

В.В. ЯКОВЛЄВ

Харківська національна академія міського господарства, м. Харків

ІНЖЕНЕРНІ ЗАХОДИ ВПЛИВУ НА ГІДРОХІМІЧНИЙ СКЛАД ҐРУНТОВИХ ВОД

Розглядається проблема низької якості колодязних вод, якою для господарсько-питних цілей користується чверть населення України. Запропонована система екологічних і санітарно-технічних заходів для підвищення якості колодязних вод. Розглянуті методи водопідготовки, доступні у побутових умовах.

З традиційних джерел загально доступної води таких як ріки, атмосферні і ґрунтові води, останні використовуються найбільшою мірою у першу чергу завдяки своєму повсюдному існуванню і доступності.

Колодязями завжди розкривається перший від поверхні водоносний горизонт - ґрунтові води, які накопичуються на першому від поверхні водотривкому шарі головним чином за рахунок інфільтрації атмосферних вод. Ці води відносяться до зони активного водообміну. У регіонах надлишкового і достатнього зволоження (західні, північні і центральні регіони України) ґрунтові води, як правило, прісні з мінералізацією до 1 г/дм³, а у аридних зонах (південні і східні регіони України) вони здебільшого слабо і помірно солонуваті з мінералізацією від 1 до 5 г/дм³. При цьому мінералізація зростає за рахунок збільшення вмісту у першу чергу іонів сульфату, хлориду і натрію.

Використання води річок і напірних горизонтів дозволяє покривати високу територіальну концентрацію водоспоживання міст і селищ. Але недоліком водопостачання з обох згаданих джерел є дорожнеча будівництва свердловин і водопроводів, складність їхньої експлуатації. Тому чверть населення у сільській місцевості України постійно використовує криничні води для господарчих і питних цілей, а ще одна п'ята частина населення використовує їх періодично [1].

Якість ґрунтових вод залежить як від природних факторів - складу водовміщуючих порід, кількості й режиму випадіння атмосферних вод, глибини залягання дзеркала підземних вод, техногенного впливу і в останні десятиліття повсюдно деградує [2,3,4,5,6].

Неправильний вибір місця розташування колодязя, недотримання норм санітарної охорони, приплив забруднених вод з вигрібів, ферм, полів, доріг у купі з поганим санітарним і технічним доглядом за колодязем - це причини сучасної деградації якості криничних вод.

Метою даної роботи є перегляд можливих інженерних заходів для поліпшення споживчих якостей колодязних вод.

Враховуючи наявні дані про сучасний стан ґрунтових вод на території України постійними недоліками якості криничних вод є наступні:

- бактеріальне забруднення води;
- забруднення органічними речовинами - пестицидами, органічними добривами, нафтопродуктами, природними органічними сполуками - фульво- і гуміновими кислотами, фенолами;
- надлишковий вміст неорганічних речовин, здебільшого це надлишок солей, у тому числі за рахунок неорганічних добрив, підвищені жорсткість, вміст сульфатів, хлоридів;

- знижений відносно фізіологічно повноцінного вміст фтору (до 0,3-0,7 мг/дм³, при рекомендованому для питних вод - 0,7-1,2 мг/дм³ [7].

Зазвичай колодязні води, не дивлячись на повсюдну невідповідність питним кондиціям, використовуються без будь якої водопідготовки.

Але, розуміючи причини погіршення якості води, можна у значній мірі виправити стан справ інженерним шляхом. Частина запропонованих нижче заходів ґрунтується на відновленні втрачених у наш час методів догляду за колодязями, виробленими нашими предками, а частина є новими інженерними заходами для покращення якості криничної води.

Заходи, що пропонуються для покращення споживчої якості колодязних вод можна розділити на екологічні, санітарно-технічні заходи щодо колодязя і зони живлення і заходи кондиціювання вже видобутої з колодязя води.

До екологічних заходів відносяться наступні.

- Вибір місця для облаштування колодязя дозволяє уникнути подальших проблем з забрудненням води і має супроводжуватися гідрогеологічними розрахунками розмірів «зони живлення». Зона живлення у даному випадку визначається як така ділянка, що має площу, з якої надходження води до ґрунтових вод дорівнює середньому водовідбору з даного колодязя. Так, розрахункова площа поверхні, що забезпечує мінімальну добову потребу однієї людини у воді - водокористувача в сільській місцевості, у розрахунку на суто атмосферну воду - 50 л/добу, при середньобаторічній сумі опадів для території України від 300 до 650 мм/рік, не перевищує 61 м². До ґрунтових вод з цієї кількості вологи при звичайній величині коефіцієнта інфільтрації 0,05-0,25 [8] надходить відповідно 5-25% води з атмосферних опадів. Тому розрахункова площа зони захвату для отримання 50 л води на добу буде становити від 244 до 1220 м². Зазвичай, при відсутності помітного ухилу дзеркала ґрунтових вод, у першому наближенні, форма зони живлення буде відповідати колу, радіус якого можна вирахувати з відомої формули:

$$S = \pi R^2,$$

де: S - площа зони живлення, м²;

R- радіус зони живлення, м.

Таким чином, радіус зони живлення, що відповідає водовідбору 50 л/добу становить мінімально $R = \sqrt{244/3,14} = 8,8\text{м}$, а максимально $R = \sqrt{1220/3,14} = 19,7\text{ м}$. Відповідно, при водовідборі для декількох жителів оселі площа живлення буде кратно збільшуватися, а радіус зони живлення буде рости як величина площі під коренем.

Існуючі джерела забруднення, як то туалети, бункери стоків, кучі гною, склади різноманітних речовин повинні бути видалені на безпечну відстань - за межі зони живлення.

- Фітомеліорація у зоні живлення є допоміжним засобом для підвищення живлення атмосферними водами і додаткового очищення води, що фільтрується від азотних сполук і фосфору, а також додаткової сорбції органічних і неорганічних сполук. Враховуючи бактерицидну дію деяких рослин (див. нижче) їх рекомендується застосовувати для засадження ділянки навкруги колодязя.

До санітарно-технічних заходів слід віднести такі.

- Облаштування стінок колодязя необхідно проводити переважно монолітним залізобетonom, бетонними або залізобетонними кільцями, а за їх відсутності - керамікою, цеглою, каменем або деревом. Стінки колодязя повинні бути щільними, без шпарин. Каміння для влаштування стінок колодязя повинно бути з міцних стійких порід та укладатись на цементний розчин. У разі використання дерев'яних зрубів слід застосовувати колоди завтовшки не менше ніж 0,25 м, прямі, без глибоких шпарин і

червоточин, не уражені грибком, витримані (заготовлені не менше ніж за 5 - 6 місяців до їх використання). При цьому перевагу необхідно надавати таким породам дерева, як модрина, вільха, в'яз чи берест, але можна застосовувати також дуб і сосну (дуб та сосна з початку експлуатації можуть надавати воді присмак та запах) [7].

При будівництві колодязя слід робити захист від проникнення поверхневих забруднень: плануванням поверхні необхідно попередити попадання до колодязя поверхневої води, навкруги колодязних кілець облаштовувати глиняний замок, асфальтну, або цементну відмостку з нахилом від колодязя, стики кілець ущільнювати фільтруючим матеріалом, що не загниває, верх колодязя облаштовувати кришкою і навісом, для спуску людей у стінці колодязя мають бути влаштовані спеціальні сходи.

- Для зменшення бактеріального і нітратного забруднення води періодично необхідно видаляти осад на дні й чистити стінки колодязя від нальоту органічних субстанцій.

- Вибір раціонального водопідйомного устаткування і обмеження об'єму разового водовідбору дозволить уникнути підвищення каламутності води, підтягування піску-пивируна і руйнування стінок колодязя.

- У практиці користування колодязями піскування ґрунтів у зоні живлення, застосовувалося ще нашими пращурами. Сенс піскування полягає у підвищенні фільтраційних можливостей ґрунтів зони аерації, що прискорює проникнення атмосферної вологи на глибину, де процеси випаровування після проникнення дощових вод у меншій мірі повертають вологу у атмосферу. Тобто, підвищується живлення ґрунтових вод ультрапрісними атмосферними водами, що призводить до покращення ряду її показників: зниження солевмісту, жорсткості, зменшення вмісту у багатьох випадках критичних сульфатів, хлоридів, нітратів. Вода набуває суттєво гідрокарбонатного кальцієвого складу, що зазвичай є ознакою природних вод. Піскування ґрунтів зменшує площу зони живлення до вище наведених мінімальних значень, що є суттєвим при стиснених умовах сільських садіб.

- Схожий ефект розпріснення ґрунтових вод має застосування зелених насаджень у зоні живлення. Відомо, що підземний стік з лісних угідь суттєво більший аніж з степових ділянок за рахунок підтримання більшої вологості повітря у приземній зоні. Тобто, при висаджуванні деревної і кущової рослинності у зоні суворого режиму колодязні води також будуть розпріснюватися за рахунок додаткового живлення ультрапрісними атмосферними водами, що призведе до підвищення їх споживчої якості.

У побутових умовах можливе використання простих методів кондиціювання криничної води. До методів водопідготовки, доступних у побутових умовах, слід віднести наступні.

- Найбільш поширеними недоліками якості води з колодязів є підвищені жорсткість, загальний солевміст і її бактеріальне зараження. Кип'ятіння у значній мірі зменшить ці вади криничної води.

- Використання природних бактерицидів допомагає підтримувати гарний бактеріальний стан колодязної води. Відомий спосіб покращення органолептичних властивостей води полягає у закладенні у стінки колодязя уламків чорного кременю. Кількість уламків чорного кременю повинна бути не менша ніж з розрахунку 2-10 кг на 1 м води. Для ефективного проходження окислювально-відновлюваних реакцій кремій повинен знаходитися у помірно освітленому середовищі, але без прямих променів сонця, з доступом кисню повітря. Тому камені зі свіжосколотими поверхнями слід закладати на рівні на 0,3 - 1,0 м від поверхні води, а кришку колодязя слід робити прозорою. Періодично з поверхні кременю необхідно знімати наліт, який формується за рахунок осаду завислих речовин, відкладання гідроокислу заліза (лімоніту), солей жорсткості, або

утворення органічних субстанцій. Якщо кремій можна підняти з колодязя, то його можна промити за допомогою харчової соди. Тому для зручності цієї операції і для можливості регулювання глибини завантаження кременю пропонується опускати його на шнурі у спеціальному контейнері з отворами або у сітці.

Бактерицидні природні матеріали можуть додаватися у підняту з колодязя воду у виді шматочків породи, деревини, трави, або ж з деревини осики, вільхи і верби виготовляються посудини для зберігання води. Гілочка горобини робить кварту води з підозрілого колодязя бактерицидною через 2- 3 години. При цьому болотний запах і присмак зникне. Черемха надає такий самий ефект через 2-3 хвилини. Для стерилізації можна використовувати бересту молодій берези, кору верби, дуба і бука з настоюванням у воді не менше шести годин. В степах для цього придатна трава ковили, перекасти-поля, деревія, фіалки польової. В горах можна використати і інші підручні засоби: кам'яний мох (лишайник), кору лісового горіха (волоський горіх, ліщина, фундук) або грецького горіха, траву тміна, наберу, чебрецю, арніки.

- Фторування колодязної води природними мінералами у лабораторії [9] показало, що мінерал флюорит (CaF_2), який досить широко застосовується у промисловості (наприклад, як флюс у металургії), входить до складу широко вживаних у землеробстві фосфоритів - мало розчиняється у насичених розчинах, але дистильовану воду може збагачувати до 5 мг/дм^3 . За умови, що звичайно вміст фтору у ґрунтовій воді не перевищує $0,6 \text{ мг/дм}^3$, а фізіологічною нормою є $0,7-1,2 \text{ мг/дм}^3$ [7], то регульоване підвищення вмісту цього елемента є бажаним. Дощова і снігова вода є практично дистильованою водою і тому така меліорація води теоретично можлива у разі внесення подрібненого флюориту або фосфориту на ґрунт у зоні живлення колодязя. Практично такі польові дослідження не проводилися і можна рекомендувати впроваджувати такий спосіб підвищення вмісту фтору у ґрунтових водах під наглядом спеціалістів.

- Використання стандартних побутових фільтрів дозволяє видалити механічні домішки і завислі речовини (для цього використовується синтетичні дрібнопористі матеріали), органічні забруднюючі речовини (використовується активоване вугілля), важкі метали і радіонукліди (використовується ряд мінеральних сорбентів).

Контроль якості колодязної води, яка може зазнавати забруднення дуже широким спектром речовин, рекомендується починати з біотестування [7]. Це дозволить виявляти забруднення, яке не може бути виявлене стандартним переліком лабораторних визначень і попередить вживання токсичної води.

Наведений перелік заходів доцільно використовувати, як систему і рішення про застосування тих або інших з рекомендованих заходів приймається після спеціального (гідрогеологічного, екологічного і санітарного) обстеження колодязя й ділянки його розташування.

Висновки

1. Техногенез негативно впливає на якість ґрунтових вод і водокористування води з колодязів для значної частини населення України пов'язане з ризиком негативного впливу на здоров'я.

2. На сучасному етапі вирішення питання поліпшення якості колодязних вод можливе шляхом виконання системи екологічних, санітарно-технічних заходів і заходів водопідготовки, доступної у побутових умовах.

1. Экологическая геология Украины: Справ, пособие / Шнюков Е.Ф., Шестопалов В.М., Яковлев Е.А. и др. - К.: Наук. думка, 1993. - 407 с.

2. Свіренко Л.П. Підземні води урбанізованих територій та пов'язані з ними проблеми / Свіренко Л.П., Спірін О.І, Яковлев В.В. // Коммунал. Хоз-во городов: Науч.-техн. Сб. - К.: Техніка. – 2001. – Вип. 36.-С. 186-189.
3. Groundwater of the World: resources, use, prognoses/ed. by I.S.Zektser; Water Problem Institute of RAS.- Moscow: Nauka, 2007. – 438 p.
4. Nitrogen and Phosphorus in Groundwater: Project / Abstracts of the Danish NPO Research Programme. - Copenhagen: Miljøstyrelsen, 1991. – 296 p.
5. Schmoll O., Howard G., Chil J., Chorus I. Protecting Groundwater for Health and Managing the Quality of Drinking-water Sources. – World Health Organization, London: IWA Publishing.-2006. - 697 p.
6. Sierikova E., Yakovlev V.V. Quality Indexes of Ground Water at Zmiev District of Kharkov Region //6th International Conference on Technologies Waste and Wastewater Treatment Energy from Waste Remediation of Contaminated Sites emissions Related to Climate. Proceedings,– 2007 Kalmar. Sweden. ECO-TECH, Part I., P. 449-455.
7. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до питної води, призначеної для споживання людиною» – 2010.
8. Шараевская Л.А. О возможности совместного использования атмосферных и грунтовых вод для хозяйственно-питьевых целей / Шараевская Л.А., Яковлев В.В.// Коммунал. Хоз-во городов: Науч.-техн. сб. - К.: Техніка. – 2001, – Вып. 27.-С. 154-157.
9. Мацюк С. А. Улучшение питьевых качеств артезианских вод с помощью природных минералов / Мацюк С. А., Яковлев В. В., Хрестина Т.В. // Коммунальное Хозяйство городов: Науч.-техн. Сб. - К.: Технические науки и архитектура. - 2009. - Вып. 88, – С. 99-105.

В.В. Яковлев

ИНЖЕНЕРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ВЛИЯНИЯ НА ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГРУНТОВЫХ ВОД

Рассматривается проблема низкого качества грунтовой воды, которой для хозяйственно-питьевых целей пользуется четверть населения Украины. Предложена система экологических и санитарно-технических мероприятий для повышения качества колодезных вод. Рассмотрены методы водоподготовки, доступные в бытовых условиях.

V. Yakovlev

ENGINEERING MEASURES FOR GROUNDWATER HYDROCHEMICAL CONTENT EFFECTING

Paper treats the issue of poor quality of ground water. Quarter of the Ukraine population is using well water for drinking purposes. The system of ecological and sanitary measures for improving the well water quality has been proposed in the paper. Technics of water conditioning available in a residential have been considered in the paper.