

ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ І ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ ОБЛАШТУВАННЯ КАПТАЖІВ ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Розглянуті найбільш надійні джерела і прості в організації способи забезпечення населення питною водою у періоди надзвичайних ситуацій. Надане гідрогеологічне обґрунтування розміщення і технічне обґрунтування конструкції самовиливних свердловин у підніжжі піщаних річкових терас.

Ключові слова: *питне водопостачання, каптаж, надзвичайні ситуації, піщані річкові тераси.*

В.В. Яковлев. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТРОЙСТВА КАПТАЖЕЙ ПИТЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ. *Рассмотрены наиболее надежные источники и простые в организации способы питьевого водоснабжения населения питьевой водой в периоды чрезвычайных ситуаций. Дается гидрогеологическое обоснование размещения и техническое обоснование конструкций самоизливающих скважин в подножии песчаных речных террас.*

Ключевые слова: *питьевое водоснабжение, каптаж, чрезвычайные ситуации, песчаные речные террасы.*

Стан систем питного водопостачання в сучасних умовах збільшення ризиків техногенних і природних катастроф, загрозою терористичних актів потребує відповідної ревізії принципів організації і конструктивних рішень щодо забезпечення населення питною водою в тому числі і в умовах надзвичайних ситуацій, подібних до Чорнобильської катастрофи, коли поверхневі джерела водопостачання можуть бути забруднені або заражені на великих територіях [1]. В умовах порушення існуючих систем водопостачання у першу чергу необхідно буде забезпечувати населення якісною питною водою. При цьому, у загальному випадку потрібно буде вирішувати наступні питання:

- мати запасні відносно доступні джерела якісної води, які надійно захищені від забруднення достатньо тривалий строк;

- якщо таких джерел нема, то забезпечити їх швидке спорудження, забезпечивши найбільш просту і надійну конструкцію каптажів з мінімальною залежністю від економічних, технічних і енергетичних чинників для можливості їх сталої експлуатації. Раніше, у 70-ті роки це питання розглядалося під кутом цивільної оборони на випадок ядерного конфлікту і реалізувалося як термінове площадне вивчення добре захищених водоносних горизонтів прісних вод (так звана тема «Вода-3») без достатнього розгляду технічних аспектів і захисту суто населення з урахуванням розосередженого його проживання.

У даній роботі розглянуті гідрогеологічний і технічні аспекти облаштування свердловинних каптажів для забезпечення населення питною водою у надзвичайних ситуаціях, а також надаються рекомендації організаційного характеру щодо підвищення ступеню готовності служб водопостачання до надзвичайних ситуацій.

З питних вод найбільш захищеними від техногенного впливу є прісні води глибоких во-

доносних горизонтів артезіанських басейнів. Але вони поширені не на всій території країни, окрім того, в таких свердловинах динамічні рівні води знаходяться порівняно глибоко і тому для експлуатації необхідно використовувати електричні насоси, що ставить видобування води у залежність від наявності електроенергії.

Не придатною при тотальному забрудненні є і колодязна вода, бо забезпечити її захист від поверхневого забруднення складно.

Вода джерел є більш захищеною, бо витікає з під землі безпосередньо в каптажі. В той же час, джерела живляться неглибокими ґрунтовими водами, тож в умовах інтенсивного водообміну на рівні перших від поверхні водоносних горизонтів безпечно користування незабрудненою і незараженою водою може бути обмежене у часі.

Особливо великою проблемою є вразливість традиційних для нашого часу систем водопостачання у зв'язку з їх залежністю від подачі електроенергії (для роботи глибинних насосів у свердловинах) і у зв'язку з можливістю порушення водонапірних башт. Тому доцільно розглянути можливість облаштування достатньо захищених від поверхневого впливу, але більш доступних джерел питної води, з простою конструкцією каптажів, які можуть бути споруджені у короткий строк. Окрім того, розташування таких джерел повинно бути по можливості розосередженим для максимального наближення до місць проживання населення.

Розгляд гідрогеологічних умов щодо задоволення поставлених технічних і просторових обмежень показав, що серед найбільш прийнятних варіантів організації питного водопостачання в умовах порушення водопроводів і відсутності електропостачання є наступні. Перший – підйом занурювальних електричних насосів в існуючих експлуатаційних свердловинах (облаштованих на другий чи третій від поверхні водоносні горизонти) і облаштування

альтернативної системи підйому води з експлуатаційних свердловин.

Другим варіантом, який у більшості випадків пов'язаний з виносом джерел питної води за межі населених пунктів, є облаштування самовиливних каптажів у підніжжі піщаних річкових терас.

Підземні води піщаних річкових терас, хоч не мають високої ступені захищеності від забруднення з поверхні, але великі резервуари других від поверхні водоносних горизонтів, що залягають у межах цих ландшафтів можуть

тривалий строк (більше декількох або десятків років) забезпечувати населення незабрудненою питною водою високої питної якості [2]. З цієї причини, а також завдяки широкому розповсюдженню піщаних терас у долинах українських річок, у надзвичайних ситуаціях, пов'язаних з виходом зі строю традиційних систем питного водопостачання, підземні води піщаних річкових терас доцільно розглядати як найважливіше джерело оперативного-тактичного питного водопостачання.

Піщана річкова тераса

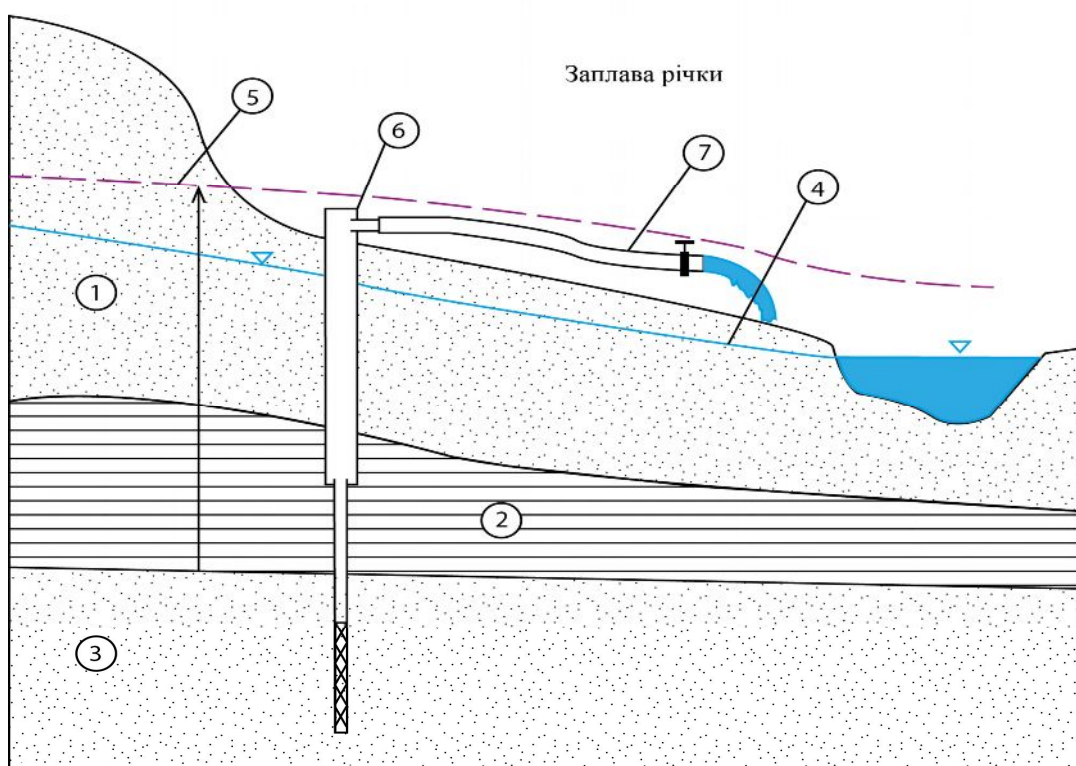


Рис. 1 Схема розміщення свердловинного каптажу підземних вод на підніжжі піщаної тераси.

Цифрами показані: 1 - перший від поверхні водоносний горизонт; 2 - водотривий; 3 - другий від поверхні водоносний горизонт; 4 - рівень ґрунтових вод; 5 - п'езометричний рівень другого від поверхні водоносного горизонту; 6 - свердловина; 7 - переносний патрубок з регулюючим вентиляем.

Спорудження свердловин на другий від поверхні водоносний глибиною 40-60 м у надзвичайних ситуаціях може бути забезпечено за 3-4 доби. При цьому герметичність верхньої частини свердловини (ізоляція від поверхневих і ґрунтових вод) може бути забезпечена шляхом вдавлення або забивання обсадної труби у пластичні породи – шари глини, щільного суглинку, крейди, мергеля, тощо, або цементациєю затрубного простору (див. рис. 1). Для цього необхідно використовувати сталеві обсадні труби стандартних діаметрів – від 146 до

219 мм. Подальше буріння виконується за допомогою желонки з одночасною посадкою фільтрової колони з сітчастим фільтром – у разі піщаного водоносного горизонту, або ударно-канатним методом при стійких породах – піщаники, тріщинуваті алевроліти, сланці, крейда, вапняки, тріщинуваті граніти, тощо.

Важливу роль з точки зору зручності експлуатації грає місце розташування свердловини. Електричні мережі для забезпечення роботи занурювальних насосів у разі розміщення свердловини поза населеним пунктом тягнути довго

і витратно, окрім того, в умовах надзвичайних ситуацій, як сказано вище, можливі перебої пов'язані з пошкодженням електромереж і зупинкою генеруючих станцій. Тому необхідно орієнтуватися на можливість облаштування також механічного ручного насосу поршневого типу, для чого глибина динамічного рівня води від устя свердловини повинна бути не глибше 7-8 м. Це можливо забезпечити на ділянці у підніжжі піщаної тераси на границі із заплавою річки. В цих ландшафтних умовах звичайно має місце найближче положення рівнів підземних вод до денної поверхні. Більш того, уздовж цієї лінії розташовується зона розвантаження підземних вод і часто знаходяться джерела і мочажини. Тому, якщо свердловина обладнана у цьому місті на другий водоносний горизонт, який має висхідне розвантаження, на її усті слід очікувати самовилив. Ефект самовиливу може

бути збільшений, якщо до устя свердловини герметично під'єднати патрубок, проведений до місця розбору води, облаштоване неподалік якомога нижче устя свердловини, як це показано на рис. 1. Для збереження напірного режиму і раціонального використання питної води патрубок облаштовується задвижкою.

Таке положення, конструкція і режим експлуатації (регульований самовилив) свердловини дозволить забезпечити гарантію надходження води зі сторони піщаної річкової тераси, оскільки динамічний рівень води буде вищий за рівень ґрунтових вод у заплаві і річкові некондиційні води принципово не можуть надходити до свердловини.

Практично така експлуатація буде здійснюватися у режимі штучного джерела з найпростішою конструкцією і регульованим водовідбором.

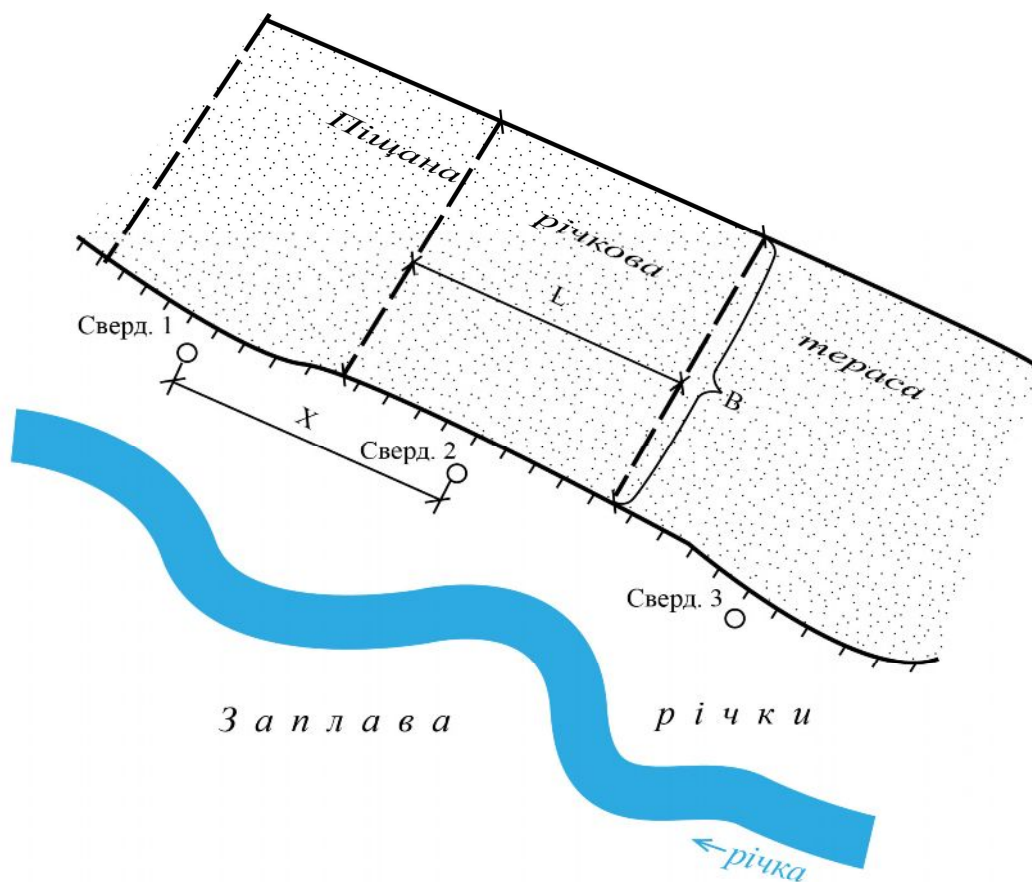


Рис. 2 Схема для розрахунку відстані між самовиливними свердловинами, розташованими на підніжжі піщаної річкової тераси.

Необхідно підкреслити, що гарантований самовиливний режим і природна якість води можуть забезпечуватися при правильній конструкції каптажу (цементації затрубного простору

експлуатаційної колони і крановому (обмеженому) режимі водовідбору. У разі потреби більшої кількості води, ніж це забезпечує режим самовиливу однієї свердловини, можливо

або перейти на водовідбір у примусовому режимі – з облаштуванням ручного, або іншого насосного обладнання, або ж, у інших обставинах, облаштовувати подібні свердловини на відстані, що дозволить проводити їх експлуатацію у режимі самовиливу без гідравлічної взаємодії свердловин. У останньому випадку відстань між свердловинними каптажами розраховується виходячи з величини місцевого модулю підземного стоку.

У загальному випадку, розрахунковий дебіт самовиливної свердловини на уступі річкової тераси, (дивись рис.2), не буде перевищувати:

$$Q = N_{\text{прт}} \cdot L \cdot B, \quad (1)$$

де: $N_{\text{прт}}$ – модуль підземного стоку піщаної річкової тераси, л/(с·км²);

L – довжина фронту захвату водозабору, км;

B – ширина піщаної тераси в районі розташування свердловини, км.

На основі залежності (1) і рис. 2 ми бачимо, що теоретично відстань між регулярно розташованими уздовж фронту розвантаження підземних вод сусідніми каптажними свердловинами X дорівнює довжині фронту захвату свердловини L , і тому можна записати:

$$X = L \geq Q / N_{\text{прт}} \cdot B$$

Таким чином, для визначення відстані до такої ж другої свердловини, яка не буде перехоплювати природний потік підземних вод до першої, достатньо знати дебіт свердловин, ширину тераси і величину місцевого модулю підземного стоку. При існуючій ступені гідрогеологічних умов території України такі дані є в державному геологічному відомстві. У якос-

ті останньої величини можна приймати середню величину для піщаних терас лівобережної України, розраховану автором – 3,98 л/с·км² [2].

Оскільки самовиливна свердловина буде працювати у сталому режимі, перехоплюючи частину природного стоку з боку річкової тераси до річки, то рух підземних вод до неї може бути виражений залежністю Дюпюї для стаціонарної фільтрації і дебіт свердловини може бути виражений:

$$Q = 2,73 \frac{Km S_0}{\lg\left(\frac{R}{r_0}\right) + 0,217\xi} \quad (2)$$

де: Q – дебіт свердловини, м³/добу;

Km – коефіцієнт водопровідності, м²/добу;

S_0 – очікуване зниження рівня – різниця відміток між п'езометричним рівнем і положенням точки виливу з свердловини, м;

R – радіус впливу свердловини, у даному випадку рівний $L/2$, м;

r_0 – радіус водоприймальної частини свердловини, м;

ξ – коефіцієнт, що враховує недосконалість свердловини [3].

Для отримання найбільшого дебіту у режимі самовиливу конструкція свердловини повинна включати фільтр, за довжиною не менший ніж половина потужності експлуатаційного водоносного горизонту.

Зважаючи на необхідність виконання передпроектних розрахунків за вищевказаною методикою, розгляд можливості облаштування каптажів для організації питного водопостачання у надзвичайних ситуаціях повинен бути виконаний за замовленням Міністерства надзвичайних ситуацій загодою.

Література

1. Яковлев В.В. Угрозы бесперебойному функционированию городских водопроводов Украины и меры по защите населения // Научный вестник строительства. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ. – 2010. – Вып. 56 – С. 147-152.
2. Яковлев В.В. Подземные воды борových террас как источник питьевого водоснабжения // Вісник Харківського нац. університету. № 824 Сер. Геологія – географія – екологія. Вып. 29 – Харків: 2008 – С. 43-48.
3. Веригин Н.Н. методы определения фильтрационных свойств горных пород. М., Госстройиздат, 1962. - 160 с.