більш високих значеннях гідравлічних нахилів, посилені масштабним відкачуванням підземних вод при видобуванні вугілля, розрахунковий час проникнення техногенних речовин у підземні води вкрай невеликий і, як правило, не перевищує декількох десятків років [5].

Таким чином, ми бачимо, що Дніпровсько-Донецький артезіанський басейн є останнім резервуаром реліктових прісних вод на Україні. В інших гідрогеологічних структурах (окрім невеликого Конксько-Ялинського артезіанського басейну другого порядку) води доіндустріальної епохи є солонуватими.

Зробимо експертну оцінку потужності верхнього водотриву (мергельно-крейдяні породи) в умовах Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну (ДДБА), що забезпечує зберігання реліктових прісних вод у підстеляючому альб-сеноманському водоносному комплексі. Запишемо залежність (1) відносно потужності водотривких порід m :

$$m = [(t \cdot K \cdot \Delta H) / n]^{0,5} \quad (2)$$

t – час фільтрації води індустріальної епохи з урахуванням ретроспективи з 50-х років минулого століття може бути прийнятий згідно з [5] рівним 65 років, або $65 \cdot 365 = 23\,725$ діб;

K – коефіцієнт фільтрації водотривких мергельно-крейдяних відкладів приймається за даними регіональних оцінок по максимальним значенням що зустрічається на території ДДАБ – $1 \cdot 10^{-4}$ м/добу [3];

ΔH – різниця рівнів альб-сеноманського і суміжного верхнього водоносного комплексу, яка в умовах найбільшого водовідбору з артезіанських свердловин (у 70-х - 80-х роках минулого століття) досягала 125м [3], а для розрахунків може бути прийняте середнє значення за час експлуатації величина різниці рівнів – максимально 100 м;

n – ефективна пористість водотривких мергельно-крейдянних порід, яка згідно з оцінками при розвідці підземних вод на Харківському, Роганському (м. Харків), Малинівському, Зміївському (Харківська область), Фрунзенському (м. Суми) і Гоголевському (м. Полтава), родовищах підземних вод за несприятливим варіантом може бути прийнята рівною 0,01.

Підставляючи значення у залежність (2), отримуємо мінімальну потужність мергельно-крейдяного водотриву, що забезпечує захищеність реліктових вод від потрапляння в них техногенних речовин:

$$m = [(23\ 725 \cdot 0,0001 \cdot 100) \setminus 0,01]^{0,5} = 155 \text{ (м)}.$$

Оскільки повсюдно у середній частині ДДАБ мергельно-крейдяні відклади залягають з під шаром осадових палеоген-четвертинних порід потужністю 20-200 м, а відкрита тріщинуватість у крейдянних породах розповсюджується до глибини 70 м, то можна рахувати, що максимальна потужність тріщинуватих крейдянних порід буде становити $70 - 20 = 50$ м, і тому розрахункову граничну потужність мергельно-крейдяної товщі можна прийняти рівною:

$$155 + 50 = 205 \approx 200 \text{ м}.$$

Таке значення потужності перекриваючої товщі мергельно-крейдянних порід насправді має інженерний запас, оскільки над ним практично на всій території залягають плейстоцен-еоценові осадові утворення, які також мають певну ємність і забезпечують затримку низхідного руху фронту забруднених вод.

Розрахунок запасів реліктових вод зручно робити окремо по водоносних комплексах.

Альб-сеноманський водоносний комплекс (K_{1a} - K_{2s}) на більшій площі свого розповсюдження у Дніпровсько-Донецькому артезіанському басейні вміщує прісні реліктові води, але є райони, де мінералізація цих вод досягає 3-5 г/дм³. З огляду на практичне використання води різної якості, для питних вод зручно приймати граничне значення мінералізації – 1,5 г/дм³.

Загальний об'єм водоносних порід, що вміщують реліктові води V можна розрахувати за залежністю:

$$W = V \cdot n = m \cdot s \cdot n, \quad (3)$$

де: W – ємнісні запаси реліктових вод, км³; V – загальний об'єм водоносних горизонтів, що вміщують реліктові води з мінералізацією до 1,5 г/дм³, км³; n – динамічна пористість, тобто та пористість водонасиченої породи, в якій вода вільно рухається, долі одиниці; m – товщина, км, і s – площа розповсюдження водоносних комплексів, км².

Площу розповсюдження прісних і слабо солонуватих вод з мінералізацією до 1,5 г/дм³ і середню потужність водоносних комплексів визначимо за допомогою спеціально побудованої схематичної карти, наведеної на рис 1. Карта побудована з використанням даних буріння гідрогеологічних свердловин у Київській, Чернігівській, Сумській, Полтавській і Харківській областях [3]. Згідно зі схемою, у приосьовій частині ДДАБ під крейдяним водотривом потужністю більше 200 м розрахункова площа розвитку артезіанських вод з мінералізацією до 1,5 г/дм³ у альб-сеноманському водоносному комплексі становить 39 497 км².

Потужність альб-сеноманського колектору m коливається від 15 до 190 м і для 31 % площі її середнє значення становить 126 м, для 37% площі – 108м, для 32% площі – 57м.

Мінімальна динамічна пористість n згідно з досвідом розвідки запасів підземних вод для родовищ «Фрунзенське» (машинобудівний завод ім. Фрунзе у м. Суми), «Роганське» (пивоварений завод Сан Інбев Україна у м.Харкові), «Біолік» (підприємство по випуску біологічних препаратів у м. Харків), заводу «Коксохім» (м.Харків), «Гоголівське» (м.Полтава) може бути прийнятою рівною 0,08. Це значення динамічної пористості не суперечить даним інших авторів [6] і довідниковим даним для піщаних колекторів.

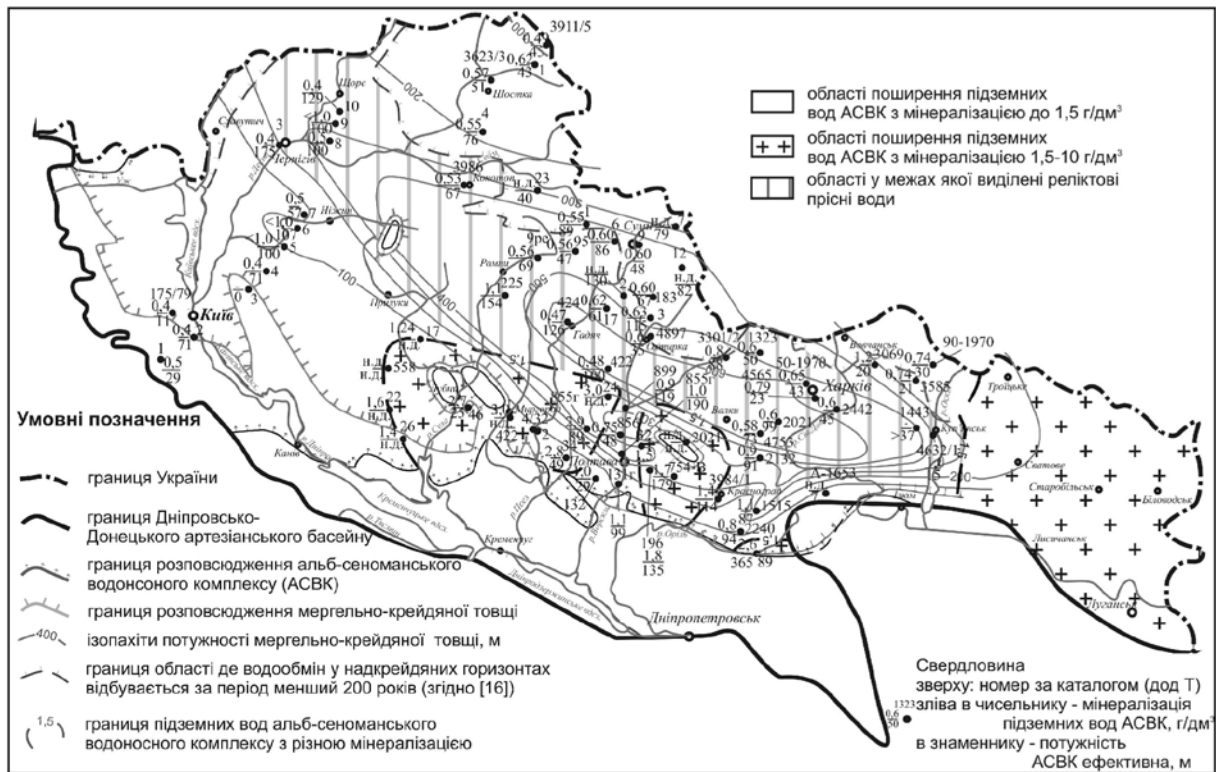


Рис 2. Схематична карта поширення мергельно-крейдианої товщі і реліктових прісних вод у альб-сеноманському водоносному комплексі Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну. Масштаб 1:5 300 000. / за даними В. М. Шестопалова, Н. І. Дробнохода, В. І. Лялько та ін./

Таким чином, мінімальні ємнісні запаси реліктових прісних вод у альб-сеноманському колекторі орієнтовно становлять:

$$W = s \cdot m \cdot n = 39\,497 \text{ км}^2 \cdot (0,31 \cdot 0,126 \text{ км} + 0,37 \cdot 0,108 \text{ км} + 0,32 \cdot 0,0576 \text{ км}) \cdot 0,08 = 307,9 \text{ км}^3$$

Запаси прісних підземних вод у верхньоюрському водоносному комплексі розраховані аналогічно. Площа розповсюдження юрських водоносних горизонтів, що вміщують води з мінералізацією до $1,5 \text{ г/дм}^3$ і надійно захищені від техногенного забруднення упродовж індустріальної епохи, у межах ДДЗ становить $22\,358 \text{ км}^2$. Середня потужність водоносного комплексу за літературними даними [3,4] становить більше $44,7 \text{ м}$, мінімальна величина ефективної пористості може бути прийнята рівною $0,07$.

Виходячи з вищенаведених цифр, мінімальні ємнісні запаси реліктових прісних вод (з мінералізацією до $1,5 \text{ г/дм}^3$) у верхньоюрських колекторах становлять:

$$W = s \cdot m \cdot n = 22\,358 \text{ км}^2 \cdot 0,0447 \text{ км} \cdot 0,07 = 70,0 \text{ км}^3$$

Триасовий водоносний горизонт на півдні Харківської області (Лозівський, Барвінківський і Близнюковський адміністративні райони) також містить прісні артезіанські води на глибинах до 400 м [4], але у покрівлі залягають глинисті водотриви потужністю менше за 150 м з невизначеною проникністю. До того ж, порівняно з вище оціненими запасами у альб-сеноманських і верхньоюрських комплексах запаси у триасових горизонтах незначні за об'ємом.

Таким чином, загальна величина ємнісних запасів реліктових прісних вод (з мінералізацією до $1,5 \text{ г/дм}^3$) у колекторах Дніпровсько-Донецькому артезіанському басейні (і можна прийняти — на Україні в цілому) мінімально становлять:

$$W = 307,7 + 70,0 = 377,7 \text{ км}^3$$

Висновки. На Україні реліктові прісні води доіндустріальної епохи, завдяки особливостям геологічної будови та виходячи з існуючих гідрогеологічних умов, з найбільшою вірогідністю збереглися майже виключно у Дніпровсько-Донецькому артезіанському басейні під водотривкою мергельно-крейдианою товщею потужністю більше 200 м .

Вміщуючими колекторами є комплекси альб-сеноманських і верхньоюрських порід. Експертно оцінені об'ємні запаси становлять не менше 377 км³.

1. Яковлев В.В. О реликтовых пресных водах. Вестник Харьковского национального университета. Сер. Геология, география, экология. № 610. – Харків: ХНУ. – 2003. – С. 12-15.
2. Яковлев В.В. Питьевое водоснабжение городов на основе отдельного использования подземных вод (на примере г. Харькова). 05.23.04 – водоснабжение, канализация. Диссертация на соискание ученой степени кандидата техн.наук. Харьков.-1999.- 195 с.
3. Водообмен в гидрогеологических структурах Украины. Водообмен в нарушенных условиях. Под ред. В.М. Шестопалова. – Киев: Наукова думка, 1991.- 528 с.
4. Гідрогеологія України. Навчальний посібник. Камзіст Ж.С., Шевченко О.Л. - Київ: Фірма «ІНКОС», 2009. - 614 с.
5. Яковлев В.В. О реликтовых пресных водах. Вестник Харьковского национального университета. Сер. Геология, география, экология. № 610. – Харків: ХНУ. – 2003. – С. 12-15.
6. Всевожский В.А. К теории вертикальной гидродинамической зональности артезианских бассейнов платформенного типа / Вод. ресурсы. - 1974. - № 1. - С. 160-169.

Яковлев В.В. ОСТАТОЧНЫЕ ЗАПАСИ РЕЛИКТОВЫХ ПРЕСНЫХ ВОД В КОЛЕКТОРАХ УКРАИНСКОЙ ЧАСТИ ДНЕПРОВСКО_ДОНЕЦКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАСЕЙНА.

На основе геологических данных экспертно оценено, что в подмеловых горизонтах украинской части Днепро-Донецкого артезианского бассейна содержится 377 км³ реликтовых пресных вод.

Jakovlev V.V. REMAINING CONNATE FRESHWATER RESERVES IN THE CONTAINER ROCKS OF UKRAINIAN PART OF THE DNIPRO-DONETSK ARTESIAN BASIN.

On the base of geological survey data it was expertly evaluated that horizons lying below the Upper Cretaceous shalk stratum of Ukrainian part of the Dneper-Donets artesian basin contained 377 km³ of relict freshwater.